

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

MISIRDA ÖNEMLİ BAZI TANE KALİTE ÖZELLİKLERİ VE TEK BİTKİ VERİMİ BAKIMINDAN SELEKSİYONA UYGUN

BİTKİ VERİMİ BAKIMINDAN SELEKSİYONA UYGUN

Halil UYSAL

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MISIRDA ÖNEMLİ BAZI TANE KALİTE ÖZELLİKLERİ VE TEK BİTKİ VERİMİ BAKIMINDAN SELEKSİYONA UYGUN POPÜLASYONLARIN SEÇİMİ İÇİN BİR ÖN ÇALIŞMA

Halil UYSAL

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **28/01/2020**

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN

ÇANAKKALE

Halil UYSAL tarafından Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN yönetiminde ve danışmanlığında hazırlanan ve **28/01/2020** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan **Mısırda Önemli Bazı Tane Kalite Özellikleri ve Tek Bitki Verimi Bakımından Seleksiyona Uygun Popülasyonların Seçimi İçin Bir Ön Çalışma** başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN ……
Başkan

Prof. Dr. Cem Ömer EGESEL ……
Üye

Prof. Dr. İsmet BAŞER …….
Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No: ……

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2018-2522

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Halil UYSAL

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu değerli katkılarından dolayı danışmanım Sayın Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN'a, meslek hayatına ilk adımı atmama vesile olan Prof. Dr. Harun BAYTEKİN'e, üzerimde büyük emekleri olan bölüm hocalarıma, meslektaşlarım Nuri ERECEK, Ümit Yener GÜNALAY, Serdar KIZILCIK, Hakan KÜÇÜK ve Özay YILMAZ'a, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen annem; Hanife UYSAL'a ve babam; Sedat UYSAL'a teşekkür ederim.

Halil UYSAL

Çanakkale, Ocak 2020

SİMGELER VE KISALTMALAR

GM	Geri melez
NOA	Nesil ortalama analizi
TTSM	Tohumluk tescil ve sertifikasyon müdürlüğü
NIR	Yakın kızıl ötesi spektroskopisi
MUFA	Tekli doymamış yağ asitleri
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
rmp	Dakikada devir sayısı
ml	Mililitre
nm	Nanometre
cm	Santimetre
mg	Miligram
°C	Santigrat derece
g	Gram
dk	Dakika
H^2	Geniş anlamda kalıtım derecesi
h^2	Dar anlamda kalıtım derecesi
a	Eklemeli gen etkisi
d	Dominans gen etkisi
aa	Eklemeli + eklemeli gen etkisi
ad	Eklemeli + dominans gen etkisi
dd	Dominan + dominans gen etkisi
VarÇ	Çevre varyansı
VarG	Genotipik varyans
Gİ%5	%5’ lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerleme
m	F2 nesline ait ortalama
NPa	Ana ebeveyn için örnek sayısı
MPa	Ana ebeveyn ortalaması
NPb	Baba ebeveyn için örnek sayısı
MPb	Baba ebeveyn ortalamasını
NF1	F1 nesline ait örnek sayısı
MF1	Birinci nesil ortalaması

NF2	F2 nesline ait örnek sayısı
MF2	İkinci nesil ortalaması
NBCa	GM1 nesline ait örnek sayısı
MBCa	Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalaması
NBCb	GM2 nesline ait örnek sayısı
MBCb	Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalaması

ÖZET

MISIRDA ÖNEMLİ BAZI TANE KALİTE ÖZELLİKLERİ VE TEK BİTKİ VERİMİ BAKIMINDAN SELEKSİYONA UYGUN POPÜLASYONLARIN SEÇİMİ İÇİN BİR ÖN ÇALIŞMA

Halil UYSAL
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Fatih KAHRIMAN
28/01/2020, 43

Bu çalışmada mısırda bazı önemli tane kalite özelliklerinin (yağ oranı, protein oranı, lisin içeriği, triptofan içeriği, oleik asit içeriği, karotenoid içeriği) kalıtımın incelenmesi ve bu özellikler için ıslah programlarına uygun popülasyonların seçilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda bölümümüzde 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında 4 farklı ebeveynle oluşturulan 6 hibrit genotipe ait bir nesil seti kullanılmıştır. Ana ebeveyn olarak kullanılan genotipler incelenen özellikler bakımından farklı karakterlere sahip (yüksek ve normal değerler içeren) genotiplerden oluşmaktadır. Bu ebeveynlerle oluşturulan her hibrite ait 6 nesil (P1, P2, F1, F2, GM1 ve GM2) tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak tarla denemesine alınmıştır. Denemelerden alınan örneklerde yağ oranı, protein oranı, lisin içeriği, triptofan içeriği, oleik asit içeriği, karotenoid içeriği analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler Nesil Ortalama Analizi (NOA) ile analiz edilerek her bir özellik üzerine etkili olan gen etkisi ve bu özellikler için yürütülecek ıslah programlarında kaynak materyal olarak kullanılabilecek popülasyonlar tespit edilmiştir. Kullanılan popülasyonlar içerisinde IHO×PR ve IHP×PR popülasyonları incelenen özellikler bakımından ümitvar bulunmuştur. Ortalama heterosis ve heterobeltiosis değerleri, incelenen özelliklerden tek bitki verimi ve karotenoid içeriği için pozitif yönde, diğer özelliklerin ise negatif yönde bulunmuştur. Genel kanının aksine bazı ailelerde verim ile tane kalite özellikleri arasında pozitif yönde korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Zea Mays, Gen Etkisi, Protein, Yağ, Kalıtım Derecesi

ABSTRACT

A PRELIMINARY STUDY FOR DETERMINATION OF SUITABLE POPULATIONS İN MAİZE FOR SELECTION OF SINGLE PLANT YIELD AND SOME IMPORTANT KERNEL QUALITY TRAITS

Halil UYSAL
Çanakkale Onsekiz Mart University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master of Science Thesis in Field Crops
Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih KAHRIMAN
01/28/2020, 43

In this study, it is aimed to evaluate single plant yield and some important kernel quality traits (oil content, protein content, lysine content, tryptophan content, oleic acid content, carotenoid content) in maize and to choose appropriate populations for breeding programs. In this context, a generation set of 6 hybrid genotypes has been used, formed with 4 different parents during the 2015 and 2016 growing season. Parental genotypes were composed of used genotypes with different characteristics (high and normal values) in terms of traits of interest. Six generations (P1, P2, F1, F2, GM1 and GM2) of each hybrid generated with these parents have been tested using a randomized complete block design with three replicates. In the samples taken from the field experiment; oil, protein, lysine, tryptophan, oleic acid and carotenoid contents have been analyzed. The data were analyzed by Generation Mean Analysis (GMA) to determine the gene effect on each trait and populations that could be used as starting material in the breeding programs for the traits of interest. IHO×PR and IHP×PR were found to be as promising populations from used experimental materials. Average heterosis and heterobeltiosis values were found positive for single plant yield and carotenoid content while negative for other investigated traits. Contrary to general belief, some families had a positive correlation between yield and grain quality traits.

Keywords: Zea Mays, Gene Effect, Protein, Oil, Heritability

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vii
ABSTRACT viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xi
TABLOLAR DİZİNİ xii
BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM 9
3.1. Materyal 9
3.2. Tarla Denemesi 9
3.3. İncelenen Özellikler 11
3.3.1. Tek Bitki Verimi 11
3.3.2. Yağ Oranı 11
3.3.3. Protein Oranı 11
3.3.4. Oleik Asit İçeriği 11
3.3.5. Lisin İçeriği 12
3.3.6. Triptofan İçeriği 12
3.3.7. Toplam Karotenoid İçeriği 12
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistik Analizler 13
3.4.1. Nesil Ortalama Analizi 13
3.4.2. Heterosis ve Heterobeltiosis Hesaplamaları 16
3.4.3. Korelasyon Analizleri 16
BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 17
4.1. Tek Bitki Verimi 17
4.2. Yağ Oranı 19
4.3. Oleik Asit İçeriği 21

4.4. Protein Oranı 23
4.5. Lisin İçeriği 25
4.6. Triptofan İçeriği 27
4.7. Karotenoid İçeriği 29
4.8. Heterosis Analizleri 31
4.9. Korelasyon Analizleri 33
BÖLÜM 5 38
SONUÇ VE ÖNERİLER 38
KAYNAKLAR 40
ÖZGEÇMİŞ xliv

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Tek bitki verimi için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar ... 18
Şekil 2. Yağ oranı için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar 20
Şekil 3. Oleik asit içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar .. 22
Şekil 4. Protein içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar 24
Şekil 5. Lisin içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar 26
Şekil 6. Triptofan içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar... 28
Şekil 7. Karotenoid içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar 30

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1 Tezde kullanılan tohumluk materyaller 9
Tablo 2 Deneme alanının genel toprak özellikleri 10
Tablo 3 Deneme alanının iklim özellikleri 10
Tablo 4 Ailelerin nesillerine ait tek bitki verimi ortalamaları 17
Tablo 5 Tek bitki veriminde ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 18
Tablo 6 Ailelerin nesillerine ait yağ oranı ortalamaları 19
Tablo 7 Yağ oranı ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 21
Tablo 8 Ailelerin nesillerine ait oleik asit içeriği ortalamaları 21
Tablo 9 Oleik asit içeriği ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 23
Tablo 10 Ailelerin nesillerine ait protein oranı ortalamaları 23
Tablo 11 Protein oranı ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 25
Tablo 12 Ailelerin nesillerine ait lisin içeriği ortalamaları 25
Tablo 13 Lisin içeriği için ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 27
Tablo 14 Ailelerin nesillerine ait triptofan içeriği ortalamaları 27
Tablo 15 Triptofan içeriği için ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 29
Tablo 16 Ailelerin nesillerine ait karotenoid içeriği ortalamaları 29
Tablo 17 Karotenoid içeriği ailelere göre hesaplanan genetik parametreler 31
Tablo 18 İncelenen özellikler için ailelere göre F1 nesline ait heterosis değerleri 32
Tablo 19 İncelenen özellikler için ailelere göre F1 nesline ait heterobeltiosis değerleri 33
Tablo 20 İncelenen özellikler için tüm veriler ve ailelere ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 33
Tablo 21 İncelenen özellikler için Q2×IHO'ya ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 34
Tablo 22 İncelenen özellikler için Q2×IHP'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 34
Tablo 23 İncelenen özellikler için Q2×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 35
Tablo 24 İncelenen özellikler için IHO×IHP'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 35
Tablo 25 İncelenen özellikler için IHO×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 36
Tablo 26 İncelenen özellikler için IHP×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları 36

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Mısırda tane kalitesinin geliştirilmesi gerek insan gerek hayvan beslenmesine gerekse endüstriyel alanda önem arzetmektedir. Tane kalitesi mısırda başlıca yağ oranı, protein oranının yanı sıra bu bileşenlerin yapıtaşlarındaki değişimle ilişkilendirilmektedir (Egesel, Kahrıman ve Gül, 2011). Bu bileşenlerin dışında antikansorejen ve antioksidan özellik taşıyan karotenoidler, antosiyaninler gibi minör bileşenler de mısırda tane kalitesi üzerine önemli bir etkiye sahiptir.

Mısır tanesinde protein oranı %8-11 arasında değişmekle birlikte çeşitlerin genetik özelliklerine göre bu değerler farkılık gösterebilmektedir. Protein oranının artırılması tüm bitkilerde olduğu gibi mısırda da tane kalitesi açısından önemli olsa da, aslen proteinlerin yapıtaşlarını oluşturan aminoasit kompozisyonunun geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Vasal, 2000). Tane protein içeriğinin %40-60'lık bir kısmı prolaminlerden oluşmakta ve mısır tanesinde bu gruba zein proteinleri adı verilmektedir (Pollak ve Scott, 2005). Zeinler esansiyel aminoasitlerden olan lisin ve triptofan bakımından fakir yapıdadır. Bu nedenle normal mısır tiplerinin besleyicilik değeri düşüktür. Bu durumu ortadan kaldırabilmek amacıyla yapılan çalışmalar sonucunda floury-2 ve opaque-2 tip mısırlar geliştirilmiş ve lisin ve triptofan içeriği bakımından yüksek genotiplerin ıslahı mümkün olmuştur. Mutant genotiplerle oluşturulan yeni melezlerde QPM (Quality Protein Miaze) özellikte yeni mısır tipleri geliştirilmiştir.

Diğer bitkilerde olduğu gibi mısırda yağ oranının artırılması başlıca beslemede enerji değeri yüksek ürün elde edilmesine imkân vermektedir. Normal mısır tiplerinde %3-5,5 arasında yağ bulunmaktadır. Farklı ülkelerde mısırda yağ oranının artırılmasına yönelik çeşitli çalışmalar yapılmış ve tane yağ içeriği bakımından önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Bu çalışmalara öncü ve örnek teşkil eden seleksiyon çalışması olarak Illinois Long Term Selection Experiment çalışması verilebilir. Bu çalışmada yağ oranı %22'ye kadar yükseltilmiş bir popülasyon (IHO) geliştirilmiştir. Yağ oranındaki bu ilerleme mısırın yağlık kullanım potansiyelini artırmıştır. Her ne kadar mısır düşük yağ oranı nedeniyle yağlık bitkiler içerisinde yer almasa da, gerek gıda gerekse endüstriyel kullanım amacıyla mısır yağı üretimi bir çok ülkenin ham yağ sektöründe önemli bir yere sahiptir. Yağ oranının artırılmasının yanı sıra mısırda yağ asitleri içeriğinin geliştirilmesinin ekonomik değerini artırabileceği bildirilmiştir (Pollak ve Scott, 2005). Soya, ayçiçeği ve zeytin gibi yağlık bitkilerle yağ oranı bakımından mücadele edebilmesi için mısır yağında doymuş yağ

içeriğinin düşürülmesi, oleik asit içeriğinin artırılması ve doymamış yağ içeriğinin artırılmasına ihtiyaç vardır. Normal mısır tiplerinde %10 palmitik, %2 stearik, %25 oleik, %62 linoleik ve %1 linolenik asit bulunmaktadır (Pollak ve Scott, 2005). Özellikle biyoyakıt üretimi vb amaçlarla kullanılacak mısır yağında oleik asit içeriğinin yüksek olması talep edilmektedir. Bu nedenle mısırda yağ asiti kompozisyonunun geliştirilmesi önemli bir ıslah amacı haline gelmiştir. Nitekim mısır tohumluk üretimi ile ilgilenen uluslararası şirketler bu alanda çalışmalarını sürdürmektedir. Ülkemiz açısından mısır gerek tohumluk gerekse ürün açısından stratejik ürünler içerisindedir. Mevcut tescilli çeşitler içerisinde yağlık mısır bulunmamasının yanı sıra yağ kalitesi yüksek olan herhangi bir çeşitte mevcut değildir. Buna karşın ülkemizde mısır yağı tüketimi ayçiçeği ve zeytinyağından sonra üçüncü sıradadır (Yayar ve Bal, 2007). Yüksek ya da tatminkâr verim değerlerine sahip yüksek yağlı mısır çeşitlerinin geliştirilmesi yağlık mısır üretimini artırabilir ve bu amaçla özel üretim yapmayı teşvik edebilir (Öz ve Kapar, 2007).

