



**MALTLIK ARPA HİBRİTLERİNİN
MALT VE AGRONOMİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Rahime KARATAŞ

DOKTORA TEZİ

TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

Prof. Dr. Nejdett KANDEMİR

Ocak - 2020

Her hakkı saklıdır

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

MALTLIK ARPA HİBRİTLERİNİN MALT VE AGRONOMİK
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Rahime KARATAŞ

TOKAT
Ocak - 2020

Her hakkı saklıdır



Bu tez çalışması;

Tarım ve Orman Bakanlığı **TAGEM/TBAD/13/A12/PO5/011 no'lu** Proje ile desteklenmiştir.

Rahime KARATAŞ tarafından hazırlanan “**Maltlık Arpa Hibritlerinin Malt ve Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27 ARALIK 2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından oy birliği/ oy çokluğu ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Prof. Dr. Nejdet KANDEMİR

Üye

Prof. Dr. Hüseyin KOÇ
Aksaray Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Sabri GÖKMEN
Selçuk Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Mehmet Ali SAKİN
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim SAYGILI
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

İmza

N. Karataş

H. Koç

S. Gökm. Sabri

M. Ali Sakin

I. Saygili



Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

24.01.2020

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

RAHİME KARATAŞ

22 Ocak 2020

ÖZET

DOKTORA TEZİ

MALTLIK ARPA HİBRİTLERİNİN MALT VE AGRONOMİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Rahime KARATAŞ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. NEJDET KANDEMİR

Bu araştırma maltlık arpa çeşitleri arasında üretilen hibritlerin verim ve çeşitli malt özellikleri bakımından değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın hibrit tohum üretimi ve heterosis çalışmaları 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitü arazisinde, laboratuvar çalışmaları ise 2016 yılında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Moleküler Biyoteknoloji laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmamızda Türkiye maltlık arpa çeşitlerinden Zeynelağa, Aydanhanım, Efes3 ve Tokak 157/37 ile Kanada kaliteli maltlık arpa çeşidi Harrington arasında yarım diallel melezleme metodu kullanılarak melezlemeler gerçekleştirilmiştir. Denemede elde edilen hibritler ve ebeveyn çeşitlerde çeşitli agronomik ve malt özellikleri ile bu özelliklere ait heterosis değerleri incelenmiştir. Tane verimine ait heterosis değerleri ilk yıl %-18.25 ile %50.44, ikinci yıl %-11.84 ile %19.49 arasında değişmiştir. Hibritler ebeveyn çeşitlerden birinci yıl %5.28, ikinci yıl ise %3.09 oranında daha yüksek verim sağlamışlardır. Malt üreticisi için en önemli özellik olan malt ekstre oranında ise hibritlerin heterosis değerleri ilk yıl %-1.78 ile 7.61, ikinci yıl ise %-4.36 ile 6.87 arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 hibritleri her iki yılda da hem agronomik hem de malt kaliteleri özellikleri bakımından yüksek heterosis etkisi ile öne çıkan kombinasyonlar olmuştur. Ayrıca DNA markörlerine (SSR) dayalı olarak hesaplanan genetik mesafe ile heterosis arasındaki ilişki de incelenerek moleküler verilerin üstün hibrit kombinasyonlarının belirlenmesinde kullanım olanakları araştırılmıştır. DNA markörlerine dayalı olarak hesaplanan genetik mesafede en yüksek değer Harrington ve Tokak 157/37 (0.96), en düşük ise Tokak 157/37 ve Efes3 (0.31) genotipleri arasında elde edilmiştir. Genetik mesafe ve heterosis oranı arasında herhangi bir korelasyonun bulunmadığı ve DNA markörlerine dayalı olarak hesaplanan genetik mesafenin hibrit performansının tahmininde yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

2019, 126 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Diallel melezleme, Heterosis, Malt ekstre, SSR markörü

ABSTRACT

PH. D. DISSERTATION

DETERMINING THE MALTING AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN MALT BARLEY HYBRIDS

RAHİME KARATAŞ

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

DEPARTMENT OF FIELD CROPS

SUPERVISOR: Prof. Dr. Nejdet KANDEMİR

This research was carried out to evaluate the hybrids produced among malting barley cultivars in terms of yield and various malt properties. Hybrid seed production and heterosis studies were carried out under field conditions in 2013-2014 and 2014-2015 in Middle Black Sea Transition Region Agricultural Research Institute, and laboratory studies were conducted in 2016 at Tokat Gaziosmanpaşa University Faculty of Agriculture Molecular Biotechnology Laboratory. In this study, hybridizations were performed between Turkey's malting barley varieties Zeynelaga, Aydanhanım, Efes3 and Tokak 157/37 and Canada's malting barley variety Harrington using half diallel hybridization method. Various agronomical and malt traits and heterosis values of these traits were investigated in hybrids and parents. Heterosis values of grain yield ranged from -8.25% to 50.44% in the first year and from -11.84% to 19.49% in the second year. The yield of the hybrids was 5.28% higher in the first year and 3.09% higher in the second year than the parents. In malt extract ratio, which is the most important feature for malt producer, heterosis values of hybrids ranged from -1.78 to 7.61% in the first year and from -4.36 to 6.87% in the second year. Based on the results of this study, Zeynelaga x Aydanhanım and Aydanhanım x Efes3 hybrids were the prominent combinations with high heterosis effects in both agronomic and malting quality characteristics in both years. In addition, the relationship between the genetic distance calculated based on DNA markers (SSR) and heterosis was examined and the possibilities for the use of molecular data to identify the superior hybrid combinations were investigated. The highest genetic distance calculated based on DNA markers was obtained between Harrington and Tokak 157/37 (0.96) and lowest (0.31) between Tokak 157/37 and Efes3 genotypes. It was found that there was no correlation between genetic distance and heterosis rate and genetic distance calculated based on DNA markers did not sufficiently predict the hybrid performance.

2019, 126 PAGE

KEYWORDS: Diallel crossing, Heterosis, Malt extract, SSR marker

ÖNSÖZ

Doktora çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Nejdet KANDEMİR'e engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren Prof. Dr. Hüseyin KOÇ, Prof. Dr. Ahmet YILDIRIM, Prof. Dr. Sabri GÖKMEN, Prof. Dr. Güngör YILMAZ hocalarıma, melezleme ve tarla denemelerinde, Ayşe DEMİR, Dr. Özge KOYUTÜRK, tarla ve labaratuvar analizlerindeki katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi İbrahim SAYGILI'ya, çalışmamın her aşamasında yardımcı olan Dr. Başak ÖZYILMAZ'a, hayatımızı paylaşmaya başladığımız andan itibaren tüm enerji ve sabırlarıyla her konuda yanımda olan eşim Dr. Öğr. Üyesi İlhami KARATAŞ'a, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen GÜNDÜZ ve KARATAŞ aile bireylerine, zamanlarından alarak yürüttüğüm tez çalışmamın en zor anlarında küçücük yürekleri ile hayatımda oluşturdukları derin huzur için çocuklarım Muhammed Emre ve Ahmed Salih'e en içten duygularıyla teşekkür ederim.

RAHİME KARATAŞ

27 Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Deneme yerinin iklim özellikleri.....	13
3.2.2. Deneme yerinin toprak özellikleri.....	14
3.2.3. Melezleme çalışmaları.....	15
3.2.4. Tarla denemeleri.....	19
3.2.5. Malt üretimi ve kimyasal kalite analizleri.....	21
3.2.6. Moleküler analizler.....	28
3.2.7. İstatistiksel analizler.....	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	36
4.1. Agronomik Özellikler.....	36
4.1.1. Başaklanma süresi.....	36
4.1.2. Bitki boyu.....	41
4.1.3. Başak uzunluğu.....	47

4.1.4. Başak ağırlığı.....	52
4.1.5. Başakta tane sayısı.....	57
4.1.6. Bin tane ağırlığı.....	62
4.1.7. Hektolitre ağırlığı.....	69
4.1.8. Tane verimi.....	74
4.2. Malt Kalite Özellikleri.....	80
4.2.1. Malt ekstre oranı.....	80
4.2.2. Alfa amilaz.....	86
4.2.3. Diastatik güç.....	91
4.3. Moleküler Analizler	97
4.3.1. Mikrosatellit belirleyicileri kullanılarak genetik akrabalık analizleri.....	97
4.3.2. Genetik mesafe ile agronomik ve malt kalite özelliklerinin heterosis değerleri arasındaki korelasyonun belirlenmesi.....	101
5. SONUÇ.....	104
6. KAYNAKLAR.....	107
7. EKLER.....	118
8. ÖZGEÇMİŞ.....	126

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
μg	Mikrogram
μl	Mikrolitre

Kısaltmalar

Açıklama

A	Adenin
AFLP	Amplified fragment length polymorphism (Çoğaltılmış parça uzunluğu farklılığı)
ASBC	American society of brewing chemist (Amerikan bira kimyacıları derneği metodu)
BME	Beta mercapto etanol
C	Sitozin
CaCl_2	Kalsiyum klorür
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Kalsiyum klorür dihidrat
CH_3COOH	Glasial asetik asit
cm	Santimetre
cM	Centimorgan (Santimorgan)
CMS	Cytoplasmic male infertility (Sitoplazmik erkek kısırlığı)
CTAB	Cetyhrimethyl-ammonium bromide
CU/g	Ceralpha ünitesi
dH ₂ O	Distile su
DNA	Deoksiribonükleik asit
da	Dekar
DU	Dextrinising ünitesi
EC	Electrical conductivity (Elektriksel iletkenlik)
EDTA	Etilendiamintetraasetik
EU	Enzim aktivitesi
g	Gram
g/(RCF)	Gravite/ β (Relative Centrifugal Force) (Santrifüj kuvveti)
G	Guanin
HCl	Hidroklorik asit
K	Potasyum
kb	Kilo baz çifti
kg	Kilogram
mg	Miligram
MgCl_2	Magnezyum clorür (Magnezyum klorür)
M	Molar
mM	Milimolar
ml	Mililitre

Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇	Trisodyum sitrat
NaCl	Sodyum klorür
NaN ₃	Sodyum azide
NaOH	Sodyum hidroksit
pH	Power of hydrogen (hidrojenin gücü)
PIC	Polymorphism Information Content (Polimorfizm bilgi içeriği)
QTL	Quantitative Trait Locus (Kantitatif karakter lokusu)
RAPD	Randomly amplified polymorphic DNA (Rastgele çoğaltılmış DNA farklılığı)
PZR	Polimeraz zincir reaksiyonu
RFLP	Restriction fragment length polymorphism (Kesilmiş parçaların uzunluk farklılığı)
RNase	Ribonuclease A
rpm	Revolution per minute (Dakikadaki devir sayısı)
SDS	Sodyum dodesil sülfat
SNP	Single nükleotid polymorphism (Tek nükleotid polimorfizmi)
SSR	Simple sequence repeat (Basit dizi tekrarları /mikrosatellit)
T	Timin
TAQ	<i>Thermus aquaticus</i>
TBE	Tris/Borat/EDTA
TE	Tris EDTA (Tampon çözelti)
UPGMA	Unweighted pair group method with arithmetic average
W	Watt
WK	Windisch-Kolbach ünitesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 3.1.	Emaskulasyon işlemi.....	16
Şekil 3.2.	Melezleme ve tohum eldesi.....	17
Şekil 3.3.	Hibrit tohumların sera koşullarında üretilmesi.....	18
Şekil 3.4.	Bitkilerin ekim, gelişme ve hasat dönemine ait görüntüler.....	20
Şekil 3.5.	Malt işleme aşamaları.....	23
Şekil 3.6.	Malt kimyasal analizlerinden görüntüler.....	27
Şekil 3.7.	Moleküler analizlerden görüntüler.....	34
Şekil 4.1.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi (gün)	38
Şekil 4.2.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi (gün)	39
Şekil 4.3.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu (cm)	44
Şekil 4.4.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu (cm)	44
Şekil 4.5.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu (cm)	49
Şekil 4.6.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu (cm)	49
Şekil 4.7.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı (g)	54
Şekil 4.8.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı (g).....	55
Şekil 4.9.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı (adet)	59
Şekil 4.10.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı (adet)	60
Şekil 4.11.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı (g)	65
Şekil 4.12.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı (g)	66
Şekil 4.13.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı (kg).....	71
Şekil 4.14.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı (kg).....	72
Şekil 4.15.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi (kg/da)	77
Şekil 4.16.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi (kg/da)	77
Şekil 4.17.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre oranı(%)	83
Şekil 4.18.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre oranı (%)	84

Şekil 4.19.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değeri (CU/g)	89
Şekil 4.20.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değeri (CU/g,)	89
Şekil 4.21.	2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değeri (°WK)	94
Şekil 4.22.	2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değeri (°WK)	95
Şekil 4.23	GBMS2, Bmac154 ve Bmag337 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri.....	99
Şekil 4.24	EBmac705, EBmac501 ve Bmac0013 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri.....	99
Şekil 4.25	GBM1464, HVM40 ve scssr07759 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri.....	100
Şekil 4.26	Ebeveyn çeşitlerin 38 SSR markörüne göre genetik mesafesini gösteren dendogram.....	100

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge		Sayfa
Çizelge 3.1.	Araştırmada kullanılan çeşitlerin temin edildiği kuruluşlar	12
Çizelge 3.2.	Tokat İli, uzun yıllar ile 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerine ait iklim verileri	13
Çizelge 3.3.	Deneme alanından alınan toprakların analiz sonuçları	14
Çizelge 3.4.	Kombinasyonlardaki çeşitlerin yarım diallel melezleme metoduna göre ana veya baba olma durumları.....	15
Çizelge 3.5.	Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA belirleyicilerinin baz dizilimleri, kromozom konumları, ürün bant uzunlukları ve yapışma sıcaklıkları	31
Çizelge 4.1.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi (gün).....	37
Çizelge 4.2.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.3.	Ebeveyn çeşitlerin başaklanma süresi genel kombinasyon yeteneği etkileri	40
Çizelge 4.4.	Hibritlerin başaklanma süresi özel kombinasyon yeteneği etkileri	40
Çizelge 4.5.	Hibritlerin başaklanma süresi heterosis değerleri (%).....	41
Çizelge 4.6.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu değerleri (cm)	42
Çizelge 4.7.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.8.	Ebeveyn çeşitlerin bitki boyu genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	45
Çizelge 4.9.	Hibritlerin bitki boyu özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	45
Çizelge 4.10.	Hibritlerin bitki boyu heterosis değerleri (%).....	46
Çizelge 4.11.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu değerleri (cm) ...	47
Çizelge 4.12.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.13.	Ebeveyn çeşitlerin başak uzunluğu genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	50
Çizelge 4.14.	Hibritlerin başak uzunluğu özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	50
Çizelge 4.15.	Hibritlerin başak uzunluğu heterosis değerleri.....	52
Çizelge 4.16.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı değerleri (g).....	53
Çizelge 4.17.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.18.	Ebeveyn çeşitlerin başak ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri	55
Çizelge 4.19.	Hibritlerin başak ağırlığı özel kombinasyon yeteneği etkileri	56
Çizelge 4.20.	Hibritlerin başak ağırlığı heterosis değerleri (%).....	57
Çizelge 4.21.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı değerleri (g) ..	58
Çizelge 4.22.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	59
Çizelge 4.23.	Ebeveyn çeşitlerin başakta tane sayısı genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	60

Çizelge 4.24.	Hibritlerin başakta tane sayısı özel kombinasyon yeteneği etkileri	61
Çizelge 4.25.	Hibritlerin başakta tane sayısı heterosis değerleri.....	62
Çizelge 4.26.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı değerleri (g).....	63
Çizelge 4.27.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.28.	Ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	67
Çizelge 4.29.	Hibritlerin bin tane ağırlığı özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	67
Çizelge 4.30.	Hibritlerin bin tane ağırlığı heterosis değerleri (%).....	68
Çizelge 4.31.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitreye ağırlığı değerleri (kg) ..	70
Çizelge 4.32.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitreye ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.33.	Ebeveyn çeşitlerin hektolitreye ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	72
Çizelge 4.34.	Hibritlerin hektolitreye ağırlığı özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	73
Çizelge 4.35.	Hibritlerin hektolitreye ağırlığı heterosis değerleri (%).....	74
Çizelge 4.36.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi değerleri (kg/da)	76
Çizelge 4.37.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	76
Çizelge 4.38.	Ebeveyn çeşitlerin tane verimi genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	78
Çizelge 4.39.	Hibritlerin tane verimi özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	79
Çizelge 4.40.	Hibritlerin tane verimi heterosis değerleri (%).....	80
Çizelge 4.41.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre değerleri (%).....	82
Çizelge 4.42.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	83
Çizelge 4.43.	Ebeveyn çeşitlerin malt ekstre genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	84
Çizelge 4.44.	Hibritlerin malt ekstre özel kombinasyon yeteneği etkileri	85
Çizelge 4.45.	Hibritlerin malt ekstre heterosis değerleri (%).....	86
Çizelge 4.46.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değerleri (CU/g, 20° DU)	87
Çizelge 4.47.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.48.	Ebeveyn çeşitlerin alfa amilaz genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	90
Çizelge 4.49.	Hibritlerin alfa amilaz özel kombinasyon yeteneği etkileri	90
Çizelge 4.50.	Hibritlerin alfa amilaz heterosis değerleri.....	91
Çizelge 4.51.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değerleri (°WK, °ABCS).....	93
Çizelge 4.52.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları.....	94
Çizelge 4.53.	Ebeveyn çeşitlerin diastatik güç genel kombinasyon yeteneği etkileri.....	96
Çizelge 4.54.	Hibritlerin diastatik güç özel kombinasyon yeteneği etkileri.....	96

Çizelge 4.55.	Hibritlerin diastatik güç heterosis değerleri (%).....	97
Çizelge 4.56.	Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA markörlerinin kromozom konumları, sahip oldukları allel sayıları ve polimorfik bilgi içerikleri	98
Çizelge 4.57.	SSR DNA markörü sonucu elde edilen genetik mesafe indeksi.....	101
Çizelge 4.58.	2013-2014 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitlerin genetik mesafeleri ve hibritlerin heterosis değerleri arasındaki korelasyon katsayıları	102
Çizelge 4.59.	2014-2015 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitlerin genetik mesafeleri ve hibritlerin heterosis değerleri arasındaki korelasyon katsayıları	102
Çizelge Ek 1.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi varyans analiz sonuçları.....	118
Çizelge Ek 2.	Ebeveyn çeşitlerin başaklanma süresi uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	118
Çizelge Ek 3.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu varyans analiz sonuçları.....	118
Çizelge Ek 4.	Ebeveyn çeşitlerin bitki boyu uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	119
Çizelge Ek 5.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu varyans analiz sonuçları.....	119
Çizelge Ek 6.	Ebeveyn çeşitlerin başak uzunluğu uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	119
Çizelge Ek 7.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı varyans analiz sonuçları.....	120
Çizelge Ek 8.	Ebeveyn çeşitlerin başak ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	120
Çizelge Ek 9.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı varyans analiz sonuçları.....	120
Çizelge Ek 10.	Ebeveyn çeşitlerin başakta tane sayısı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	121
Çizelge Ek 11.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı varyans analiz sonuçları.....	121
Çizelge Ek 12.	Ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	121
Çizelge Ek 13.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı varyans analiz sonuçları.....	122
Çizelge Ek 14.	Ebeveyn çeşitlerin hektolitre ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	122
Çizelge Ek 15.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi varyans analiz sonuçları.....	122
Çizelge Ek 16.	Ebeveyn çeşitlerin tane verimi uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	123
Çizelge Ek 17.	Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre varyans analiz sonuçları.....	123
Çizelge Ek 18.	Ebeveyn çeşitlerin malt ekstre uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	123

Çizelge Ek 19. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz varyans analiz sonuçları.....	124
Çizelge Ek 20. Ebeveyn çeşitlerin alfa amilaz uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	124
Çizelge Ek 21. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç varyans analiz sonuçları.....	124
Çizelge Ek 22. Ebeveyn çeşitlerin diastatik güç uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları.....	125



1. GİRİŞ

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) dünyada ve ülkemizde temel olarak hayvan yemi ve malt sanayinde kullanılmak üzere yetiştirilmektedir. Arpa bünyesinde taşıdığı yüksek oranda nişasta, malt enzimleri ve süzme işlemi için filtre fonksiyonuna sahip olan kavuzu sayesinde malt üretiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Malt asıl olarak alkollü içecek sanayinin ham maddesi olması yanında zengin karbonhidrat içeriğinden dolayı da çeşitli gıda sanayilerinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde üretilen maltlık arpa miktarı toplam arpa üretimi içerisinde oldukça küçük bir yer teşkil etmektedir. Ancak maltlık arpaların ihraç edilme potansiyelinin ve fiyatlarının yemlik arpalardan yüksek olması nedeniyle üretiminin artırılmasına gereksinim duyulmaktadır. Malt sanayi sektörü biyokimyasal ve fiziksel açıdan kaliteli ve verimli arpa çeşitlerini tercih etmektedir. Fiziksel özellikleri bakımından tanenin temiz, kısa, dolgun, açık sarı renkte ve parlak olması, saflık oranı ile çimlenme yeteneğinin yüksek, kavuz yapısının ise ince ve oranının düşük olması arzu edilmektedir. Fizyolojik özellikleri bakımından hektolitreye ağırlığının en az 66 kg, bin tane ağırlığının en az 40 g, tane protein oranının %9-12 arasında olması ve elek üstü değerlerinin %80'nin 2.5 mm-2.8 mm olması uygun kabul edilmektedir. Kimyasal özellikler açısından ise en önemli kalite kriteri malt ekstresi oranıdır (Francháková ve ark., 2012). Arpanın malt ekstresi diğer tahıllara göre daha yüksektir. Ayrıca alfa ve beta amilaz gibi nişasta parçalayan enzimlerin oranının yüksek olması istenirken ekstrenin viskozitesini artırıp filtrasyonu engellediği için beta glukan oranının düşük olması gerekmektedir. Alfa ve beta amilaz enzimlerinin nişastayı parçalamasının toplam faaliyetini ifade eden diastatik gücün ise 110-150 °ASBC arasında olması tercih edilmektedir (Burger ve Laberge, 1985).

Ülkemizin yıllık maltlık arpa ihtiyacı yaklaşık 150 bin ton olup, bu miktar toplam üretimin %3.5'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2019b). Arpa üretimi yapan ülkeler arasında ilk sıralarda yer almamıza rağmen üretimi yapılan maltlık arpalarda kalitenin özellikle dünya standartlarına uygun olmaması nedeniyle ihtiyacın karşılanmasında güçlükler yaşanmakta ve ortaya çıkan hammadde açığı ithalat yolu ile karşılanmaktadır.

Ayrıca yurt içi malt tüketimi de giderek artmaktadır. Mevcut açığı kapatabilmek için yüksek malt ekstre oranına sahip kaliteli ve standartlara uygun arpa çeşitlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Sırat, 2014). Bu üstün özelliklere sahip çeşitlerin elde edilmesi ıslah çalışmalarıyla sağlanabilmektedir.

Hibrit ıslahı bu amaca yönelik ıslah çalışmaları için bir alternatif oluşturmaktadır. Hibrit ıslah yöntemi geleneksel olarak yabancı tozlanan bitkilerde önemli bir yöntem olup, özellikle hibrit gücünden yararlanmak amacı ile tercih edilmektedir. Hibrit çeşitler döllenme biyolojisine bakılmaksızın tüm ürünlerde daha yüksek performansa sahiptir. Ancak hibrit tohumluk üretim maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle birçok türde hibrit çeşitlerin kullanımı mümkün olmamaktadır. Özellikle kendine tozlanan ürünlerde tohum üretim sistemi geliştirilmesi durumunda hibrit çeşit kullanımı ekonomik olabilmektedir. Çeltik bitkisi bunun en iyi örneğidir. Çin’de Tiwari ve ark., (2011) sitoplazmik erkek kısırlık sistemi (CMS) kullanılarak hibrit üretimi gerçekleştirmişler ve verimde %50 oranında artış elde etmişlerdir. Aynı sistem kullanılarak arpada da hibrit çeşitler geliştirilmeye yönelik çalışmalar başlamıştır. Ancak bugüne kadar geliştirilen hibritler yemlik çeşitlerdir (Anonim, 2019a). Maltlık arpaların hibrit performansına ait çalışmalar sınırlı sayıdır. Bu anlamda çalışmamız maltlık arpalarda hibrit geliştirmesine yönelik önemli bir adım teşkil etmektedir.

Arpa ve malt kalitesini belirleyen en önemli faktörlerin başında çeşit ve çevre koşulları gelmektedir. İhtiyaç duyulan miktar ve nitelikteki maltlık arpa üretiminin sağlanması için yetiştiriciliğin yapılacağı bölgeye uygun arpa çeşitlerinin belirlenmesi önem arz etmektedir (Öztürk ve ark., 2007). Çevre koşullarını oluşturan faktörler iklim ve toprak özellikleri gibi ekolojik faktörler ve yetiştirme tekniği uygulamalarıdır.

Bu bağlamda çalışmada güvenli, çevre koşullarından etkilenmeyen ve bitki gelişimlerinin her aşamasında kullanım kolaylığı sağlayan moleküler belirleyicilerinden mikrosatellit markörleri (SSR) kullanılarak genetik çeşitlilik ve hibrit gücü arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve üstün hibrit kombinasyonlarının tespitinde moleküler verilerin kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Ülkemizde Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri en fazla maltlık arpa ekiliş alanına sahip olan bölgelerdir. Çalışmanın yürütüldüğü Tokat-Kazova bölgesi ise geçmişte “arpa çukuru” olarak adlandırılmış, kaliteli arpa üretimi için oldukça elverişli olduğu bildirilmiştir (Kandemir, 2004). Araştırma bölgesi ve diğer üretim bölgelerinde Türkiye’nin geleneksel çeşitlerinden biri olan Tokak 157/37 çeşidi ile Zeynelağa, Aydanhanım, Efes3 çeşitleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle araştırma materyalini oluşturmuşlar ve bunlara Kanada maltlık arpa çeşidi olan Harrington çeşidi ilave edilmiştir. Çalışmada dört yerli maltlık arpa çeşidi ile Kanada maltlık arpa çeşidi Harrington arasında yapılan yarım diallel melezleme sonucu oluşturulan deneysel hibritlerde agronomik ve malt kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ebeveyn çeşitler ve hibritler agronomik ve malt kalite özellikleri bakımından karşılaştırılarak bu özelliklere ait heterosis değerleri belirlenmiş ve malt üretiminde kullanım olanakları incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Arpa dünya toplam tahıl tarımında 47 milyon ha üretim alanı ve 147 milyon ton üretimle dördüncü sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise 2.4 milyon ha alanda 7.10 milyon ton üretimle tahıllar içerisinde ikinci sırada bulunmaktadır (Anonim, 2018). Dünya arpa üretiminin yaklaşık %4.8'ini karşılayan ülkemiz AB, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Avustralya ve Kanada'dan sonra dünyanın altıncı en önemli arpa üretici ülkesi konumundadır (Anonim, 2018).

Arpanın önemi tanelerinin yüksek oranda protein, sindirilebilir lif ve β glukan içermesinden ileri gelmektedir. Üretimi yapılan arpanın %75'i doğrudan veya yeme katılarak hayvan beslenmesinde, %15'i ise malt üretiminde değerlendirilmektedir. Dünyada ve Ülkemizde üretimi yapılan maltın tamamına yakın bir kısmı içecek sanayinde kullanılsa da yeni ürünlere işlenmesi konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda malt içeceği (Tenge ve Geiger, 2001; Idler ve ark., 2005), malt kahvesi, malt ekstreleri, malt sirkesi ve diastaz enzimleri gibi yeni kullanım alanları geliştirilmiştir (Briggs, 1998). Ayrıca malt şurubu sirke, maya, ekmek, şekerleme ve alkol yapımında kullanılmaktadır. Malttan ayrıca yaş ya da kuru olarak hayvan beslenmesinde faydalanılmaktadır (Taşçı, 2018). Üretilen arpanın %10'luk kısmı ise tanesindeki sindirilebilir lif ve yüksek β glukan oranından dolayı insan beslenmesinde ve amilaz kaynağı olarak gıda ve tekstil sanayinde kullanılmaktadır (Özkara, 1997; Akdeniz ve ark., 2004).

Ülkemizde birim alandan elde edilen arpaların tane verimi dünya ortalamasından düşüktür. Bunun temel nedeni, arpa yetiştiriciliğinin yaklaşık %70'inin İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi gibi kuru tarım koşullarında yapılmasıdır. Bununla birlikte kaliteli maltlık arpa üretimi için uygun alanların yağışın 350-400 mm'nin üzerine çıktığı Geçit Bölgeleri, Trakya, Güney Doğu Anadolu'nun Kuzeyi ve Doğu Anadolu'nun bazı alt ekolojilerinin olduğu ifade edilmiştir (Güler, 2012).

Arpa fiyatları gerek Türkiye’de gerekse diğer birçok ülkede artış göstermektedir. Son on yıldaki değerler incelendiğinde, arpa fiyatlarının %40-50 oranında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca maltlık arpa fiyatlarının yemlik arpa fiyatlarından oldukça yüksek olması ve maltın yüksek ihracat potansiyelinin bulunması nedeniyle maltlık arpa üretiminin artırılması gerekmektedir (Sipahi ve ark., 2009).

Arpanın maltlık olarak değerlendirilebilmesi için fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özellikleri bakımından belirli kalite kriterlerini taşıması istenmektedir (Koçak ve Atlı, 1995). Fiziksel özellikler ele alındığında tanenin temiz, kısa ve dolgun olması, açık sarı renkte ve parlak olması, saflık oranının yüksek olması arzu edilmektedir. Kavuz yapısının ise ince olması istenmektedir. Tanelerin iri olması ve iriliğin homojen olması malt yapımının yumuşatma ve çimlendirme evrelerinde oldukça önemlidir. Arpa tohumlarının 2.5 ve 2.8 mm’lik elekten geçirildiğinde elek üzerinde kalan kısmı birinci kalite olarak adlandırılmaktadır ve bu sınıfa giren arpa oranı %85’in üzerinde ise iri ve yeknesak olarak değerlendirilmektedir. Fizyolojik özellikler bakımından tanelerinin özgül ağırlığını ifade eden hektolitre ağırlığı da tohumdaki nişasta içeriği ile ilişkilidir ve en az 65 kg olması istenmektedir. Ayrıca maltlık arpada bin tane ağırlığının 40 gramın üzerinde olması beklenmektedir (Atlı ve ark., 1989; Mebak, 1984).

Kimyasal özellikler açısından ele alındığında ise; en önemli kalite kriteri malt ekstre oranıdır (Frančáková ve ark., 2012). Malt ekstre oranı enzimlerin etkisiyle eriyebilir hale gelen maddelerin toplamıdır. Malt ekstre oranı amilaz aktivitesi, limit dextrinase, β glukan miktarı, nişasta ve protein oranı, tanenin fiziksel özellikleri, çimlenme kapasitesi, kavuz yapısı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Alfa ve beta amilaz gibi nişasta parçalayan enzim oranlarının yüksek olması istenirken ekstrenin viskozitesini artırıp filtrasyonu engellediği için β glukan oranının da düşük olması gerekmektedir. alfa ve beta amilaz enzimlerinin nişastayı parçalamasının toplam faaliyetini ifade eden diastatik güç malt ekstre özelliği ile ilişkilidir (Burger ve Laberge, 1985; Li ve ark., 2008). İki sıralı arpa maltlarında diastatik gücün 110-150 °ASBC arasında olması uygun kabul edilmektedir (Burger ve Laberge, 1985).

Maltlık arpalarda aranan diğer biyokimyasal özelliklerden biri de protein içeriğidir. Tanelerin belli bir oranda protein içermesi istense de proteinin fazla olması malt kalitesini düşürmektedir (Qi ve ark., 2005). Protein oranının çevre koşullarından çok fazla etkilendiği birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Atlı ve ark., 1989; Koçak ve ark., 1992; Akar ve ark., 2004). Kaliteli iki sıralı maltlık arpalarda malt protein oranının %9-12 aralığında olması istenmektedir (Burger ve Laberge, 1985). Malt ekstre oranı ile protein içeriği arasında ters bir ilişki olduğu saptanmıştır. Protein içeriğindeki her %1'lik artış ekstre oranında %0.6-0.8'lik bir azalmaya neden olmaktadır (Matracı, 1986). Koçak ve ark. (1992) arpa çeşitlerinde protein oranlarının %11.6-13.8 arasında değiştiğini, düşük protein oranına sahip çeşitlerde ekstre oranının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Aynı koşullarda yetiştirilen iki arpa çeşidinden, protein oranı düşük ve bin tane ağırlığı yüksek olan çeşitte, kavuz oranının farklı oluşu nedeniyle daha yüksek ekstre elde edildiği ifade edilmiştir (Hunter, 1962).

Protein oranı maltta diastatik gücü etkileyen en önemli parametredir. Genellikle yüksek protein içeren küçük taneli arpa çeşitlerinden yüksek diastatik güce sahip maltlar elde edilmektedir (Türker, 1977). Diastatik güç ve protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmakta, arpa tanesinde protein oranı arttıkça maltın diastatik gücü de artmaktadır. Swanston (1979) elektroforez yöntemini kullanarak yaptığı analizde diastatik güç ile arpa tane protein içeriği arasında doğrusal ilişki olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde alfa amilaz aktivitesi ile arpa azot içeriği ve diastatik güç arasında pozitif ilişkinin olduğu başka araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Hayter ve Riggs, 1973).

Maltlık arpa tanelerinin fiziksel özellikleri çevre koşullarının etkisi ile önemli ölçüde değişmektedir (Ewertson, 1977; Atlı ve ark., 1989). Tanenin değerlendirilmesinde kullanılan fiziksel kriterlerden en güvenilir olanları arasında hektolitre ağırlığı gelmektedir. Yüksek hektolitre ağırlığı, malt ekstre yüksekliğinin bir ifadesi olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde, bin tane ağırlığının yüksek olması tane iriliğini, dolgunluğunu ve nişasta içeriğinin zenginliğini belirtmektedir (Ewertson, 1977; Atlı ve ark., 1989). Fox (2010) tanenin fiziksel özelliklerinin malt kalitesi ile ilişkili olduğunu ve tane büyüklüğünün 2.5-2.8 mm aralığında olması ve 2.2 mm'den küçük olmaması

gerektiğini belirtmiştir. Koçak ve ark (1992)'nın bazı arpa çeşitlerinin malt kalitesi üzerine yaptıkları araştırmada, bin tane ağırlığının 40.7-43.7 g arasında değiştiğini saptamışlardır. Tanenin bir diğer fiziksel özelliği olan kavuz, depolama ve taşıma sırasında taneyi koruduğu gibi bira üretimi esnasında filtrelemeyi de sağlamaktadır (Türker ve Candaş, 1995; Briggs, 1998). Ayrıca arpa tanesinin sahip olduğu kavuz çimlenme sırasında yüksek nem oranlarında tohumun zarar görmesini ve dağılmasını engellemekte nemi ve embriyoyu koruyarak eş zamanlı çimlenmeyi sağlamaktadır (Özkara, 1997).

Malt endüstrisinde diğer tahıllar kullanılsa da arpa temel hammadde olarak yerini korumaktadır. Çünkü arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında malt ve bira endüstrisinin temel enzimleri oluşmaktadır. Bu enzimler büyük ölçüde alfa ve beta amilaz enzimleridir. Arpa, çimlenmesi esnasında bu enzimlerin ikisini birden üreten nadir tahıllardan biridir (Özkara, 1997). Bu enzimler arpa bünyesinde bulunan polisakkaritleri (nişasta ve glukanlar) parçalayarak maltoz ve glikoz gibi küçük molekülü bileşiklere indirgemektedirler. Bu bileşikler biracılık için ekstre ve fermente olabilen ürünlerdir (Hoseney, 1994). Tanede bu enzimlerin seviyesi belirlenememekte, ancak çimlenme başladıktan sonra saptanabilmektedir (Pandey ve ark., 2000).

Alfa amilaz (endo-1,4- α -D-glukan glukohidrolaz, E.C.3.2.1.1), nişastanın α -1,4-glikozidik bağlarının hidrolizini katalize ederek glikoz, dekstrin ve limit dekstrinleri üreten enzimdir. Nişasta arpa tanesinde en fazla bulunan bileşendir ve içeriği toplam tane ağırlığının %60'ı kadardır (Fox ve ark., 2003). Metallo bir enzim olan alfa amilazlar yapısal bütünlük, kararlılık ve aktiviteleri için kalsiyum iyonlarına gereksinim duymaktadırlar. Alfa amilazların oldukça çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bu enzimler, nişastanın sıvılaştırılmasında, gıda, kağıt, tekstil sanayilerinde ve alkol fermantasyonunda kullanılmaktadır (Pandey ve ark., 2000; Gupta ve ark., 2003).

Arpanın canlılık durumu malt yapımında önemli bir kriterdir. Özellikle biralık arpalar çimlendirilip malt yapılacağından arpaların hepsinin çimlenmesi ve çimlenmenin de hızlı ve düzgün olması gerekmektedir. Çünkü çimlenmeyen taneler küflenebilmekte ya da kurutma-kavurma işleminden sonra çok sert hale gelerek öğütme, şekerlenme,

filtrasyon, fermentasyon evrelerinde zorluk teşkil etmektedir. Normal şartlar altında üç günde çimlenen arpa tohumu yüzdesi çimlenme hızını, beş günde çimlenen arpa tohumu yüzdesi ise çimlenme gücünü ifade etmektedir. Çimlenme hızının %90'dan, çimlenme gücünün ise %95'den fazla olması gerektiği bildirilmiştir (Türker, 1977). Ayrıca Hough ve ark. (1971)'na göre tohumda çimlenme gücü ile çimlenme kabiliyetinin mümkün olduğunca birbirine yakın olması istenmektedir (Güler, 2012). Arpaların malt fabrikasına satın alınmasında çimlenme hızı önemli olmasına karşılık malt üretimi sırasında çimlenme gücü büyük önem taşımaktadır. Schildbach (1976), çimlenme gücünün malt kalitesi üzerinde önemli bir etkiye neden olduğunu vurgulamış ve düşük bir çimlenme gücünün ekstre verimi, diastatik güç, alfa amilaz aktivitesi ve çözünür azot miktarlarında azalmaya neden olduğunu belirtmiştir (Güler, 2012).

Heterosis veya hibrit gücü hibrit genotiplerin büyüme, verim, erkencilik, kalite ile diğer başka özellikler açısından ebeveyninden daha yüksek değerlere sahip olmasını ifade etmektedir. Sonuçta pozitif veya negatif heterosis ortaya çıkabileceği ve bu durumun kullanılan özelliğe bağlı olarak da değişebileceği vurgulanmaktadır (Macit, 1972). İki sıralı arpalarda hibrit gücünün bitki boyu, başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve ağırlığı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, bitki boyu özelliği haricinde tüm incelenen özellikler bakımından heterosis değerlerinin pozitif olduğu belirlenmiş ve en yüksek heterosis değerinin başakta tane ağırlığında (%36.52) elde edildiği vurgulanmıştır (Taş ve Yağdı, 2002).

Tarımsal açıdan yüksek tane verimli, kaliteli ve diğer özellikler açısından da üstün özelliklere sahip çeşitler geliştirmek için çok sayıda bitki türünde hibrit çeşit üretimi yapılmıştır. Arpa (Elakhdar ve ark., 2017), buğday (Verma ve Shah, 2008), çeltik (Salgotra ve ark., 2005), mısır (Cerit, 2006), nohut (Bakhsh ve ark., 2007), patlıcan (Denizer ve ark., 2005), hıyar (Moushumi ve Sirohi, 2006), biber (Kesici, 1993), domates (Islam ve ark., 2014), ayçiçeği (Kılıç, 2010) ve kavun (Sulochanamma, 2001) çalışılan bitkiler arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda verim, bin tane ağırlığı ve bitki boyu gibi özelliklerde yüksek hibrit gücü belirlenmiştir.

Maltlık arpada beş çeşit kullanılarak yürütülen bir araştırmada, hibritlerde malt ekstre oranında %-1.3-%1.7 arasında heterosis elde edilmiştir (Khan, 1991). Beş yazlık buğday çeşidinden üretilen 14 hibritin başak ağırlığı bakımından heterobeltiosis gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada başakta tane sayısı bakımından hibritlerin yarısı üstün anaca göre heterosis gösterirken, F₁ hibritlerinin tümü 1000-tane ağırlığı, tek bitki ve tüm tane verimi özelliklerinde ebeveyn ortalaması ve üstün ebeveyn değerlerini aşmışlardır. Çalışmada heterosis değerlerinin heterobeltiosis değerlerini tane veriminde %62.32, başakta tane ağırlığında %69.78, 1000-tane ağırlığında %51.19, başakta tane sayısında %40.35 ve başak ağırlığında %44.58 oranlarında geçtiğini saptamışlardır (Khan ve ark., 1995a).

