

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**OLEİK TİP AYÇİÇEĞİ GEN KAYNAKLARININ SSR'A (BASİT DİZİ
TEKRARLARI) DAYALI GENETİK KARAKTERİZASYONU VE OLEİK
ASİDİ YÜKSEK HİBRİTLERİN VERİM ÖĞELERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Maryam PASHAZADEH

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2023**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

OLEİK TİP AYÇİÇEĞİ GEN KAYNAKLARININ SSR'A (BASİT DİZİ TEKRARLARI) DAYALI GENETİK KARAKTERİZASYONU VE OLEİK ASİDİ YÜKSEK HİBRİTLERİN VERİM ÖĞELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Maryam PASHAZADEH

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Dilek BAŞALMA
Eş Danışman: Prof. Dr. Ali ERGÜL

Ayçiçeği çoklu doymamış yağ asitleri oranının yüksek olması sebebiyle, beslenme değeri en yüksek olan bitkisel yağlardan birisidir. Doymamış yağ asitleri arasında en yararlı olan oleik asidi yüksek çeşitler dünyada ve Türkiye’de tercih edilmektedir. Amerika ve Avrupa ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkede bu özelliği taşıyan çeşitlerin ekimine ağırlık verilmektedir.

Bu araştırmanın bitki materyali Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nün yürüttüğü Ülkesel Ayçiçeği Islah Projesi’nden temin edilmiştir. Oleik asidi yüksek ayçiçeği hatları arasından 19 ana ve 22 adet baba olmak üzere toplam 41 ayçiçeği hattı kullanılmıştır. Kontrol olarak da (yüksek oleik asitli tescilli çeşitler) 11 TR 077, 13 TR 002 ve DÜET çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada, 41 adet ayçiçeği ebeveyn hattının genetik kimlik tanısı SSR yöntemiyle yapılmış olup, oleik asit içeriği yüksek genotiplerden genetik anlamda birbirinden farklı uzaklıklardaki melezlerde bazı verim öğeleri, tohum verimi ve yağ verimi değerleri incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda özellikle bitki başına tohum verimi ve bin tohum ağırlığı bakımından genetik uzaklığı yüksek olan melez hatların [G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (%16) YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (%22)] standart çeşitlerden daha iyi performans ortaya koyduğu belirlenmiş, buna karşılık yağ oranı bakımından ise genetik olarak farklı uzaklıktaki melez hatlar arasında ve standart çeşitlere göre bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Temmuz 2023, 100 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), Oleik Asit, SSR (Simple Sequence repeats), Bitki Başına Tohum Verimi, Yağ Verimi, Verim Öğeleri

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

SSR (SIMPLE SEQUENCE REPEATS) BASED GENETIC CHARACTERIZATION OF OLEIC SUNFLOWERS, COMPARE OF HIGH OLEIC ACID CONTENT HYBRIDS USING YIELD COMPONENT

Maryam PASHAZADEH

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Dilek BAŞALMA
Co-Supervisor: Prof. Dr. Ali ERGÜL

Sunflower is one of the vegetable oils with the highest nutritional value due to its high ratio of polyunsaturated fatty acids. In the world and in Turkey, varieties with a high content of oleic acid the healthiest type of unsaturated fatty acids —are preferred. The production and cultivation of high oleic acid varieties are popular/promoted in many countries, particularly in America and Europe.

The material for this study was provided by the National Sunflower Breeding Project conducted by the Trakya Agricultural Research Institute. A total of 41 sunflower lines, 19 female/mother lines, and 22 male/father lines, were used among the sunflower lines with high oleic acid. 11 TR 077,13 TR 002 and DÜET cultivars were used as control (registered cultivars with high oleic acid). In this study, the genetic identity of 41 parent lines was determined, by using the SSR method, and some yield components e.g. seed and oil yield were examined in hybrids with genetically different distances from genotypes with high oleic acid content.

The result of the study showed that hybrid lines with high genetic distance especially in terms of seed yield per plant and thousand-seed weight (G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (16%) YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (22%)) were performed better and higher than standard varieties. However, in terms of fat ratio, it was determined that there was no difference between hybrid lines with genetically different distances compared with standard varieties.

