



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**BUĞDAY'DA (*Triticum aestivum* L.) *Rht-4*
CÜCELİK GENİNİN SSR MOLEKÜLER
MARKÖRÜYLE BELİRLENMESİ VE BİTKİ
BOYU İLE KOLEOPTİL UZUNLUĞUNA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Çiğdem ÇİÇEK BULGUROĞLU

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

İzmir

2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**BUĞDAY'DA (*Triticum aestivum* L.) *Rht-4*
CÜCELİK GENİNİN SSR MOLEKÜLER
MARKÖRÜYLE BELİRLENMESİ VE BİTKİ
BOYU İLE KOLEOPTİL UZUNLUĞUNA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Çiğdem ÇİÇEK BULGUROĞLU

Danışman: Doç. Dr. Fatma AYKUT TONK

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Bitki Islahı Ve Genetiği Tezli Yüksek Lisans Programı

İzmir
2019

Çiğdem ÇİÇEK BULGUROĞLU tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Buğday’da (*Triticum aestivum* L.) *Rht-4* Cücelik Geninin SSR Moleküler Markörüyle Belirlenmesi ve Bitki Boyu ile Koleoptil Uzunluğuna Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 21.06.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Fatma AYKUT TONK

.....

Raportör Üye : Prof. Dr. Muzaffer TOSUN

.....

Üye : Doç. Dr. Meltem SESLİ

.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Buğday’da (*Triticum aestivum* L.) *Rht-4* Cücelik Geninin SSR Moleküler Markörüyle Belirlenmesi ve Bitki Boyu ile Koleoptil Uzunluğuna Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

21 / 06 / 2019



Çiğdem ÇİÇEK BULGUROĞLU

ÖZET**BUĞDAY'DA (*Triticum aestivum* L.) *Rht-4* CÜCELİK GENİNİN SSR MOLEKÜLER MARKÖRÜYLE BELİRLENMESİ VE BİTKİ BOYU İLE KOLEOPTİL UZUNLUĞUNA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ÇİÇEK BULGUROĞLU, Çiğdem

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatma AYKUT TONK

Haziran 2019, 93 sayfa

Bu çalışmada bilinen herhangi bir cücelik genine sahip olmayan Scholar ekmeklik buğday çeşidi ile *Rht-4* genini taşıyan BSJ14 çeşidinin melezlenmesi sonucu elde edilen ve F_4 generasyonu aşamasına getirilen populasyonda *Rht-4* geninin bitki boyu ve koleoptil uzunluğuna etkileri ve verim özellikleri üzerine ilişkisi araştırılmıştır. Populasyonda bulunan hatların tohumları F_4 generasyonunu elde etmek amacıyla E.Ü Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında 2014-15 buğday yetiştirme mevsiminde Augmented deneme desenine uygun olarak yetiştirilmiştir. F_4 bitkilerinde bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, koleoptil uzunluğu, koleoptil çapı, üst boğum uzunluğu, ilk yaprak uzunluğu, tane ağırlığı, özellikleri ölçümlenmiştir. Ayrıca F_4 hatlarında *Rht-4* geninin markörü olan Xwmc317 ile söz konusu geni taşıyan hatlar moleküler olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar 25 F_4 hattının *Rht-4* genini taşıdığını, 36 hattın taşımadığını ve 11 hattın ise heterozigot durumda olduğunu göstermiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çalışmada kontrol genotip olarak kullanılan çeşitler arasında başakta başakçık sayısı, koleoptil çapı ve ilk yaprak uzunluğu özellikleri hariç diğer özellikler bakımından istatistiki önemli farklar bulunmamıştır. *Rht-4* geni ile incelenen özellikler arasındaki regresyon analiz sonuçları incelendiğinde, *Rht-4* geni başak uzunluğu özelliğinde görülen varyasyonun %10'unu açıklamıştır. İncelenen materyal içerisinde özellikle değişen iklim

şartlarına uygun kısa boylu ve uzun koleoptile sahip hatların sonraki generasyonlara aktarılması için seçilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, *Rht-4* geni, koleoptil uzunluğu, bitki boyu, verim özellikleri, SSR.



ABSTRACT**DETERMINATION OF *Rht-4* REDUCED HEIGHT GENE BY SSR
MOLECULAR MARKER IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND
EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PLANT
HEIGHT AND COLEOPTILE LENGTH**

CICEK BULGUROGLU, Cigdem

MSc in Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatma AYKUT TONK

June 2019, 93 pages

In this study, we investigated the effects of *Rht-4* genotype to plant height, coleoptile length and yield characteristics in BSJ14 (type carrying *Rht-4* gene) and Scholar bread wheat variety hybrids (which has a normal plant height that does not have any known dwarf genes) in F₄ generations. Hybridizations of between wheat varieties were made at Colorado State University. These seeds were brought to Turkey in 2013 and cultivated in the experimental areas in accordance with augmented experimental design during the 2014-15 wheat growing season in Department of Field crops of the Faculty of Agriculture of Ege University. Plant height, peduncle length, spike length, number of spikelets in spike, number of grain in spike, thousand kernel weight, coleoptile length, coleoptile diameter, first leaf length and grain weight were measured in F₄ plants. In addition to this, the F₄ lines carrying *Rht-4* gene were determined molecularly using *Rht-4* gene marker Xwmc317.

The results showed that 25 F₄ lines carry the *Rht-4* gene, 36 F₄ lines do not carry and 11 F₄ lines are heterozygous. According to the results of variance analysis, there were no statistically significant differences between the varieties used as control genotypes in the study, except spikelets number per spike, coleoptile diameter and first leaf length. When the results of regression analysis are examined between the *Rht-4* gene and the examined properties, *Rht-4* gene

explained 10% of the variation in spike length. It can be suggested that the lines which are short plant height, long coleoptile and suitable for changing climatic conditions select in order to transfer to next generations.

Keywords: Bread wheat, *Rht-4* gene, coleoptile length, plant height, yield characteristics, SSR.



ÖNSÖZ

Buğday, ülkemizde ve dünya’da gerek tüm tarla bitkileri gerekse tahıllar içerisinde en önemli bitki olarak yer almaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde buğday ve buğdaydan yapılan gıdaların tüketimi açısından ilk sırada yer alması buğday bitkisinin önemini daha da arttırmaktadır. Yeşil Devrim ile buğday gibi önemli tahıllarda bitki boyu kısaltılarak yatmaya dayanıklılık sağlanmıştır. Bitki boyunu kısaltan farklı *Rht* genleri geçmişte olduğu gibi günümüzde de özellikle buğday bitkisinde yoğun olarak üzerinde çalışılan konular içerisinde yer almaktadır.

Bu tez çalışmasında ekmeklik buğday F₄ populasyonu kullanılarak *Rht-4* geninin moleküler kontrolü markörler yardımıyla seleksiyon kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca bu genin bazı verim özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

İZMİR

21 /06/ /2019

Çiğdem ÇİÇEK BULGUROĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1 Buğdayın Coğrafyası ve Tarihçesi	7
2.2 Buğdayın Türleri	7
2.3 Buğdayın İklim ve Toprak İstekleri	8
2.4 Yeşil Devrim ve Buğdayda <i>Rht</i> Genlerinin Ortaya Çıkışı	9
2.4.1 Yeşil devrimin dönemleri	9
2.4.2 Buğdayda cücelik (<i>Rht</i>) genleri	10
2.4.3 <i>Rht-4</i> geni	13
2.5 Moleküler Markörler	13

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.5.1 SSR (Simple Sequence Repeats-Mikrosatelit) markörleri.....	14
2.6 Buğdayda Rht Genleri ile Yapılmış Önceki Çalışmalar	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	20
3.1 Araştırma Yeri ve Yılı.....	20
3.2 İklim Verileri.....	20
3.3 Tohumluk Materyali	21
3.4 Metot	21
3.5 Moleküler Analizler	22
3.5.1 DNA izolasyonu.....	22
3.5.2 DNA'ların ölçümü ve seyreltilmesi	24
3.5.3 Polimeraz zincir reaksiyonu.....	26
3.5.5 Jellerin görüntülenmesi	28
3.6 Agronomik Özellikler ve Koleoptille İlgili Gözlem ve Ölçümler	28
3.7 İstatistikî Analizler	30
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Gözlem ve Ölçümler	32

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1.1 Bitki boyu (cm).....	32
4.1.2 Üst boğum uzunluğu (cm)	36
4.1.3 Başak uzunluğu (cm)	40
4.1.4 Başakta başakçık sayısı (adet)	45
4.1.5 Başakta tane sayısı (adet).....	49
4.1.6 Bin tane ağırlığı (g).....	53
4.1.7 Koleoptil uzunluğu (cm).....	57
4.1.8 Koleoptil çapı (mm).....	63
4.1.9 İlk yaprak uzunluğu (cm).....	67
4.1.10 Tane ağırlığı (g)	70
4.2 Moleküler Çalışmalar	73
4.2.1 Bantların skorlanması	73
4.2.2 Regresyon analizi sonuçları	78
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	82
TEŞEKKÜR	92
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Buğdayın orijini ve yabani formları.....	1
1.2. Buğdayın yıllara göre ekim alanı, üretimi ve verim miktarları.....	3
3.1. Öğütülmüş ve dondurulmuş yaprak örnekleri.....	23
3.2. Elde edilmiş DNA 'lardan bir görünüm.....	24
3.3. DNA kalitesinin agaroz jelde kontrol edilmesi.....	25
3.4. DNA ölçümü ve seyreltilmesi.....	25
3.5. Xwmc317 markörünün kromozom lokasyonu.....	26
3.6. Protean II xi cell (Bio-rad) dikey elektroforez sisteminde jel elektroforezi.....	27
3.7. Koleoptil uzunluğunun ölçülmesinde su içerisindeki rulolar.....	30
4.1. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların bitki boyu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.....	35
4.2. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların üst boğum uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.....	39
4.3. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başak boyu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.4. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başakta başakçık sayısı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	48
4.5. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başaktaki tane sayısı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	52
4.6. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların bin tane ağırlığı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	56
4.7. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların koleoptil uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	61
4.8. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların koleoptil çapı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	66
4.9. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların ilk yaprak uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	69
4.10. <i>Rht-4</i> markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların tane ağırlığı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları	72
4.11. Xwmc317 markörünün 15-61 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder).....	74

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)ŞekilSayfa

- 4.12. Xwmc317 markörünün 64-41 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder)74
- 4.13. Xwmc317 markörünün 29-40 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder)75
- 4.14. Xwmc317 markörünün 7-30 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder)75

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Yıllara göre Türkiye buğday ekim alanları, üretim ve verim miktarları.....	4
2.1. Buğdayda kimyasal veya fiziksel mutajenlerin neden olduğu yarı cüce kaynakları	11
2.2. Buğdayda Çeşitli Karakterlerde Kullanılan SSR Markörleri	15
3.1. 2014-2015 buğday yetiştirme mevsiminde araştırma yeri iklim verileri.....	20
3.2. F ₄ Populasyonu Ekim Planı	22
3.3. DNA Ekstraksiyon Tamponu [Doyle and Doyle (1987) (CTAB)].....	23
3.4. Xwmc317 markörünün baz dizilişi.....	26
3.5. %8' lik poliakrilamid jel bileşenleri	27
4.1. Bitki boyu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları.....	32
4.2. F ₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin bitki boyu ortalamaları	33
4.3. Üst boğum uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	36
4.4. F ₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin üst boğum uzunluğu ortalamaları	37

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.5. Başak boyu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	40
4.6. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başak boyu ortalamaları	42
4.7. Başakta başakçık sayısı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları.....	45
4.8. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başakta başakçık sayısı ortalamaları	46
4.9. Başakta tane sayısı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları.....	49
4.10. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başakta tane sayısı ortalamaları	50
4.11. Bin tane ağırlığı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	53
4.12. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin bin tane ağırlığı ortalamaları	54
4.13. Koleoptil uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları.....	58
4.14. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin koleoptil uzunluğu ortalamaları	59

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.15. Koleoptil çapı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	63
4.16. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin koleoptil çapı ortalamaları	64
4.17. İlk yaprak uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	67
4.18. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin ilk yaprak uzunluğu ortalamaları	68
4.19. Tane ağırlığı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları	70
4.20. F4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin tane ağırlığı ortalamaları	71
4.21. BSJ-14 x Scholar F4 populasyonunun Xwmc317 markörü ile tarama sonuçları	76
4.22. BSJ-14 x Scholar F4 popülasyonundaki bireylerin Xwmc317 markörü ile tarama sonucu Rht-4 geni açısından dağılımı	77
4.23. Rht-4 geni incelenen özellikler arasındaki regresyon analiz sonuçları	78

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrad derece
ha	Hektar
kg	Kilogram
cm	Santimetre
g	Gram
M	Molarite (Mol)
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
μl	Microlitre
μg	Mikrogram
Mm	Mikromolar
ng	Nanogram
pH	Power of Hydrogen
rpm	Rotation per minute
V	Volt

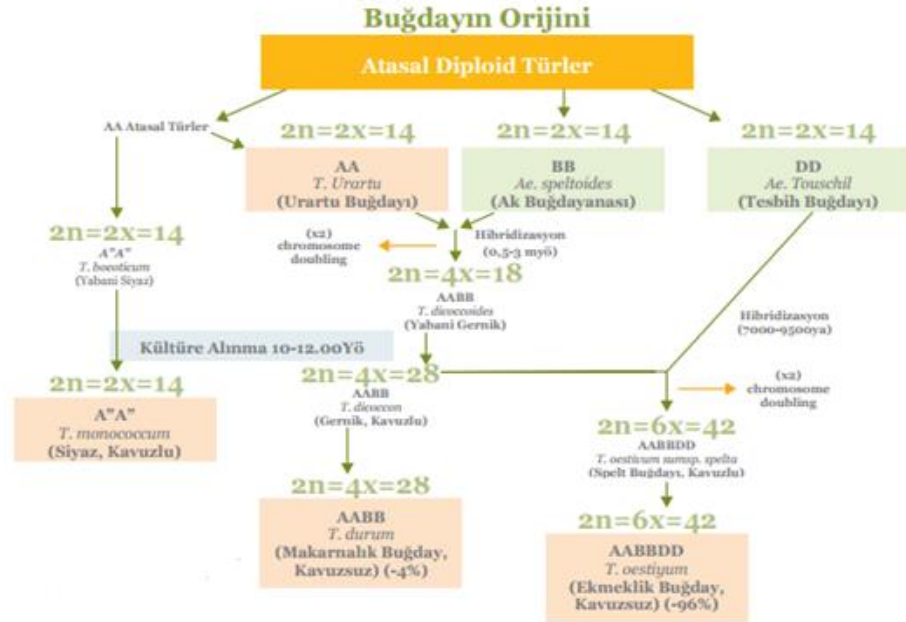
SİMGELER VE KISALTMALAR DİİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism
bç	Baz çifti
bp	Base pair
EST	Expressed Sequence Tags
FAO	Dünya Gıda Ve Tarım Teşkilatı
GTHB	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
IGC	International Grain Council
ISSR	Inter Simple Sequence Repeat
LSD	Asgari Önemli Fark
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
PCR	Polymerase Chain Reaction
PVC	Polivinil klorür
RAPD	Random Amplified Polymorphism
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
SNP	Single Nucleotide Polymerase
SSR	Simple Sequence Repeat
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WWF	World Wildlife Fund

1. GİRİŞ

Buğday, kültür bitkileri içerisinde insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan dünyada ekiliş alanı (220 milyon hektar) bakımından ilk sırada yer alan bir bitkidir. Üretimi bakımından (729 milyon ton) ise mısırdan sonra dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Buğday bitkisinin sahip olduğu geniş adaptasyon yeteneği bu konumda yer almasını en iyi açıklayan nedenidir (FAO, 2017).

Buğdayın orijin merkezi bugün ki, Lübnan, İran, Türkiye, Suriye, İsrail, Filistin ve Irak'ı içine alan tarımın ilk olarak ortaya çıktığı Bereketli Hilal olarak geçen bölgedir (Salamini ve ark. 2002). Yerleşik yaşama geçen ilk medeniyetler tüketici bir toplumdan üretici bir topluma geçiş yollarını ararken besleyici değeri yüksek olan buğday bitkisi ile tanışmış ve buğdayı kültüre alma faaliyetleri tarihler boyu sürdürülerek bugünkü duruma getirilmiştir. Yapılan çalışmalar, evrimleşme sürecinin (Şekil 1.1), diploid ve tetraploid buğday için Güneydoğu Anadolu bölgesinde (özellikle Diyarbakır çevresinde) başladığını ortaya koymaktadır (Heun ve ark., 1997; Salamini ve ark., 2002; Özkan ve ark., 2002; Özkan ve ark., 2005).



Şekil 1.1. Buğdayın orijini ve yabani formları (Chantret ve ark., 2005; Anonim, 2016).

Besleme değeri yüksek olan buğday, depolama ve işlenmesindeki kolaylıklar nedeniyle de bugün yaklaşık 50 ülkede temel besin olarak kullanılmaktadır. Dünya nüfusu üzerinde bitkisel kaynaklı besinlerden elde edilen toplam kalorinin %20'lik kısmı buğday tüketimi ile sağlanmaktadır. Ülkemizde ise bu oran yaklaşık %53 civarındadır. Buğday başta unlu mamuller olmak üzere hayvancılık, bebek maması, ev içi dekorasyonu ve inşaat sektörlerinde kullanılmaktadır (GTHB, 2011).

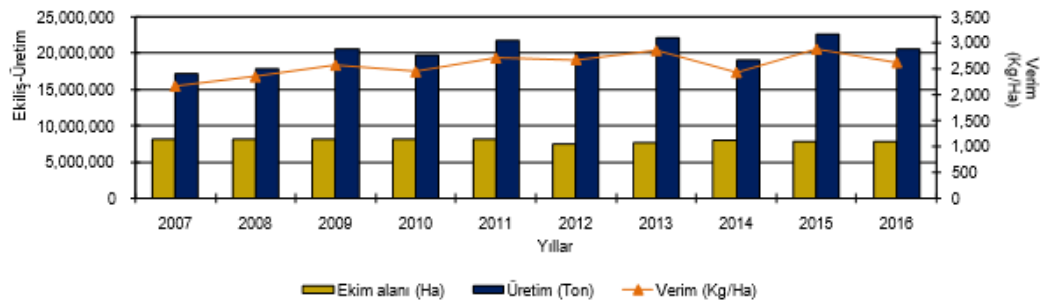
Buğday, yoğun nem ve sıcaklık değişiminden hoşlanmayan bir serin iklim tahılıdır. Çimlenme ve kardeşlenme dönemlerinde 5-10 °C sıcaklık ve %60 düzeyindeki nem buğday için optimum koşullardır. Buğday gelişiminin 2. devresinde yani sapa kalkma döneminde ise 10-15 °C sıcaklık ve %65 oranında nispi neme ihtiyaç duymaktadır. Buğday, her çeşit toprakta yetiştirilmesi mümkün olan bir bitkidir ancak yüksek verim; derin, killi, tınlı-killi ve humusça zengin yapıya sahip topraklardan alınmaktadır. Buna karşın makarnalık buğdayların ekmeklik buğdaylara göre daha fakir topraklarda yetiştirilebilmesi mümkün olabilmektedir (Süzer, S. 1992). Buğday ülkemizde yazlık ve kışlık olarak ekilmektedir. Buğday ekimi, toprak sıcaklığının 8-10 °C olduğu zamanda yapılmalıdır. Buğdayın ekim zamanı Kasım ayı ile başlayıp Aralık ayı sonuna kadar uzayan bir periyodu kapsamaktadır. Ancak denize kıyısı olan Ege ve Akdeniz gibi bölgelerimizde en uygun ekim zamanının 15 Kasım-15 Aralık tarihleri arasında olduğunu söyleyebilmek mümkündür. Dekara atılacak tohum miktarını etkileyen faktörler; ekim zamanı, tohumun bin tane ağırlığı, çimlenme ve biyolojik gücüdür. Ve bu miktar bahsedilen faktörlere bağlı olarak 18-24 kg arasında değişmektedir. Ekim derinliği kışlık buğdaylarda tohum iri ise 5-6 cm, küçük ise 4-5 cm olabilir. Buğdayda yüksek verim elde etmek için sertifikalı tohumluk kullanmanın önemi büyüktür. Sertifikalı tohumluk kullanımının tane veriminde %40 oranında bir artış sağladığı bilinmektedir (GTHB, 2011).

Buğday üretiminde, ekimden önce makro elementlerin (fosfor, potasyum, çinko, kalsiyum, kükürt) toprağa verilmesi, bitkilerin ileriki vejetasyon dönemlerinde topraktan bu mineralleri kolay ve yeterli düzeyde almasını sağlamaktadır. Buğday bakımında en önemli konu sapa kalkma döneminde azotlu

üst gübre verilmesidir. Bir diğer önem arz eden bakım işlemi ise yabancı ot mücadelesidir (GTHB, 2011).

Sulama işlemleri bahar aylarının (Nisan ve Mayıs) kurak geçtiği senelerde, sulama imkânı mevcut ise başaklanma ve süt olum dönemlerinde yağmurlama sulama yöntemi ile yapılmalıdır. En uygun hasat zamanı parametresi tanedeki nem oranıdır ve %13,5 'a ulaştığında buğday hasatına başlanmalıdır (Tayat, 2014). Biçerdöverle yapılan hasat öncesi buğday bitkisi tam olum devresindedir ve tamamiyle saman rengindedir (Süzer, 2004).

Dünya üzerinde %3,5'lik bir ekim alanına sahip olan buğdayın ülkemizde ise toplam işlenen tarım alanlarının %33'ün de, tahıl ekili alanların ise yaklaşık %67'sinde tarımı yapılmaktadır (TÜİK, IGC 2016). Buğday Türkiye'nin hemen her bölgesinde yetiştirilebilmeye elverişlidir. Bilhassa Orta Anadolu Bölgesi'nde üretimi yaygın olarak yapılmaktadır. Ekmeklik buğday üretiminde Orta Anadolu Bölgesi ilk sırada iken, Marmara Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi onu izlemektedir. Makarnalık buğday üretiminde ise; ilk sırada Güneydoğu Anadolu Bölgesi vardır. Ardından Doğu Anadolu Bölgesi ve Ege Bölgeleri yer almaktadır (TÜİK, IGC 2016).



Şekil 1.2. Buğdayın yıllara göre ekim alanı, üretimi ve verim miktarları (TÜİK, 2016).

Ülkemizde 2007 yılında yaşanan kuraklık buğday verimini büyük ölçüde etkilemiştir, üretim 17.2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1.2). Kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, iyi tarım uygulamalarının yaygınlaşması ile buğday verimi son yıllarda artış göstermiş, 2016 yılında 20.6 milyon buğday üretimi yapılmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Yıllara göre Türkiye buğday ekim alanları, üretim ve verim miktarları (GTHB, 2016)

Yıllar	Ekilen alan (Dekar)	Üretim (Milyon ton)	Verim (Ton/ha)
2001	93 500 000	19	2033
2002	93 000 000	19.5	2098
2003	91 000 000	19	2089
2004	93 000 000	21	2258
2005	92 500 000	21.5	2324
2006	84 900 000	20	2359
2007	80 977 000	17.2	2167
2008	80 900 000	17.8	2345
2009	81 000 000	20.6	2566
2010	81 034 000	19.7	2440
2011	80 960 000	21.8	2704
2012	75 296 394	20.1	2672
2013	77 726 000	22.1	2845
2014	79 192 084	19	2429
2015	78 668 874	22.6	2782
2016	76 719 448	20.6	2710

2001 ve 2016 yılları arasında Türkiye’de buğday ekim alanları 7.5-9.3 milyon hektar arasındadır. Üretim miktarları ise 17.2-22.6 milyon ton arasında değişkenlik göstermiştir. Türkiye'nin buğday verimi yıllar itibariyle yükselme kaydetmiştir ancak ortalama dünya veriminin 0.7 ton/ha altındadır.

1960’lı dönemlerden başlayarak günümüze kadar etkisini sürdüren tarımsal üretimde araştırma ve geliştirme, alt yapı yatırımları ve teknoloji transferi gibi çok farklı yapılanmalardaki köklü değişiklikleri ve etkilerini tanımlayan "Yeşil Devrim" ile birlikte Norman Borlaug’un bir Japon buğdayı olan Norin-10’dan aktardığı cücelik genleri (*Rht*) buğday tarihinde bir dönüm noktası niteliği taşımaktadır (Hedden, 2003).

Borlaug’un Meksika’da başlattığı buğday ıslah çalışmaları sonucunda geliştirilen yeni çeşitlerin bazı engellere rağmen kısa sürede Türkiye dâhil birçok ülkeye yayılması ile verim ve dolayısıyla üretim 2-3 kat artmıştır. Milyarlarca

insan açlıktan kurtulmuş ve bu başarısı nedeniyle Borloug'a 1970 yılında Nobel Barış Ödülü verilmiştir (Anonim, 2014).