Bir diğer önemli konu başlığı mısır tanesinde bulunan antioksidan ve antikansorejen özellikteki sekonder metobolitlerdir. Mısırda bulunan başlıca sekonder metabolitler bitki tarafından sentezlenen karotenoidler, fenolikler ve antosiyaninlerdir (Lopez-Martinez, Oliart-Ros, Valerio-Alfaro, Lee, Parkin ve Garcia, 2009). Bu bileşiklerin doğal yapıda bulunması ve diğer tahıl türlerine göre yüksek miktarlarda olması mısıra olan rağbeti artırmaktadır. Bu maddelerin başında vitamin A öncüleri olan karotenoidler gelmektedir. Mısırda tane rengine önemli bir etkisi olan bu bileşenler taneye sarı ve turuncu rengi kazandırmaktadır. Özellikle kanatlı besleme amacıyla yaygın olarak kullanılan mısırda tane karotenoid içeriği yüksek olması istenen bir husustur. Diğer tahıl türleri ile kıyaslandığında en yüksek karotenoid mısır tanesinde bulunmaktadır (Panfili, Fratianni ve Irano, 2004). Karotenoid içeriği yükseltilmiş mısır tiplerinin deneysel çalışmalarda beslenme ve sağlık açısından önemli faydalarının olduğu ortaya konulmuştur (Howe ve Tanumihardjo, 2006). Diğer renk maddesi olan antosiyaninler taneye mor ve kırmızı rengi kazandırmaktadır. Birçok gıda ürününde bulunan en yaygın polifenol türü antosiyaninlerdir (de Pascual-Teresa ve Sanchez-Ballesta, 2008). Antosiyaninler yüksek oranda perikarp kaynaklıdır ve mısır tanesinde antioksidan aktiviteyi artırmaktadır. Mısır antosiyanin içeriği bakımından renkli buğday ve çeltik türleri ile karşılaştırabilir düzeyde antosiyanin içermektedir (Abdel-Aal, Young ve Rabalski, 2006) ve özel bir mısır tipi olan purple corn antosiyaninlerce oldukça zengin olup fonksiyonel gıdalar için antioksidan kaynağı olarak kullanılabilmektedir (de Pascual-Teresa, Santos-Buelga ve Rivas-Gonzalo, 2002). Bu nedenle yüksek antosiyanin içeriğine sahip mısır tipleri insan ve hayvan beslenmesinde istenen ürünler içerisindedir.

Farklı ülkelerde sekonder metabolitler bakımından farklı mısır genotiplerinin varyasyonunu ele alan araştırmalar yapılmıştır. Harakotr, Suriharn, Scott ve Lertrat, (2015) 49 farklı mumsu mısır genotipinin antosiyanin, toplam fenolik ve antioksidan aktivitelerini karşılaştırmıştır. Kuhnen, Menel Lemos, Henrique, Bernardi, Fernando ve Maraschin, (2011) Brezilya'da 26 yerel mısır genotipinin karotenoid ve antosiyanin içeriğindeki farklılıkları değerlendirmiştir. Araştırmacılar yerel mısır genotiplerinin besin kalitesi ve doğal renklendirici olarak önemli kaynaklar olduğunu vurgulamışlardır. Yine Amerika ve Meksika kökenli 48 farklı yerel mısır genotipinin karotenoid ve antosiyanin içerikleri bakımından tarandığı başka bir çalışmada da yerel mısır genotiplerinin fonksiyonel gıda kaynağı olma bakımından önemli bir potansiyele sahip oldukları vurgulanmıştır (Ryu, Werth, Nelson, Scheerens ve Pratt, 2013). Sekonder metabolitler ve antioksidan bileşikler bakımından genotipik çeşitlilik konusunda farklı araştırmalar yürütülmüş olsa da, bahse konu olan özelliklerin kalıtım mekanizması henüz tam olarak aydınlatılabilmiş değildir.

Yukarıda özetlenen tane kalite bileşenlerinin geliştirilmesi bu bileşenlerin kalıtımında rol oynayan faktörlerin anlaşılması ile mümkün olabilir. Nitekim ıslah çalışmalarına doğru materyallerle başlanması ve çalışılan karakterler üzerine etkili olan genetik faktörlerin anlaşılması bu çalışmalarının hedefine ulaşma şansını artırmaktadır. Bu bağlamda çeşitli kantitatif genetik analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler ihtiyaç duyulan materyal, veri değerlendirme bakımından birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönlere sahiptir. Yaygın olarak kullanılan analiz yöntemleri incelenen özellik üzerine etki eden gen tipinin tespiti ve söz konusu özelliğin kalıtım durumunun incelenmesine odaklanmaktadır. Bu analiz sonuçlarından elde edilen sonuçlara dayalı olarak ıslah çalışmalarında izlenecek yol ve yöntemler belirlenmekte ve doğru materyalle başlanması mümkün olabilmektedir. Bu analiz yöntemlerinden olan NOA, Mather ve Jinks (1977) tarafından geliştirilen ve temelde Hayman istatistik metodlarına dayalı olan bir yaklaşımdır. Diğer kantitatif genetik analiz yöntemlerinden farklı olarak bitki bazlı ölçümlere dayalı verilerin analizinde kullanılan ve tek bitki seçimini mümkün kılan bir yöntemdir. NOA'inde bir hibrit kombinasyona ait ebeveynler (P1 ve P2), F2 nesli ve her bir ebeveynle oluşturulan gerimelez nesilleri (BcF1P1 ve BcF1P2) kullanılmaktadır.

NAO mısırda farklı özelliklere ilişkin gen etkilerinin tespiti ve seleksiyona uygun popülasyonların seçimi için kullanılmıştır. Literatürde bu tekniği kullanarak yapılan çalışmalarda, verim ve verim öğeleri (Shahrokhi, Khorasani ve Ebrahimi, 2011; Haq, Ajmal, Khanum, Siddique ve Kiani, 2013) mısırda yağ oranı (Kahriman, Egesel ve Onaç 2015a), generatif döneme geçiş süresi (Sher, Iqbal, Khan, Yasir ve Rahman, 2012; Kahriman,

Egesel, Cebeci, Demir ve Bayraktar, 2015b), hastalıklara dayanıklılık (Mbogo, Dida ve Owuor, 2015) gibi özelliklerin kontrolünde gen etki tipinin ve kullanılan materyal içerisinde seleksiyona uygunluk durumunun tespiti yapılmıştır. Diğer genetik analiz yöntemlerinden farklı olarak birey bazlı ölçümlere dayalı olan bu yöntemde seleksiyonda hedeflenen özellikler için bitkilerin ya da tohumların seçilmesi mümkün olabilmektedir. Diğer taraftan diğer analiz yöntemlerinde detaylandırılamayan epistatik interaksiyonlar bu yöntem sayesinde ayrıntılı şekilde hesaplanabilmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında bu tez çalışmasında ele alınan özelliklerle ilgili kantitatif genetik analiz yöntemlerine dayalı değerlendirmelerin sınırlı olduğu dikkat çekmiştir. Bu yönüyle hazırlanan çalışmanın uluslararası düzeyde bilimsel literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Ulusal düzeyde yayınlanmış bilimsel çalışmalar dikkate alındığında, ülkemizde tane kalitesine yönelik ıslah çalışması niteliği taşıyan araştırmaların bir hayli sınırlı olduğu dikkat çekmiştir. Bu noktadan hareketle, yürütülen bu tez çalışmasının amacı tane kalite özellikleri bakımından nitelikli ebeveynlerle oluşturulmuş 6 farklı popülasyonda tek bitki verimi ve bazı tane kalite özellikleri bakımından seleksiyona uygun popülasyonların seçilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca incelenen özelliklerin kalıtımı ve bu özellikler kullanılan materyalde heterosis değerlerinin irdelenmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tek melez popülasyonu (R59 × OH43/1-42) üzerinde NAO kullanarak birkaç agronomik özelliğin yanı sıra tane verimi için gen etkilerini incelemiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülen araştırma sonucunda, incelenen özelliklerden koçan uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak alanı, 1000 tane ağırlığı, tane sayısı ve çiçeklenme süresi için dominans gen etkileri eklemeli gen etkilerinden daha yüksek bulunmuştur. Geniş anlamda kalıtım derecesi 0,23-0,88 arasında hesaplanmış ve incelenen özellikler üzerine etkili gen sayısı 2 ile 4 arasında değişim göstermiştir (Dorri, Khorasani ve Shahrokhi, 2014).

Mısırda çiçeklenme özellikleri üzerine etkili gen etkilerini tespit etmek ve bu etkilerin hesaplanmasında farklı veri tiplerinin (gün sayısı, termal süre) sonuçlara olan etkisini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada NAO kullanılmış ve çiçeklenme özellikleri hakkında gün ve termal süreye dayalı ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları, çiçeklenme özellikleri üzerine az sayıda genin etkili olduğunu ortaya koymuştur. İrdelenen özelliklerin büyük kısmında eklemeli gen etkilerinin etkin olduğu saptanmıştır. Termal süre ve gün sayısına dayalı hesaplamalarda istatistik önemlilik bakımından birbirine yakın sonuçlara ulaşılmış, ancak kalıtım derecesi tahminlerinde farklar olduğu saptanmıştır (Kahrıman, Egesel, Cebeci, Demir ve Bayraktar, 2015).

Mısırda verim ve verim kompenentlerinin su stresi koşulları altında genetik analizlerini konu edinen bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada tane verimi, bitki kuru ağırlığı, koçan uzunluğu, bitki boyu ve tane sayısı ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Araştırma sonuçları incelenen özelliklerin büyük kısmında epistatik interaksiyonların önemli olduğunu ortaya koymuştur. İncelenen özelliklerde geniş anlamdaki kalıtım dereceleri %43,3 ile %87,7 arasında değişirken, dar anlamda kalırım dereceleri %12,3 ile %47,4 arasında hesaplanmıştır (Moosavi, Ghanbari, Abdollahi ve Kiani, 2018).

Mısırda verim ve nişasta içeriğinin genetik kalıtımını NOA ile dokuz farklı popülasyonda incelemişlerdir. İncelenen özelliklerde gözlemlenen epistatik interaksiyonlar nedeniyle eklemeli dominans modelin mevcut kalıtımı kısmen açıkladığı vurgulanmıştır. Verim için dominans etkilerin baskın olduğu gözlemlenmiş, nişasta için ise digenik epistatik modelin kalıtım ile ilgili değerlendirmelerde yeterli olduğu vurgulanmıştır. Diğer bir ifadeyle verimin dominans etkiler tarafından, nişasta içeriğinin ise epistatik interaksiyonlar tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir (Zdunic, Mıjıc, Dugalic, Simic, Brkic ve Marjanovic, 2008).

Tek melez bir hibritte (KE72012xK1263/1) bazı agronomik özellikler ile tane veriminin kalıtımını NOA ile ele almışlardır. Araştırma bulguları mısırda bu agronomik özelliklerin eklemeli, dominans ve epistatik gen etkilerince kontrol edildiğini göstermiştir. Bununla birlikte incelenen çoğu özellikte dominans varyansın eklemeli varyanstan daha önemli olduğu saptanmıştır. İncelenen özellikler ile ilgili kalıtım derecesi ise %29 ile %87 arasında bulunmuştur (Shakrokhi, Khorasani ve Ebrahimi, 2013).

2009-2011 yılları arasında yürüttüğü çalışmada altı farklı popülasyonda verim ve verim özellikleri ile ilgili genetik analizler yapmıştır. F2 neslindeki genetik varyans incelenen özelliklerin çoğunda kendileme depresyonunun önemli olduğunu göstermiştir. Bazı popülasyonlarda eklemeli gen etkileri önemli bulunurken dominans gen etkileri koçan uzunluğu dışındaki tüm özelliklerde önemli bulunmuştur. Epistatik interaksiyonların da incelenen özelliklerin kalıtımında rol oynadığı vurgulanmıştır. Teorik olarak genetik ilerlemenin çalışılan tüm özellikler için mümkün görünmüştür (El-Badawy, 2012).

Mısırda ikiz koçan oluşumunun kalıtımını iki ayrı hattın B79 ve MO17 ile melezlenmesiyle oluşturdukları nesil ortalama setinde incelemişlerdir. Eklemeli dominans modelin bu özellikteki genetik değişimi açıklamada yeterli olduğunu vurgulayan araştırmacılar tüm melezlerin pozitif eklemeli etkilere ve negatif dominans etkilere sahip olduklarını vurgulamışlardır. Çalışmada farklı melezlerde ikiz koçan oluşumu için penetrans ve ekspresivite gözlemlenmiştir (Frank ve Hallauer, 1997).

Mısırda mor cadı otuna dayanıklılık için genetik parametrelerin hesaplanmasında NOA kullanmışlardır. Bir dayanıklı ve bir hassas ebeveynden oluşturdukları nesil setlerinde bu ota karşı dayanım ile ilgili gözlemler yapmışlardır. Araştırma sonuçları farklı nesillerde mor cadı otuna karşı dayanıklılıkla ilgili değişik tepkiler olduğu gözlemlenmiştir. Dominant gen etkilerinin mor cadı otuna dayanıklılık konusunda önemli bir rol oynadığı ve allelik olmayan gen etkilerinin de bu bitkiye karşı toleransı kontol ettiği belirlenmiştir (Mbogo, Dida ve Owuor, 2015).

Cin mısırda verim ve verim kompanentleri üzerine gen etkilerinin tespiti amacıyla NOA' dan yararlanmışlardır. Dört farklı ailenin materyal olarak kullanıldığı çalışmada koçan çapı, koçan boyu, tane verimi için dominans gen etkileri önemli bulunurken, eklemeli etkiler tanelenme oranı için negatif ve önemsiz bulunmuştur. Tane verimi için komplimenter gen etkisi ve çift epistatik gözlenmiştir. Kullanılan materyallerin hibrit mısır ıslahı programlarında tane verimi ve ilgili özellikleri geliştirmek için uygun olduğu belirtilmiştir (Noor, Fahad, Rahman, Shahwar, Yasir, Alam, Ullah, Adnan, Jamal, Wahid ve Ali, 2018).

Mısırda tane veriminin kalıtımını incelemek için NOA kullanmış ve altı ebeveynle onbeş farklı melez oluşturarak verim, yüz tane ağırlığı ve sırada tane sayısı üzerine ölçümler yapmışlardır. Araştırma sonuçları incelenen tüm özelliklerin eklemeli olmayan gen etkileri tarafından kontrol edildiğini göstermiştir. Eklemeli × eklemeli etkilerin tane verimi için önemli bulunduğu araştırmada çift epistatiğin olduğu gözlemlenmiştir (Haq, Ajmal, Kamal, Khanum, Siddique ve Kiani, 2013).

İran'da 2014-2015 yetiştirme sezonunda yürütülen çalışmada B73 ve Mo17 hatları ile oluşturdukları altı nesillik ıslah setinde kuraklık stresinin verim ve bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisini NOA ile irdelemişlerdir. Araştırma bulguları tane verimi, bitki boyu ve yaprak su içeriğinin kalıtımı üzerine dominans ve epistatik interaksiyonların rol oynadığı, yüz tane ağırlığının başlıca eklemeli ve dominans gen etkilerinin kontrolünde olduğunu rapor etmişlerdir. Kalıtım derecesi, dominanslık düzeyi ve heterosisin incelenen çoğu özellik için kabul edilebilir aralıkta ve önemli olduğunu bildirmişlerdir. (Moharramnejad, Valizadeh ve Emaratpardaz, 2018).

Altı farklı ebeveyn ile altı nesillik bir ıslah setinde verim ve tane yağ oranı ile ilgili kalıtımı NOA kullanarak ele almıştır. Çalışma sonuçları tane verimi ve yağ içeriği için aileler ve nesiller bakımından önemli farklar olduğunu göstermiştir. Yağ içeriğinin başlıca eklemeli genler tarafından kontrol edildiğini ve kullanılan ailelerden bazılarının verimle birlikte yağ oranlarının geliştirilebileceğini belirlemişlerdir (Kahrıman ve diğerleri, 2015).

Üç farklı ebeveyn ile (B73, Mo17, K74/1) oluşturdukları iki meleze ait NOA'ne uygun ıslah setinde üç farklı ekim sıklığında tek bitki verimi ve koçan özelliklerinin yanı sıra bazı bitkisel özelliklerin kalıtımını incelemişlerdir. Araştırma bulguları incelenen özelliklerin büyük kısmında eklemeli ve dominans etkilerin önemli olduğunu göstermiştir. Epistatik interaksiyonlar üç ekim sıklığında her iki melez için dokuz özellik için önemli bulunmuştur. Ekim sıklığının eklemeli ve dominans gen etkilerinden ziyade epistatik interaksiyonların değişimine neden olduğu belirlenmiştir (Azizi ve diğerleri, 2006).