July 2023, 100 pages

Key Words: Sunflower (*Helianthus annuus* L.), Oleic Acid, SSR (Simple Sequence Repeats), Seed Yield per Plant, Oil Yield, Yield Component

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Eğitimim boyunca insani, ahlaki ve bilimsel olarak örnek aldığım, tecrübelerini benimle sabırlı ve hoşgörülü bir şekilde paylaşarak hayatımda bana yol gösterici olan ve ışık tutan yüksek lisans ve doktora danışman hocam, Prof. Dr. Dilek BAŞALMA, eş danışman hocam Prof. Dr. Ali ERGÜL'e, tez izleme komitesi hocalarım Prof. Dr. Serkan URANBEY ve Prof. Dr. Yalçın KAYA, Prof. Dr. Mehmet SİNCİK, Prof. Dr. Khalid Mahmood KHAWAR'e sağladıkları desteklerden dolayı teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar analizleri sırasında sabırla bütün sürece destek sağlayarak eşsiz bilgilerini benimle paylaşan, Dr. Canan YÜKSEL's, doktora çalışmanın tarla denemelerinde büyük emekleri olan Dr. Göksel EVCI, Dr. Veli PEKCAN, Dr. İbrahim YILMAZ'a ve fakültede bulunan destekleri ile hep yanımda olan, bana yardımcı olan tüm hocalarıma ve bugünlere gelmemi destekleyen herkese teşekkürlerimi sunmak isterim.

Ayrıca çalışmalarımın tüm aşamalarında fedakarlıklar göstererek beni destekleyen ve birçok sıkıntıyı beraber aşmamıza destek olan sevgili eşim Ali MUHTAROĞLU'na ve varlığı ile bütün sorunların üstesinden gelmemize sebep olan biricik oğlum Ata'ya sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak, eğitim hayatımda yakın ilgi ve sonsuz desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşime içten teşekkürlerimi sunarım.

Maryam PASHAZADEH
Ankara, Temmuz 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURUMSAL TEMELLER.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1 Araştırma Yeri	19
3.2 Bitkisel Materyal	19
3.3 Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri.....	20
3.4 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri	23
3.5 Denemenin İlk Yılında (2013) Yapılan İşlemler	24
3.5.1 Toprak hazırlığı.....	24
3.5.2 Ekim	24
3.5.3 Çapalama, seyreltme ve sulama işlemleri	24
3.5.4 Hasat.....	25
3.5.5 Morfolojik gözlemler	25
3.6 Denemenin İkinci Yılında (2014) Yapılan İşlemler	26
3.6.1 Toprak hazırlığı.....	26
3.6.2 Ekim	26
3.6.3 Sulama işlemleri	26
3.6.4 Melezleme işlemleri.....	27
3.6.5 Hasat.....	27
3.7 Denemenin Üçüncü Yılında (2015) Yapılan İşlemler	27
3.7.1 Toprak hazırlığı.....	27
3.7.2 Ekim	28

3.7.3 Sulama.....	28
3.7.4 Melezleme.....	28
3.7.5 Hasat.....	29
3.8 Denemenin Dördüncü Yılında (2016) Yapılan İşlemler	29
3.8.1 Toprak hazırlığı.....	29
3.8.2 Ekim ve çıkış.....	30
3.8.3 Çapalama ve seyreltme	31
3.8.4 Sulama işlemleri	32
3.8.5 Hasat.....	33
3.9 Moleküler SSR Analizi	34
3.9.1 DNA izolasyonu ve ölçümleri	34
3.9.2 Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR-PZR) reaksiyonlarının hazırlanması	35
3.9.3 Kapiler elektroforez	37
3.9.4 Kapiler elektroforez ve Allel görüntülerinin alınması.....	37
3.9.5 Genetik analizler	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	39
4.1 Denemenin İlk Yılında (2013) Hatların Tarımsal Özelliklerinin Karşılaştırılması	39
4.1.1 Çiçeklenme gün sayısı.....	39
4.1.2 Bitki boyu.....	41
4.1.3 Tabla çapı.....	43
4.1.4 Bitki başına tohum verimi	45
4.1.5 Bin tane ağırlığı	47
4.1.6 Yağ oranı.....	49
4.1.7 Fizyolojik olum gün sayısı	50
4.2 Hatların Genetik Yakınlıklarına İlişkin SSR Analizi	52
4.2.1 DNA izolasyonu ve ölçümleri	52
4.2.2 SSR lokuslarına ait PCR-PZR reaksiyonları ve Allel görüntülerinin alınması	56
4.2.3 Lokus-allel profillerinin kapiler elektroforezdeki görünüşleri.....	57
4.2.4 Genetik analizler	59
4.2.5 Allel frekansı.....	62
4.2.6 Genetik benzerlik oranı indeksi.....	64
4.2.7 Genetik ilişki dendogramı	67
4.3 Denemenin İkinci (2014) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar.....	69