Rht (Reduced height) genleri bitki boyunda kısaltmaya neden olan genlerdir. Yarı cüce buğdaylarda 21 adet *Rht* geninin varlığından söz edilmektedir (McIntosh et al., 2003). *Rht* genlerinin fonksiyonları tam olarak keşfedilmemiş olmakla birlikte, bazılarının gibberellin ile ilişkisinin olduğu bilinmektedir. Söz konusu *Rht* genleri gibberellik asite duyarlı ve duyarsız genler olarak sınıflandırılmaktadır (Gale ve Gregory, 1977; Börner ve ark., 1996). *Rht-1*, *Rht-2*, *Rht-3* ve *Rht-10* genleri gibberellik asite karşı duyarsız genler olarak bilinmektedir. *Rht-4*, *Rht-5*, *Rht-8*, *Rht-9*, *Rht-12* ve *Rht-13* genleri ise gibberellik asite duyarlı genler sınıfına girmektedir (Gale ve Gregory, 1977).

Moleküler markörler, DNA düzeyinde farklılıkları tespit etmek ve araştırılan genotiplere yönelik bir geni veya özelliği izlemek için kullanılmaktadır (Yıldırım, 2007). Ayrıca gözlenebilir karakterlere dayanan morfolojik markörler ve temeli proteine dayanan biyokimyasal markörlere göre oldukça güvenilir oldukları bilinmektedir. Sayıca fazla olmaları, çevreden etkilenmemeleri, bitki gelişim evrelerinde kolayca gözlenebilir olmaları ve lokuslar arasında etkileşim oluşturmamaları bitki materyalinin seleksiyonu için DNA markörlerinin ıslah çalışmalarında kullanılmalarının en önemli nedenleridir (Ovesna et al., 2002). Moleküler markörler birbirleriyle karşılaştırıldığında günümüzde polimorfizm düzeyi oldukça yüksek olduğundan SSR ve SNP markörleri daha çok tercih edilmektedir (Yıldırım, 2008).

SSR olarak ta ifade edilen basit dizi tekrarları DNA dizilerinde tekrar edilen en küçük birimlerdir. Tekrar desenleri 1–6 bp arasında değişkenlik gösterir. Bu teknikte tekrarlanan bölgelere özgü primerler geliştirilmekte ve bu primerler ile PCR yapılmaktadır. PCR ürünleri, elektroforez işlemi sonrasında ethidium bromide veya gümüş nitrat yardımıyla boyandıktan sonra polimorfizm durumu gözlenmektedir (Rangwen ve ark., 1995; Ridout ve Donini, 1999). Mikrosatellitler az DNA gerektirmesi, kodominant ve kararlı markör sistemi olmaları, genomda bol miktarda ve dağınık halde bulunmaları, otomasyona uygun ve tekrarlanabilir olması, yüksek polimorfizm göstermeleri ve bilgilendirici bir

markör sistemi olmaları nedeniyle gen haritalama ve popülasyon genetiği çalışmalarında kullanılabilmektedir (Powell ve ark., 2006).

Buğdayda cücelik genleri üzerinde çalışılan en önemli konular arasında yer almıştır. Ellis et al. (2005) yaptıkları bir çalışmanın sonucu olarak, buğdayda 7B kromozomunun kısa kolunda bulunan ve ekmeklik buğday donörü Magnif M1'den aktarılan *Rht13* cücelik geninin, tane sayısını ve tane verimini arttırdığını buna karşılık sap uzunluğunu ve bitki boyunu azalttığını tespit etmişlerdir (Rebetzke et. al., 2011). Rebetzke et al. (2012) buğdayda *Rht13* cücelik geninin bitki boyu üzerinde hem *Rht-B1b* hem de *Rht-D1b*'den daha büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Bu tez çalışmasına da konu olan cücelik genlerinden *Rht-4* geni ve *Rht-4+Rht8*'in ekmeklik buğdayda canlılık, morfoloji ve tane verimi üzerine etkileri Ningchun45 x Burt ert 937 (*Rht4*) melezinin Jinmai47 (*Rht8*) veya Xifeng20 ile melezlenmesinden elde edilen F₄, F₅ ve F₆ cüce hatlarında üç farklı yetiştirme mevsiminde incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda *Rht-4*'ün koleoptil uzunluğunu etkilemediğini, kök çapını azalttığı, kök toplam uzunluğunu ve yüzey alanını arttırdığını, başakta tanecik sayısını ve bin tane ağırlığını azalttığını bildirmişlerdir (Yinying et al., 2018)

Bu tez çalışmasındaki amacımız; BSJ14 (*Rht-4*) ve Scholar (hiçbir cücelik geni taşımamaktadır) genotipleri arasında yapılan melezlemenin F₄ generasyonunda bulunan hatlarda SSR (Simple Sequence Repeat) markörü kullanılarak *Rht-4* genini belirlemeye çalışmaktır. Söz konusu F₄ hatlarında aynı zamanda koleoptil uzunluğu ve bitki boyu ile birlikte ilgili bazı verim özellikleri de ölçümlenerek *Rht-4* geni ile bu özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi diğer bir amacı oluşturmaktadır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Buğdayın Coğrafyası ve Tarihçesi

Buğday coğrafi yayılımı bakımından 30° ile 60° kuzey ve 27° ile 40° güney enlemleri arasında yoğun olarak tarımı yapılan bir bitkidir. Deniz seviyesinden 5000 metre yükseklikte ve tropik bölgelerden kutuplara çok yakın yerlere kadar yetişebilen çeşitleri vardır (Anonim, 2018).

Buğdayın orijin merkezi bugün ki Lübnan, İran, Türkiye, Suriye, İsrail, Filistin ve Irak'ı içine alan tarımın ilk olarak ortaya çıktığı Bereketli Hilal olarak geçen bölgedir (Salamini ve ark. 2002). Yerleşik yaşama geçen ilk medeniyetler tüketici bir toplumdan üretici bir topluma geçiş yollarını ararken besleyici değeri yüksek olan buğday bitkisi ile tanışmış ve zamanla buğdayı kültüre alarak günümüzdeki durumuna getirmiştir. Yapılan çalışmalar, evrimleşme sürecinin diploid ve tetraploid buğday için Güneydoğu Anadolu bölgesinde (özellikle Diyarbakır çevresinde) başladığını ortaya koymaktadır (Heun ve ark., 1997; Salamini ve ark., 2002; Özkan ve ark., 2002; Özkan ve ark., 2005).

Buğday üretiminin yayılması ve diğer tahıllara göre hâkim duruma geçişi Romalılar Döneminde yaşanan bir gelişmedir. Roma'ya Buğday İmparatorluğu da denilmesi de buradan ileri gelmektedir. Fakat daha sonraları Kuzey Göçleri ile Orta Çağ'da çavdar bitkisi Avrupa'ya hâkim olmuştur (Elgün ve Ertugay, 2002).

Amerika'ya ancak keşfi ile birlikte giren buğdayın tarımı 17. yy 'da başlamıştır. Tarih boyunca buğday tüketen toplumlar daha medeni olarak sınıflandırılmıştır (Uyar ve Koç, 2011).

2.2 Buğdayın Türleri

Ticari ve ekonomik açıdan önemini sürdüren buğdayın çeşitleri botanik açıdan 3 türün altında incelenmektedir.

1-*Triticum aestivum*

2-Triticum durum

3-Triticum compactum

En yaygın olarak yetiştirilen tür *Triticum aestivum*'dur. Renk, sertlik, yumuşaklık, hastalıklara, soğuğa ve kurağa dayanıklılık, yetiştirilme periyodu, protein miktar ve kalitesi bakımından en geniş varyasyona sahip olan *Triticum aestivum* türü ekmeklik buğday olarak bilinmekte ve özellikle ekmek ve unlu mamullerin yapımında kullanılmaktadır. Makarnalık buğdaylar *Triticum durum* tipi buğdaylar olup, bisküvi yapımında kullanılanlar ise *Triticum compactum* tipi buğdaylardır (Türker ve Ertaş, 2002).

2.3 Buğdayın İklim ve Toprak İstekleri

Buğday, yoğun nem ve sıcaklık değişiminden hoşlanmayan bir serin iklim tahılıdır. Çimlenme ve kardeşlenme dönemlerinde 5-10 °C sıcaklık ve %60 düzeyindeki nem buğday için optimum koşullardır (Ünal, 2008).

Bir tahıl tanesinin çimlenerek birden çok sapı meydana getirmesi olayı kardeşlenme olarak açıklanır. Kardeşlenmede çeşidin genetik yapısı, yetiştirme tekniği ve çevre koşulları tane verimini önemli oranda etkileyen özelliklerdir (Kün, 1996).

Kardeşlenme ve sapa kalkma dönemleri arasında fazla sıcaklığa ihtiyaç duymayan buğday bitkisi için 10-15 °C sıcaklık, %66 nispi nem ve az ışık, iyi bir gelişme için uygun değer şartlarını ifade etmektedir. Sapa kalkma döneminde buğdayın sıcaklık ve nem isteği artış gösterir. Başaklanma dönemi öncesinde bağıl nemin yüksek oluşu verim üzerinde olumlu bir etki yaratır. Düşük nem ve yüksek sıcaklık döllenme esnasında tanenin niteliğini yükseltir. Buğdayın yetiştirme periyodu boyunca düzenli olarak 500 mm yağış alması maksimum verim için yeterli kabul edilir. Toprak strüktürü açısından en iyi yetiştirme alanları tınlı killi ve derin killi topraklardır (Ünal, 2008).

2.4 Yeşil Devrim ve Buğdayda *Rht* Genlerinin Ortaya Çıkışı

Yeşil devrim; II. Dünya Savaşından sonra artan dünya nüfusunun besin ihtiyacını karşılayabilmek için, dar alandan en yüksek düzeyde ürün alınabilmesini sağlamak amacıyla; tarım ilaçlarının, yoğun kimyasal gübrelerin ve gelişmiş sulama sistemlerinin kullanılmasını ifade eder. Özellikle buğday ve çeltik gibi tarla bitkilerinde yeni çeşitlerinin benimsenmesi ile daha verimli ürünler elde edilmiştir (Başaran ve Gülsaçan, 2004).

Günümüze kadar etkisi devam eden, tarımsal üretimde araştırma ve geliştirme, alt yapı yatırımları ve teknoloji transferi gibi çeşitli yapılanmalardaki köklü değişiklikleri ve etkilerini tanımlayan "Yeşil Devrim" ile birlikte Norman Borlaug'un bir Japon buğdayı olan Norin-10'dan aktardığı ve bitki boyunda kısaltmaya neden olan genler olarak adlandırılan cücelik genleri (*Rht*) buğday tarihinde bir dönüm noktası niteliği taşımaktadır (Hedden, 2003).

2.4.1 Yeşil devrimin dönemleri

I. Yeşil Dönem; 1965-1985 yılları arasındaki zaman dilimini kapsamaktadır (Hazell, 2009). Buğday, çeltik ve mısır üretimi geçtiğimiz 50 yıl içerisinde 3 kat artarak, aynı dönemde ikiye katlanan dünya nüfusunu beslemeyi başarmıştır. Tarım yapılan alanlar %30 oranında artmıştır (Herdt, 2010).

II. Yeşil Dönem; 1985-2005 yılları arasında gerçekleşmiştir. Hastalığa dayanıklı, yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi, kimyasal gübreler, sentetik pestisit ve herbisitlerin kullanımı bunun yanında sulama sistemleri ile tarımsal mekanizasyonun çiftçilere ulaştırılması bu dönemde yaşanan gelişmelerdendir (Evenson., ve ark, 2003).

Yeşil Devrim 2.0; Modern tarımsal biyoteknolojinin devreye girdiği dönemdir. Buğday ıslahında DNA markörlerinin kullanımı Yeni Yeşil Devrim olarak adlandırılmaktadır. DNA teknolojisinin ilerlemesi ve istenen genlere ait DNA markörlerinin bulunuşu, buğday ıslahçılarına yeni stratejiler sağlama açısından imkân vermiştir. Son dönemlerde yapılan gen çalışmaları sonucunda

geliştirilen DNA markörleri hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık açısından önem taşımaktadır (Çetiner, S., 2013).

2.4.2 Buğdayda cücelik (*Rht*) genleri

Dünyada en yaygın olarak kullanılmakta olan cücelik genleri bir Japon yerel çeşidi olan Shiro Daruma'dan ıslah edilmiş olan Norin-10 çeşidinde fark edilen genlerdir (Kihara, 1983). Borloug'un Meksika'da başlattığı buğday ıslah çalışmaları sonucunda geliştirilen yeni çeşitlerin bazı engellere rağmen kısa sürede Türkiye dâhil birçok ülkeye yayılması ile verim ve dolayısıyla üretim 2-3 kat artmıştır. Milyarlarca insan açlıktan kurtulmuş ve bu başarısı nedeniyle Borloug'a 1970 yılında Nobel Barış Ödülü verilmiştir (Anonim, 2014).

Cüce buğdaylarda 21 adet *Rht* geninin varlığından söz edilmektedir (McIntosh et al., 2003). *Rht* genlerinin fonksiyonları tam olarak keşfedilmemiş olmakla birlikte, bazılarının gibberellin ile ilişkisi olduğu bilinmektedir (Gale and Gregory, 1977).

Cücelik genlerinin varlığı koleoptillerde görülen kısalığın önemli miktarda sorumlusudur ve bu durum derin ekimlerde düşük çıkış oranlarıyla karşılaşılmasının nedeni olarak bilinmektedir (Feather et al., 1968).

Rht genleri gibberellik asite duyarlı ve duyarsız genler olarak sınıflandırılmaktadır. *Rht-1* ve *Rht-2* olarak adlandırılan *Rht-B1b* ve *Rht-D1b* genleri gibberellik asite duyarsız cücelik genleridir. Bu genler bazı varyetelerde bir arada kullanılabilir (Hoogendoorn et al., 1988). Gibberellik aside duyarsız *Rht-B1b* ve *Rht-D1b* genleri sırasıyla 4BS ve 4DS homolog kromozomları üzerinde yer alan genlerdir. Bu genlerin verim üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır (Gale and Youssefian, 1985). 4BS ve 4DS homologlarında bulunan bu bitki boyunu kısaltıcı genler, gibberellin sinyal iletimini sağlayan proteinlerin kodlandığı bölgede bulunurlar (Peng et al., 1999). *Rht-1* ve *Rht-2* geni bitki boyu üzerinde benzer etkilere sahip olmakla birlikte *Rht-2* geninin *Rht-1* genine göre bitki boyu üzerinde daha kuvvetli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Börner et al., 1993).

Rht-1, *Rht-2*, *Rht-3* ve *Rht-10* genleri gibberellik asite karşı duyarsız genler, *Rht-4*, *Rht-5*, *Rht-8*, *Rht-9* ve *Rht-13* genleri ise gibberellik asite duyarlı genler sınıfına girmektedir (Youssefian, Kirby and Gale, 1992; Rebetzke and Richards, 2000).

Çizelge 2.1. Buğdayda kimyasal veya fiziksel mutajenlerin neden olduğu yarı cüce kaynakları (Maluszynski et al., 2001)

Gene	Source	Parent Variety	Mutagen	Breeding value
Rht 4	Burt	M937	Gamma rays	
Rht 5	Marfed M1	Marfed	EMS	
Rht 7	Bersee Mut	Bersee	EMS	
Rht 11	Krasnodarski karlık	Bezostaja	MNH	***
Rht 12	Karcag 522M7K	Karcag 522	Gamma rays	
Rht 13	Magnif 41M1	Magnif 41	MNH	
Rht 14	Cp B144	Cappelli	thN	***
Rht 15	Durox	K6800707	EMS	*
Rht 16	Edmore M1	Edmore	EMS	*
Rht 17	Chris M1	Chris	DES	
Rht 18	Icaro	Anhinga	fN	*
Rht 19	Vic M1	Vic	EMS	*
Rht 20	Burt M860	Burt	Gamma rays	*

Giberellik aside duyarlılığı olmayan cücelik geni taşıyan cüce buğdaylar uzun boylu genotiplere kıyasla daha küçük hücre boyutuna sahiptir (Keyes et al., 1989).

WMS261 teşhis mikrosatellit işaretleyicisini kullanan moleküler kanıtlar, ana cücelik genleri *Rht-B1b*, *Rht-D1b* ve *Rht-8*'in yirminci yüzyılın başlarında Japon germplazmasında bulunduğunu göstermiştir. *Rht-8* geni için WMS261 markörü belirlenmiştir. Akakumugi (*Rht-8* geni için birçok Avrupa çeşidinin kaynağı) çeşidinde WMS261 markörünün bant boyutu 192 bç; Saitoma 27 çeşidinde 165 bç ve Norin 10 çeşidinde ise 174 bç olarak elde edilmiştir (Worland et al., 1998b).

Giberellik aside duyarlı genler grubuna giren *Rht-8* ve *Rht-9* genleri İtalyan buğday ıslahçısı Nazareno Strampelli tarafından, Japon yerel buğday çeşidi Akagomugi'den transfer edilerek Güney Avrupa çeşitlerine aktarılmıştır (Lorenzetti, 2000).

Giberellik aside duyarsız olan genlerin bitki büyümesi üzerinde pleiotropik etkileri vardır, bu sebeple bitki boyu ve fide yaprak alanı üzerinde azalma eğilimi göstermektedirler (Allan et al., 1962; Whan 1976; Rebetzke et al., 2001).

20. yy. başlarında, İtalyan politikacılar ülkenin buğday üretiminde kendi kendine yetebilmesi için buğday verimini arttıracak araştırmaları desteklemeye devam ettiler. Proje tarihte “Buğday Savaşı” (Mussolini zamanında yaşanan en önemli olay) olarak bilinir.

İtalyan buğday yetiştiriciliğinin öncüsü Nazareno Strampelli, 1913 yılında Wilhelmina Tare x Rate melezi ile Japon buğday çeşidi Akakumugi'yi (*Rht-8* ve *PpD1* genleri için kaynak çeşit) erken olgunlaşmanın yanı sıra saman miktarını azaltmak ve barınmaya karşı direnç sağlamak için geliştirmiştir. Bu melezden önceden geliştirilen Villa Gloria, Ardito, Mentana ve Damiano'nun yeni çeşitleri elde edilmiştir (Kaynak, 1918)

Geliştirilen bu çeşitler İtalya, Güney Amerika ve özellikle Arjantin'de kısa vejetasyon süresi, erken olgunluk ve yüksek verim potansiyeline sahip olmaları ile çok iyi bilinirler (Lorenzetti, 2000).

Daha sonra 1925 yıllarında Strampelli Villa Gloria'yı Balilla çeşidi ile (Duro di Duglia x Akakomugi çaprazından) melezlemiştir. Bu karmaşık melezleme ile Strampelli 1931'de San Pastore çeşidini oluşturmuştur (Strampelli 1932). San Pastore çeşidi, İtalya ve diğer birçok ülkede 35 yıldan fazla süredir olağanüstü bir başarı ile yetiştirilmiştir (Borojevic 2000, 2003; Boggini et al., 2003).

II. Dünya savaşından sonra San Pastore ve 30 diğer İtalyan buğday çeşidi Yugoslav hükümeti tarafından ithal edilmiştir. 1950'li yıllarda İtalya'nın kendi kendine yetebilmesi için İtalyan buğday çeşitleri bitki yetiştiricileri tarafından

büyük ölçekte kışlık buğday çeşitleri ile melezlenerek kullanılmıştır (Borojevic and Potoconac 1966; Borojevic, 1990b).

Rht genleri sayesinde (çoğunlukta *Rht-8*) ve *PpD-D1* genleri yarı cüce ve gün ışığına hassasiyeti olmayan yüksek verimli kışlık buğday çeşitleri geniş ölçekte yetiştirilmiş ve toplam buğday üretiminde artış sağlanmıştır. Eski Yugoslavya'da 10 t/ha'ı aşan verim elde edilmiştir. Voyvodina eyaletinde Ponnon Ovası'nın tahıl ambarı ortalama buğday verimi 1.36 t/ha'dan 5.21 t/ha'a yükseltilmiştir (Borojevic, 1990b).

Benzer sonuçlar Macaristan, Bulgaristan, Romanya, Çekoslovakya ve diğer komşu ülkelerde de elde edilmiştir. Bölgedeki bazı ülkeler buğday ithalatçı konumundan ihracatçı konumuna gelmişlerdir (Borojevic, 2000).

1959'da Eski Sovyetler Birliğinde yarı cüce kışlık buğday çeşidi Bezostaja 1, Krasnadorda Lukyanenko tarafından oluşturulmuştur (Lukyanenko, 1973; Rabinovich, 1972).

2.4.3 *Rht-4* geni

Rht-4 geni giberellik asite duyarlı bir gendir. Bu gene ait SSR markörü Xwmc317 dir. Ekmeklik buğdayda cüce genlerle yapılan temel agronomik özelliklerin incelendiği çalışmalarda, bitki boyu, tane verimi, üst boğum uzunluğu, ilk yaprak uzunluğu ve hasat indeksi üzerinde etkilerinin bulunduğu bilinmektedir.

2.5 Moleküler Markörler

Genomda herhangi bir gen bölgesi ya da gen bölgesi ile ilişkili DNA parçalarına moleküler markör denilmektedir. Polimeraz zincir reaksiyonuna bağlı olmayan markörler (RFLP) ve bağlı olan markörler (RAPD, AFLP, SSR vb.) olarak gruplandırılmaktadır (Staub et al., 1996; Ridout ve Donini.,1999)

RFLP, RAPD, AFLP, STS, SSR, CAPS, SSCP, ALP, ISSR, EST ve SNP gibi farklı moleküler markör teknikleri geliştirilmiştir. (Khlestkina ve Salina 2006; Korzun ve Ebmeyer 2003; Rafalski, 2002; Röder et al., 2004).

Genotip tanımlama, çeşit tescili, ıslah hatlarının tanımlanması ve tescil testleri, hibrit çeşit saflık testleri, genetik çeşitliliğin belirlenmesi, gen kaynaklarının genetik kökeninin belirlenmesi, tarımsal performans ve adaptasyon yeteneğinin tahmini vb. alanlarda moleküler markörlerden faydalanılmaktadır. Günümüze melezleme yönteminde moleküler markörlerden faydalanılmaktadır. Markör destekli seleksiyon moleküler markörlerin geliştirilmesinden dolayı daha uygun hale gelmiştir. Özellikle tahıllarda verim, kalite, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, pestisit ve herbisitlere dayanıklılık gibi konularda yapılan çalışmalar giderek artmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Eserkaya, 2010).

2.5.1 SSR (Simple Sequence Repeats-Mikrosatelit) markörleri

Canlı genomunda çok sıklıkla tekrarlanan DNA dizileri yani mikrosatelitler bulunmaktadır. 6 bp'den küçük olan mikrosatelitler birbiri ardına dizilmiş tekrarlardır ve kromozomlar boyunca yüzlerce lokusa dağılmış durumdadırlar. Mikrosatelitler, dinükleotidler $(AC)_n$, $(AG)_n$, $(AT)_n$; trinükleotidler $(TCT)_n$, $(TTG)_n$; tetranükleotidler $(TATG)_n$ şeklinde olabilirler ve buradaki n mikrosatelit lokusunda gerçekleşen tekrarların sayısını ifade etmektedir (Jones et al., 2007; Aykut, 2007).

SSR tekniği, aynı tür içindeki fertlerin arasında mikrosatelitlerin bulunup bulunmama durumuna dayalı olarak geliştirilmiştir. Tekrarlanan bölgelere özgü olan spesifik primerler geliştirilerek, bu primerler ile PCR işlemleri yapılmaktadır. PCR ürünleri, elektroforez işleminden sonra ethidium bromide veya gümüş nitrat ile boyandıktan sonra polimorfizm durumuna bakılmaktadır. SSR tekniğinin tekrarlanabilir olması ve kodominant yapı göstermesi en önemli avantajı olarak yer alırken, genom bilgisine ve dizilim analizine ihtiyaç duyulması dezavantajını oluşturmaktadır (Rangwen ve ark.,1995; Ridout ve Donini., 1999). Buğdayda birçok özelliğin belirlenmesi, haritalanması ve aktarılmasında SSR markörleri başarı ile kullanılmaktadır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Buğdayda Çeşitli Karakterlerde Kullanılan SSR Markörleri (Eserkaya, 2010)

	KARAKTER/GEN	KULLANILAN MARKÖR	KAYNAK
BUĞDAY	Yaprak pasına dayanıklılık	SSR	Kolmer (1996)
	Bor elementine dayanıklılık/ Bo-1 geni	SSR	Jefferies ve ark. (2000)
	Rusya buğday afidine dayanıklılık / Dn2 geni	SSR	Miller ve ark. (2001)
	Sarı pasa dayanıklılık (<i>Puccinia graminis f.sp. tritici</i>) / YrMoro geni	SSR	Smith ve ark. (2002)
	Yaprak pasına dayanıklılık (<i>Puccinia recondita f.sp. tritici</i>) / Lr34 geni	SSR	Suenaga ve ark. (2003)
	Küllemeye dayanıklılık (<i>Blumeria graminis f.sp. tritici</i>) / Pm5e geni	SSR	Huang ve ark. (2003)
	Sarı pasa dayanıklılık	SSR	Yıldırım ve ark. (2004)

2.6 Buğdayda Rht Genleri ile Yapılmış Önceki Çalışmalar

Kısa boylu buğday çeşitleri Kore menşeli olup 3. ve 4. yy'da buğday karışımlarında yetiştirilmişlerdir (Cho et al., 1993). 16.yy'da Kore ve Japon Savaşı sırasında kısa boylu çeşitlerin Kore'den Japonya'ya getirildiği bilinmektedir. Japonya'da kısa boylu saman için kullanılan çeşitler 19. ve 20. yy'da üreticiler tarafından kullanılmıştır (Nonaka, 1995).