Mısır tanesinde önemli mikro elementlerden olan demir ve çinko içeriğinin kalıtımını NOA ile incelemiştir. Araştırmada bu özellikler bakımından birbirine zıt dört ebeveyn kullanılarak iki farklı melez kombinasyona ait altı farklı nesili materyal olarak oluşturulmuştur. Eklemeli gen etkilerini tanede demir içeriği için dominans etkilerden yüksek bulunurken, çinko içeriği için dominans etkiler daha baskın bulunmuştur. Epistatik interaksiyonlar içerisinde demir içeriği için eklemeli+dominans, çinko içeriği için ise eklemeli+eklemeli etkiler öne çıkmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tekrarlamalı seleksiyona dayalı popülasyon geliştirme programlarının tanede demir ve çinko

konsantrasyonunun arttırılmasına imkân vereceği belirtilmiştir (Chakraborti ve diğerleri, 2010).

BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada 4 farklı ebeveyn ile oluşturulan 6 farklı melez kombinasyonun farklı nesillerine ait materyaller tohumluk olarak kullanılmıştır. Söz konusu materyaller Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümünde 2015 ve 2016 yıllarında yürütülen tohumluk denemelerinde hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller hakkında genel bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur. Tohumluk setini oluşturmak amacıyla kullanılan ebeveynlerden Q2 opak tane yapısına sahip ve protein kalitesi bakımından nitelikli bir hattır. IHO ve IHP Illinois Uzun Süreli Seleksiyon çalışmasının 70. nesiline ait hatlardır ve sırasıyla yüksek yağ ve yüksek protein içeriğine sahiptirler. PR antosiyanin içeriği yüksek hattır. Bu hatlarınla oluşturulan deneme materyali Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1
Tezde kullanılan tohumluk materyaller

P1	P2	F1	F2	GM1	GM2
Q2	IHO	Q2×IHO	Q2×IHO	(Q2×IHO) ×Q2	(Q2×IHO) ×IHO
Q2	IHP	Q2×IHP	Q2×IHP	(Q2×IHP) ×Q2	(Q2×IHP) ×IHP
Q2	PR	Q2×PR	Q2×PR	(Q2×PR) ×Q2	(Q2×PR) ×PR
IHO	IHP	IHO×IHP	IHO×IHP	(IHO ×IHP)	(IHO×IHP) ×IHP
IHO	PR	IHO×PR	IHO×PR	(IHO×PR) ×IHO	(IHO×PR) ×PR
IHP	PR	IHP×PR	IHP×PR	(IHP×PR) ×IHO	(IHP×PR) ×PR

3.2. Tarla Denemesi

Tarla denemesi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çiftliği, Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi'nde tesadüf blokları deneme tertibine uygun şekilde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan materyallerden ebeveynler ve hibritler 2 sıralı parsellere, F1'ler ve gerimelezler 4 sıralı parsellere Mayıs ayının ilk haftasında ekilmiştir. Ekim sıklığı 70×20 cm olacak şekilde ayarlanmıştır ve dekara yaklaşık 7140 bitki hedeflenerek ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Çıkışın garanti altına alınması için her sıraya iki katı tohum atılmıştır ve çıkış sonrası bitkiler 15-20 cm olduğunda seyreltme yapılmıştır. Sulama damla sulama sistemi ile bitkilerin su ihtiyaçları ve toprak yapısı dikkate alınarak yapılmıştır. Deneme alanının toprak özellikleri bakımından organik maddece fakir, potasyum bakımından yeterli, hafif alkali, tuzsuz ve orta kireçli bir yapıya sahiptir (Tablo 2). Gübreleme toprak analizi sonuçlarına göre damla sulama ile birlikte yapılmıştır. İlk

sulamadan itibaren çiçeklenme zamanına kadar hesaplanan azot eşit miktarda, fosfor ve potasyum ise ekimin ardından yapılan ilk ve ikinci sulamada verilmiştir. Deneme alanı iklim özellikleri bakımından mısır yetiştiriciliğine uygun ve Çanakkale ilinin uzun yıllar iklim değerlerine yakın değerler sergilemiştir (Tablo 3).

Tablo 2
Deneme alanının genel toprak özellikleri

pH	EC (mS cm-1)	Kireç (%)	Organik Madde	P (kg da -1)	K (kg da -1)
8,21	0,53	10,2	1,22	1,8	57
Hafif Alkali	Tuzsuz	Orta Kireçli	Az	Az	Yeterli

Tablo 3
Deneme alanının iklim özellikleri

İklim	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ortalama	19,6	23,2	26,5	27,1	22,0	17,5
En	24,3	28,3	31,5	32,3	26,8	21,1
En Düşük	15,9	19,1	21,6	22,7	18,0	14,6
Ortalama	70,1	63,9	59,6	56,5	63,2	72,5
Toplam	30,7	17,8	16,1	0,0	71,5	51,1

Deneme materyallerinin tane kalite özellikleri bakımından doğru şekilde değerlendirilebilmesi için kontrollü tozlama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla çiçeklenme zamanında tarla kontrolleri yapılmıştır ve parsellerin orta kısmından tesadüfi olarak seçilecek bitkilerin koçanları koruma altına alınmıştır. Tozlama işlemi sabah saatlerinde (8:00-10:00) arasında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla bir gün öncesinden konulan tepe püskülü kağıtlarında toplanan polenler tam korumalı olarak aynı bitkilerin koçanlarına aktarılmıştır (Anonim, 2016). Çalışmada genetik analizlerden güvenli sonuçlar elde edilebilmesi için varyasyonun az olduğu ebeveyn hatlar ve F1 neslinde her genotip için 10'ar adet, F2 nesli için 60 adet, geri melez nesilleri için ise 30'ar adet örnek üzerinde çalışılmıştır. Bu sayıları tutturabilmek için hasata kadar geçen sürede bitki ve koçan kaybı düşünülerek tozlama işleminde ebeveyn hatlarda en az 15, F2 nesillerinde 70, geri melez nesillerinde ise 40 adet bitki kontrollü olarak tozlandırılmıştır.

Bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde elle hasat yapılmıştır ve her materyale ait kendilenmiş koçanlar toplanarak file torbalara alınmıştır. Hasatta ebeveyn hatlar ve F1 neslinde her genotip için 10'ar adet, F2 nesli için 60 adet, geri melez nesilleri için ise 30'ar adet örnek alınmıştır. Böylelikle 10 ebeveyn ve hibrit genotip için 100 adet, 6 farklı F2 nesli için 360 adet, geri melez nesilleri için 360 adet olmak üzere toplamda 820 adet örnek

alınmıştır. Toplanan örnekler laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere hazırlanana kadar +5 C'de muhafaza edilmiştir.

3.3. İncelenen Özellikler

Tarla denemelerinden alınan örnekler öncelikle tanelenmiştir ve her koçana ait örnekler hava geçirmez torbalar içerisinde muhafaza edilmiştir. Açıkta tozlanmaya bırakılmış koçan örneklerinden tek bitki verimi, kontrollü tozlama örneklerinden ise tane içeriğine yönelik ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla kontrollü tozlama örnekleri taneleme işleminin ardından örnekler laboratuvar tipi değirmende 0,5 mm elek çapında homojen bir şekilde öğütülmüştür. Öğütülen örnekler laboratuvar analizlerinde kullanılmak üzere muhafaza edilmiştir. Çalışmada incelenen özellikler ile ilgili uygulanan yöntemler ve referansları aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. Tek Bitki Verimi

Tek bitki veriminin tespiti için tarla denemelerinde açıkta tozlamaya bırakılmış koçan örnekleri tanelenmiştir ve ardından örneklerin ağırlıkları alınarak tek bitki verimleri TTSM (2010) klavuzuna uygun olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Yağ Oranı

Örneklerin yağ içerikleri NIR spektroskopi cihazında birimimizde geliştirilen lokal kalibrasyon modeli kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.3. Protein Oranı

Örneklerin protein içerikleri NIR spektroskopi cihazında birimimizde geliştirilen lokal kalibrasyon modeli kullanılarak belirlenmiştir (Egesel ve Kahrıman, 2012).

3.3.4. Oleik Asit İçeriği

NIR cihazında analiz edilen öğütülmüş örneklerden yağ çıkarma işlemi örneklerin dietil eter içerisinde bekletilmesi ve sonrasında solvent-örnek karışımının evaporatörde ayrılması ile gerçekleştirilmiştir. Yağ örnekleri NIR cihazında analiz edilmiş ve örneklerin oleik asit, linoleik asit, toplam tekli doymamış yağ asiti (MUFA) ve toplam çoklu doymamış yağ asiti miktarları (PUFA) tespit edilmiştir. Bu tespitler birimimizde daha önceki çalışmalarda geliştirilen NIR kalibrasyon modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Egesel ve diğerleri, 2015).

3.3.5. Lisin İçeriği

Örneklerin lisin içerikleri Galicia, Nurit, Rosales ve Palacios-Rojas, (2009) tarafından geliştirilen yönteme uygun olarak analiz edilmiştir. Lisin analizinde 100 mg yağı çıkarılmış örnek 15 mL'lik falkon tüpüne alınmıştır. Örneklerin üzerine 5 mL papain çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 64 °C'ye ayarlanmış etüvde 16 saat süresince tutulmuştur ve inkübasyona alındıktan bir saat sonra ve etüvden alınmadan bir saat önce vortekslenmiştir. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler, 2500 rmp'de 5 dakika santrifüjlenmiştir ve üst fazdan 1 mL temiz bir tüpe aktarılmıştır. Bu tüplerin her birine 0,5 mL karbonat tampon çözeltisi ile 0,5 mL bakır fosfat solusyonu ilave edilmiştir. Sonrasında 5 çalkalamanın arından 5 dk 2000 rpm santrifüjleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Üst fazdan alınan 1 mL supernatant bir cam tüpe aktarılmış ve üzerine 0,1 mL 2-Chloro-3,5-dinitro-pyridine eklendikten sonra örnekler vortekslenmiştir. Örnekler oda sıcaklığında 2 saat bekletilmiş ve bu süre zarfında 30 dk'da bir çalkalanmışlardır. Her örnek tüpüne 5 mL 1,2 N HCI ilave edilip vortekslendikten sonra 5 mL ethyl-acetate eklenmiştir. Tüpler en az 10 kez alt üst edilerek faz ayrımı için beklenmiş, sonrasında üst faz aspire edilerek uzaklaştırılmıştır. Alt fazdan alınan 3 mL solusyonun absorbans değeri 390 nm'ye ayarlanmış UV-VIS spektrofotometrede (PG Instrument, İngiltere) kaydedilmiştir. Lisin standardı kullanılarak hazırlanan kurve yardımıyla örneklerin lisin içerikleri hesaplanmıştır.

3.3.6. Triptofan İçeriği

Örneklerin triptofan içerikleri Galicia, Nurit, Rosales ve Palacios-Rojas, (2009) tarafından geliştirilen analiz metoduna uygun olarak belirlenmiştir. Bu amaçla yağı çıkarılmış 80 mg numune 15 mL'lik falkon tüpüne alınmış ve üzerine 3 mL papain çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler 64 °C'ye ayarlanmış etüvde 16 saat süresince inkubasyona tabi tutulmuştur. İnkubasyona alındıktan bir saat sonra ve etüvden çıkarılmadan bir saat önce vortekslenerek karışmaları sağlanmıştır. Oda sıcaklığına kadar soğutulan örnekler, 3600 rpm'de 5 dk santrifüjlenmiştir ve üst faz dan 1 mL'lik bir kısım temiz bir tüpe alınmıştır. Sonrasında üzerine 3 mL koroimetrik solusyon eklenmiş ve vortekslenerek 64 °C'ye ayarlanmış etüvde 30 dk bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve UV-VIS spectrofotometre kullanılarak 560 nm'de absorbans değerleri kaydedilmiştir. Tirptofan standardı kullanılarak hazırlanan kalibrasyon kurvesi yardımıyla örneklerin triptofan içerikleri hesaplanmıştır.

3.3.7. Toplam Karotenoid İçeriği

Karotenoid analizleri Rodriguez-Amaya ve Kimura (2004) tarafından geliştirilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde her örnekten 2 g cam tüp içerisine tartılmıştır ve bu tüpe 5 mL saf su konulduktan sonra örnekler bir gece 4 °C'de bekletilmiştir. Ertesi gün örneklerin üzerine 15 mL saf aseton (iki kez) ve 25 mL aseton: hekzan (bir kez) solüsyonları eklenerek 2 dk boyunca çalkalanmıştır. Her muamele sonrasında oluşan sıvı faz ayırma hunisine konulmuş ve üzerine 300 mL soğuk su eklenmek suretiyle faz ayrımı sağlanmıştır. Ayırma hunisinde oluşan üst faz 25 mL'lik ölçü balonuna aktarılmış ve toplam hacim soğuk hekzan ile tamamlanmıştır. Bu örnekten 3 mL alınarak kuvartz küvete konulmuş ve önceden şartlandırılmış UV-VIS spektrofotometre (PG Instrument, England) kullanılarak 450 nm'de absorbans değeri (A1) kayıt altına alınmıştır. Örneklerin karotenoid içerikleri Rodriguez-Amaya ve Kimura (2004) tarafından önerilen formüle göre hesaplanmıştır.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistik Analizler

3.4.1. Nesil Ortalama Analizi

Ölçüm alınan özellikler ile ilgili verilerin analizinde SAS V8 paket programında (SAS Institute, 1999) geliştirilmiş iki farklı makrodan (Gusmini ve Wehner, 2003) yararlanılmıştır. Bu makrolar NOA yapılmasına imkân veren program eklentileridir. Kullanılan makrolarda aşağıdaki parametreler hakkında tespitler yapılmıştır.

Varyans Bileşenleri: Varyans bileşenleri aşağıdaki formüllere göre tespit edilmiştir.

$$Eklemeli\ Varyans\ (VarA) = 2 * VarF2 - VarBCa - VarBcb \quad (3.1)$$

$$Fenotipik\ Varyans\ (VarP) = VarF2 \quad (3.2)$$

$$Genotipik\ Varyans\ (VarG) = VarP - VarE \quad (3.3)$$

$$Dominans\ Varyans\ (VarD) = VarG - VarA \quad (3.4)$$

Formüllerde; VarA eklemeli varyansı, VarE çevresel varyansı, VarP fenotipik yani toplam varyansı, VarG genotipik varyansı, VarD dominans varyansı göstermektedir. Bu bileşenleri hesaplamak için farklı nesillerde hesaplanan varyanslardan yararlanılmıştır.

Formülllerde VarF2 F2 nesline ait varyansı, VarBca ve VarBcb gerimelezlere ait varyansları göstermektedir.

Kalıtım Dereceleri: Geniş (H2) ve dar (h2) anlamda kalıtım derecesinin tahmini için genetik varyansın toplam varyans içerisindeki payı ve eklemeli varyansın toplam varyans içerisindeki payı hesaplanmıştır. Her bir kombinasyon ve özellik için bu hesaplama makro vasıtasıyla ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

$$Geniş\ Anlamda\ Kalıtım\ Derecesi\ (H^2) = \frac{VarG}{VarP} \quad (3.5)$$

$$Dar\ Anlamda\ Kalıtım\ Derecesi\ (h^2) = \frac{VarA}{VarP} \quad (3.6)$$

Gen Etkilerinin Tahmini: İncelenen özelliklerde eklemeli (a), dominans (d) ve epistatik interaksiyonlara (aa+ad+dd) ilişkin tahminlemeler yapılmıştır ve gen etkilerine ilişkin hesaplamalar aşağıdaki formüllere göre gerçekleştirilmiştir.

$$Ortalama\ (m) = mF2 \quad (3.7)$$

$$Eklemeli\ Etki\ (a) = mbca - mbcb \quad (3.8)$$

$$Dominans\ Etki\ (d) = (-0.5 * \text{mpa}) - (0.5 * \text{mpb}) + \text{mf1} - (4 * \text{mf2}) + (2 * \text{mbca}) + (2 * \text{mbcb}) \quad (3.9)$$

$$Eklemeli + Eklemeli\ Epistatis\ (aa) = -(4 * \text{mf2}) + (2 * \text{mbca}) + (2 * \text{mbcb}) \quad (3.10)$$

$$Eklemeli + Dominans\ Epistatis\ (ad) = (-0.5 * \text{mpa}) + (0.5 * \text{mpb}) + \text{mbca} - \text{mbcb} \quad (3.11)$$

Formüllerde; mF2 F2 nesline ait ortalamayı, mpa ana ebevyn ortalamasını, mpb baba ebeveyn ortalamasını, mf1 F1 nesline ait ortalamayı, mbca ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, mbcb baba ebevynle yapılan gerimelez ortalamasını göstermektedir.