Yapılan farklı bir çalışmada da beş buğday çeşidi ve bunlardan üretilen 20 F₁ hibritinden yedisinde ebeveyn ortalamasından daha uzun bitki boyu elde edilirken, dört hibritte en uzun ebeveyninden daha uzun bitki boyu gözlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca hibritlerin tümünde bayrak yaprak alanı bakımından heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir (Khan ve ark., 1995b). Yine benzer bir araştırmada, bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarında başakta tane ağırlığı açısından ebeveyn çeşitlerin ortalamasına göre %57.0 kadar yüksek oranda hibrit gücü değeri belirlenmiştir (Balcı ve Turgut, 1999). Verma ve Shah (2008), 10 buğday çeşidi ve bunlardan elde edilen 45 F₁ hibritini inceledikleri çalışmada, tane verimi bakımından hibritlerin 16'sında önemli heterosis saptamışlardır. 10 hibritte de önemli derecede heterobeltiosis bulunduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde farklı orijinli altı ekmeklik buğdayda tam diallel melezleme metodu ile yapılan bir diğer çalışmada, bitki boyu, başak boyu, başakçık sayısı, başakta tane sayısı ve ağırlığı ile 1000- tane ağırlığı özellikleri içerisinde en yüksek heterosis değeri %82.54 ile başakta tane sayısında belirlenmiştir. En düşük değer ise %-28.31 ile başakta tane ağırlığında saptanmıştır (Çiftçi ve Yağdı, 2007).

Buğdaygiller (*Graminae*) familyası dışındaki birçok familyaya ait bitki türünde yapılan melezlerde yüksek hibrit gücü değerleri verim, tane ağırlığı ve bitki boyu parametrelerinde belirlenmiştir. Biber bitkisinde yerli ve yabancı biber hattı (25 adet) ve bunlardan elde edilen hibrit kombinasyonunda (300 F₁) verim ve meyve ağırlığında

heterosis değerleri pozitif yönde bulunmuştur (Kesici, 1993). Hibrit nohut ve ebeveyelerinde heterosis ve tane verimi ile tane verimi bileşenleri üzerine yapılan bir diğer çalışmada genotipler arasında farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir (Bakhsh ve ark., 2007). Özellikle 1000-tane ağırlığında, bitki başına tane veriminde ve biyolojik verim gibi karakterlerde hibritlerde maksimum heterosis değerleri belirlenmiştir. Denizler ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada bazı patlıcan (*Solanum melongena* L.) hibritlerinde ve ebeveyn çeşitlerinde meyve sayısı bakımından heterosis oranının %-21.34 ile 126.4 arasında, meyve ağırlığında ise %-23.21 ile 125.5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Salgotra ve ark. (2005)'nın eltik hibritlerinin verim ve kalitelerini araştırdıkları bir çalışmada, sitoplazmik erkek kısır hatlar kullanılarak geliştirilen sekiz eltik hibriti yanında, ticari bir hibrit çeşitinin verim ve tane kalite özelliklerini incelemişlerdir. Hibritlerin çoğunda tane verimi açısından önemli heterosis değerleri gözlenmiştir. Hibritlerin tümünün ebeveyn çeşitlerle nişasta içerikleri bakımından karşılaştırıldığında orta derecede farklılıklara sahip oldukları görülmüş, ancak hiçbirinin ebeveyn çeşitlerden daha yüksek protein içeriğine sahip olmadığı ifade edilmiştir.

Maltlık arpada kalite, her biri kompleks kalıtım gösteren çok sayıda birbiriyle ilişkili bileşenden meydana gelen karmaşık bir özelliktir (Psota ve Bradova, 2009). Malt kalitesi ile ilişkili 19 özellik için yapılan QTL haritalamasında 150'den fazla QTL belirlenmiştir. řu ana kadar, malt kalitesini belirlemek için sadece bira gen karakterize edilebilmiştir. Bunlar arasında nişastayı parçalayan enzimleri kodlayan genler bulunmaktadır. Bununla birlikte, malt kalite özellikleriyle ilişkili çok sayıda QTL ile birlikte diğer birçok geninde malt yapımını önemli ölçüde etkilediği belirtilmektedir. (Ayoub ve ark., 2003; Walker ve ark., 2013).

DNA markörleri kantitatif lokusların haritalanması ve biyolojik çeşitliliğin tespit edilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Çevreden etkilenmeyişleri, her dönemdeki bitkilerde analiz edilebilmeleri gibi avantajlarından dolayı DNA markörleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) metoduna dayalı RAPD (Rastgele oğaltılmış DNA Farklılığı), AFLP (oğaltılan Parça Uzunluğu Farklılığı) ve SSR (Basit Dizi Tekrarları= mikrosatellit) gibi birçok markör sistemi geliştirilmiştir.

Özellikle SSR markörleri yüksek polimorfizm oranları ve kodominant olmaları (Büyükcinal Bal, 2003), hızlı ve ucuz olması (Varshney ve ark., 2006), düşük miktarda genomik DNA gerektirmeleri, çok allelli olmaları (Akkaya ve ark., 1992), haritalar arasında transfer edilebilmeleri (Yıldırım ve ark., 2009), yüksek tekrarlanabilir olmaları gibi üstün özelliklere sahiptirler (Pillen ve ark., 2000). Arpada, 775'ten fazla mikrosatellit markörü geliştirilmiştir (Varshney ve ark., 2007) ve mikrosatellitlere dayalı olarak hazırlanan genetik haritalar bulunmaktadır (Saghai-Maroo ve ark., 1994; Ramsay ve ark., 2000).

Hibritlerin heterosis performansı, ebeveyn çeşitler arasındaki genetik değişkenliğin miktarına ve ebeveyn çeşitler kombinasyon yeteneğine bağlıdır. Ekmeklik buğdayda hibrit performansı ile genetik mesafenin ilişkisinin araştırılması amacıyla SSR markörleri kullanılarak yürütülen bir çalışmada genetik mesafelerin, hibrit performansını tahmin etmede ümit verici bir araç olarak kabul edilemeyeceği, ancak ileri buğday ıslah materyallerinde farklı grupların tanımlanması için güçlü bir araç olabileceği belirlenmiştir (Dreisigacker ve ark., 2015). Hibrit çeltikte elde edilen heterosisin AFLP markörleri ile belirlenebilmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise, hibrit gücünü artıran 11 adet ve azaltan 8 adet allel bulunmuş, ayrıca ebeveyn çeşitler arasındaki genetik mesafenin, hibritlerin heterosisi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Xiaochuan ve ark., 2002).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada ülkemizde geliştirilmiş olan maltlık arpa çeşitlerinden Zeynelağa, Aydanhanım, Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitleri ile Kanada maltlık arpa çeşidi Harrington ebeveyn çeşit olarak kullanılmıştır.

Harrington: Yarı bodur, yazlık ve Kanada maltlık arpa çeşididir.

Tokak 157/37: Türkiye'de ve çalışmanın yürütüldüğü bölgede yaygın olarak yetiştirilen geleneksel, fakültatif tip ve iki sıralı bir çeşittir.

Efes3: Anadolu Efes Biracılık A.Ş.'nin tescil ettiği bir çeşit olup, alternatif gelişme gösteren iki sıralı maltlık arpa çeşididir.

Zeynelağa: Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde en fazla ekiliş alanına sahip, alternatif gelişme gösteren, yatmaya dayanıklı, erkenci, ince kavuzlu ve iki sıralı maltlık bir çeşittir. Sulu koşullarda 400-500 kg/da verim alınan çeşidin bitki boyu 80-100 cm, bin tane ağırlığı 34.5-42.5 g, protein oranı %11.4-12.7 arasında değişmektedir.

Aydanhanım: Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde en fazla ekiliş alanına sahip, kışlık gelişme tabiatında, yatmaya dayanıklı, kardeşlenmesi yüksek, iki sıralı, düzgün ve uzun başaklı, ince kavuzlu, beyaz iri taneli, orta-geççi özellikte maltlık bir çeşittir. Sulu koşullarda 450-550 kg/da verim alınan çeşidin boyu 95-115 cm, bin tane ağırlığı 45-50 g, protein oranı %9.5-11.5 arasında değişmektedir. Çeşitlerin temin edildiği kuruluşlar Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan çeşitlerin temin edildiği kuruluşlar

Çeşitler	Tohumun Alındığı Kuruluş
Harrington	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tokak 157/37	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Efes3	Anadolu Efes Biracılık ve Malt Sanayii A.Ş. Çumra Şubesi
Zeynelağa	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Aydanhanım	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme yerinin iklim özellikleri

Bu çalışma Tokat-Kazova şartlarında Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Yeşilirmak nehri kıyısında Tokat İli Kazova Ovası yaklaşık olarak 40°18' kuzey enlemi ile 36°40' doğu boylamında bulunmaktadır. Bölge, ülkemizde arpa üretimi yapılan Orta, İç ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden daha ılıman kış iklimine sahiptir. Bu nedenle bölgenin iklim koşullarında kışlık arpa çeşitleri rahatlıkla yetiştirilebilmektedir. Yağışın yıllık miktarı ve mevsimlere göre dağılışı arpa için oldukça elverişlidir. Tokat ilinin uzun yıllar ortalamaları ve araştırmanın yapıldığı yılların meteorolojik değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tokat İli, uzun yıllar ile 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerine ait iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)		
	1960-2015	2013-2014	2014-2015	1960-2015	2013-2014	2014-2015
Kasım	7.9	7.9	6.0	46.7	20.5	51.3
Aralık	3.8	-2.1	6.4	43.6	8.1	31.0
Ocak	1.9	2.7	2.1	39.8	18.5	34.6
Şubat	3.4	6.1	5.2	33.7	9.1	25.9
Mart	7.4	9.3	7.8	40.6	48.4	65.5
Nisan	12.5	14.5	9.6	54.8	20.5	36.2
Mayıs	16.5	16.9	16.5	58.3	52.6	37.2
Haziran	19.9	18.6	19.4	38.3	60.7	39.1
Temmuz	22.3	24.4	21.1	11.2	3.0	0.9
Ort./Top.	10.6	10.9	10.5	367.0	241.4	321.7

*Tokat Meteoroloji Müdürlüğü (2015).

Çizelge 3.2 incelendiğinde, ortalama sıcaklık 2013-2014 vejetasyon döneminde 10.9 °C, 2014-2015 vejetasyon döneminde de 10.5 °C olarak tespit edilmiştir. Toplam yağış değerleri incelendiğinde ise deneme yılları ile uzun yıllar arasında toplam yağış miktarı bakımından farklar görülmektedir. Araştırma süresince düşen toplam yağış miktarları 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde sırasıyla 241.4 ve 321.7 mm

olmuştur. Buna göre, deneme yıllarında gerçekleşen toplam yağış miktarı uzun yıllara ait değerlerden sırasıyla 125.6 ve 45.3 mm daha az olmuştur.

3.2.2. Deneme yerinin toprak özellikleri

Denemenin yürütüldüğü arazi Yeşilirmak serisindedir. Allüviyal büyük toprak grubunda yer alan Yeşilirmak serisi, toprak taksonomisi esaslarına göre, entisol ordo, fluvent alt ordo tpikusfluvent bir topraktır. Bu seri topraklar %0-2 eğimde, Yeşilirmak'ın taşıdığı alüvyonlarla oluşmuş, A ve C horizonlu, çok derin topraklardır. Kireç içeriği tüm profil boyunca hemen hemen homojendir. Kil içeriği %36.8-42.8 arasında değişirken pH 7.72-7.90 arasında değişmektedir. Baskın katyon içeriği ise kalsiyum ve magnezyumdan oluşmaktadır (Oğuz, 1993).

Araştırma alanlarının 0-20 cm derinliğinden alınan toprak örnekleri, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak Laboratuvarında analiz edilmiştir. Toprak analiz sonuçları Tüzüner (1990)'e göre değerlendirilmiş ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme alanından alınan toprakların analiz sonuçları

Analiz Adı	2013-2014	2014-2015
Doyma (%) Tekstür	0.66 Killi tın	0.70 Killi Tın
EC (dS/m)	1.31 Tuzsuz	1.31 Tuzsuz
Tuz (%)	0.05 Tuzsuz	0.09 Tuzsuz
pH	7.75 Hafif alkali	8.06 Hafif alkali
Kireç (%)	10.30 Orta kireçli	11.30 Orta kireçli
Organik Madde (%)	1.55 Az	2.05 Orta
Yarayışlı Fosfor (kg /da)	13.97 Çok fazla	9.56 Yüksek
Yarayışlı Potasyum (kg /da)	122.0 Çok fazla	60.9 Yeterli

3.2.3. Melezleme çalışmaları

Tarla koşullarında melezleme çalışmaları

F₁ hibrit tohumlarını üretmek için, ebeveyn olarak kullanılan çeşitler Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisine 06.11.2012 tarihinde, 40 m uzunluğunda 80 cm aralıklı ikişer sıraya ekilmiştir. Çıkışlar 20.11.2012 tarih itibari ile gözlenmiş ve sıra üzeri 30 cm olacak şekilde bitkiler seyreltilmiştir. Melezlemede başarı şansını artırmak ve daha fazla tohum elde etmek amacıyla 14.03.2013 tarihinde yazlık ekim de yapılmış ve ekim tarihinden itibaren 10-12 gün içerisinde çıkışlar gözlenmiştir. Kombinasyonları oluşturmada çeşitlerin erkencilik özellikleri dikkate alınarak ana ve baba olma durumu belirlenmiştir. Kombinasyonlardaki çeşitlerin ana veya baba olma durumları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Başaklanmanın başladığı (kılçıkların başaktan 1-2 cm çıktığı dönem) (Thomas ve ark., 2018) zamandan itibaren yarım diallel melezleme metoduna göre emaskulasyon ve melezlemeler yapılmıştır. Emaskulasyon işleminde, yapraklar pens yardımıyla açılarak başağın ortaya çıkması sağlanmıştır. Daha sonra steril başakçıklar uzaklaştırılmıştır. Her başağın en üst ve en alt kısmındaki zayıf başakçıklar koparılmıştır. Başakçıkların üst kısmından 1/3'lük kısmı kesilmiş ve her başakçıktaki üç anter pens yardımı ile çıkarılmıştır. Emaskulasyon işlemi tamamlanan başaklar, izolasyon zarfı ile kapatılmış ve her kombinasyona farklı renkte hazırlanmış etiketler takılmıştır. Etiketin üzerinde bitkinin adı ve emaskulasyon tarihi yazılmıştır. Emaskulasyon işlemi Şekil 3.1'de gösterilmiştir

Çizelge 3.4. Kombinasyonlardaki çeşitlerin yarım diallel melezleme metoduna göre ana veya baba olma durumları

♀ / ♂	Harrington	Tokak 157/37	Zeynelağa	Aydanhanım	Efes3
Harrington	x*	x	x	x	x
Tokak 157/37			x	x	x
Zeynelağa				x	x
Aydanhanım					x

*Melezlemenin sonucunda oluşan tohumların küçük kalma etkisinin araştırılması için Harrington çeşidi emaskulasyon yapıldıktan sonra kendi poleni ile tozlanmıştır.



Şekil 3.1. Emaskulasyon işlemi a. Emaskulasyona hazır başak, b. Başağın yapraklarının temizlenmesi, c. Steril başakçıkların temizlenmesi, d. Başakçıkların 1/3'ünün kesilmesi, e. Erkek organların alınması f. Başağın izolasyon zarfı ile kapatılması ve etiketleme.

Emaskulasyondan 1-2 gün sonra erkek olarak kullanılan başaklar sabah erken saatlerde alınmış, her başakçığın kavuzlarının 1/3'lük kısmı kesilmiş ve başaklar toprak yığını içerisine dik olarak yerleştirilmiştir. Anterlerini dışarı fırlatan erkek başaklar sarsılmadan alınmış, izolasyon zarfının üst kısmı kesilerek kontrol edilen emaskule edilmiş başak üzerine ters çevrilerek zarfın içerisinde hızlıca döndürülmesiyle (twirl yöntemi) melezleme gerçekleştirilmiştir (Thomas ve ark, 2018). Daha sonra izolasyon zarfının üst kısmı zımbalanmış ve üzerinde bulunan etikete erkek ebeveyn çeşidin adı ve melezleme tarihi yazılmıştır. Melezleme işlemi Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Melezleme ve tohum üretimi a. Melezleme için erkek başakların toplanması, b. Erkek başaklarda başakçıkların 1/3'lük kısmı kesilmesi, c. Anterlerin melezlemeye hazır hale gelmesi, d. Twirl (döndürme) yöntemi uygulanması, e. İzolasyon zarflarının zımba ile kapatılması, f. Etiketlere melezleme yapılan erkek bitkilerin isminin ve melezleme tarihinin eklenmesi, g. Melezlemeden yaklaşık beş gün sonra tohumların tutumu, h. Hasat edilen başaklar, ı. Elle harmanlanmış hibrit tohumlar.

Hasat olgunluğuna gelen başaklar toplanmış ve elle harman edilmiştir. Bu tohumların, sayım ve kurutma işlemi yapıldıktan sonra ekim zamanına kadar bekletilmek üzere +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Bu çalışmada ekim sıklığı m²'de 275 tohum olacak şekilde hesaplanmıştır. Kombinasyonların her biri için 350'şer adet başak melezlenmiştir.

Sera koşullarında melezleme çalışmaları

Tarla koşullarında yeterli sayıda hibrit tohumun elde edilemediği kombinasyonlarda hedeflenen sayıya ulaşabilmek için çeşitler kontrollü sera koşullarında saksılarda yetiştirilmiştir. Bu amaçla bitkiler 1:1:1 oranında ahır gübresi, toprak ve torf karışımı ile hazırlanan saksılarda yetiştirilmiştir. Ekim işlemi, çeşitler arası çiçeklenme zamanının uyuşmaması sorununu ortadan kaldırması ve yeterli sayıda hibrit tohumun üretilmesi için her 15 günde bir tekrarlanmıştır. Vejetasyon süresi boyunca 15 günde bir Hoagland çözeltisi ile gübreleme uygulaması gerçekleştirilmiştir (Kaur ve ark., 2016). Tarla koşullarında uygulanan yöntemin başakçıklardaki nem kaybına yol açması nedeniyle, emaskulasyon ve melezleme işlemi serada farklı bir yöntemle gerçekleştirilmiştir. Başakçıklar pens yardımıyla alt kısmından üst kısma kadar kesilerek açılmış ve anterler alınmıştır. Melezleme ise, erkek olarak seçilen bitkilerin anterleri tek tek her başakçıktaki dişiye tepesine temas ettirilerek yapılmıştır (Thomas ve ark., 2018). Serada yapılan işlemlere ait resimler Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3. Hibrit tohumların sera koşullarında üretilmesi. Emaskulasyon kapalı sistem şeklinde uygulanmıştır. a. Bayrak yaprağın üst kısmından kesilerek açılması, b. Steril başakçıkların temizlenmesi, c. Her başakçığın boydan uzunlmasına kesilmesi, d. Emaskulasyon işlemi, e. Erkek bitkiden alınan anterlerden her dişiye tek tek polen verilmesi, f. Kontrollü sera şartlarında saksıda yetişen bitkilerde melezleme sonrası genel görünüm.

3.2.4. Tarla denemeleri

Sera ve tarla koşullarında yapılan melezlemelerden elde edilen hibrit tohumların 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde agronomik özelliklerinin incelenebilmesi için Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre üç tekerrürlü olarak deneme kurulmuştur. Her bir parsel 1.8 m² olacak şekilde düzenlenmiştir. Her parsel 20 cm aralıklı üç metre uzunluğunda üç sıradan oluşmuştur. Ekim, 30.10.2013 tarihinde m²'de 275 tohum olacak şekilde el ile gerçekleştirilmiştir. Denemede bir parselin diğerinin yatma oranını etkilememesi için parsel aralarına iki sıra, blok kenarlarına da üç sıra kışlık buğday ekilmiştir. Her parselde eşit şekilde dekara 7.5 kg fosfor, 10 kg azot hesabıyla 20-20-0 kompoze gübre ve amonyum nitrat uygulanmıştır. Böylelikle fosforlu gübrenin tamamı ve azotlu gübrenin 2/3'ü ekimle birlikte verilmiştir. Azotun kalan kısmı sapa kalkma dönemi öncesi uygulanmıştır. Ekimden 18 gün sonra çıkışlar gözlenmiştir.

Vejetasyon süresince gerektiğinde yabancı ot mücadelesi herbisit kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin olgunlaşması tamamlandıktan sonra hasat, 27.06.2014 tarihinde büyük çim makaslarıyla biçilerek yapılmış ve gevşek demetler halinde kurutulduktan sonra makine ile harmanlanmıştır.

Araştırmanın ikinci yılı olan 2014-2015 vejetasyon döneminde deneme deseni, ekim, bakım ve hasat işlemleri 2013-2014 vejetasyon döneminde yapıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Ekim 06.11.2014 tarihinde yapılmış ve çıkışlar 20.11.2014 tarihinde gözlenmeye başlanmıştır. Hasat ise 06.07.2015 tarihinde çim makaslarıyla biçilerek yapılmış ve gevşek demetler halinde kurutulduktan sonra makine ile harmanlanmıştır. Bitkilerin ekim, gelişme ve hasat dönemlerine ait resimler Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Bitkilerin ekim, gelişme ve hasat dönemine ait görüntüler. a. Her bir sıraya ekimi yapılan tohumlardan bir görüntü, b. Her hibrit kombinasyonları arasında buğday ekimi, c. ve d. Gelişme döneminde bitkilerin özel ve genel görünüşleri, e. Hasat olgunluğuna gelen bitkiler, f. Hasat işlemi.

Agronomik özelliklerin belirlenmesi

Ölçümler ve gözlemler Kandemir (2000 ve 2004)'in kullandığı metotlar dikkate alınarak yapılmış ve aşağıda açıklanmıştır:

Başaklanma süresi (gün): Çıkış tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin başaklanmaya başladığı tarihe kadar geçen süre gün olarak belirlenmiştir.

Bitki boyu (cm): Toprak yüzeyinden (kılçıklar hariç) en üst başağın uç noktasına kadar olan mesafe her parselde rastgele seçilen 20 bitkinin ana sapı ölçülerek belirlenmiştir.

Başak uzunluğu (cm): Başaklarda kılçıklar hariç en alt başak boğumundan en üst başakçık kısmına kadar olan mesafe her parselde rastgele seçilen 20 ana saptaki başak ölçülerek belirlenmiştir.

Başak ağırlığı (g): Harman edilen 20 başağın taneleri 0.01 g duyarlı hassas terazi ile tartılarak ortalaması alınmıştır.

Başakta tane sayısı (adet): Başak uzunluğu belirlenen her bir başağın harmanlanması sonucu elde edilen tane sayısı sayılarak belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığı (g): Parseller harman edildikten ve kurutulduktan sonra rastgele dört kez 100 tane sayılmış ve ortalama ağırlıkları üzerinden bin tane ağırlığı belirlenmiştir.

Hektolitre ağırlığı (kg): Tohumlar kılçıklarından tamamen ayrıldıktan sonra dört adet 250 ml ölçüm yapılmış ve değerler 400 ile çarpılarak hektolitre ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tane verimi (kg/da): Hasat edilen bitkiler harman edildikten sonra elde edilen taneler tartılmış ve değerler kg/da'a çevrilerek hesaplanmıştır.

3.2.5. Malt üretimi ve kimyasal kalite analizleri

Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt kimyasal kalite özelliklerinin belirlenebilmesi için her iki vejetasyon döneminde yürütülen denemelerden elde edilen tohumlardan malt üretimi gerçekleştirilmiştir (Yazıcıoğlu ve Durgun, 1976). Bu metotta malt üretimi üç aşama halinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu maltlar kullanılarak malt ekstre, alfa amilaz ve diastatik güç gibi kimyasal analizler yapılmıştır.

Malt üretimi

Yumuşatma aşaması: Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tohumları temizlenerek her biri 30 g olacak şekilde tartılmış ve 150 ml cam kavanozlara konulmuştur. Yumuşatmada embriyo ve aleuron dokularında metabolizmanın aktif hale geçmesi ve hidrolitik enzimler oluşturabilmek için tanelerin üzerini geçecek kadar (50 ml) distile su (dH₂O) eklenmiştir. Kavanozlar iklimlendirme dolabına yerleştirilerek, 16 °C'de dokuz saat bekletilmiş, ilk sulu faz evresi gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda suları süzülerek 15 saat

bekletilmiş ve saat başı karıştırılmıştır. Son adım olan ikinci sulu faz için ise tekrar (50 ml) distile su eklenerek 10 saat 16 °C’de tutulmuşlardır. Tüm evrelerde nemin %45 olmasına dikkat edilerek ortamdaki CO₂’nin uzaklaştırılması için sürekli havalandırılmıştır.

Çimlendirme aşaması: Malt üretiminin ikinci aşaması olan çimlendirme safhasında tohumlar nemin %45 olmasına dikkat edilerek ve saat başı karıştırılarak 14 °C’de 110 saat bekletilmiştir. Malt ekstresinin yüksek olması için, radikula tane boyunun 2/3 uzunluğu ve kökçük de tane boyunun bir buçuk katı kadar uzunluğa erişince çimlenme durdurulmuştur. Çimlendirme aşamasındaki enzimatik reaksiyonları büyük oranda tamamlanmış olan arpaya yeşil malt adı verilmektedir.

Kurutma aşaması: Bu işlem, tohumlar etüvde 60 °C’de sekiz saat, 70 °C’de altı saat, 80 °C’de beş saat tutularak gerçekleştirilmiştir.

Kök temizleme ve öğütme aşaması: Kurutma işlemi tamamlanan maltları köklerinden ayrılması için kavuzlara zarar vermeden el ile ovuşturarak kökleri temizlenmiştir. Köklerinden arınan maltlar 0.5 mm elekten geçecek şekilde laboratuvar değirmeninde öğütülerek malt unu elde edilmiştir. Malt işleme aşamaları Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. Malt işleme aşamaları: a. İklim dolabı, ön yüzeyi kapatılarak karanlık ortam oluşturulmuştur. b. Kavanozların iklim dolabına yerleştirilmesi c. Çimlenmenin sonlandırılması d. Çimlenmenin sonlandırıldıktan sonra petrilere alınması, e. Kurutma işlemi için petrilerin etüve yerleştirilmesi, f. Maltların 0.5 mm'lik elekten geçirilerek un haline getirilmesi.

Malt kimyasal analizleri

Malt ekstre oranı: Malt ekstre, enzimlerin etkisiyle belirli koşullar altında çözünebilir hale gelen maddelerin toplamıdır. Diğer bir ifade ile ince öğütülmüş maltın çözünen miktarıdır (Ullrich ve ark., 1997). Malt ekstre analizi aşağıda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir (Fox ve Henry, 1993).

❖ 3 g malt örneği 50 ml'lik falkon tüp içerisinde tartıldıktan sonra su banyosunda (65 °C) beş dakika inkübe edilmiştir.

- ❖ İnkübasyon sonunda malt üzerine sıcaklığı 65 °C olan saf sudan 30 g eklenmiştir. Sıcak sudaki pipetleme hatasını gidermek için su ağırlık olarak eklenmiştir.
- ❖ Malt örnekleri 65 °C su banyosunda bir saat bekletilmiştir.
- ❖ Numuneler her beş dakikada bir elle karıştırıldıktan sonra 15 dakikada bir vortekslenmiştir.
- ❖ Bir saatlik inkübasyonun sonunda her numuneden üç adet örnek 1.5 ml'lik santrifüj tüplerine alınarak 3000 g'de beş dakika santrifüj edilmiştir.
- ❖ Elde edilen süpernatantların kırılma indisleri refraktometre (Hanna-Brix HI 96811) ile ölçülerek malt ekstre oranları aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Malt Ekstre (\%)} : \frac{\text{Malt (3 g) + su miktarı (ağırlıkça) x refraktometre ölçümü x 100}}{\text{Kuru madde miktarı}}$$

Alfa amilaz: Alfa amilaz aktivitesi Megazyme firmasının CERALPHA alfa amilaz kiti kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2019c). Sonuçlar hem Ceralpha ünitesi/g ve hem de 20°DU olarak ifade edilmiştir. 20°DU birimine dönüştürmede kit üreticisinin sağladığı aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{DU} = 0.23 \times \text{Ceralpha ünitesi} + 0.61$$

Analiz aşağıda belirtilen kit prosedürü takip edilerek yapılmıştır.

- 0.5 g öğütülmüş malt 100 ml Çözelti X'e ilave edilerek analiz başlatılmıştır.
- Numuneler oda sıcaklığında 15-20 dakika ekstre edilmiş ve ara sıra karıştırılmıştır.
- Çözeltinin bir miktarı 1.5 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 1 000 g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir.
- Elde edilen temiz üst kısmın 250 µl'si 4.75 ml ekstraksiyon bufferi ile 1/20 oranında seyreltilmiştir.
- 1/20 seyreltilmiş örnekler ile Amylase HR çözeltisi farklı tüplerde 40 °C'de beş dakika ön inkübasyona tabi tutulmuştur.
- 100 µl Amylase HR çözeltisi içeren tüplerin tabanına 100 µl 1/20 seyreltilmiş örnek eklenerek 40 °C'de 10 dakika inkübe edilmiştir.

- On dakika inkübasyondan sonra 1.5 ml stop çözelti ilave edilerek kuvvetli şekilde karıştırılmıştır.
- Elde edilen çözelti ve reaksiyon blank'inin 400 nm'deki absorbansları spektrofotometrede destile suya karşı okunmuştur.
- Öğütülmüş maltın alfa amilaz değeri absorbansın 376 ile çarpılmasıyla Ceralpha ünitesi (CU/g) olarak hesaplanmıştır.

Kullanılan çözeltiler:

✓ Çözelti X:

10 g NaCl 800 ml su içinde çözölmüş, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra içerisine 200 mg $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve 200 mg NaN_3 eklenmiştir. Son hacim saf su ile bir litreye tamamlanmıştır.

✓ Ekstraksiyon buffer:

Kit içerisinde hazır olarak sunulmakta olup 50 ml'si 1000 ml'ye seyreltilerek kullanılmıştır.

✓ Amylase HR çözelti:

Kit içerisinde hazır olarak sunulmakta olup bir vial içindeki maddenin tamamı 10 ml destile su içinde çözölerek kullanılmıştır.

✓ Stop çözelti:

Kit içerisinde hazır olarak sunulmakta olup 25 ml'si destile su ile 500 ml'ye seyreltilerek kullanılmıştır.

Diastatik güç: Diastatik güç analizi PAHBAH metodu kullanılarak belirlenmiştir (Fox ve ark., 1999). Sonuçlar hem Windisch-Kolbach ünitesi ($^{\circ}\text{WK}$) ve hem de $^{\circ}\text{ASBC}$ olarak ifade edilmiştir. $^{\circ}\text{ASBC}$ değeri aşağıdaki formöl kullanılarak belirlenmiştir:

$$^{\circ}\text{ASBC} = (^{\circ}\text{WK} + 16) / 3.5$$

Diastatik güç analizi aşağıda belirtilen aşamalar takip edilerek yapılmıştır:

➤ 1 g malt numunesi 10 ml ekstraksiyon çözeltisine %0.5 NaCl ilave edilerek vortekslenmiştir. Numuneler su banyosunda 25 $^{\circ}\text{C}$ 'de 30 dakika tutulup, her beş dakikada bir karıştırılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir.

➤ Ekstraksiyon sonunda bir miktar numune yaklaşık 1.5 ml ependorfa alınarak 2 000 g'de beş dakika santrifüj edilmiş ve enzim ekstraksiyon süpernatantı elde edilmiştir.

➤ Enzim ekstraksiyon süpernatantından 100 µl alınarak 5 ml tamponlu nişasta çözeltisine ilave edildikten sonra vortekslenmiştir. Numuneler 25 °C'de 10 dakika inkübasyona tabi tutulmuştur

➤ İnkübasyon süresinin sonunda 1 ml stop çözeltisi eklenerek reaksiyon durdurulmuş ve hidrolize olmuş numuneler elde edilmiştir.

➤ Kolbach ünitesinin hesaplanmasında kullanılan maltoz ekivalant değerini belirlemek için hidrolize olmuş numunelerin ve maltoz standartlarının (0. 1. 2. 3 ve 4 mg/ml) 100 µl' si kaynayan 5 ml PAHBAH (*p*-hidroxy benzoic acid) çözeltisine ilave edilmiştir.

➤ Numuneler kaynayan suda tam olarak dört dakika tutulduktan sonra hızla oda sıcaklığına soğutulmuştur (sulu buz içerisinde).

➤ Numunelerin ve standartların 139 µl'si 1 250 µl saf suya ependorf içerisine seyreltilerek spektrofotometre ile 415 nm'de absorbansları ölçülmüştür.

➤ Numunelerin maltoz ekivalant değerleri hazırlanan maltoz standart grafiğinin eğim ve kesme noktaları kullanılarak hesaplanmıştır. Maltoz ekivalant değerleri okunan absorbansların eğim ile çarpılması ve kesim noktasının ilave edilmesiyle hesaplanmıştır.

Kolbach ünitesi $[WK = (87.5 \times \text{maltoz ekivalant}) - 16]$ formülü ile belirlenmiştir.

Kullanılan çözeltiler:

✓ 0.5 M Sodyum asetat tamponu:

6.805 g $C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$ 60 ml su içinde çözülerek CH_3COOH (1/3 oranında seyreltilmiş) ile pH 4.6'ya ayarlanmıştır. Son hacim saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

✓ Tamponlu nişasta çözeltisi:

2 g nişasta beş ml suda çözüldükten sonra kaynayan 75 ml suya ilave edilmiştir. Nişasta çözeltisi karıştırılarak üç dakika daha kaynatılmış ve sürenin sonunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Üzerine 5.3 ml sodyum asetat tamponu eklendikten sonra son ağırlık saf su ile 100 g olacak şekilde terazide ayarlanmıştır.

- ✓ Stop çözeltisi:
0.5 M NaOH kullanılmıştır.

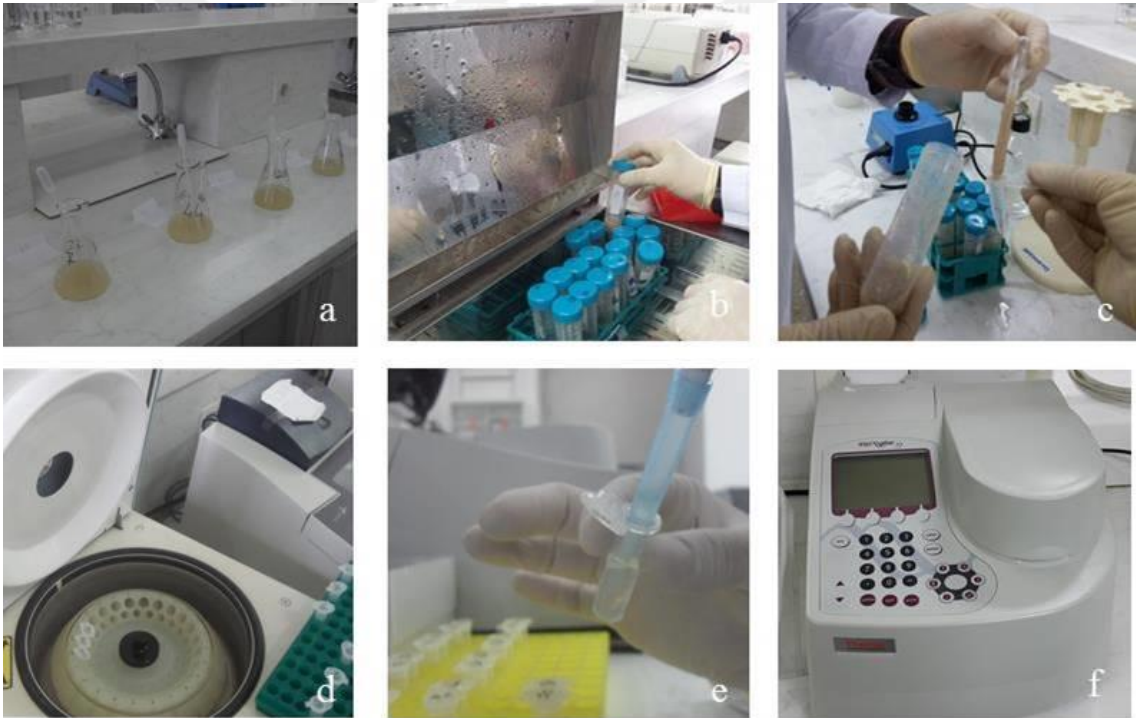
- ✓ Alkali seyreltici:

Alkali seyreltici 0.05 M $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$, 0.01 M Ca ve 0.5 M NaOH'tan oluşmaktadır. Bir litre alkali seyreltici için 14.7 g $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$, 1.095 g CaCl_2 ve 20 g NaOH ayrı ayrı tartılmış ve her biri yaklaşık 250 ml suda çözünmüştür. Çözünen kimyasallar bir behere sırasıyla CaCl_2 , $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ve NaOH olarak ilave edilmiştir. Son hacim saf su ile bir litreye tamamlanmıştır.

- ✓ PAHBAH çözeltisi:

p-hidroxy benzoic acid hydrazide alkali seyrelticide 5 g/l olacak şekilde hazırlanmıştır.

Malt ve enzim analizlerine ait görüntüler Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Malt kimyasal analizlerinden görüntüler: a. öğütülmüş maltın çözelti içine alınarak analizin başlatılması, b. Numunelerin su banyosunda tutulması, c. Numunelerin 1.5 ml'lik santrifüj tüpüne alınması, d. Santrifüj aşaması, e. Elde edilen çözeltinin blanklere alınması, f. Spektrofotometrede absorbans değerlerinin belirlenmesi

3.2.6. Moleküler analizler

Heterosis oranı ile genetik mesafe arasında ilişkinin belirlenmesi ve üstün hibrit kombinasyonlarının tespitinde moleküler verilerin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla araştırmada güvenli, çevre koşullarından etkilenmeyen ve bitki gelişimlerinin her aşamasında kullanım kolaylığı sağlayan moleküler belirleyicilerden mikrosatellit markörleri (SSR) kullanılmıştır.

DNA izolasyonu

Çeşitlerin DNA analizleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Moleküler Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan DNA ekstraksiyonu metodu aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Doyle ve Doyle, 1990).

1. Yaklaşık 4-5 g yaprak içinde sıvı azot bulunan ependorf tüpünde, pipet ucu yardımıyla öğütülmüştür ve daha sonra her tüpe 500 µl ekstraksiyon buffer'ı ilave edilmiştir.

- 100 ml ekstraksiyon buffer hazırlamak için;
- 65 ml dH₂O
- 10 ml 1 M Tris (pH: 7.5)
- 14 ml 5 M NaCl ve
- 10 ml 0.5 M EDTA (pH: 8.0)
- 1 g CTAB ile
- 1 ml 14 M Beta Merkapt Etanol (BME) eklenmiştir.

2. Bir ünite Proteinaz K eklendikten sonra vortekslenerek karıştırılmıştır.

3. 80 µl %10 SDS eklenerek, alt üst edilmiştir. 65 °C'deki su banyosunda 90 dakika tutularak her 15 dakikada bir alt üst ederek karıştırılmıştır.

4. Su banyosundan çıkarılan tüpler 5 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. 2/3 hacim (400 µl) kloroform: isoamil alkol (24:1) eklenerek ve 10-15 dakika yavaşça alt üst edilerek karıştırılmıştır.

5. 10 000 g'de 15 dakika santrifüj edilmiştir.