Trethowan et al. (2001), Meksika'da yaptıkları bir çalışmada *Rht-1* veya *Rht-2* cücelik genleri bakımından yakın izogenik 10 ekmeklik buğday hattını (*T. aestivum* L.) ve altı durum buğdayı çeşidini (*T. turgidum* L.) bitki boyu, tane ağırlığı, koleoptil uzunluğu ve tane verimi özellikleri bakımından incelemiştir. Koleoptil uzunlukları üç farklı sıcaklıkta ölçümlenmiş ve bitki boyu, tane ağırlığı, tane verimi altı farklı çevrede incelenmiştir. Durum buğdayları, yüksek sıcaklık altında ekmeklik buğday çeşitlerine oranla daha yüksek koleoptil uzunluğuna sahip bulunmuşlardır. *Rht* geni bulunmayan çeşitlerde bitki boyu ve koleoptil uzunluğu bağımsız karakterler iken, *Rht* geni içeren çeşitlerde bitki boyu ile birlikte koleoptil uzunluğunun da kısaldığı gözlemlenmiştir. *Rht* geni içeren çeşitlere kıyasla *Rht* geni içermeyen çeşitlerde tohum ağırlığı ile koleoptil

uzunluğu arasında yüksek bir korelasyon görölmüştür ($r^2 = 0.53$, $p < 0.01$). Tane verimi ve bitki boyu özellikleri açısından altı farklı çevrenin beşinde yarı cüce *Rht geni* içeren çeşitler arasında pozitif korelasyon gözlenirken, *Rht* geni içermeyen çeşitler arasında benzer bir korelasyon gözlemlenmiştir. Her bir izogenik hatta standart ekim derinliği 3 cm’de tane verimi ve koleoptil uzunluğu arasında önemli derecede bir korelasyon görölmemiştir.

Yang ve Liu (2006), Çin orijinli 421 buğday çeşidinde Ellis ve ark.’nın (2002) geliştirmiş oldukları DNA markörlerini kullanarak yapmış oldukları çalışmada, araştırmada kullandıkları buğday çeşit ve genotiplerinin %43.5’nin *Rht-D1* geninin *Rht-D1b* allelini taşıdığını bildirmişlerdir.

Sally et al., (2007), yılında yapmış oldukları bir çalışmada, *Rht8* geni ile ilişkili Xgvm 261 lokusunun 165bç’lik allelinin *Rht-B1a* geni ile birlikte bulunduğu buğday çeşitlerinde bu allellerin birlikte bitki boyunu kısalttığını, koleoptil boyunu uzattığını ve hektolitreye ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir.

Rosyara et al. (2008), tarafından yapılan bir çalışma 2006-2007 yılları arasında IASS (Institute of Agriculture and Animal Science) tarafından Nepal’da Güney Asya’nın buğday ıslah programlarında halen kullanılan 40 genotip kullanılarak yürütölmüştür. Sera ve tarla denemelerinde fide ile ilgili özellikler değerlendirilmiştir. Koleoptil uzunluğu, fide çıkış gücü ve giberellik asite olan duyarlılıkta geniş varyasyon gözlenmiştir. Çalışılan genotipler arasında koleoptil uzunluğu, yaprak genişliği ve bitki boyu arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Genotiplerden SW89-5193, SW89-5422/NL251 ve SW89-542 genotipleri daha uzun koleoptil ile yüksek fide çıkış gücü ve giberellik asite duyarlılık göstermiştir. Bu genlerin yetiştirme programlarında yer alacak uygulamalarda kullanılabilir olduğu düşünülmektedir.

Gulnaz et al. (2011), Pakistan çeşitleri ve CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center) germplazmalarını içeren 300 genotipten oluşan bir materyalde, koleoptil uzunluğunun kalıtımı ve genetik ilerleme parametreleri ile bitki boyu ve kardeşlenme kapasitesi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Koleoptil uzunluğu ve bitki boyu arasındaki genetik varyasyon oldukça önemli düzeyde

olmasına rağmen ($p < 0.01$) koleoptil uzunluğunun bitki boyundaki değişime bağlı olmadığı görülmüştür ($r = 0.034^{NS}$). Koleoptil uzunluğu ve bitki boyu özellikleri için kalıtım derecesi ve genetik ilerleme yüksek oranlarda bulunmuştur (sırasıyla %80 ve %86, 4.26 ve 11.28).

Liatukas ve Rusgas (2011a), Avrupa kökenli 124 kışlık buğday çeşidini koleoptil uzunluğu ve bitki boyu özellikleri açısından incelemiştir. İncelenen genotiplerin büyük çoğunluğunda (%74.2) 5.00-7.00 cm arasında değişen koleoptil uzunlukları saptanmıştır. *Rht* genlerine sahip olmayan Ebi, Pegassos, Flair Alman çeşitleri sırasıyla 9.08, 9.43, 9.56 cm'lik koleoptil uzunluğuna ve 97.95 ve 98 cm bitki boyuna sahip olmuşlardır. *Rht-8* geni taşıyan Sırp çeşidi Pobeda'da, 9.14 cm koleptil uzunluğu ve 71 cm bitki boyu tespit edilmiştir. *Rht-1* ve *Rht-2* genlerine sahip olan çeşitlerin koleoptil uzunluğu (ortalama 5.45 cm) ve bitki boyu (ortalama 84.5 cm) ortalamaları, *Rht* geni taşımayan çeşitlerin önemli derecede altında kalmıştır. Orta ve Güney Avrupa varyeteleri hesaplamanın dışında tutulduğunda, bitki boyu ve koleoptil uzunluğu arasındaki korelasyon orta dereceli çıkmaktadır ($r = 0.613$, $p < 0.01$). Araştırma sonucunda, Avrupa kışlık buğday germplazmında farklı cücelik etkenlerinin benzer bitki boyuna fakat farklı koleoptil uzunluklarına yol açtığı görülmüştür.

Uzun koleoptile sahip çeşitlerin geliştirilmesi, kışlık buğdayın çevresel koşullara olan adaptasyon gücünü artırabilir. Liatukas and Rusgas (2011b), 2004-2009 yılları arasında bitki boyunu ve koleoptil uzunluğu incelemek amacıyla 564 adet kışlık buğday germplazmından geliştirilmiş çeşitleri ve hatları denemeye almışlardır. Koleoptil uzunluğunun ölçülmesinde filtre kâğıdı metodu kullanılmıştır. Genotiplerin koleoptil uzunlukları arasında önemli farklar görülmüştür. Ölçümlenen koleoptil uzunluklarına bakıldığında %50.8'inde koleoptil uzunluğu dağılımı 3.00 ile 6.00 cm arasında değişmiştir. Bitki boyu ve koleoptil uzunluğu arasındaki ilişki incelendiğinde 2005 ve 2006 yıllarında zayıf ($r = 0.485^*$ ve 0.468^*) ancak 2004, 2007 ve 2009 yıllarında orta dereceli ($r = 0.578^*$ ve -0.625^*) olarak görülmüştür. İncelenen bitki sayısı, kabul edilebilir bitki boyu olan 85-100 cm aralığındaki boya sahip bitkilerin seleksiyonu ile azaltılmıştır. Bu gruba giren bitki yüzdesi 2006 yılında %23.4 iken 2009 yılında %67.9'a yükselmiştir. İncelenen 564 kışlık buğday çeşidinden %6.4'ü koleoptil uzunluğu

bakımından 8 cm'den uzun ancak 10 cm'den kısa olmuştur. Uzun koleoptile sahip bitki grubunun boyları 94 ile 118 arasında değişmiştir. Sadece 13 buğday çeşidi kabul edilebilir bitki boyu değerlerine sahip çıkmıştır. Flair ve Pegassos çeşitleri özellikle ümit var hatlar olarak tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında Avrupa kışlık buğday çeşitleri kullanarak kabul edilebilir bitki boyu ile kombine edilmiş uzun koleoptile sahip yeni kışlık buğday hatlarının geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Roi et al. (2014), yaptıkları bir çalışmada alternatif cücelik genlerinin modern makarnalık türlerine dahil edilmesi ile birlikte değişen çevresel koşullar altında bitki çıkışı ve fide gelişimini teşvik edebileceği hipotezini ortaya koymuşlardır. İsrail ve Akdeniz bölgesine ait makarnalık buğday genotiplerinin çimlenme testleri, Yeşil devrim çeşitlerinin toprak derinliğinden yüzeye çıkmasında önemli ölçüde avantaj sağladığını göstermiştir. İsrail makarnalık çeşitleri 10 cm derinlikte zayıf çimlenme gösterirken, çeşitli makarnalık üretim alanlarında gelişme oranı daha iyi sonuç göstermektedir. Çalışma sonuçları değişen çevresel koşullar altında buğday fidesinin canlılığını sürdürmesini iyileştirmek ve verimi arttırmak için alternatif cücelik genlerinin kullanılabilir bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Liu ve ark. (2017), yaptıkları bir çalışmada buğday ıslahında *Rht-4* geninin potansiyel kullanımını keşfetmek için IDO444 genotipi ile (uzun boylu ve bilinen cücelik allellerini taşımayan) ile Rio Bianco çeşidi (yarı-cüce, *Rht-4* + *Rht-B1b* cücelik allellerini taşıyan) arasındaki melezlemeden elde edilmiş dört grup rekombinant hattı kullanarak bitki boyu ve verim bileşenleri üzerindeki *Rht-4* ve *Rht-B1b* genlerinin etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. En yüksek tane sayısı, daha fazla başak sayısı ve en iyi hasat indeksi değerleri *Rht-4* + *Rht-B1b* hatlarında gözlenmiştir. Sulu koşullarda en yüksek tane verimine ulaşılmıştır. *Rht-4* hatlarında bin tane ağırlığı önemli miktarda azalmış ve bu durum hasat indeksinde de gözlenmiş olup tane verimi ise az miktarda artış göstermiştir. Bununla birlikte sadece *Rht-B1b* allelini taşıyan hatlarda tane sayısının önemli ölçüde yüksek olması, yüksek tane verimi ile ilgili olarak hasat indeksini arttırmıştır. *Rht-4* alleli, *Rht-B1b*'den çok daha fazla bir avantaj sağlayamazken; *Rht-B1b*, *Rht-4*'ün başak sayısı ve hasat indeksi üzerindeki hafif etkisini kısmen

telafi etmiştir. *Rht-4* ve *Rht-B1b* kombinasyonu sulanan ve sulanmayan koşullarda her iki allelin de buğday verimini iyileştirmek için az da olsa faydalı olabileceği sonucuna varmışlardır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri ve Yılı

Tez projesine ait deneme Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında kurulmuştur. Araştırma alanı İzmir'in Bornova ilçesi; deniz seviyesinden 10 m yüksekte, 38° kuzey enlemi başlangıcı ile 27°-28° doğu boylamları arasındadır. Materyal olarak kullanılan F₄ populasyonu, ebeveynleri ve kontrol çeşitlerin ekimi 2014-15 buğday yetiştirme mevsiminde 28 Kasım 2014 tarihinde yapılmıştır.

3.2 İklim Verileri

Deneme zamanını gösteren 2014-15 yılı buğday yetiştirme sezonuna ait sıcaklık ve yağış verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir. 2014'ün son aylarında ortalama sıcaklık 12°C civarlarında iken 2015'e girildiğinde sıcaklığın düştüğü bunun da tohumun soğuklanma istediğini karşılamak için yeterli olduğu bilinmektedir. Yağışlar Aralık ayında en yüksek değeri göstermiş olup, Ocak ayında ise Kasım-Aralık ayları ortalamasına yakın miktarda yağış düşmüştür.

Çizelge 3.1. 2014-2015 buğday yetiştirme mevsiminde araştırma yeri iklim verileri

	Hava Sıcaklığı (°C)	Toplam Yağış (mm)
2014		
Kasım	13.2	15.2
Aralık	11.1	206.8
2015		
Ocak	8.9	125.1
Şubat	9.5	101.9
Mart	11.7	75.6
Nisan	15.9	46.4
Mayıs	20.8	30.9
Haziran	25.6	9.8
Temmuz	28.0	1.8
Ağustos	27.7	2.6
Eylül	23.7	15
Ekim	18.8	45.3
Kasım	14.0	94.8
Aralık	10.6	141.1
Ort.-Top.	17.9	57.5

3.3 Tohumluk Materyali

Araştırmada materyal olarak Amerika’da melezlemesi yapılan ve F₄ kademesine getirilmiş olan ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatları kullanılmıştır. F₄ populasyonun anne ebeveynini oluşturan BSJ14 genotipi *Rht-4* cücelik genini taşımaktadır. Baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar genotipi ise bilinen herhangi cücelik genini bulundurmamaktadır (Lanning ve ark. 2000). Her iki ebeveyn de ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotipidir. Söz konusu ebeveynler arasındaki melezlemeler ve F₁, F₂, F₃ generasyonları Colorado State Üniversitesinde, Toprak ve Bitki Bilimleri Bölümü’nde oluşturulmuştur. Bu melezlemenin F₃ generasyonu tohumları 2012 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’ne getirilmiştir. Söz konusu populasyon, ebeveynleri ve kontrol amacıyla Ege Bölgesinde ekilmekte olan 4 adet ekmeklik buğday çeşidi (Cumhuriyet-75, Ziyabey, Basribey-95, Sagitario) araştırma için kullanılmıştır.

3.4 Metot

Ekimler Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünün deneme alanına Augmented deneme desenine uygun olarak sıra arası mesafesi 20 cm, sıra üzeri mesafesi 5 cm olacak şekilde 5 blok olarak yapılmıştır. Ekim planı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. F₄ Populasyonu Ekim Planı

1.BLOK	2.BLOK	3.BLOK	4.BLOK	5.BLOK
38	54	63	50	69
47	82	60	Basribey1	37
93	64	55	Basribey	90
Ziyabey	Sagittario	Cumhuriyet	77	79
21	52	45	Cumhuriyet	4
75	19	72	13	15
35	84	71	Ziyabey	Sagittario
Basribey	43	53	29	8
83	Basribey	85	51	61
66	25	Ziyabey	26	49
Sag	88	78	33	65
86	Ziyabey	Basribey	48	73
42	Ziyabey	81	23	14
28	76	56	Sagittario	Ziyabey
Cumhuriyet	92	68	36	34
74	46	Ziyabey	59	22
80	Cumhuriyet	24	11	41
62	5	40	16	91
1	20	39	17	Cumhuriyet
Sagittario	57	Sagittario	67	Basribey
	94			

3.5 Moleküler Analizler

DNA analizleri ile ilgili çalışmalar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Moleküler Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.5.1 DNA izolasyonu

Genç bitkilerden alınan taze yaprak örnekleri 2 ml' lik ependorf tüpleri içerisine konarak sıvı azot ile dondurulmuştur.

Dondurulmuş yaprak örnekleri, sterilize edilmiş havanlar içerisinde konarak sıvı azot ile toz haline gelinceye kadar öğütülmüştür. Toz haline gelen örnekler eppendorf tüpleri içine tekrar konarak -20°C 'de saklanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Öğütülmüş ve dondurulmuş yaprak örnekleri.

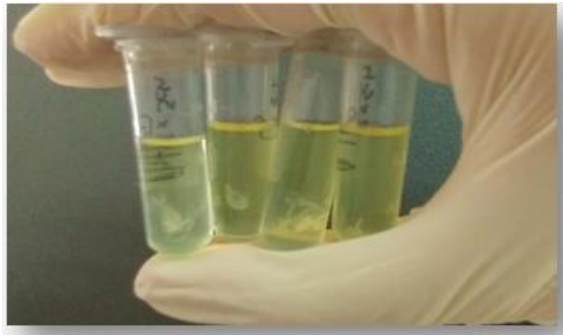
DNA'ların izolasyonu için Doyle and Doyle (1987)'nin mini DNA ekstraksiyon metodunun modifiye edilmiş hali kullanılmıştır. Derin dondurucudan çıkartılan her bir örneğin içerisine $700\mu\text{l}$ $+65^{\circ}\text{C}$ 'de bekletilen tampon çözeltiden (CTAB) koyulmuştur. Daha sonra tüpler $+65^{\circ}\text{C}$ 'de 5-10 dakikada bir olmak üzere çalkalanarak toplamda 30 dakika süresince inkübasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Çizelge 3.3. DNA Ekstraksiyon Tamponu [Doyle and Doyle (1987) (CTAB)]

Bileşen	Konsantrasyon
Tris HCL, pH:8,0	100 mM
EDTA, pH:8,0	20 mM
NaCl	1.4 M
CTAB	% 2
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$	% 1
β -mercaptoethanol	% 0.2

İnkübasyon aşaması sonrası su banyosundan çıkartılan tüplere $700\mu\text{l}$ soğuk 24:1 oranında kloroform/isoamil alkol eklenmiştir. 5 dakika süresince hafif olarak çalkalanmıştır. Tüplerin santrifüj işlemi $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 10000 rpm'de toplamda 10

dakika boyunca yapılmıştır. Tüplerde 2 faz meydana gelmiştir. Bu fazlardan alt ve üst kısımdakilerin birbirlerine karışması engellenerek üst faz eppendorf tüpüne dikkatlice aktarılmıştır. Ardından üstlerine 600 µl tekrar kloroform/isoamil alkol eklenerek 5 dakika çalkalanmıştır. 2.kez aynı santrifüj işlemine tabi tutulan tüpler üzerinde oluşan 2 fazdan üstteki faz dikkatli bir şekilde yeni bir eppendorf tüpüne aktarılmıştır. 50 µl NH₄OAc (10 M) ve 60 µl NaOAc (3 M, pH: 5.5) tüplere ilave edildikten sonra yavaş bir çalkama işlemi yapılmıştır. Bu işlem sonrasında -20 °C’de saklanan 2-Propanol’den 500 µl tüplere ilave edilmiştir. 5 dakika yavaşça çalkaladıktan sonra pelet halinde DNA gözlenmiştir (Şekil 3.2). 4000 rpm’de 4 dakika boyunca tekrar santrifüj işlemi yapılan tüplerde sıvı olan kısım uzaklaştırılmıştır. Oluşan DNA’ların üzerine 200 µl yıkama solüsyonu (% 70’lik EtOH/10 mM NH₄OAc) koyularak tüpler +4 °C’de en az 10 dakika bekletilmiştir. 2.kez 4000 rpm’de 4 dakika santrifüj işlemi yapılan tüplerden sıvı olan kısım bir pipet yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Tüplerin kapakları açıldıktan sonra 37 °C’ye sabitlenmiş termomikserde 5-10 dakika bekletilerek ve alkolün buharlaşması gerçekleşmiştir. Alkolün uçma işlemi gerçekleştikten sonra DNA’ların üzerine 150 µl TE (10 mM Tris pH: 8.0, 1 mM EDTA pH: 8.0) buffer çözeltisi eklenmiş ve tüpler yeniden 37 °C ve 350 rpm’deki termomikserde bu kez 1.5 saat süresince çalkalanmıştır. DNA’lar tamamen çözündüğünde -20 °C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2. Elde edilmiş DNA’lardan bir görünüm.

3.5.2 DNA’ların ölçümü ve seyreltilmesi

PCR reaksiyonlarında her örnekten eşit miktarlarda DNA kullanılması gereklidir. Bu sebeple bitkilere ait izole edilen DNA miktarlarının tayini yapılmıştır.

İzole edilmiş olan çift iplikli DNA'da agaroz jelde (Şekil 3.3), kalite kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. Miktar tayini ise Biophotometer (Eppendorf) adı verilen cihazda 260 nm dalga boyu absorpsiyon değerinden faydalanılarak yapılmış ve OD sonuçlarında saptanan DNA miktarına göre PCR analizi için μl 'de 25 ng olacak şekilde ddH₂O ile seyreltilmiştir (Şekil 3.4). PCR işlemine hazır hale gelen örnekler -20 °C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3. DNA kalitesinin agaroz jelde kontrol edilmesi.



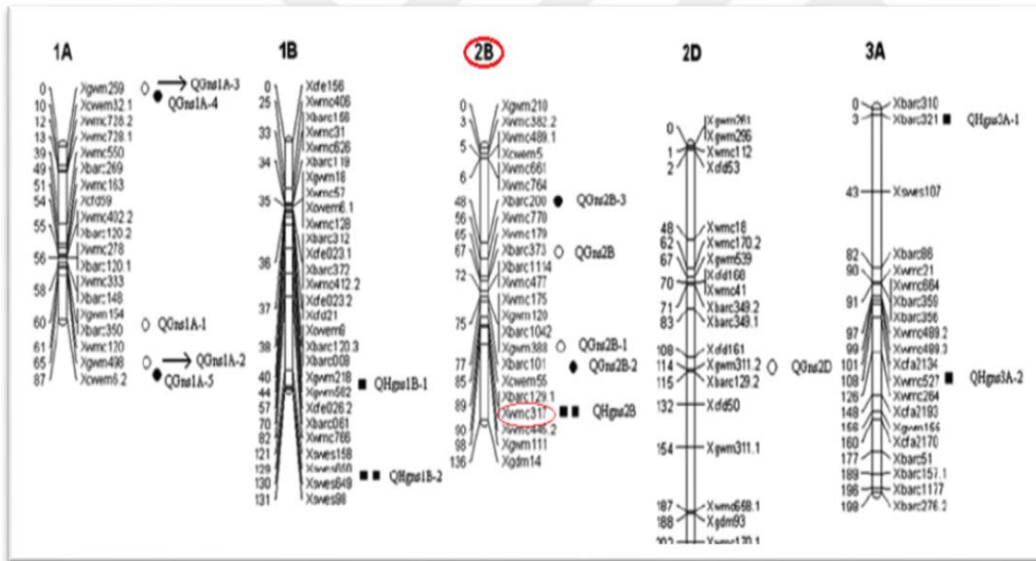
Şekil 3.4. DNA ölçümü ve seyreltilmesi.

3.5.3 Polimeraz zincir reaksiyonu

Çalışmada kullanılan F_4 populasyonuna ait hatlarda ve bunların ebeveynlerinde *Rht-4* genine ait SSR markörü olan Xwmc317 markörü kullanılmıştır. Xwmc317 markörünün baz dizilişi ve diğer bazı bilgileri Çizelge 3.4’de verilmiştir. Diğer taraftan Xwmc317 markörünün kromozom lokasyonu (Liu et al, 2012) Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Xwmc317 markörünün baz dizilişi

Markör	Markör baz dizilişi	Kromozomdaki yeri	Yapışma sıcaklığı
Xwmc317 F	TGCTAGCAATGCTCCGGGTAAC	2B	61°C
Xwmc317 R	TCACGAAACCTTTTCCTCCTCC	2B	61°C



Şekil 3.5. Xwmc317 markörünün kromozom lokasyonu.

Çalışmanın SSR markör analizlerinde PCR koşulları Çakır et al. (2009a & 2009b)’a göre optimize edilmiştir. Toplam 10 µl reaksiyon hacminde; 2 µl DNA (25 ng/ µl), 1µl 1 X PCR buffer (Sigma), 0.5 µl dNTP (10 mM) (Sigma), 0.8 µl $MgCl_2$ (25 mM) (Sigma), 0.5 µl F-Primer (10 µM), 0.5 µl R-primer (10 µM) ve 0.1 µl Taq Polimeraz (Sigma) enzimi yer almıştır.

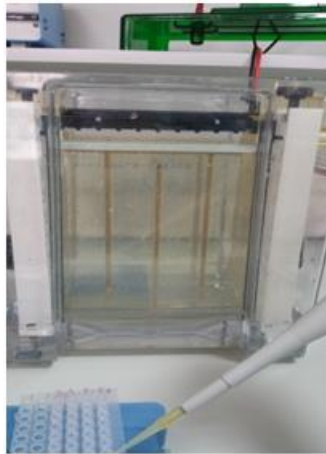
PCR amplifikasyonu thermocycler (Eppendorf Mastercycler Gradient) cihazında gerçekleştirilmiştir. Başlangıç denatürasyonundan (95°C’ de 3 dak.) sonra 94°C’ de 40 saniye, 60°C’de 30 saniye, 72°C’de 45 saniye olacak şekilde 35 döngüden ve son sentez devresinden (72°C’de 10 dak.) oluşmuştur. Program bittikten sonra PCR ürünleri brom fenol blue ile boyanmış olarak yüklemeye hazır hale gelmiştir.