NOA'nde hesaplanan gen etkilerinin işaretleri ve önemlilik durumlarına göre incelenen özelliğin kalıtımında rol oynayan alleller hakkında değerlendirmeler yapılabilmektedir. Eklemeli etkilerin işareti P1 olarak seçilen ebeveyn ile ilişkilidir (Cukadar-Olmedo ve Miller, 1997). Eklemeli etkilerin negatif işarete sahip olması birinci ebeveynin ikinci ebeveynden daha düşük ortalamaya sahip olduğunu gösterirken, bu etkinin pozitif yönde olması birinci ebeveynin daha yüksek ortalamaya sahip olduğunu göstermektedir.

Negatif dominans (d) etkiler dominant fenotipin olumsuz etkiye sahip allelleri bulundurduğunu, tam tersine pozitif yönde dominans etkiler ise olumlu allellerin dominant fenotipte bir araya geldiğine işaret etmektedir.

Epistatik interaksiyonlardan dominans+dominans ile dominans etkiler için hesaplanan değerin işaretleri eş olduğunda komplimenter epistasis olduğu, zıt olduğunda ise duplike epistasis olduğu kabul edilmedilmektedir (Mather ve Jinks, 1982).

Epistatik interaksiyonlardan eklemeli+eklemeli etkilerin negatif ya da pozitif önde işarete sahip olması ebeveynlerde allel dağılımları hakkında bilgi vermektedir. Şayet a+a etkisinin işareti negatif ve önemli bulunmuş ise, ebeveynlerde allelik dağılımların eşit olduğuna, pozitif ise istenen allelerin bir ebeveynde yoğunlaştığına işaret etmektedir (Mather ve Jinks, 1982).

Seleksiyonla Sağlanabilecek Teorik İlerleme: Kalıtım derecesi ve seleksiyon sabiti yardımıyla her bir kombinasyon için incelenen her özellikte seleksiyonla sağlanabilecek ilerleme aşağıdaki formüle göre tespit edilmiştir.

$$Genetik\ İlerleme\ (Gİ\%5) = 2.06 * h^2 * \sqrt{VarF2} \qquad (3.13)$$

NOA'nden elde edilen sonuçlar dikkate alınarak kullanılan materyalde seleksiyona uygun popülasyonlar tespit edilmiştir. Özelliklerde rol oynayan gen etkisi ve özelliğe ait kalıtım derecesi dikkate alınarak hangi ıslah yönteminin kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. İleriki çalışmalarda kullanılması uygun bulunan her bir materyal için özelliklere göre değerlendirmeler yapılmıştır ve birden fazla özellik için ıslah çalışmalarında kullanım potansiyeli bulunan materyaller belirlenmeye çalışılmıştır.

3.4.2. Heterosis ve Heterobeltiosis Hesaplamaları

Çalışmada incelenen her özellik için tüm veriler üzerinden ve ailelere göre ayrı ayrı olmak üzere F1 neslinde heterosis ve heterobeltiosis değerleri Falconer ve Mackay (1996) tarafından önerilen formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Anaç\ Ortalamalarına\ Göre\ Heterosis\ (AOH) = \frac{(F1-AO)}{F1} x100 \qquad (3.14)$$

$$Üstün\ Anaca\ Göre\ Heterosis\ (ÜAH) = \frac{(F1-ÜAO)}{F1} x100 \qquad (3.15)$$

Bu formüllerde F1, F1 nesline ait ortalamayı, AO, anaç ortalamasını, ÜAO, üstün anaca ait değeri göstermektedir. Heterosis ve heterobeltiosis hesaplamaları F1 ve ebeveyn ortalamaları üzerinden hesaplanmıştır.

3.4.3. Korelasyon Analizleri

Korelasyon analizlerinde incelenen özellikler arası ilişkiler tüm veri setleri üzerinden ve ailelere göre ayrı ayrı irdelenmiştir. Bu analizlerde SAS V8 programında Proc CORR komutu kullanılmış ve Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (SAS Institute, 1999). Analiz sonuçları çizelgeler halinde sunulmuş ve korelasyonun katsayılarının önemlilik düzeyleri de çizelgeler üzerinde gösterilmiştir. Bu analizlerin yapılmasının temel amacı incelenen özellikler arasındaki ilişkilerin ailelere göre değişip değişmediğini ortaya koymaktır.

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tek Bitki Verimi

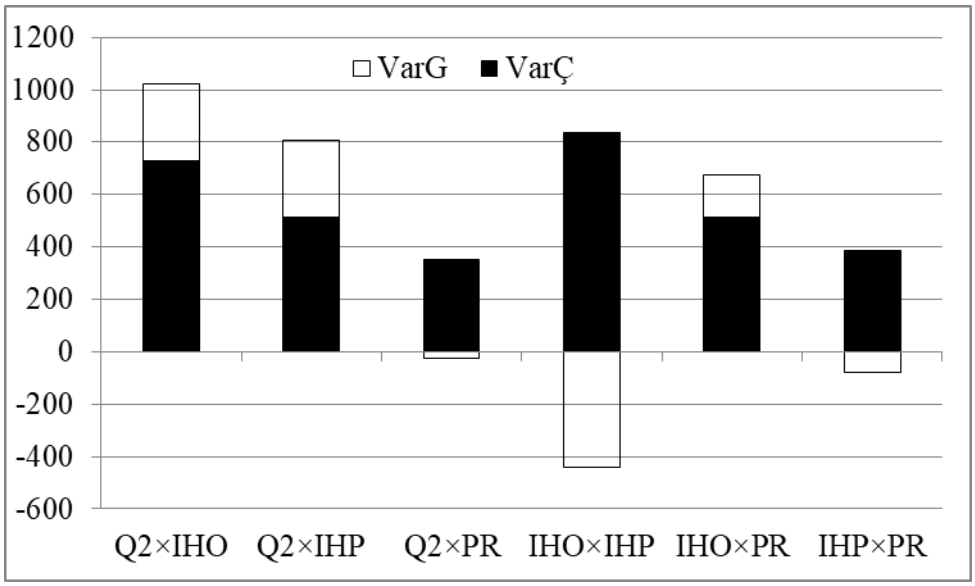
Denemeye alınan ailelerde tek bitki verimi bakımından önemli bir değişim tespit edilmiştir. Tek bitki verimi ebeveynlerde 27,9 ile 93,4 gr arasında değişim göstermiştir. F1 nesillerine ait ortalamalar 56,1 ile 114 gr arasında iken, F2 nesillerine ait ortalamalar 48,4 ve 90,1 gr arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalardaki değişim (56,3 ve 134 gr) baba ebeveynle oluşturulan geri melezlerdeki değişimle (49,8 ve 98,8 gr) benzerlik Tablo 4'de göstermiştir. Geri melezlemenin tekrarlanan anacın özelliklerini artırdığını bildirmiştir (Gonzalez ve diğerleri, 2014). Çalışmamızda geri melez döllerinde ortaya çıkan değişimler bu etki ile ilişkilendirilebilir.

Tablo 4
Ailelerin nesillerine ait tek bitki verimi ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	93,4	49,3	103	67,3	86,5	98,8
Q2×IHP	93,4	27,9	114	90,1	134	76,4
Q2×PR	93,4	34,9	101	68,1	105	63,3
IHO×IHP	49,3	27,9	94,3	62,5	94,6	81,0
IHO×PR	49,3	34,9	86,9	85,5	85,0	79,4
IHP×PR	27,9	34,9	56,1	48,4	56,3	49,8

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 1'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin 3'ünde tek bitki verimi için genetik varyans pozitif yönde hesaplanmıştır. Q2×PR, IHO×IHP ve IHP×PR'de ise çevresel varyans pozitif yönde, genotipik varyans ise negatif yönde bulunmuştur. Pozitif yönde genetik varyans hesaplanan ailelerde tek bitki verimi değişiminin genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle seleksiyona uygun olabileceği ön görülebilir.



Şekil 1. Tek bitki verimi için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Tek bitki verimi ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 5'de izlenmektedir. Kullanılan 6 aileden 2'sinde eklemeli etkilerin, 4'ünde dominans etkilerin, 2'sinde eklemeli + eklemeli etkilerin, 1'inde dominans + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Eklemeli + dominans etkiler ise hiçbir ailede etki göstermemiştir. Bu bulgulara dayanarak tek bitki veriminde ailelere göre gen etkilerinin değişim gösterdiği söylenebilir. Kahrıman ve Egesel (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada tek bitki verimi üzerine dominans gen etkilerinin kontrolünde olduğu görülmüştür. Obeng-Bio, Badu-Apraku, Ifie, Danquah, Blay ve Annor (2019) tarafından yürütülen araştırmada ise tek bitki veriminin eklemeli olmayan genlerden daha çok eklemeli genlerin kontrolünde olduğu bildirilmiştir. Eklemeli etkilerin işareti ve önemlilik durumlarına göre, Q2×IHO'da ana ebeveyn olarak kullanılan genotipin baba ebeveynden daha düşük verim ortalamasına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dominans etkilerin işaretine göre tüm ailelerde olumlu allellerin dominant fenotipte bir araya geldiği anlaşılmaktadır. Tüm ailelerde bitki verimi için duplike epistasis gözlenmiştir. Son olarak eklemeli + eklemeli etkilerin Q2×IHO ve IHO×IHP ailelerinde pozitif yönde ve önemli bulunması bu aileler için tek bitki verimine ilişkin istenen allelerin tek bir ebeveynde yoğunlaştığına işaret etmektedir. Dar anlamda kalıtım derecesi IHP×PR dışında negatif bulunmuştur. Materyal olarak kullanılan ailelerde seleksiyonla -64,8 gr ile 1,2 gr arasında ilerleme sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte epistatik etkiler ve eklemeli olmayan etkilerin önemli bulunduğu ailelerde gen etkilerinin değerlendirilmesi için, bu ailelerle lokasyonlu çalışmaların yürütülmesi uygun olacaktır.

Tablo 5
Tek bitki veriminde ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	67,32**	-12,3	133,1*	101,2*	-34,4	-122,7	0,28	-0,29	-19,1
Q2×IHP	90,11**	57,8**	114,5*	60,9	25,0	-132,6	0,37	-0,27	-16,1
Q2×PR	68,08**	41,8**	101,8*	64,5	12,6	-70,16	-0,07	-4,35	-162
IHO×IHP	62,52**	13,54	156,8**	101,1**	2,84	-186,4*	-1,12	-0,99	-40,6
IHO×PR	85,45**	5,57	31,9	-12,9	-1,61	-57,99	0,24	-1,21	-64,8
IHP×PR	48,44**	6,51	43,4	18,6	10,0	-55,91	-0,26	0,03	1,2

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominans gen etkisini, dd: Dominans+Dominans gen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir

4.2. Yağ Oranı

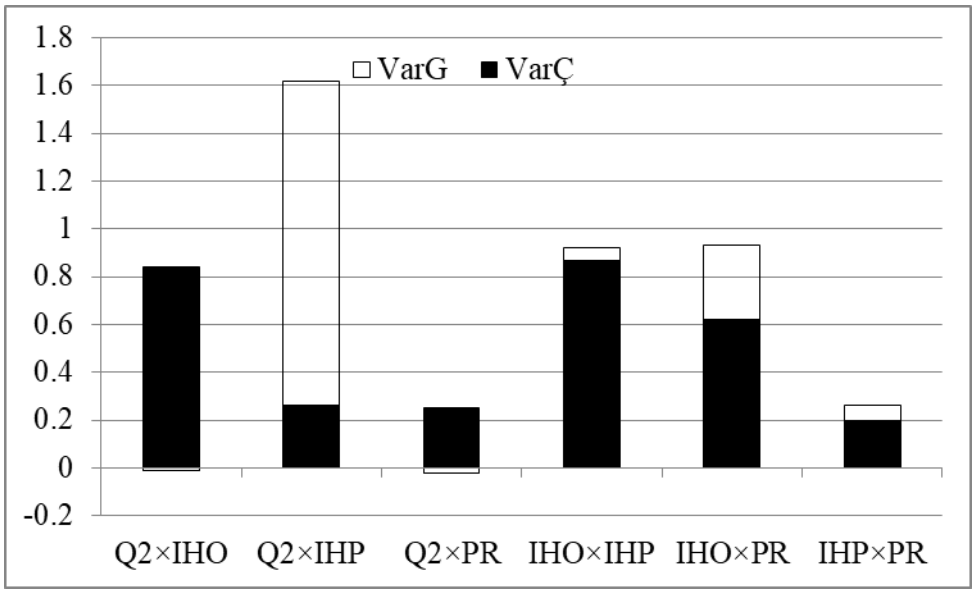
Kullanılan materyalde yağ oranı bakımından önemli bir değişim tespit edilmiştir. Yağ oranı ebeveynlerde 4,0 ile 10,9 arasında değişim gösterirken, F1 nesillerine ait ortalamalar 3,9 ile 7,5 arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar 3,9 ile 7,7 arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 4,1 ile 9,7 arasında baba ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 3,9 ile 8,8 arasında bulunmuştur.

Tablo 6
Ailelerin nesillerine ait yağ oranı ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	4,1	10,9	6,7	5,7	4,7	8,8
Q2×IHP	4,1	4,3	4,2	4,6	4,4	5,2
Q2×PR	4,1	4,0	4,2	3,9	4,5	3,9
IHO×IHP	10,9	4,3	7,1	7,7	8,6	6,7
IHO×PR	9,4	4,0	7,5	7,4	9,7	4,9
IHP×PR	4,3	4,0	3,9	4,3	4,1	4,3

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 2'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde yağ oranı için pozitif yönde çevresel varyans hesaplanmıştır. Q2×IHO ve Q2×PR'de genotipik varyans negatif yönde, diğer ailelerde ise genetik varyans pozitif yönde bulunmuştur. Pozitif yönde genetik varyans hesaplanan ailelerde yağ oranı değişiminin genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle seleksiyona uygun olabileceği ön görülebilir.