4.4 Denemenin Üçüncü (2015) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar	70
4.5 Denemenin Dördüncü (2016) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar	71
4.5.1 Çiçeklenme gün sayısı	71
4.5.2 Bitki boyu.....	72
4.5.3 Tabla çapı.....	74
4.5.4 Bitki başına tohum verimi (g/bitki)	75
4.5.5 Bin tane ağırlığı	77
4.5.6 Yağ oranı.....	78
4.5.7 Fizyolojik olum günü	80
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	81
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ.....	99

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
µM	Mikromolar
mM	Milimolar
mg	Miligram
ml	Mililitre
ng	Nanogram
pg	Pikogram
pmol	Pikomol
rpm	Dakikada devir

Kısaltmalar

ABA	Absisik asit
bp-bç	Base pair- Baz çifti
cDNA	complementaryDNA- Komplementer deoksiribonükleik asit
CPDK	Ca+2 bağımlı protein kinaz
dk	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
EST	İfade Edilmiş Dizi Etiketleri
Gb	Giga baz
GO	Gen Ontolojisi
ha	Hektar
HSP	Isı şok protein
miRNA	mikroRNA
mRNA	Mesajcı RNA
NCBI	Ulusal Biyoteknoloji Bilişim Merkezi
ppm	Milyonda bir
PZR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PTP	PicoTitrasyonPlakası
qRT-PZR	Real Time (Eş zamanlı) PZR
RAPD	Randomly Amplified Polymorphic DNA - Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
RNA	Ribonükleik asit
rRNA	Ribozomal RNA
ROS	Reaktif Oksijen Türleri