3.5.4 Poliakrilamid Jel Elektroforezi

Çalışmamızda %8’ lik poliakrilamid jel kullanılmıştır (Çizelge 3.5). Elde edilen PCR ürünleri bileşimi aşağıda verilen %8’lik akrilamid jelde Protean II xi cell (Bio-rad) dikey elektroforez sisteminde sabit 90 V’da yaklaşık 16 saat yürütülmüştür (Şekil 3.6). Standart markör olarak 50-1350 bç DNA ladder kullanılmıştır.

Çizelge 3.5. %8’ lik poliakrilamid jel bileşenleri

Bileşen	Miktar
%40’lık Akrilamid	44ml
10XTBE	22ml
Su	154ml
%10’luk APS	1,5ml
TEMED	180µl



Şekil 3.6. Protean II xi cell (Bio-rad) dikey elektroforez sisteminde jel elektroforezi.

3.5.5 Jellerin görüntülenmesi

Elektroforez işleminden sonra DNA'ların görünür hale getirilip değerlendirme yapmak için ethidium bromide ile boyanmıştır. 10 mg/ml'lik stok ethidium bromide çözeltisinden kullanılmıştır. Jeller 20 dakika 2 µg/ml ethidium bromide içeren saf suda çalkalanarak boyanmış ve daha sonra fazla boyayı uzaklaştırmak için kısa bir süre saf su ile yıkanmıştır.

Bantların değerlendirilebilmesi için jeller ethidium bromide ile boyama işleminden sonra UV transilluminator (Bio-Vision 1000) yardımıyla UV ışık altında fotoğrafları çekilmiştir.

3.6 Agronomik Özellikler ve Koleoptille İlgili Gözlem ve Ölçümler

- **Bitki Boyu (cm)**

Hasat olgunluğuna gelmiş bitkilerde her hattan 10 bitki olmak koşuluyla bitki boyu toprak yüzeyinden bitki başağının ucuna kadar (kılçıklar hariç) ölçülmesi ile elde edilmiştir.

- **Üst Boğum Uzunluğu (cm)**

Bitki boyu ölçümlenen 10 adet bitkinin, ana sapındaki en üst boğum ile, başağın ilk başakçık boğumu arasındaki uzunluk ölçülmüştür.

- **Başak Uzunluğu (cm)**

Hasat esnasında bitki boyu uzunluğu ölçümlenen bitkilerde başak uzunluğu (kılçıklar hariç) özelliği ölçümlenmiştir. Bu ölçümlerle beraber söz konusu başaklar hasat edilmiş ve diğer gözlemlerin yapılabilmesi için ayrı ayrı etiketlenmiş ve muhafaza edilmişlerdir.

- **Başakta Başakçık Sayısı (Adet)**

10 adet başaktaki başakçıklar sayılarak, bir başaktaki başakçık sayısı ortalama adet olarak bulunmuştur.

- **Başakta Tane Sayısı (Adet)**

Başakçık sayısı ölçümlenen 10 adet başak tek tek eğik düzlemde el ile tanelenmiş ve her bir başaktan elde edilen tane sayısı belirlenerek ortalama adet cinsinden kaydedilmiştir.

- **Bin Tane Ağırlığı (g)**

Ölçümlemede kullanılan 10 başaktaki taneler birleştirildikten sonra 4 ayrı kez 50 tane olacak şekilde taneler sayılmıştır. Bunlar ayrı ayrı tartılmış ve elde edilen ağırlıklar bin taneye oranlanmıştır.

- **Tane Ağırlığı (g)**

Koleoptil ölçümleri için her bir genotipten alınan 5 adet tanenin g cinsinden ağırlıkları ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.

- **Koleoptil Uzunluğu (cm)**

Deneme sonunda hatlardan, ebeveynlerden ve kontrol çeşitlerinden elde edilen tohumlardan 5'er adet tohum sterilizasyon için 2-3 dakika %2.5 sodyumhipoklorit (NaClO) çözeltisinde bekletilmiştir. Ardından durulama işlemine tabi tutularak çift distile saf suda 2-3 dakika bekletilmiştir. Sterilizasyon gerçekleştirildikten sonra kâğıt havlu ve PVC ile oluşturulan düzeneğe tohumlar yerleştirilip rulo haline getirilmiştir (Şekil 3.7). Oluşturulan rulolar Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarında oda sıcaklığında tamamen karanlık çimlenme odasında 13 gün boyunca yeteri kadar su dolu kap içerisinde ve sürekli gözlem altında bekletilmiştir. 13. gün sonunda koleoptil uzunlukları ölçümlenmiştir (Jamali and Arain, 2008).



Şekil 3.7. Koleoptil uzunluğunun ölçülmesinde su içerisindeki rulolar.

- **Koleoptil Çapı (mm)**

Koleoptil uzunlukları ölçülen 5 adet tohumun aynı zamanda koleoptil çapları da ölçülmüştür. Koleoptil çaplarının ölçülmesinde kumpastan yararlanılmıştır.

- **İlk Yaprak uzunluğu (adet)**

Koleoptil uzunluğu ve çapı ölçülen 5 adet fidenin ilk yaprak uzunluğu belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır.

3.7 İstatistikî Analizler

Çalışmada gözlemlenen tüm agronomik özellikler ve koleoptil ile ilgili özelliklerin analizinde Augumented deneme deseninde kullanılan standart çeşitler arasındaki farklılık Tarist (Açıkgöz ve ark., 2004) istatistik paket programında yapılmıştır. Elde edilen varyans analizindeki hata varyansı, bloklardaki hatların düzeltilmiş değerlerinin hesaplanmasında kullanılmış ve çok sayıda hattın ayrışması gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın moleküler analiz sonuçları ile agronomik özellikler ve koleoptil ile ilgili özelliklerden elde edilen veriler Mapmanager QTX Software (Manly et al., 2001) kullanılarak marker regresyon analizine tabi tutulmuştur.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Gözlem ve Ölçümler

4.1.1 Bitki boyu (cm)

Buğdayda bitki boyu kök boğazı ile en üst başakçığının ucu arasındaki uzunluğun (cm) ölçülmesiyle elde edilir. Buğdayda bitki boyu sap verimi açısından önemli bir parametredir. Bitki boyu ile koleoptil uzunluğu arasında pozitif yönlü ilişki vardır. Bitki boyu arttıkça koleoptil uzunluğu da artmaktadır. Yeşil devrim ile birlikte kısa boylu buğday genotipleri yetiştirilmiş ve tane veriminde önemli verim artışı sağlanmıştır (Tang et al., 2009). Ancak Rebetzke ve ark. (2012) yaptıkları bir çalışmada modern varyetelerde bitki boyu kısa, koleoptil uzunluğu uzun özellikte çeşitler arzulamışlardır. Çok uzun boylu genotiplerde yatma problemi ile karşı karşıya kalındığından her iki özelliğin de dikkate alınarak seleksiyonlarının yapılması atlanmaması gereken bir konudur.

Çalışmamızda bitki boyu için yapılan varyans analizinde denemede kullanılan standart çeşitler arasındaki farklılığın istatistikî olarak önemsiz olduğu yani standart çeşitler arasında büyük bir varyasyonun bulunmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Bitki boyu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	229.710	57.427	0.393öd	3.260	5.410
Şahit	3	543.849	181.283	1.241öd	3.490	5.950
Hata	12	1752.583	146.049			
Genel	19	2526.141	132.955			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Populasyonda yer alan hatların ebeveynlerle birlikte ortalama bitki boyu değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bitki boyu ortalama değerleri 117.63 cm (29 nolu hat) ve 65.57 cm (36 nolu hat) arasında değişim göstermiştir. F₄

popülasyonuna ait bu hatların anne ebeveyni olarak kullanılan BSJ14 genotipinin boy ortalaması 69.20 cm gözlenirken baba ebeveyni olarak kullanılan Scholar genotipinin boy ortalaması 104.20 cm olarak elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirme yapıldığında hatların yaklaşık %50'sinde bitki boyu ortalamalarının şahitlerden daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Kısa boylu ve Akdeniz İklim Kuşağında verimli bir çeşit olan Sagittario ile bitki boyu bakımından benzerlik gösteren hatlar (2 ve 5 nolu genotipler) dikkat çekmektedir. 36 nolu hat ise kısa boyu ile öne çıkmaktadır.

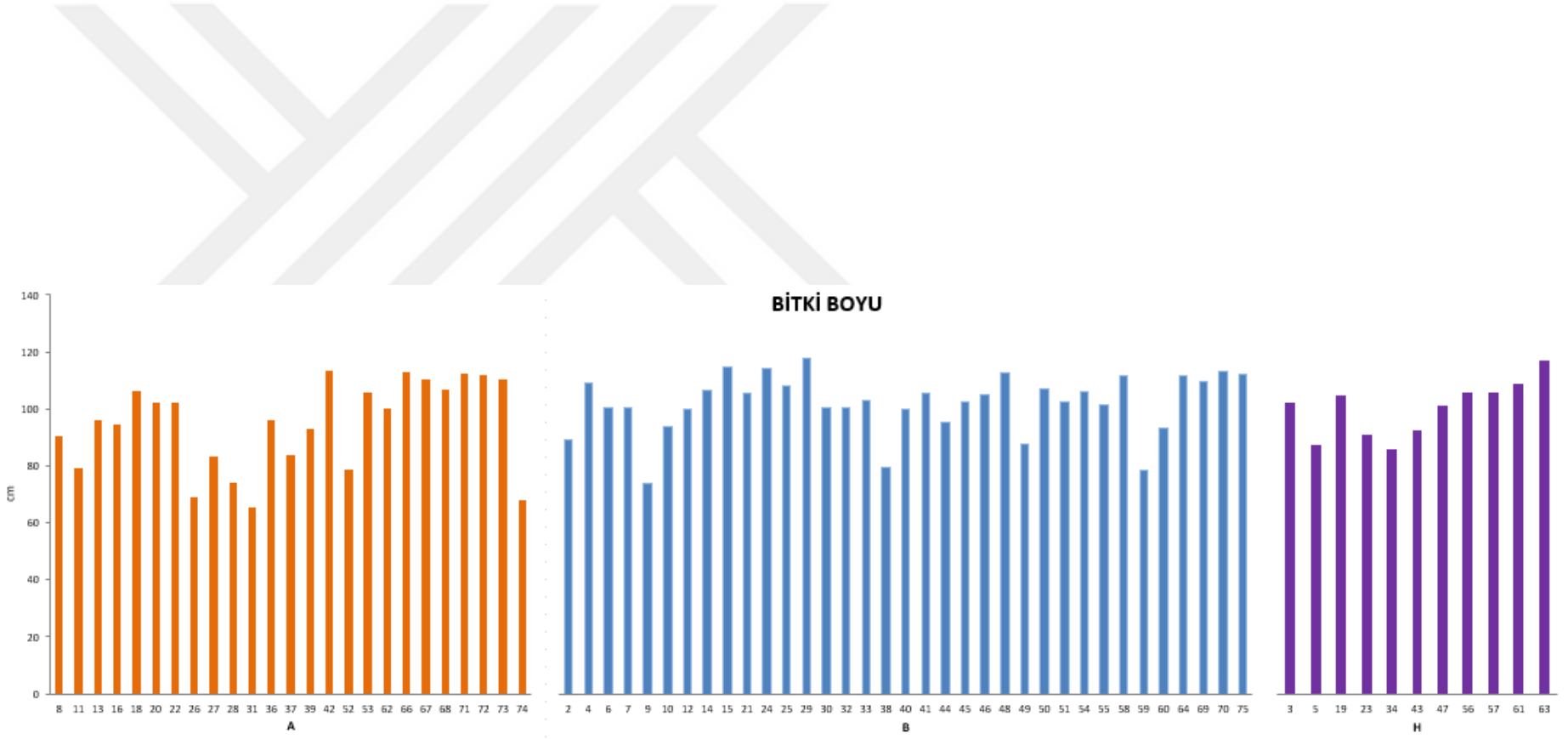
Çizelge 4.2. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin bitki boyu ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	67.95	29	117.63	57	105.78
2	89.23	30	100.56	58	111.78
3	102.16	31	73.93	59	78.36
4	109.31	32	100.17	60	93.49
5	87.45	33	102.70	61	108.92
6	100.32	34	85.77	62	105.82
7	100.45	36	65.57	63	117.20
8	98.07	37	96.07	64	111.82
9	73.70	38	79.68	66	99.99
10	93.53	39	83.67	67	113.07
11	90.32	40	99.93	68	110.15
12	99.95	41	105.57	69	109.65
13	79.03	42	93.12	70	113.03
14	106.36	43	92.45	71	106.82
15	114.65	44	95.39	72	112.61
16	96.02	45	102.64	73	112.02
18	94.69	46	104.89	74	110.32
19	104.49	47	101.13	75	112.32
20	106.33	48	112.78		
21	105.69	49	87.44	Ebeveynler	
22	102.19	50	107.03	Bsj-14	69.20
23	90.86	51	102.28	Scholar	104.20
24	114.09	52	113.48	Kontrol genotipler	
25	108.19	53	78.53	Basribey	99.84
26	102.19	54	105.78	Cumhuriyet	100.26
27	69.19	55	101.40	Sagittario	88.47
28	83.19	56	105.78	Ziyabey	91.13

LSD:16.660

Şekil 4.1’de *Rht-4* geni markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn olan BSJ14’ün bandına sahip olan hatların bitki boyu ortalama değerleri (A) turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın bandına sahip hatların bitki boyu ortalama değerleri mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların ortalama bitki boyu değerleri de mor sütunlar halinde gösterilmiştir. Anne ebeveynin bandına sahip hatların ortalama bitki boyu değeri 95.85 cm olup bu hatların bitki boyu değerleri 65 cm ile 113 cm arasında değişim göstermiştir. Baba ebeveynin bandına sahip hatların ortalama bitki boyu değeri ise 101 cm olarak gözlenmiş ve bitki boyu değerleri 67 cm ile 117 cm arasında çeşitlilik göstermiştir. Diğer taraftan heterozigot yapıda olan hatların ortalama bitki boyu değeri 100.17 cm olarak elde edilmiş olup minimum ve maksimum bitki boyu değeri sırasıyla 85.7 cm ve 117 cm olarak gözlenmiştir.

Liu et al. (2017) ekmeklik buğdayda IDO444 x Rio Blanco (*Rht-4+Rht-B1b*) melezinin rekombinant kendilenmiş hatlarında *Rht-4*, *Rht-B1b* ve *Rht-4+B1b* genlerinin bitki boyu üzerindeki kısaltıcı etkisini sırasıyla %11.5 ,%19.3 ve %18.2 olarak belirlenmiştir. *Rht-4* geninin bitki boyunu kısaltması boğum aralarını özellikle de üst boğum uzunluğu ve bir alt boğum arası uzunluğunu kısaltmasından kaynaklanmaktadır (Liu et al. 2017). Yapılan diğer bir çalışmada *Rht-5* genini taşıyan Marj-12 ebeveyni ile Scholar ebeveyni arasında yapılan melezlemenin F4 generasyonunda bitki boyu değerleri 45 cm ile 128 cm arasında değişmiştir. *Rht-5* genini taşıyan hatlarda bitki boyu değeri ortalaması 75 cm olarak belirlenmiştir (Uğurbaşçiçek, 2018).



Şekil 4.1. *Rht-4* markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların bitki boyu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

4.1.2 Üst boğum uzunluğu (cm)

Buğdayda boğum araları yaklaşık olarak tane dolum döneminin ortasına kadar fruktanların depolandığı bölgelerdir (Bonnett ve Incoll, 1993). Bitkinin alt kısmında bulunan boğum araları yaprak ayaları ve sapları tarafından örtülebildiğinden bunların fotosentetik aktiviteleri düşüktür veya dikkate değer olmayabilir (Wardlaw, 1965). Fakat en üstteki boğum arası örneğin hemen başağın altındaki kısmen bayrak yaprağının etkisi altındadır ve böylece nispeten daha yüksek bir ışık şiddetine maruz kalmaktadır. Dolayısıyla yüksek ışık seviyesi fotosentetik aktivitelerin artmasına ve yaprağa benzer şekilde ototrofik karbonhidrat metabolizmasının yükselmesine neden olmaktadır (Gebbing, 2003).

Çalışmada kullanılan BSJ14 x Scholar melezine ait F₄ generasyonunda bulunan hatlarla birlikte deneme kontrol genotip olarak kullanılan çeşitlerin üst boğum uzunluklarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda kontrol genotipler arasında üst boğum uzunluğu bakımından farklılığın istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Üst boğum uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Topamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	230.329	57.582	2.3236d	3.260	5.410
Şahit	3	40.216	13.405	0.5416d	3.490	5.950
Hata	12	297.513	24.793			
Genel	19	568.057	29.898			

* : %5 önemlilik düzeyi **: %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Çalışmada kullanılan F₄ hatlarının, bunların ebeveynlerinin ve şahit olarak yer alan kontrol genotiplerin üst boğum uzunluğu değerleri Çizelge 4.4’de verilmiştir. F₄ popülasyonundaki anne ebeveyn olan BSJ14 genotipinin üst boğum uzunluğu ortalaması 13.03 cm bulunurken; baba ebeveyn olan Scholar genotipinin üst boğum uzunluğu ortalaması 13.38 cm olarak bulunmuştur. F₄ generasyonuna sahip hatlar üst boğum uzunlukları açısından değerlendirildiğinde; uzunluk değerlerinin 22.35 cm (9 nolu hat) ile 49.07 cm (57 nolu hat) arasında değiştiği

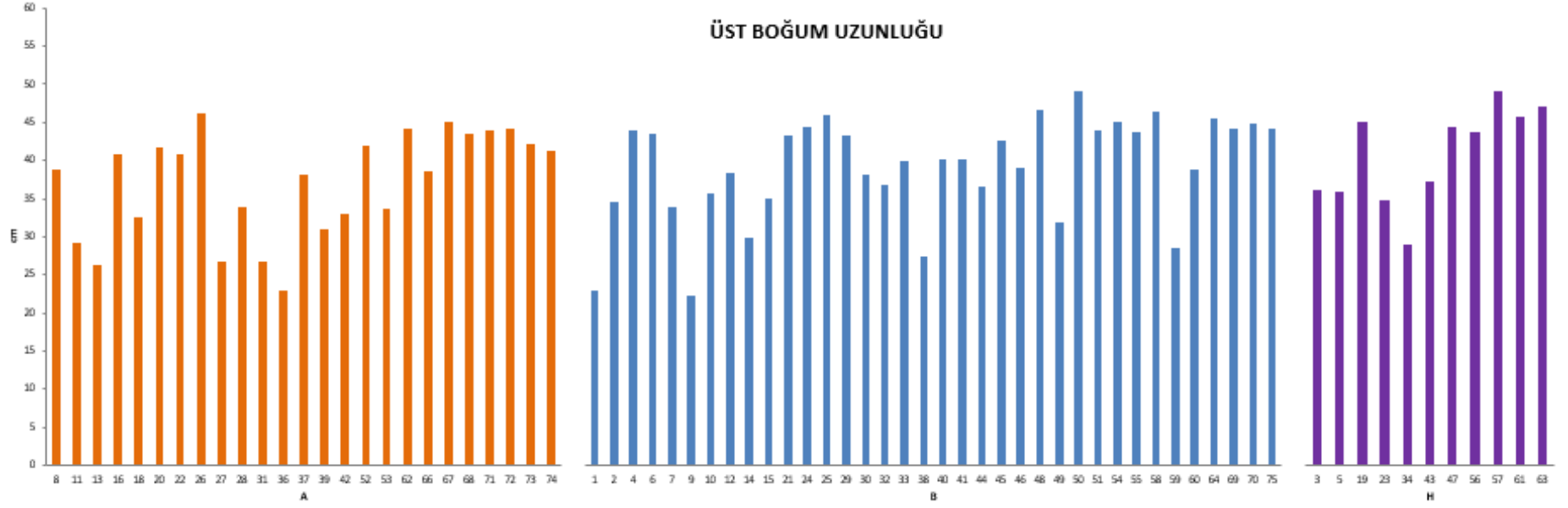
gözenmiştir. Diğer taraftan kontrol genotiplerin üst boğum uzunlukları ise; Sagittario 34.88 cm, Ziyabey 37.30 cm, Cumhuriyet 37.79 cm, Basribey 37.72 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin üst boğum uzunluğu ortalamaları

Genotip no	Ortalama	Genotip no	Ortalama	Genotip no	Ortalama
1	22.93	29	43.18	57	49.07
2	34.64	30	38.22	58	46.36
3	36.03	31	26.84	59	28.40
4	43.96	32	36.74	60	38.74
5	35.98	33	40.03	61	45.68
6	43.60	34	28.94	62	44.23
7	33.93	36	23.04	63	47.11
8	38.87	37	38.04	64	45.56
9	22.35	38	27.34	66	38.48
10	35.59	39	31.04	67	44.98
11	29.23	40	40.17	68	43.40
12	38.43	41	40.24	69	44.23
13	26.27	42	32.98	70	44.91
14	29.85	43	37.21	71	44.05
15	35.10	44	36.59	72	44.20
16	40.76	45	42.59	73	42.08
18	32.65	46	38.96	74	41.23
19	45.05	47	44.39	75	44.12
20	41.63	48	46.65		
21	43.18	49	31.90	Ebeveynler	
22	40.85	50	48.99	BSJ-14	13.03
23	34.85	51	43.86	Scholar	13.38
24	44.35	52	41.94	Kontrol genotipler	
25	45.93	53	33.74	Basribey	38.72
26	46.26	54	45.04	Cumhuriyet	37.79
27	26.77	55	43.74	Sagittario	34.88
28	33.79	56	43.74	Ziyabey	37.30

LSD: 6.86

Şekil 4.2’de *Rht-4* geni markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn olan BSJ14’ün bandına sahip olan hatların üst boğum uzunluğunun ortalama değerleri (A) turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın bandına sahip hatların üst boğum uzunluğunun ortalama değerleri mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların ortalama üst boğum uzunluğunun değerleri de mor sütunlar halinde gösterilmiştir. Anne ebeveynin bandına sahip hatların ortalama üst boğum uzunluğu değeri 37.09 cm olup bu hatların bitki boyu değerleri 23.03 cm ile 46.26 cm arasında değişim göstermiştir. Baba ebeveynin bandına sahip hatların ortalama üst boğum uzunluğu değeri ise 39.17 cm olarak gözlenmiş ve bitki boyu değerleri 22.35 cm ile 48.98 cm arasında çeşitlilik göstermiştir. Diğer taraftan heterozigot yapıda olan hatların ortalama üst boğum uzunluğu değeri 40.72 cm olarak elde edilmiş olup maksimum ve minimum bitki boyu değeri sırasıyla 28.93 cm ve 49.07 cm olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.2. *Rht-4* markörü ile (*Xwmc317*) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların üst boğum uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Rebetzke et al. (2011) ekmeklik buğdayda *Rht-13* cücelik genini üst boğum uzunluğu ve onun altındaki boğum arasını kısaltarak bitki boyunu kısalttığını belirtmiştir. Aynı araştırmacılar *Rht-13* genini taşıyan hatların *Rht-B1b* cücelik allelini taşıyan hatlarda daha kısa üst boğum uzunluğu ve bir alt boğum arasına sahip olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada *Rht-18* genini taşıyan genotiplerde bitki boyunun kısılmasının boğum aralarının kısılmasından dolayı gerçekleştiği ve *Rht-18* geninin farklı boğum aralarında farklı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Yang et al. 2011).

4.1.3 Başak uzunluğu (cm)

Buğdayın çiçekleri başak halindedir. Bir başak çok sayıda başakçığın bir arada bulunmasından meydana gelmektedir. Başak üzerinde başakçık sayısının çok olması başak uzunluğunun artmasına neden olmaktadır. Ayrıca başakta başakçık sayısının artışı ile başakta tane sayısı da artmakta ve buda verimde yükselmeye sebep olmaktadır. Yapılan fizyolojik çalışmalar neticesinde; m²'deki başak sayısı ve başaktaki tane sayısı ile tane verimi arasında önemli ilişkiler olduğu rapor edilmiştir (Bilgin, 1997).