Şekil 2. Yağ oranı için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Yağ oranı ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 7'de görülmektedir. Kullanılan 6 aileden 4'ünde eklemeli etkilerin, 1'inde dominans etkilerin, 2'sinde eklemeli + eklemeli etkilerin, 2'sinde eklemeli + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Dominans + dominans etkilerin ise hiçbir ailede etkili olmadığı görülmüştür. Bu bulgular yağ oranı için gen etkilerinin ailelere göre değişkenlik gösterdiğine işaret etmektedir. Hesaplanan parametreler doğrultusunda, yağ oranının eklemeli, dominans ve epistatik interaksiyonların kontrolünde olduğu görülmektedir. Yağ oranının ekelemeli gen etkilerinin kontrolünde olduğu ve bu özelliğin yüksek kalıtım derecesine sahip olduğu bildirilmiştir (Kahrıman ve Egesel, 2017). Eklemeli etkilerin üç ailede (Q2×IHO, Q2×IHP ve IHP×PR) negatif, üç ailede (Q2×PR, IHO×IHP ve IHO×PR) pozitif yönde olduğu görülmüştür. Bu ailelerden negatif etkiye sahip olanlar için ana ebeveyn, baba ebeveynden daha düşük yağ oranına sahipken, pozitif etkiye sahip olan ailelerde baba ebeveyn, ana ebeveynden daha yüksek yağ oranına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dominans etkilerin işaretlerine göre, dört ailede (Q2×IHO, Q2×IHP, Q2×PR ve IHO×PR) yağ oranını artırıcı allellerin dominant fenotipte bir araya geldiği, diğer iki ailede (IHO×IHP, IHP×PR) ise yağ oranı üzerine negatif etkisi olan allelllerin dominant fenotipte toplandığı görülmektedir. Q2×IHO, Q2×IHP Q2×PR, IHO×PR'te duplike epistasi IHO×IHP ve IHP×PR'de komplimenter epistasi olduğu saptanmıştır. Eklemeli + eklemeli etkilerin işaretleri ve önemlilik durumu dikkate alındığında, Q2×IHO, Q2×IHP ve Q2×PR'de istenen allellerin bir ebeveynde toplandığı ve kalan diğer ailelerde ise yağ oranını artırıcı allellerin ebeynler arasında paylaşıldığı anlaşılmıştır. Materyal olarak kullanılan ailelerde seleksiyonla -0,6 g ile 4,2 g arasında

ilerleme sağlanabileceği tespit edilmiştir. Epistatik interaksiyonlar nedeniyle ortaya çıkan değişimin fiske edilmesi için geri melezleme yoluyla allel frekanslarının değiştirilmesi gerekli olabilir.

Tablo 7
Yağ oranı ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	5,72**	-4,11**	3,37*	4,16**	-0,72	-2,61	-0,01	0,46	0,9
Q2×IHP	4,56**	-0,73	0,85	0,93	-0,63	-3,26	0,84	1,60	4,2
Q2×PR	3,90**	0,64**	1,35	1,22*	0,58	-1,42	-0,07	1,30	1,3
IHO×IHP	7,69**	1,83**	-0,77	-0,22	-1,46*	-0,91	0,05	0,55	1,1
IHO×PR	7,39**	4,79**	0,59	-0,21	2,11**	-0,69	0,33	-0,32	-0,6
IHP×PR	4,28**	-0,25	-0,58	-0,27	-0,41	-0,43	0,22	-0,39	-0,4

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominansgen etkisini, dd: Dominans+Dominansgen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5' lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir.

4.3. Oleik Asit İçeriği

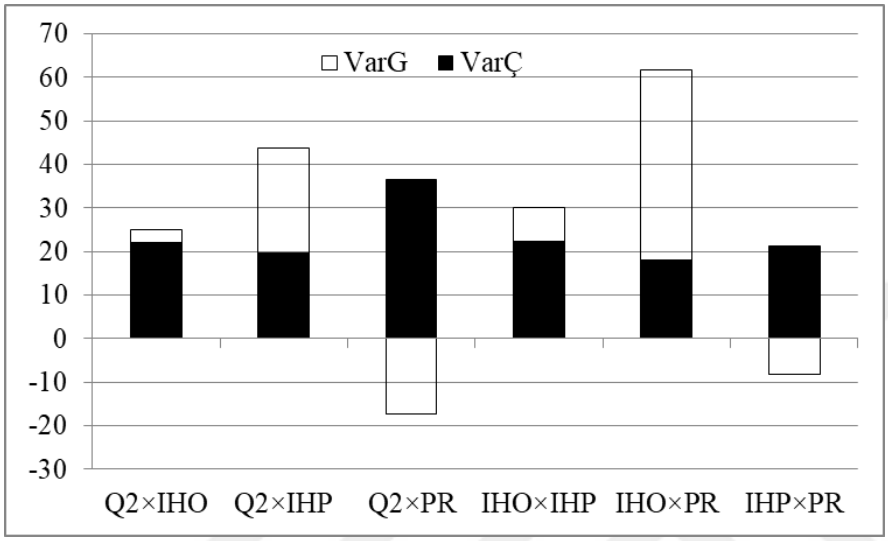
Oleik asit içeriği bakımından önemli bir değişim olduğu saptanmış ve ebeveynlerde oleik asit içeriğinin %25,8 ile %44,3 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. F1 nesillerine ait ortalamalar %22,3 ile %45,7 arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar %26,8 ile %43 arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar %27,6 ile %44,9 arasında hesaplanırken, baba ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar %23,5 ile %44,9 arasında bulunmuştur.

Tablo 8
Ailelerin nesillerine ait oleik asit içeriği ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	33,4	44,3	38,1	32,9	30,3	44,9
Q2×IHP	33,4	31,7	27,3	32,2	37,6	28,9
Q2×PR	33,4	25,8	30,2	26,8	31,8	23,5
IHO×IHP	44,3	31,7	35,0	39,2	36,9	35,0
IHO×PR	38,9	25,8	45,7	43,0	44,0	30,0
IHP×PR	31,7	25,8	22,3	32,4	27,6	27,9

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 3'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde oleik asit içeriği için pozitif yönde çevresel varyans hesaplanmıştır. Q2×PR ve IHP×PR 'da ise genotipik varyans negatif yönde bulunmuştur. Pozitif yönde genetik varyans hesaplanan Q2×IHO, Q2×IHP, IHO×IHP ve IHO×PR'de oleik asit içeriğinin genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle seleksiyona uygun olabileceği ön görülebilir.



Şekil 3. Oleik asit içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Oleik asit içeriği ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 9'da sunulmuştur. Kullanılan 6 aileden 4'ünde eklemeli etkilerin, 1'inde dominans etkilerin 2'sinde eklemeli + eklemeli etkilerin, 1'inde eklemeli + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Dominans + dominans etkilerin ise hiçbir ailede önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu çıkarımlar ışığında oleik asit içeriğindeki değişimin eklemeli etkilerin kontrolünde olduğu belirlenmiştir. Eklemeli (a) gen etkilerine ilişkin hesaplanan değerin işareti dikkate alındığında Q2×IHO ve IHP×PR haricinde diğer ailelerdeki ana ebeveynin baba ebeveynden daha yüksek oleik asit içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Oleik asit içeriği için dominans gen etkilerinin işaretlerine göre Q2×IHP, IHO×IHP ve IHP×PR'de olumsuz allelerin dominant fenotipte olduğu, diğer ailelerde ise olumlu allellerin dominant fenotipte toplandığı anlaşılmaktadır. Q2×IHO, IHO×IHP, IHO×PR ve IHP×PR'da dublike epistasi, diğer ailelerde ise komplimenter epistasis olduğu saptanmıştır. Eklemeli+eklemeli (a+a) etkilere ait işaretlere göre, Q2×IHO, Q2×IHP ve Q2×PR'de oleik asit için istenen alleler tek ebeveynde toplanırken, diğer ailelerde istenen alleller ebeveynler arasında paylaşılmıştır. Materyal olarak kullanılan ailelerde seleksiyonla -8.9 ile 13.6 arasında ilerleme sağlanabileceği tespit edilmiştir. Bununla birlikte epistatik etkiler ve eklemeli

olmayan etkilerin önemli bulunduğu ailelerde gen etkilerine ilişkin sonuçların kapsamlı şekilde değerlendirilmesi için, bu ailelerle lokasyonlu çalışmaların yürütülmesi uygun olacaktır.

Tablo 9
Oleik asit içeriği ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	32,9**	-14,6**	17,92	18,72	-9,11	-15,10	0,12	-0,86	-8,9
Q2×IHP	32,2**	8,69**	-0,93	4,39	7,83*	-17,76	0,55	1,00	13,6
Q2×PR	26,8**	8,27**	3,97	3,38	4,46	5,78	-0,92	1,29	11,6
IHO×IHP	39,2**	1,89	-16,12	-13,11	-4,42	15,52	0,26	-0,04	-0,4
IHO×PR	42,9**	14,01**	-10,6	-23,94*	7,49	32,09	0,71	0,81	13,1
IHP×PR	32,4**	-0,32	-24,8**	-18,28**	-3,27	9,18	-0,64	0,45	3,3

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominans gen etkisini, dd: Dominans+Dominans gen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir.

4.4. Protein Oranı

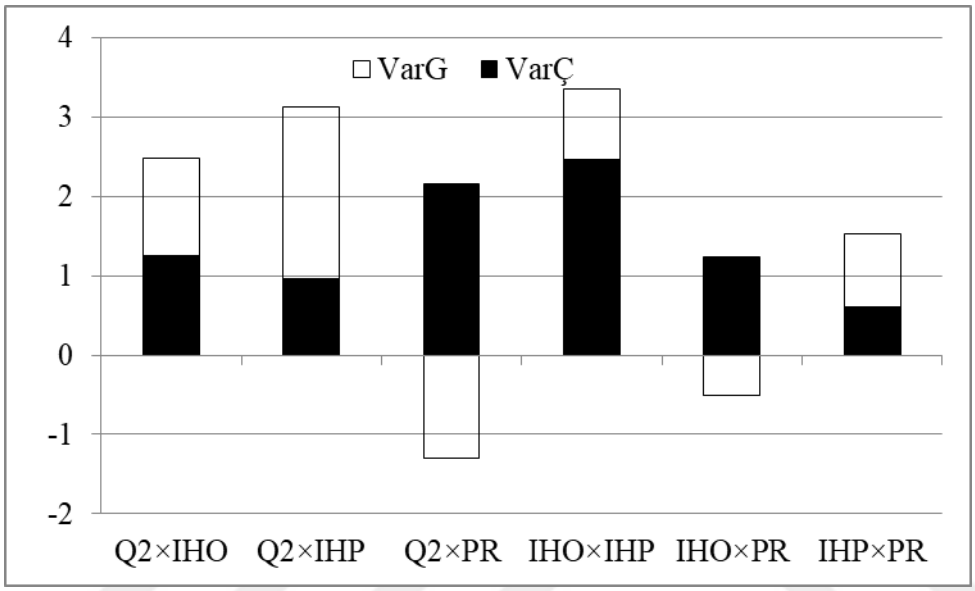
Materyal olarak kullanılan ıslah setinde protein oranı bakımından dikkate değer bir varyasyon olduğu saptanmıştır. Kullanılan ebeveynlerde protein oranı %11,1 ile %17,3 arasında değişim gösterirken, F1 nesillerine ait ortalamalar %10,7 ve %13,3 arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar %10,7 ve %13,3 arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar %9,6 ve %14,4, baba ebeveyn ile oluşturulan geri melezlere ait ortalama değişimden (%10,3 ve %16,3) daha düşük bulunmuştur.

Tablo 10
Ailelerin nesillerine ait protein oranı ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	11,1	12,8	11,4	10,8	10,6	12,1
Q2×IHP	11,1	17,3	13,3	12,7	11,2	15,1
Q2×PR	11,1	11,7	10,7	9,6	10,5	10,3
IHO×IHP	12,8	17,3	12,5	14,4	14,2	16,3
IHO×PR	13,1	11,7	12,4	11,4	12,1	11,0
IHP×PR	17,3	11,7	12,5	12,5	15,2	12,5

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Protein oranına ilişkin NOA'ne dayalı olarak hesaplanan varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 4'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde protein oranı için pozitif yönde çevresel varyans hesaplanmıştır. Q2×PR ve IHO×PR'de ise genotipik varyans negatif yönde bulunurken diğer ailelerde pozitif yönde genetik varyas hesaplanmıştır. Pozitif yönde genetik varyans hesaplanan ailelerde protein oranı genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle seleksiyona uygun olabileceği ön görülebilir.



Şekil 4. Protein içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Protein oranı ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 11'de izlenmektedir. Kullanılan 6 aileden 5'inde eklemeli etkilerin, 2'sinde eklemeli+eklemeli etkilerin, önemli bulunduğu görülmüştür (Tablo 11). Bu bulgulara dayanarak protein oranının eklemeli gen etkilerinin kontrolünde olduğu söylenebilir. Mısırda protein içeriğinin eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edildiği belirtilmiştir (Kahrıman ve Egesel, 2012). Eklemeli etkilerin işaretine göre Q2×PR, IHO×PR ve IHP×PR'de protein oranının ana ebeveynde, baba ebeveynden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Dominans gen etkilerinin işaretine göre, tüm ailelerde protein oranına olumlu etki eden allellerin dominant fenotipte toplandığı görülmüştür. Dominans etkilerle dominans+dominans etkilerin işaretlerinin Q2×IHO, Q2×PR, IHO×IHP ve IHP×PR ailelerinde duplike epistasis olduğunu göstermektedir. Eklemeli+eklemeli etkilerin işaretlerine göre, tüm ailelerde protein oranı için istenen allelerin bir ebeveyde toplandığı görülmüştür. Materyal olarak kullanılan ailelerden Q2×IHO, Q2×IHP, IHO×IHP ve IHP×PR'de seleksiyon ile bir ilerleme sağlanabileceği saptanmıştır.

Tablo 11
Protein oranı ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	10,79**	-1,53*	1,78	2,32	-0,66	-0,98	0,49	0,15	0,5
Q2×IHP	12,71**	-3,96**	0,80	1,72	-0,85	0,72	0,69	1,13	4,1
Q2×PR	9,63**	0,12	2,38	3,05**	0,42	-0,32	-1,51	-0,98	-1,9
IHO×IHP	14,42**	-2,03*	0,81	3,35	0,21	-9,17	0,27	0,04	0,2
IHO×PR	11,36**	1,09*	0,87	0,82	0,40	2,59	-0,72	-1,80	-3,1
IHP×PR	12,49**	2,72**	3,50	5,51**	-0,09	-6,94	0,60	0,32	0,8

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominans gen etkisini, dd: Dominans+Dominans gen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir

4.5. Lisin İçeriği

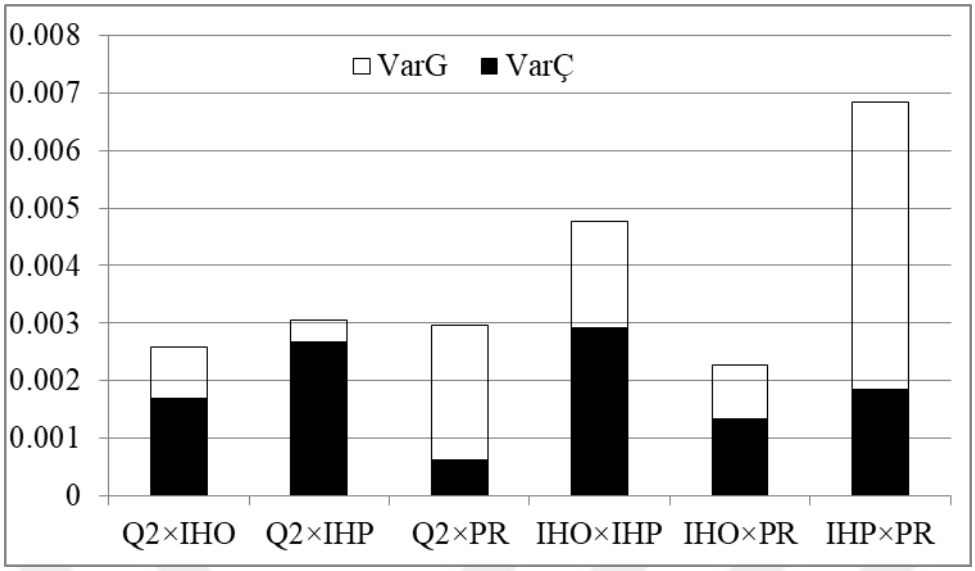
Denemeye alınan ailelerde lisin içeriği bakımından mevcut değişim Tablo 12'de gösterilmiştir. Lisin içeriği ebeveynlerde 0,497 ile 0,701 arasında değişim göstermiştir. F1 nesillerine ait ortalamalar 0,477 ve 0,655 arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar 0,481 ile 0,634 arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 0,480 ve 0,666 arasında bulunmuştur. Baba ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 0,448 ve 0,671 arasında bulunmuştur.