6. Süpernatant'a 2/3 hacim (400 µl) 2-propanol eklendikten sonra 1-2 dakika alt üst edilerek DNA gözle görülür hale getirilmiştir.
7. 15 dakika 10 000 g'de santrifüj edilmiştir.
8. Sıvı dikkatli bir şekilde dökülmüştür. Pelet kuruduktan sonra 400 µl 1 XTE eklenerek +4 °C'de bir gece bekletilmiştir.
9. Ertesi gün DNA, 60 °C'deki su banyosunda 15 dakikada bir karıştırılarak üç saat eritilmiştir.
10. 10 mg/ml RNase çözeltisinden 1 µl eklenip ve su banyosunda bir saat bekletilmiştir.
11. 400 µl kloroform:isoamil alkol (24:1) eklenip tüpler 10-15 dakika alt-üst edilerek ekstraksiyon yapılmıştır.
12. 15 dakika 10 000 g'de santrifüj edilmiştir.
13. Süpernatant 100 µl 1.2 M NaCl içeren yeni bir tüpe alınarak ve hafifçe karıştırılmıştır.
14. 800 µl %96 soğuk etil alkol ilave edildikten sonra alt üst edip karıştırılarak DNA çöktürülmüştür.
15. 10 000 g'de 20 dakika santrifüj edilerek sıvı dikkatli bir şekilde dökülmüştür.
16. Pelet %70 soğuk etil alkol ile dikkatlice yıkanp, ters çevrilmiş halde iki saat kurutulmuştur.
17. Kuruyan pelet 100 µl 1 X TE'de çözülüp bir gece +4 °C'de tutulduktan sonra su banyosunda 65 °C'de 3-4 saat eritilerek, sonuçta toplam 20 µg civarında DNA elde edilmiştir.

DNA miktarının belirlenmesi

DNA miktarının ve kalitesinin gözlenmesi için 2 µl DNA, 1.5 µl 10 X loading buffer ve 11.5 µl dH₂O içeren karışım %1'lik agaroz jele yüklenmiştir. Hazırlanan örnekler, elektroforezde 90 voltta 1 saat koşulmuştur. UV transilluminatör yardımıyla örnek DNA'ları gözlenmiştir. Yoğunluğu çok az olan ya da kalitesi düşük olan DNA'lar tekrar örnek alınarak izolasyon işlemi tekrarlanmıştır. DNA konsantrasyonu yetersiz bulunanlar etüve konularak suyu uzaklaştırılmış, fazla olanlar ise 1X TE eklenerek her örnekteki DNA miktarı ayarlanıp yaklaşık olarak eşitlenmiştir.

Polimeraz zincir reaksiyonu (PZR)

DNA izolasyonu tamamlandıktan sonra PZR işlemi yapılmıştır. İzole edilen her bir DNA'nın spesifik bölgeleri, kullanılan primerlerin özelliklerine bağlı olarak (Röder ve ark., 2002; Hayden ve ark., 2006) PZR ile çoğaltılmıştır. Her bir reaksiyon karışımı 40 µl reaksiyon hacminde 250 nM primer, 0.2 mM deoksiribonükleotidlerin her birinden 1.5 mM MgCl₂, 0.5 Ünite Taq-polimeraz enzimi ve 50-100 ng kalıp DNA içermiştir. Her bir PZR işlemi 94 °C' de beş dakika tutma sonrasında 32 döngülük 94 °C' de bir dakika denatürasyon, 55-60 °C'de (primer yapışma sıcaklığına göre) bir dakika yapışma, 72 °C'de bir dakika uzatma döngüsünden oluşmaktadır. Son olarak 72 °C'de beş dakika son uzatma uygulanmıştır.

Kullanılan primerler

Çeşitler arası genetik uzaklığın belirlenebilmesi için, GrainGenes veri tabanındaki bilgiler kullanarak az sayıda bant veren yüksek kaliteli SSR primerleri seçilmiştir. Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA belirleyicilerinin baz dizilimleri, kromozom konumları, yapışma sıcaklıkları ve ürün bant uzunlukları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA belirleyicilerinin baz dizilimleri, kromozom konumları, ürün bant uzunlukları ve yapışma sıcaklıkları

Primer adı	Primer baz dizisi	Kromozom	Ürün bant uzunluğu (bp)	Yapışma sıcaklığı (°C)
GBMS35*	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1	145	60
Gbm 1464	Forward ATAGCCGTGCTCTTGCTCAT Reverse CAAGACCACCATTTGCATTG	1	159	58
EBmac 755	Forward AGCCTTGTGTATCAGGACA Reverse CTGCTGGTGTCTCTAAAAGT	1	143	55
Bmag 120	Forward ATTTTCATCCCAAAGGAGAC Reverse GTCACATAGACAGTTGTCTTCC	1	230	58
Bmac0032	Forward CCATCAAAGTCCGGCTAG Reverse GTCGGGCCTCATACTGAC	1	215	55
GBMS247	Forward ACACCACATTCATCTTCCTTCA Reverse CATTGCTCTGCTTCCTGTCA	2	208	60
Scssr 07759	Forward GCAACTCCTCATCATCTCAGG Reverse CAACAGCCAGAAGGTCTACG	2	208	58
GBMS 137*	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	2	185	60
GBM 1459	Forward AACACATCCATACTTCCCCG Reverse AGCTGAATAAATGCCCATGC	2	161	55
GBMS160	Forward ATCCAGTGGCCTTTGTATGG Reverse TCAGCTCCTCTCTTCATGTG	2	205	58
Bmag125	Forward AATTAGCGAGAACAAAATCAC Reverse AACCCAGTAACACCGTCCTG	2	135	55
HVM54	Forward AGTTCCCTGACCCGATGTC Reverse AGATAACGATGCACCACC	2	159	60
GBMS50*	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	3	133	55
GBMS45*	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	3	150	60
Bmag0013	Forward AAGGGAATCAAAATGGGAG Reverse TCGAATAGGTCTCCGAAGAAA	3	155	58
EBmac705	Forward GTGGAAACTGAGTGAACTC Reverse ACGGATCTACTTTAGCTAGCA	3	150	55
EBmac541	Forward AAACAACCCACACAATC Reverse TTGAGGAGAAGTAATGACGAT	3	106	58

*Primer dizileri patent gizliliği nedeniyle belirtilmemiştir.

Çizelge 3.5. (Devam) Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA belirleyicilerinin baz dizilimleri, kromozom konumları, ürün bant uzunlukları ve yapışma sıcaklıkları

Primer adı	Primer baz dizisi	Kromozom	Ürün bant uzunluğu (bp)	Yapışma sıcaklığı (°C)
GBM1221	Forward CAGCAATCCAAGTTACGG Reverse GCCTTGGTCTTGGTGTGTA	4	124	58
HVM40	Forward CGATTCCCCTTTTCCCAC Reverse ATTCTCCGCCGTCCACTC	4	160	55
Bmag808	Forward TCATAGACTACGACGAAGATG Reverse TCTTTGGATGTGTGTTTACTG	4	177	55
GBM1059*	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	4	263	58
Bmac213	Forward ATGGATGCAAGACCAAAC Reverse CTATGAGAGGTAGAGCAGCC	5	155	58
Bmac154	Forward TGGGTGATGAATAGAGTTTC Reverse TATTCTTCAAAAGATGTTCTGC	5	130	55
EBmac501	Forward ACTTAAGTGCCATGCAAAG Reverse AGGGACAAAAATGGCTAAG	5	151	55
Scssr02306	Forward TGCCTTGTTTATGTAATATCTTGTG Reverse GGCGTAAATAAGAGTGTCTTCAG	5	123	55
GBM1461	Forward AAACCATGCATTCTTCAGAGA Reverse TTTAGACCGACCCGATGAAG	5	210	58
HVM6	Forward CATGAATGAATGATTGGTTTTG Reverse TTAGTCACCCTCAACGGT	5	174	55
Bmag223	Forward CCCCTAACTGCTGTGATG Reverse CGCATCCGTATGTATGAGTAA	5	127	55
Bmag173	Forward CATTTTTGTTGGTGACGG Reverse ATAATGGCGGGAGAGACA	6	150	55
Bmac316	Forward ATGGTAGAGGTCCCAACTG Reverse ATCACTGCTGTGCCTAGC	6	135	55
EBmac602	Forward GATTGGAGCTTCGGATCAC Reverse CCGTCTAGGGAGAGGTTCTC	6	205	55
Scssr00103	Forward GGTAAGGAGTGGGTCTCAGG Reverse CAAGCAGATGCAACTACACC	6	164	60
GBM1275	Forward TCTTCTGCTGTGGGTCTGTC Reverse CACATCCAGTCGCACAACCTT	6	128	60
Bmag337	Forward ACAAAGAGGGAGTAGTACGC Reverse GACCCATGATATATGAAGATCA	7	130	55
Bmac0096	Forward GCTATGGCGTACTATGTATGGTTG Reverse TCACGATGAGGTATGATCAAAGA	7	185	58
EBmatc003	Forward AATTTTGCAAAGCTGGAGG Reverse CATTATGGTGGGGTTCATGT	7	111	58
GBMS77*	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	7	182	60
Bmag0021	Forward ATTTTATCAGAACGTCTCTCTC Reverse CTAACCTCTCTCTCCCTCTCC	7	143	55

*Primer dizileri patent gizliliği nedeniyle belirtilmemiştir.

Jel sistemi

PZR ürünleri %3'lük bir Metaphore Agaroz jelde, %1'lik TBE bufferde 90 Voltluk gerilimde koşulmuştur.

%3 Metaphore jel:

- 3.6 g Metaphore
- 24 ml 5X TBE
- 96 ml dH₂O
- 7µl Ethidium bromide ilave edilerek hazırlanmıştır.

Belirtilen miktarda dH₂O ve 5XTBE erlenmayere eklenip -20 °C'de bekletilmiştir. Tartılan Metaphore agaroz karışımın içine eklenerek, on dakika karıştırıcıda karıştırılmıştır. Terazide karışımın ilk ağırlığına bakılarak üzerine 100 ml dH₂O eklenip 15 dakika daha karıştırılmıştır. Karışımın üzeri streç film ile kapatılıp 2-3 yerinden delinerek mikrodalga fırına konulmuştur. Mikrodalga fırında ilk ağırlığına inene kadar kaynatılmış ve mikrodalga fırından alınarak 85-90 °C arasında Ethidium bromide eklenip yavaşça karıştırıldıktan sonra jel küvetine dökülmüştür. Oda sıcaklığında 75 dakika, +4 °C'de 30 dakika bekletilmiş ve yükleme yapılmıştır.

Moleküler verilerin değerlendirilmesi

PCR ürünleri %1'lik TBE buffer ile %3'lük metafor agaroz jelde koşulmuştur. DNA bir jel görüntüleme sistemi (Vilber Lourmat CN-08) kullanılarak jele eklenen ethidium bromide aracılığıyla görüntülenmiştir. Bantlar Biocapt yazılımı (versiyon: 11.02) kullanılarak analiz edilmiştir. Çeşitler arasındaki ilişki Nei (1978)'e göre hesaplanmıştır. Sneath ve Sokal (1973) tarafından belirtilen UPGMA algoritması kullanılarak oluşturulan dendogramlar POPGENE versiyon 1.31 yazılımı (Yeh ve ark., 1997) ile hazırlanmıştır. Her mikrosatellit polimorfizm oranlarının ölçülmesi için polimorfizm bilgi içeriği $PIC = 1 - \sum P_i^2$ formülü kullanılmıştır. Formüldeki P_i^2 mikrosatellit allelinin frekansıdır (Matus ve Hayes, 2002). Moleküler analizlere ait görüntüler Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Moleküler analizlere ait görüntüler: a. Öğütülen yaprak örneklerine ekstraksiyon buffer eklenmesi, b. Santrifüj işlemi, c. Süpernatant alınma işlemi, d. DNA eldesi, e. PZR’ de *Taq* polimeraz ilavesi, f. PZR döngüleri, g. jel görüntüleme cihazı, h. Jel elektroforezi işlemi, i. jel bant görüntüsü

3.2.7. İstatistiksel analizler

Agronomik ve malt kalite özelliklerinden elde edilen verilerin analizi MSTAT-C istatistik programından yararlanılarak Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre yapılmış ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklara “Duncan” testi uygulanmıştır.

Heterosis değerlerinin belirlenmesi

Başaklanma süresi, bitki boyu, başak uzunluğu, tek başak verimi, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, tane verimi, malt ekstre oranı, alfa amilaz enzim aktivitesi ve diastatik güç gibi özellikler açısından ebeveyn çeşitler ile hibritlerin performansları karşılaştırılarak yüzde şeklinde belirlenmiştir. Heterosis, iki ebeveyn çeşitin ortalaması dikkate alınarak, aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Akbar ve ark., 2010).

$$Ht : [(F_1-AO)/AO] \times 100$$

Ht: Heterosis değeri, AO: Anaçların ortalama değeri, F₁: Hibrit değeri

Kombinasyon yetenekleri analizleri

Genel kombinasyon yeteneği bir ebeveyn çeşitin diğer ebeveyn çeşitler ile olan hibritlerinin ortalama değeri ve hibritlerdeki üstünlüğü olarak tanımlanır (Falconer, 1989). Özel kombinasyon yeteneği ise bir hibritin diğer hibritlerden farklı veya üstün olması şeklinde açıklanmaktadır. Sprague ve Tatum (1942)'a göre genel kombinasyon yeteneği genellikle eklemeli (additive) genler tarafından, özel kombinasyon yeteneği ise eklemeli olmayan genler (non-additive) tarafından belirlenmektedir (Kınay, 2014). Diallel melezlemede kullanılan ebeveyn çeşitler genel kombinasyon yeteneklerini (GKY) ve özel kombinasyon yeteneklerini (ÖKY) belirlemek için “Griffing Tipi Diallel Analiz” kullanılmıştır (Griffing, 1956). Araştırmada yarım diallel (resiproksuz) yapıldığı için Griffing tarafından bu durum için önerilen Metod-2 Model 1'e göre analiz yapılmıştır. Kombinasyon yetenekleri analizleri ise AGD-R (Analysis of Genetic Designs in R) programında yapılmıştır.

Bir serbestlik dereceli varyans analizi

Araştırmada ebeveyn çeşit ve hibritlerde (tüm hibritleri ebeveyn çeşitlerle ve her bir çeşidi kendi hibritleriyle karşılaştırılarak) incelenen uygulamaların ortalamalarını karşılaştırmak amacıyla Post hoc analiz tipi olan bir serbestlik dereceli varyans analizi yapılmıştır (Yurtsever, 2011).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu araştırmada yarım diallel melezleme metodu kullanılarak elde edilen hibritler ve çeşitler arasında agronomik özellikler ve malt kalite özellikleri incelenmiş, moleküler analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda araştırmadan elde edilen bulgular üç başlık halinde verilmiştir. Agronomik özellikler olarak başaklanma gün süresi, bitki boyu, başak uzunluğu, başak ağırlığı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, tane verimi, malt kalite özellikleri olarak ise malt ekstre oranı, alfa amilaz enzim aktivitesi ve diastatik güç özellikleri incelenmiştir. Belirtilen özelliklere ait varyans analizleri yapılmış ve heterosis değerleri ile genel ve özel kombinasyon yetenekleri tespit edilmiştir. Ayrıca mikrosatellit markörleriyle belirlenen çeşitler arası genetik mesafe ile heterosis ilişkisinin varlığı incelenerek moleküler verilerin üstün hibrit kombinasyonlarının belirlenmesinde kullanım olanakları araştırılmıştır.

4.1. Agronomik Özellikler

4.1.1. Başaklanma süresi (gün)

Beş maltlık arpa çeşidi, bunlardan yarım diallel melezleme metodu ile elde edilen 10 hibrit arasında her iki yılda başaklanma süresi bakımından istatistiki anlamda ($P<0.01$) önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge Ek 1). Çalışmada emaskulasyon sonrası kendileme ile tohum üretmenin normal olarak gelişen tohuma karşı farklı olup olmadığını görebilmek için kendi poleni ile melezlenmesinden elde edilen Harrington x Harrington hibriti Harrington çeşidinden başaklanma süresi bakımından farklılık göstermemiştir. Buna göre nispeten daha küçük olan hibrit tohumlar başaklanma süresi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Aydanhanım çeşidi ilk yıl 173.0 gün, ikinci yıl 175.7 gün ile her iki yılda da belirgin bir şekilde geç başaklanmıştır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). Her iki yılda da Zeynelağa (sırasıyla 163.3 ve 159.3 gün) ve Efes3 (sırasıyla 165.3 ve 159.3 gün) çeşitleri diğer çeşitlere göre daha erken başaklanmıştır.

Ortalama olarak hibritlerin başaklanma süreleri ebeveyn çeşitlerden belirgin şekilde bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.1). Ancak Aydanhanım çeşidi geç çiçeklenme özelliğini her iki yılda da özellikle Aydanhanım x Efes3 (173.0 ve 174.7 gün) ile Tokak 157/37 x Aydanhanım (sırasıyla 173.0 ve 168.0 gün) ve diğer çeşitlerle olan hibritlerinde göstermiştir (Çizelge 4.2). Arpada başaklanma süresi ve diğer agronomik özelliklerin genetik analizinin yapıldığı bir çalışmada geç başaklanma özelliğinin erken başaklanmaya göre dominant olduğu bildirilmiştir (Martinez ve Foster, 1998). Aydanhanım çeşidinin hibritleri diğer hibritlere göre daha geç başaklansa da Aydanhanım çeşidinin kendisinden daha erken başaklanmıştır (Çizelge 4.2). Efes3 çeşidinin hibritleri her iki yılda, Zeynelağa çeşidinin hibritleri ise 2014-2015 vejetasyon döneminde çeşidin kendisine göre önemli düzeyde daha geç başaklanmıştır.

Çizelge 4.1. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süreleri (gün)

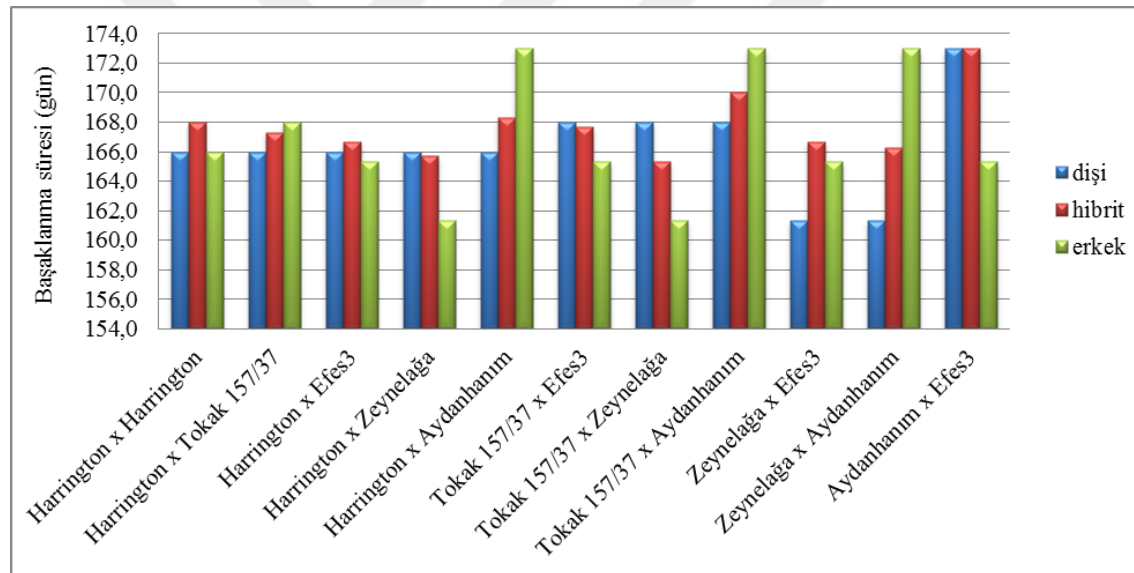
Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Başaklanma Süresi (gün)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	166.0 BC	165.0 DE	165.5
Tokak 157/37	168.0 B	163.7 EFG	165.8
Efes3	165.3 BC	161.3 GH	163.3
Zeynelağa	163.3 C	159.3 H	161.3
Aydanhanım	173.0 A	175.7 A	174.1
Harrington x Harrington	168.0 B	166.3 CD	167.2
Harrington x Tokak 157/37	167.3 B	164.3 DEF	165.8
Harrington x Efes3	166.7 BC	165.7 CDE	166.0
Harrington x Zeynelağa	165.7 BC	162.3 FG	164.4
Harrington x Aydanhanım	168.3 B	169.7 B	169.0
Tokak 157/37 x Efes3	167.7 B	165.0 DE	166.3
Tokak 157/37 x Zeynelağa	165.3 BC	163.3 EFG	164.3
Tokak 157/37 x Aydanhanım	173.0 A	168.0 BC	170.6
Zeynelağa x Efes3	166.7 BC	164.7 DEF	165.7
Zeynelağa x Aydanhanım	166.3 BC	163.3 EFG	164.8
Aydanhanım x Efes3	173.0 A	174.7 A	173.6
Ebeveyn çeşitler ortalama	167.1	165.0	
Hibritler ortalama	168.0	166.1	
Genel ortalama	167.7	165.8	

*, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

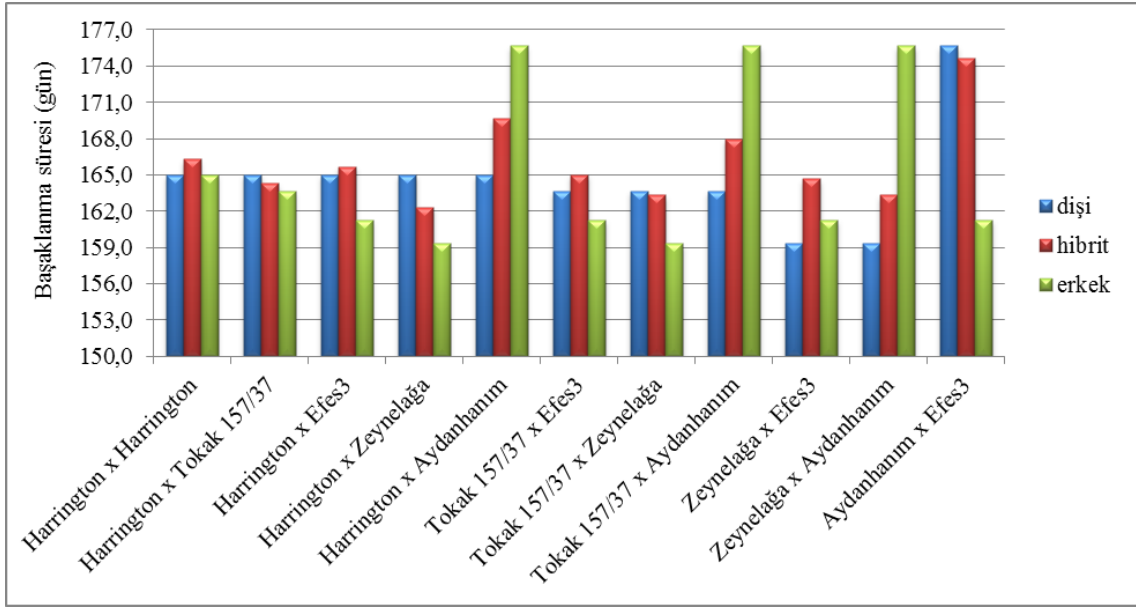
Çizelge 4.2. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	166.0	167.0 öD.	165.0	165.5 öD.
Tokak 157/37	168.0	168.3 öD.	163.7	165.2 öD.
Efes3	165.3	168.5 *	161.3	167.5 **
Zeynelağa	163.3	166.0 öD.	159.3	163.4 **
Aydanhanım	173.0	170.2 *	175.7	168.9 **
Ortalama	167.1	168.0 öD.	165.0	166.1 öD.
Genel ortalama	167.7		165.8	

ö.D. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.1. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi (gün)



Şekil 4.2. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi (gün)

Çeşitlerin başaklanma süresi bakımından genel ve özel kombinasyon yeteneklerinin her iki yılda da istatistiki anlamda ($P < 0.05$, $P < 0.01$) önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge Ek 2). Genel kombinasyon yeteneğinin önemli olması ebeveyn çeşitler arasında yeterli varyasyonun bulunduğunu göstermektedir. Veriler incelendiğinde Aydanhanım çeşidinin her iki yılda da önemli düzeyde pozitif, Zeynelağa çeşidinin ise her iki yılda da önemli düzeyde negatif genel kombinasyon yeteneğine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Özel kombinasyon yeteneği bakımından ise Aydanhanım x Efes3 hibriti her iki yılda da pozitif ve önemli etki göstermiştir (Çizelge 4.4). Yemlik arpada 6 ebeveyn çeşitler ve 15 hibritin verimi ve diğer agronomik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada (Pal ve Kumar, 2009) başaklanma süresine ait GKY ve ÖYK varyansı önemli bulunmuş ve değerleri (sırasıyla 65.4 ve 9.7) çalışmamızda elde edilen değerler (ikinci yıl GKY 68.15, ÖYK değeri 7.45, Çizelge Ek 2) ile uyum içerisinde olmuştur. Arpada yapılan benzer çalışmalarda da başaklanma süresine ait genel ve özel kombinasyon yeteneklerinin önemli bulunduğu, özelliklerin kalıtımında eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerinin birlikte görüldüğü vurgulanmıştır (Budak, 2000; Sharma ve ark., 2003).

Çizelge 4.3. Ebeveyn çeşitler başaklanma süresi genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	-0.895 ÖD.	-0.343 ÖD.
Tokak 157/37	0.438 ÖD.	-0.914 *
Efes3	-0.229 ÖD.	-0.248 ÖD.
Zeynelağa	-2.229 **	-3.152 **
Aydanhanım	2.914 **	4.657 *

ÖD. önemli değil *,** sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.4. Hibritlerin başaklanma süresi özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY*	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	0.079 ÖD.	-0.143 ÖD.
Harrington x Efes3	0.079 ÖD.	0.524 ÖD.
Harrington x Zeynelağa	1.079 ÖD.	0.095 ÖD.
Harrington x Aydanhanım	-1.397 ÖD.	-0.381 ÖD.
Tokak 157/37 x Zeynelağa	-0.587 ÖD.	1.667 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	-0.254 ÖD.	0.429 ÖD.
Tokak 157/37 x Aydanhanım	1.937 ÖD.	-1.476 ÖD.
Zeynelağa x Efes3	1.413 ÖD.	2.333 *
Zeynelağa x Aydanhanım	-2.063 ÖD.	-3.905 **
Aydanhanım x Efes3	2.603 *	4.524 **

ÖD. önemli değil *,** sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir

Başaklanma süresine ait heterosis değerleri çalışmanın ilk yılında %-1.09 ile %2.27 arasında, ikinci yıl ise %-2.33 ile %3.54 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). Arpada yürütülen benzer bir çalışmada diallel melezleme ile elde edilen hibrit popülasyonlarının tümünde başaklanma gün sayısına ait heterosis değerlerinin pozitif bulunduğu bildirilmiştir (Çay, 1999). Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde başaklanma süresinde çok düşük düzeyde heterosis elde edildiği görülmektedir. Yine arpada yürütülen bir çalışmada bu özelliğe ait heterosis değerlerinin düşük olduğu sadece bir hibritde %12.4 heterosis değeri elde edildiği tespit edilmiştir (Pal ve Kumar, 2009). Vishwakarma ve ark. (2011)'nın yürüttükleri bir çalışmada ise başaklanma süresine ait heterosis değerlerinin %-17.43 ile %7.30 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Çizelge 4.5. Hibritlerin başaklanma süresi heterosis değerleri (%)

Hibritler	Başaklanma süresi heterosis %	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	1.21	0.79
Harrington x Tokak 157/37	0.20	0.00
Harrington x Efes3	0.60	1.38
Harrington x Zeynelağa	0.61	0.62
Harrington x Aydanhanım	-0.69	-0.29
Tokak 157/37 x Efes3	0.60	1.51
Tokak 157/37 x Zeynelağa	-0.20	1.18
Tokak 157/37 x Aydanhanım	1.47	-0.77
Zeynelağa x Efes3	1.42	2.78
Zeynelağa x Aydanhanım	-1.09	-2.33
Aydanhanım x Efes3	2.27	3.54
Ortalama	0.58	0.76

4.1.2. Bitki boyu (cm)

Çalışmanın yürütüldüğü 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde ebeveyn çeşitler ve hibritlerinin arasında bitki boyu bakımından istatistiki olarak ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli ($P<0.01$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge Ek 3).

Ekimi yapılan çeşitler içerisinde Harrington ve Zeynelağa çeşitleri ilk yıl (sırasıyla 74.2 cm ve 71.3 cm) en kısa boya sahip olmuştur. İkinci deneme yılında ise Harrington çeşidi 87.6 cm ile açık şekilde en kısa boylu çeşit olmuş ve incelenen diğer tüm çeşitlerden istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir. Her iki yılda da en uzun bitki boyuna sahip çeşidin Tokak 157/37 olduğu belirlenmiş ve bunu Aydanhanım çeşidi izlemiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4).

Çizelge 4.6. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu değerleri (cm)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Bitki boyu (cm)		
	2013-2014 ^{ÖD.}	2014-2015 ^{**}	Ortalama
Harrington	74.2	87.6 E	80.9
Tokak 157/37	91.0	122.3 AB	106.7
Efes3	78.7	114.3 ABC	96.5
Zeynelağa	71.3	104.8 CD	88.1
Aydanhanım	86.3	117.7 ABC	102.0
Harrington x Harrington	67.0	95.7 DE	81.4
Harrington x Tokak 157/37	63.2	110.5 BC	86.9
Harrington x Efes3	76.2	114.3 ABC	95.3
Harrington x Zeynelağa	66.1	114.0 BC	90.1
Harrington x Aydanhanım	71.0	106.4 CD	87.9
Tokak 157/37 x Efes3	78.2	118.2 ABC	98.2
Tokak 157/37 x Zeynelağa	80.9	118.3 ABC	99.6
Tokak 157/37 x Aydanhanım	91.9	113.1 BC	102.5
Zeynelağa x Efes3	77.1	118.7 ABC	97.9
Zeynelağa x Aydanhanım	85.2	123.2 AB	104.2
Aydanhanım x Efes3	94.7	128.4 A	111.6
Ebeveyn çeşitler ortalama	80.3	109.3	
Hibritler ortalama	77.4	114.5	
Genel ortalama	78.3	112.9	

^{ÖD.} önemli değil ^{*,**} aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Hibritlerin bitki boyları ilk yıl 63.2 ile 94.7 cm, ikinci yıl 95.7 ile 128.4 cm arasında değişmiştir. Her iki yılda da en uzun bitki boyu Aydanhanım x Efes3 hibritinde belirlenmiştir. İlk yıl en kısa bitki boyuna sahip Zeynelağa çeşidinin hibritlerinin bitki boyları genellikle çeşidin kendi bitki boyundan daha fazla (sırasıyla 77.3 ve 71.3 cm (Çizelge 4.7) olmuştur. Harrington ve Tokak 157/37 çeşitlerinin dahil olduğu kombinasyonların bitki boyu (sırasıyla 69.1 ve 78.6 cm, Çizelge 4.7) genel olarak kendilerinin bitki boyundan daha kısa (sırasıyla 74.2 ve 91.0 cm, Çizelge 4.7), Aydanhanım ve Efes3 çeşitlerinin bitki boyları ise hibritlerinin bitki boyu ile benzer değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. İkinci yıl Zeynelağa x Aydanhanım, Zeynelağa x Efes3, Tokak157/37 x Zeynelağa ve Tokak 157/37 x Efes hibritleri Aydanhanım x Efes3 hibritinden sonra yüksek bitki boyuna sahip olan hibritler olmuşlardır. Bu yıl Efes3, Harrington ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin (sırasıyla 119.9, 111.3 ve 118.5

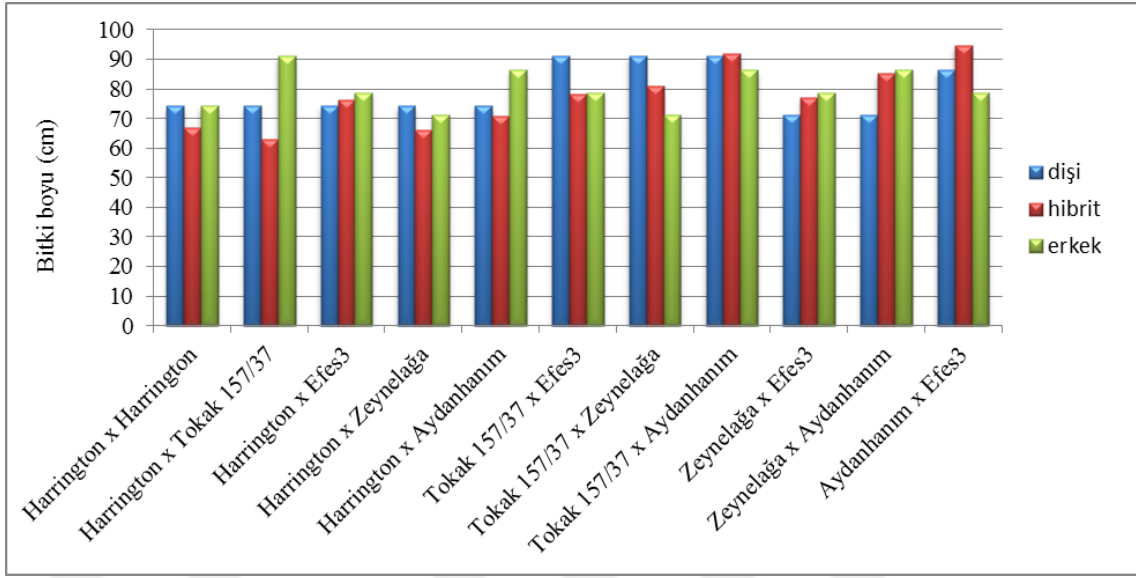
cm, Çizelge 4.7), çeşitlerin kendi bitki boyundan (sırasıyla 114.3, 87.6 ve 104.8 cm, Çizelge 4.7) daha fazla, Tokak 157/37 çeşidinin hibritlerinin bitki boyları (sırasıyla 115.0 ve 122.3 cm, Çizelge 4.7) çeşidin kendi bitki boyundan daha kısa olmuş, Aydanhanım çeşidinin hibritleri ise kendisi ile benzer bitki boyuna sahip olmuştur. Buna göre genel olarak hibritlerin ve ebeveyn çeşitlerin aralarındaki farklılık istatistiki anlamda ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, Aydanhanım çeşidi ile hibritlerinin bitki boyları benzerlik göstermiş, Tokak 157/37 çeşidi hibritlerinin bitki boylarının ise her iki yılda da azaldığı belirlenmiştir. Özellikle yüksek boya sahip Tokak 157/37 ve Aydanhanım çeşitlerinin Harrington ile oluşturulan kombinasyonlarından elde edilen hibritlerin boylarının ebeveyn çeşitlerin bitki boylarından belirgin şekilde kısaldığı açıkça görülmüştür (Çizelge 4.7).

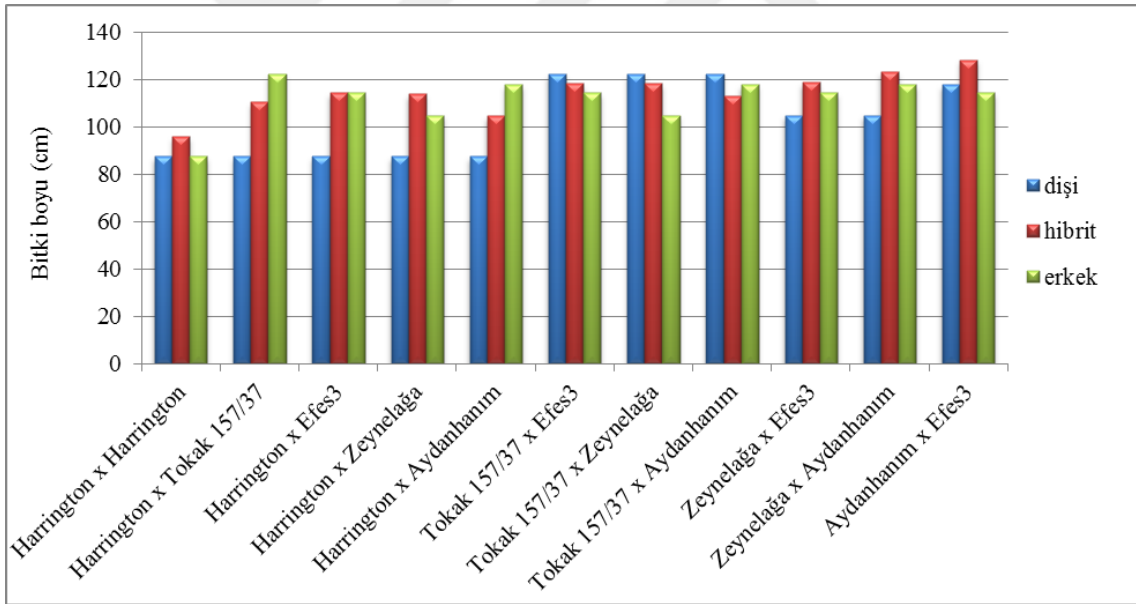
Çizelge 4.7. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	74.2	69.1 ÖD.	87.6	111.3 **
Tokak 157/37	91.0	78.6 ÖD.	122.3	115.0 ÖD.
Efes3	78.7	81.5 ÖD.	114.3	119.9 ÖD.
Zeynelağa	71.3	77.3 ÖD.	104.8	118.5 *
Aydanhanım	86.3	85.7 ÖD.	117.7	117.8 ÖD.
Ortalama	80.3	78.4 ÖD.	109.3	116.5 *
Genel ortalama	79.4		112.9	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.3. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu (cm)



Şekil 4.4. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu (cm)

Bitki boyu bakımından genel kombinasyon yeteneğinin (GKY) ilk yıl önemsiz ikinci yıl %1 düzeyinde önemli, özel kombinasyon yeteneğinin (ÖKY) ise ilk yıl önemsiz ikinci yıl %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge Ek 4). Bu bağlamda bitki boyuna hem eklemeli hem de eklemeli olmayan genlerin etkili olduğu tespit edilmiştir. GKY/ÖKY oranının 1'den büyük olması daha çok eklemeli gen etkisinin olduğunu

göstermektedir. Buğday bitkisinde çoğu araştırmalarda bitki boyu ve başak uzunluğu özelliklerinde eklemeli ve dominant genlerin varlığı bildirilmiştir (Khan ve ark., 2000; Khan ve Habib, 2003; Riaz ve Chowdhry, 2003). Bu farklılıkların kullanılan materyalin ve çevre koşullarının etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çeşitler arasında Harrington çeşidi yüksek ve olumsuz yönde etki göstermiş ve istatistiki olarak ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Genotiplerin genel uyum yeteneğinde negatif değer almaları kısa bitki boyu, pozitif değer almaları ise uzun bitki boyuna sahip olmaları ile ilişkilidir. Diğer çeşitlerin genel kombinasyon yeteneği ve tüm çeşitlerin özel kombinasyon yetenekleri her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9).

Çizelge 4.8. Ebeveyn çeşitlerin bitki boyu genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY Ö.D	GKY**
Harrington	-7.079 ÖD.	-9.182 **
Tokak 157/37	3.116 ÖD.	2.866 ÖD.
Efes3	1.311 ÖD.	3.351 ÖD.
Zeynelağa	-3.212 ÖD.	-0.139 ÖD.
Aydanhanım	5.864 ÖD.	3.104 ÖD.

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.9. Hibritlerin bitki boyu özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY ÖD.	ÖKY*
Harrington x Tokak 157/37	-11.902 ÖD.	2.732 ÖD.
Harrington x Efes3	2.870 ÖD.	5.979 ÖD.
Harrington x Zeynelağa	-2.673 ÖD.	9.170 ÖD.
Harrington x Aydanhanım	-6.883 ÖD.	-1.640 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	-5.259 ÖD.	-2.102 ÖD.
Tokak 157/37 x Zeynelağa	1.932 ÖD.	1.422 ÖD.
Tokak 157/37 x Aydanhanım	3.889 ÖD.	-6.954 ÖD.
Zeynelağa x Efes3	-0.097 ÖD.	1.370 ÖD.
Zeynelağa x Aydanhanım	3.517 ÖD.	6.117 ÖD.
Aydanhanım x Efes3	8.460 ÖD.	7.727 ÖD.

ÖD. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Bitki boyu hibrit gücü bakımından değerlendirildiğinde ilk yıl 10 hibritin dördünde pozitif heterosis görülmüştür. Heterosis değerleri %-23.47 ile %14.79 arasında değişmiştir. İkinci yıl iki hibrit hariç diğer hibritlerde heterosis pozitif değer almış ve değerlerin %-5.72 ile %18.47 arasında olduğu tespit edilmiştir. Aydanhanım x Efes3 (%14.79 ve %10.59) Zeynelağa x Aydanhanım (%8.16 ve %10.74) ve Zeynelağa x Efes3 hibritleri (%2.76 ve %8.34) her iki yılda da pozitif heterosis değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.10).