SAGE	Gen ifadesinin seri analizi
sn	Saniye
snRNA	Küçük nüklear RNA
snoRNA	Küçük nükleolar RNA
sff	Standard flowgram formatı
SSR	Simple Sequence Repeats - Basit Dizi Tekrarları
Taq	Thermus aquaticus
TF	Transkripsiyon Faktör
tRNA	Taşıyıcı RNA
UV	Ultraviyole
AFLP	Amplified fragment length polymorphism - Çoğaltılmış Parça Uzunluk polimorfizmi
SNP	Single Nucleotide Polymorphism - Tek Nükleotid Polimorfizmi
QTL	Quantitative Trait Locus - Kantitatif Özellik Lokusu
MAS	Marker assisted selection - Markör destekli seleksiyon
SLAF-seq	Specific-locus amplified fragment sequencing
RFLP	restriction fragment length polymorphism- Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi
EST	expressed sequence tag- eksprese edilmiş bir dizi etiketi
TRAP	Target region amplification - Hedef bölge çoğaltım polimorfizmi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Melezlerin ekileceği deneme parsellerinin oluşturulması.....	29
Şekil 3.2 Ekim’den iki hafta sonra parsellerde ayçiçeği melezlerinin çıkışı.....	31
Şekil 3.3 Deneme alanının çapalanması.....	32
Şekil 3.4 Deneme alanından ekimden sonra çıkış için can suyu sulaması.....	33
Şekil 3.5 Hasat olgunluğuna gelmiş melezlerin elle tek bitki hasadı.....	34
Şekil 4.1 Araştırmada kullanılan bazı ayçiçeği hatlarına ait DNA’ların, agaroz jel (%1) elektroforez görüntüleri.....	52
Şekil 4.2 ORS 598 SSR-lokusuna ait allelerin PCR-PZR sonrası örnek agaroz jel Elektroforezi görüntüsü	57
Şekil 4.3 Ha4136 SSR-lokusuna ait örnek homozigot pik profili.....	58
Şekil 4.4 ORS488SSR- lokusuna ait örnek homozigot pik profili.....	58
Şekil 4.5 Hatlara ait genetik ilişki dendogramı.....	67
Şekil 4.6 2014 yılında ekilen ayçiçeği hatlarının tarla durumu	70
Şekil 4.7 2015 yılında ekilen ayçiçeği hatlarında parsel izolasyonu ve melezlenen hatlar.....	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Ayçiçeğinde moleküler belirteç-yardımlı seleksiyon çalışmalarına örnekler.....	10
Çizelge 3.1 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatları.....	19
Çizelge 3.2 Deneme Alanlarının Toprak Analiz Sonuçları.....	21
Çizelge 3.3 Edirne İline ait Uzun Yıllar ve 2013, 2015, 2016 yıllarına ait iklim verileri	23
Çizelge 3.4 Oleik asit tipi ayçiçeği gen kaynaklarının moleküler kullanılan SSR primerlerine ait bilgiler (Seçilen 10 adet primer koyu renkli yazılmıştır)	35
Çizelge 4.1 Ayçiçeği hatlarına ait çiçeklenme gün sayısına ait veriler (gün).....	39
Çizelge 4.2 Ayçiçeği hatlarının bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.3 Ayçiçeği hatlarına ait bitki boyu ortalamaları ve Duncan Testi sonuçları.....	41
Çizelge 4.4 Ayçiçeği hatlarının tabla çapı ilişkin varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 4.5 Ayçiçeği hatlarına ait tabla çapı ortalamalarına ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	43
Çizelge 4.6 Ayçiçeği hatlarının tek bitki tohum verimine ilişkin varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 4.7 Ayçiçeği hatlarına ait tek bitki verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	45
Çizelge 4.8 Ayçiçeği hatlarının bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 4.9 Ayçiçeği hatlarına ait bin tane ağırlığına ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.10 Ayçiçeği hatlarının yağ oranına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.11 Ayçiçeği hatlarına ait yağ oranına ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.12 Ayçiçeği hatlarına ait fizyolojik olum gün sayıları (gün)	51
Çizelge 4.13 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların spektrofotometrik değerleri (Her bir örnek 3 teknik tekrarlı ölçülmüştür).....	53
Çizelge 4.14 Ayçiçeği hatlarının 10 SSR-lokusunki allel büyüklükleri (bç-bp).....	60
Çizelge 4.15 Ayçiçeği hatlarına ait allel sayıları (N), beklenen heterozigotluk (He), gözlenen heterozigotluk (Ho), tespit olasılığı (PI) değeri ve sessiz allel (null) frekansı.....	61
Çizelge 4.16 Primere ait Allel frekansları.....	63

Çizelge 4.17 Ayçiçeği hatlarına ait genetik benzerlik oranı indeksi (%)	65
Çizelge 4.18 Ayçiçeği hatlarına ait Çiçeklenme gün sayısına ait veriler (gün)	71
Çizelge 4.19 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları.....	72
Çizelge 4.20 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki boyuna ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.21 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tabla çapına ilişkin varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 4.22 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tabla çapına ilişkin Duncan Testi sonuçları.....	75
Çizelge 4.23 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tohum verimine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	75
Çizelge 4.24 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki başına tohum verimine ilişkin Duncan Testi sonuçları	76
Çizelge 4.25 Ayçiçeği hatlarının bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	77
Çizelge 4.26 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bin tane ağırlığına ilişkin Duncan Testi sonuçları	78
Çizelge 4.27 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait yağ oranına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.28 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait yağ oranına ilişkin Duncan Testi sonuçları	79
Çizelge 4.29 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlerin fizyolojik olum günü ortalamaları (gün)	80

1. GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), dünya genelinde üretim miktarı bakımından yağlı tohumlar arasında beşinci, hibrit tohumlarda ise mısırdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bitkisel yağlardan olan ayçiçeği yağının doymamış yağ asitlerin miktarının düşük olması, gerekli olan K, E, D ve A vitaminlerinin bulunması, alınabilir linoleik, linolenik ve oleik asit gibi önemli yağ asitlerini içermesinden dolayı insan beslenmesinde yüksek önemi bulunmaktadır (Gürbüz vd. 2003). TÜİK 2012-2021 verileri incelenmesi sonucu ham yağ ithalatında önemli bir yükselme izlenmektedir (Anonim, 2022). Türkiye’de ticari bitkisel yağ üretiminde tek yıllık yağ bitkilerinden en önemli olanları ayçiçeği, pamuk tohumu (çiğit), soya, kolza ve mısırdır. Çok yıllık bitkilerden de zeytin bitkisel yağ üretimi için en önemli bitki olarak tanınmaktadır. Ayçiçeği hem dünya hem de Türkiye yağ sanayisinin temel ham maddelerinden birisidir.