Tablo 12
Ailelerin nesillerine ait lisin içeriği ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	0,548	0,701	0,655	0,582	0,589	0,671
Q2×IHP	0,548	0,539	0,559	0,562	0,553	0,634
Q2×PR	0,548	0,536	0,490	0,481	0,480	0,448
IHO×IHP	0,676	0,546	0,588	0,634	0,663	0,644
IHO×PR	0,683	0,497	0,624	0,575	0,666	0,505
IHP×PR	0,528	0,536	0,477	0,496	0,569	0,534

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 5'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde lisin içeriği için pozitif yönde çevresel varyans ve genotipik varyans hesaplanmıştır. Pozitif yönde genetik varyans hesaplanan ailelerde lisin içeriği genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle lisin içeriği için bu ailelerin seleksiyon çalışmalarına uygun olabileceği ön görülebilir.



Şekil 5. Lisin içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Lisin içeriği ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 13'de izlenmektedir. Kullanılan 6 aileden 4'ünde eklemeli etkilerin, 1'inde dominans etkilerin, 1'inde eklemeli + eklemeli etkilerin, 1'inde eklemeli + dominans etkilerin, 1'inde dominans + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Lisin içeriğinin eklemeli gen etkileri tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Hussaini, Kiani, Kausar, Shah, Ghafoor ve Rabbanti, 2015). Çalışmamızda kullanılan materyalden kaynaklanan nedenlerle gen etkilerinde farklılar meydana gelmiş olabilir. Eklemeli gen etkilerinin işaretlerine göre Q2×IHO ve Q2×IHP'de ana ebeveyn olarak kullanılan ebeveynin baba ebeveynden daha düşük ortalamaya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Dominans etkilerin işaretlerine göre, Q2×PR dışında diğer ailelerde lisin içeriği için olumlu allellerin dominant fenotipte toplandığı görülmüştür. Dominans ve dominans+dominans etkilerin IHO×PR'de eş işarete sahip olması bu ailede komplimenter epistasis olduğunu, diğer ailelerde ise duplike epistasis olduğunu göstermektedir. Eklemeli+eklemeli etkilerin işaretlerinin Q2×PR dışında diğer ailelerde pozitif yönde bulunması lisin içeriğine olumlu etki etki eden allellerin tek ebeveynde toplandığına işaret etmektedir.

Tablo 13
Lisin içeriği için ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	0,582**	-0,083**	0,220*	0,189*	-0,006	-0,149	0,34	-0,29	-0,031
Q2×IHP	0,562**	-0,082**	0,143	0,127	-0,086*	-0,295	0,12	1,05	0,119
Q2×PR	0,481**	0,032*	-0,123	-0,071	0,026	0,281*	0,79	1,36	0,153
IHO×IHP	0,633**	0,019	0,057	0,080	-0,046	-0,296	0,39	0,66	0,094
IHO×PR	0,575**	0,161**	0,075	0,041	0,068	0,045	0,42	-2,52	-0,248
IHP×PR	0,496**	0,036	0,167	0,222	0,040	-0,409	0,73	0,94	0,161

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a:Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominans gen etkisini, dd: Dominans+Dominansgen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir.

4.6. Triptofan İçeriği

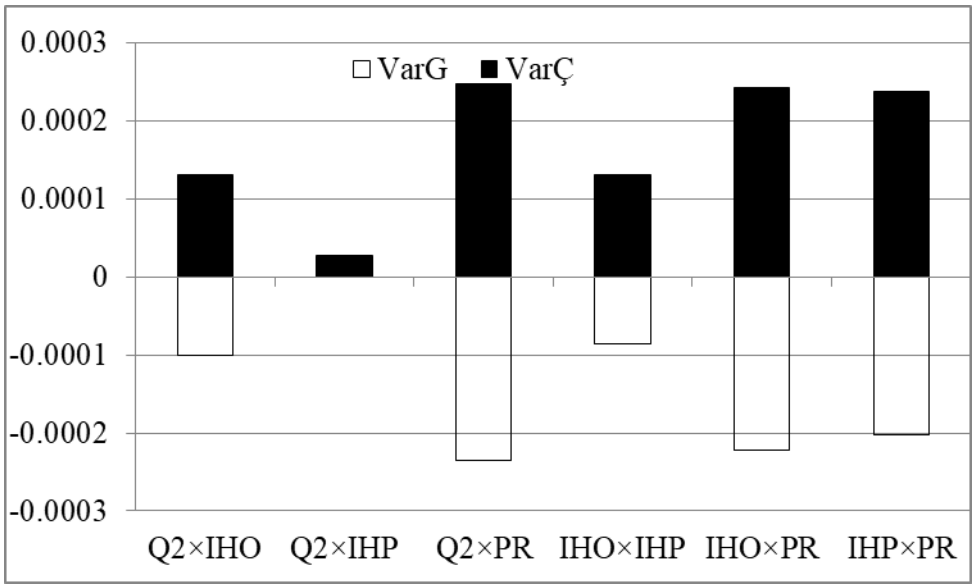
Denemeye alınan ailelerde triptofan içeriğinin nesillere gore ortalamaları Tablo 14'de sunulmuştur. Triptofan içeriği ebeveynlerde %0,025 ile %0,065 arasında değişim gösterirken, F1 nesillerine ait ortalamalar %0,031 ile %0,045 arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar %0,028 ile %0,048 arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalardaki değişim (%0,030 ve %0,050) baba ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalardaki değişimden (0,029 ve 0,050) daha geniş bulunmuştur.

Tablo 14
Ailelerin nesillerine ait triptofan içeriği ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	0,065	0,060	0,044	0,038	0,037	0,049
Q2×IHP	0,065	0,041	0,038	0,038	0,036	0,047
Q2×PR	0,065	0,025	0,031	0,028	0,030	0,029
IHO×IHP	0,060	0,042	0,043	0,048	0,050	0,050
IHO×PR	0,051	0,025	0,045	0,040	0,048	0,033
IHP×PR	0,040	0,025	0,033	0,033	0,041	0,037

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 6'da sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde triptofan içeriği için pozitif yönde çevresel varyans hesaplanmıştır. Q2×IHP haricindeki diğer tüm ailelerde ise negatif yönde genotipik varyans hesaplanmıştır.



Şekil 6. Triptofan içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Triptofan içeriği ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 15'de izlenmektedir. Kullanılan 6 aileden 4'ünde eklemeli etkilerin, 2'sinde eklemeli + eklemeli etkilerin, 3'nde eklemeli + dominans etkilerin, 6'sında dominans + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak triptofan içeriğinin ailelere göre gen etkilerinin değişim gösterdiği söylenebilir. Mısırda 8×8 diallel set ile yürütülen bir araştırma sonucunda triptofan içeriğinin eklemeli genlerin kontrolünde olduğu rapor edilmiştir (Hussain ve diğerleri, 2015). Eklemeli etkilerin işaretine göre Q2×IHO, Q2×IHP ve IHO×IHP dışında diğer ailelerde ana ebeveynin baba ebeveynden daha yüksek ortalamaya sahip olduğu ifade edilebilir. Dominans etkilerin işaretlerine göre, Q2×IHO, IHO×PR ve IHP×PR'de triptofan içeriğini artırıcı allellerin dominant fenotipte bulunduğu, diğer ailelerde ise olumsuz allellerin dominant fenotipte bir araya geldiği anlaşılmaktadır. Dominans etkilerle dominans+dominans etkilerin işaretleri dikkate alındığında, üç ailede duplike epistasis (Q2×IHP, Q2×PR ve IHP×PR), üç ailede (Q2×IHO, IHO×IHP ve IHO×PR) ise komplimenter epistasis olduğu gözlenmiştir. Eklemeli+eklemeli (a+a) etkilerin işaretlerine göre, tüm ailelerde triptofan içeriğine ilişkin istenen allellerin bir ebeveynde toplandığı anlaşılmıştır. En yüksek pozitif yönde dar anlamda kalıtım derecesi IHP×PR ve Q2×IHP popülasyonlarında hesaplanmıştır. Materyal olarak kullanılan ailelerde seleksiyonla -0,010 ile 0,014 arasında ilerleme sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Tablo 15
Triptofan içeriği için ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	0,0379**	-0,011**	0,0028	0,020*	-0,014*	0,020*	-3,36	-0,51	0,006
Q2×IHP	0,0384**	-0,011**	-0,0032	0,011	-0,023**	0,006*	0,11	1,30	0,014
Q2×PR	0,0284**	0,0012	-0,0107	0,003	-0,019*	0,032*	-2,04	0,33	0,002
IHO×IHP	0,0483**	-0,0001	-0,0004	0,008	-0,009	-0,022*	-1,92	0,77	0,011
IHO×PR	0,0400**	0,0149**	0,0088	0,002	0,002	0,001*	-0,57	-1,07	-
IHP×PR	0,0329**	0,0039*	0,0252	0,025**	-0,004	-0,050*	-5,70	0,96	0,012

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominans gen etkisini, dd: Dominans+Dominans gen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir.

4.7. Karotenoid İçeriği

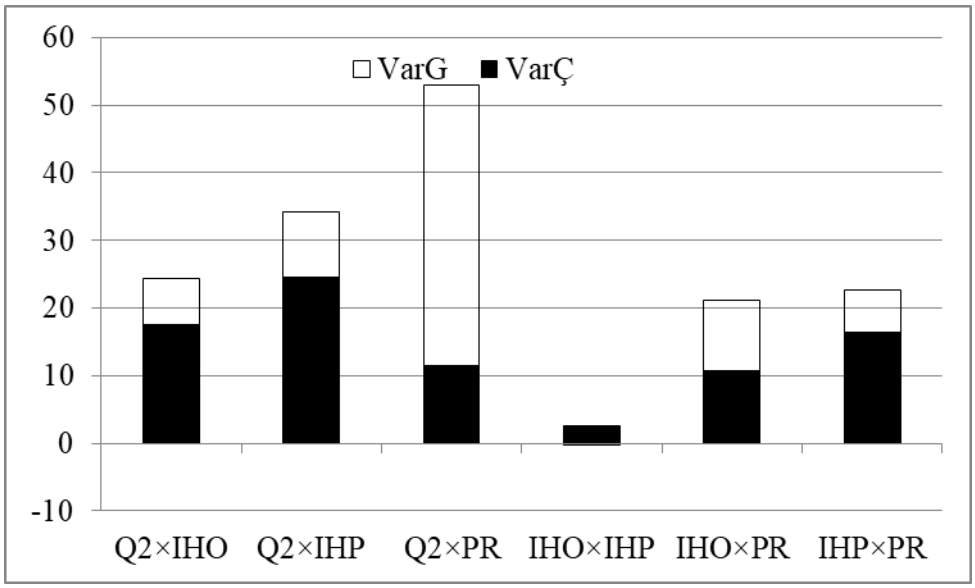
Denemeye alınan ailelerde karatenoid içeriği bakımından önemli bir değişim tespit edilmiştir. Karotenoid içeriği ebeveynlerde 1,1 ile 10,7 µg/g arasında değişim göstermiştir. F1 nesillerine ait ortalamalar 3,7 ve 29,4 µg/g arasında bulunmuştur. F2 nesillerine ait ortalamalar 2,7 ve 28,5 µg/g arasında bulunmuştur. Ana ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 3,6 ve 28,3 µg/g arasında bulunmuştur. Baba ebeveynle oluşturulan geri melez döllere ait ortalamalar 2,6 ve 26 µg/g arasında bulunmuştur.

Tablo 16
Ailelerin nesillerine ait karotenoid içeriği ortalamaları

Aile	MPa	MPb	MF1	MF2	MGMa	MGMb
Q2×IHO	10,7	1,1	21,9	28,5	23,3	20,8
Q2×IHP	10,7	1,1	24,2	23,6	28,3	20,3
Q2×PR	10,7	5,8	25,0	25,6	24,7	24,9
IHO×IHP	1,1	1,1	3,7	2,7	3,6	2,6
IHO×PR	1,1	5,8	17,9	20,1	18,1	25,3
IHP×PR	1,1	5,8	29,4	25,9	26,8	26,0

Not: MPa: Ana ebeveyn ortalamasını, MPb: Baba ebeveyn ortalamasını, MF1: F1 nesline ait ortalamayı, MF2: F2 nesline ait ortalamayı, MGMa: Ana ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını, MGMb: Baba ebeveynle yapılan geri melez ortalamasını belirtmektedir.

Varyans bileşenlerine ait bulgular Şekil 7'de sunulmuştur. Buna göre kullanılan 6 ailenin hepsinde karetonoid içeriği için pozitif yönde çevresel varyans ve genotipik varyans hesaplanmıştır. Özellikle Q2×PR'de genetik varyansın çevresel varyansa göre yüksek bulunmuş olması bu ailede karotenoid içeriği genetik etkilerle kontrol edildiği ve bu nedenle söz konusu ailelenin seleksiyona uygun olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 7. Karotenoid içeriği için ailelere göre hesaplanan genotipik ve çevresel varyanslar

Karotenoid içeriği ile ilgili hesaplanan genetik parametreler Tablo 17'de izlenmektedir. Kullanılan 6 aileden 2'sinde eklemeli etkilerin, 3'ünde dominans etkilerin, 1'inde eklemeli + eklemeli etkilerin, 2'sinde dominans + dominans etkilerin önemli olduğu bulunmuştur. Bu bulgulara dayanarak karotenoid içeriği için ailelere gore gen etkilerinin değişim gösterdiği söylenebilir. Eklemeli etkilerin işaretlerine göre Q2×PR ve IHO×PR'de ana ebeveynin baba ebeveynden daha düşük karatenoid içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. Dominans etkilerin işaretlerine göre Q2×IHO'da dominant fenotipin olumsuz aller taşıdığı, diğer ailelerde ise dominant fenotipte olumlu allellerin bir arya geldiği anlaşılmıştır. Q2×IHO dışındaki tüm ailelerde duplike epistasis izlenmiştir. Son olarak Q2×IHO ve Q2×PR'de karatenoid içeriğini kontol eden allellerin ebeveynler arasında dağılım gösterdiği, diğer ailelerde ise tek bir ebeveynde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Materyal olarak kullanılan ailelerde seleksiyonla -23,6 ve 17,6 µg/g arasında ilerleme sağlanabileceği tespit edilmiştir. En yüksek ilerlemenin Q2×PR'de elde edilebileceği saptanmıştır. Epistatik interaksiyonların önemli bulunduğu ailelerde karotenoid içeriği için yapılacak seleksiyon çalışmalarından önce mutlak suretle birkaç nesil kendileme ya da yüksek karetenoid içeriğine sahip materyallerle geri melezleme programlarının uygulanması gereklidir.