Arpada verim ve verim unsurlarında heterosis ve kombinasyon yeteneklerinin araştırıldığı bir çalışmada bitki boyuna ait heterosis değerlerinin %-16.58 ile %5.78 arasında değiştiği belirtilmiştir (Potla ve ark., 2013). Tahıllarda bitki boyu için heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin negatif ve pozitif olabileceği birçok çalışmada ifade edilmiştir. Bu bağlamda kuru bölgeler için istenilen uzun boylu genotiplerin geliştirilebilmesi için pozitif yöndeki heterosis değeri, sulı bölgeler için istenilen kısa boylu genotiplerin geliştirilebilmesi için ise negatif yöndeki heterosis değerinin göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır (Yağbasanlar, 1990; Kınacı 1991; Kırıl, 1994). Kısa boylu çeşitler hibritlerde bitki boyunun kısalmasını sağladığı için hibrit arpalarda ebeveyn çeşitlerden birinin kısa boylu olması hibritin boyunun kısaltacağı kanısına varılabilmektedir (bkz. Çizelge 4.6).

Çizelge 4.10. Hibritlerin bitki boyu heterosis değerleri

Hibritler	Bitki boyu heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-9.66	9.25
Harrington x Tokak 157/37	-23.47	5.32
Harrington x Efes3	-0.37	13.17
Harrington x Zeynelağa	-9.14	18.47
Harrington x Aydanhanım	-11.56	3.65
Tokak 157/37 x Efes3	-7.79	-0.07
Tokak 157/37 x Zeynelağa	-0.29	4.15
Tokak 157/37 x Aydanhanım	3.72	-5.72
Zeynelağa x Efes3	2.76	8.34
Zeynelağa x Aydanhanım	8.16	10.74
Aydanhanım x Efes3	14.79	10.59
Ortalama	-2.99	7.08

4.1.3. Başak uzunluğu (cm)

Çalışmada, ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğuna ait varyans analizinde elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak ilk yıl önemsiz, ikinci yıl ise ($P<0.01$) önemli bulunmuştur (Çizelge Ek 5).

Çalışmanın iki yılında elde edilen başak uzunluğu değerleri birbirine yakın bulunmuştur. İlk yılda çeşitler ve hibritleri arasındaki fark önemsiz ikinci yıl önemli bulunmuştur. Her iki yılda da en kısa başak uzunluğu Efes3 (7.71-7.82 cm) ve Zeynelağa (7.77-8.85 cm) çeşitlerinde gözlenmiştir. En uzun başak uzunluğu ise ilk yıl Aydanhanım (9.70 cm) çeşidinden, ikinci yıl ise Harrington (9.72 cm) çeşidinden elde edilmiştir. İkinci yılın verileri ilk yılın başak uzunluğu değerlerinden daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.11, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6).

Çizelge 4.11. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu değerleri (cm)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Başak uzunluğu (cm)		
	2013-2014 ^{ÖD.}	2014-2015 ^{**}	Ortalama
Harrington	9.66	9.72 AB	9.69
Tokak 157/37	9.10	9.09 CDE	9.10
Efes3	7.71	7.82 G	7.77
Zeynelağa	7.77	8.85 EF	8.31
Aydanhanım	9.70	9.21 B-E	9.46
Harrington x Harrington	8.82	9.96 A	9.39
Harrington x Tokak 157/37	8.61	10.04 A	9.33
Harrington x Efes3	9.47	8.43 F	8.95
Harrington x Zeynelağa	9.35	9.71 AB	9.53
Harrington x Aydanhanım	9.07	9.84 A	9.46
Tokak 157/37 x Efes3	8.07	9.03 DE	8.55
Tokak 157/37 x Zeynelağa	9.25	9.25 A-D	9.25
Tokak 157/37 x Aydanhanım	9.61	9.60 ABC	9.61
Zeynelağa x Efes3	9.17	9.24 A-D	9.09
Zeynelağa x Aydanhanım	10.33	9.94 A	10.14
Aydanhanım x Efes3	9.59	9.57 A-D	9.58
Ebeveyn çeşitler ortalama	8.79	8.94	
Hibritler ortalama	9.21	9.51	
Genel ortalama	9.08	9.33	

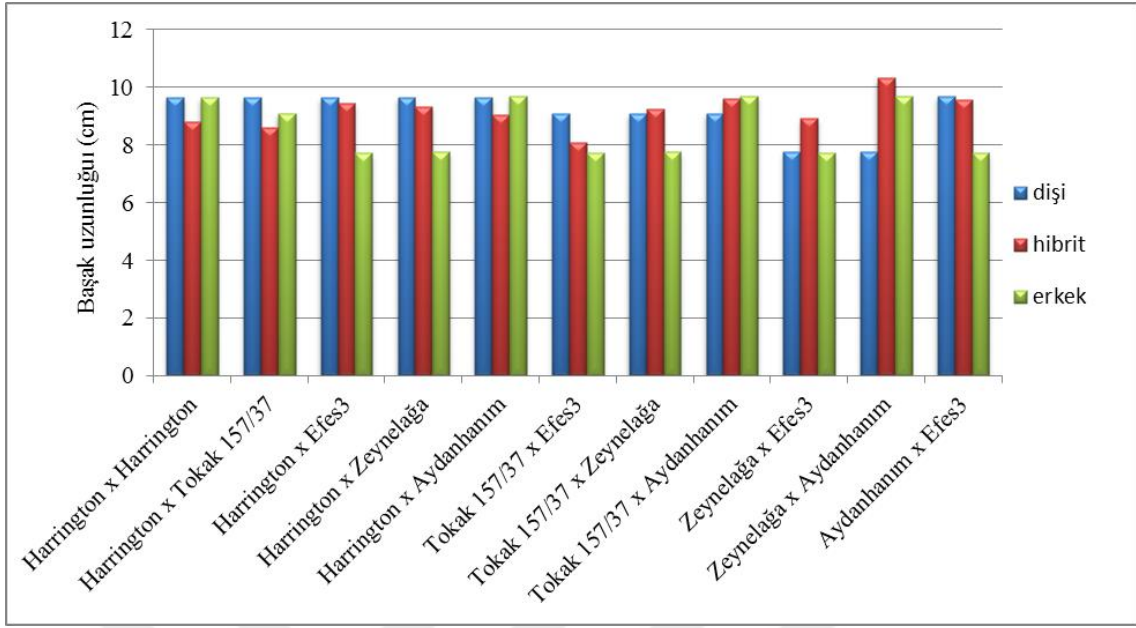
^{ÖD.} önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Hibritlerin başak uzunlukları çalışmanın birinci yılında 8.07-10.33 cm arasında, ikinci yılında ise 8.43-10.04 cm arasında değişmiştir. Hibritlerin başak uzunluğu (9.25 ve 9.47 cm) ebeveyn çeşitlerin başak uzunluğundan (8.79 ve 8.94 cm) her iki yılda da yüksek olmuş, ancak farklılık istatistiki açıdan ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.12). Araştırmanın ikinci yılında en fazla başak uzunluğuna Harrington x Tokak 157/37, Harrington x Aydanhanım, Zeynelağa x Aydanhanım hibritleri sahip olmuşlardır. Efes3 ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritleri (sırasıyla 9.07 ve 9.54 cm, Çizelge 4.12), ebeveyn çeşitlerinden (sırasıyla 7.82 ve 8.85 cm, Çizelge 4.12) daha uzun başak elde edilmiş ve bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12).

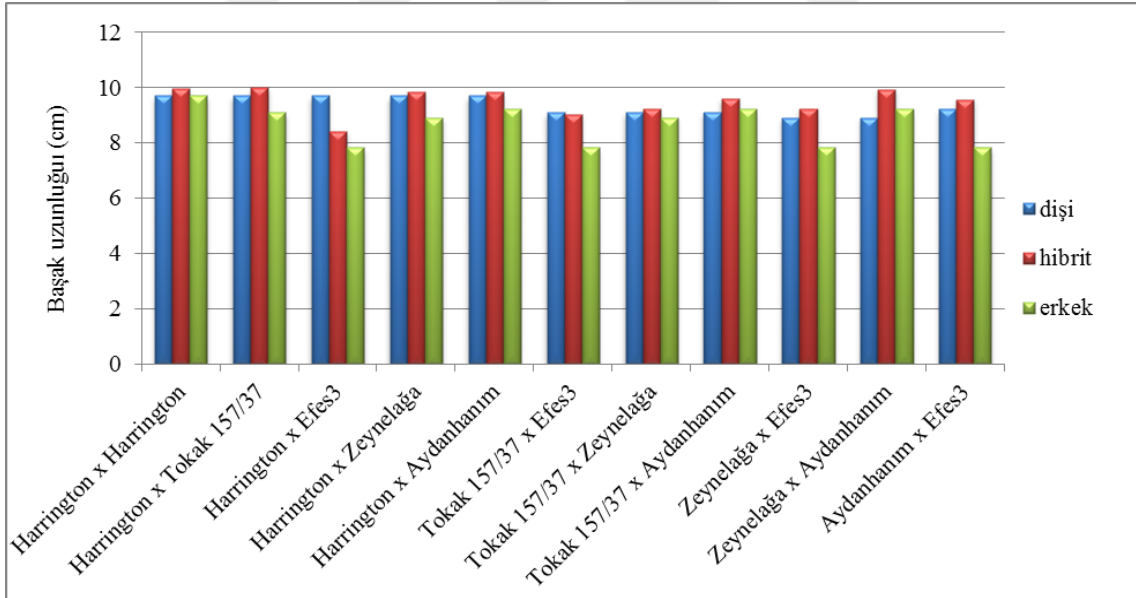
Çizelge 4.12. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	9.66	9.12 ^{ÖD.}	9.72	9.51 ^{ÖD.}
Tokak 157/37	9.10	8.89 ^{ÖD.}	9.09	9.48 ^{ÖD.}
Efes3	7.71	9.04 *	7.82	9.07 **
Zeynelağa	7.77	9.53 **	8.85	9.54 **
Aydanhanım	9.70	9.65 ^{ÖD.}	9.21	9.74 *
Ortalama	8.79	9.25 ^{ÖD.}	8.94	9.47 **
Genel ortalama	9.02		9.20	

^{ÖD.} önemli değil, *, ** sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.5. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu (cm)



Şekil 4.6. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu (cm)

Çeşitlerin ve hibritlerin kombinasyon yetenekleri ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuştur. İkinci yıl 1'in üzerinde GKY/ÖKY oranı (3.42) elde edilmiş ve bu özelliğin oluşumunda eklemeli gen etkisi varyansının etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge Ek 6). Benzer şekilde buğday bitkisinde yürütülen çalışmalarda başak

uzunluğuna ait GKY/ÖKY oranının birden yüksek olduğu ve bu özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Singh ve ark., 2007; Dholariya ve ark., 2014). İkinci yıl Harrington çeşidi pozitif, Efes3 çeşidi ise negatif ve önemli ($P<0.01$ ve $P<0.05$) bir etki göstermiştir (Çizelge 4.13). Önemli ve pozitif ÖKY değeri alan Harrington x Tokak 157/37, Zeynelağa x Efes3, Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 hibritleri benzer şekilde fenotipik olarak başak uzunluğu yüksek hibritler arasında yer almışlardır. Ekmeklik buğday ile yürütülen bir araştırmada, çeşit ve hibritlerinin verim ve verim bileşenlerinin kombinasyon yeteneği analizi çalışmalarında benzer durum elde edilmiştir (İştipliler ve ark., 2015).

Çizelge 4.13. Ebeveyn çeşitlerin başak uzunluğu genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY ^{ÖD.}	GKY ^{**}
Harrington	0.174 ^{ÖD.}	0.246 [*]
Tokak 157/37	-0.119 ^{ÖD.}	0.051 ^{ÖD.}
Efes3	-0.408 ^{ÖD.}	-0.545 ^{**}
Zeynelağa	-0.134 ^{ÖD.}	0.015 ^{ÖD.}
Aydanhanım	0.487 ^{ÖD.}	0.233 ^{ÖD.}

^{ÖD.} önemli değil ^{*}, ^{**} sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.14. Hibritlerin başak uzunluğu özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY ^{ÖD.}	ÖKY ^{**}
Harrington x Tokak 157/37	-0.545 ^{ÖD.}	0.451 [*]
Harrington x Efes3	0.604 ^{ÖD.}	0.556 ^{**}
Harrington x Zeynelağa	0.210 ^{ÖD.}	0.164 ^{ÖD.}
Harrington x Aydanhanım	-0.691 ^{ÖD.}	0.069 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Efes3	-0.496 ^{ÖD.}	0.238 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Zeynelağa	0.410 ^{ÖD.}	-0.105 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Aydanhanım	0.142 ^{ÖD.}	0.027 ^{ÖD.}
Zeynelağa x Efes3	0.619 ^{ÖD.}	0.481 [*]
Zeynelağa x Aydanhanım	0.884 ^{ÖD.}	0.406 [*]
Aydanhanım x Efes3	0.412 ^{ÖD.}	0.589 ^{**}

^{ÖD.} önemli değil ^{*}, ^{**} sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Araştırmada yer alan hibritlerin başak uzunlukları açısından hibrit performansını belirlemek için heterosis oranları hesaplanmıştır. Buna göre ilk yıl başak uzunluğu heterosis değerleri %-8.70 ile %18.26 arasında değişmiştir (Çizelge 4.15). Başak uzunluğuna ait en yüksek heterosis değeri, Zeynelağa x Aydanhanım (%18.26) hibritinde tespit edilmiştir. İkinci yıl hibritlerin başak uzunluğuna ait heterosis değerleri %-3.88 ile %12.39 arasında olmuştur. Aynı yıl hibritlerin Harrington x Efes3 hariç hepsinde pozitif heterosis değeri saptanmıştır. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde Zeynelağa x Efes3 (%15.50-10.86), Zeynelağa x Aydanhanım (%18.26-10.08) ve Aydanhanım x Efes3 (%10.17-12.39) hibritleri pozitif heterosis etkisi göstermiş ve yüksek değerleri ile öne çıkan hibritler olmuştur (Çizelge 4.15).

Potla ve ark. (2013), 13 arpa genotipinde yaptıkları melezleme ve seleksiyon çalışmalarında verim ve verim bileşenleri dahil 10 kantitatif özelliği incelemiş ve bu araştırmanın neticesinde başak uzunluğuna ait heterosis değerlerinin %-12.48 ile %18.59 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Arpada verim ve verim bileşenlerinin heterosis etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada başak uzunluğuna ait heterosis değerleri %-25.81 ile %7.4 arasında değişmiş, 24 hibritten sadece üç hibrit pozitif değer göstermiştir (Makhukar ve ark., 2018). Hibrit buğdaylarda heterosis etkisinin belirlenmesi için yürütülen farklı bir çalışmada başak uzunluğuna ait heterosis değerlerinin %13.90-23.90 arasında olduğu tespit edilmiştir (Singh ve ark., 2013). Benzer olarak, birçok araştırmacı tarafından da buğday bitkisinde yürütülen çeşitli çalışmalarda başak uzunluğuna ait yüksek ve pozitif heterosis değerlerinin belirlendiği ifade edilmiştir (Akhter ve ark., 2003; Bao ve ark., 2009; Ashutosh ve ark., 2011; Ahmad ve ark., 2016). Hibritlerde belirlenen heterosis değerlerinin çoğunlukla pozitif yönde olması, belirtilen özellik yönünden dominantlığın bulunabileceğini göstermektedir (Ashutosh ve ark., 2011).

Çizelge 4.15. Hibritlerin başak uzunluğu heterosis değerleri (%)

Hibritler	Başak uzunluğu heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-8.70	2.47
Harrington x Tokak 157/37	-8.21	6.75
Harrington x Efes3	9.04	-3.88
Harrington x Zeynelağa	7.29	4.58
Harrington x Aydanhanım	-6.30	3.96
Tokak 157/37 x Efes3	-3.99	6.80
Tokak 157/37 x Zeynelağa	9.66	3.12
Tokak 157/37 x Aydanhanım	2.23	4.92
Zeynelağa x Efes3	15.50	10.86
Zeynelağa x Aydanhanım	18.26	10.08
Aydanhanım x Efes3	10.17	12.39
Ortalama	4.09	5.64

4.1.4. Başak ağırlığı (g)

Çalışmanın her iki yılında da ebeveyn çeşitler ve hibritler arasında başak ağırlıkları bakımından istatistiki anlamda önemli ($P<0.01$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge Ek 7). Çalışmanın ilk yılında ebeveyn çeşitlerin başak ağırlıkları 2.01 ile 4.26 g, hibritlerin başak ağırlıkları 2.55 ile 3.95 g, ikinci yıl ebeveyn çeşitlerin başak ağırlıkları 2.89 ile 4.49 g ve hibritlerin başak ağırlıkları 3.16 ile 4.12 g arasında değişmiştir. Her iki vejetasyon döneminde en yüksek başak ağırlığı Aydanhanım çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).

Denemenin her iki yılında da hibritler (sırasıyla 3.38 ve 3.75 g) ebeveyn çeşitlerden (sırasıyla 3.25 ve 3.44 g) daha fazla başak ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 4.16). Ebeveyn çeşitler ve hibritler arasındaki bu farklılık istatistiki açıdan ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). İkinci yılda ilk yıl olduğu gibi hibritler içerisinde Aydanhanım x Efes3 hibriti en fazla başak ağırlığı ile ilk sırada yer almış, bu hibriti Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Harrington x Aydanhanım hibritleri takip etmiştir. Her iki yılda da Efes3, Harrington, Tokak 157/37 ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin başak ağırlıkları çeşitlerin kendi ağırlıklarından yüksek olmuş ve

aralarındaki farklılık Tokak 157/37 hariç istatistiki anlamda önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) bulunmuştur. Aydanhanım çeşidinin hibritlerinin başak ağırlığı ise her iki yılda da çeşidin kendi başak ağırlığından düşüktür ve bu farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.16. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı değerleri (g)

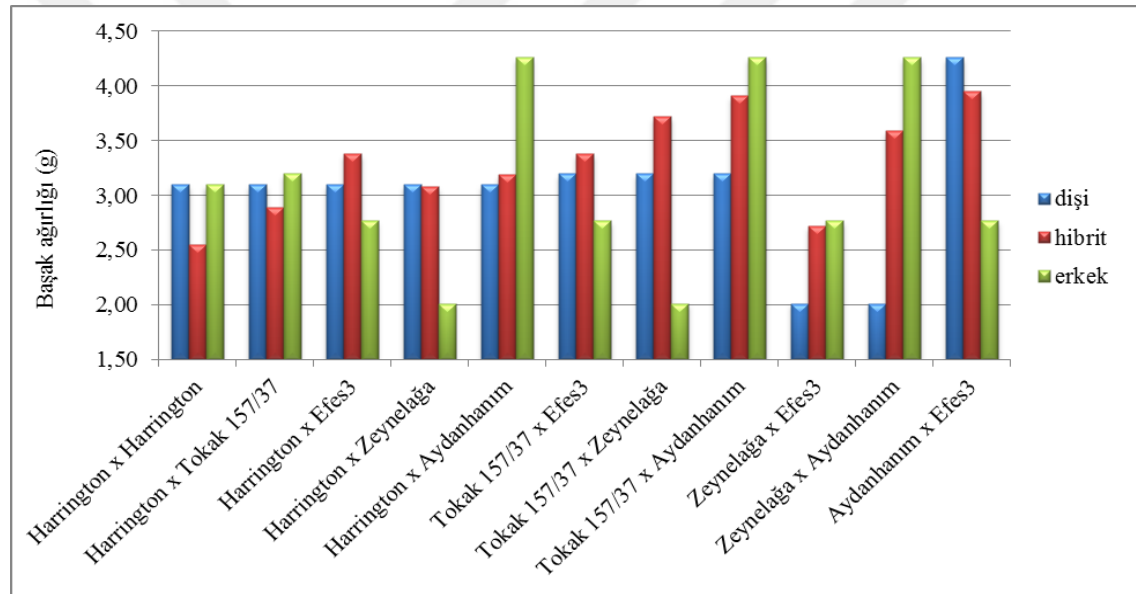
Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Başak ağırlığı (g)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	3.10 D-G	3.17 DE	3.13
Tokak 157/37	3.20 C-G	3.49 CD	3.35
Efes3	2.77 FG	3.18 DE	2.97
Zeynelağa	2.91 EFG	2.89 E	2.45
Aydanhanım	4.26 A	4.49 A	4.37
Harrington x Harrington	2.55 G	3.16 DE	2.85
Harrington x Tokak 157/37	2.89 EFG	3.61 C	3.25
Harrington x Efes3	3.38 B-F	3.63 C	3.50
Harrington x Zeynelağa	3.08 D-G	3.53 CD	3.31
Harrington x Aydanhanım	3.19 C-G	3.87 BC	3.53
Tokak 157/37 x Efes3	3.38 B-F	3.72 C	3.55
Tokak 157/37 x Zeynelağa	3.72 A-D	3.55 CD	3.63
Tokak 157/37 x Aydanhanım	3.91 ABC	3.87 BC	3.89
Zeynelağa x Efes3	2.72 FG	3.75 BC	3.23
Zeynelağa x Aydanhanım	3.59 A-E	3.82 BC	3.70
Aydanhanım x Efes3	3.95 AB	4.12 AB	4.04
Ebeveyn çeşitler ortalama	3.25	3.44	
Hibritler ortalama	3.31	3.69	
Genel ortalama	3.29	3.62	

^{OD.} önemli değil *,** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

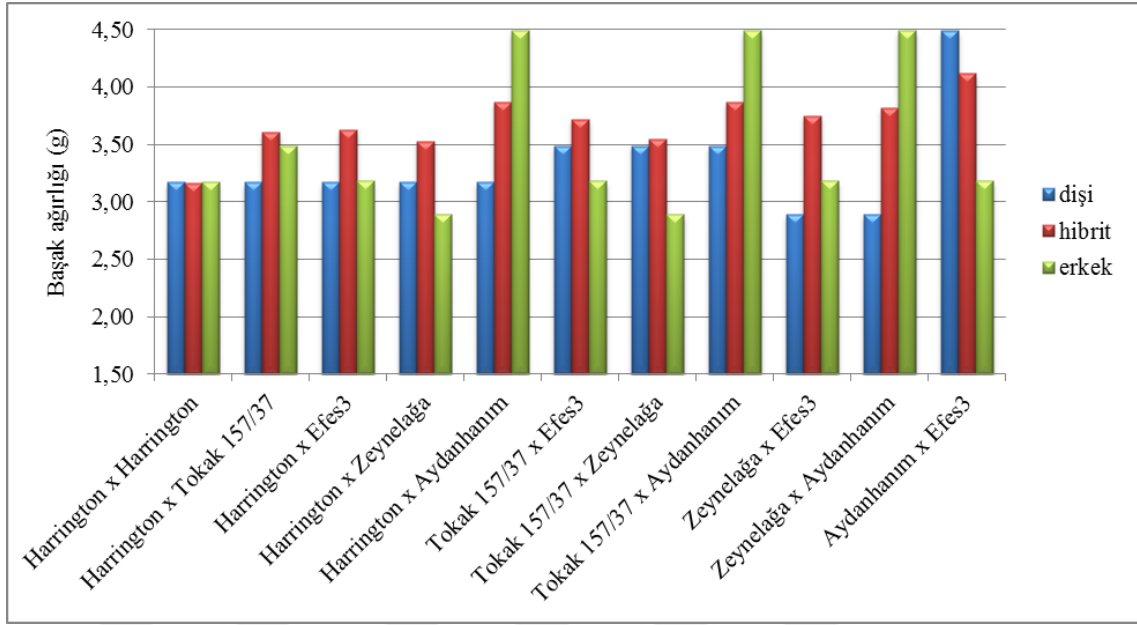
Çizelge 4.17. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	3.10	3.14 ÖD.	3.17	3.66 **
Tokak 157/37	3.20	3.48 ÖD.	3.49	3.69 ÖD.
Efes3	2.77	3.36 *	3.18	3.81 **
Zeynelağa	2.91	3.28 ÖD.	2.89	3.66 **
Aydanhanım	4.26	3.66 *	4.49	3.92 **
Ortalama	3.25	3.38 ÖD.	3.44	3.75 **
Genel ortalama	3.32		3.59	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.7. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı (g)



Şekil 4.8. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı (g)

Başak ağırlığı bakımından ebeveyn çeşitlere ait kombinasyon yeteneklerinin her iki yılda da önemli olduğu gözlenmiştir. GKY/ÖKY oranlarının 1'den büyük olması (ilk yıl 4.77, ikinci yıl 6.26) özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin daha etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge Ek 8). Her iki yılda Aydanhanım çeşidi fenotipik olarak en yüksek değere sahip olmuş ayrıca pozitif ve önemli genel kombinasyon yeteneği göstermiştir (Çizelge 4.18). Arpada verim ve malt kalite özelliklerinde kombinasyon yeteneklerinin analiz edildiği bir çalışmada başak ağırlığına ait 45 hibritten altısında pozitif ve önemli (0.57 ile 1.15 arasında), beşinde ise negatif ve önemli ÖKY etkisi belirlenmiştir (Yadav, 2015).

Çizelge 4.18. Ebeveyn çeşitlerin başak ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY **	GKY **
Harrington	-0.184 ÖD.	-0.129 ÖD.
Tokak 157/37	0.042 ÖD.	-0.020 ÖD.
Efes3	-0.151 ÖD.	-0.043 ÖD.
Zeynelağa	-0.155 ÖD.	-0.206 *
Aydanhanım	0.448 **	0.399 **

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.19. Hibritlerin başak ağırlığı özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY ^{ÖD.}	ÖKY*
Harrington x Tokak 157/37	-0.301 ^{ÖD.}	0.114 ^{ÖD.}
Harrington x Efes3	0.374 ^{ÖD.}	0.160 ^{ÖD.}
Harrington x Zeynelağa	0.086 ^{ÖD.}	0.221 ^{ÖD.}
Harrington x Aydanhanım	0.498 ^{ÖD.}	0.125 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Efes3	0.153 ^{ÖD.}	0.139 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Zeynelağa	0.498 ^{ÖD.}	0.125 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Aydanhanım	0.087 ^{ÖD.}	-0.153 ^{ÖD.}
Zeynelağa x Efes3	-0.311 ^{ÖD.}	0.352 [*]
Zeynelağa x Aydanhanım	-0.043 ^{ÖD.}	-0.016 ^{ÖD.}
Aydanhanım x Efes3	0.320 ^{ÖD.}	0.118 ^{ÖD.}

^{ÖD.} önemli değil * %5 düzeyinde önemlidir

Hibritlerdeki heterosis değerleri 2013-2014 vejetasyon döneminde %-17.61 ile %21.75 (ortalama %2.47) arasında değişmiştir. Hibrit kombinasyonlarının yedisinde pozitif yönde heterosis değeri belirlenmiş ve en yüksek heterosis Tokak 157/37 x Zeynelağa (%21.75) hibritinden elde edilmiştir. Denemenin 2014-2015 vejetasyon döneminde başak ağırlığı heterosis değerleri %-3.03 ile %23.56 arasında değişmiş, ortalama %8.61 olmuştur. En yüksek heterosis değeri Zeynelağa x Efes3 kombinasyonuna aittir. İki yılın değerleri birlikte ele alındığında, Harrington x Efes3, Harrington x Zeynelağa, Tokak 157/37 x Efes3, Tokak 157/37 x Zeynelağa, Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 kombinasyonları iki yılda da pozitif değer almıştır (Çizelge 4.20). Hibrit gücünün belirlenebilmesi için gerçekleştirilen benzer bir çalışmada, başak ağırlığında heterosis değerlerinin pozitif yönde olduğu ve en yüksek heterosis değerinin Tokak 157/37 x Efes3 hibritinde belirlendiği ifade edilmiştir (Taş ve Yağdı, 2002). Arpada yürütülen benzer bir çalışmada bu özelliğe ait heterosis değerlerinin %-60.58 ile %7.04 arasında değiştiği, incelenen 24 hibritten dördünün pozitif değer aldığı belirlenmiştir (Madhukar ve ark., 2018).

Çizelge 4.20. Hibritlerin başak ağırlığı heterosis değerleri (%)

Hibritler	Başak ağırlığı heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-17.61	-0.22
Harrington x Tokak 157/37	-8.13	8.48
Harrington x Efes3	15.19	14.64
Harrington x Zeynelağa	2.66	16.63
Harrington x Aydanhanım	-13.29	1.09
Tokak 157/37 x Efes3	13.27	11.61
Tokak 157/37 x Zeynelağa	21.75	11.00
Tokak 157/37 x Aydanhanım	4.92	-3.03
Zeynelağa x Efes3	-4.19	23.56
Zeynelağa x Aydanhanım	0.07	3.53
Aydanhanım x Efes3	12.58	7.45
Ortalama	2.47	8.61

4.1.5. Başakta tane sayısı (adet)

Başakta tane sayısı, arpada önemli verim öğelerinden birisidir (Öztürk ve Kırtok, 2001; Ahmad ve ark., 2006). Çalışmamızda başakta tane sayısına ait varyans analiz sonuçlarına göre ebeveyn çeşitler ve hibritler arasında her iki yılda da $P < 0.01$ düzeyinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge Ek 9). Harrington çeşidinin kendi poleni ile tozlanmasından elde edilen bitkilerin başakta tane sayısı ebeveyn çeşitlerden her iki yılda da önemli bir farklılık göstermemiştir (Çizelge 4.21).

Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda en fazla başakta tane sayısı Aydanhanım (sırasıyla 30.43 ve 35.27 adet) çeşidinde belirlenmiştir. En düşük başakta tane sayısı Efes3 (sırasıyla 22.77 ve 26.98 adet) ve Zeynelağa (sırasıyla 22.47 ve 27.97 adet) çeşitlerinden elde edilmiştir (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10).

Çizelge 4.21. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı değerleri (adet)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Başakta tane sayısı (adet)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	27.38 A-D	29.62 DEF	28.50
Tokak 157/37	24.48 C-F	28.03 FG	26.26
Efes3	22.77 EF	26.98 G	24.88
Zeynelağa	22.47 F	27.97 FG	25.22
Aydanhanım	30.43 A	35.27 A	32.85
Harrington x Harrington	23.82 DEF	30.55 C-F	27.19
Harrington x Tokak 157/37	26.00 B-F	30.65 CDE	28.33
Harrington x Efes3	27.53 A-D	29.28 EFG	28.41
Harrington x Zeynelağa	25.63 B-F	30.52 C-F	28.07
Harrington x Aydanhanım	26.60 A-E	32.15 BCD	29.38
Tokak 157/37 x Efes3	24.83 C-F	30.65 CD	27.74
Tokak 157/37 x Zeynelağa	25.98 B-F	29.53 EFG	27.76
Tokak 157/37 x Aydanhanım	28.38 ABC	30.47 C-F	29.42
Zeynelağa x Efes3	24.45 C-F	30.47 C-F	27.46
Zeynelağa x Aydanhanım	29.58 AB	32.52 BC	31.05
Aydanhanım x Efes3	29.08 AB	33.30 AB	31.19
Ebeveyn çeşitler ortalama	25.51	29.57	
Hibritler ortalama	26.53	30.92	
Genel ortalama	26.21	30.50	

ÖD. önemli değil *,** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla %5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Araştırmada incelenen çeşitlerden oluşturulan hibritlerin başakta tane sayıları ilk yıl 23.82-29.58 adet arasında, ikinci yıl ise, 29.28-33.30 adet arasında değişmiştir (Çizelge 4.21). Her iki yılda da hibritlerin başakta tane sayıları (sırasıyla 26.81 ve 30.96 adet) ebeveyn çeşitlerin tane sayılarından (sırasıyla 25.51 ve 29.57 adet) hafif şekilde fazla olmuştur. Bu farklılık istatistiki açıdan ilk yıl önemsiz, ikinci yıl önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22).

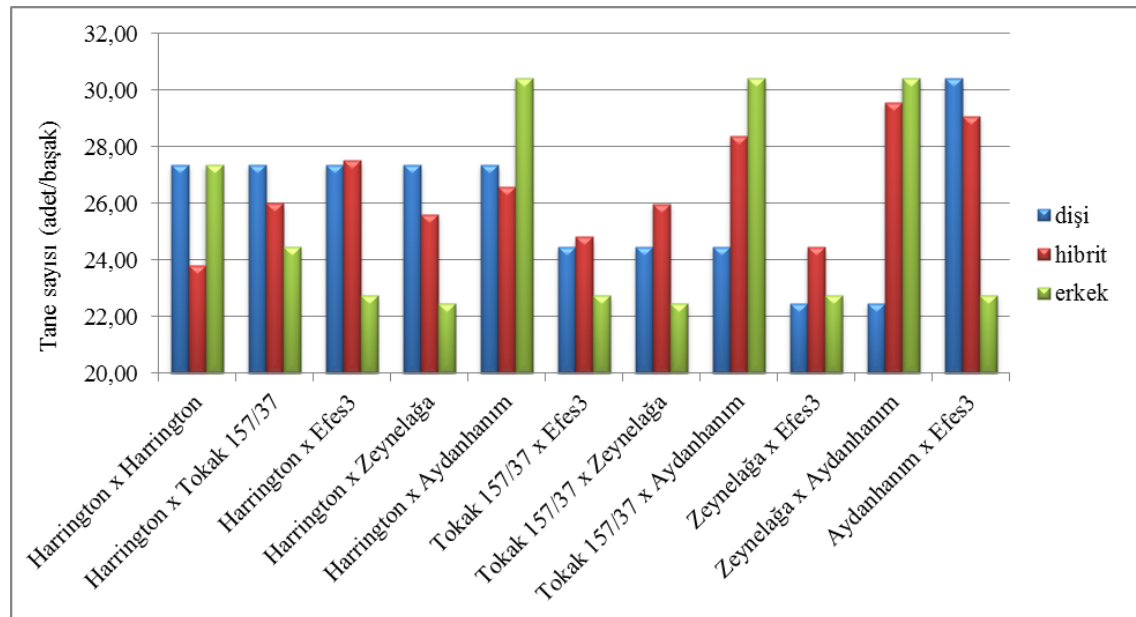
Her iki yılda da en fazla başakta tane sayısı Aydanhanım x Efes3 ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10). Bu hibritlerde Aydanhanım çeşidinin yüksek başakta tane sayısı ile ilgili dominant allellere sahip olduğu ve bunları hibritlerine aktardığı söylenebilir. Efes3 ve Zeynelağa çeşitlerinin

dahil olduğu kombinasyonlarda hibritlerin tane sayılarının arttığı ve ebeveyn çeşit ortalamalarından yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda Efes3 ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritleri ile aralarındaki varyasyon ilk yıl istatistiki anlamda %5 düzeyinde, ikinci yıl %1 düzeyinde önemli olmuştur. Aydanhanım çeşidi ve hibritleri arasındaki fark ilk yıl önemsizken ikinci yıl %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Benzer şekilde Tokak 157/37 çeşidi ve hibritleri arasında ilk yıl önemsizken, ikinci yıl %5 düzeyinde önemli fark elde edilmiştir (Çizelge 4. 22).

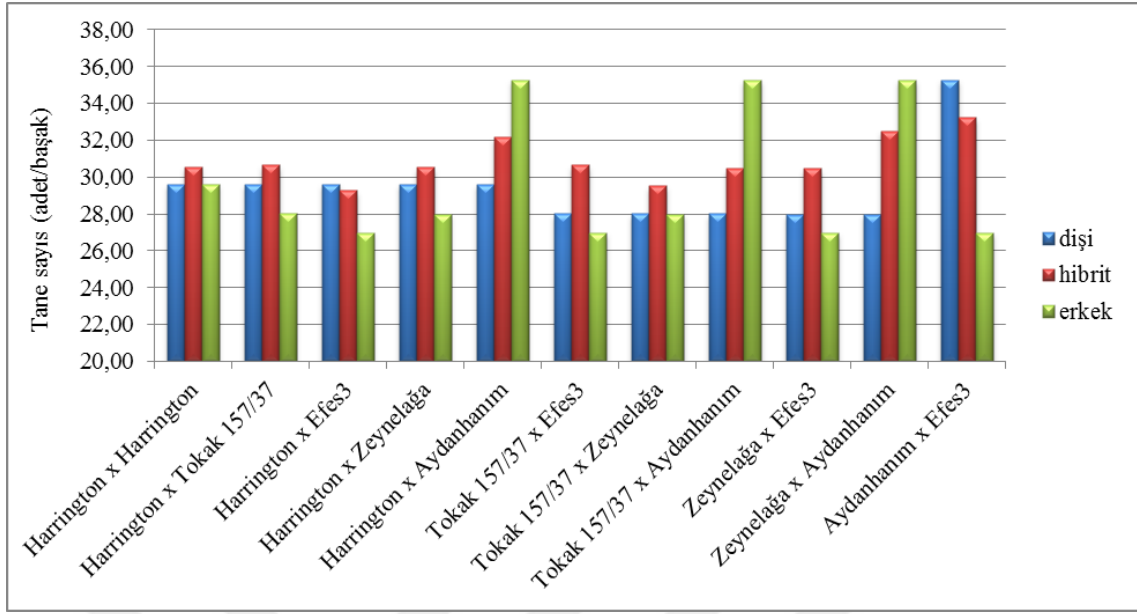
Çizelge 4.22. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	27.38	26.44 ^{ÖD.}	29.62	30.65 ^{ÖD.}
Tokak 157/37	24.48	26.30 ^{ÖD.}	28.03	30.33 *
Efes3	22.77	26.48 *	26.98	30.93 **
Zeynelağa	22.47	26.41 *	27.97	30.76 **
Aydanhanım	30.43	28.41 ^{ÖD.}	35.27	32.11 **
Ortalama	25.51	26.81 ^{ÖD.}	29.57	30.96 **
Genel Ortalama	26.16		30.27	

^{ÖD.} önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.9. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı (adet)



Şekil 4.10. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı (adet)

Başakta tane sayısı bakımından bakımdan GKY/ÖKY oranlarının 1'den büyük olması (ilk yıl 5.98, ikinci yıl 6.61) özelliğin kalıtımında eklemeli genlerin daha etkili olduğunu göstermiştir (Çizelge Ek 10). Her iki yılda da başakta tane sayısı bakımından sadece Aydanhanım çeşidi her iki yılda da önemli genel kombinasyon yeteneğine sahip olmuştur. Diğer çeşitlerin genel kombinasyon yeteneği ve tüm çeşitlerin özel kombinasyon yetenekleri her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Ebeveyn çeşitlerin başakta tane sayısı genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	0.327 ^{ÖD.}	-0.158 ^{ÖD.}
Tokak 157/37	-0.583 ^{ÖD.}	-0.798 ^{ÖD.}
Efes3	-0.973 ^{ÖD.}	-0.758 ^{ÖD.}
Zeynelağa	-1.094 ^{ÖD.}	-0.572 ^{ÖD.}
Aydanhanım	2.324 **	2.285 **

^{ÖD.} önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.24. Hibritlerin başakta tane sayısı özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY ^{ÖD.}	ÖKY ^{ÖD.}
Harrington x Tokak 157/37	-0.118 ^{ÖD.}	1.128 ^{ÖD.}
Harrington x Efes3	1.805 ^{ÖD.}	-0.296 ^{ÖD.}
Harrington x Zeynelağa	0.027 ^{ÖD.}	0.752 ^{ÖD.}
Harrington x Aydanhanım	-2.425 ^{ÖD.}	-0.472 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Efes3	0.016 ^{ÖD.}	1.711 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Zeynelağa	1.287 ^{ÖD.}	0.408 ^{ÖD.}
Tokak 157/37 x Aydanhanım	0.262 ^{ÖD.}	-1.516 ^{ÖD.}
Zeynelağa x Efes3	0.143 ^{ÖD.}	1.301 ^{ÖD.}
Zeynelağa x Aydanhanım	1.980 ^{ÖD.}	0.308 ^{ÖD.}
Aydanhanım x Efes3	1.359 ^{ÖD.}	1.277 ^{ÖD.}

ÖD. önemli değil

Tane sayılarına ait 2013-2014 vejetasyon döneminde heterosis değerleri %-13.00 ile %11.83 arasında değişmiş, ortalama ise %3.66 olmuştur. Hibrit kombinasyonların dokuzunda pozitif heterosis gözlenmiş ve en yüksek heterosis değeri Zeynelağa x Aydanhanım (%11.83) hibritinden elde edilmiştir. Araştırmanın 2014-2015 vejetasyon dönemine ait heterosis değerleri ise %-3.74 ile %11.42 arasında değişirken, ortalama %4.72 olmuştur. Hibritlerden Tokak 157/37 x Efes3 (%11.42) ve Zeynelağa x Efes3 (%10.89) hibritlerinden yüksek değerler elde edilmiştir. Harrington x Efes3, Harrington x Zeynelağa, Tokak 157/37 x Efes3, Tokak 157/37 x Zeynelağa, Zeynelağa x Efes3, Zeynelağa x Aydanhanım, Aydanhanım x Efes3 kombinasyonları her iki yılda da pozitif değer almışlardır (Çizelge 4.25). Buna göre sadece bazı hibrit kombinasyonlarda belirgin düzeyde heterosis gözlenmiştir. Bu durum başakta tane sayısı bakımından heterosisin hibrit kombinasyonlarına göre değiştiği şeklinde ifade edilebilir.