İncelenen popülasyonun başak boyu uzunluğu için yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Başak boyu için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre F₄ generasyonunda bulunan hatların kullanıldığı çalışmada kontrol çeşitlerin başak boyları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Başak boyu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	6.309	1.577	1.1646d	3.260	5.410
Şahit	3	1.087	0.362	0.2676d	3.490	5.950
Hata	12	16.261	1.355			
Genel	19	23.656	1.245			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Popülasyonda yer alan hatların ebeveyn ve kontrol genotiplerle birlikte ortalama başak boyu değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. F₄ popülasyonunu oluşturan hatların anne ebeveyni olan BSJ 14 genotipinin başak boyu ortalaması 7.27 cm olarak gözlenirken baba ebeveyn olan Scholar genotipinin başak boyu 9.9 cm olarak elde edilmiştir. Hatların başak boyu uzunlukları 7.21 cm (14 nolu hat) ile 12.39 cm (60 nolu hat) arasında değişim göstermiştir. Kontrol genotiplerin başak boyu uzunlukları sırasıyla Basribey 8.87 cm, Cumhuriyet 8.90 cm, Sagittario 8.95 cm ve Ziyabey 9.44 cm olarak belirlenmiştir. Kullanılan hatların başak boyu uzunlukları ile karşılaştırıldığında daha kısa başak boyu uzunluğuna sahip F₄ hatlarının bulunduğu dikkat çekmektedir.



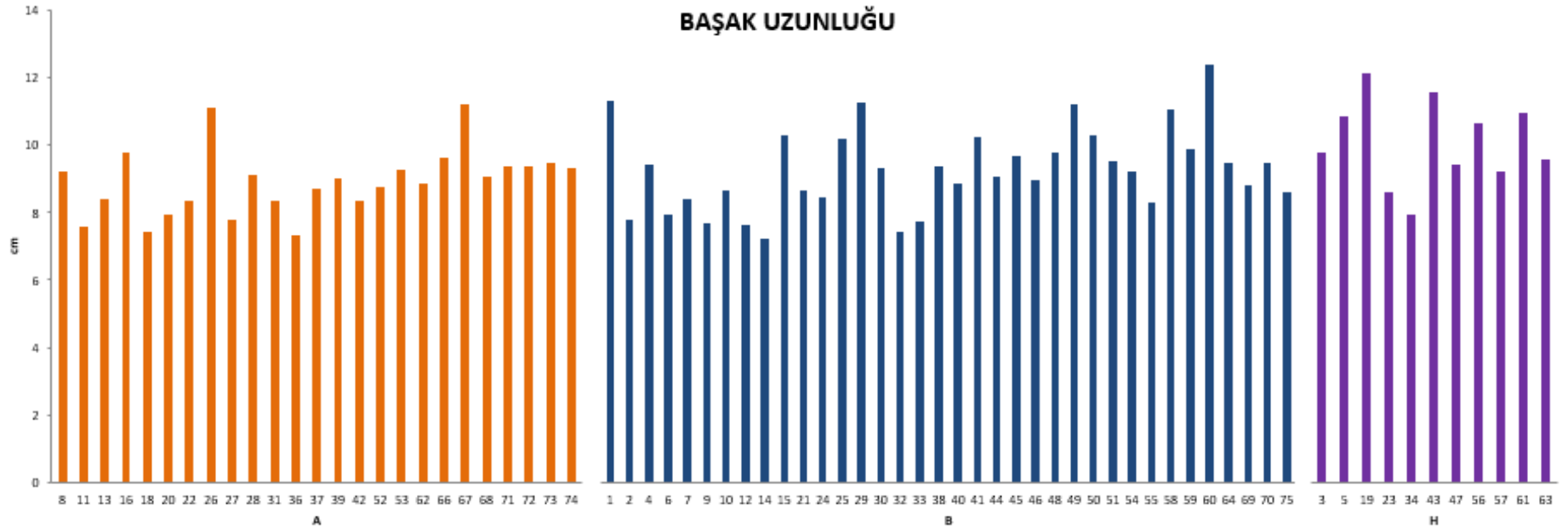
Çizelge 4.6. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başak boyu ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	11.29	29	11.29	57	9.20
2	7.78	30	9.34	58	11.04
3	9.78	31	8.35	59	9.87
4	9.42	32	7.43	60	12.39
5	10.83	33	7.74	61	10.96
6	7.96	34	7.93	62	8.83
7	8.38	36	7.33	63	9.58
8	9.24	37	8.73	64	9.46
9	7.71	38	9.35	66	9.63
10	8.68	39	9.03	67	11.21
11	7.58	40	8.85	68	9.04
12	7.63	41	10.23	69	8.79
13	8.38	42	8.36	70	9.46
14	7.21	43	11.5	71	9.39
15	10.31	44	9.06	72	9.39
16	9.76	45	9.68	73	9.46
18	7.44	46	8.98	74	9.33
19	12.14	47	9.39	75	8.60
20	7.91	48	9.79		
21	8.67	49	11.20	Ebeveynler	
22	8.34	50	10.29	Bsj-14	7.27
23	8.59	51	9.54	Scholar	9.90
24	8.44	52	8.74	Kontrol genotipler	
25	10.17	53	9.29	Basribey	8.87
26	11.09	54	9.24	Cumhuriyet	8.90
27	7.77	55	8.29	Sagittario	8.95
28	9.12	56	10.64	Ziyabey	9.44

LSD: 1.605

Şekil 4.3'de *Rht-4* markörü Xwmc317'ye göre anne ebeveyn BSJ14'ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar'ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların başak boyu ortalamaları mor sütunlarda göstermiştir. Anne ebeveyne sahip hatların başak boyu ortalama değeri 8.91 cm olup 7.33 cm ile 11.21 cm arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama başak boyu değeri 9.26 cm olup; 7.21 cm ile 12.39 cm arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıdaki hatların ortalama başak uzunluğunun ise 10.5 cm olup 7.93 cm ile 12.14 cm arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.





Şekil 4.3. *Rht-4* markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başak boyu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Ekmeçlik buğdayda yapılan IDO444 x Rio Blanco (*Rht-4+Rht-B1b*) melezinin rekombinant kendilenmiş hatlarında *Rht-4* ve *Rht-4+Rht-B1b* genlerinin etkisini inceleyen bir çalışmada söz konusu genler başak uzunluğunu arttırmıştır. Fakat uzun boylu hatlara kıyasla *Rht-B1b* genini taşıyan hatlarda başak boyu azalış göstermiştir (Liu et al. 2017). *Rht-1* ve *Rht-8* genlerinin incelendiği iki farklı F_2 populasyonunda tek veya çift cücelik genine sahip hatların hepsinde başak uzunluğunda kısalmalar gözlenmiştir (Grover et al. 2018).

4.1.4 Başakta başakçık sayısı (adet)

Bir buğday başağında yaklaşık 20-30 adet başakçık bulunur. İki dış kavuz arasında bulunan çiçek veya çiçek toplulukları başakçık olarak isimlendirilir. Serin iklim tahılları hermafrodit çiçek yapısına sahiptir. Bu nedenle kendi kendine döllenmektedir. Çiçeklenme, başağın orta kısmından başlar, yukarı ve aşağı doğru ilerler (Karasu ve ark., 2013).

Yapılan çalışmada başakçık sayısı özelliği için varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre başakçık sayısı bakımından kullanılan kontrol genotipler arasında elde edilen farklılıklar istatistiki olarak önemlidir.

Çizelge 4.7. Başakta başakçık sayısı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	2.508	0.627	0.440öd	3.260	5.410
Şahit	3	18.028	6.009	4.213*	3.490	5.950
Hata	12	17.115	1.426			
Genel	19	37.652	1.982			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Anne ebeveyn BSJ-14’ün ortalama başakçık sayısı 16.2 adet iken baba ebeveyn olan Scholar’ın ortalama başakçık sayısı 19.4 adettir. En yüksek ve en düşük başakçık sayıları incelendiğinde sırasıyla 21.36 adet (9 nolu hat) ile 14.95 adet (75 nolu hat) arasında değiştiği gözlenmiştir. Kontrol genotiplerin başakçık

sayıları sırasıyla, Cumhuriyet 16.76 adet, Ziyabey 16.92 adet, Sagittario 18.27 adet ve Basribey 19.04 adet olarak belirlenmiştir. Kullanılan hatların başakta başakçık sayıları karşılaştırıldığında daha kısa başakçık sayısına sahip F_4 hatlarının bulunduğu da dikkat çekmektedir (Çizelge 4.8).

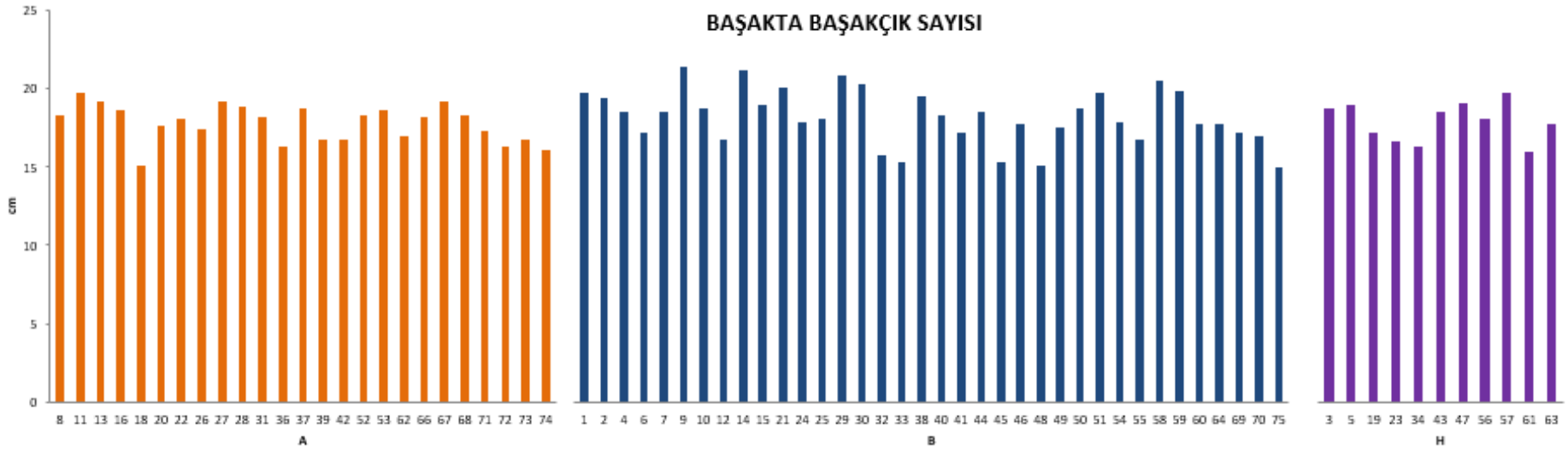
Çizelge 4.8. F_4 generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başakta başakçık sayısı ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	19.76	29	20.85	57	19.70
2	19.36	30	20.25	58	20.50
3	18.76	31	18.15	59	19.90
4	18.56	32	15.75	60	17.70
5	18.96	33	15.35	61	15.95
6	17.16	34	16.35	62	16.95
7	18.56	36	16.35	63	17.75
8	18.36	37	18.75	64	17.75
9	21.36	38	19.55	66	18.15
10	18.72	39	16.75	67	19.15
11	19.76	40	18.35	68	18.35
12	16.76	41	17.15	69	17.15
13	19.16	42	16.75	70	16.95
14	21.16	43	18.55	71	17.35
15	18.96	44	18.55	72	16.35
16	18.65	45	15.35	73	16.75
18	15.05	46	17.70	74	16.15
19	17.25	47	19.10	75	14.95
20	17.65	48	15.10		
21	20.05	49	17.50	Ebeveynler	
22	18.05	50	18.70	BSJ-14	16.20
23	16.65	51	19.70	Scholar	19.40
24	17.85	52	18.30	Kontrol genotipler	
25	18.05	53	18.70	Cumhuriyet	16.76
26	17.45	54	17.90	Basribey	19.04
27	19.25	55	16.70	Ziyabey	16.92
28	18.85	56	18.03	Sagittario	18.27

LSD: 1.646

Şekil 4.4’de *Rht-4* markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn BSJ14’ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların başak boyu ortalamaları mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların başakçık sayısı ortalama değeri 17.8 adet olup 15.04 ile 19.7 adet arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama başakçık sayısı değeri 18.21 adet olup; 14.94 adet ile 21.35 adet arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama başakçık sayısı değeri ise 17.91 adet olup 15.94 adet ile 19.69 adet arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.





Şekil 4.4. *Rht-4* markörü ile (*Xwmc317*) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başakta başakçık sayısı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Grover et al., (2018) *Rht-1* ve *Rht-8* genlerini ayrı ayrı ve birlikte inceledikleri çalışmalarında başakta başakçık sayısının farklı gruplarda varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Herhangi bir cücelik genine sahip olmayan hatlarda F_2 bitkilerinde en az sayıda başakta başakçık sayısı gözlemlenmiştir. Liu et al (2017) başakta başakçık sayısının *Rht-4*, *Rht-B1b* ve *Rht-4+Rht-B1b* gruplarında önemli bir farklılık göstermediğini ancak uzun hatlara kıyasla cüce hatlarda başakta başakçık sayısının önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.1.5 Başakta tane sayısı (adet)

Başakta tane sayısı özelliğini için varyans analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde (Çizelge 4.9) kontrol genotipler arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsizdir.

Çizelge 4.9. Başakta tane sayısı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	20.976	5.244	0.171öd	3.260	5.410
Şahit	3	174.251	58.084	1.896öd	3.490	5.950
Hata	12	367.550	30.629			
Genel	19	562.777	29.620			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Popülasyonda bulunan hatların ebeveyn ve kontrol genotiplerle birlikte ortalama başakta tane sayısı değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Anne ebeveyn BSJ-14'ün ortalama başakta tane sayısı değeri 29.60 adet iken baba ebeveyn Scholar'ın tane sayısı ortalaması 31.50 adettir. İncelenen F_4 hatlarında en yüksek ve en düşük ortalamalara sahip genotiplerin başakta tane sayılarının ise 30.86 adet (74 nolu hat) ile 62.76 adet (59 nolu hat) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Kontrol genotiplerin başakta tane sayıları sırasıyla, Cumhuriyet 38.6 adet, Sagittario 39.03 adet, Ziyabey 39.56 adet ve Basribey 45.83 adet olarak belirlenmiştir. Kullanılan hatların başakta tane sayıları karşılaştırıldığında kontrol çeşitlerden daha çok başakta tane sayısına sahip F_4 hatlarının bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin başakta tane sayısı ortalamaları

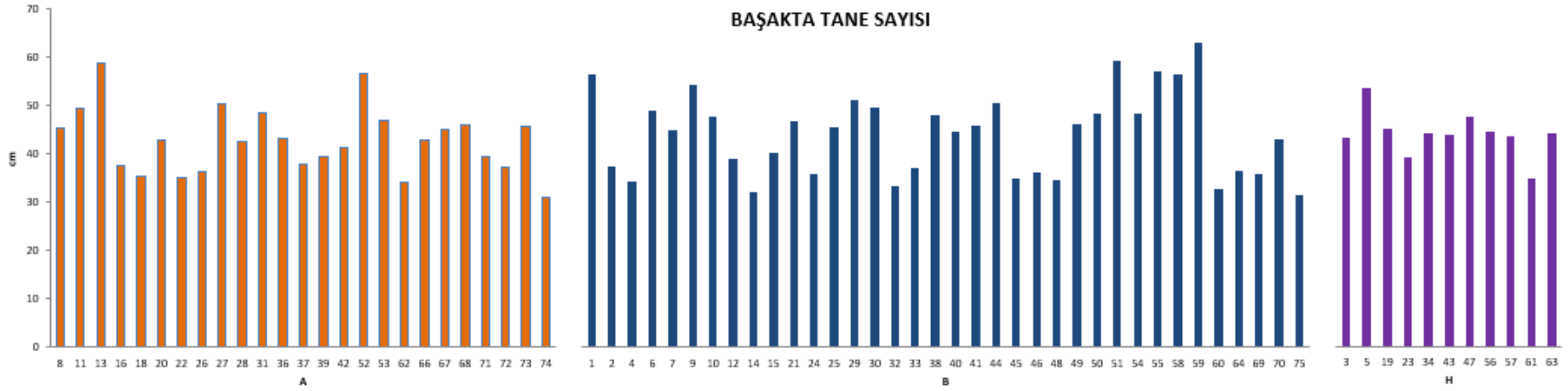
Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	56.18	29	50.91	57	43.36
2	37.18	30	49.31	58	56.36
3	42.98	31	48.51	59	62.76
4	34.18	32	33.11	60	32.76
5	53.38	33	36.91	61	34.66
6	48.78	34	44.11	62	34.06
7	44.78	36	43.11	63	44.06
8	45.13	37	37.91	64	36.46
9	53.98	38	47.91	66	42.86
10	47.42	39	39.31	67	44.86
11	49.38	40	44.51	68	45.86
12	38.98	41	45.71	69	35.66
13	58.78	42	41.11	70	42.86
14	31.98	43	43.71	71	39.46
15	40.18	44	50.31	72	37.06
16	37.31	45	34.91	73	45.46
18	35.31	46	35.96	74	30.86
19	45.11	47	47.36	75	31.26
20	42.91	48	34.56		
21	46.71	49	46.16	Ebeveynler	
22	34.91	50	48.16	BSJ-14	29.60
23	39.11	51	59.16	Scholar	31.50
24	35.71	52	56.56	Kontrol genotipler	
25	45.31	53	46.76	Cumhuriyet	38.60
26	36.31	54	48.16	Basribey	45.83
27	50.31	55	56.96	Ziyabey	39.56
28	42.31	56	44.36	Sagittario	39.03

LSD: 7.630

Gençtan ve Balkan (2006) buğdayda başakta tane sayısı için yapmış oldukları varyans analiz sonuçlarına göre en fazla başakta tane sayısı Golia çeşidinde belirlenmiş, bunu aynı önemlilik grubundan Flamura-85 çeşidi izlemiştir. En az başakta tane sayısı ise, Pehlivan çeşidinden elde edilmiştir. Maas ve ark. (1996), Metho ve ark. (1998), Destro ve ark. (2001) ve Tonkin (2004),

buğday üzerine yaptıkları bir araştırmada, en fazla başakta tane sayısının ana saptan oluşan başaklarda bulunduğunu, kardeş başaklarda ise tane sayısının giderek azaldığını açıklamışlardır.

Şekil 4.5’de *Rht-4* markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn BSJ14’ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların başakta tane sayısı değerleri mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların başakta tane sayısı ortalama değeri 42.65 adet olup 30.86 adet ile 58.78 adet arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama başakta tane sayısı değeri 43.94 adet olup; 31.26 adet ile 62.76 adet arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama başakta tane sayısı ise 43.83 adet olup 34.65 ile 45.11 adet arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.5. Rht-4 markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların başaktaki tane sayısı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Rht-5 genini taşıyan Marj-12 ebeveyni ile Scholar ebeveyni arasında yapılan melezlemenin F_4 generasyonunda başakta tane sayısı ortalaması *Rht-5* genini taşıyan hatlarda 30.23 adet, heterozigot hatlarda 36.3 adet ve *Rht-5* genini taşımayan hatlarda 40.07 adet olarak belirlenmiştir (Uğurbaşıççek, 2018). Elde edilen sonuçlara göre bizim çalışmamızda kullanılan *Rht-4* geni *Rht-5* genine kıyasla başakta tane sayısını arttırmıştır.

4.1.6 Bin tane ağırlığı (g)

Adından da anlaşılacağı üzere bin adet buğday tanesinin toplam ağırlığını ifade etmektedir. Tanenin ağırlık, dolgunluk, cılızlık durumu ve un verimi hakkında fikir vermesi açısından önemli bir parametredir. Buğdayın türü ve çeşidine, iklime, yetiştirilme koşullarına göre değişkenlik gösteren bu parametre aynı çeşit üzerinde genellikle nişasta miktarı ile doğru, protein miktarı ile ters orantılıdır. Sert buğdayların bin tane ağırlığı yumuşak buğdaylara göre daha fazladır. Buğdayın olgunluk devresinde hava şartları da bin dane ağırlığını etkilemektedir. Tane olumunu çabuklaştıran havalarda tanede nişasta toplanmasını ve olgunlaşmayı güçleştirdiğinden bin tane ağırlığını düşürür (Anonim, 2019)

Çalışmamızda Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi bin tane ağırlığı parametresi için yapılan varyans analizinde kontrol çeşitler arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemsizdir.

Çizelge 4.11. Bin tane ağırlığı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	34.598	8.649	0.885öd	3.260	5.410
Şahit	3	3.005	1.002	0.103öd	3.490	5.950
Hata	12	117.242	9.770			
Genel	19	154.845	8.150			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Popülasyonda bulunan hatların ebeveyn ve kontrol genotiplerle birlikte ortalama bin tane ağırlığı değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Anne ebeveyn BSJ-14’ün ortalama bin tane ağırlığı değeri 40 g iken baba ebeveyn Scholar’ın

ortalama bin tane ağırlığı değeri 28 g'dır. İncelenen F₄ hatlarında en yüksek ve en düşük ortalamalara sahip genotiplerin bin tane ağırlık değerleri ise 19.32 g (46 nolu hat) ile 47.96 g (9 nolu hat) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Kontrol genotiplerin bin tane ağırlıkları sırasıyla, Cumhuriyet 36.26 g, Sagittario 37.02 g, Basribey 37.02 g ve Ziyabey 37.26 g olarak belirlenmiştir. Kullanılan hatların bin tane ağırlıkları karşılaştırıldığında kontrol çeşitlerden daha çok bin tane ağırlığına sahip F₄ hatlarının da bulunduğu görülmektedir.

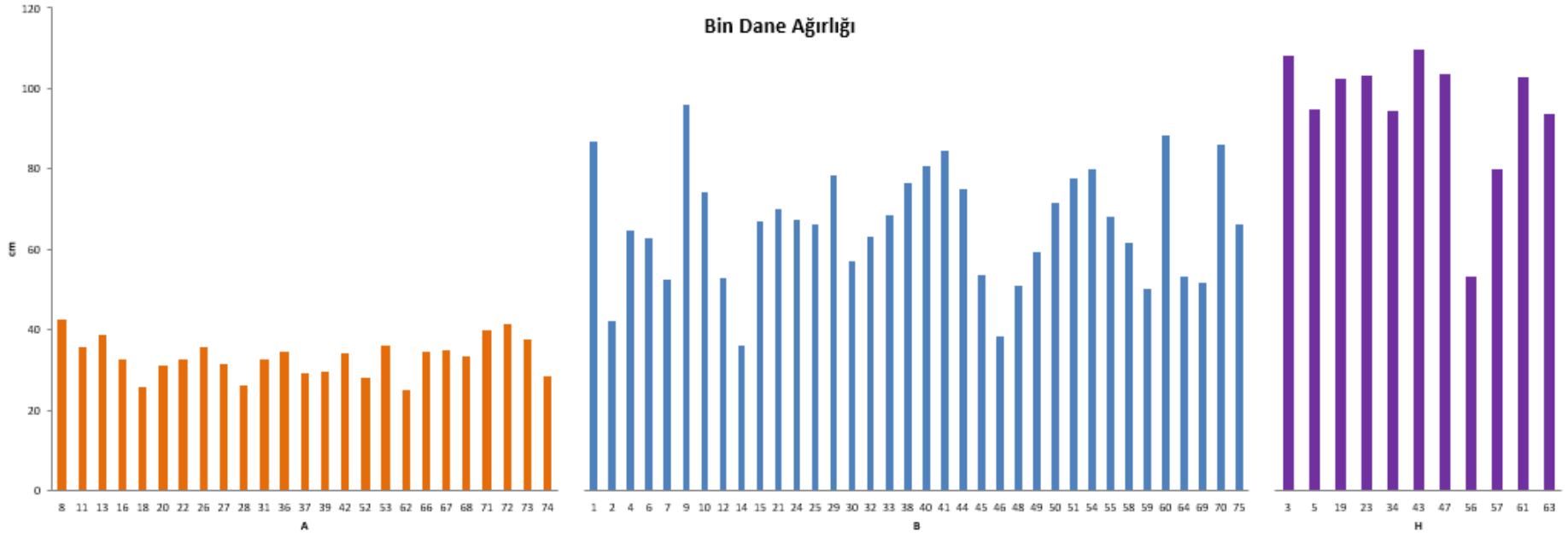
Çizelge 4.12. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin bin tane ağırlığı ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	43.40	29	39.12	57	29.92
2	21.08	30	28.52	58	30.80
3	40.52	31	32.76	59	25.16
4	32.04	32	31.64	60	44.16
5	35.52	33	34.24	61	38.48
6	31.48	34	35.40	62	24.92
7	26.28	36	34.76	63	35.08
8	42.40	37	29.20	64	26.64
9	47.96	38	38.30	66	34.44
10	37.08	39	29.80	67	34.84
11	35.68	40	40.32	68	33.44
12	26.48	41	42.32	69	25.88
13	38.92	42	34.28	70	43.08
14	18.08	43	41.16	71	39.88
15	33.52	44	37.44	72	41.60
16	32.76	45	26.84	73	37.52
18	25.80	46	19.32	74	28.48
19	38.36	47	38.80	75	33.04
20	31.04	48	25.52		
21	35.11	49	29.72	Ebeveynler	
22	32.84	50	35.78	BSJ-14	40
23	38.70	51	38.88	Scholar	28
24	33.60	52	28.20	Kontrol genotipler	
25	33.20	53	36.20	Cumhuriyet	36.26
26	35.56	54	40.00	Basribey	37.12
27	31.60	55	34.00	Ziyabey	37.26
28	26.08	56	20.00	Sagittario	37.02

LSD: 4,309

Şekil 4.6'da *Rht-4* markörü *Xwmc317*'ye göre anne ebeveyn *BSJ14*'ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn *Scholar*'ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların bin tane ağırlığı değerleri mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların bin tane ağırlığı ortalama değeri 33.32 g olup 24.92 g ile 42.4 g arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama bin tane ağırlığı 33.06 g olup; 19.32 g ile 47.96 g arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama bin tane ağırlığı ise 35.63 g olup; 20 g ile 41.16 g arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmamızda Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi bin tane ağırlığı parametresi için yapılan varyans analizinde kontrol çeşitler arasındaki farklılık istatistikî açıdan önemsizdir.