Tablo 17
Karotenoid içeriği ailelere göre hesaplanan genetik parametreler

Aile	m	a	d	aa	ad	dd	H^2	h^2	Gİ%5
Q2×IHO	28,53**	2,46	-9,85	-25,87*	-2,35	-6,79	0,28	-2,32	-23,6
Q2×IHP	23,56**	8,04**	21,31*	3,01	3,23	-40,11*	0,28	0,52	6,3
Q2×PR	25,62**	-0,20	13,30	-3,43	-2,66	-29,27	0,78	1,17	17,6
IHO×IHP	2,73**	1,04	4,14	1,48	1,03	-4,25	-0,06	-0,73	-2,4
IHO×PR	20,08**	-7,20*	20,90*	6,39	-4,86	-50,37**	0,49	-1,73	-16,4
IHP×PR	25,93**	0,80	27,91**	1,93	3,14	-41,95	0,28	-0,48	-4,7

Not: Tabloda m: F2 nesline ait ortalamayı, a: Eklemeli gen etkisini, d: Dominans gen etkisini, aa: Eklemeli + Eklemeli gen etkisini, ad: Eklemeli+Dominansgen etkisini, dd: Dominans+Dominansgen etkisini, H^2: Geniş anlamda kalıtım derecesini, h^2: Dar anlamda kalıtım derecesini, Gİ%5: %5'lik seleksiyon yoğunluğunda elde edilebilecek teorik ilerlemeyi göstermektedir

4.8. Heterosis Analizleri

Mısır ıslah çalışmalarında heterosis iki farklı şekilde değerlendirilmektedir. Heteroris analizlerinde anaç ortalamasına göre yapılan hesaplamada F1 neslindeki hibritin ebeveyn ortalamasına göre oransal farkı hesaplanır iken, üstün anaca göre heterosis hesaplamasında yüksek ortalanmaya sahip anaca göre melezin performansı değerlendirilmektedir. Çalışmamızda bu hesaplamalar her özellik için tüm veri setinden hesaplandığı gibi materyal olarak kullanılan aileler için de ayrı ayrı belirlenmiştir. Tek bitki verimi için heterosis değeri %44,7 ile %144,5 olarak hesaplanmış ve ortalama bitki verimi için ortalama heterosis %80,5 olarak bulunmuştur (Tablo 18). Tek bitki verimine ait heterobeltiosis değerleri de tüm aileler için pozitif yönde bulunmuş ve IHO×IHP bu özellik bakımından F1 neslinde en yüksek heterobeltiosis değerine sahip olmuştur. Yağ oranı için hesaplanan heterosis değerlerinde Q2×PR ve IHO×PR dışında diğer popülasyonların tamamında negatif yönde heterosis olduğu gözlenmiştir. Q2×PR yağ oranı için heterobeltiosis değeri bakımından da pozitif yönde değere sahip olmuştur (Tablo 19). Yağ oranına ilişkin heterosis değerleri %-10,41 ile %3,12 arasında değişim gösterirken, bu özelliğe ait heterobeltiosis değerleri ise -38,2 ile 1,7 arasında hesaplanmıştır. Yağ içeriği bakımından Q2×PR ve IHO×PR pozitif yönde heterosise sahip iken, heterobeltiosis değeri bakımından Q2×PR pozitif öne çıkmıştır. Protein oranı için hesaplanan heterosis değerlerinde IHO×PR dışında diğer popülasyonların tamamında negatif yönde heterosis olduğu gözlenmiştir. Protein oranına ilişkin heterosis değerleri %-16,86 ile 1,36 arasında değişim göstermiştir. Protein oranı için tüm ailelerde negatif yönde heterobeltiosis değerleri gözlenmiştir. Protein oranı için heterobeltiosis değerleri ise -27,8 ile -3,1 arasında değişim göstermiştir. Protein oranı bakımından IHO×PR pozitif yönde heterosise sahip iken, heterobeltiosis değeri bakımından hiçbir ailenin pozitif

değere sahip olmadığı hesaplanmıştır. Oleik Asit içeriği için heterosis değeri %-22,65 ile %30,23 arasında hesaplanmıştır. Q2×PR ve IHO×PR dışında diğer popülasyonların tamamında negatif yönde heterosis olduğu gözlenmiştir. Oleik asit içeriğine ait heterobeltiosis değerleri %-29,8 ile %3 arasında değişim göstermiştir. Heterobeltiosis değeri sadece IHO×PR için pozitif yönde bulunmuştur. Diğer ailelerde ise negatif yönde heterobeltiosis değerleri hesaplanmıştır. Lisin içeriği için hesaplanan heterosis değerleri %-10,19 ile %6,32 arasında değişim göstermiştir. Q2×IHO, Q2×IHP ve IHO×PR dışında diğer popülasyonların tamamında negatif yönde heterosis olduğu gözlenmiştir. Lisin içeriği için hesaplanan heterobeltiosis değerleri %-13,0 ile %1,7 arasında hesaplanmıştır. Q2×IHP lisin içeriği için heterobeltiosis değeri bakımından da pozitif yönde değere sahip olmuştur. Triptofan içeriğine ilişkin heterosis değerleri %-28,9 ile %34,7 arasında hesaplanmıştır. Triptofan içeriği bakımından IHO×PR ve IHP×PR'nin pozitif yönde heterosis değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Triptofan içeriğine ilişkin heterobeltiosis değerleri %-52,0 ile %-17,5 arasında gözlenmiştir. Ailelerin tümü negatif yönde heterobeltiosis değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Karotenoid içeriği için heterosis değeri %203 ile %752,2 arasında hesaplanmış ve ortalama Karotenoid içeriği için ortalama heterosis %335,3 olarak bulunmuştur (Tablo 18). Karotenoid içeriğine ait heterobeltiosis değerleri %104,7 ile %406,9 arasında hesaplanmıştır. Ortalama karotenoid içeriği ise %244,9 olarak bulunmuştur.

Tablo 18
İncelenen özellikler için ailelere göre F1 nesline ait heterosis değerleri

Aile	Tek Bitki Verimi	Yağ Oranı	Protein Oranı	Oleik Asit	Lisin İçeriği	Triptofan İçeriği	Karotenoid İçeriği
Q2×IHO	44,7	-10,41	-4,49	-2,05	4,95	-28,9	271,2
Q2×IHP	88,4	-2,02	-6,47	-16,34	2,53	-28,0	310,2
Q2×PR	58,2	3,12	-5,81	1,98	-9,57	-15,8	203,0
IHO×IHP	144,5	-7,27	-16,86	-7,92	-3,76	-15,9	236,4
IHO×PR	106,6	0,49	1,36	30,23	6,32	30,0	418,8
IHP×PR	78,9	-7,51	-13,89	-22,65	-10,19	34,7	752,2
Ortalama	80,5	-4,48	-8,19	-2,20	-1,37	-10,6	335,3

Tablo 19
İncelenen özellikler için ailelere göre F1 nesline ait heterobeltiosis değerleri

Aile	Tek Bitki Verimi	Yağ Oranı	Protein Oranı	Oleik Asit	Lisin İçeriği	Triptofan İçeriği	Karotenoid İçeriği
Q2×IHO	10,5	-38,2	-10,9	-14,1	-6,5	-31,6	104,7
Q2×IHP	22,3	-4,3	-23,2	-18,5	1,7	-41,1	126,2
Q2×PR	8,6	1,7	-8,2	-9,6	-10,7	-52,0	133,6
IHO×IHP	91,4	-35,2	-27,6	-21,0	-13,0	-28,8	236,4
IHO×PR	76,4	-31,2	-3,1	3,0	-7,8	-25,2	208,6
IHP×PR	60,9	-10,8	-27,8	-29,8	-10,8	-17,5	406,9
Ortalama	36,8	-13,0	-11,7	-10,1	-3,8	-33,9	244,9

4.9. Korelasyon Analizleri

İncelenen özellikler arasındaki ilişkileri tüm veriler üzerinden hesaplanan korelasyon analizi sonuçları Tablo 20'de sunulmuştur. Tüm veriler üzerinden hesaplanan korelasyon değerlerine göre verim ile protein oranı arasında negatif yönde bir korelasyon ($r=0,21$, $p<0,001$) olduğu saptanmış, verim ile oleik asit, lisin içeriği, triptofan içeriği ve karotenoid içeriği arasında ise istatistiki olarak önemli pozitif yönde korelasyonlar hesaplanmıştır. Yağ oranı karotenoid içeriği dışında ($r=-0,37$, $p<0,01$) diğer tüm özellikler ile pozitif yönde korelasyona sahip olmuştur. Protein oranı ve oleik asit içeriği ile lisin ve triptofan içeriği arasındaki ilişkiler pozitif yönde bulunurken, bu özellikler ile karotenoid içeriği arasında negatif yönde korelasyonlar ($r= -0,21$, $p<0,01$; $r= -0,24$, $p<0,01$) hesaplanmıştır (Tablo 20).

Tablo 20
İncelenen özellikler için tüm veriler ve ailelere ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	0,07					
Protein	-0,21**	0,17**				
Oleik	0,15**	0,72**	-0,00			
Lisin	0,09*	0,71**	0,39**	0,48**		
Triptofan	0,14**	0,53**	0,34**	0,41**	0.65**	
Karotenoid	0,11**	-0,37**	-0,21**	-0,24**	-0.37**	-0,28**

İncelenen özellikler arasındaki ilişkileri Q2×IHO'ya ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon analizi sonuçları Tablo 21'de sunulmuştur. Bu tabloya göre, verim ile diğer özellikler arasında istatistiki açıdan önemli bir ilişki olmadığı görülmüştür. Karotenoid içeriği incelenen diğer kalite özellikleri ile negatif yönde korelasyona sahip iken, kalan özellikler arazında pozitif yönde ve önemli korelasyonlar hesaplanmıştır (Tablo 21).

Tablo 21
İncelenen özellikler için Q2×IHO'ya ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	-0,08					
Protein	0,03	0,50**				
Oleik	0,06	0,72**	0,29**			
Lisin	-0,02	0,77**	0,56**	0,55**		
Triptofan	0,03	0,38**	0,39**	0,34**	0,38**	
Karotenoid	0,14	-0,43**	-0,33**	-0,30**	-0,45**	-0,67**

Q2×IHP'ye ait veriler üzerinden hesaplanan incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 22'de sunulmuştur. Bu ailede verim ile protein oranı arasında negatif yönde (r= -0,55, p<0,01) korelasyon hesaplanırken, verim ile oleik asit (r= 0,33, p<0,01) ve karotenoid içeriği arasında pozitif yönde (r=-0,22, p<0,01) korelasyon saptanmıştır. Yağ oranı ile oleik asit ve lisin içeriği arasında pozitif yönde ilişki saptanmıştır. Protein içeriği ile lisin içeriği arasında pozitif yönde, bu özellik ile oleik asit ve karotenoid içeriği arasında negatif yönde korelasyonlar hesaplanmıştır. Lisin ve triptofan içerikleri birbirleri arasında pozitif yönde korelasyona sahip olmuş ve bu özellikler ile karotenoid içeriği arasında negatif korelasyon hesaplanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22
İncelenen özellikler için Q2×IHP'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	0,07					
Protein	-0,55**	0,07				
Oleik	0,31**	0,39**	-0,51**			
Lisin	-0,03	0,27**	0,36**	-0,18		
Triptofan	-0,15	0,11	0,14	-0,10	0,42**	
Karotenoid	0,22*	0,04	-0,23*	0,06	-0,24*	-0,58**

Kullanılan materyaller içerisinde Q2×PR'ye ait verilerle yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 23'te sunulmuştur. Bu aileden elde edilen verim değerleri ile yağ, protein ve triptofan içeriğine ilişkin veriler arasında pozitif yönde korelasyon hesaplanmıştır. Yağ içeriği yalnızca oleik aist içeriği ile pozitif yönde önemli korelasyona sahip olmuştur. Kalan özeliklerden protein, oleik asit ve lisin içeriği birbirileri ile pozitif yönde ilişkili bulunmuş, bu özelliklerle karotenoid içeriği arasında negatif yönde korelasyonlar hesaplanmıştır (Tablo 23).

Tablo 23
İncelenen özellikler için Q2×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	0,23*					
Protein	0,04	0,15				
Oleik	0,31**	0,44**	0,08			
Lisin	0,06	0,11	0,22*	0,23*		
Triptofan	0,37**	0,13	0,07	0,35**	0,33**	
Karotenoid	0,16	0,02	-0,56**	-0,19*	-0,29**	-0,07

IHO×IHP'ye ilişkin veriler üzerinden yapılan korelasyon analizi sonuçları Tablo 24'te gösterilmiştir. Bu ailedeki verim değerleri ile protein içeriği arasında negatif yönde korelasyon hesaplanmış olup, verim ile diğer özellikler arasında önemli bir ilişki saptanmamıştır. Yağ oranı ile protein ve karotenoid içeriği arasında negatif yönde önemli ilişkiler olduğu gözlenmiş, bu özellik ile oleik asit, lisin içeriği, triptofan içeriği arasında pozitif yönde önemli korelasyonlar saptanmıştır. Bu ailede protein içeriği ile esansiyel aminoasitler arasında pozitif yönde korelasyon hesaplanmıştır. Protein içeriği ile oleik asit arasında ise negatif yönde ilişkiler olduğu gözlenmiştir. Oleik ast içeriğinin lisin içeriği ile arasındaki korelasyon pozitif yönde ve önemli bulunmuş, bunun yanı sıra lisin ve tirptofan içerikleri arasında da pozitif yönde önemli ilişkiler olduğu saptanmıştır. Lisin ve triptofan içerikleri karotenoid ile negatif yönde korelasyon katsayısına sahip olmuştur (Tablo 24).

Tablo 24
İncelenen özellikler için IHO×IHP'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	0,12					
Protein	-0,32**	-0,36**				
Oleik	-0,03	0,60**	-0,54**			
Lisin	0,08	0,65**	0,20*	0,21*		
Triptofan	-0,07	0,53**	0,19*	0,15	0,71**	
Karotenoid	-0,02	-0,52**	-0,06	-0,15	-0,42**	-0,45**

IHO×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları Tablo 25'te sunulmuştur. Bu ailede verim ile karotenoid içeriği arasında pozitif yönde korelasyon hesaplanmıştır. Yağ içeriği ile karotenoid içeriği arasında negatif yönde ilişki olduğu gözlenirken, bu özellik ile protein, oleik asit, lisin ve tirptofan içeriği arasında pozitif yönde

önemli korelasyonlar olduğu saptanmıştır. Esansiyel aminoasitlerden olan lisin ve triptofan içeriklerinin protein ve oleik asit içerikleri arasında pozitif yönde korelasyonlar hesaplanmıştır. Protein ve lisin içeriği ike karotenoid içeriği arasında negatif yönde korelasyonlar olduğu görülmüştür (Tablo 25).

Tablo 25
İncelenen özellikler için IHO×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Yağ	0,09					
Protein	0,10	0,42**				
Oleik	0,08	0,71**	0,17			
Lisin	0,05	0,83**	0,49**	0,60**		
Triptofan	0,18	0,78**	0,31**	0,57**	0,74**	
Karotenoid	0,26**	-0,29**	-0,44**	-0,14	-0,32**	-0,09

IHP×PR'de verim ile incelenen diğer özellikler arasında istatistiki açıdan önemli bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Yağ ve protein oranı ile lisin ve triptofan içerikleri arasında pozitif yönde önemli korelasyonlar hesaplanmıştır. Lisin ve triptofan içeriği birbirleri ile pozitif yönde korelasyona sahip iken, lisin içeriği karotenoid içeriği ile negatif yönde triptofan içeriği karotenoid içeriği ile pozitif yönde ilişki göstermiştir (Tablo 26).

Tablo 26
İncelenen özellikler için IHP×PR'ye ait veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları

Özellik	Verim	Yağ	Protein	Oleik	Lisin	Triptofan
Verim						
Oil	0,09					
Protein	-0,14	0,10				
Oleic	-0,02	0,15	0,02			
Lisin	0,06	0,27**	0,33**	-0,08		
Triptofan	0,15	0,28**	0,53**	0,05	0,47**	
Karotenoid	0,15	-0,13	0,02	-0,05	-0,25**	0,44**

Mısırda genel olarak verim ve kalite özellikleri arasında negatif yönde korelasyon olduğu yapılan farklı çalışmalarda tespit edilmiştir. Buna karşın verim ile protein ve yağ oranı gibi major kalite bileşenleri arasında pozitif yönde korelasyonların olduğunu bildiren araştırma sonuçları da mevcuttur. Kalite özelliklerinin kendi içerisindeki korelasyon değerleri literatürde tespit edilen ilişkilere benzerlik göstermiştir. Diğer taraftan en önemli husus özellikler arası ilişkilerin materyal olarak kullanılan ailelere göre önemli ölçüde değişim gösterdiği saptanmıştır.

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma 6 farklı nitelikli mısır melezinde NOA ile tane kalite özelliklerine ilişkin kantitatif genetik değerlendirmeler yapmaya imkân vermiştir. Kullanılan ebeveynler incelenen özellikler bakımından zıt özelliklere sahip olan materyallerden oluşturulduğundan, ele alınan özelliklerin kalıtımı hakkında faydalı bilgiler elde edilmiştir.