Altı sıralı arpada yarım diallel melezleme metodu kullanılarak üç lokasyonda verim ve verim özelliklerinde heterosis ve kombinasyon yetenekleri etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, üç hibritin üç lokasyonda başakta tane sayısı özelliğinde heterosis değerleri bakımından öne çıktığı tespit edilmiştir (Ram ve Shekawat, 2017). Lal ve ark. (2018), altı sıralı arpada diallel melezleme ile ürettikleri hibritlerin başakta tane sayısına ait heterosis değerlerinin %-11.3 ile %21.34 arasında değiştiğini saptamışlardır. Ghulam ve

ark. (2002), 10 ekmeklik buğday hibritinde yürüttükleri bir çalışmada, başakta tane sayısı bakımından pozitif ve yüksek heterosis tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Çifçi ve Yağdı (2007), ekmeklik buğdayda ebeveyn çeşitler ve hibritler arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulmuşlar ve en yüksek heterosis değerini başakta tane sayısı özelliğinden elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.25. Hibritlerin başakta tane sayısı heterosis değerleri (%)

Hibritler	Başakta tane sayısı heterosis (%)	
	2013-2014	2015
Harrington x Harrington	-13.00	3.13
Harrington x Tokak 157/37	0.27	6.38
Harrington x Efes3	9.79	3.46
Harrington x Zeynelağa	2.83	5.98
Harrington x Aydanhanım	-7.97	-0.91
Tokak 157/37 x Efes3	5.10	11.42
Tokak 157/37 x Zeynelağa	10.67	5.48
Tokak 157/37 x Aydanhanım	3.37	-3.74
Zeynelağa x Efes3	8.09	10.89
Zeynelağa x Aydanhanım	11.83	2.85
Aydanhanım x Efes3	9.32	6.99
Ortalama	3.66	4.72

4.1.6. Bin tane ağırlığı (g)

Bin tane ağırlığı, tohum iriliği ve dolgunluğuna bağlı olarak değişen ve tanenin nişasta bakımından zenginliğini gösteren fiziksel bir kalite kriteridir. Maltlık arpalarda bin tane ağırlığının 40 g'ın üzerinde olması istenmektedir (Atlı ve ark., 1989). Yürütülen bu çalışmada 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlıkları arasındaki farklılığın her iki yılda da istatistiki anlamda önemli olduğu ($P<0.01$) bulunmuştur (Çizelge Ek 11). Harrington x Harrington hibritinin bin tane ağırlığının Harrington çeşidinin bin tane ağırlığından farklılık göstermediği görülmüştür. Buna göre nispeten daha küçük olan hibrit tohumları bin tane ağırlığı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Çalışmada 2013-2014 vejetasyon döneminde en yüksek bin tane ağırlığı Efes3 çeşidinde (59.77 g) elde edilirken, en düşük Harrington (43.53 g) çeşidinden elde edilmiştir. 2014-2015 vejetasyon döneminde en düşük bin tane ağırlığına Harrington çeşidi sahip olurken, en yüksek bin tane ağırlığı Aydanhanım çeşidinde tespit edilmiştir (Şekil 4.11, Şekil 4.12). Kaydan ve Yağmur (2007)'un, Van ekolojik koşullarında yürüttükleri bir araştırmada Tokak 157/37 ve Aydanhanım çeşitleri kullanılmıştır. Araştırmacılar çeşitlerin bin tane ağırlıklarının en yüksek Tokak 157/37 (51.74 g) çeşidinden elde edildiğini, Aydanhanım çeşidinin ise bin tane ağırlığının 46.32 g olduğunu bildirmişlerdir. Birçok gen tarafından kontrol edilen bin tane ağırlığı, çeşit ve ekolojik koşullara göre değişim gösteren bir özelliktir (Öztürk ve Kırtok, 2001; Çölkesen ve ark., 2002).

Çizelge 4.26. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı değerleri (g)

Ebeveyn çeşit ve hibritler	Bin tane ağırlığı (g)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	43.53 H	43.40 G	43.47
Tokak 157/37	58.23 AB	53.43 BCD	55.83
Efes3	59.77 A	50.00 EF	54.88
Zeynelağa	49.67 FG	49.30 F	49.48
Aydanhanım	54.43 B-E	54.43 BCD	54.43
Harrington x Harrington	47.27 GH	43.80 G	45.53
Harrington x Tokak 157/37	57.87 ABC	49.47 F	53.67
Harrington x Efes3	50.00 EFG	53.90 BCD	51.95
Harrington x Zeynelağa	44.33 H	52.10 DE	48.22
Harrington x Aydanhanım	52.37 DEF	52.30 DE	52.33
Tokak 157/37 x Efes3	61.90 A	53.30 CD	57.60
Tokak 157/37 x Zeynelağa	60.77 A	55.93 B	58.35
Tokak 157/37 x Aydanhanım	61.90 A	55.47 BC	58.69
Zeynelağa x Efes3	53.33 C-F	53.27 CD	53.30
Zeynelağa x Aydanhanım	55.00 BCD	54.40 BCD	54.70
Aydanhanım x Efes3	57.43 ABC	61.60 A	59.58
Ebeveyn çeşitler ortalama	53.13	50.11	
Hibritler ortalama	54.74	53.23	
Genel ortalama	54.24	52.26	

ÖD. önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Hibritlerin bin tane ağırlıkları her iki yılda da (sırasıyla 55.49 ve 54.17 g) ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlıklarından (sırasıyla 53.13 ve 50.11 g) daha yüksek olmuş ve aralarındaki farklılıklar $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27). Çalışmanın ilk yılında tüm hibritler içerisinde Tokak 157/37 x Efes3, Tokak 157/37 x Zeynelağa ve Tokak 157/37 x Aydanhanım en yüksek bin tane ağırlığına sahip hibrit kombinasyonları olmuştur. İkinci yıl ise Aydanhanım x Efes3 hibriti en yüksek değeri almış, ilk yıl olduğu gibi Tokak 157/37 x Zeynelağa ve Tokak 157/37 x Aydanhanım hibritlerinin bin tane ağırlıkları hibrit ortalamalarının üzerinde değer almışlardır (Çizelge 4.26).

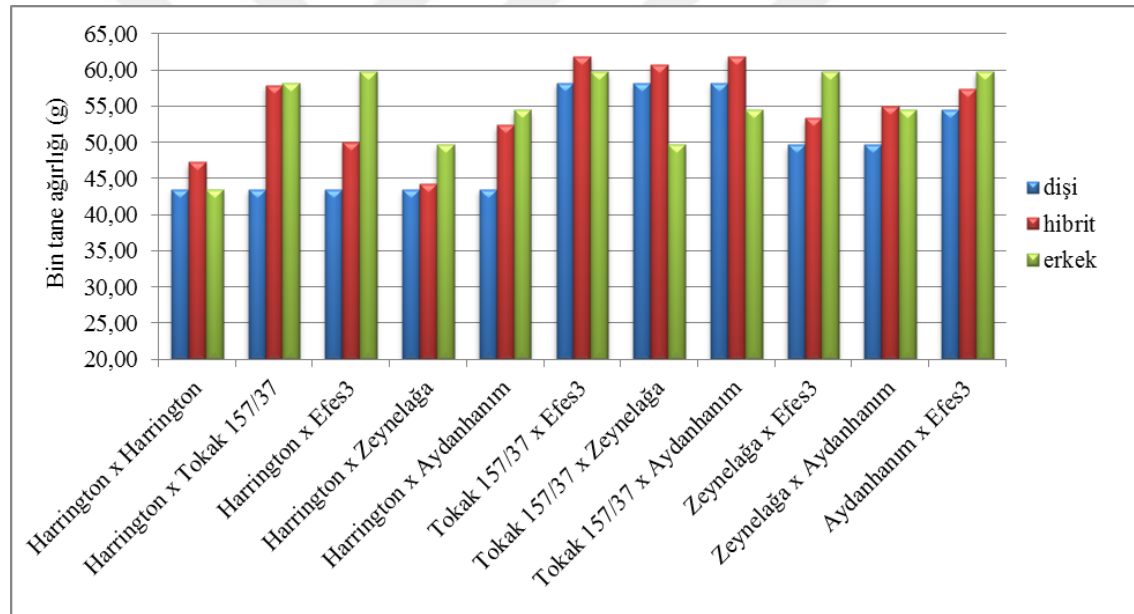
İlk yıl Harrington ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinde (sırasıyla 51.14 g, 53.36 g) bin tane ağırlıkları çeşitlerin kendi bin tane ağırlıklarından daha fazla olmuştur (sırasıyla 43.53 g, 49.67 g, Çizelge 4.27) ve bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Aydanhanım ve Tokak 157/37 çeşitlerinin hibritlerinin bin tane ağırlıklarının değişmediği, Efes3 çeşidinin hibritlerinin ise bin tane ağırlıklarının (55.67 g) ebeveyn çeşitlerine göre (59.77 g) azaldığı tespit edilmiştir.

İkinci yıl ise Aydanhanım ve Tokak 157/37 çeşitleri hibritleriyle benzer değerlere sahip olmuştur. Harrington çeşidinin hibrit kombinasyonlarının bin tane ağırlıklarının çeşidin kendi bin tane ağırlığından daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan bir serbestlik dereceli varyans analiz sonucuna göre Harrington ve hibritleri arasındaki bu farklılık istatistiki anlamda ($P<0.01$) önemli bulunmuştur. Benzer durum Efes3 ve Zeynelağa çeşitleri ile hibritleri arasında da mevcuttur (Çizelge 4.27). İkinci yıla ait bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçlarına göre ise, Efes3, Harrington ve Zeynelağa çeşitlerinin dahil olduğu kombinasyonlardaki hibritlerin bin tane ağırlıklarının ebeveyn çeşitlerinkinden daha yüksek olduğu ve aralarındaki farkın istatistiki açıdan önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.27).

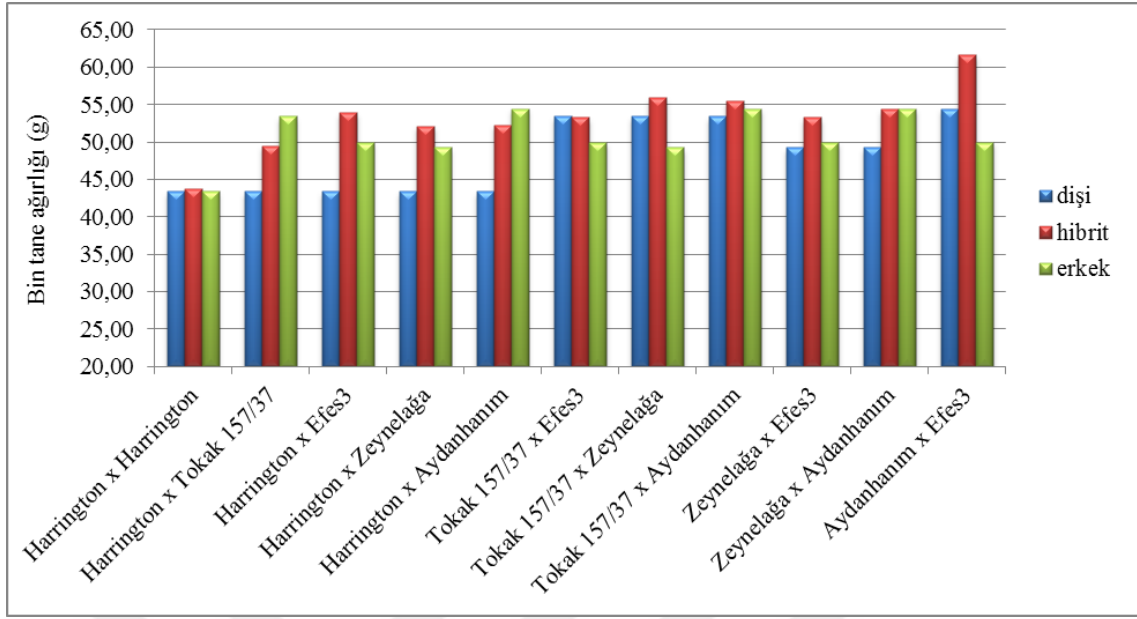
Çizelge 4.27. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	43.53	51.14 **	43.40	51.94 **
Tokak 157/37	58.23	60.61 ÖD.	53.43	53.54 ÖD.
Efes3	59.77	55.67 *	50.00	55.52 **
Zeynelağa	49.67	53.36 *	49.30	53.93 **
Aydanhanım	54.43	56.68 ÖD.	54.43	55.94 ÖD.
Ortalama	53.13	55.49 **	50.11	54.17 **
Genel Ortalama	54.31		52.14	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.11. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı (g)



Şekil 4.12. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı (g)

Ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlığı açısından gösterdikleri genel ve özel kombinasyon yeteneklerinin her iki yılda da istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca GKY/ÖKY oranının (ilk yıl 11.26, ikinci yıl 2.63) 1'den yüksek olduğu bu bağlamda bin tane ağırlığı özelliğinin ortaya çıkışında eklemeli gen etkilerinin hakim olduğu ortaya konmuştur (Çizelge Ek 12). Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde Harrington çeşidi olumsuz eklemeli gen etkisi gösterirken, Efes3 çeşidi pozitif eklemeli gen etkisine sahip olmuştur (Çizelge 4.28).

Hibrit arpada verim bileşenleri ve farklı agronomik özelliklerin kombinasyon kabiliyetinin araştırıldığı bir çalışmada, sitoplazmik erkek kısırlık yöntemi kullanılarak hibritler üretilmiş ve bu özelliğe ait GKY/ÖKY oranının 10.79 olduğu belirtilmiştir. Kombinasyon yetenekleri ve heterosis arasında yüksek korelasyon olduğu ve hibritlerin seçiminde ÖKY değerleri yerine ebeveyn çeşitlerin GKY değerlerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (Zhang ve ark., 2015). Yine arpada normal ve kurak koşulların karşılaştırıldığı bir çalışmada, özelliğin oluşumunda eklemeli ve eklemeli-olmayan genlerin etkili olduğu, bitki boyu, başak uzunluğu, bin tane ağırlığı, hasat indeksi ve başaklanma süresi özelliklerinin oluşumunda eklemeli gen etkisinin daha baskın olduğu belirlenmiştir (Nakhjavan ve ark., 2012). Konuya ilişkin çalışmalarda özellikle bin tane

ağırlığı ve tane veriminde eklemeli gen etkilerinin daha önemli bulunduğu vurgulanmıştır (Rohman ve ark., 2006; Tahmasebi ve ark, 2008).

Çizelge 4.28. Ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	-5.226 **	-3.193 **
Tokak 157/37	4.384 **	0.586 Ö.D.
Efes3	1.998 *	0.735 *
Zeynelağa	-2.207 *	-0.373 Ö.D.
Aydanhanım	1.050 Ö.D.	2.245 **

Ö.D. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.29. Hibritlerin bin tane ağırlığı özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	4.006 *	-0.746 Ö.D
Harrington x Efes3	-1.475 Ö.D	3.538 **
Harrington x Zeynelağa	-2.937 Ö.D	2.846 **
Harrington x Aydanhanım	1.840 Ö.D	0.429 Ö.D
Tokak 157/37 x Efes3	0.816 Ö.D	-0.841 Ö.D
Tokak 157/37 x Zeynelağa	3.887 *	2.901 **
Tokak 157/37 x Aydanhanım	1.763 Ö.D	-0.184 Ö.D
Zeynelağa x Efes3	-1.160 Ö.D	0.085 Ö.D
Zeynelağa x Aydanhanım	1.454 Ö.D	-0.291 Ö.D
Aydanhanım x Efes3	-0.317 Ö.D	5.797 **

Ö.D. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Araştırmada ilk yıl hibritlerin heterosis değerleri %-4.87 ile %13.74 arasında değişirken, en yüksek heterosis değeri Harrington x Tokak 157/37 hibritinde gözlenmiştir (Çizelge 4.30). En fazla bin tane ağırlığına sahip çeşit olan Tokak 157/37'nin bu özelliğini hibritlerine aktardığı görülmektedir. Arpada Tokak 157/3 çeşidinin hibritlerinde bin tane ağırlığı bakımından %12.05 ile %41.57 arasında yüksek heterosis değerleri tespit edilmiştir (Yılmaz ve Konak, 2000). Bin tane ağırlığı bakımından ilk yıl sekiz hibrit kombinasyonunda, ikinci yıl tüm hibrit kombinasyonlarında pozitif heterosis değeri

belirlenmiştir. İkinci yılda ise en yüksek heterosis oranı Aydanhanım x Efes3 (%17.96) hibritinden elde edilmiştir. Her iki yılın heterosis değerleri birlikte ele alındığında, Harrington x Tokak 157/37, Tokak 157/37 x Zeynelağa, Tokak 157/37 x Aydanhanım, Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 kombinasyonları yüksek heterosis değerleri ile ön plana çıkmaktadır (Çizelge 4.30).

Beş arpa bitkisinde verim ve verim bileşenlerinin heterosis ve kombinasyon yeteneklerinin incelendiği araştırmada bin tane ağırlığı özelliği bakımından önemli ve pozitif heterosis elde edildiği ve heterosis değerlerinin %-8.30 ile %10.4 arasında olduğu belirtilmiştir (Amer ve ark., 2012). Yine arpada yürütülen diğer çalışmalarda benzer bulgular elde edilmiştir (El-Bawab, 2003; Eid, 2006; Mahmoud, 2006; Mansour, 2017). Buğdayda üç lokasyonda hibritlerin heterosis, heterobeltiosis ve kendileme depresyonunun araştırıldığı bir çalışmada bin tane ağırlığına ait hibritlerin ilk lokasyonda heterosis değerleri %-14.95 ile 28.14 arasında, ikinci lokasyonda %-9.55 ile %26.43 arasında ve üçüncü lokasyonda %-22.01 ile %20.21 arasında değiştiği bildirilmiştir (Singh ve ark., 2004). Bu durum bin tane ağırlığı özelliğinin ve bu karakterle ilgili heterosis derecesinin çevreden etkilendiğini doğrulamaktadır.

Çizelge 4.30. Hibritlerin bin tane ağırlığı heterosis değerleri (%)

Hibritler	Bin tane ağırlığı heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	8.59	0.92
Harrington x Tokak 157/37	13.74	2.18
Harrington x Efes3	-3.19	15.42
Harrington x Zeynelağa	-4.87	12.41
Harrington x Aydanhanım	6.92	6.92
Tokak 157/37 x Efes3	4.92	3.07
Tokak 157/37 x Zeynelağa	12.64	8.90
Tokak 157/37 x Aydanhanım	9.89	2.85
Zeynelağa x Efes3	-2.54	17.42
Zeynelağa x Aydanhanım	5.67	4.88
Aydanhanım x Efes3	0.58	17.96
Ortalama	4.76	8.45

4.1.7. Hektolitre ağırlığı (kg)

Arpa tanelerinin özgül ağırlığını ifade eden hektolitre ağırlığı, tanenin nişasta içeriği ile ilişkili olması nedeniyle fiziksel kalite özellikleri arasında değerlendirilmektedir. Çalışmada ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlıkları arasında her iki yılda da istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge Ek 13). Harrington x Harrington hibritinin hektolitre ağırlığı Harrington çeşidinden farklılık göstermemiştir. Buna göre nispeten daha küçük olan hibrit tohumların hektolitre ağırlığı üzerinde önemli bir etkisi olmamıştır (Çizelge 4.31).

Ebeveyn çeşitlerden Efes3 çeşidi çalışmanın her iki yılında da en düşük hektolitre ağırlığına (sırasıyla 58.46 ve 61.77 kg) sahip olmuştur. En yüksek hektolitre ağırlığı ise ilk yıl Zeynelağa, ikinci yıl Zeynelağa ve Aydanhanım çeşitlerinde saptanmıştır (Çizelge 4.31, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). Yürütülen benzer bir çalışmada 12 arpa genotipinin verim, verim unsurları ve bazı kalite özellikleri belirlenmiş ve en yüksek hektolitre ağırlığının Zeynelağa ve Aydanhanım çeşitlerinden elde edildiği bildirilmiştir (Sırat ve Sezer, 2013). Malatya koşullarında yürütülen bir araştırmada Tokak 157/37, Aydanhanım ve Efes3 çeşitleri kullanılmıştır (Kılıç ve ark., 2013). Çalışmada elde edilen değerler (sırasıyla 67.2, 68.3 ve 66.6 kg) ile çalışmamızdaki hektolitre ağırlığı değerleri uyumluluk göstermiştir.

Çizelge 4.31. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı değerleri (kg)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Hektolitre ağırlığı (kg)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	61.77 GH	64.07 GH	62.92
Tokak 157/37	61.93 FGH	63.83 H	62.88
Efes3	58.46 I	61.77 I	60.11
Zeynelağa	68.87 A	68.51 AB	68.69
Aydanhanım	64.97 CD	67.69 ABC	66.33
Harrington x Harrington	61.35 H	63.93 GH	62.64
Harrington x Tokak 157/37	64.17 CDE	66.54 CDE	65.35
Harrington x Efes3	63.57 DEF	67.20 BCD	65.38
Harrington x Zeynelağa	63.03 EFG	67.81 ABC	65.42
Harrington x Aydanhanım	64.87 CD	67.17 BCD	66.02
Tokak 157/37 x Efes3	63.87 DE	64.53 FGH	64.20
Tokak 157/37 x Zeynelağa	64.38 CDE	65.95 DEF	65.17
Tokak 157/37 x Aydanhanım	67.30 AB	67.90 ABC	67.60
Zeynelağa x Efes3	65.72 BC	65.34 EFG	65.53
Zeynelağa x Aydanhanım	67.41 A	68.50 AB	67.96
Aydanhanım x Efes3	67.38 AB	69.05 A	68.21
Ebeveyn çeşitler ortalama	63.20	65.17	
Hibritler ortalama	64.82	66.72	
Genel ortalama	64.31	66.24	

^{0.D.} önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Hibritlerin hektolitre ağırlıkları ilk yıl 61.35 ile 67.41 kg arasında değişmiş ve en yüksek hektolitre ağırlığı Zeynelağa x Aydanhanım hibritinden elde edilmiştir. İkinci yıl ise hektolitre ağırlıkları 63.93-69.05 kg arasında gerçekleşmiş, Aydanhanım x Efes3 hibriti ilk sırada yer almıştır. Maltlık arpalarda hektolitre ağırlığının 66 kg'ın üzerinde olması istenmektedir (Atlı ve ark., 1989). Bu bağlamda Tokak 157/37 x Aydanhanım, Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 hibritleri her iki yılda da belirtilen hektolitre ağırlığının üzerinde yer almışlardır.

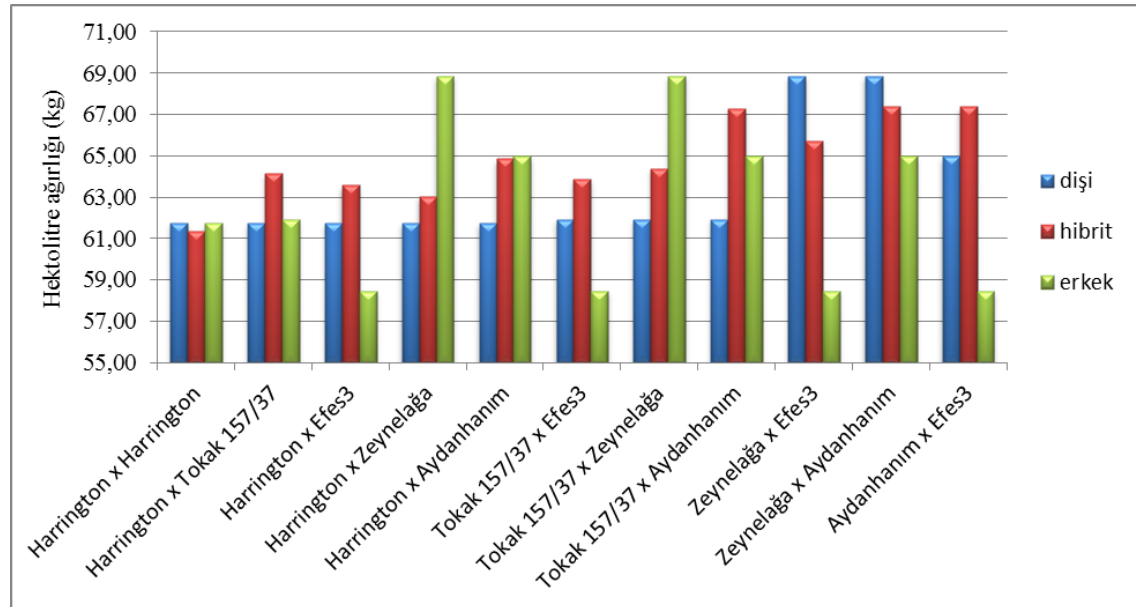
Her iki yılda da hibritlerin hektolitre ağırlıkları ebeveyn çeşitlerin hektolitre ağırlıklarından istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) ve yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.32). Her iki yıl dikkate alındığında Efes3, Harrington ve Tokak 157/37 çeşitlerinin

hibritlerinin ebeveyn çeşitlerin hektolitre ağırlıklarına göre artış gösterdiği, Zeynelağa çeşidine ait hibritlerin hektolitre ağırlıklarının ebeveyn çeşidin kendi hektolitre ağırlığına göre azalış gösterdiği ve Aydanhanım çeşidinin hibritlerinin ise genel anlamda çeşidin hektolitre ağırlığından farklı olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

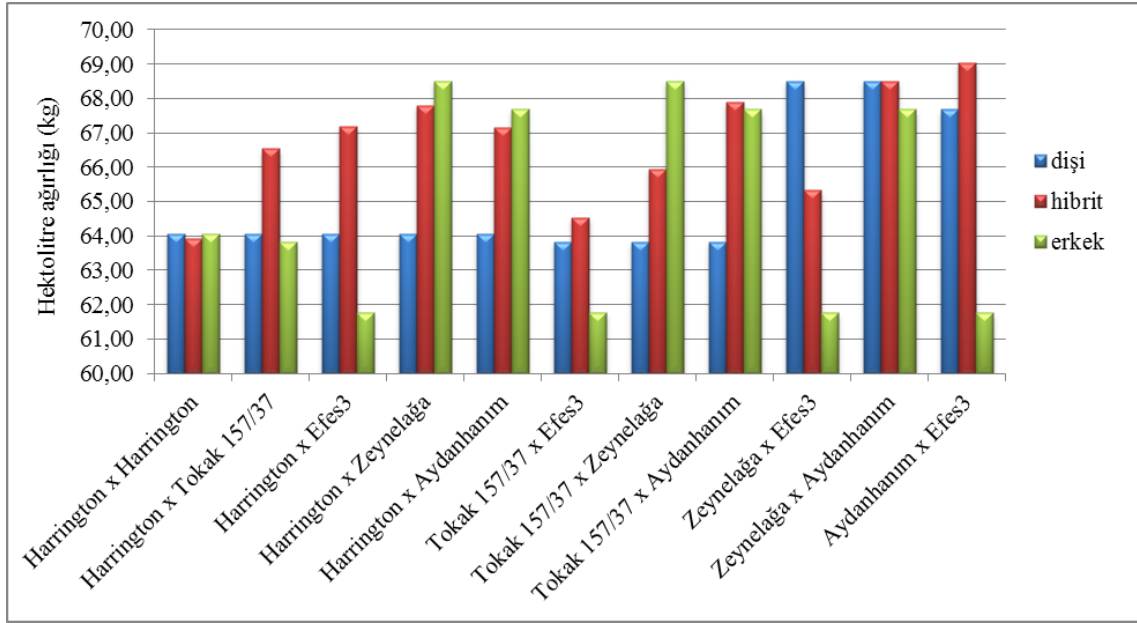
Çizelge 4.32. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	61.77	63.91 **	64.07	67.18 **
Tokak 157/37	61.93	64.93 **	63.83	66.23 **
Efes3	58.46	65.13 **	61.77	65.34 **
Zeynelağa	68.87	65.14 **	68.51	66.90 **
Aydanhanım	64.97	66.74 *	67.69	68.15 ÖD.
Ortalama	63.2	65.17 **	65.17	66.76 **
Genel Ortalama	64.19		65.96	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.13. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı (kg)



Şekil 4.14. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitre ağırlığı (kg)

Hektolitre ağırlığı bakımından GKY/ÖKY oranlarının birden yüksek bulunması ile eklemeli genlerin daha etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge Ek 14). Bu bağlamda hektolitre ağırlığı üzerine Zeynelağa ve Aydanhanım çeşitlerinin olumlu yönde, Efes3 çeşidinin ise olumsuz yönde eklemeli gen etkisine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.33). Ayrıca belirtilen ebeveyn çeşitlerin GKY değerleri ile hektolitre ağırlığı değerleri sıralaması uyum içinde olduğu görülmektedir. Özel kombinasyon yeteneği analizinde farklılığın önemli olması belirtilen özelliğin oluşumunda dominant gen etkilerinin payının da söz konusu olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.33. Ebeveyn çeşitlerin hektolitre ağırlığı genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	-1.129 **	-0.214 ÖD.
Tokak 157/37	-0.499 ÖD.	-0.821 **
Efes3	-1.375 **	-1.240 **
Zeynelağa	1.601 **	0.897 **
Aydanhanım	1.402 **	1.379 **

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.34. Hibritlerin hektolitre ağırlığı özel uyum yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	1.283 ÖD.	1.182 *
Harrington x Efes3	1.559 *	2.264 **
Harrington x Zeynelağa	-1.950 **	0.734 ÖD.
Harrington x Aydanhanım	0.082 ÖD.	-0.388 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	1.229 *	0.205 ÖD.
Tokak 157/37 x Zeynelağa	-1.237 *	-0.512 ÖD.
Tokak 157/37 x Aydanhanım	1.885 **	0.953 ÖD.
Zeynelağa x Efes3	0.986 ÖD.	-0.703 ÖD.
Zeynelağa x Aydanhanım	-0.105 ÖD.	-0.165 ÖD.
Aydanhanım x Efes3	2.837 **	2.521 **

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çalışmada hibrit gücünün varlığını tespit etmek amacıyla hesaplanan heterosis değerleri ilk yıl %-0.50 ile %11.79 arasında, ikinci yıl %-0.33 ile %6.81 arasında değişmiştir. İlk yılın heterosis değerleri ikinci yılın heterosis değerlerinden daha yüksektir. Her iki yılda da en yüksek heterosis değeri Harrington x Efes3 hibritinde belirlenmiştir (Çizelge 4.35). Beş arpa çeşidinin kullanıldığı benzer bir çalışmada, hektolitre ağırlığın ait en yüksek heterosis değerinin %25.31, ortalama heterosis değerinin ise %2.46 olarak belirlendiği ve ebeveyn çeşit ortalamasına göre %14.72 oranında artış sağlandığı tespit edilmiştir (Adriana ve ark., 2016).

Ekmeklik buğdayda verim ve verim ile ilişkili özelliklerin heterosis, heterobeltiosis ve kombinasyon etkilerinin incelendiği bir çalışmada, hektolitre ağırlığına ait heterosis değerlerinin %0.23 ile %14.33 arasında olduğu, hektolitre ağırlığında öne çıkan hibritin aynı zamanda tane verimi açısından da en yüksek hibrit olduğu bildirilmiştir (Rajput ve Kandalkar, 2018). Buğdayda yürütülen bir diğer çalışmada ise hektolitre ağırlığına ait heterosis değerleri %-19.95 ile %26.09 arasında gerçekleşmiş, 28 hibritten 16'sının pozitif değer aldığı tespit edilmiştir (Patel, 2018). Ayrıca buğday bitkisinde birçok araştırmacı pozitif heterosis değerlerinin elde edildiğini bildirmişlerdir (Prasad ve ark., 1998; Ashutos ve ark., 2011).

Çizelge 4.35. Hibritlerin hektolitreye ağırlığı heterosis değerleri (%)

Hibritler	Hektolitreye ağırlığı heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-0.50	-0.21
Harrington x Tokak 157/37	7.58	4.04
Harrington x Efes3	11.79	6.81
Harrington x Zeynelağa	3.81	2.29
Harrington x Aydanhanım	6.00	1.96
Tokak 157/37 x Efes3	7.21	2.76
Tokak 157/37 x Zeynelağa	0.85	-0.33
Tokak 157/37 x Aydanhanım	7.01	3.25
Zeynelağa x Efes3	2.64	0.32
Zeynelağa x Aydanhanım	2.37	0.18
Aydanhanım x Efes3	2.48	6.68
Ortalama	4.66	2.52

4.1.8. Tane verimi (kg/da)

Çalışmanın yürütüldüğü 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin arasında tane verimi bakımından istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge Ek 15). Çeşitlerin tane verimleri ilk yıl 320.3 ile 547.3 kg/da, ikinci yıl 434.7 ile 595.0 kg/da arasında, hibritlerin tane verimleri ise ilk yıl 337.4 ile 593.9 kg/da, ikinci yıl 444.5 ile 635.5 kg/da arasında değişmiştir (Çizelge 4.36, Şekil 4.15, Şekil 4.16). Her iki yılda da ebeveyn çeşitlerden Aydanhanım çeşidi, yüksek tane verimine sahip olmuştur. Başaklanma-olgunlaşma süreleri uzun olan genotiplerden yarı kurak bölgelerde yüksek verim alındığı bilinmektedir (Di Fonzo ve ark., 2000). Ayrıca verim ile bin tane ağırlığı, m²'deki başak sayısı ve başakta tane sayısı gibi verim öğeleri arasında yüksek ve önemli korelasyon bulunmaktadır (Ataei, 2006; Barczak ve Majcherczak, 2009; Ebrahim ve ark., 2015). Geç başaklanan Aydanhanım çeşidinin verimlerinin yüksek olmasında belirtilen özelliklerin etkili olduğu düşünülmektedir (bkz, Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.26). Aydanhanım çeşidinden sonra Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitlerinden nispeten yüksek verim elde edilmiştir.

İlk yıl Tokak157/37 x Efes3 ve Tokak157/37 x Zeynelağa hibritleri en yüksek tane verimine sahip olmuşlardır. İkinci yıl Aydanhanım x Efes3 hibriti en yüksek tane verimi ile ilk sırada yer almış, bu hibriti Zeynelağa x Aydanhanım ve Tokak 157/37 x Zeynelağa hibritleri izlemiştir (Çizelge 4.36).

Her iki yılda da hibritlerin tane verimleri (sırasıyla 461.5 ve 540.1 kg/da) ebeveyn çeşitlerin tane veriminden (sırasıyla 425.9 ve 517.1 kg/da) daha yüksek olmuş ve bu farklılık istatistiki anlamda önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Tüm çeşitlerin ortalaması olarak hibritler ebeveyn çeşitlerden birinci yıl %5.28, ikinci yıl ise %3.09 oranında daha yüksek verim sağlamışlardır (Çizelge 4.37).

Bu bağlamda ilk yıl Tokak 157/37, Zeynelağa ve Harrington çeşitlerinin dahil olduğu kombinasyonların tane verimi (sırasıyla 517.2, 440.4 ve 416.0 kg/da, Çizelge 4.37) genel olarak kendilerinin tane veriminden (sırasıyla 436.4, 320.3 ve 373.7 kg/da, Çizelge 4.37) daha yüksek olmuştur. Aydanhanım çeşidinin hibritlerinin verimleri çeşidin kendi tane veriminden daha düşük olmuş (sırasıyla 484.0 ve 547.3 kg/da, Çizelge 4.37), Efes3 çeşidi ise hibritleri ile benzer verime sahip olmuştur.

İkinci yıl, Harrington ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin (sırasıyla 488.7 ve 564.0 kg/da) ebeveyn çeşitlerinden (sırasıyla 434.7 ve 453.6 kg/da) daha yüksek verime sahip olduğu görülmüştür. Efes3 ve Aydanhanım hibritlerinin ortalama verimi (sırasıyla 543.8 ve 570.1 kg/da) çeşitlerin kendi verimlerinden (sırasıyla 573.7 ve 595.0 kg/da) daha düşük gerçekleşirken, Tokak 157/37 çeşidi hibritleri ile benzer verime sahip olmuştur (Çizelge 4.37). Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, Aydanhanım ve Efes3 çeşitlerinin hibritlerinin verimleri daha yüksek olmamıştır. Harrington, Tokak 157/37 ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin verimleri ise (Tokak 157/37 çeşidinin 2014-2015 vejetasyon dönemi veriminin çeşit verimine benzer olması dışında) her iki yılda çeşitlerin kendilerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Tüm çeşitler düzeyinde hibritlerindeki performansları yükselen üç çeşit (Harrington, Tokak 157/37 ve Zeynelağa) dikkate alındığında hibritlerde verim artışları ilk yıl %21.5, ikinci yıl ise %12.0 düzeyinde olmuştur. Çeşit ve hibritlerin tane verimindeki artışta ikinci yıl başak oluşum sürecine kadar olan yağış toplamının ve ortalama sıcaklığın etkisi olduğu düşünülmektedir (bkz. Çizelge 3.2).