Şekil 4.6. *Rht-4* markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların bin tane ağırlığı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Rht-4 ve *Rht-B1b* cücelik genlerinin ekmeklik buğdayda etkilerinin incelendiği çalışmada, IDO444 x Rio Blanco (*Rht-4+Rht-B1b*) melezinin rekombinant kendilenmiş hatlarında *Rht-4*, *Rht-B1b* ve *Rht-4+B1b* gruplarında bin tane ağırlığı azalmıştır. En yüksek (%7.5) düşüş yalnızca *Rht-4* genini taşıyan hatlarda ve sonrasında *Rht-4+Rht-B1b* hatlarında (%7.2) ve en düşük azalma sadece *Rht-B1b* hatlarında (%3.9) gözlenmiştir. Liu et al. (2017). *Rht-1* ve *Rht-8* genlerinin ayrı ayrı ve birlikte etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada söz konusu cücelik genlerinin bin tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin olmadığı saptanmıştır. Fakat *Rht-8* genini taşıyan hatlarda uzun boylu hatlara kıyasla bin tane ağırlığında kısmen azalmanın olduğu belirtilmiştir Grover et al (2018).

4.1.7 Koleoptil uzunluğu (cm)

Koleoptil; tohumdan çıkan çim kınının toprak yüzeyine çıkışında, çim kınını (ilk yaprakları) çevreleyen sivri ve koruyucu bir kılıftır.

Buğdayda kuraklığa dayanıklılık ıslahı çalışmalarında koleoptil uzunluğu doğrudan kullanılan bir parametredir. Aynı zamanda buğday bitkisinin ekim derinliğini belirleyen temel unsurların başında gelir. Buğday tohumunun topraktan başarıyla çıkması için, tohum koleoptil uzunluğundan daha derine ekilmemelidir (Pumpa et al. 2003). Koleoptil uzunluğu ve ekim derinliği çeşitlere göre farklılık gösterir. En uzun koleoptil yulafta, en kısa koleoptil ise çavdarda bulunmaktadır.

Birçok ticari buğday çeşidinde bulunan yarı cücelik genleri, daha kısa koleoptil uzunluğunun oluşması ile ilişkilendirilmiştir. Genellikle, uzun boylu çeşitlerin daha uzun koleoptile sahip olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, Avustralya'da yetişen yarı-cüce buğday çeşitlerinde koleoptil uzunluğu için halen önemli genetik varyasyonlar bulunmaktadır (Jennifer et al., 2013).

Çalışmada BSJ14 ve Scholar melezinin F₄ generasyonunda bulunan hatlarla birlikte kontrol çeşit olarak kullanılan genotiplerin koleoptil uzunluklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Çizelgeden kontrol çeşitler arasında koleoptil uzunluğu açısından önemli farklılıkların bulunmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.13. Koleoptil uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	5.689	1.422	2.030öd	3.260	5.410
Şahit	3	6.048	2.016	2.878öd	3.490	5.950
Hata	12	8.405	0.700			
Genel	19	20.142	1.060			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Çizelge 4.14'de; çalışmada kullanılan F_4 hatlarının, bu hatlara ait ebeveynlerin ve şahit olarak kullanılan kontrol genotiplerin koleoptil uzunluğu değerleri verilmiştir. Çalışmada anne ebeveyn olarak kullanılan BSJ-14'ün koleoptil uzunluğu ortalaması 6.38 cm, baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar'ın koleoptil uzunluğu ortalaması 6.16 cm olarak gözlenmiştir. F_4 hatlarına bakıldığında koleoptil uzunluk değerlerinin 7.62 cm (40 nolu hat) ile 0.98 cm (19 nolu hat) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bunun yanında kontrol genotiplerin koleoptil uzunlukları sırasıyla; Ziyabey çeşidi 5.64 cm, Sagittario çeşidi 5.67, Basribey çeşidi 6.73 cm ve Cumhuriyet çeşidi 6.78 cm olarak ölçümlenmiştir.

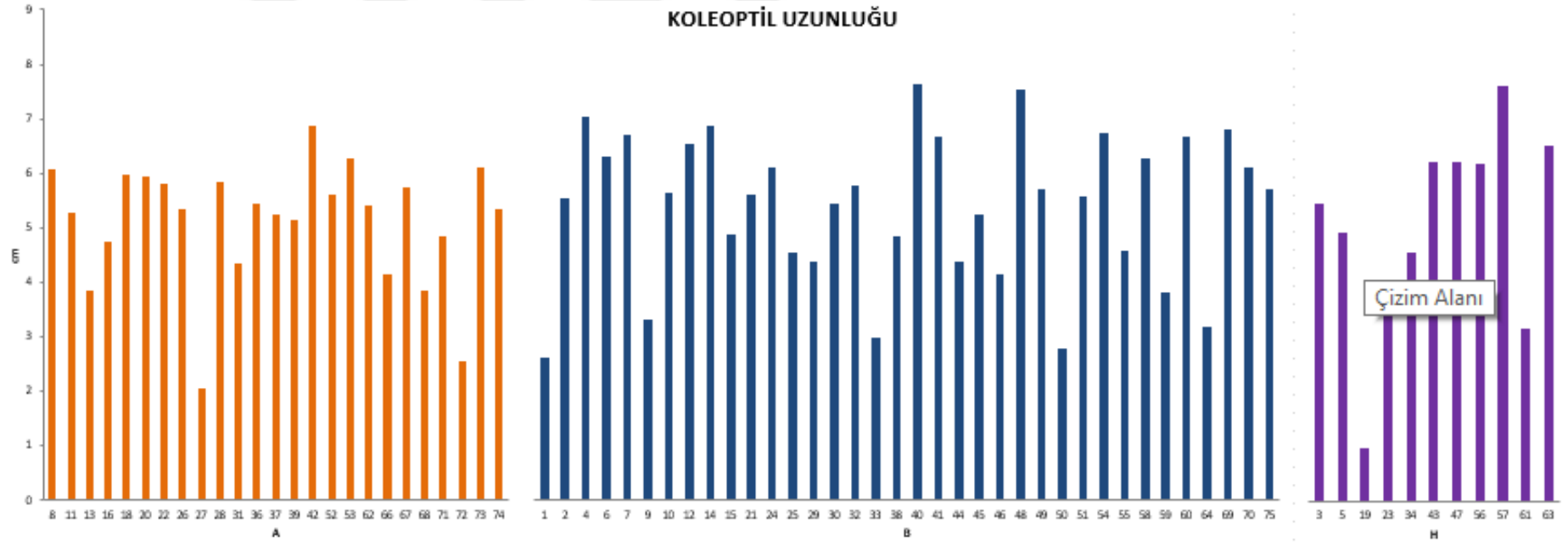
Çizelge 4.14. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin koleoptil uzunluğu ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	2.632	29	4.381	57	7.609
2	5.552	30	5.441	58	6.284
3	5.432	31	4.342	59	3.809
4	7.052	32	5.782	60	6.684
5	4.912	33	2.992	61	3.161
6	6.307	34	4.562	62	5.421
7	6.712	36	5.462	63	6.501
8	6.092	37	5.242	64	3.194
9	3.332	38	4.862	66	4.161
10	5.637	39	5.142	67	5.761
11	5.272	40	7.622	68	3.861
12	6.552	41	6.667	69	6.821
13	3.852	42	6.882	70	6.101
14	6.872	43	6.202	71	4.861
15	4.866	44	4.392	72	2.561
16	4.741	45	5.242	73	6.094
18	5.981	46	4.134	74	5.361
19	0.981	47	6.204	75	5.701
20	5.953	48	7.534		
21	5.621	49	5.704	Ebeveynler	
22	5.806	50	2.784	BSJ-14	6.376
23	3.861	51	5.584	Scholar	6.160
24	6.121	52	5.609	Kontrol genotipler	
25	4.556	53	6.284	Cumhuriyet	6.788
26	5.361	54	6.744	Basribey	6.732
27	2.056	55	4.584	Ziyabey	5.649
28	5.841	56	6.164	Sagittario	5.674

LSD: 1,154

Şekil 4.7’de *Rht-4* markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn BSJ14’ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların koleoptil uzunluğu değerleri mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların koleoptil uzunluğu ortalama değeri 5.11 cm olup; 2.05 cm ile 6.88 cm arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama koleoptil uzunluğu 5.41 cm olup; 2.63 cm ile 7.62 cm arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama koleoptil uzunluğu ise 5.05 cm olup; 0.98 cm ile 7.60 cm arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.





Şekil 4.7. *Rht-4* markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların koleoptil uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Ellis et al (2004) *Rht* genlerinin giberellik aside tepkisini 3 grup altında toplamıştır. İlk tepki tipinde giberellik asit varlığında veya yokluğunda kısa ve uzun hatlar arasında bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Bu tepkiye sahip genler arasında *Rht-4*, *Rht-5*, *Rht-7*, *Rht-8*, *Rht-9*, *Rht-12*, *Rht-13* ve *Rht-14* genleri bulunmaktadır. Ek olarak bu *Rht* genlerinin hiç biri koleoptil uzunluğu veya yaprak büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir. Bu durum da bu genlerin bitki gelişiminin sonraki aşamasında etkili olduğunu göstermektedir. *Rht-B1b(Rht-1)* ve *Rht-D1b(Rht-2)* genlerini içeren ikinci tepki tipinde giberellik asit uygulamasına karşı bir tepki verilmemektedir ve yaprak uzama oranında ve koleoptil uzunluğunda bir azalma meydana gelmektedir. Diğer iki *Rht* genleri (*Rht-11* ve *Rht-17*) de aynı tepkiye sahiptirler. Oysa üçüncü tepki tipinde *Rht* geni giberellik asit yokluğunda yaprak uzamasını azaltmıştır. Fakat bu durumda cüce bitki hormon uygulamasına karşı uzun kontrol bitkilerden daha büyük bir tepki göstermiştir. Yaprak uzama oranındaki azalma giberellik asit uygulamasıyla tersine çevrilebildiği için bu *Rht* mutantları giberellik asit varlığında yetersizdirler (Al-ajlouni 2008).

4.1.8 Koleoptil çapı (mm)

Tez çalışmasında kontrol genotip olarak kullanılan çeşitlerin koleoptil çapları arasındaki varyasyon istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Diğer bir ifade ile çalışmada kullanılan kontrol çeşitler koleoptil çapı özelliği bakımından önemli bir değişkenlik göstermişlerdir.

Çizelge 4.15. Koleoptil çapı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	0.151	0.038	5.812**	3.260	5.410
Şahit	3	0.121	0.040	6.196**	3.490	5.950
Hata	12	0.078	0.007			
Genel	19	0.350	0.018			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Çizelge 4.16’de çalışmada kullanılan F_4 hatlarının, bu hatlara ait ebeveynlerin ve şahit olarak kullanılan kontrol genotiplerin koleoptil çapı değerleri verilmiştir. Çalışmada anne ebeveyn olarak kullanılan BSJ-14’ün koleoptil çapı ortalaması 1.38 mm, baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar’ın koleoptil çapı ortalaması 1.52 mm olarak gözlenmiştir. F_4 hatlarına bakıldığında koleoptil çapı değerlerinin 4.096 mm (12 nolu hat) ile 0.969 mm (58 nolu hat) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bunun yanında kontrol genotiplerin koleoptil çapları sırasıyla; Cumhuriyet çeşidi 1.293 mm, Sagittario çeşidi 1.313 mm, Basribey çeşidi 1.35 mm ve Ziyabey çeşidi 1.492 mm olarak ölçümlenmiştir.

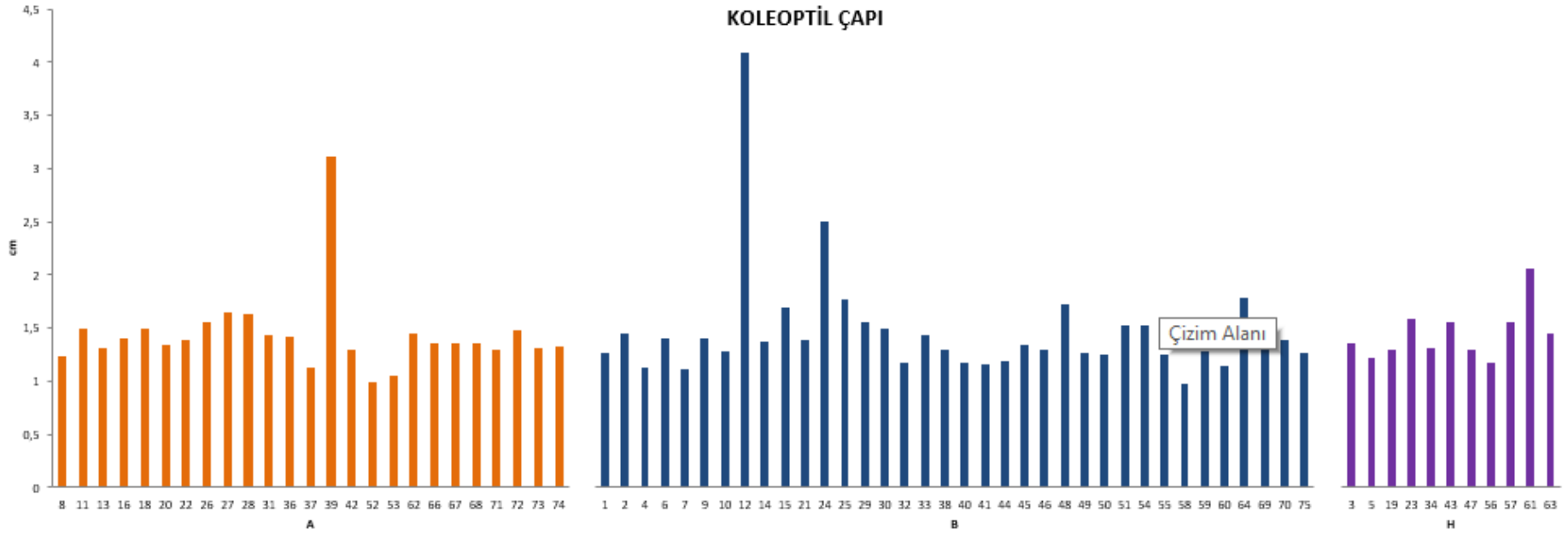
Çizelge 4.16. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin koleoptil çapı ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	1.262	29	1.549	57	1.549
2	1.456	30	1.489	58	0.969
3	1.356	31	1.436	59	1.274
4	1.136	32	1.176	60	1.149
5	1.216	33	1.436	61	2.051
6	1.396	34	1.316	62	1.451
7	1.116	36	1.416	63	1.451
8	1.237	37	1.136	64	1.784
9	1.396	38	1.296	66	1.351
10	1.288	39	3.111	67	1.351
11	1.496	40	1.176	68	1.351
12	4.096	41	1.161	69	1.311
13	1.316	42	1.296	70	1.391
14	1.376	43	1.556	71	1.301
15	1.696	44	1.186	72	1.476
16	1.409	45	1.336	73	1.317
18	1.489	46	1.299	74	1.331
19	1.302	47	1.289	75	1.271
20	1.349	48	1.724		
21	1.389	49	1.269	Ebeveynler	
22	1.394	50	1.249	BSJ-14	1.388
23	1.589	51	1.529	Scholar	1.520
24	2.509	52	0.989	Kontrol genotipler	
25	1.769	53	1.049	Cumhuriyet	1.293
26	1.549	54	1.529	Basribey	1.350
27	1.644	55	1.249	Ziyabey	1.492
28	1.629	56	1.169	Sagittario	1.313

LSD: 0.111

Şekil 4.8'de *Rht-4* markörü Xwmc317'ye göre anne ebeveyn BSJ14'ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar'ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların koleoptil çapı değerleri mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların koleoptil çapı ortalama değeri 1.434 mm olup; 0.989 mm ile 3.111 mm arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama koleoptil çapı 1.463 mm olup; 0.969 mm ile 4.096 mm arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama koleoptil çapı ise 1.44 mm olup; 1.169 mm ile 2.051 mm arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.





Şekil 4.8. *Rht-4* markörü ile (*Xwmc317*) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların koleoptil çapı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

4.1.9 İlk yaprak uzunluğu (cm)

Buğdayın sapının içi boştur, sapın üzerinde boğumlar vardır. Gövdedeki her boğumdan bir yaprak çıkar. Boğum adedince yaprak bulunur. Yaprakların uzun kınları vardır. İlk yapraklar çim kını içerisinde bulunur (MEB., 2012)

İncelenen popülasyonda kontrol çeşitlerin ilk yaprak uzunluğu için yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Kontrol çeşitlerin ilk yaprak uzunluğu arasındaki varyasyon istatistikî olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17. İlk yaprak uzunluğu karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	8.294	2.073	0.7506d	3.260	5.410
Şahit	3	33.555	11.185	4.048*	3.490	5.950
Hata	12	33.154	2.763			
Genel	19	75.003	3.948			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

Çizelge 4.18’de; çalışmada kullanılan F_4 hatlarının, bu hatlara ait ebeveynlerin ve şahit olarak kullanılan kontrol genotiplerin ilk yaprak uzunluğu değerleri verilmiştir. Çalışmada anne ebeveyn olarak kullanılan BSJ-14’ün ilk yaprak uzunluğu ortalaması 13.04 cm, baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar’ın ilk yaprak uzunluğu ortalaması 15.77 cm olarak gözlenmiştir. F_4 hatlarına bakıldığında ilk yaprak uzunluğu ortalamalarının 2.00 cm (50 nolu hat) ile 23.06 cm (26 nolu hat) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bunun yanında kontrol genotiplerin ilk yaprak uzunlukları sırasıyla; Cumhuriyet çeşidi 8.97 cm, Ziyabey çeşidi 9.40 cm, Sagittario çeşidi 10.79 cm ve Basribey çeşidi 12.27 cm olarak ölçümlenmiştir.

Çizelge 4.18. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin ilk yaprak uzunluğu ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	10.66	29	7.56	57	9.41
2	12.24	30	12.18	58	7.76
3	9.02	31	13.14	59	6.04
4	11.10	32	11.45	60	15.19
5	10.62	33	2.41	61	2.86
6	10.99	34	9.77	62	7.76
7	15.59	36	13.03	63	12.76
8	11.77	37	6.61	64	2.66
9	4.46	38	12.09	66	4.06
10	10.88	39	12.11	67	9.36
11	5.02	40	15.09	68	5.46
12	11.22	41	16.41	69	11.32
13	9.38	42	9.59	70	12.30
14	9.34	43	10.09	71	4.76
15	7.63	44	5.86	72	3.06
16	8.66	45	11.31	73	4.16
18	16.26	46	3.59	74	7.90
19	3.18	47	13.05	75	12.80
20	10.68	48	11.29		
21	11.78	49	9.31	Ebeveynler	
22	10.36	50	2.00	BSJ-14	13.04
23	7.76	51	9.79	Scholar	15.77
24	15.62	52	8.79	Kontrol genotipler	
25	13.71	53	12.99	Cumhuriyet	8.97
26	23.06	54	9.01	Basribey	12.27
27	6.82	55	7.19	Ziyabey	9.40
28	8.68	56	11.47	Sagittario	10.79

LSD: 2.291

Şekil 4.9’da *Rht-4* markörü Xwmc317’ye göre anne ebeveyn BSJ14’ün band desenine sahip bireylerin ortalaması turuncu sütunlar, baba ebeveyn Scholar’ın band desenine sahip bireylerin ortalaması mavi sütunlar ve heterozigot olan hatların ilk yaprak uzunluğu değerleri mor sütunlarda verilmiştir. Anne ebeveyne sahip hatların ilk yaprak uzunluğu ortalama değeri 9.338 cm olup; 3.055 cm ile 23.06 cm arasında bir değişim göstermiştir. Baba ebeveyne benzerlik gösteren hatların ortalama ilk yaprak uzunluğu 9.99 cm olup; 2.00 cm ile 16.41 cm arasında çeşitlilik göstermiştir. Heterozigot yapıda olan hatların ortalama ilk yaprak uzunluğu ise 9.09 cm olup; 2.855 cm ile 13.04 cm arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.9. *Rht-4* markörü ile (*Xwmc317*) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların ilk yaprak uzunluğu özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Rht-1 ve *Rht-2* genlerini içeren farklı melez kombinasyonlarda koleoptil uzunluğunun kalıtımının incelendiği bir çalışmada ilk yaprak uzunluğunun koleoptil uzunluğu ile pozitif ve önemli bir ilişki ($r=0.96$) gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacı, koleoptil uzunluğu yüksek olan genotiplerde ilk yaprak uzunluğunun da yüksek oranda ortaya çıkacağını belirtmiştir (Ateş, 2014).

4.1.10 Tane ağırlığı (g)

Birçok araştırmacı, daha küçük taneye kıyasla daha büyük taneden çimlenen tahıl bitkilerinde çimlenme gücü, gelişimi ve çıkış ile yüksek verim arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Tritikalede büyüyen tane boyutunun çimlenme ve çıkış oranını da arttırdığı saptanmıştır (Keshavarz et al., 2013). Baalbaki ve Copeland (1997), buğdayda tohum boyutunun sadece çimlenme ve çıkış değil verim komponentlerini ve tane verimini de etkilediğini bildirmiştir. Buradan tohum boyutunun dolayısıyla tane ağırlığının çimlenme ve çıkış oranında önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır (Fateh et al., 2012).