Kullanılan ailelerde tek bitki verimine ilişkin kalıtımın eklemeli etkilerin yanı sıra epistatik interaksyonların kontrolünde olduğu saptanmıştır. Materyal olarak kullanılan 6 ailenin 3'ünde ana etkiler ve epistatik interaksiyonların yağ içeriğinin kalıtımında rol oynadığı saptanmıştır. Oleik asit içeriğinin büyük oranda eklemeli genlerin kontrolünde olduğu, bazı ailelerde ise dominans ve epistatik interaksiyonların bu özelliğin kalıtımında etkili rol oynadığı görülmüştür. Protein oranının değişiminde eklemeli genlerin baskın role sahip olduğu anlaşılmış, Q2×IHP ve IHP×PR'de dominans ve epistatik interaksiyonların bu özelliğin değişimine etki ettiği anlaşılmıştır. Lisin içeriğinin değişimi üzerine eklemeli genlerin baskın role sahip olduğu, IHO×PR'de ise hesaplanan tüm gen etkilerinin değişimine neden olduğu görülmüştür. Kullanılan materyalde triptofan içeriğinin değişiminde başlıca eklemeli etkilerin ve bu etkilere bağlı epistatik interaksiyonların önemli bir role sahip oldukları anlaşılmıştır. Karotenoid içeriğinin değişiminde dominans etkilerin önemli bir etkiye sahip olmadıkları, bazı ailelerde eklemeli ve epistatik interaksiyonların bu özelliğin değişiminde rol oynadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan popülasyonların farklı kalite özellikleri bakımından ıslah çalışmalarında kullanılabilecek kaynak materyal niteliği taşıdığı tespit edilmiştir. Tek bitki veriminin tüm ailelerde pozitif yönde seleksiyon ile geliştirilebileceği, bunun yanı sıra en yüksek ilerlemenin Q2×PR'den elde edilebileceği görülmüştür. Yağ oranına yönelik seleksiyon ile IHO×PR ve IHP×PR'de pozitif yönde bir ilerleme sağlanabileceği görülmüştür. Oleik asit içeriğini artırmak amacıyla Q2×IHO, IHO×PR ve IHP×PR'nin kaynak materyal olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Protein oranına yönelik ıslak çalışmalarında Q2×PR ve IHO×PR'nin kaynak materyal olarak kullanılması durumunda, protein oranının pozitif yönde artırılabileceği görülmüştür. Lisin içeriği için yalnızca IHP×PR'da seleksiyon ile pozitif yönde bir ilerlemenin mümkün olduğu tespit edilmiştir. Triptofan içeriği bakımından Q2×PR, IHO×PR ve IHP×PR'de pozitif yönde genetik ilerlemenin seleksiyon ile mümkün olduğu belirlenmiştir. Karotenoid içeriği için Q2×IHO,

IHO×IHP, IHO×PR ve IHP×PR'de pozitif yönde genetik ilerlemenin mümkün olduğu anlaşılmıştır.

Ortalama heterosis ve heterobeltiosis değerleri, incelenen özelliklerden tek bitki verimi ve karotenoid içeriği için pozitif yönde, diğer özelliklerin ise negatif yönde bulunmuştur. Bununla birlikte gerek hesaplama sonuçlarının büyüklüğü gerekse negatif pozitif yönde oluşuna göre ailelere göre dikkate değer farklar olduğu saptanmıştır. Aileler bazında yapılan heterosis analizi sonuçlarına göre, yağ oranı ve oleik asit için Q2×PR ve IHO×PR, protein oranı için IHO×PR, lisin içeriği için Q2×IHO, Q2×IHP ve IHO×PR, triptofan içeriği için IHO×PR ve IHP×PR, karotenoid içeriği için ise tüm ailelerde pozitif yönde heterosis hesaplanmıştır. Heterobeltiosis analiz sonuçlarına göre tek bitki verimi bakımından F1 hibritlerinin üstün anaçtan yüksek performansa sahip oldukları görülmüştür. Yağ oranı için Q2×PR, oleik asit içeriği için IHO×PR, lisin içeriği için Q2×IHP pozitif yönde heterobeltiosis değeri göstermiştir. Karotenoid içeriği için IHO×IHP dışında tüm ailelerde pozitif yönde heterobeltiosis değeri hesaplanmıştır.

Korelasyon analizi sonuçları materyal olarak kullanılan ailelerde incelenen özellikler arası ilişkilerin anlaşılmasını mümkün kılmıştır. Tüm veriler üzerinden hesaplanan korelasyon katsayıları ile aileler bazında hesaplanan korelasyonlarda özellik çiftlerine göre farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Genel kanının aksine tek bitki verimi ile birlikte bazı kalite özelliklerinin geliştirilebileceği görülmüştür. Hesaplanan korelasyonlarının ileride bu materyallerle yürütülecek ıslah çalışmaları için temel bilgi niteliği taşıdığı düşünülmektedir. Diğer taraftan bilimsel literatürde özellikler arası ilişkileri ele alan çalışmalarda kullanılabilecek önemli bilgiler elde edilmiştir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlara göre melez kombinasyonlar içerisinde incelenen özellikler bakımından öne çıkan materyaller ileride ıslah programlarına dahil edilebilir. Söz konusu materyallere ait açılım nesilleri (F2 veya Geri melezler) daha fazla sayıda bitki kullanılarak yapılan kapsamlı değerlendirme denemelerine alınmalıdır. Bu çalışmada ele alınan özellikler dışında gerek endüstriyel gerekse beslenme açısından önem taşıyan farklı tane kalite özellikleri için benzer araştırmaların yürütülmesinde yarar vardır.

KAYNAKLAR

Abdel-Aal, E.S., Young, M. ve Rabalski, J. C. (2006). Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *J Agric Food Chem* 54:4696–4704

Anonim. (2016). Controlled Pollination in Maize, Schnable Lab Protocols. [online] Erişim Adresi: http://schnablelab.plantgenomics.iastate.edu/resources/pollination

Azizi, F., Rezai, A. M. ve Saeidi, G. (2006). Generation Mean Analysis to Estimate Genetic Parameters for Different Traits in Two Crosses of Corn Inbred Lines at Three Planting Densities, *J. Agric. Sci. Technol.* (2006) Vol. 8: 153-169

Chakraborti, M., Prasanna, M. B., Singh, A. M. ve Hossain, F. (2010). Generation mean analysis of kernel iron and zinc concentrations in maize (Zea mays). *Indian Journal of Agricultural Sci.* 80 (11): 956-9, November 2010.

Cukadar-Olmedo, B. ve Miller, J. F. (1997). Inheritance of the stay green trait in Sunflower. *Crop. Sci.,* 37: 150- 153.

de Pascual-Teresa, S. ve Sanchez-Ballesta, M. T. (2008). Anthocyanins: from plant to health. *Phytochem Rev* 7:281–299.

de Pascual-Teresa, S., Santos-Buelga, C. ve Rivas-Gonzalo, J. C. (2002). LC–MS analysis of anthocyanins from purple corn cob. *J Sci Food Agric* 82:1003–1006.

Dorri, P., Khorasani, S. ve Shahrokhi, M. (2014). Generation mean analysis: A case study of variance componentsin KSC 500 generations ofmaize (Zea mays L.). *International Research Journal of Applied and Basic Sci.*, 8 (2), 194-200.

Egesel, C. Ö., Kahriman F. ve Gül M. K. (2011). Discrimination of maize inbreds for kernel quality traits and fatty acid composition by a multivariate graphical technique. *Acta Scientiarum Agronomy,* 33, 613-620.

Egesel, C. Ö., Kahriman F., (2012). Determination of quality parameters in maize by NIR reflectance spectroscopy. *Journal of Agricultural Sicences,* 18, 43-53.

El-Badawy, M., El, M. (2012). Estimation of genetic parameter in maize crosses for yield and its attributes. *Asian J. Crop Sci.,* 4(4): 127-138.

Falconer, D., S. ve Macky, F., C. (1996). Introduction to quantitative genetics. Fourth Edition. Longman. Newyork.

Frank, T. E. ve Hallauer, A. R. (1997). Generation Means Analysis of the Twin-Ear Trait in Maize, *Journal of Heredity 1997*; 88:46ft-474; 0022 1503/97/J5.00

Galicia, L., Nurit, E., Rosales, A. ve Palacios-Rojas, N. (2009). Laboratory protocols. Maize nutrition quality and plant tissue analysis laboratory. CIMMYT 2009, 42.

Gonzalez, A. M., Yuste-Lisbona, F. J., Lores M, De Ron AM, Lozano, R. ve Santalla, M. (2014). Dissecting the genetic basis of popping ability in nun˜a bean, an ancient cultivar of common bean. *Euphytica*, 196: 349-363.

Haq, M. I. U., Ajmal, S., Kamal, N., Khanum, S., Siddique, M. ve Kiani, M. Z. (2013). Generation mean analysis for grain yield in maize, *The Journal of Animal & Plant Sci.*, 23(4): 2013, Page: 1146-1151 ISSN: 1018-7081

Harakotr, B., Suriharn, B., Scott, M. P. ve Lertrat, K. (2015). Genotypic variability in anthocyanins, total phenolics, and antioxidant activity among diverse waxy corn Germplasm, *Euphytica*, 203:237–248.

Howe, J. A. ve Tanumihardjo, S. A. (2006). Carotenoid-biofortified maize maintains adequate vitamin A status in Mongolian gerbils. *Journal of Nutrition* 136: 2562–2567

Hussaini, M., Kiani, T. K., Kausar, Shah, N., Ghafoor, A. ve Rabbanti, A. (2015). Gene action studies for protein quality traits in *Zea mays L. Under Normal And Drought Conditions, Pak. J. Bot.*, 47(1): 57-61

Kahrıman, F. ve Egesel, Ö., C. (2017). Heterosis and heritability analyses for plant yield and some quality traits in F1 and F2 generations of maize, *Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci*, 32 (2017), ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online), doi: 10.7161/omuanajas.321084

Kahrıman, F., Egesel, C. Ö., Cebeci, R., Demir, A. ve Bayraktar, S. (2015). Genetic analysis of flowering in maize based on calendar and thermal Time. *YYU Tar Bil Derg*, 25(2), 193- 199.

Kahriman, F., Egesel C. Ö. ve Onaç İ. (2015a). A preliminary study for determination of the possibility of simultaneous selection for Oil content and grain yield in maize. *Maydica*, 60, M4.

Kahriman, F., Egesel, C. Ö., Cebeci, R., Demir, A. ve Bayraktar, S. (2015b). Mısırda çiçeklenmenin gün ve termal süreye göre genetik analizi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25:193-199.

Kuhnen, S., Menel Lemos, P. M., Henrique Campestrini, L., Bernardi Ogliari, J., Fernando Dias, P. ve Maraschin, M. (2011). Carotenoid and anthocyanin contents of grains of Brazilian maize landraces. *J Sci Food Agric* 2011; 91: 1548–1553.

Lopez-Martinez, L. X., Oliart-Ros, R. M., Valerio-Alfaro, G., Lee, C. H., Parkin, K. L. ve Garcia, H. S. (2009). Antioxidant activity phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican maize. *LWT Food Sci. Technol.*, 42: 1187-1192.

Mather, K. ve Jinks, J. L. (1982). Biometrical Genetics. 3rd Edition, Chapman and Hall,

London, PP. 396.

Mather, K. ve Jinks, J. L. (1977). Introduction to biometrical genetics. Ithaca: Cornell University Press

Mbogo, O. P., Dida, M. M. ve Owuor, B. (2015). Generation Means Analysis for Estimation of Genetic Parameters for Striga hermonthica Resistance in Maize (Zea mays L.), *Journal of Agricultural Science*; Vol. 7, No. 8

Moharramnejad, S., Valizadeh, M. ve Emaratpardaz, J. (2018). Generation mean analysis in maize (Zea Mays L.) under drought stress, PSP Volume 27 – No. 4/2018 pages 2518-2522

Moosavi, S. S., Ghanbari, F., Abdollahi, M. R. ve Kiani, A. R. (2018). Genetic analysis of yield, yield-components and related phenological traits of maize (Zea mays L.) to breed under moisture stress conditions, Desert Online at http://desert.ut.ac.ir, Desert 23-2 (2018) 273-283.

Noor, M., Fahad, S., Rahman, H., Shahwar, D., Yasir, M., Alam, M., Ullah, H., Adnan, M., Jamal, Y., Wahid, F. ve Ali, F. (2018). Generation mean analysis for grain yield and its components in popcorn, https://doi.org/10.1515/opag-2018-0050 received May 25, 2018; accepted October 8, 2018

Obeng-Bio, E., Badu-Apraku, B., Ifie, B. E., Danquah, A., Blay, E. T. ve Annor, B. (2019). Genetic analysis of grain yield and agronomic traits of early provitamin A quality protein maize inbred lines in contrasting environments. *The Journal of Agricultural Science* 157, 413–433. Erişim Adresi: https://doi.org/10.1017/S0021859619000753

Öz, A. ve Kapar, H. (2007). Mısırın yağ içeriği ve yağ sanayi açısından önemi. *1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu*, 28-31 Mayıs 2007, Samsun, 388-391.

Panfili, G., Fratianni, A. ve Irano, M. (2004). Improved normal-phase highperformance liquid chromatography procedure for the determination of carotenoids in cereals. *Public Health Nutr*. 52:6373–6377.

Pollak, L. ve Scott, M. P. (2005). Breeding for grain quality traits. *Maydica*, 50:247-257.

Published by Canadian Center of Science and Education.

Rodriguez-Amaya, D. B. ve Kimura, M. (2004). HarvestPlus handbook for carotenoid analysis. HarvestPlus Technical Monograph Series 2. IFPRI, Washington, D.C., and CIAT, Cali.

Ryu, S. H., Werth, L., Nelson, S., Scheerens, J. C. ve Pratt, R. C. (2013). Variation of kernel anthocyanin and carotenoid pigment content in USA/Mexico borderland land races of

Maize. Econ. Bot. 2013, 67, 98– 109

SAS Institute. (1999). SAS V8 User Manual, Cary, NC.

Shahrokhi, M., Khorasani, S. K. ve Ebrahimi, A. (2011). Generation mean analysis for yield and yield component in maize (Zea mays L.). *J. of plant Physiology and breeding*.1(2): 59-72.

Shakrokhi, M., Khorasani, S. K. ve Ebrahimi, A. (2013). Study of genetic components in various maize (Zea mays L.) traits, using generation mean analysis method, *International journal of Agronomy and Plant Production.* Vol., 4 (3), 405-412, 2013 Available online at http:// www.ijappjournal.com ISSN 2051-1914 ©2013

Sher, H., Iqbal, M., Khan, K., Yasir, Y. ve Rahman, H. (2012). Genetic analysis of maturity and flowering characteristics in maize (Zea mays L.). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 2: 621-626.

TTSM. (2010). Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Müdürlüğü, *Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı*: Mısır, Ankara.

Vasal, S.K. (2000). High quality protein corn. In: Hallauer AR (ed) Specialty corns, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton

Yayar, R ve Bal, H. S. G. (2007). Forecasting of corn oil price in Turkey. *Journal of Applied Science Research* 3(8): 706-712

Zdunic, Z., Mıjıc, A., Dugalic, K., Simic, D., Brkic, J. ve Marjanovic, A. (2017). Genetic Analysis of Grain Yield and Starch Content in Nine Maize Populations. *Turk J Agric For* 32 (2008) 495-500.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Halil UYSAL

Doğum Yeri : Çanakkale

Doğum Tarihi : 27.04.1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 2014

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 2020

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Monsanto, 2015-2016

Mega Zirve Tarım Hayvancılık San. Ve Tic. Ltd. Şti., 2016-2017

MAY Tohum, 2017-Halen

İLETİŞİM

E-posta Adresi : haliluysal1991@hotmail.com