Çizelge 4.36. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi değerleri (kg/da)

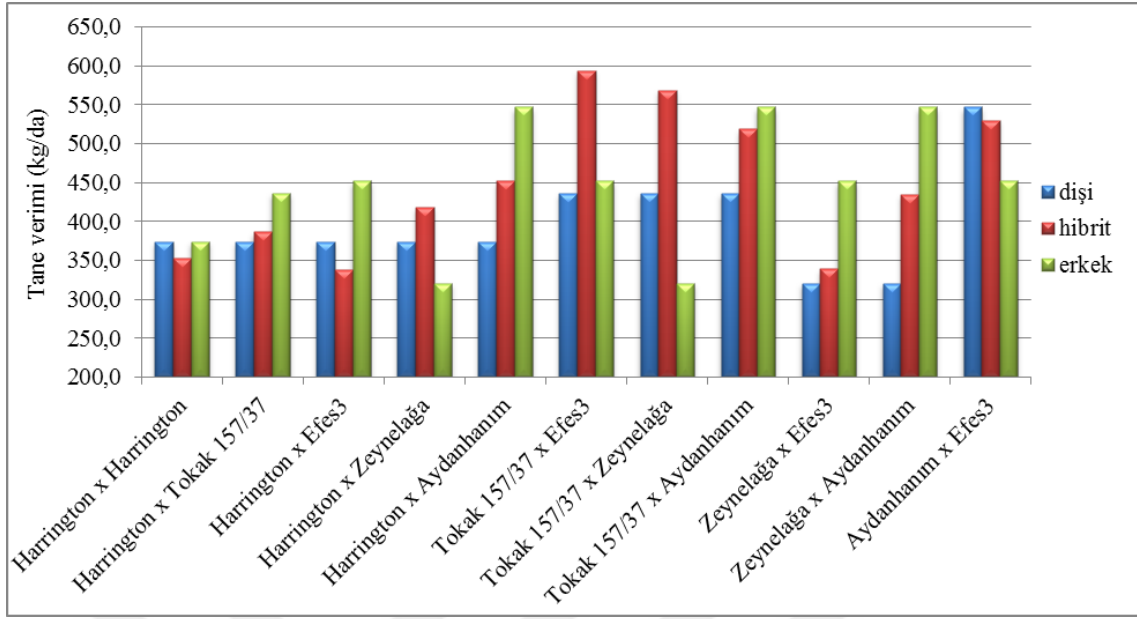
Ebeveyn çeşit ve hibritler	Tane verimi (kg/da)				Ortalama
	2013-2014 **		2014-2015 **		
Harrington	373.7	EFG	434.7	I	404.2
Tokak 157/37	436.4	CD	528.3	EF	482.4
Efes3	451.8	C	573.7	BCD	512.8
Zeynelağa	320.3	G	453.6	HI	386.9
Aydanhanım	547.3	A	595.0	B	571.2
Harrington x Harrington	352.0	FG	464.6	HI	408.3
Harrington x Tokak 157/37	386.7	DEF	474.2	GH	430.4
Harrington x Efes3	337.4	FG	444.5	HI	391.0
Harrington x Zeynelağa	418.3	CDE	530.7	EF	474.5
Harrington x Aydanhanım	452.2	C	505.4	FG	478.8
Tokak 157/37 x Efes3	593.9	A	539.3	DEF	566.9
Tokak 157/37 x Zeynelağa	569.2	A	574.7	BC	571.9
Tokak 157/37 x Aydanhanım	518.9	AB	545.0	CDE	531.9
Zeynelağa x Efes3	338.9	FG	556.0	CDE	447.5
Zeynelağa x Aydanhanım	435.2	CD	594.6	B	514.9
Aydanhanım x Efes3	529.8	B	635.5	A	582.7
Ebeveyn çeşitler ortalama	425.9		517.1		
Hibritler ortalama	448.4		533.1		
Genel ortalama	441.4		528.1		

ÖD. önemli değil *,** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

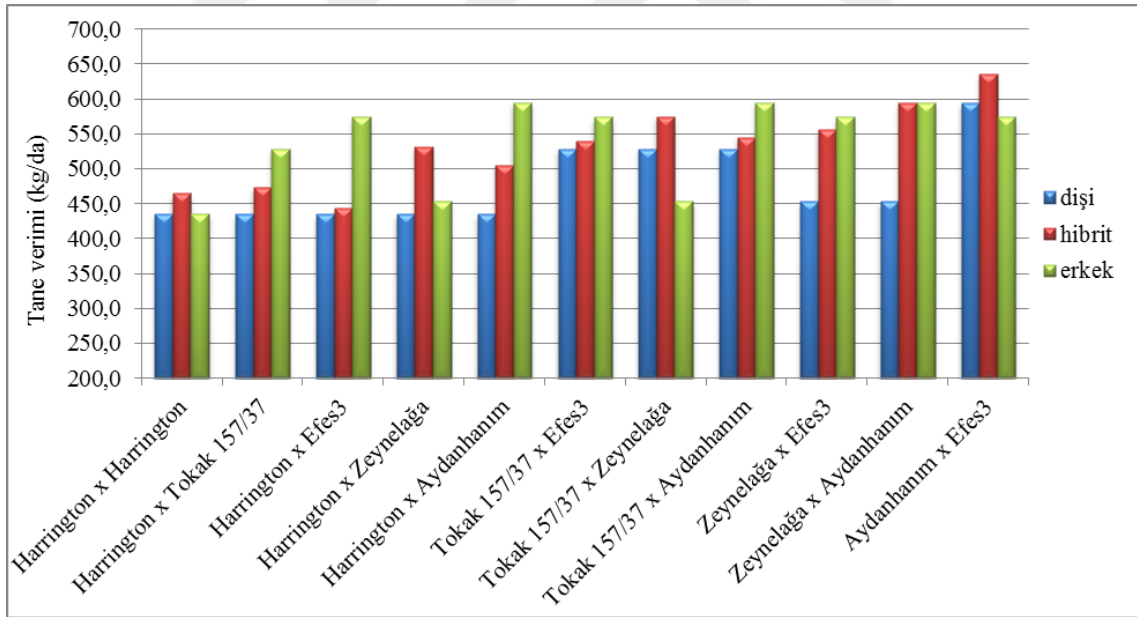
Çizelge 4.37. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	373.7	416.0 ÖD.	434.7	488.7 **
Tokak 157/37	436.4	517.2 **	528.3	533.3 ÖD.
Efes3	451.8	450.0 ÖD.	573.7	543.8 *
Zeynelağa	320.3	440.4 **	453.6	564.0 **
Aydanhanım	547.3	484.0 *	595.0	570.1 ÖD.
Ortalama	425.9	461.5 **	517.1	540.1 **
Genel Ortalama	443.7		528.6	

ÖD. önemli değil *,** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.15. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi (kg/da)



Şekil 4.16. 2014-2015 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi (kg/da)

Genel olarak GKY/ÖKY oranının 1'den büyük olması daha çok eklemeli gen etkisinin varlığını göstermektedir (Çizelge Ek 16). Aydanhanım çeşidinin her iki yılda da önemli düzeyde pozitif, Harrington çeşidinin ise her iki yılda da negatif genel kombinasyon

yeteneğine sahip olduğu anlaşılmıştır. Birinci yıl Tokak 157/37, ikinci yıl ise Efes3 çeşidi pozitif genel kombinasyon yeteneğine sahip olurken, Zeynelağa çeşidi birinci yıl olumsuz genel kombinasyon yeteneği göstermiştir. Buna göre Aydanhanım çeşidi olumlu anlamda eklemeli gen etkileri gösterirken, Harrington çeşidi olumsuz eklemeli gen etkilerine sahip olmuş, diğer çeşitler ise özel kombinasyonlarda ve yıllarda yüksek verimlilik göstermişlerdir (Çizelge 4.38 ve Çizelge 4.39). Sultan ve ark. (2016) tarafından normal ve kuraklık stresi altında yetiştirilen altı arpa çeşidi ve 15 hibritin verim ve verim bileşenlerinin kombinasyon yetenekleri incelenmiştir. Araştırmada 15 hibritten üçünün her iki koşulda da pozitif ve önemli (stres koşullarında 21.21 ile 29.28, normal koşullarda 45.19 ile 50.85 arasında) özel kombinasyon yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Stresin bulunmadığı koşullardaki sonuçlar çalışmamızın sonuçları ile uyum halinde olduğu söylenebilir. Benzer şekilde arpada kombinasyon yeteneklerinin incelendiği bir araştırmada, 30 hibritten dördünün pozitif ve yüksek ÖKY etkisi gösterdiği belirlenmiştir (Swati ve ark., 2018).

Çizelge 4.38. Ebeveyn çeşitlerin tane verimi genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	-48.862 **	-52.849 **
Tokak 157/37	36.785 **	-0.605 ÖD.
Efes3	2.806 ÖD.	18.377 *
Zeynelağa	-40.266 **	-4.424 ÖD.
Aydanhanım	49.536 **	39.502 **

ÖD. önemli değil *,** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.39. Hibritlerin tane verimi özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	-48.568 *	-47.236 ÖD.
Harrington x Efes3	-63.852 **	-533.717 **
Harrington x Zeynelağa	60.103 **	556.162 **
Harrington x Aydanhanım	4.218 ÖD.	-135.634 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	107.005 **	-107.831 ÖD.
Tokak 157/37 x Zeynelağa	125.303 **	473.514 **
Tokak 157/37 x Aydanhanım	-14.772 ÖD.	-262.415 *
Zeynelağa x Efes3	-70.968 **	97.033 ÖD.
Zeynelağa x Aydanhanım	-21.361 ÖD.	271.869 *
Aydanhanım x Efes3	30.114 ÖD.	453.138 **

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Tane verimine ait heterosis değerleri ilk yıl %-18.25 ile %50.44 arasında değişirken, ikinci yıl %-11.84 ile %19.49 arasında değişmiştir (Çizelge 4.40). Araştırmada her iki yılda da hibritlerin altısında pozitif heterosis elde edilmiştir. Yürütülen benzer çalışmalarda kışlık iki ve altı sıralı arpalardan elde edilen hibritler ile ebeveyn çeşitler arasında tane veriminde yüksek ve pozitif heterosis belirlenmiştir (McCabe ve ark., 2005; Bornare ve ark., 2014). Benzer şekilde arpada bazı kantitatif özelliklerin kombinasyon yetenekleri ve heterosis etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir araştırmada tane veriminde 42 hibritten 12 tanesinde pozitif heterosis değeri elde edilmiştir (Pesaraklu ve ark., 2016). Sıcaklık stresi altında heterosis seviyelerinin incelendiği bir çalışmada tane verimi bakımından %60.55 düzeyinde bir heterosis değeri belirlenmiş, 45 hibritten 9'unun pozitif değer aldığı gözlenmiştir (Parashar ve ark., 2019). Elde edilen sonuçlar hibritlerin veriminin yüksek olabileceğini ancak bunun için uygun ebeveyn çeşit kombinasyonlarının önemli olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.40. Hibritlerin tane verimi heterosis değerleri (%)

Hibritler	Tane verimi heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-5.80	6.88
Harrington x Tokak 157/37	-4.53	-1.52
Harrington x Efes3	-18.25	-11.84
Harrington x Zeynelağa	20.55	19.49
Harrington x Aydanhanım	-1.80	-1.83
Tokak 157/37 x Efes3	33.73	-2.12
Tokak 157/37 x Zeynelağa	50.44	17.05
Tokak 157/37 x Aydanhanım	5.50	-2.97
Zeynelağa x Efes3	-12.21	8.25
Zeynelağa x Aydanhanım	0.32	13.41
Aydanhanım x Efes3	6.06	8.76
Ortalama	6.73	4.87

4.2. Malt Kalite Özellikleri

Çalışmada malt kalite özellikleri 2013-2014 ve 2014-2015 vejetasyon dönemlerinde tarla denemelerinde ebeveyn çeşit ve hibritlerin tanelerinden malt üretimi gerçekleştirildikten sonra belirlenmiştir. İncelenen kalite parametreleri arasında malt ekstre oranı (%), alfa amilaz enzimi içeriği (CU/g, 20° DU) ve diastatik güç bulunmaktadır (°WK, °ABCS).

4.2.1. Malt ekstre oranı (%)

Malt ekstre oranı enzimlerin etkisiyle eriyebilir hale gelen maddelerin toplamı olarak ifade edilmektedir. Malt ekstresi, özellikle alfa ve beta amilaz enzimleri, limit dekstrinaz, diastatik güç ve nişasta oranı olmak üzere her biri kantitatif kalıtım gösteren çok sayıda birbiriyle ilişkili bileşenden oluşan bir kalite kriteridir (Hayes ve Jones 2000). Ekstre verimi, arpa yetiştiricisinin tahıl verimine verdiği önemle eşdeğer olup, malt ve bira üreticisi için en önemli özelliktir (Etokakpan ve Palmer, 1990). Çalışmanın her iki yılında da ebeveyn çeşitler ve hibritler arasında malt ekstre bakımından istatistiki olarak ($P<0.01$) farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge Ek 17).

Çeşitlerin ilk yıl malt ekstreleri %68.02 ile %76.12, hibritlerin malt ekstreleri ise %72.60 ile 78.67, ikinci yıl ebeveyn çeşitlerin malt ekstreleri %72,65 ile 82.06 arasında, hibritlerin ise %74.03 ile %80.86 arasında değişmiştir (Çizelge 4.41, Şekil 4.17, Şekil 4.18). İyi bir maltlık arpada malt ekstre oranının %75 ve üzeri olması istenmektedir. Wright (2000), son 50 yılda malt ekstresinin %75'den yaklaşık %82'ye kadar arttığını ve hedeflenen %85 üst limite hızla yaklaşıldığını ifade etmiştir.

Hibritlerden ilk yıl Harrington x Tokak 157/37 ve Harrington x Aydanhanım hibritleri öne çıkmıştır. Tokak 157/37 x Zeynelağa, Zeynelağa x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 hibritlerinin de ebeveyn çeşit ortalamalarının üzerinde performans gösterdiği ve istenilen seviyede olduğu görülmektedir. İkinci yılda ise yine Harrington çeşidinin hibritleri ile Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritlerinin malt ekstre oranları tüm ebeveyn çeşit ortalamalarının üzerinde olmuştur.

Ülkemizde maltlık olarak yetiştirilen çeşitlerin dünya standartlarına uygun olmadığı bilinmektedir. Bu bağlamda çalışmamızda (Harrington çeşidinin hibritleri hariç) hibritlerde elde edilen malt ekstre oranlarının (Çizelge 4.41) %75'in üzerinde olması ümit vericidir. Öyle ki ilk yıl Aydanhanım, Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitlerinin, ikinci yıl ise Tokak 157/37 ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin malt ekstre oranları çeşitlerin malt ekstresinden daha fazla olmuştur (Çizelge 4.42). Yapılan bir araştırmada Harrington çeşidinin diastatik güç ve malt ekstre ile ilişkili olumlu allelleri içerdiği ifade edilmiştir (Barr ve ark., 2003). Malt kalite parametreleri ile ilişkili genlerin belirlenmesi amacıyla yürütülen farklı çalışmalarda Harrington çeşidinde malt ekstre oranının %75-82.1 arasında olduğu bildirilmiştir (Lapitan ve ark., 2009; Emebiri ve ark., 2009).

Çizelge 4.41. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre değerleri (%)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Malt ekstre (%)		
	2013-2014 **	2014-2015 **	Ortalama
Harrington	76.12 ABC	82.06 A	79.09
Tokak 157/37	70.09 EF	74.17 FG	72.13
Efes3	68.02 F	74.85 EFG	71.44
Zeynelağa	75.59 A-D	72.65 G	74.12
Aydanhanım	71.80 DEF	76.70 DEF	74.25
Harrington x Harrington	77.30 AB	80.86 AB	79.08
Harrington x Tokak 157/37	78.67 A	78.33 BCD	78.50
Harrington x Efes3	76.39 ABC	75.03 EFG	75.71
Harrington x Zeynelağa	74.50 BCD	77.85 B-E	76.18
Harrington x Aydanhanım	78.44 A	77.85 B-E	78.15
Tokak 157/37 x Efes3	72.60 CDE	74.30 FG	73.45
Tokak 157/37 x Zeynelağa	76.24 ABC	75.97 DEF	76.11
Tokak 157/37 x Aydanhanım	73.48 B-E	80.62 ABC	77.05
Zeynelağa x Efes3	74.21 BCD	74.03 FG	74.12
Zeynelağa x Aydanhanım	75.17 A-D	77.56 CDE	76.37
Aydanhanım x Efes3	75.23 A-D	75.71 D-G	75.47
Ebeveyn çeşitler ortalama	72.32	76.09	
Hibritler ortalama	75.66	77.10	
Genel ortalama	74.62	76.78	

0.D. önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

İlk yıl çeşit ve hibritleri arasında fark meydana gelmeyen Harrington çeşidi hibritlerinde malt ekstre oranında artış elde edilmiş ancak bu artış çeşidin kendi malt ekstre seviyesine kadar yükselmemiştir. Oldukça elverişli allellere sahip olan genotiplerin epistasi ve QTL çevre etkileşimleri nedeniyle her zaman beklendiği gibi performans göstermediği bildirilmiştir (Emebiri ve ark., 2009). İlk yıl Efes3, Tokak 157/37 ve Aydanhanım çeşitlerinin hibritlerindeki artış bu çeşitlerin düşük ekstreya sahip olması ile açıklanabilir. Harrington çeşidi diğer çeşitlerle olan hibritlerinde malt ekstre oranını ikinci yıl da artırmış ancak bu artışlar ilk yıl kadar güçlü olmamıştır.

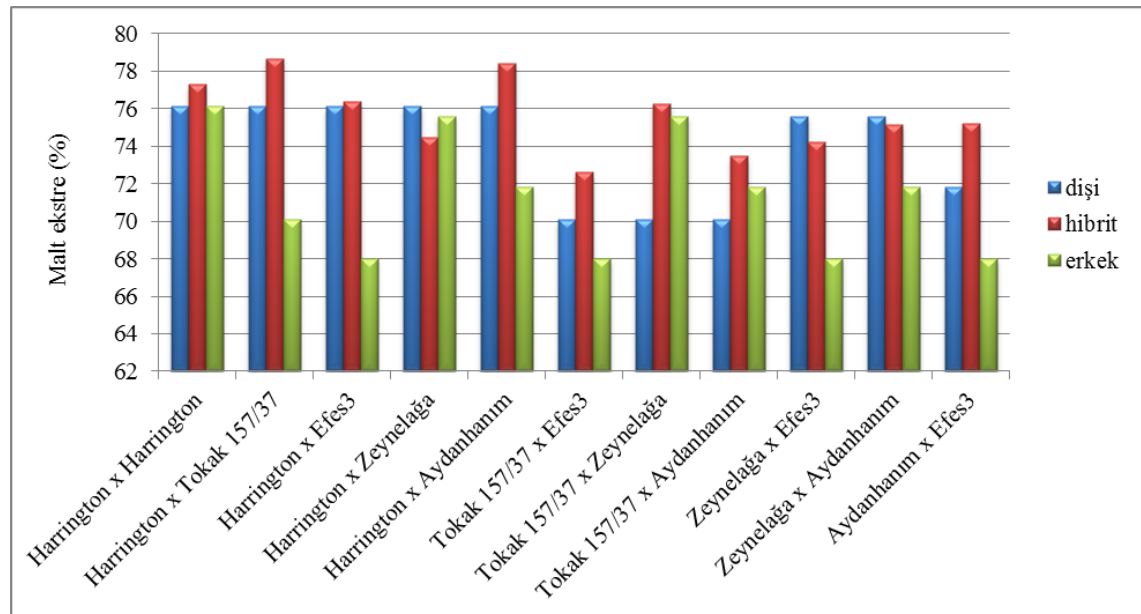
Genel olarak değerlendirildiğinde ise her iki yılda da hibritlerin malt ekstreleri ebeveyn çeşitlerin malt ekstrelerinden fazla olmuş ancak ilk yıl istatistiki anlamda önemli, ikinci yıl önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.42). Kandemir ve Yıldırım (2011), malt ekstre

özelliğinin çok dar aralıklarda değişim gösterdiği, farklılıklar bulunsa da farkın önemsiz olmasının değişim aralığının dar olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir. Sparrow (1971) ve Briggs (1978)'in bildirdiğine göre malt kalite karakterleri birçok genetik lokustan etkilenmekte, ayrıca büyük ölçüde çevresel faktörlere bağlı olmaktadır (Mather ve ark., 1997). Maltlık arpa çeşitlerinde kalite özelliklerinin kullanılan çeşitten, hasat ve depolama sırasındaki fiziksel koşullara kadar olan tüm süreçten etkilendiği bildirilmiştir (Fettell ve ark., 1999; Glen ve ark., 2006).

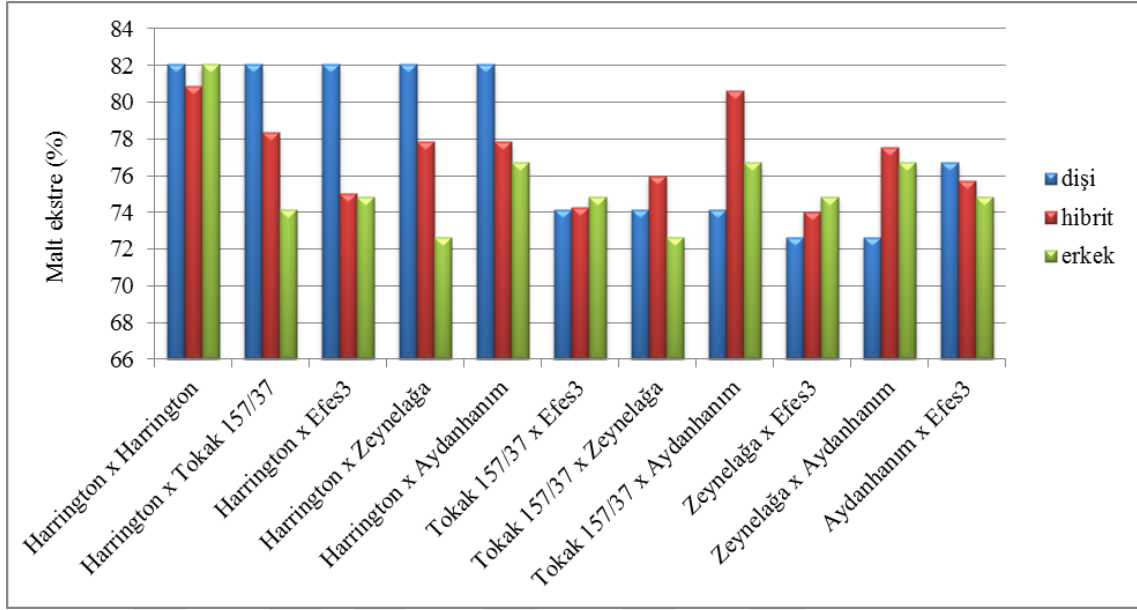
Çizelge 4.42. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	76.12	77.00 ÖD.	82.06	77.27 **
Tokak 157/37	70.09	75.25 **	74.17	77.31 *
Efes3	68.02	74.61 **	74.85	74.77 ÖD.
Zeynelağa	75.59	75.03 ÖD.	72.65	76.35 **
Aydanhanım	71.80	75.58 *	76.70	77.93 ÖD.
Ortalama	72.32	75.50 **	76.09	76.73 ÖD.
Genel ortalama	73.91		76.41	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.17. 2013-2014 vejetasyon döneminde ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre oranı (%)



Şekil 4.18. 2014-2015 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre oranı (%)

Araştırmada yer alan genotiplerin genel ve özel uyum yetenek etkileri her iki yılda da istatistiki anlamda önemli bulunmuş ve özelliğin ortaya çıkmasında (GKY/ÖKY oranının 1'den büyük olması ile) eklemeli genlerin etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge Ek 18). Bu bağlamda bahsedilen özelliğin oluşumunda Efes3 çeşidinin olumsuz ve önemli, Harrington çeşidinin ise olumlu ve önemli etkisi bulunmaktadır (Çizelge 4.43)

Çizelge 4.43. Ebeveyn çeşitlerin malt ekstre genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	1.946 *	2.016 **
Tokak 157/37	-0.780 ÖD.	-0.216 ÖD.
Efes3	-1.735 *	-1.471 *
Zeynelağa	0.668 ÖD.	-1.193 *
Aydanhanım	-0.099 ÖD.	0.865 ÖD.

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.44. Hibritlerin malt ekstre özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY*
Harrington x Tokak 157/37	3.071 *	0.020 ÖD.
Harrington x Efes3	1.742 ÖD.	-2.024 ÖD.
Harrington x Zeynelağa	-2.550 ÖD.	0.518 ÖD.
Harrington x Aydanhanım	2.159 ÖD.	-1.541 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	0.677 ÖD.	-0.527 ÖD.
Tokak 157/37 x Zeynelağa	1.913 ÖD.	0.871 ÖD.
Tokak 157/37 x Aydanhanım	-0.076 ÖD.	3.454 **
Zeynelağa x Efes3	0.842 ÖD.	0.181 ÖD.
Zeynelağa x Aydanhanım	0.169 ÖD.	1.377 ÖD.
Aydanhanım x Efes3	2.626 ÖD.	-0.197 ÖD.

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Hibritlerin 2013-2014 vejetasyon döneminde malt ekstre heterosis değerlerinin %-1.78 ile 7.62 arasında değiştiği, ortalamanın ise %4.16 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.45). Harrington x Zeynelağa hibriti hariç diğer tüm hibritlerde pozitif heterosis belirlenmiştir. İlk yılda en fazla heterosis etkisi Harrington x Tokak 157/37 ve Aydanhanım x Efes3 hibritlerinde elde edilmiştir. İkinci yıl malt ekstre heterosis değerlerinde düşüş gözlenmiş, sadece altı hibrit pozitif etkiye sahip olmuştur. İkinci yıl heterosis değerleri %-4.36 ile 6.87 arasında değişmiş ve Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritlerinden yüksek heterosis değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.45).

Malt ve bira üreticileri için en önemli olan bu özellikte Tokak 157/37 x Zeynelağa hibritinde her iki yılda da ortalamanın üzerinde heterosis değeri gözlenmiş ve bu hibriti Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Tokak157/37 x Zeynelağa hibritleri takip etmiştir. Maltlık arpada yürütülen bir çalışmada malt ekstre heterosis oranlarının %-1.8 ile %0.5 arasında değiştiği, en iyi ebeveyn çeşidine kıyasla anlamlı ve önemli heterosis elde edildiği vurgulanmıştır (Khan, 1991).

Çizelge 4.45. Hibritlerin malt ekstre heterosis değerleri (%)

Hibritler	Malt ekstre heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	1.55	-1.46
Harrington x Tokak 157/37	7.62	0.28
Harrington x Efes3	5.99	-4.36
Harrington x Zeynelağa	-1.78	0.64
Harrington x Aydanhanım	6.06	-1.92
Tokak 157/37 x Efes3	5.13	-0.29
Tokak 157/37 x Zeynelağa	4.67	3.49
Tokak 157/37 x Aydanhanım	3.58	6.87
Zeynelağa x Efes3	3.35	0.37
Zeynelağa x Aydanhanım	2.01	3.87
Aydanhanım x Efes3	7.61	-0.09
Ortalama	4.16	0.67

4.2.2. Alfa amilaz (20°DU-CU/g)

Arpa tanelerinde çok düşük düzeyde bulunan bu enzim çimlenme sırasında bitki hormonu gibberelline yanıt olarak sentezlenir. Bu enzim aktivitesi gram başına Ceralpha ünitesi (CU/g) veya 20 °C’de Dextrinising ünitesi (20° DU) birimleriyle ifade edilir. Yapılan bir çalışmada tanede düşük olan alfa amilaz enzim aktivitesinin (0.042-0.189 CU/g) çimlenme esnasında daha yüksek (149.42-223.78 CU/g) olduğu bildirilmiştir (Bera ve ark., 2018). Çimlenme sırasında sentezlenen bu enzim tanedeki nişastayı parçalamayı başlattığı için malt üreticileri için büyük önem taşır (Georg-Kraemer ve ark., 2001). Çalışmada elde edilen alfa amilaz enzim aktivitesine ait ebeveyn çeşitler ve hibritler arasındaki farkın istatistiki olarak ($P<0.01$) önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge Ek 19).

Araştırmanın ilk yılında en yüksek alfa amilaz enzim aktivitesi Zeynelağa (55.15 CU/g veya 13.29 20° DU), ikinci yıl Tokak 157/37 (74.62 CU/g veya 17.77 20° DU) çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.46, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20). Kandemir ve ark. (2011)’nın yürüttükleri bir çalışmada Tokak 157/37 çeşidine ait alfa amilaz aktivite değerinin 15.8 20° DU olduğu bildirilmiştir. Kaliteli maltlık arpalarda alfa amilaz

değerinin 45-55 20° DU (193-236 CU/g) arasında olması gerektiği ifade edilmiştir (Wright, 2000). Bu çalışmada deneme materyal, Harrington çeşidi hariç Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen ve maltlık olarak kullanılan çeşitlerden oluşmuştur. Ancak elde edilen sonuçlar bu çeşitlerin yaygın kullanımına rağmen alfa amilaz aktivitesi bakımından dünya standartlarında yeterli olmadığını destekler niteliktedir.

İkinci yıl ebeveyn çeşitlerin alfa amilaz değerlerinin Zeynelağa çeşidi dışında ilk yıldan daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Reuss ve ark. (2004), dormant özellikli tahılda, alfa amilaz ve β glukanaaz enzim aktivitesinin depolama ile değiştiğini ifade etmişlerdir. Denemedeki tüm alfa amilaz analizleri ikinci yılın sonunda gerçekleştirilmiştir. Dolayısı ile yıllar arasındaki farkın bekleme süresinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.46. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değerleri (CU/g, 20° DU)

Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Alfa amilaz			
	2013-2014 **		2014-2015 **	
	(CU/g)	(20° DU)	(CU/g)	(20° DU)
Harrington	28.07 C-F	7.07	41.17 DFG	10.08
Tokak 157/37	24.00 D-G	6.13	74.62 A	17.77
Efes3	23.26 EFG	5.96	31.40 G	7.83
Zeynelağa	55.15 A	13.29	50.38 CDE	12.20
Aydanhanım	39.57 B	9.71	73.07 AB	17.42
Harrington x Harrington	25.44 D-G	6.46	40.51 EFG	9.93
Harrington x Tokak 157/37	24.38 D-G	6.22	48.75 C-F	11.82
Harrington x Efes3	24.00 D-G	6.13	33.78 FG	8.38
Harrington x Zeynelağa	18.49 G	4.86	37.16 EFG	9.16
Harrington x Aydanhanım	19.74 FG	5.15	38.89 EFG	9.55
Tokak 157/37 x Efes3	28.39 CDE	7.14	72.57 AB	17.30
Tokak 157/37 x Zeynelağa	34.34 BC	8.51	48.88 C-F	11.85
Tokak 157/37 x Aydanhanım	23.12 EFG	5.93	57.34 BCD	13.80
Zeynelağa x Efes3	37.91 B	9.33	60.97 ABC	14.63
Zeynelağa x Aydanhanım	32.15 BCD	8.00	52.26 CDE	12.63
Aydanhanım x Efes3	55.33 A	13.34	75.61 BC	18.00
Ebeveyn çeşitler ortalama	34.01	8.43	54.13	13.06
Hibritler ortalama	29.39	7.37	51.52	12.46
Genel ortalama	30.83	7.70	52.34	12.65

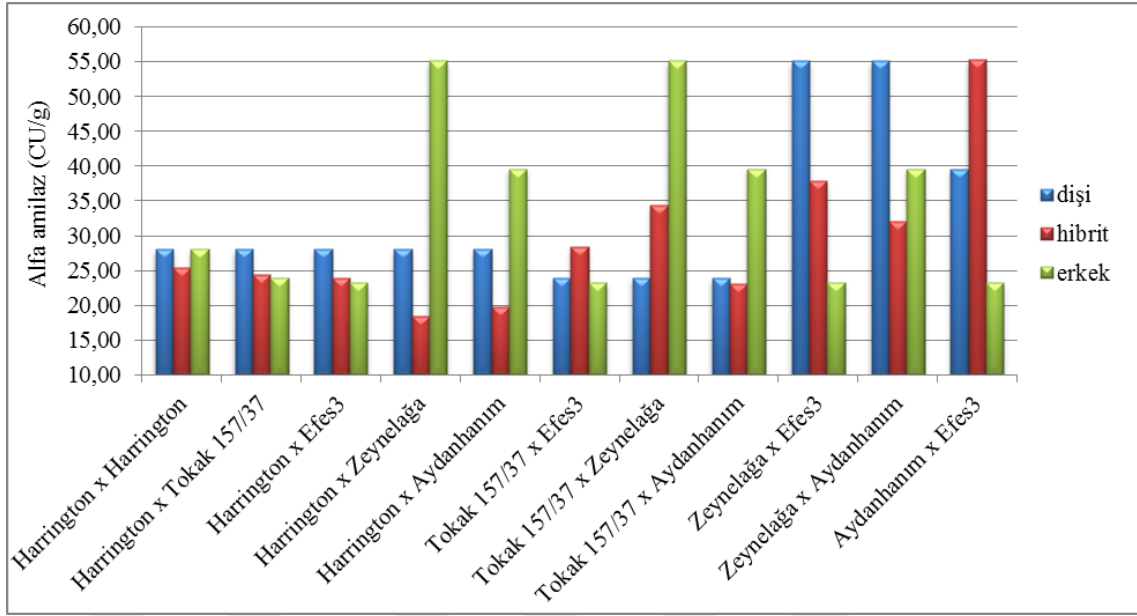
Ö.D. önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

Hibritlerin alfa amilaz içeriği ilk yıl 18.49-55.33 CU/g, ikinci yıl 33.78-75.61 CU/g arasında değişmiştir. Her iki yılda da Aydanhanım x Efes3 hibriti en yüksek enzim içeriğine sahip olmuştur. İlk yılda Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitlerinin hibritlerinin enzim içeriklerinde ebeveyn çeşitlerine göre artış, Aydanhanım, Harrington ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinde ise azalış meydana gelmiştir (Çizelge 4.47). İkinci yıl ise sadece Efes3 çeşidi hibritlerinin enzim içeriği çeşide göre artış gösterirken, Aydanhanım, Harrington ve Tokak 157/37 çeşitleri hibritlerinin enzim içeriklerinde ise ebeveyn çeşitlerine göre azalış göstermiştir. Genel anlamda her iki yılda da hibritlerin enzim içerikleri (sırasıyla 29.79 ve 51.62 CU/g) ebeveyn çeşitlerin enzim içeriklerinden (34.01 ve 54.13 CU/g) düşük olmuş ve aralarındaki fark istatistiki anlamda ilk yıl önemli ($P<0.05$), ikinci yıl önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.47).

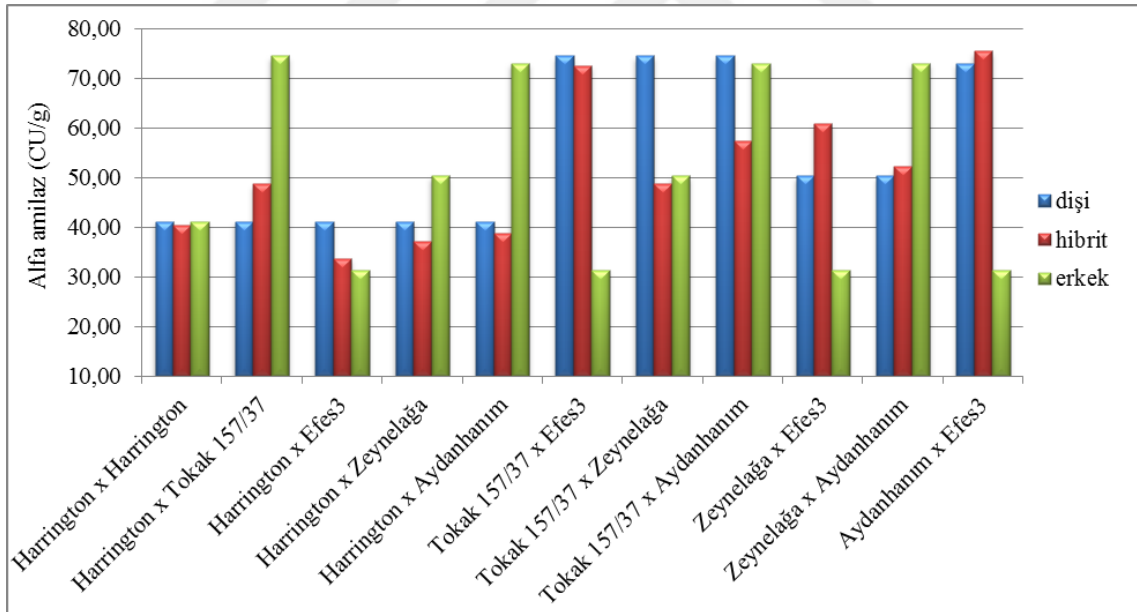
Çizelge 4.47. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	28.07	21.67 ^{ÖD.}	41.17	39.63 ^{ÖD.}
Tokak 157/37	24.00	27.57 ^{ÖD.}	74.62	56.90 **
Efes3	23.27	36.40 **	31.40	60.73 **
Zeynelağa	55.15	30.73 **	50.38	49.83 ^{ÖD.}
Aydanhanım	39.57	32.60 *	73.07	56.03 *
Ortalama	34.01	29.79 *	54.13	51.62 ^{ÖD.}
Genel ortalama	31.09		52.88	

^{ÖD.} önemli değil *,** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.19. 2013-2014 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değerleri (CU/g)



Şekil 4.20. 2014-2015 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz değerleri (CU/g)

Alfa amilaz içeriği bakımından ebeveyn çeşitler ve hibritlerin genel ve özel kombinasyon yetenekleri her iki yılda da istatistiki anlamda önemli olup, GKY/ÖKY oranının 1'den büyük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge Ek 20). Bu bağlamda GKY

kareler ortalamalarının önemli bulunmaları sonucunda, ebeveyn çeşitler arasında yeterli genetik varyasyonun varlığına ve alfa amilaz enzim içeriği özelliğinin fenotipik olarak ortaya çıkışında eklemeli gen etkisinin daha önemli olduğu kanısına varılmıştır. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde çeşitlerin genel kombinasyon etkilerinde Harrington ve Tokak 157/37 (ikinci yıl pozitif değer almıştır) çeşitlerinin olumsuz ve önemli, Aydanhanım çeşidinin ise olumlu ve önemli etkisi söz konusudur. Özel kombinasyon yeteneği ikinci yıl genel kombinasyon yeteneğini değerinden daha fazla olmuştur (Çizelge 4.48 ve Çizelge 4.49). Belirtilen özelliğin oluşumunda dominantlık, üstün dominantlık ve epistasinin hakim olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. Ebeveyn çeşitlerin alfa amilaz genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	-1.459 **	-2.557 **
Tokak 157/37	-0.950 *	1.907 *
Efes3	0.164 ÖD.	-0.428 ÖD.
Zeynelağa	1.512 **	-0.614 ÖD.
Aydanhanım	0.733 *	1.692 *

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.49. Hibritlerin alfa amilaz özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	0.842 ÖD.	-0.355 ÖD.
Harrington x Efes3	-0.359 ÖD.	-1.465 ÖD.
Harrington x Zeynelağa	-2.976 **	-0.500 ÖD.
Harrington x Aydanhanım	-1.909 **	-2.410 ÖD.
Tokak 157/37 x Efes3	0.141 ÖD.	2.993 *
Tokak 157/37 x Zeynelağa	0.162 ÖD.	-2.269 ÖD.
Tokak 157/37 x Aydanhanım	-1.639 *	-2.629 *
Zeynelağa x Efes3	-0.131 ÖD.	2.848 *
Zeynelağa x Aydanhanım	-2.026 **	-1.276 ÖD.
Aydanhanım x Efes3	4.655 **	3.908 **

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çalışmamızın ilk yılı alfa amilaz enzimine ait heterosis değerleri iki hibritte pozitif olmuştur (Çizelge 4.50). Bu enzime ait heterosis değerleri %-55.57 ile 76.15 arasında değişmiş, Tokak 157/37 x Efes3 ve Aydanhanım x Efes3 hibritlerinde çok yüksek hibrit gücü belirlenmiştir. Harrington ve Tokak 157/37 çeşitlerinin yüksek alfa amilaz içeriğine sahip Zeynelağa ve Aydanhanım çeşitleri ile hibritlerinde daha baskın olduklarını ve hibritlerinde negatif heterosis etkisi oluşturdukları açıkça gözlenmektedir. Çalışmanın ikinci yılında; değerler %-31.92 ile 49.12 arasında yer almış ve üç hibrit pozitif değere sahip olmuştur. Zeynelağa x Efes3 ilk sırada yer almıştır. Her iki yılın heterosis değerleri birlikte incelendiğinde Tokak 157/37 x Efes3 ve Aydanhanım x Efes3 ön plana çıkmaktadır (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. Hibritlerin alfa amilaz heterosis değerleri

Hibritler	Alfa amilaz heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	-9.38	-1.60
Harrington x Tokak 157/37	-6.38	-15.79
Harrington x Efes3	-6.49	-6.91
Harrington x Zeynelağa	-55.57	-18.82
Harrington x Aydanhanım	-41.63	-31.92
Tokak 157/37 x Efes3	20.14	36.90
Tokak 157/37 x Zeynelağa	-13.22	-21.80
Tokak 157/37 x Aydanhanım	-27.25	-22.35
Zeynelağa x Efes3	-3.29	49.12
Zeynelağa x Aydanhanım	-32.12	-15.33
Aydanhanım x Efes3	76.15	44.76
Ortalama	-9.00	-0.34

4.2.3. Diastatik güç (°WK-°ASBC)

Diastatik güç, başlıca alfa ve beta amilaz enzimleri ile alfa glukosidaz ve limit dekstrinaz enzimlerinin toplam faaliyetini gösterir (Arends ve ark., 1995). Bu enzimler nişastayı basit şekerler halinde hidrolize etme kabiliyeti ile ilişkili olup maltın nişasta çözülme kapasitesini ifade eder. Bu bağlamda yüksek diastatik güç kaliteli maltın önemli bir göstergesidir (Qi ve ark. 2005).

Çalışmada elde edilen diastatik güce ait ebeveyn çeşitler ve hibritler arasındaki farkın istatistiki olarak ($P<0.01$) önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge Ek 21). Yürütülen çalışmanın ilk yılında ebeveyn çeşitlerin diastatik gücü 50.3 ve 422.5 °WK arasında, hibritlerin ise 127.3 ile 345.5 °WK arasında değişmiştir. İkinci yıl ise ebeveyn çeşitlerin diastatik gücü 54.8 ile 316.0 °WK arasında değişirken, hibritlerin değeri 181.8 ile 347.9 °WK şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.51, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22). Williams ve ark. (1986), diastatik güç bakımından genotiplerin 100-180 °WK değerleri orta, 180-200 °WK değerleri iyi, 200 °WK ve üstü çok iyi olarak nitelendirildiğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda diastatik gücün yüksek olması nişastanın parçalanmasının yeterli olduğunu göstermektedir. Her iki yılda da Zeynelağa çeşidinin diastatik gücü diğer çeşitlerden belirgin şekilde farklılık göstermiştir. En düşük diastatik güç değeri ise Efes3 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.51).