İncelenen popülasyonda kontrol çeşitlerin tane ağırlığı için yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Kontrol çeşitler arasındaki varyasyon istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.19. Tane ağırlığı karakterine ait augmented deneme deseninde elde edilen varyans sonuçları analiz

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamları	Kareler Ortalamaları	F Bulunan	F Cetvel (%5)	F Cetvel (%1)
Blok	4	0.000	0.000	2.1156d	3.260	5.410
Şahit	3	0.000	0.000	0.3356d	3.490	5.950
Hata	12	0.000	0.000			
Genel	19	0.000	0.000			

* : %5 önemlilik düzeyi ** : %1 önemlilik düzeyi öd: önemli değil

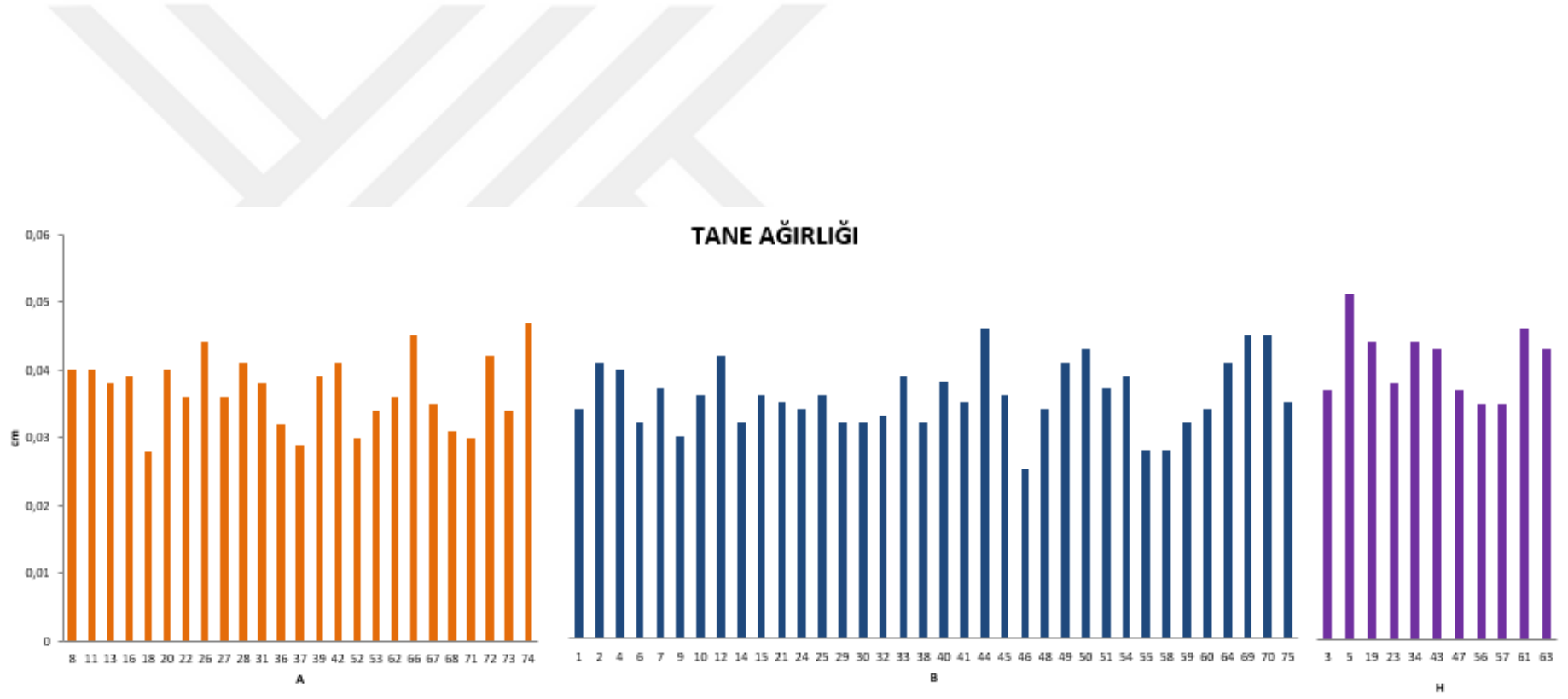
Çizelge 4.20’de; çalışmada kullanılan F_4 hatlarının, bu hatlara ait ebeveynlerin ve şahit olarak kullanılan kontrol genotiplerin tane ağırlığı değerleri verilmiştir. Çalışmada anne ebeveyn olarak kullanılan BSJ-14’ün tane ağırlığı ortalaması 0.056 g, baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar’ın tane ağırlığı

ortalaması 0.08 g olarak gözlenmiştir. Anne band desenine sahip olan hatların tane ağırlığı ortalaması 0,037 g, baba band desenine sahip hatların tane ağırlığı ortalaması 0,036 g ve heterozigot band desenine sahip hatların ortalaması ise 0,041 g olarak belirlenmiştir. F₄ hatlarına bakıldığında tane ağırlığı ortalamalarının 0.025 g (46 nolu hat) ile 0.051 g (5 nolu hat) arasında değiştiği belirlenmiştir. Bunun yanında kontrol genotiplerin tane ağırlığı ortalamaları sırasıyla; Cumhuriyet, Sagittario ve Basribey çeşitleri için 0.038 g ve Ziyabey çeşidi için 0.039 g olarak ölçümlenmiştir.

Çizelge 4.20. F₄ generasyonunda bulunan hatların ve kontrol olarak kullanılan genotiplerin tane ağırlığı ortalamaları

Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama	Genotip No	Ortalama
1	0.034	29	0.032	57	0.035
2	0.041	30	0.032	58	0.028
3	0.037	31	0.038	59	0.032
4	0.04	32	0.033	60	0.034
5	0.051	33	0.039	61	0.046
6	0.032	34	0.044	62	0.036
7	0.037	36	0.032	63	0.043
8	0.04	37	0.029	64	0.041
9	0.03	38	0.032	66	0.045
10	0.036	39	0.039	67	0.035
11	0.04	40	0.038	68	0.031
12	0.042	41	0.035	69	0.045
13	0.038	42	0.041	70	0.045
14	0.032	43	0.043	71	0.03
15	0.036	44	0.046	72	0.042
16	0.039	45	0.036	73	0.034
18	0.028	46	0.025	74	0.047
19	0.044	47	0.037	75	0.035
20	0.04	48	0.034		
21	0.035	49	0.041	Ebeveynler	
22	0.036	50	0.043	BSJ-14	0.056
23	0.038	51	0.037	Scholar	0.08
24	0.034	52	0.03	Kontrol genotipler	
25	0.036	53	0.034	Cumhuriyet	0.038
26	0.044	54	0.039	Basribey	0.038
27	0.036	55	0.028	Ziyabey	0.039
28	0.041	56	0.035	Sagittario	0.038

LSD: 0.004



Şekil 4.10. *Rht-4* markörü ile (Xwmc317) anne, baba ve heterozigot bant deseni veren hatların tane ağırlığı özelliği değerleri ve grafiksel dağılımları.

Uğurbaşçiçek, (2018) *Rht-5* cücelik geninin etkilerini incelediği Marj-12 ebeveyni ile Scholar ebeveyni arasında yapılan melezlemenin F_4 generasyonunda *Rht-5* genini taşıyan, taşımayan ve heterozigot olan hatlarda tane ağırlığı ortalama değerlerini sırasıyla 0.0363 g, 0.0423 g ve 0.0429 g olarak saptamıştır. *Rht-4* geninin incelendiği bu çalışmada elde edilen tane ağırlığı değerleri daha düşük gözlenmiştir.

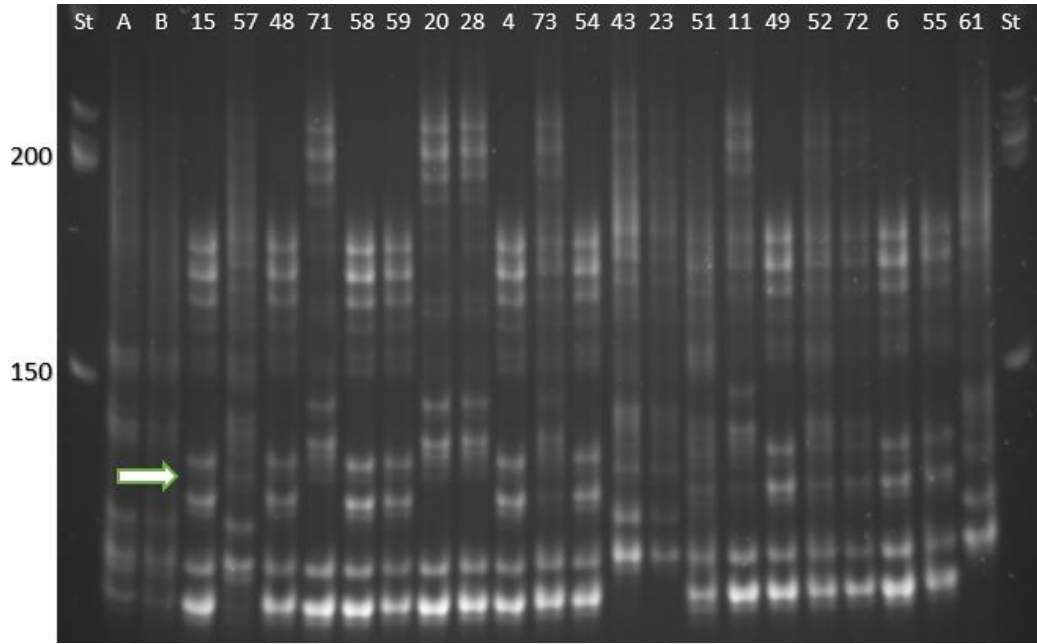
4.2 Moleküler Çalışmalar

Çalışmada kullanılan *Rht-4* cücelik geninin kromozom lokasyonu Vigour 18 x Burt ert (*Rht-4*) melezinin katlanmış haploid populasyonu kullanılarak Ellis et al (2005) haritalanmıştır. Buğdayda 2BL üzerinde birkaç mikrosatelit markörü bitki boyu ile ilişkili bulunsa da en büyük fenotipik varyasyonu Xwmc317 markörü göstermiştir (Ellis et al 2005). Bu nedenle bu tez çalışmasında *Rht-4* markörü olarak Xwmc317 SSR markörü olarak kullanılmıştır.

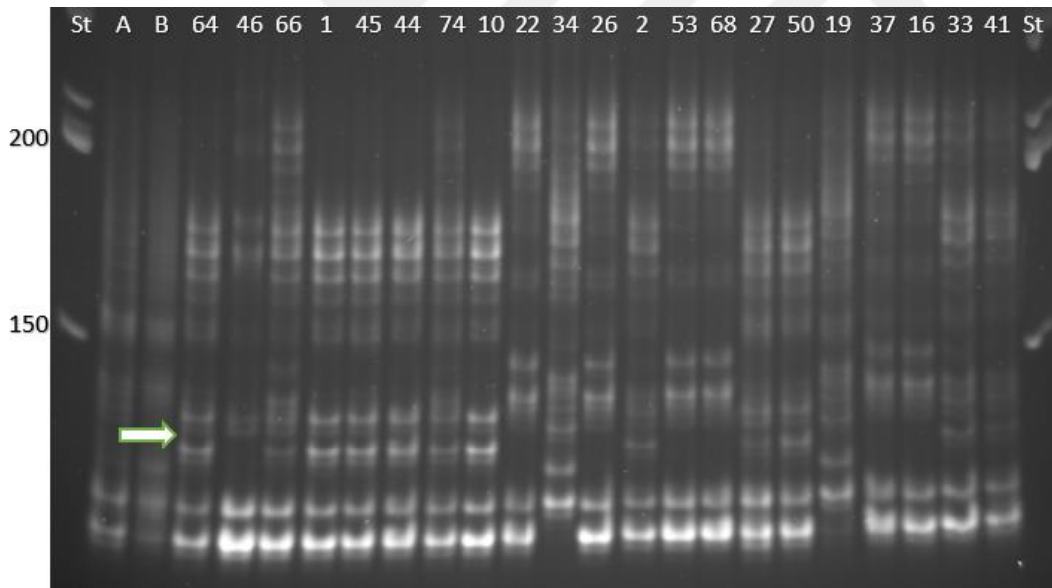
4.2.1 Bantların skorlanması

Popülasyonu oluşturan anne (BSJ-14) ve baba (Scholar) ebeveynlerle birlikte F_4 hatlarının Xwmc317 markörü kullanılarak elde edilen bant desenleri dört ayrı jelde toplanmış ve her bir jel ayrı ayrı incelenerek değerlendirilmiştir (Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14). Her jelin başındaki ilk iki sırada sırasıyla önce anne ve sonra baba ebeveyn olarak yer aldığından bant değerlendirilmesi esnasında bu iki ebeveyn referans alınmıştır. Anne ebeveynin bant desenine sahip olan hatlara A (anne) harfi, baba ebeveynin bant desenine sahip olan hatlara B (baba) harfi, her iki ebeveynin bant desenine sahip olanlar da H (heterozigot) harfi verilmiştir.

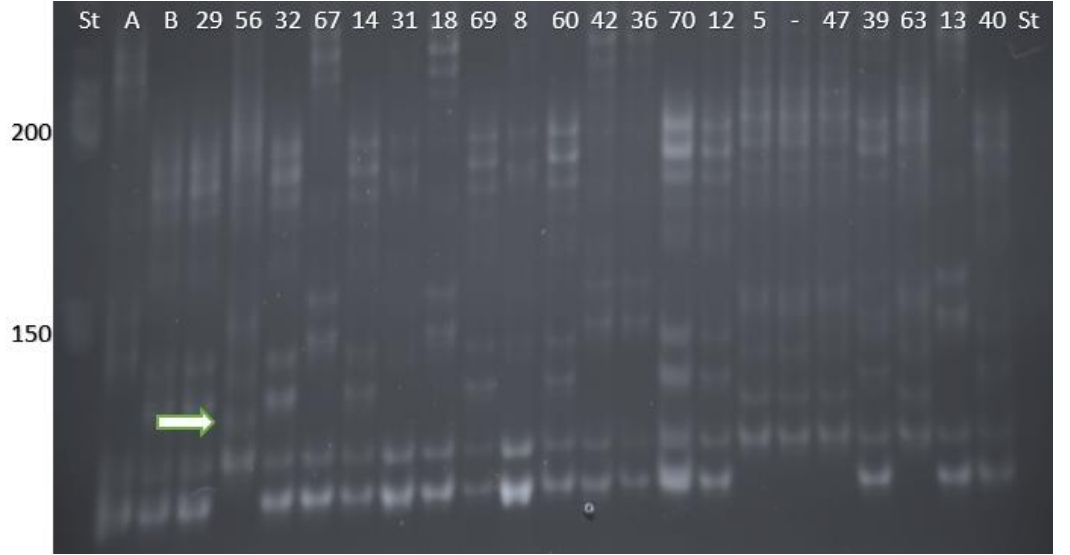
F_4 popülasyonu ve ebeveynlere ait jel görüntüleri hatların sırayla yer aldığı Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de verilmiştir.



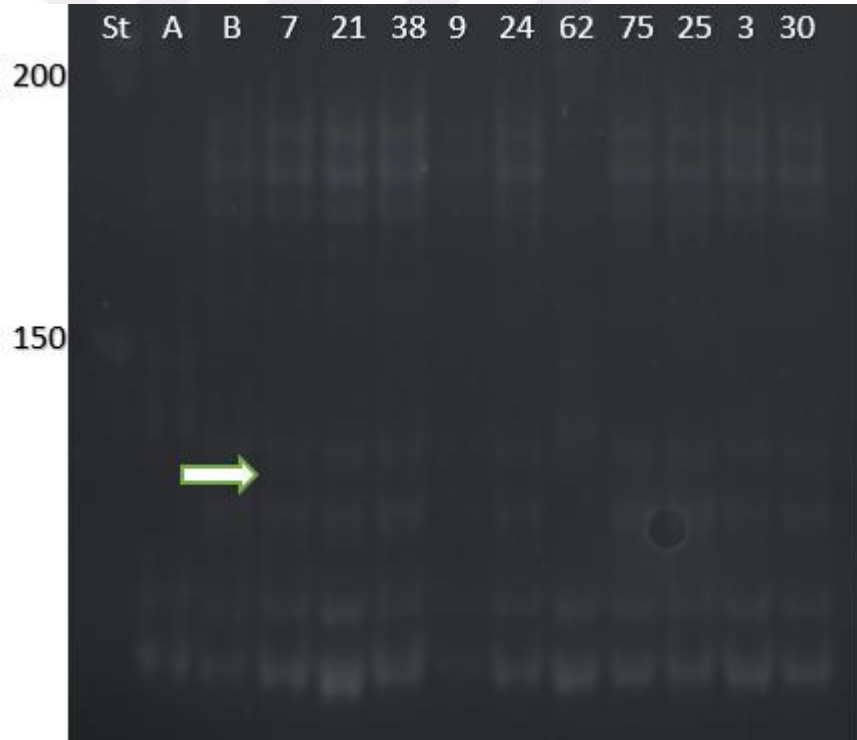
Şekil 4.11. Xwmc317 markörünün 15-61 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder).



Şekil 4.12. Xwmc317 markörünün 64-41 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder).



Şekil 4.13. Xwmc317 markörünün 29-40 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder).



Şekil 4.14. Xwmc317 markörünün 7-30 nolu hatlarda jel görüntüsü (A:BSJ-14, B:Scholar, St:50 bp DNA Ladder).

Rht-4 markörü olarak kullanılan *Xwmc317* markörünün F_4 generasyonunda bulunan hatları ayırlamada kullanılan polimorfik bandı 131-140 baz çifti (bç) arasında gözlenmiştir. *Xwmc317* markörünü *Rht-4* geninin markörü olarak saptayan Ellis et al (2005) söz konusu markörün *Rht-4* genini taşıyan Burt ert genotipinde 170 bç uzunluğunda herhangi bir *Rht* geni taşımayan Vigour 18 ebeveyninde 150 bç uzunluğunda band verdiğini bildirmiştir.

BSJ14 x Scholar melez kombinasyonun F_4 generasyonunda bireylerin *Rht-4* markörü olan *Xwmc317* ile taranması sonucunda 72 bireyin anne, baba ve heterozigot bant skorları her jel için ayrı ayrı Çizelge 4.21’de gösterilmiştir. F_4 populasyonundaki bireylerden 25 tanesi anne band desenini, 36 tanesi baba band desenini ve 11 tanesi ise heterozigot band desenini göstermektedir (Çizelge 4.21). Al-ajlouni (2008) buğday ıslah denemesinde bulunan farklı genotiplerde *Xwmc317* SSR markörü ile *Rht-4* genini incelemiş ve *Rht-4* markörünün bitki boyunda pozitif bir etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. İncelediği genotiplerden 11 genotipin söz konusu markör bandına sahip olduğunu 49 genotipin ise bu banda sahip olmadığını saptamıştır.

Çizelge 4.21. BSJ-14 x Scholar F_4 populasyonunun *Xwmc317* markörü ile tarama sonuçları

Xwmc317	1. JEL	hatlar	15	57	48	71	58	59	20	28	4	73	54	43	23	51	11	49	52	72	6	55	61
		tarama	B	H	B	A	B	B	A	A	B	A	B	H	H	B	A	B	A	A	B	B	H
	2. JEL	hatlar	64	46	66	1	45	44	74	10	22	34	26	2	53	68	27	50	19	37	16	33	41
		tarama	B	A	A	B	B	B	A	B	A	H	A	B	A	A	B	B	H	A	A	B	B
	3. JEL	hatlar	29	56	32	67	14	31	18	69	8	60	42	36	70	12	5	-	47	39	63	13	40
		tarama	B	H	B	A	B	A	A	B	A	B	A	A	B	B	H		H	A	H	A	B
	4. JEL	hatlar	7	21	38	9	24	62	75	25	3	30	BSJ14		SCH								
		tarama	B	B	B	B	B	A	B	B	H	B	A		B								

Buğday kendine döllen bir bitki olduğundan herhangi bir melezin F_4 popülasyonu %87.5 oranında homozigot ve %12.5 oranında heterozigot bireylerden oluşur. Homozigot bitkilerin yarısı (%43.75) anne diğer yarısı ise baba genotipinde olması beklenir. Çalışmada kullanılan popülasyon *Rht-4* geninin markörü Xwmc317 sonuçları bakımından incelendiğinde elde edilen değerler (gözlenen değerler) ve beklenen değerler Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. BSJ-14 x Scholar F_4 popülasyonundaki bireylerin Xwmc317 markörü ile tarama sonucu *Rht-4* geni açısından dağılımı

	Birey sayısı		Khi-Kare Değerleri Khi-Kare=(G-B) ² /B
	Gözlenen değer	Beklenen değer	
Anne band deseni	25	31.5	1.341
Baba band deseni	36	31.5	0.643
Heterozigot band deseni	11	9	0.444
Toplam birey sayısı	72	72	2.428

Çizelge 4.22’de yapılan Khi-Kare analizinde serbestlik derecesi $n-1=3-1=2$ olarak kullanılmış ve Khi-kare Tablo değeri= 4.86 olarak gözlenmiştir. Elde edilen Khi-kare değeri ise 2.43 olarak hesaplanmış ve Khi-kare Tablo değerinden daha küçük olarak saptanmıştır. Dolayısıyla *Rht-4* cücelik geninin F_4 popülasyonundaki dağılımı teorik olarak beklenen dağılımla istatistiki olarak uyumlu çıkmıştır. Diğer bir ifade ile *Rht-4* cücelik geninin gözlenen değerleri beklenen değerlerine uymaktadır.

Scholar ebeveyni ile ayrı ayrı *Rht-12* ve *Rht-13* genlerini taşıyan ebeveynlerle yapılan melezlemenin F_4 popülasyonunda söz konusu genlerin etkilerini inceleyen bir çalışmada yapılan Khi-kare analizi sonucu bu genlerin teorik olarak beklenen sınırlar içerisinde olduğu saptanmıştır (Mutlucan 2014). Diğer taraftan Uğurbaşçiçek (2018) Marj12 x Scholar melez kombinasyonunun F_4 generasyonunda *Rht-5* geninin dağılımını teorik olarak beklenenden farklı bulmuştur.

4.2.2 Regresyon analizi sonuçları

Tez çalışmasında kullanılan BSJ14 x Scholar melez kombinasyonuna ait F₄ generasyonunda incelenen hatlarda ölçülen özellikler ile söz konusu cücelik geni *Rht-4* geni arasındaki regresyon analiz sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında; *Rht-4* geni agronomik özellikler arasında başak uzunluğu özelliğinde görülen varyasyonu %10 oranında açıklamaktadır. *Rht-4* geninin bu özelliğe eklemeli gen etkisi 0.18 gözlenirken dominant gen etkisi 0.97 olarak tahminlenmiştir. *Rht-4* geni incelenen bu popülasyonda diğer özelliklerde gözlenen varyasyonun istatistiki olarak önemli bir bölümünü açıklamamaktadır.

Çizelge 4.23. *Rht-4* geni incelenen özellikler arasındaki regresyon analiz sonuçları

Özellik	Olabilirlik oranı istatistiği	% Fenotipik Varyans	P Değeri	Eklemeli Genetik Etki	Dominant Genetik Etki
Başak Uzunluğu	7.5	10	0.02398	0.18	0.97

Çalışmamızda baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar çeşidi başka bir çalışmada oluşturulan melezin yine baba ebeveyni olarak kullanılmış ve *Rht-5* geninin etkileri incelenmiştir. Yapılan regresyon analiz sonucunda *Rht-5* geni çalışmada incelenen bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta başakçık sayısı ve üst boğum uzunluğu özelliklerinde gözlenen fenotipik varyansın sırasıyla %32, %27, %15, %13 ve %13 oranında açıklamıştır. Bizim çalışmamızda ise *Rht-4* geni başak uzunluğundaki fenotipik varyasyonu %10 oranında açıklamıştır (Uğurbaşçiçek 2018).

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Buğday, geçmişte olduğu gibi günümüzde de insan beslenmesinde en fazla kullanılan kültür bitkileri arasında gerek ekiliş gerekse üretim bakımından Dünya'da ilk sırada yer almaktadır. Buğdayın sahip olduğu geniş adaptasyon yeteneği dünyanın her yerinde yetiştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Yeşil devrim ile birlikte ortaya çıkan cücelik genleri (*Rht*) buğday tarihinde bir dönüm noktası niteliği taşır. *Rht* genleri onları taşıyan çeşitlerin metabolizmalarındaki temel değişimi etkilemektedir. *Rht* genleri ile yapılan bitki ıslah çalışmalarının sonucunda yarı cüce bitki boyuna sahip, yatmaya dayanıklı ve verimi yüksek çeşitler elde edilebilmektedir.

Yapılan bu çalışmada *Rht-4* cücelik genini taşıyan BSJ14 genotipi ile Scholar ekmeklik buğday çeşidi arasında yapılan melezlemenin F₄ generasyonundaki hatlarında *Rht-4* genine ait olan Xwmc317 SSR markörü kullanılarak mevzubahis geni taşıyan ve taşımayan bitkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda bazı agronomik özelliklerde (koleoptil uzunluğu, koleoptil çapı, bitki boyu, başakta tane sayısı, başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, tane ağırlığı, üst boğum uzunluğu, ilk yaprak uzunluğu) de ölçümlenmiştir.

Çalışmamızda kontrol çeşitler olarak Cumhuriyet, Ziyabey, Basribey ve Sagittario ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, F₄ generasyonunda bulunan hatların kullanıldığı çalışmada kontrol çeşitlerin bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tane ağırlığı, üst boğum uzunluğu ve koleoptil uzunluğu özellikleri açısından birbirinden istatistiki olarak farksız olduğu bulunmuştur.

Başakta başakçık sayısı, koleoptil çapı ve ilk yaprak uzunluğu özellikleri bakımından kontrol olarak kullanılan çeşitler arasındaki farklılık sırasıyla %5, %1 ve %1 istatistiki seviyelerinde önemli olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan varyans analiz sonuçları incelendiğinde söz konusu deneme deseninin blokları arasında sadece koleoptil çapı açısından istatistiki olarak önemli farklılık (%1) saptanmıştır.

F₄ populasyonunu oluşturan *Rht-4* genini taşıyan BSJ14 ebeveyninin boyu 69.20 cm gözlenirken baba ebeveyn Scholar'ın boy ortalaması 104.20 cm belirlenmiştir. F₄ populasyonunu oluşturan hatların bitki boyu ortalama değerleri 65.57 cm ile 117.63 cm arasında değişim göstermiştir. *Rht-4* geni markörü Xwmc317 ile edilen bant desenleri dikkate alındığında; anne ebeveynin bandına sahip hatlarda ortalama bitki boyu değeri 95.85 cm, baba ebeveynin bandına sahip hatlarda ortalama bitki boyu değeri 101 cm, heterozigot yapıdaki hatların ortalama bitki boyu değeri ise 100.17 cm olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın materyalini oluşturan populasyonun anne ebeveyni olarak kullanılan BSJ-14'ün koleoptil uzunluğu ortalaması 6.38 cm, baba ebeveyn olarak kullanılan Scholar'ın koleoptil uzunluğu ortalaması 6.16 cm olarak belirlenmiştir. Bu ebeveynler arasında yapılan melezlemenin F₄ hatlarının koleoptil uzunluk değerleri 0.98 cm ile 7.62 cm arasında değişim göstermiştir. Anne ebeveyn ile aynı bant desenini taşıyan hatların koleoptil uzunluğu değerleri 2.05 cm ile 6.88 cm arasında, baba ebeveyn ile aynı bant desenini taşıyan hatların ortalama koleoptil uzunluğu 2.63 cm ile 7.62 cm arasında ve heterozigot bant desenine sahip olan hatların koleoptil uzunluğu ise 0.98 cm ile 7.60 cm arasında değişim göstermiştir.