Diastatik güç tüm amilolitik enzimlerin birleşik aktivitesini temsil etse de alfa ve beta amilaz enzimlerinin konsantrasyonu daha belirleyicidir. Ancak alfa amilaz enziminin etkisi beta amilaz enziminin etkisinden daha azdır ve beta amilaz aktivitesi ile korelasyonu daha yüksektir (Gibson ve ark., 1995; Georg-Kraemer ve ark., 2001; Clancy ve ark., 2003). Bu enzimlere ilave olarak diastatik gücün karbonhidrat metabolizma enzim genleri, lipid metabolizma genleri, çeşitli savunma ve stres yanıtı genleri ve diğer fonksiyonu bilinmeyen birçok gen ile de ilişkili olduğu belirlenmiştir (Lapitan ve ark., 2009). Ayrıca Arends ve ark. (1995), arpa diastatik gücündeki değişimin, farklı amilaz enzimleri ve diğer malt ve malt enzimleri arasındaki karmaşık interaksyondan etkilendiğini bildirmişlerdir.

İlk yıl Efes3 ve Tokak 157/37 hibritlerinin diastatik gücü çeşitlerin kendi diastatik gücüne göre artış göstermiş, Zeynelağa çeşidinin hibritlerinin diastatik gücü ise çeşidin kendi diastatik gücüne göre önemli şekilde düşük olmuştur. Aydanhanım ve Harrington çeşitleri ve hibritleri arasında meydana gelen değişim ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.52). İkinci yıl ilk yılda olduğu gibi Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitlerinin hibritleri ile Harrington çeşidinin hibritlerinin diastatik gücü ebeveyn çeşitlerin diastatik gücünden daha fazla olmuştur. Üç farklı lokasyonda yürütülen bir çalışmada Harrington çeşidinin diastatik güç değerleri 348, 353 ve 475 °WK olmuş, hibritlerinin diastatik güç

değerlerinin ise lokasyonlara göre sırasıyla 229-456 °WK, 353-722 °WK ve 249-689 °WK arasında değiştiği belirtilmiştir (Zhou ve ark., 2012). Aydanhanım ve Zeynelağa çeşitlerinin hibritlerinin diastatik gücünün ise ebeveyn çeşitlerin diastatik gücünden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Her iki yılda da hibritlerin diastatik güç değerleri ebeveyn çeşitlerden istatistiksel anlamda daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.52).

Çizelge 4.51. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değerleri (°WK, °ABCS)

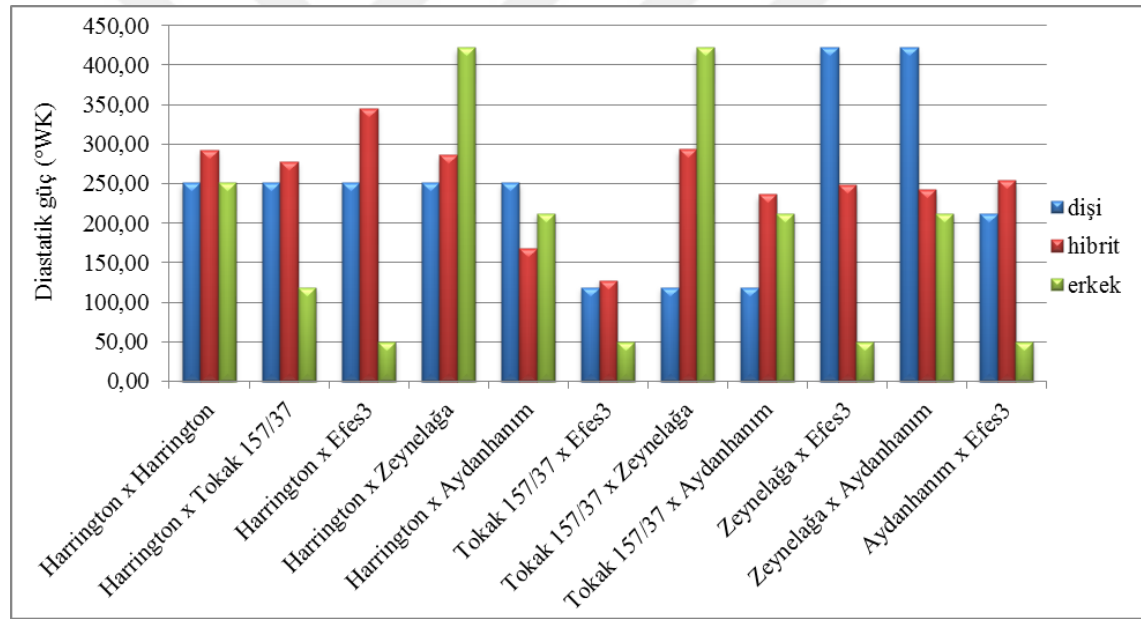
Ebeveyn çeşitler ve hibritler	Diastatik güç			
	2013-2014 **		2014-2015 **	
	(°WK)	(°ABCS)	(°WK)	(°ABCS)
Harrington	251.1 CD	76.3	217.2 FG	66.6
Tokak 157/37	119.0 F	38.6	123.7 H	39.9
Efes3	50.3 G	18.9	54.8 I	20.2
Zeynelağa	422.5 A	125.3	315.5 ABC	94.7
Aydanhanım	212.1 DE	65.2	316.0 ABC	94.9
Harrington x Harrington	293.1 BC	88.3	322.8 ABC	96.8
Harrington x Tokak 157/37	277.4 C	83.8	338.2 AB	101.2
Harrington x Efes3	345.5 B	103.3	304.4 ABC	91.6
Harrington x Zeynelağa	286.4 BC	86.4	326.9 ABC	98.0
Harrington x Aydanhanım	168.9 EF	52.8	181.8 G	56.5
Tokak 157/37 x Efes3	127.3 F	41.0	295.2 BCD	88.9
Tokak 157/37 x Zeynelağa	293.5 BC	88.4	212.4 FG	65.3
Tokak 157/37 x Aydanhanım	236.4 CD	72.1	282.3 CDE	85.2
Zeynelağa x Efes3	248.4 CD	75.5	347.9 A	104.0
Zeynelağa x Aydanhanım	242.4 CD	73.8	238.7 EF	72.8
Aydanhanım x Efes3	254.1 CD	77.2	270.4 DEF	81.8
Ebeveyn çeşitler ortalama	211.0	64.9	205.4	63.3
Hibritler ortalama	252.1	76.6	283.7	85.6
Genel ortalama	239.3	72.5	259.3	77.7

Ö.D. önemli değil *, ** aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar sırayla % 5 ve 1 düzeyinde önemli değildir

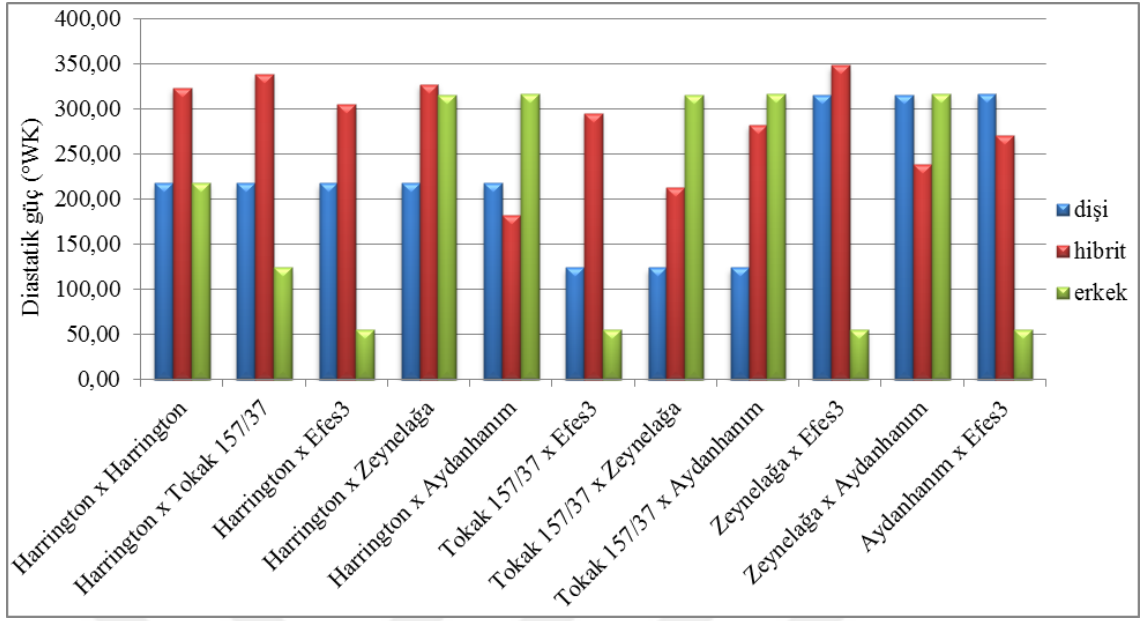
Çizelge 4.52. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç bir serbestlik dereceli varyans analiz sonuçları

Çeşitler	2013-2014		2014-2015	
	Ebeveyn çeşitler	Hibritler	Ebeveyn çeşitler	Hibritler
Harrington	251.1	269.5 ÖD.	217.1	287.8 **
Tokak 157/37	119.0	233.7 **	123.7	282.0 **
Efes3	50.3	243.8 **	54.8	304.5 **
Zeynelağa	422.5	267.7 **	315.5	281.4 ÖD.
Aydanhanım	212.1	225.5 ÖD.	316.0	243.3 **
Ortalama	211.0	248.0 **	205.4	279.8 **
Genel Ortalama	229.5		242.6	

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir



Şekil 4.21. 2013-2014 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değerleri (°WK)



Şekil 4.22. 2014-2015 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç değerleri (°WK)

Ebeveyn çeşitlerin ve hibritlerin diastatik güç özelliğine ait kombinasyon yeteneklerinin her iki yılda da önemli olduğu tespit edilmiştir. GKY/ÖKY oranının 1'den büyük olması bu özelliğin kalıtımında eklemeli gen etkilerinin payının daha fazla olduğu izlenimini vermiştir. Ancak ikinci yıl GKY/ÖKY oranının birden düşük varyansının ise GKY varyansından yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge Ek 22). İkinci yıl gözlenen bu durum eklemeli olmayan genlerin etkisinin daha baskın olduğunu göstermektedir. Arpada altı çeşitte yarım diallel melezleme metodu kullanılarak verim ve verim öğeleri üzerinde kombinasyon yetenekleri ile heterosis etkisinin araştırıldığı bir çalışmada incelenen yedi özelliğin tümünde GKY/ÖKY oranı birden düşük bulunmuş, ÖKY varyansı GKY varyansından daha yüksek olmuştur. Zeynelağa çeşidinin pozitif, Efes3 ve Tokak 157/37 çeşitlerinin ise önemli negatif GKY etkileri mevcuttur (Çizelge 4.53). Çalışmada diastatik güç bakımından Harrington x Aydanhanım ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritleri olumsuz, Harrington x Efes3, Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Aydanhanım x Efes3 hibritleri ise olumlu yönde özel kombinasyon yeteneği etkisi göstermiş olup, bu etkiler istatistiki anlamda (sırasıyla $P < 0.01$ ve $P < 0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.53 ve Çizelge 4.54)

Çizelge 4.53. Ebeveyn çeşitlerin diastatik güç genel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	GKY**	GKY**
Harrington	23.740 *	7.928 ÖD.
Tokak 157/37	-34.488 **	-22.114 *
Efes3	-48.320 **	-28.939 **
Zeynelağa	71.642 **	32.387 **
Aydanhanım	-12.574 *	10.738 ÖD.

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge 4.54. Hibritlerin diastatik güç özel kombinasyon yeteneği etkileri

Çeşitler	2013-2014	2014-2015
	ÖKY**	ÖKY**
Harrington x Tokak 157/37	52.490 *	97.341 **
Harrington x Efes3	134.409 **	70.431 **
Harrington x Zeynelağa	-44.726 *	31.548 *
Harrington x Aydanhanım	-77.954 **	-91.855 **
Tokak 157/37 x Efes3	-25.559 ÖD.	91.180 **
Tokak 157/37 x Zeynelağa	20.675 ÖD.	-52.937 **
Tokak 157/37 x Aydanhanım	47.784 *	38.688 *
Zeynelağa x Efes3	-10.665 ÖD.	89.386 **
Zeynelağa x Aydanhanım	-52.322 *	-59.499 **
Aydanhanım x Efes3	79.304 **	33.657 *

ÖD. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Araştırmanın ilk yılında, diastatik güç özelliği için heterosis değerleri %-27.1 ile %129.3 arasında, ikinci yıl %-31.8 ile %230.8 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.55). Her iki yılda da Harrington x Aydanhanım ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritleri negatif heterosis değerlerine sahip olmuşlardır. İki yıla ait heterosis değerleri birlikte incelendiğinde Harrington x Tokak 157/37, Harrington x Efes3, Tokak 157/37 x Efes3, Tokak 157/37 x Aydanhanım, Zeynelağa x Efes3 ve Aydanhanım x Efes3 hibritlerinde heterosis değerleri daha yüksek olmuştur (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Hibritlerin diastatik güç heterosis değerleri

Hibritler	Diastatik güç heterosis (%)	
	2013-2014	2014-2015
Harrington x Harrington	16.8	48.7
Harrington x Tokak 157/37	49.9	98.5
Harrington x Efes3	129.3	123.9
Harrington x Zeynelağa	-15.0	22.7
Harrington x Aydanhanım	-27.1	-31.8
Tokak 157/37 x Efes3	50.4	230.8
Tokak 157/37 x Zeynelağa	8.4	-3.3
Tokak 157/37 x Aydanhanım	42.8	28.4
Zeynelağa x Efes3	5.1	87.9
Zeynelağa x Aydanhanım	-23.6	-24.4
Aydanhanım x Efes3	93.6	45.8
Ortalama	30.1	57.0

4.3. Moleküler Analizler

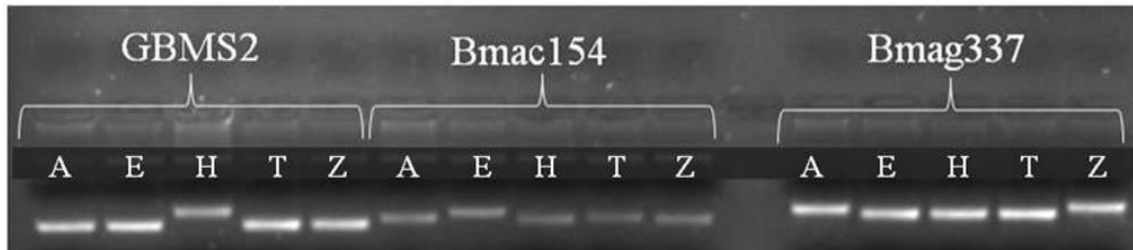
4.3.1. Mikrosatellit belirleyicileri kullanılarak genetik akrabalık analizleri

Heterosis oranı ile genetik mesafe arasında ilişkinin varlığını incelemek için moleküler analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda düşük kopyalı, yüksek kaliteli ve nispeten yüksek polimorfik bilgi içeriği olan SSR markörleri Graingenes veritabanındaki bilgi esas alınarak seçilmiştir. Kullanılan bütün SSR markörleri arpaya özeldir. Araştırma materyali olan beş çeşit 38 SSR markörü ile incelenmiştir. Bu markörlerden polimorfizm gösteren 23 adedine ait sonuçlar kullanılarak çeşitlerin dendogramı oluşturulmuştur. Her bir markör için PIC değerleri ve allel sayıları Çizelge 4.56'da, elde edilen dendogram ise Şekil 4.26'de verilmiştir.

Çizelge 4.56. Çalışmada kullanılan mikrosatellit DNA markörlerinin kromozom konumları, sahip oldukları allel sayıları ve polimorfik bilgi içerikleri

Primer adı	Kromozom	Allel sayısı	Polimorfik bilgi içeriği
GBMS35	1	2	0.60
Gbm 1464	1	2	0.32
EBmac 755	1	2	0.32
Bmag 120	1	3	0.64
Bmac0032	1	2	0.32
GBMS2	2	2	0.32
GBMS247	2	2	0.48
Scssr 07759	2	1	0
GBMS 137	2	1	0
GBM 1459	2	1	0
GBMS160	2	3	0.56
Bmag125	2	1	0
HVM54	2	1	0
GBMS50	3	3	0.64
GBMS45	3	3	0.64
Bmag0013	3	3	0.56
EBmac705	3	2	0.48
EBmac541	3	2	0.32
GBM1221	4	2	0.32
HVM40	4	1	0
Bmag808	4	2	0.60
GBM1059	4	3	0.56
Bmac213	5	5	0.80
Bmac154	5	3	0.64
EBmac501	5	3	0.56
Scssr02306	5	2	0.48
GBM1461	5	2	0.48
HVM6	5	1	0
Bmag223	5	2	0.32
Bmag173	6	3	0.56
Bmac316	6	2	0.48
EBmac602	6	3	0.64
Scssr00103	6	2	0.32
GBM1275	6	3	0.56
Bmag337	7	3	0.56
Bmac0096	7	1	0
EBmatc003	7	1	0
GBMS77	7	2	0.48
Ortalama		2.16	0.38

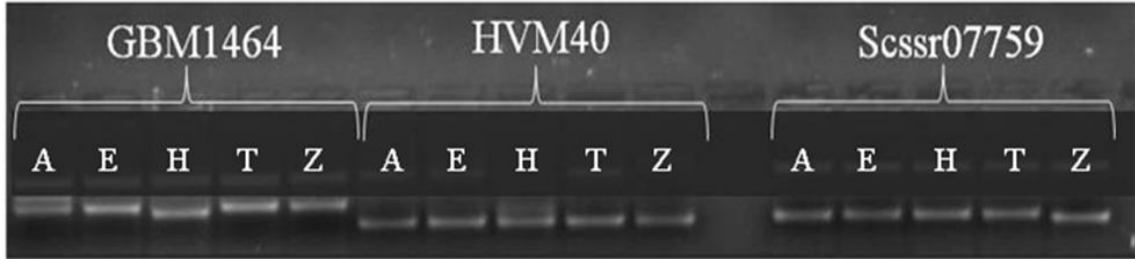
Kullanılan 38 markör toplam 82 ortalama olarak ise 2.16 adet allel meydana getirmiştir. Markör başına allel sayısı 1 ile 5 arasında değişmiş olup, Bmac213 beş allel, Bmag 120, GBMS160, GBMS50, GBMS45, Bmag0013, GBM1059, Bmac154, EBmac501, Bmag173, EBmac602, GBM1275, Bmag337 üç allel, GBMS35, Gbm 1464, EBmac 755, Bmac0032, GBMS2, GBMS247, EBmac705, EBmac541, GBM1221, Bmag808, Scssr02306, GBM1461, Bmag223, Bmac316, Scssr00103, GBMS77 iki allel üretmiştir. Polimorfizm göstermeyen dokuz adet markör ise (Scssr07759, GBMS 137, GBM 1459, Bmag125, HVM54, HVM40, HVM6, Bmac0096, EBmac003) sadece bir allele sahip olmuştur. Tüm markörlerin ortalama polimorfik bilgi içeriği değeri (PIC) ise 0.38 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.56). Mısır’da yetiştirilen arpalarda 25 mikrosatellit markör kullanılarak 30 genotipin incelendiği çalışmada 59 allel elde edilmiş, markör başına allel sayısı 1 ile 6 arasında değişmiş ve tüm markörlerin ortalama PIC değeri 0.39 olmuştur (Elakhdar ve ark., 2016).. Bu çalışmada bizim çalışmamızda kullanılan Bmac0096, EBmac0602, Bmac0316 ve Bmag120 markörleri de kullanılmış, çalışmamızda elde edilen PIC değerlerine yakın PIC değerleri elde edilmiştir. Çalışılan bazı markörlere ait jel görüntüleri Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.



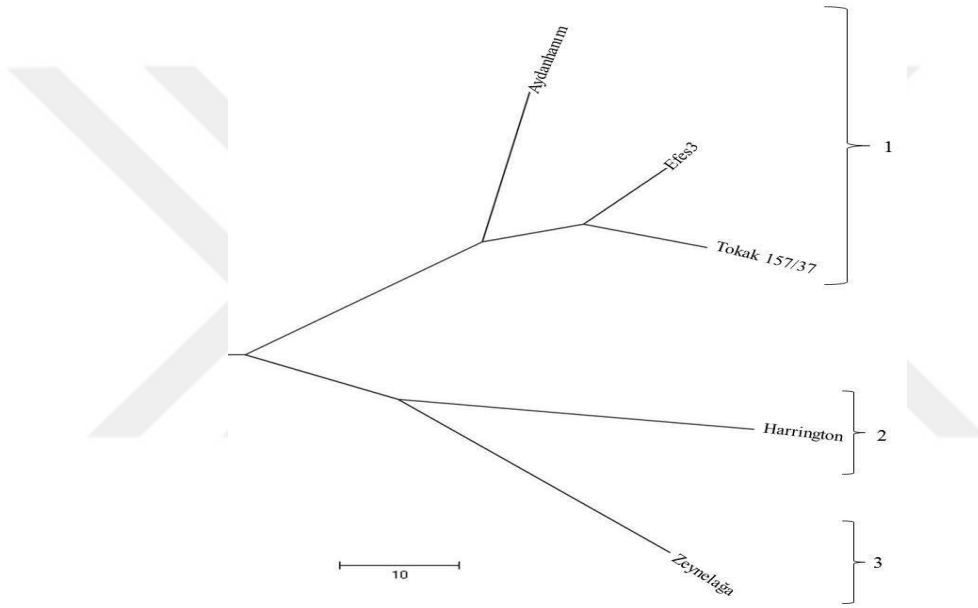
Şekil 4.23. GBMS2, Bmac154 ve Bmag337 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri (A. Aydanhanım, E. Efes3, H. Harrington, T. Tokak157/37, Z. Zeynelağa)



Şekil 4.24. EBmac705, EBmac501 ve Bmac0013 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri (A. Aydanhanım, E. Efes3, H. Harrington, T. Tokak157/37, Z. Zeynelağa)



Şekil 4.25. GBM1464, HVM40 ve scssr07759 primerlerinin Metaphore (%3'lük) jel görüntüleri (A. Aydanhanım, E. Efes3, H. Harrington, T. Tokak157/37, Z. Zeynelağa)



Şekil 4.26. Ebeveyn çeşitlerin 38 SSR markörüne göre genetik mesafesini gösteren dendrogram

Çeşitler arasındaki genetik mesafe indeksi, Çizelge 4.57'de verilmiştir. Dendrograma göre üç grup oluşmuştur. Aydanhanım, Efes3 ve Tokak157/37 birlikte ilk grubu oluşturmuşlar, Harrington ve Zeynelağa çeşitleri ise kendi başlarına ikinci ve üçüncü grupları oluşturmuşlardır. Çeşitlere ait genetik mesafeler Nei'nin katsayısına (Nei, 1978) göre belirlenmiştir. En uzak genetik mesafe değeri 0.96 ile Harrington ve Tokak 157/37 genotipleri arasında belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü genetik mesafe ise Tokak 157/37-Zeynelağa genotipi ile Zeynelağa- Efes3 ve Harrington-Aydanhanım genotipleri arasında belirlenmiştir (sırayla 0.90, 0.80 ve 0.79). En düşük değer (0.31) ise Tokak 157/37-Efes3 genotipleri arasında elde edilmiştir. Bunu sırayla Aydanhanım-Efes3

(0.36), Tokak 157/37-Aydanhanım (0.46) ve Zeynelağa-Aydanhanım (0.47) genotipleri arasında elde edilen değerler takip etmiştir.

Çizelge 4.57. SSR DNA markörü sonucu elde edilen genetik mesafe indeksi

	Aydanhanım	Efes3	Harrington	Tokak157/37
Efes3	0.3567			
Harrington	0.7858	0.7318		
Tokak157/37	0.4573	0.3089	0.9555	
Zeynelağa	0.4700	0.7985	0.6317	0.9036

4.3.2. Genetik mesafe ile agronomik ve malt kalite özelliklerinin heterosis değerleri arasındaki korelasyonun belirlenmesi

Verim ve verim öğeleri ile malt kalite özellikleri bakımından elde edilen heterosis değerleri ile çeşitlerin genetik mesafesi arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Çizelge 4.58 ve Çizelge 4.59). Korelasyon analizi sonucunda genetik mesafe ile çalışılan özelliklerin heterosis oranları arasında her iki yılda da herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Dolayısıyla genetik çeşitliliğin hibrit performansı tahmin etmek için yeterli olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan buğdayda yürütülen bir çalışmada F₂ bitkilerinde elde edilen heterosis ile çeşitler arasındaki genetik mesafe ölçümü arasında orta derecede bir korelasyon gözlemlenmiştir (Cox ve Murphy, 1990).

Çizelge 4.58. 2013-2014 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitlerin genetik mesafeleri ve hibritlerin heterosis değerleri arasındaki korelasyon katsayıları

	GM	BS	BB	BU	BA	TS	BT	HL	TV	ME	AA
BS	-0,346										
BB	-0,548	0,385									
BU	-0,156	0,106	0,778**								
BA	-0,307	0,275	0,454	0,326							
TS	-0,253	0,200	0,683*	0,806**	0,694*						
BT	0,254	-0,376	-0,323	-0,478	-0,080	-0,234					
HL	0,029	0,038	-0,406	-0,509	-0,045	-0,295	-0,066				
TV	-0,145	-0,128	-0,032	-0,088	0,552	0,136	0,337	-0,452			
ME	0,137	0,158	-0,079	-0,423	0,051	-0,121	0,409	0,325	-0,204		
AA	-0,390	0,628	0,421	0,066	0,424	0,380	-0,072	-0,068	0,021	0,641*	
DG	-0,188	0,567	0,182	-0,068	0,515	0,322	-0,170	0,593	-0,253	0,577	0,653*

Not: GM; Genetik mesafe, BS; Başaklanma süresi, BB; Bitki boyu, BU; Başak uzunluğu, BA; Başak ağırlığı, TS; Başakta tane sayısı, BT; Bin tane ağırlığı, HL; Hektolitire ağırlığı, TV; Tane verimi, ME; Malt ekstre, AA; Alfa amilaz, DG; Diastatik güç olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.59. 2014-2015 vejetasyon dönemi ebeveyn çeşitlerin genetik mesafeleri ve hibritlerin heterosis değerleri arasındaki korelasyon katsayıları

	GM	BS	BB	BU	BA	TS	BT	HL	TV	ME	AA
BS	-0,038										
BB	0,130	0,197									
BU	-0,359	0,162	-0,037								
BA	0,284	0,615	0,559	-0,008							
TS	-0,027	0,637*	0,307	0,366	0,790**						
BT	0,049	0,737*	0,637*	0,056	0,622	0,336					
HL	-0,247	0,37	0,153	-0,244	-0,084	-0,065	0,285				
TV	0,010	0,018	0,413	0,460	0,240	0,253	0,208	-0,581			
ME	-0,216	-0,445	-0,472	0,347	-0,455	-0,345	-0,455	-0,491	0,411		
AA	-0,408	0,767**	0,067	0,559	0,518	0,752*	0,5010	0,197	0,007	-0,237	
DG	-0,240	0,436	-0,15	-0,092	0,423	0,622	-0,032	0,373	-0,496	-0,395	0,582

Not: GM; Genetik mesafe, BS; Başaklanma süresi, BB; Bitki boyu, BU; Başak uzunluğu, BA; Başak ağırlığı, TS; Başakta tane sayısı, BT; Bin tane ağırlığı, HL; Hektolitire ağırlığı, TV; Tane verimi, ME; Malt ekstre, AA; Alfa amilaz, DG; Diastatik güç olarak ifade edilmiştir.

Benzer şekilde Zhao ve ark. (1999), Liu ve ark. (1999), Bushehri ve ark. (2005), Selvaraj ve ark. (2010), Rizkalla ve ark. (2012) da arpa ve buğdayda yaptıkları çalışmalarda genetik mesafe ile heterosis arasında anlamlı bir ilişki saptamamışlardır. Çeltikte sekiz çeşidin kullanıldığı bir araştırmada, iki kombinasyonda hektolitre ağırlığı ve protein içeriği özelliklerine ait heterosis oranları arasında korelasyon tanımlanmıştır (Zhang ve ark., 1995). Çeltikte yürütülen başka bir çalışmada ise, genetik mesafenin verim heterosis değerleri ile ($r = 0.29$)* anlamlı korelasyon gösterdiği, ancak diğer özellikler için böyle bir korelasyonun bulunmadığı ve elde edilen korelasyon katsayısının heterosisi tahmin etmek için çok küçük olduğu bildirilmiştir (Zhang, 2010).

5. SONUÇ

Bu araştırma, ülkemizin maltlık arpa çeşitlerinden Zeynelağa, Aydanhanım, Efes3, Tokak 157/37 ile Kanada maltlık arpa çeşidi olan Harrington arasında üretilen hibritlerin verim ve çeşitli malt özellikleri bakımından değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca DNA markörlerine (SSR) dayalı olarak hesaplanan genetik mesafe ile heterosis arasındaki ilişkinin varlığı da incelenerek moleküler verilerin üstün hibrit kombinasyonlarının belirlenmesinde kullanım olanakları araştırılmıştır.

Çalışmada incelenen agronomik özelliklerden başaklanma süresi bakımından hibritler ve ebeveyn çeşitler arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiş, her iki yıl da hibritlerin başaklanma süresi yaklaşık bir gün gecikmiş, bitki boyu ilk yıl yaklaşık 3 cm kısa olmuş, ikinci yıl ise 5 cm daha uzun gerçekleşmiştir. Hibritlerin başak uzunluğu her iki yılda da yaklaşık 0.5 cm uzamış, başakta tane sayısı ilk yıl yaklaşık 1 adet, ikinci yıl ise yaklaşık 1.5 adet daha fazla olmuştur. Başak ağırlığı birinci yıl değişmemiş, ikinci yıl ise 0.5 g kadar artmıştır. Önemli verim öğelerinden olan 1000-tane ağırlığı hibritlerde ilk yıl yaklaşık 1.5 g, ikinci yıl ise 3.0 g üzerinde artış göstermiştir. Ancak bireysel hibritler ele alındığında bu önemli verim ögesindeki artış çok daha yüksek olmuştur. Örneğin Harrington çeşidinin hibritlerinde 1000 tane ağırlığı artışı Harrington çeşidinin kendisine göre ilk yıl 7.5 g, ikinci yıl 8.5 g gibi oldukça yüksek değerlere ulaşmıştır.

Hibritlerin tane verimleri ile ebeveyn çeşitlerin tane verimleri arasında her iki yılda da istatistiki anlamda farklılık bulunmuştur. Tüm çeşitlerin ortalaması olarak hibritler ebeveyn çeşitlerden birinci yıl yaklaşık %5.28, ikinci yıl ise %3.09 oranında daha yüksek verim sağlamışlardır. Tüm çeşitlerin ve hibritlerin ortalamasına göre bu değerler uygun hibrit kombinasyonunda daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Örneğin Zeynelağa çeşidinin hibritlerinin tane verimleri kendisinden ilk yıl yaklaşık %30, ikinci yıl ise %20 daha yüksek verim sağlamıştır. Hibritlerin malt kalite özelliklerinde de ebeveyn çeşitlere göre önemli değişiklikler gözlenmiştir. Malt kalitesinin dolaylı bir kriteri olan hektolitreye ağırlığı bakımından hibritler her iki yılda da ebeveyn çeşitlere nazaran 1.5 kg üzerinde artış göstermiştir. Bireysel hibritlerde bu oran daha yüksek seviyelere

ulaşmıştır. Örneğin Efes çeşidinin hibritlerinin hektolitre ağırlığı ilk yıl 6.5, ikinci yıl 3.5 kg daha yüksek olmuştur. Malt kalitesini en iyi şekilde ifade eden malt ekstre oranı bakımından hibritler ilk yıl %4, ikinci yıl ise %1 daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Yine tüm çeşitlerin ve hibritlerin ortalamasına dayalı olarak hesaplanan bu değer, bireysel hibritlerde daha yüksektir. Tokak çeşidinin hibritleri kendisinden ilk yıl %5, ikinci yıl %3 oranında daha yüksek malt ekstreya sahip olmuştur. Çimlenme esnasında nişastayı parçalayan enzimlerden olan alfa amilaz aktivitesinde ise hibritlerde gerileme olmuş, ebeveyn çeşitlerle karşılaştırıldığında bu enzimin hibritlerdeki aktivitesi ilk yıl %15 ikinci yıl ise %5 düzeyinde daha az olmuştur. Nişasta parçalayan tüm enzimlerin toplam faaliyetini ifade eden diastatik güç hibritlerde oldukça gelişmiş durumdadır. Tüm hibritlerin ortalaması olarak diastatik güç ilk yıl 40, ikinci yıl ise 75 °WK düzeyinde yükselmiştir. Yine bireysel hibritlerde bu oranlar çok daha yüksek olmuş, ebeveyn çeşitlerine göre Efes çeşidinin hibritlerinde yaklaşık beş kat, Tokak çeşidinde ise yaklaşık iki kat daha yüksek olmuştur.

İki yıl yürütülen bu araştırmada iki yıl ortalamasına göre, tane verimi bakımından Aydanhanım x Efes çeşidi en yüksek tane verimine sahip olmuş, onu Tokak 157/37 x Zeynelağa, Tokak 157/37 x Efes, Tokak 157/37 x Aydanhanım ve Zeynelağa x Aydanhanım hibritleri izlemiştir. Malt ekstre oranı bakımından ise Harrington x Tokak 157/37 çeşidi en yüksek değere sahip olmuş, onu Harrington x Aydanhanım, Tokak 157/37 x Aydanhanım, Zeynelağa x Aydanhanım, Harrington x Zeynelağa ve Tokak 157/37 x Zeynelağa hibritleri izlemiştir. İncelenen hibritlerden Tokak 157/37 x Zeynelağa ve Aydanhanım x Efes3 hem tane verimi ve hem de malt ekstre oranı bakımından çalışmada kullanılan tüm yerli çeşitlerden daha yüksek performans göstermişlerdir.

DNA markörlerine dayalı olarak hesaplanan genetik mesafe agronomik ve malt kalite özellikleri bakımından elde edilen heterosis değerleri arasında her iki yılda da herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda genetik çeşitliliğin maltlık arpada hibrit performansını tahmin etmek için yeterli olmadığı anlaşılmıştır.

İki yıl yürütülen araştırma genel olarak değerlendirildiğinde hibritlerin özellikle tane veriminin ve malt ekstre oranının kısmen yükseldiği görülmüş, ancak bireysel

hibritlerde daha yüksek heterosis oranlarının elde edildiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan deneysel hibrit kombinasyonu sayısının gerçek hibrit üretiminde kullanılan hibrit kombinasyonu sayısından çok daha az olması nedeniyle gözlenen heterosis değerlerinin nispeten düşük olduğu söylenebilir. Çalışmamızda hibrit üretiminde kullanılan çeşitlerin bir kısmı sadece malt özellikleri bakımından üstün durumdayken, bir kısmı ise tane verimi bakımından üstün özellik göstermiştir. Her iki özellik bakımından yüksek durumda olan genotiplerin kombinasyonu ile üretilecek olan hibritlerin performansının daha yüksek olması beklenebilir. řu an için arpa gibi kendine tozlanan ürünlerde hibrit üretiminin maliyetli olması ve fazla iç gücü gerektirmesinden dolayı hibrit tohumların kısıtlı kullanışlılığa sahip olacağı öngörülebilir. Ancak apomiksis gibi gelişen teknolojilerin kullanılması ile birlikte birçok üründe olduğu gibi maltlık arpada da hibrit çeşit kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir. Bu anlamda çalışmamız, uygun ebeveyn çeşitlerin kullanılması durumunda maltlık arpada verim ve kalitenin her ikisinin de aynı anda artırılabilceğini göstermesi açısından önemli sonuçlar ortaya koymuştur.

6. KAYNAKLAR

- Adriana, C., Madosa, E., Giancarla, V., ve Ciulca, S., 2016. Combining ability for some grains morphological traits in winter barley. Volume 19(3), 67- 72.
- Ahmad, I. H, F. Mohammad, S. Ud-Din, Hassan, G., ve Gul, R., 2006. Evaluation of the heterotic and heterobelthiotic potential of wheat genotypes for improvement yield. Pakistan J. Bot.,38(4), 1159-1167.
- Ahmad, E., Kamar, A., ve Jaiswal, J.P., 2016. Identifying heterotic combinations for yield and quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, Vol: 7 , No:2.
- Akbar, M., Anwar, J., Hussain, M., Iqbal, M.M. ve Sabir, W., 2010. Heterosis and heterobeliosis for grain yield improvement in bread wheat. J. Agric. Res., 48(1).
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yılmaz, İ. ve Oral, E., 2004. Bazı arpa çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özellikleri üzerine bir araştırma. YYÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Dergisi, 14(2), 119 – 125.
- Akar, T., Avcı, M. ve Düşünceli, F., 2004. Barley: Post-harvest operations sistem in developing countries. FAO. Roma.
- Akhter, Z., Shamsuddin, A. K. M., Rohman, M. M., Uddin, M. S., Mohi-Ud-din, M., ve Alam, A. K. M. M., 2003. Studies on heterosis for yield and yield components in wheat. Journal of Biological Sciences, 3 (10), 892-897.
- Akkaya, M. S., Bhagwaat, A. A., ve Cregan, P. B., 1992. Length polymorphism of simple sequence repeat DNA in soybean. Genetics 132, 131-139.
- Amer, Kh. A., Eid, A.A.A., El-Akhdar, A., ve El-Shawy, E.E., 2012. Combining ability and heterosis in five barley genotypes for some economic traits. J. Agric. Res., Vol. (90/4), 105-116.
- Anonim, 2018. <https://www.trademap.org/Index.aspx>, 18.12.2019
- Anonim, 2019a. <http://www.syngenta-crop.co.uk/products/?crop=Winter Barley>.
- Anonim, 2019b, <https://www.anadoluefes.com.tr/content/uploads/AnadoluEfesSürdürülebilirlik Raporu- 2018. pdf>. 18.12.2019
- Anonim, 2019c. https://www.megazyme.com/documents/Booklet/K-CERA_DATA.pdf, 18.12.2019.
- Arends, A. M., Fox, G.P., Henry, R. J., Marschke, R. J., ve Symons, M. H., 1995. Genetic and Environmental variation in the diastatic power of Australian Barley. Journal of Cereal Science, 21, 63-70.
- Ashutosh, K., Mishra, V. K., Vyas, R. P. ve Singh, V., 2011. Heterosis and combining ability analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Pl. Breeding and Crop Sc., (3/10), 209-217.
- Ataei, M., 2006. Path analysis of barley (*Hordeum vulgare* L.) yield. Ankara Univ. Fac. Agric. J. Agric. Sci. 12, 227-232.
- Atlı, A., Koçak, N., Köksel, H. ve Tuncer, T., 1989. Yemlik ve maltlık arpada kalite kriterleri ve arpa ıslah programında kalite değerlendirmesi. Arpa-Malt Semineri, Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi Bahri Dağdaş. Konya.
- Ayoub M, Armstrong E, Bridger G, Fortin M. G., ve Mather DE (2003) Marker-based selection in barley for a QTL region affecting alpha-amylase activity of malt. Crop Sci. 43, 556– 561.
- Balcı, A. ve Turgut, İ., 1999. Bazı ekmeklik buğday çeşit ve hatlarında melez gücü üzerine araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana.

- Bakhsh, A., Malik, S.R., Iqbal, U., ve Arshad, W., 2007. Heterosis and heritability studies for superior segregants selection in chickpea. Pak. J. Bot., 39 (7), 2243-2449.
- Barczak B. ve Majcherczak, E., 2009. Effect of varied fertilization with sulfur on selected spring barley yield structure components. Journal of Central European Agriculture, 9(4): 777-784.
- Barr, A.R., Karakousis, R., Lance, R. C. M., Lague, S. J., Mannig, S., Chalmers, K. J., Kretschmer, J. M., Boyd, W. J. R., Collins, H. M., Roumeliotis, S., Coventry, S. J., Moody, D. B., Read, B. J., Poulsen, D., Li, C. D., Platz, G. J., Inkerman, P. A., Panozzo, J. F., Cullis, B. R., Smith, A. B., Lim, P., ve Langridge, P., 2003. Mapping and QTL analysis of the barley population Chebec x Harrington. Australian Journal of Agricultural Research, (54), 1125-1130.
- Bao, Y. G., Wang, S., Wang, X. Q., Wang, Y. H., Li, X. F., Wang, L. ve Wang, H. G. 2009. Heterosis and combining ability for major yield traits of a new wheat germplasm Shannong 0095 derived from *Thinopyrum intermedium*. Agricultural Sciences in China, (8/6), 753-760.
- Bera, S., Sabikhi, L., ve Singh, A. K., 2018. Assessment of malting characteristics of different Indian Barley cultivars. J Food Sci Technol, 5(2),704–711 Budak, N., 2000. Heterosis, General and Specific Combining Ability Estimates at F1 and F2 Generations of a 8x8 Diallel Cross population of Barley. Turk J. of Field Crops. 5,61-70.
- Bornare S. S., Prasad L.C., Lal, J. P., Madakemohekar, A., Prasad H., Jaswant Singh R., ve Kumar,S., 2014. Exploitation of Heterosis and Combining ability for Yield and its Contributing traits in Crosses of Two-row and Six-row barley (*Hordeum vulgare* L.) under Rainfed Environment. Vegetos Vol. 27 (3) : 40-46
- Burger, W.C., ve Laberge, D.E., 1985. Malting and brewing quality. American Society of Agronomy, Madison, 367-401.
- Budak, N., 2000. Heterosis, General and Specific Combining Ability Estimates at F1 and F2 Generations of a 8x8 Diallel Cross population of Barley. Turk J. of Field Crops. 5,61-70.
- Büyükcinal Bal, E.B., 2003. Arpa mikrosatellitlerinin ekmeklik buğdaydaki genetik çalışmalar için kullanım olanaklarının araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Dergisi, 6 (2), 34-40.
- Briggs, D. E., 1998. Malts and malting. Blackie Academic and Professional, London
- Cerit, İ., 2006. Dört At Dışı Mısır (*Zea mays indentata* sturt.) Homozigot Hattından Elde Edilen Tek Melez, Üçlü Melez ve Çift Melezlerde Tane Verimi ve Bazı Agronomik Özelliklerin Saptanması. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Clancy, J. A., Han, F., ve Ullrich, S. E. 2003. Comparative mapping of b- amylase activity QTLs among three barley crosses. Crop Sci. 43, 1043–1052.
- Cox, T.S. and J.P. Murphy, 1990. The effect of parental divergence on F2 heterosis in winter crosses. Theor. Appl. Genet., 79: 241–50
- Çay, Ş., 1999, Orta Anadolu Şartlarında arpa ıslahında kullanılabilecek uygun ebeveyn ve melezlerin tam diallel analiz yöntemi ile belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çiftçi E., ve Yağdı K., 2007. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Diallel Melez Analizi ile Bazı Agronomik Özelliklerin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 13 (4), 354-364.

- Çölkesen M., Öktem A., Engin A., ve Öktem. G., 2002. Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) Kahramanmaraş ve Şanlıurfa koşullarında tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 5(2).
- Denizer, B., Şan, A., Boyacı, H.F., ve Işık E. A., 2005. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) verim ve verim bileşenlerinde heterosis oranları. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım 2005, Adana, 113-119.
- Dholariya, N. D, Akabari, V. R., Patel, J. V., ve Chovatia, V. P., 2014. Combining ability and gene action study for grain yield and its attributing traits in bread wheat. Electronic Journal of Plant Breeding 5(3), 402-407.
- Di Fonzo, N., Flagella, Z., Campanile, R.G. , Stoppelli, M.C., Spano, G., Rascio, A., Russo, M., Trono, D., Padalino, L., Laus, M., De Vita, P., Shewry, P.R., Lawlor, D., ve Troccoli, A., 2000. Resistance to abiotic stresses in durum wheat: Which ideotype?. Options Méditerranéennes Series 40, 215-225.
- Doyle, J.J, ve Doyle, J.L., 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus, 12, 13-15.
- Dreisigacker, S., Melchinger, A. E., Zhang, P., Ammar, K., Flachenecker, C., Hoisington, D., ve Warburton, M. L., 2015. Hybrid performance and heterosis in spring bread wheat, and their relations to SSR-based genetic distances and coefficients of parentage. Euphytica, 144, 51-59.
- Ebrahim S., Shiferaw, E. ve Hailu, F., 2015. Evaluation of genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L.) from Wollo high land areas using agro-morphological traits and hordein. African Journal of Biotechnology. 14(22), 1886-1896.
- Elakhdar, A., Abd El-sattar, M., Amer, K., ve Kumamaru, T., 2016. Genetic diversity and association analysis among Egyptian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes with different adaptations to saline conditions analyzed by SSR markers, AJCS 10(5), 637-645.
- Elakhdar, A., Kumamaru, T., Abd El-Aty, M., Elde gwy, I., Elakhdar, I., ve Noaman, M., 2017. Inheritance Pattern of Earliness and Yield Related-Traits in Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.), Journal of Agricultural Science, 9, 6.
- Emebiri, L., Michael, P., Moody, D. B., Ogbonnaya, F. C., ve Black, C., 2009. Pyramiding QTLs to improve malting quality in barley: gains in phenotype and genetic diversity, Mol Breeding, 23:219-228.
- Eid, A. A., 2006. Breeding studies on some barley diseases. Ph.D. Thesis, Fac. Agric Menofiya. Univ. Egypt
- El-Bawab, A. M. O., 2003. Genetic studies on some characters in barley. Egypt. J. Agric., 81(2) :817-834.
- Etokakpan, O.U. ve Palmer, G.H. 1990. Comparative studies of the development of endosperm degrading enzymes in malting sorghum and barley. World Journal of Microbiology and Biotechnology 6: 408-417.
- Ewertson, G., 1977. Protein content and grain quality relation in : Barley. (Ph. D. Thesis), Agricultural College of Sweden, Uppsala.
- Falconer, D. S., 1989. Inroduction to Quantitative Genetics. 3rd ed. John Willey and Sons, Inc. New York, America.
- Fettell, N.A., Moody, D.B., ve Lood N., 1999. Determinants of grain size in malting barley. 9th Australian Barley Technical Symposium. Melbourne, Victoria.
- Fox, G.P. ve Henry, R.J. 1993. A rapid small-scale method for the determination of malt extract. Journal of Industrial Brewing, 99, 73-75.

- Fox, G.P., Logue, S.J., Harasymow, S., Ratcliffe, M., Taylor, H., Tansing, P., Roumeliotis, S., Ferguson, R., Onley, K., Glennie-Holmes, M., Tarr, A., Inkerman, P.A., Smith, A., ve Osman, A. 1999. standardisation of diastatic power method for barley breeding programs. 9th Australia Barley Technical Symposium, Melbourne, Australia.
- Fox, G. P., Panozzo, J. F., Li, C. D., Lance, R. C. M., Inkerman, P. A., ve Henry, R. J., 2003. Molecular basis of barley quality. Aust J Agric Res 54, 1081–1101.
- Fox, G.P., 2010 Molecular basis of barley quality, Australian Journal of Agricultural Research, 54, 1081-1101.
- Frančáková, H., Líšková, M., Bojňanská, T., ve Mareček, J., 2012. Germination index as an indicator of malting potential. Czech J. Food Sci. 30 (4), 377–384.
- Georg-Kraemer, J. E., Mundstock, E. C., ve Cavalli-Molina, S. 2001. Developmental expression of amylases during barley malting. J. Cereal Sci. 33, 279–288.
- Gibson, T. S., Solah, V., Holmes, M. R. G., ve Taylor, H. R., 1995. Diastatic power in malted barley - contributions of malt parameters to its development and the potential of barley-grain beta-amylase to predict malt diastatic power. J. Instit. Brew., 101, 277–280.
- Güler, S., 2012. Türkiye'nin Kışlık Dilimine Uygun Maltlık Arpa Çeşit ve Çevrelerinin Belirlenmesi. (Doktora tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Ghulam M. A., Abdus S. K., ve Zulfiqar A., 2002. Heterosis study of certain important traits in wheat. International Journal of Agriculture & Biology, (1560–8530/04–3–326–328)
- Glen P. F., Kelly, A., Poulson, D., Inkerman, A., ve Henry, R., 2006. Selecting for increased barley grain size. Journal of Cereal Science, 43 (2), 198-208.
- Griffing, B., 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australia, J. Bio. Sci., 9, 463-493.
- Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V.K., ve Chauhan, B., 2003. Microbial α -amylases: a biotechnological perspective. Process Biochem., 38, 1599-1616.
- Hayden, M. J., Stephenson, P., Logojan, A. M., Khatkar, D., Rogers, C., Elsdon, J., ve Sharp, P. J. 2006. Development and genetic mapping of sequence-tagged microsatellites (STMs) in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Theor. Appl. Genet., 113, 1271-1281.
- Hayes, P., ve Jones, B. L., 2000. Malting quality from a QTL perspective. 8th International Barley Genetics Symposium 8, 99–105.
- Hayter, A. M., ve Riggs, T. J., 1973. Environmental and varietal differences in diastatic power and four associated characteristics of spring barley. J. Agric. Sci. 80, 297-302.
- Hunter, H., 1962, The science of malting barley production. In Cook AH (ed) Barley and Malt. Academic Press, New York London, 25–44.
- Hoseney, R.C., 1994. Principles of cereal science and technology, 2nd edn. American Association of Cereal Chemists, Eagan, 179–182.
- Hough, J.S., Briggs, D.E., ve Stevens, R. 1971. Malting and Brewing Science. Chapman and Hall Ltd., London.
- Idler, F., Seidel, B., Kreis, S., Kurz, T., ve Fleisher, L. G., 2005. development of functional drinks based on cereals by lactic fermentation. 30 th EBC Congress, Prague, 108, 962-969.

- Islam, M. S., Hasanuzzaman, M., Rahman, M. S., Shoma, J. F., ve Ali, L., 2014. Performance of different productive hybrids in tomato. *Eco-friendly Agril. J.* 7(11), 151-153.
- İştipliler, D., İlker, E., Tonk, F.A., Civi, G., ve Tosun, M., 2015. Line x tester analysis and estimating combining abilities for yield and some yield components in bread wheat. *Turkish Journal of Field Crops* 20, 72-77.
- Kandemir, N., Jones B.L., Wesenberg D.M., Ullrich S.E., ve Kleinhofs A., 2000. Marker assisted analysis of three grain yield qtl in barley (*Hordeum vulgare* L.) using near isogenic lines. *Molecular Breeding*, 6, 157-167.
- Kandemir, N., 2004. Tokat-Kazova şartlarına uygun maltlık arpa çeşitlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 94-100.
- Kandemir, N., ve Yıldırım, A., 2011. Tokak yerel arpa çeşidinde önemli QTL bölgelerindeki varyasyonlar ve bunların maltlık arpa ıslahında kullanım olanakları üzerine araştırmalar. *Tübitak/107O103*, 1-75.
- Kaydan, D., ve Yağmur, M., 2007. Van ekolojik koşullarında bazı iki sıralı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L. conv. distichon) verim ve verim öğeleri üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (3), 269-278.
- Kaur, H. Sharda, R., ve Sharma, P., 2016. Effect of Hoagland Solution for growing tomato Hydroponically in Green House. *HortFlora Research Spectrum*, 5-4, 310-315.
- Kesici, S., 1993. Biberlerde verim, erkencilik ve bazı kalite özelliklerinde heterosis etkisi üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Kınacı G., 1991. bazı makarnalık buğday dizi melezlerinde verim ve verim komponentlerinin kalıtımı üzerine araştırmalar. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Kıral, A.S., 1994. Line x tester yöntemi ile orta anadolu şartlarında arpa ıslahında kullanılabilecek uygun ebeveynlerin ve melezlerin tespiti üzerine bir araştırma. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya.
- Kılıç, Y., 2010. Bazı hibrit ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin Trakya koşullarında verim ve verim unsurları üzerinde araştırmalar. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Trakya.
- Kılıç, H., Kendal, E., Akar, T., Erdemci, İ., ve Sayım, İ., 2013. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin Malatya ekolojik şartlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya
- Kınay, A., 2014. Bazı Oriental Tütün (*Nicotiana Tabacum* L.) melezlerinde verim ve kalite özellikleri. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Koçak, N., Karababa, E. ve Özkara, R. 1992. Bazı arpa çeşitlerinin maltlık kaliteleri üzerine araştırmalar. *Arpa-Malt semineri-II*, Konya.
- Koçak, N. ve Atlı, A., 1995. Türkiye’de maltlık arpa yetiştirmeye uygun bölgelerin belirlenmesi, *Arpa ve Malt Sempozyumu-III*, Konya.
- Khan, M. A., 1991. Evulation of cytoplasmic male sterile hybrid barley in hill plots. Master thesis. Montana State University.

- Khan, N. U., Hassan, G., Swati, M. S., ve Khan, M. A., 1995a. Estimation of heterotic response for yield and yield components in a 5x5 diallel cross of spring wheat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 11 (4), 477-484.
- Khan, N. U., Swati, M. S., Hassan, G., ve Nawaz, Q., 1995b. Heterosis exhibited by some morphological traits of diallel crosses in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Sarhad Journal of Agr.*, 11 (4), 485-489.
- Khan, A. S., ve Habib, I., 2003. Gene action in a five parent diallel cross of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6, 1945–1948.
- Riaz, R. ve Chowdhry, M. A., 2003. Genetic analysis of some economic traits of wheat under drought condition. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2 (10), 790-796.
- Lal, C., Shekhawat, A.S., Singh, J., ve Kumar, V., 2018. Heterosis and inbreeding depression studies for yield and its contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) under Normal and Late Sown Condition, *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 7(9), 2651-2660.
- Lapitan, N. L. V., Hess, A., Cooper, B., Botha, A.-M., Badillo, D., Iyer, H., Menert, J., Close, T., Wright, L., Hanning, G., Tahir, M., ve Lawrence, C., 2009. Differentially expressed genes during malting and correlation with malting quality phenotypes in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Theor. Appl. Genetics*, 118, 937–952.
- Li, Y., Schwarz, P.B., Barr, J.M., Horsley, R.D., 2008. Factors predicting malt extract within a single barley cultivar. *Journal of Cereal Science*, 48, 531-538.
- Liu, Z.Q., Pei, Y., ve Pu, Z.T., 1999. Relationship between hybrid performance and genetic diversity based on RAPD markers in wheat (*Triticum aestivum* L.) *Pl. Breed.*, 118, 119–23.
- Macit, F., 1972. Sera domateslerinde F₁ melez gücü ve kombinasyon kabiliyetleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, İzmir.
- Madhukar, K., Prasad, L.C., Lal, J. P., Chandra, K., ve Thakur, P., 2018. Heterosis and mixing effects in barley (*Hordeum vulgare* L.) for yield and drought related traits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(2), 2882-2888.
- Mahmoud, B. A. M., 2006. Genetic evaluation of some barley traits in crosses under saline and non-saline conditions. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Kafr El-Sheikh, Tanta Univ., Egypt.
- Martinez, J.H. E., ve Foster, A.E., 1998. Genetic analysis of heading date and other agronomic characters in barley (*Hordeum vulgare* L.) *Euphytica*, 99 (3), 145–153.
- Mather, D. E., Tinker, N. A., LaBerge, D. E., Edney, M., Jones B. L., Rosnagel B. G., Legge, W. G., Briggs, K. G., Irvine, R. B., Falk, D. E., ve Kasha K. J., 1997. Regions of the genome that affect grain and malt quality in a North American two-row barley cross. *Crop Science*, (37) 544-554.
- Matracı, N., 1986. Türkiye’ de üretilen maltların kalitelerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Matus, A., ve Hayes, P. M., 2002. Genetic diversity in three groups of barley germplasm assessed by simple sequence repeats, *Genome* 45, 1095–1106.
- Mansour, M., 2017. Genetic analysis of earliness and yield component traits in five barley crosses. *J. Sus. Agric. Sci.*, 43 (3), 165-173.
- Mebak, 1984. 2. Aufl., Band. 1, D 8050, Freising/Weihenstephan, Germany.

- McCabe T., Wall, D., ve Fewer, D. 2005. Field performance of hybrid winter barley varieties over three seasons. Lyons Research Farm, University College Dublin, Newcastle, Co. Dublin.
- Moushumi S., ve Sirohi, P. S. 2006. Gene action of quantitative characters including yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Indian Journal of Horticulture, 63(3), 341–342.
- Nakhjavan, S. H., Behamta, M., ve Sorkhi, R., 2012. Genetic analysis of some important traits of barley under normal irrigation and terminal drought stress using diallel analysis. 12th Congress on Agronomy and Plant Breeding, Iran.
- Nei, M., 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics, 89, 583-590
- Oğuz, İ., 1993. Köy hizmetleri Tokat araştırma enstitüsü arazisinin toprak etüdü, haritalanması ve sınıflandırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı. Tokat.
- Özkara, R., 1997. arpada beta glukan içeriği ve malt kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, A., ve Kırtok, Y., 2001. Çukurova koşullarında bazı arpa çeşitlerinde verimi etkileyen karakterler üzerinde araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Öztürk, İ., Avcı, R., ve Kahraman, T., 2007. Trakya Bölgesinde yetiştirilen bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurları ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergi, 21(1), 59-68.
- Pandey, A., Nigam, P., Soccol, C.R., Socool, V.T., Singh, D., Mohan, R. 2000. Advances in microbial amylases. Biotechnol. Appl. Biochem., 31, 135-152.
- Pal, D., ve Kumar, S., 2009. Genetic analysis of forage yield and other traits in barley (*Hordeum vulgare* L.), Barley Genetics Newsletter, 39,13-19.
- Patel, H. N., 2018. Identification of heterotic combinations for grain yield and quality traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Int. J. Pure App. Biosci. 6 (4), 107-115
- Pesaraklu, S., Soltanloo, H., Ramezanpour, S. S., KalateArabi, M., ve Nasrollah NejadGhomi A. A. 2016, An estimation of the combining ability of barley genotypes and heterosis for some quantitative traits. Iran Agricultural Research 35(1), 73-80
- Pillen, V., Binder, A., Kreuzkam, B., Ramsay, L., Waugh, R., Förster, J., ve Léon, J., 2000. Mapping new EMBL-derived barley microsatellites and their use in differentiating German barley cultivars. Theor Appl Genet. 101, 652–660.
- Potla, K. R., Bornare, S. S., Prasad, L. C., Prasad, R., ve Madakemohekar, A. H., 2013. Study of heterosis and combining ability for yield and yield contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). The Bioscan 8, 1231-1235.
- Parashar, N., Gothwal, D. K., Singh, G., Bhakal M., Kumar, R., ve Sharma, V., 2019. Heterosis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.) under heat stress environment. Int. J. Pure App. Biosci., 7 (1), 183-189.
- Prasad, K. D., Haque, M. F., ve Ganguly, D. K., 1998. Heterosis studies for yields and its components in bread wheat. Indian J. Genet. Pl. Breed. 58(1), 97-100.
- Psota, V., ve Bradova, J. 2009. Historical varieties of spring barley (*Hordeum Vulgare* L.) and their use as genetic resources of malting quality. Agriculture, 55 (1), 2-9.

- Qi, J. C., Chen, J. W., Wang, J. M., Wu, F. B., Cao, L. P., ve Zhang, G. P., 2005. Protein and hordein fraction content in Barley seeds as affected by sowing date and their relations to malting quality. *J. Zhejiang Univ Sci*, 6, 1069.
- Rajput, R. S., ve Kandalkar, V. S., 2018. Combining ability and heterosis for grain yield and its attributing traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 113-119.
- Ram, M., ve Shekawat, A. S., 2017. Heterosis, inbreeding depression and combining ability analysis for yield and its component traits in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Plant Archives*, 17 (2), 851-860.
- Ramsay, L., Macaulay, M., Degli, S., MacLean, K., Cardle, L., Fuller, J., Edwards, K., Tuveson, S., Morgante, M., Massari, A., Maestri, E., Marmiroli, N., Sjakste, T., Ganai, M., Powell, W., ve Waugh, R., 2000. A simple sequence repeat-based linkage map of barley. *Genetics*, 156, 1997-2005.
- Reuss, R., Cassells, J., Green, J., Willis, T., ve Nischwitz, R., 2004. The effect of storage conditions on post-harvest maturation and maltability of barley. *Proceedings 12th Australian Barley Technical Symposium*. Hobart, Australia.
- Rohman, M., Sultana, R., Podder, R., Tanjimul A.T.M., Kamrul Islam, M., Islam, M.S., 2006. Nature of gene action in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(2), 170-173.
- Röder, M.S., Wendehake, K., Korzun, V., Bredemeijer, G., Laborie, D., Bertrand, L., Isaac, P., Rendell, S., Jackson, J., Cookie, R.J., Vosman, B., ve Ganai, M.W., 2002. Construction and analysis of a microsatellite-based database of european wheat varieties. *Theoretical and Applied Genetics*, 00122, 022-1061-7.
- Saghai-Marouf, M., Biyashev, R., Yang, G., Zhang, Q., ve Allard, R., 1994. Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in barley: species diversity, chromosomal locations, and population dynamics. 91st *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 5466-5470.
- Salgotra, R. K., Katoch, P. C., Sood, M., 2005. Performance of rice hybrids for yield and quality traits in mid hills of himachal pradesh, India, 42(2), 93-96.
- Sharma, Y., Sharma, S. N., Joshi, P., ve Sain R. S., 2003. Combining ability analysis for yield and yield contributing characters in six-rowed barley. *Sabarao Journal of Breeding and Genetics* 34: 55-63.
- Sırat, A., ve Sezer, İ., 2013. Samsun ekolojik koşullarında bazı iki ve altı sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. *YYÜ. Tar. Bil. Derg.*, 1, 10-17.
- Sırat, A., 2014. Malt ekstresi üretimi ve değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (1), 43-51.
- Schildbach, R. 1976. Amylasen, Ursachen für die unterschiede ihrer aktivitat und auswirkungen auf die malzqualität, *Monatsschrift für Brauerei*, 29 (9), 362-375.
- Singh, H., Sharma, S. N., ve Sain, R. S., 2004. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas*, 141, 106-114.
- Singh, J., Garg, D. K., ve Raje, R. S., 2007. Combining ability gene action for grain yield and its components under high temperature environment in bread wheat (*Triticum aestivum* L. Em Thell). *Indian J. Genet.*, 67 (2), 193-195.
- Singh, M., Lamalakshmi devi, E., Aglawe, S., Kousar, N., ve Behera, C., 2013. Estimation of heterosis in different crosses of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Supplement on Genetics and Plant Breeding* , 8(4), 1393-1401.

- Sipahi, H., Akar T., Özkara R., Yıldız, M.A., Başpınar E., ve Sayım İ., 2009. Arpada (*Hordeum vulgare* L.) depo proteini elektroforegramlarının malt kalitesi ile ilişkisinin belirlenmesi. Tarla Bit. Araş. Ens. Der.18 (1-2), 1-10.
- Sneath, P.H.A., ve Sokal, R.R., 1973. Numerical Taxonomy. San Francisco, 573.
- Sparrow, D.H.B., 1971. Some genetical aspects of malting quality. Barley genetics II. Washington State University Press, 559-574.
- Sprague, G. F., ve Tatum, L. A., 1942. General and specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34, 923-932.
- Sultan, M. S., Abdel-Moneam M. A., ve Hafez, S. H., 2016. Estimation of combining ability for yield and its components in barley under normal and stress drought condition. J. Plant Production, 7(6), 553-558.
- Sulochanamma, B. N. 2001. Heterosis in diverse muskmelon (*Cucumis Melo* l.) types. Journal of Research Angra, 29 (1), 66-70.
- Swanston, B.J.S., 1979. The use of electrophoresisintesting for high diastatic power in barley. Journal Institute Brewing., 86, 81-83.
- Swati, K. C. T., Jaiswal, J. P., Kumar, A., ve Goel, P., 2018. Genetic architecture of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes for grain yield and yield attributing traits. Wheat and Barley Research, 10(3), 179-184.
- Tahmasebi, S., KhodamBashi, M., ve Rezai, E.M., 2008. Estimates of genetic parameters for grain yield and its related traits using optimum conditions and drought stress in diallel crosses. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(1), 229-240.
- Taş, B., ve Yağdı K., 2002. İki sıralı arpada (*Hordeum vulgare* conv. distichon) melez gücün belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(4), 359-362.
- Taşcı, R., 2018. Arpa üretim, pazarlama ve işleme yapısının analizi: Konya İli Örneği. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tenge, C., ve Geiger, E., 2001. Alternative fermented beverages-functional drinks, baa, Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America, 38, 1, 33-35.
- Tiwari, D. K., Pandey, P., Giri, S. P., ve Dwivedi, J. L., 2011. Heterosis studies for Yield and its Components in Rice Hybrid using CMS system. Asian Journal of Plant Sciences 10 (1), 29-42.
- Türker, İ. 1977. Malt-bira kimyası ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Fermantasyon Teknolojisi Kürsüsü Yayınları, (660) 230, Ankara.
- Türker, İ., ve Candaş, A. 1995. Malt ve Bira Teknolojisi. Çukurova Ziraat Fakültesi Genel Ders Kitabı, (4) 2, Adana.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hiz. Genel Müd., Ankara, 375.
- Thomas, W., T., B, Bull, H., Booth, A., Hamilton, R., Forster, B. P., ve Franckowiak, J., D., 2018. A practical guide to barley crossing. Part of the Methods in Molecular Biology book series, 21-36
- Ullrich, S.E., Han, F., ve Jones, B.L., 1997. Genetic complexity of the malt extract trait in barley suggested by qtl Analysis, Journal of American Society of Brewing Chemists, 55, 1-4.
- Xiaochuan, L., Ishiki, K., ve Wang, W., 2002. Identification of AFLP Markers Favorable to Heterosis in Hybrid Rice. Breeding Science 52(3), 201-206.

- Varshney, R.K., Grosse, I., Hahnel, U., Siefken, R., Prasad, M., Stein, N., Langridge, P., Altschmied, L., ve Graner, A., 2006. Genetic mapping and BAC assingment of EST-derived SSR markers shows non-uniform distribution of genes in the barley genome. *Theoretical and Applied Genetics*, 113, 239-250.
- Varshney, R., Marcel, T., Ramsay, L., Russell, J., Röder, M., Stein, N., Waugh, R., Langridge, P., Niks, R., ve Graner, A., 2007. A high density barley microsatellite consensus map with 775 SSR loci. *Theor Appl Genet.* 6 (114), 1091–1103.
- Verma, P. K. ve Shah, M. A., 2008. Heterosis for grain yield and heat tolerance charactes in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agric. Sci. Dig.*, 28 (4), 24-245.
- Vishwakarma, S.R., ShuklaA., Bahadur R., ve Singh N., 2011. Expression of heterosis for yield anda chlorophyll content in barley. *Plant archives* Vol. 11, 891-894.
- Walker, C. K, Ford, R., Munoz-Amatrian, M., ve Panozzo, J. F., 2013. The detection of QTLs in barley associated with endosperm hardness, grain density, grain size and malting quality using rapid phenotyping tools. *The. Appl. Gen.* 126, 2533-2551.
- Williams, P., El-Haramain, F.C. Nakkaul, ve Rihawi, S. 1986. *Crop Quality Evaluation methods and Guidelines (ICARDA). Aleppo. Syria.*
- Wright, L., 2000. Malting barley for the new millenium, *Breeding Barley in the New Millenium, Proceedings of an International Symposium, Mexico*, 28-33.
- Yadav, S. K., 2015. Studies on genetic divergence and combining ability analiysis for yield anda malting quality traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) Doctor of Philosophy Thesis, Departman of Genetics and Plant Breeding, Jabalpur.
- Yağbasanlar, T., 1990. Çukurova koşullarında bazı ekmeklik (*T. Aestivum* L. EmThell) ve makarnalık (*T. Durum* Desf.) buğday melezlerinde F₁ populasyonunun bitkisel özellikleri ve melez gücü üzerinde bir araştırma. Adana Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi.
- Yazıcıoğlu, T. ve Durgun, T. 1976. *Malt ve Bira Teknolojisi Uygulama Kılavuzu Analiz Metotları. A U. Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara.*
- Yeh, F.C., Yang, R.C., Boyle, T.B.J., Ye, Z.H., ve Mao, J.X., 1997. POPGENE the User-Friendly Shareware for Population Genetic Analysis, Molecular Biology and Biotechnology Centre, University of Alberta, Canada.
- Yıldırım, A., Kandemir, N., Ateş Sönmezoğlu, Ö., ve Güleç T., 2009. Transferability of microsatellite markers among cool season cereals, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23, 3, 1299-1302.
- Yılmaz, R., ve Konak, C., 2000, Arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da bazı karakterlerde tuza toleransa ilişkin heterotik etkiler, *Türk J. Agric. For.*, (24) 643-648.
- Yurtsever, N., 2011. Deneysel istatistik metotlar. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Zhang, Q., Gao, Y.J., Saghai Maroof, M.A., Yang, S.H., ve Li, J.X., 1995. Molecular divergence and hybrid performance in rice. *Mol Breed*, (1) 133–142.
- Zhang, T., NI, X., Jiang K., Deng, H., HE, Q., Yang, Q., Yang, L., Wan, X., Cao Y., ve Zheng, J., 2010. Relationship between heterosis and parental genetic distance based on molecular markers for functional genes related to yield traits in rice. *China National Rice Research Institute*, 17(4), 288–295.

- Zhang, X., Liangiie, L. V., Chai, L. V., Baojian, G., ve Rugen, X., 2015. Combining ability of different agronomic traits and yield components in hybrid barley. *Plos One* 10, 6.
- Zhou, T., Takashi, I., Ryouichi, K., Nakhiko, H., Makoto, K., Takehiro, H., ve Kazuhiro, S., 2012. Malting quality Quantitative Trait Loci on a high-density map of Mikamo golden x Harrington Cross in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Mol. breeding* 30, 103-112.



7. EKLER

Çizelge Ek 1. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başaklanma süresi varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	5.541670	2.7708	0.6438 ^{ÖD}
Genotipler		15	378.8125	25.2542	5.8674 ^{**}
Hata		30	129.1250	4.3042	
CV (%)		1.23			
Tekerrür	2014-2015	2	5.16667	2.583335	1.0544 ^{ÖD}
Genotipler		15	873.81250	58.25417	23.7772 ^{**}
Hata		30	73.50	2.45	
CV (%)		0.94			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 2. Ebeveyn çeşitlerin başaklanma süresi uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	304.6095	76.15238	16.56058 ^{**}
ÖKY		10	73.96825	7.396825	1.608561 [*]
HATA		28	128.7556	4.598413	
GKY/ÖKY		10.29528			
GKY	2014-2015	4	685.4667	171.3667	68.157 ^{**}
ÖKY		10	187.3333	18.73333	7.450758 ^{**}
HATA		28	70.4	2.514286	
GKY/ÖKY		9.147687			

Ö.D. önemli değil *, **sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 3. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bitki boyu varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	273.4012	136.7006	0.6811 ^{Ö.D}
Genotipler		15	4091.1392	272.7426	1.359 ^{Ö.D}
Hata		30	6020.912	200.6971	
CV (%)		18.09			
Tekerrür	2014-2015	2	454.9934	227.4967	3.0859 ^{Ö.D}
Genotipler		15	4794.85	319.6566	4.3360 ^{**}
Hata		30	2211.6381	73.7212	
CV (%)		7.60			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 4. Ebeveyn çeşitlerin bitki boyu uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	2231.188	557.797	2.609223 ^{Ö.D}
ÖKY		10	1452.848	145.2848	0.679603 ^{Ö.D}
HATA		28	5985.812	213.779	
GKY/ÖKY	3.839335				
GKY	2014-2015	4	2381.499	595.3749	7.688**
ÖKY		10	1459.313	145.9313	1.884474*
HATA		28	2168.284	77.43872	
GKY/ÖKY	4.07983				

Ö.D. önemli değil *,**sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 5. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak uzunluğu varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	1.261054	0.6305	0.6668 ^{Ö.D}
Genotipler		15	23.959048	1.5973	1.6891 ^{Ö.D}
Hata		30	28.369346	0.9456	
CV (%)	10.7				
Tekerrür	2014-2015	2	1.448138	0.7241	6.7783**
Genotipler		15	16.327525	1.0885	10.1899**
Hata		30	3.204663	0.1068	
CV (%)	3.5				

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 6. Ebeveyn çeşitlerin başak uzunluğu uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	9.793463	2.448366	2.658964 ^{Ö.D}
ÖKY		10	13.94543	1.394543	1.514496 ^{Ö.D}
HATA		28	25.78232	0.920797	
GKY/ÖKY	1.755675				
GKY	2014-2015	4	8.70371	2.175928	19.487**
ÖKY		10	6.345321	0.634532	5.682797**
HATA		28	3.126436	0.111658	
GKY/ÖKY	3.429185				

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 7. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başak ağırlığı varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	0.426654	0.213327	1.0624 ^{Ö.D}
Genotipler		15	10.797769	0.71985126	3.5849**
Hata		30	6.024081	0.2008027	
CV (%)		13.63			
Tekerrür	2014-2015	2	0.4872290	0.2436145	4.5112**
Genotipler		15	7.1468728	0.47645818	8.8230**
Hata		30	1.6200476	0.540015	
CV (%)		6,42			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 8. Ebeveyn çeşitlerin başak ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	5.945738	1.486435	7.485854**
ÖKY		10	3.113889	0.311389	1.56819 ^{ÖD}
HATA		28	5.559843	0.198566	
GKY/ÖKY		4.773563			
GKY	2014-2015	4	4.627833	1.156958	20.415**
ÖKY		10	1.846023	0.184602	3.257391**
HATA		28	1.586812	0.056672	
GKY/ÖKY		6.267299			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 9. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin başakta tane sayısı varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	0.76558	0.3828	0.0629 ^{Ö.D}
Genotipler		15	256.3365	17.0891	2.8077**
Hata		30	182.59269	6.0864	
CV (%)		9.41			
Tekerrür	2014-2015	2	16.99927	8.499	3.5018*
Genotipler		15	196.37467	13.091644	5.3937**
Hata		30	72.81633	2.427211	
CV (%)		5.10			

Ö.D. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 10. Ebeveyn çeşitlerin başakta tane sayısı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	167.8174	41.95434	6.562924**
ÖKY		10	70.12551	7.012551	1.096974 ^{Ö.D}
HATA		28	178.9936	6.39263	
GKY/ÖKY		5.98275			
GKY	2014-2015	4	142.4918	35.62296	13.825**
ÖKY		10	53.8743	5.38743	2.090749 ^{Ö.D}
HATA		28	72.15025	2.576795	
GKY/ÖKY		6.612235			

^{Ö.D.} önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 11. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin bin tane ağırlığı varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	72.2450	36.1225	4.7044*
Genotipler		15	1605.0925	107.006166	13.9358**
Hata		30	230.3550	7.6785	
CV (%)		5.10			
Tekerrür	2014-2015	2	9.22323	4.611615	1.9663 ^{Ö.D}
Genotipler		15	894.44523	59.629682	25.4245**
Hata		30	70.36090	2.34536	
CV (%)		2.93			

^{Ö.D.} önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 12. Ebeveyn çeşitlerin bin tane ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	1186.314	296.5785	36.10758**
ÖKY		10	263.2825	26.32825	3.205389**
HATA		28	229.9849	8.213746	
GKY/ÖKY		11.26465			
GKY	2014-2015	4	341.3867	85.34667	34.23713**
ÖKY		10	324.255	32.4255	13.00761**
HATA		28	69.79869	2.49281	
GKY/ÖKY		2.632085			

^{Ö.D.} önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 13. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin hektolitreye ağırlığı varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	7.98855	3.994275	3.9744*
Genotipler		15	326.94145	21.796096	21.6878**
Hata		30	30.14978	1.004992	
CV (%)		1.55			
Tekerrür	2014-2015	2	7.17808	3.8904	4.6150*
Genotipler		15	200.87470	13.391646	17.2196**
Hata		30	23.33092	0.77769	
CV (%)		1.33			

Ö.D. önemli değil *, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 14. Ebeveyn çeşitlerin hektolitreye ağırlığı uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	166.8133	41.70331	42.54213**
ÖKY		10	132.0713	13.20713	13.47278**
HATA		28	27.44792	0.980283	
GKY/ÖKY		3.157635			
GKY	2014-2015	4	104.2131	26.05328	34.283**
ÖKY		10	79.68754	7.968754	10.48597**
HATA		28	21.27845	0.759945	
GKY/ÖKY		3.26943			

**%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 15. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin tane verimi varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	2141.8	1070.9000	0.8165 ^{Ö.D}
Genotipler		15	351016.19	23401.0793	17.8413**
Hata		30	39348.72	1311.6240	
CV (%)		8.2			
Tekerrür	2014-2015	2	582.29	264.645	0.6545 ^{Ö.D}
Genotipler		15	163842.88	10922.8586	24.5547**
Hata		30	13345.14	444.838	
CV (%)		3.99			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 16. Ebeveyn çeşitlerin tane verimi uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	164296.2	41074.06	29.26908**
ÖKY		10	161156.2	16115.62	11.48388**
HATA		28	39293.12	1403.326	
GKY/ÖKY		2.549			
GKY	2014-2015	4	98933.13	24733.28	58.71812**
ÖKY		10	51996	5199.6	12.34413**
HATA		28	11794.18	421.2206	
GKY/ÖKY		4.757			

**%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 17. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin malt ekstre varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	35.5851	17.7926	3.2206 ^{Ö.D}
Genotipler		15	376.107	25.0738	4.5386**
Hata		30	165.738	5.5246	
CV (%)		3.15			
Tekerrür	2014-2015	2	13.00759	6.503795	1.7072 ^{Ö.D}
Genotipler		15	331.93395	22.12893	5.8088**
Hata		30	114.287	3.8095	
CV (%)		2.54			

^{Ö.D.} önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 18. Ebeveyn çeşitlerin malt ekstre uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	165.0381	41.25951	7.410963**
ÖKY		10	188.1491	18.81491	3.379501**
HATA		28	155.8861	5.567362	
GKY/ÖKY		2.192916			
GKY	2014-2015	4	177.3187	44.32967	11.089**
ÖKY		10	101.4729	10.14729	2.538405*
HATA		28	111.9302	3.997507	
GKY/ÖKY		4.36862			

*, ** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 19. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin alfa amilaz varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	57.6569	28.8285	1.0727 ^{Ö.D}
Genotipler		15	5705.64	380.3757	14.1536**
Hata		30	806.244	26.8748	
CV (%)		16.81			
Tekerrür	2014-2015	2	473.228	236.6140	2.4467 ^{Ö.D}
Genotipler		15	10392.8	692.8553	7.1645**
Hata		30	2901.22	96.7073	
CV (%)		18.79			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 20. Ebeveyn çeşitlerin alfa amilaz uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	123.5548	30.88869	24.23988**
ÖKY		10	173.3528	17.33528	13.60385**
HATA		28	35.68019	1.274292	
GKY/ÖKY		1.781839			
GKY	2014-2015	4	285.5684	71.39209	13.02832**
ÖKY		10	240.5768	24.05768	4.390278**
HATA		28	153.4334	5.479763	
GKY/ÖKY		2.96753			

**%1 düzeyinde önemlidir.

Çizelge Ek 21. Ebeveyn çeşitler ve hibritlerin diastatik güç varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları		SD	KT	KO	F
Tekerrür	2013-2014	2	6747.39	3373.6950	2.633 ^{Ö.D}
Genotipler		15	369675	24644.9900	19.2343**
Hata		30	38439.2	1281.3053	
CV (%)		14.95			
Tekerrür	2014-2015	2	3327.54	1663.7700	2.3725 ^{Ö.D}
Genotipler		15	310934	20728.9613	29.5596**
Hata		30	21037.8	701.2593	
CV (%)		10.21			

Ö.D. önemli değil **%1 düzeyinde önemlidir

Çizelge Ek 22. Ebeveyn çeşitlerin diastatik güç uyum yetenekleri varyans analiz sonuçları

VK		SD	KT	KO	F
GKY	2013-2014	4	196950	49237.5	39.16503**
ÖKY		10	163441.4	16344.14	13.00063**
HATA		28	35201.04	1257.18	
GKY/ÖKY	3.012548				
GKY	2014-2015	4	53624.05	13406.01	17.971**
ÖKY		10	244379.6	24437.96	32.76029**
HATA		28	20886.96	745.963	
GKY/ÖKY	0.548573				

**%1 düzeyinde önemlidir

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı-Soyadı : Rahime KARATAŞ
Doğum Yeri: 16.04.1980
Medeni Hali : Evli ve iki çocuk annesi
Yabancı Dili : İngilizce
e-mail : rahime.karatas@tarimormman.gov.tr

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı	2008
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü	2005
Lise	Antalya Lisesi	1998