BSJ14 x Scholar melez kombinasyonun F₄ aşamasında bulunan bireylerin *Rht-4* markörü olan Xwmc317 ile taranması sonucunda bireylerden 25 tanesinin anne band desenine, 36 tanesinin baba bant desenine ve 11 tanesinin ise heterozigot bant desenine sahip olduğu tespit edilmiştir.

BSJ14 x Scholar melez kombinasyonunun F₄ aşamasında incelenen hatlarda ölçümlenen özellikler ile söz konusu cücelik geni *Rht-4* geni arasındaki regresyon analiz sonuçları incelendiğinde, *Rht-4* geni agronomik özellikler arasında başak uzunluğu özelliğinde görülen varyasyonu %10 oranında açıklamaktadır. *Rht-4* geninin bu özelliğe eklemeli gen etkisi 0.18 gözlenirken dominant gen etkisi 0.97 olarak tahminlenmiştir. *Rht-4* geni incelenen bu populasyonda diğer özelliklerde gözlenen varyasyonun istatistiki olarak önemli bir bölümünü açıklamamıştır.

Son yıllarda dünyada yaşanan iklim değışiklikleri ve olası su stresi koşulları altında özellikle yaygın olarak tarımı yapılan bitkilerde uygun genotiplerin belirlenmesi ve kullanılması kritik öneme sahiptir. Bu açıdan bakıldığında buğday bu bitkilerin başında gelmektedir. Nitekim buğday üzerinde özellikle kuraklık çalışmaları son yıllarda yoğunluk kazanmıştır. Çalışmamızda da aslında buğdayda kuraklık ile doğrudan ilişkili Rht genlerinden birisi çalışılmıştır. *Rht-4* geni tarımı yapılan buğday çeşitlerinde yaygın olarak bulunmasa da bundan sonraki yapılacak buğday ıslah çalışmalarında özellikle de bitki boyu ve koleoptil uzunluğu bakımından yer alabilir. Bu nedenle bu tez çalışmasında elde edilen verilerin gelecek araştırmalara ışık tutması düşünülmektedir. Diğer taraftan incelenen materyal içerisinde özellikle değışen iklim şartlarına uygun kısa boylu ve uzun koleoptile sahip hatların sonraki generasyonlara aktarılması için seçilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Açıkgöz, N., İlker, E. ve Gökçöl, A.,** 2004, Biyolojik Araştırmaların Bilgisayarda Değerlendirilmesi. ISBN: 973-483-607-8 E.Ü. Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın No:2 Bornova-İzmir.
- Ahloowalia, B. S. and Maluszynski, M.,** 2001, Induced mutations – A new paradigm in plant breeding. Euphytica. 118: 167-173.
- Allan R.E., Vogel O.A. and Peterson C.J.,** 1962, Seedling emergence rate of fall-sown wheat and its association with plant height and coleoptile length. Agron J 54:347-350 pp.
- Anonim,** 2014, <http://hayrabolutb.org.tr/media/ziraat/Bugday-Tarimi.pdf> (Erişim tarihi:10 Ocak 2017)
- Anonim,** 2016, Türkiye'nin Buğday Atlası, WWF-Türkiye, <http://www.wwf.org.tr/6140> (Erişim tarihi:10 Şubat 2019)
- Anonim,** 2018, <http://deryaun.com.tr/faydal%C4%B1bilgi/bu%C4%9Fday%C4%B1nco%C4%9Frafyas%C4%B1> (Erişim tarihi: 05 Şubat 2019)
- Anonim,** 2019, <https://www.netortami.net/gida-teknolojileri-bin-tane-agirligi/> (Erişim tarihi: 03 Mart 2019)
- Ateş, F.,** 2014, Bazı Modern Buğday Varyeteleri ve Yerel Çeşitlerin Melez Populasyonlarında Koleoptil Uzunluğunun Kalıtımı.
- Baalbaki, R.Z and Copeland, L.O.,** 1977 Seed size, density and protein content effects on field performance of wheat , Seed Sci . Technol, 25: 511-521
- Balkan, A. ve Gençtan, T.,** 2009, Bazı fotosentez organlarının ekmeklik buğdayda verim unsurları üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2); 137-148.
- Bilgin, A.Y.,** 1997, Üç Ekmeklik Buğday Çeşidinde Farklı Kardeş Sayısının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Trakya Üniv. Fen Bil. Ensti. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55 s.
- Binbaşaran Tüysüzöğlu B., ve Gülsaçan M.,** 2004, Türkiye’de GDO, Bilim ve Teknik, 36-43

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Boggini, G.P., Vaccino, O., Brandolini, A. and Cattaneo M.,** 2003, Genetic variability of Strampelli bread wheat realizations detected by protein composition and by AFLP In: Proceedings of the Tenth International Wheat Symposium, Paestum Italy, 2003 (Pogna NE, Romano M, Pogna EA, Galterio G, eds.). Rome: Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura Roma; 101–105.
- Bonnett, G.D. and Incoll, L.D.,** 1993, Effects on the Stem of Winter Barley of Manipulating the Source and Sink during Grain-Filling. 2. Changes in the Composition of Water-Soluble Carbohydrates of Internodes. J Exp Bot 44: 83-91
- Borner, A., Worland, A.J., Plaschke, J., Schumann, E. and Law, C.N.,** 1993, Pleiotropic effects of genes for reduced height (*Rht*) and day-length insensitivity (*Ppd*) on yield and its components for wheat genes in middle Europe. Plant Breeding, 111: 204-216.
- Borner, A., Plaschke, J., Korzun, V. and Worland, A.J.,** 1996, The relationships between the dwarfing genes of wheat and rye. Euphytica 89: 69-75.
- Borojevic, S.,** 1990 b, Genetic improvement in wheat yields potential. Savremena poljoprivreda, Novi Sad 38 (1–2):25–47.
- Borojevic, S. and Potocanac J.,** 1966, The development of the Yugoslav programme for creating high-yielding wheat varieties. Proc. 5th Yugoslav Symposium on Research of Wheat. Savremena Poljoprivreda. Novi Sad 14 (11–12):7–36.
- Borojevic, K.,** 2000, The impact of Strampelli's varieties in Yugoslavia and surrounding countries In Wheat from Rieti worldwide (Atti Convegno, ed.). Rieti.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Borojevic, K.**, 2003, Art and science of Italian wheat breeding and its influence on breeding in South and Central Europe. In Proceeding of the Tenth International Wheat Symposium, Paestum, Italy 2003 (Eds N. E. Pogna, M. Romano, A. E. Pogna & G. Galterio), pp. 109–113. Rome: Istituto Sperimentale per Cerealicoltura
- Botwright, T.L., Rebetzke, G.J., Condon, A.G. and Richards, R.A.**, 2001, Influence of variety, seed position and seed source on screening for coleoptile length in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica* 119: 349–356.
- Cakır, M., Lawson, W., Vitou, J., Kollehn, D., Ilbi, H., Haley, S., Peairs, F., Mornhinweg, D., Bohssini, M., Ogonnaya, F., Lage, J., Tolmay, V., Malinga, J., Edwards, O., Christopher, M., Castro, A.M., Franckowiak, J., Kuchel, H., Jacobs, B., Barclay, I. and Sheppard, J.**, 2009a, Pre-Emptive Breeding and Molecular Marker Development for Resistance to Russian Wheat Aphid in Barley and Wheat: An International Collaboration. ABTS Proceedings, In Proceedings of 13th Australian Barley Technical Symposium, Sunshine Cost, Qld, Australia.
- Cakır M., Vitou, J., Kollehn, D., Lawson, W, Ilbi, H., Haley, S., Peairs ,F., Mornhinweg, D., Bohssini, M., Ogonnaya, F., Lage, J., Tolmay, V., Malinga, J., Edwards, O., Christopher, M., Castro, A.M., Franckowiak, J., Kuchel, H., Jacobs, B., Barclay, I., and Sheppard, J.A.**, 2009b, Global Effort in Breeding for Resistance to Russian Wheat Aphid in Wheat and Barley. Prooc. of 19th. International Triticeae Mapping Initiative – 3rd COST Tritigen. Clermont-Ferrand- France, 38p.
- Cetiner, S.**, 2013, Türkiye ve Dünyada Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvencesi: Sorunlar ve Öneriler , Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tuzla, İstanbul
- Cho, C.H., Kyu, H.O. and Lee, S.H.**, 1993, Origin, dissemination and utilization of semi dwarf genes in Korea In: Proc.7th Int. Wheat Genetic Symp. (Miller TE, Koebner RMD, eds.). Bath: Bath Press; 223–231.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Destro, D., Miglioranza, E., Arias, C.A.A., Vendrame, J.M. and Almeida, J.C.V.**, 2001, Main stem and tiller contribution to wheat cultivars yield under different irrigation regimes. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 44, N.4: 325-330pp.
- Doyle, J.J. and Doyle, J.L.**, 1987, A Rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue. Phytochem. Bull., 19, 11-15 pp.
- Du Y., Chen, L., Wang, Y., Yang, Z., Saeed, I., Daoura, B.G. and Hu, J.**, 2018, The combination of dwarfing genes *Rht4* and *Rht8* reduced plant height, improved yield traits of rainfed bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Turkish Field Crop Research 215: 149-155.
- Elgun, A. ve Ertugay, Z.**, 2002, Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 718, 411 sayfa, Erzurum.
- Ellis, M.H., Rebetzke, G.J., Chandler, P., Bonet, D., Speilmeyer, W., Richards, R.**, 2004, The effect of different height reducing genes on the early growth of wheat.
- Ellis, M.H., Rebetzke, G.J., Azanza, F., Richards, R.A. and Spielmeyer, W.**, 2005, Molecular mapping of Gibberellin-responsive dwarfing genes in bread wheat. Theor Appl Genet 111: 423-430
- Eserkaya, G.T.**, 2010., Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Makarna Kalitesini Etkileyen y-gliadin genleri Bakımından Moleküler ve Biyokimyasal Analizleri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, To
- Esfandiar, F., Majid, J., Shahrzad, S. and Rozita, J.**, 2012, Effect of salicylic acid and seed weight on germination of Wheat (CV. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress. European Journal of Experimental Biology, 2012, 2 (5):1680-1684
- Evenson, R.E. and Gollin, D.**, 2003, Assessing the impact of the green revolution, 1960 to 2000. Science ; 300:758–762. [PubMed]

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- FAO**, 2017, FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fateh, E., Jiriai, M., Shahbazi, S. and Jashni, R.**, 2012, Effect of salicylic acid and seed weight on germination of Wheat (CV. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress
- Feather, J. T., Qualset, C.O. and Vogt, H.E.**, 1968, Planting depth critical for short-statured wheat varieties. California Agriculture 22 (9): 12–14.
- Gale, M.D. and Gregory. R.S.**, 1977, A rapid method for early generation selection of dwarf genotypes in wheat. Euphytica 26: 733-739.
- Gale, M.D. and Youssefian, S.**, 1985, Dwarfing genes in wheat. Russell GE, editor. , Progress in Plant Breeding. Butterworths, London, 1–35pp.
- Gebbing, T.**, 2003, The enclosed and exposed part of the peduncle of wheat (*Triticum aestivum*): spatial separation of fructan storage, New Phytologist, vol. 159, 245-252pp.
- Gulnaz, S., Sajjad, M., Kahliq, I., Abdus, S.K. and Sultan, H.K.**, 2011, Relationship among Coleoptile Length, Plant Height and Tillering Capacity for Developing Improved Wheat Varieties
- GTHB**, 2011, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Hububat Hastalık ve Zararlıları Syf:6 <https://www.tarim.gov.tr/>
- Hazell, P.B.R.**, 2009, The Asian Green Revolution, 2020 vision initiative, International FoodPolicy Research Institute, 1-2pp.
- Hedden, P.**, 2003, The genes of the Green Revolution. Trends Genet 19: 5–9
- Herd, R., In**, 2010, Handbook of Agricultural Economics. Pingali P, Evenson R, editors. Amsterdam: Elsevier; 2010. 3253-3304pp.
- Heun, M., Schafer Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B. and Salamini, F.**, 1997, Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. Science, 278 (5341): 1312- 1314

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hoogendoorn, J., Pfeiffer, W.H., Rajaram, S. and Gale, M.D.,** 1988, Adaptive aspects of dwarfing genes in CIMMYT germplasm. Proceedings of the Seventh International Wheat Genetics Symposium, Cambridge, UK, July 13–19, 1988 Institute of Plant Science Research, Cambridge, UK, pp 1093–1100
- IGC,** 2016, International Grains Council, <https://www.igc.int/en/default.aspx>
- Jamali, K.D. and Arain, S.,** 2008, Coleoptile length studies in semi-dwarf wheat (*Triticum aestivum* L.) with different dwarfing genes, 11th International Wheat Genetics Symposium (24-29 August 2008), Australia, 221-223 pp.
- Jennifer, P., Peter, M., Frank, M. and Neil, C.,** 2013, (NSW Governments, February). Coleoptile length of wheat varieties,
- Jones, T.H., Vaillancourt, R.E. and Potts, B.M.,** 2007, Detection and visualization of spatial genetic structure in continuous *Eucalyptus globulus* forest. *Mol Ecol*, 16(4):697–707.
- Karasu, A., Yürür, N., Turgut, İ., Yağdı, K., Doğan, R., Emekliler, Y., Adak, M.S., Çiftçi, C.Y. ve Dağüstü, N.,** 2013, Tarla Tarımı Ders Kitabı, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Keshavarz, B., Ghasemlou, M., Aliheidari, N., Fahmi, R., Shojaee-Alibadi, S., J.Cran, M., Khaksar, R.,** 2013, Physical, mechanical and barrier properties of corn starch films incorporated with plant essential oils. *Carbohydrate Polymers*. Pages 1117-1126
- Keyes, G.J., Paolillo, D.J. and Sorrells Jr., M.E.,** 1989, The effects of dwarfing genes *Rht1* and *Rht2* on cellular dimensions and rate of leaf elongation in wheat. *Annals of Botany* 64: 683–690.
- Khlestkina, E.K. and Salina, E.A,** 2006, SNP markers: methods of analysis, ways of development and comparison on an example of common wheat. *Russian J Genet.* 42: 585-594.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kihara, H.**, 1983, Origin and history of ‘Daruma’, a parental variety of Norin 10. In S. Sakamoto, ed. Proc. 6th Int. Wheat Genetics Symp., Plant Germplasm Institute, University of Kyoto, Kyoto, Japan. Beijing, China Agricultural Sciencetech Press.
- Korzun, V. and Ebmeyer, E.**, 2003, Molecular markers and their applications in wheat breeding. Rome, Italy. p: 140-143
- Kün, E.**, 1996, Tahıllar-I. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:1451, Ders Kitabı: 431, Ankara.
- Lanning, S.P., Bowman H.F., Habernicht, D., Carlson G.R., Eckhoff J.L., Kushnak, G.D., Stougaard R.N., Wichman D.M. and Talbert, L.E.**, 2000, Registration of ‘Scholar’ wheat. Crop Sci. 40:861
- Liu, X., Li, R., Chang, X., Jing, R.**, 2012, Mapping QTLs for seedling root traits in doubled haploid wheat population under different water regimes. Euphytica. 2012 188:387-395
- Lorenzetti, R.**, 2000, La scienza del grano. Archivi di stato-Saggi 58-EdMinist. Beni Attivita Culturali. Rome.
- Lukyanenko, PP.**, 1973, Izabranie trudi. Selekcia i semenovodstvo ozimoj psenici Moskva: Kolos.
- Maas, E.V., Lesch, S.M., Francois, L.E. and Grive C.M.**, 1996, Contribution of individual culms to yield of salt-stressed wheat. Crop Science 36:142-149.
- Manly, K.F.Jr., Cudmore, R.H. and Meer, J.M.**, 2001, MapManager QTX, cross-platform software for genetic mapping. Mamm Genome 12: 930–932.
- MEB** , 2012, Tarım Teknolojileri , Serin İklim Tahılları Yetiştiriciliği , Ankara,Syf: 7
- McIntosh, R.A., Yamazaki, Y., Devos, K.M., Dubcovsky, J., Rogers, W.J. and Appels, R.**, 2003, Catalogue of gene symbols for wheat Proc. 10th Int. Wheat Genet. Symp41829

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Metho, L.A., Hammes, P.S. and Bayers, E.A.,** 1998, The effect of soil fertility on the contibution of main stem, tillers and kernel position to grain yield and protein content of wheat. *S. Afr.J. Plant Soil.*15(2):53-60.
- Mutlucan, M.,** 2014, Buğday'da (*Triticum aestivum* L.) Bitki boyu genleri ile koleoptil uzunluğu arasındaki ilişkilerin F₄ generasyonunda agronomik ve moleküler olarak belirlenmesi.
- Nonaka, S.,** 1995, Breeding of semi-dwarf wheat. *Rec Adv Plant Breed* 27:69-79.
- Ovesna, J., Polakova, K. and Leisova, L.,** 2002, DNA analyses and their Applications in Plant Breeding. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 38 (1): 29–40.
- Schlotterer, C.,** 2004. The evolution of molecular markers-just a matter of fashion? *Nat. Rev. Genet.*, 5, 63-69.
- Özkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R. and Salamini, F.,** 2002, AFLP Analysis of a Collection of Tetraploid Wheats Indicates the Origin of Emmer and Hard Wheat Domestication in Southeast Turkey. *Molecular Biology And Evolution*, 19 (10): 1797-1801
- Özkan, H., Brandolini, A., Pozzi, C., Effgen, S., Wunder, J. and Salamini, F.,** 2005, A Reconsideration of the Domestication Geography of Tetraploid Wheats. *Theoretical and Applied Genetics*, 110 (6): 1052-106
- Peng, J., Richards, D.E., Hartley, N.M., Murphy, G.P., Devos, K.M., Flintham, J.E., Beales, J., Fish, L.J., Worland, A.J. and Pelica, F.,** 1998, 'Green Revolution' genes encode mutant gibberellin response modulators. *Nature* 400: 256–261
- Peng Z. S., Li X., Yang Z. J. and Liao M.L.,** 2011, A new reduced height gene found in the tetraploid semi-dwarf wheat landrace Aiganfanmai. *Genet. Mol. Res.* 10 2349–2357. 10.4238/2011 [PubMed]
- Pumpa J., Martin P., McRae F. and Coombes N.,** 2013, Coleoptile Length of Wheat Varieties,
- Rabinovich, S.V.,** 1972, Sovremeninie sorta psenici i ih rodoslovie Kiev: Uroshay

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Röder, M.S., Huang, X.O., Ganal, M.W.,** 2004, Wheat microsatellites: potantiel and implications. Berling Heidelberg, p: 255-266
- Rafalski, J.A.,** 2002, Applications of single nucleotide polymorphisms in crop genetics. Curr. Opin. Plant Biol. 5: 94-100
- Rangwen, R., Akkaya, M.S., Bhagwar, A.A., Lavi, U. and Cregan, P.B.,** 1995, The use of microsatellite DNA markers for soybean genotype identification. Theor. Appl. Genet. 90:43-48.
- Rebetzke, G.J., Ellis, M.H., Bonnett, D.G., Mickelson, B.J., Condon, A.G. and Richard,s R.A.,** 2012, Height reduction and agronomic performance for selected gibberellin-responsive dwarfing genes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Field Crops Res 126:87-96 pp.
- Ridout, C.R. and Donini, P.,** 1999, Use of AFLP in cereals research. Trends in Plant Science. 4:76-79
- Salamini, F., Özkan, H., Brandolini, A., Schafer-Pregl, R. and Martin, W.,** 2002, Genetics and Geography of Wild Cereal Domestication in the Near East. Nature Reviews Genetics, 3 (6): 429-441
- Sally, R.C. , Scott, D., Haley, P., Byrne, F. and Xueyan., S.,** 2007, Trait Associations at the *Xgwm 261* and *Rht-B1* Loci in Two Winter Wheat Recombinant Inbred Line Populations
- Staub, J.E., Serquen F.C. and Gubta. M.,** 1996, Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. HortScience. 31: 729-740
- Strampelli, N.,** 1932, Origini, sviluppi, lavori e risultati. Milano, Italy: Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, Alfieri & Lacroix
- Süzer, S.,** 1992, Buğday Tarımında Yüksek Verim Almanın Yolları. Marmara' da Tarım Dergisi. 51(5-7)).
- Süzer, S.,** 2004, Trakya koşullarında sürdürülebilir tarımın toprak verimliliği ve ekosistemin korunmasına etkileri. <http://www.ttae.gov.tr/>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tang, N., Jiang, Y., He, B. and Hu, Y.,** 2009, The Effects of Dwarfing Genes (Rht-B1b, Rht-D1b, and Rht8) with Different Sensitivity to GA3 on the Coleoptile Length and Plant Height of WheatAgricultural Sciences in China 8(9): 1028-1038 pp.
- Tayat, E.,** 2014, Edirne İlinde Buğday Tarlalarında Görülen Yaprak Biti (Homoptera: Aphidoidea) üzerine araştırmalar
- Tonkin, R.,** 2004, The influence of seeding density and environmental factors on grain quality of main stems and tillers of wheat in South Australia. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy School of Earth and Environmental Sciences The University of Adelaide. 207 p.
- TUIK.,** 2016, <https://www.turkiye.gov.tr/turkiye-istatistik-kurumu-baskanligi-tuik> (Erişim tarihi: 20 Nisan 2018)
- Unal, S.,** 2008, Hububat teknolojisi, Ege Üniversitesi Yayınları 4, İzmir. 65s.
- Ugurbascicek, G.,** 2018, Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Rht-5 cücelik geninin koleoptil uzunluğu üzerine etkilerinin agronomik ve moleküler düzeyde incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Eylül, 2018, Bornova.
- Uyar, M. ve Koç, M.,** 2011, <http://www.kocclarun.com.tr/> (Erişim tarihi: 25 Nisan 2018)

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yönlendirilmesi ve yürütülmesinde bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, çalışma materyallerinin sağlanmasında değerli yardımlarını esirgemeyen, danışman hocam sayın Doç. Dr. Fatma AYKUT TONK'a, çalışmamın her aşamasında görüş ve katkılarıyla çalışmamı şekillendiren Prof. Dr. Muzaffer TOSUN' a, Araş. Gör. Deniz İŞTİPLİLER' e ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma şükranlarımı sunmak benim için tarifsiz bir mutluluktur.

Lisansüstü eğitimim süresince desteklerini her zaman yanımda hissettiğim, yoğun iş hayatının içinde yaşadığım tüm zorluklara ve başarılarla dünden bugüne benimle şahit olan, lisansüstü eğitimimin tamamlanmasını benden çok arzu eden, varlıklarına her daim şükrettiğim Sevgili Ailem'e , bana olan inancını bir gün bile kaybetmeden en zor zamanlarımda bana güç veren Sevgili Eşim'e, ve benimle birlikte final heyecanı ve stresini paylaşan henüz kollarıma almadığım, heyecanla kavuşmayı beklediğimiz Minik Oğlum 'a teşekkürlerimi sunmak benim için büyük bir onurdur.

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem (ÇİÇEK) BULGUROĞLU 7 Haziran 1991 yılında Marmaris'te doğdu. İlkokul, ortaöğretim ve liseyi Marmaris'te tamamladıktan sonra 2008 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nü kazandı. 2013 yılında zorunlu stajını Justus Liebig Üniversitesi'nde (Giessen/Almanya) tamamladıktan sonra 2014 yılında bölümünden derece ile mezun olmuştur. İyi düzeyde İngilizce ve başlangıç düzeyinde Almanca bilmektedir. 2015 yılında kariyer hayatına Birlik A.Ş firmasında Tarımsal Projeler Personeli olarak başlamıştır. Aynı firmada şu anda Tarımsal Projeler Sorumlusu olarak hala görevini yürütmektedir. 2016 yılında kendisi gibi meslektaşı olan YemVit A.Ş'de Üretim Yöneticiliği görevini üstlenen Murat BULGUROĞLU ile hayatını birleştirmiştir. Bir erkek evlat annesi olmaya hazırlanan BULGUROĞLU'nun kişisel gelişim ve kariyere yönelik çok sayıda seminer ve kurs katılımı mevcuttur. Boş zamanlarında yeni yerler keşfetmek, doğa sporları, yüzme, yoga ve sokak hayvanları ile ilgilenmektedir.