Ayçiçeği yağı, Türkiye bitkisel yağ üretiminin %46’sını karşılamaktadır. Türkiye’nin yıllık ayçiçek yağı tüketimi yaklaşık 900 bin ton iken, yılda yaklaşık 400-450 bin ton yağ üretilmektedir (Anonim, 2016). Ayrıca, 2,67 mt/ha üretim ile Çin ve 2,22 mt/ha üretim ile Ukrayna gibi diğer ülkelerdeki bitkisel ayçiçeği yağ üretimi karşılaştırıldığında, Türkiye ortalama 1,29 mt/ha üretimle oldukça geride kalmıştır (Anonim, 2022). 1970 yıllarına kadar ayçiçeği üretiminde açık tozlanan çeşitlerden kullanılmaktaydı (Vear, 2016).

Ayçiçeği (2n=34), tek yıllık yetiştirilen yağ bitkileri arasında soya, kolza ve yerfıstığından sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Günümüzde Ukrayna, Rusya, Çin ve Arjantin en büyük ayçiçeği üretici ülkelerdir (Seiler vd. 2017. Weiss, 2000). Türkiye’de ayçiçeği yetiştiriciliği I. Dünya Savaşı’ndan ardından Bulgaristan ve Romanya’dan gelen göçmenler tarafından Trakya bölgesinde başlatılmış olup, bugünlerde üretiminin %60’dan fazlasını ve ekim alanlarının yaklaşık %70’ni bu bölge karşılamaktadır. Son yıllarda Orta Anadolu, Karadeniz, Çukurova ve bazı geçit bölgelerinde de ayçiçeği üretimi yapılmaktadır. Ayçiçek yağı, insan ve hayvanların

beslenmesinin kullanılmasının yanı sıra, birçok endüstriyel materyallerde de (örneğin polimer sentezi, biyoyakıt, emülgatör vb.) Kullanılmaktadır (Dimitrijevic vd. 2017).

Türkiye’de de bitkisel yağ tüketiminde çoğunlukla ayçiçeği ve zeytinyağı tercih edilmektedir. Zeytinyağı yüksek oranda doymamış yağ asidi içermesine rağmen, hipokolestrolemik ve antioksidan özellikli bileşikleri (fitosterol ve tokoferol) yeterli düzeyde bulundurmamaktadır. Normal bir ayçiçeği yağı ise çoğunlukla linoleik asit, düşük miktarda oleik asit ve yüksek oranlarda fitosterol ve tokoferol içermektedir (Santalla ve Mascheroni 2003). Oleik asidi orta ve yüksek düzeyde olan ayçiçek yağlarından üretilen kızartma yağları ve margarinlerin trans yağ asitleri miktarı düşük olduğundan daha sağlıklı olmaktadır. Üstelik bu tip yağların bozulması daha zor ve raf ömürleri daha uzundur. Halen ABD’de NuSun tip denilen orta düzeyde oleik tiplerin tarımı, Avrupa’da da yüksek oleik içeren çeşitlerin ekimi giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiye’de ise tamamen linoleik yağ asidince zengin ayçiçeği hibritleri ekilmektedir. Diğer yağ bitkilerinde olduğu gibi, ayçiçeğinde de yağ asitleri çevre ve yetiştirme koşullarından çok etkilenir. Örneğin serin kuzey iklim bölgelerinden sıcak güney iklim bölgelerine doğru gidildikçe yağda linoleik asit oranı düşmekte, oleik asit oranı artmaktadır (Baydar. 2000). Ayçiçeği çeşitlerinin oleik asit içeriği yükseltilerek tüketici ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde üretilmesi için; seleksiyona dayalı, mutasyon-temeli ve transgenik teknolojilerin kullanıldığı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 1976 yılında Soldatov tarafından kimyasal mutagenез kullanılarak elde edilen ayçiçeği popülasyonu, Pervenet mutantları olarak bilinmektedir. Bu popülasyonda oleik asit içeriği %60-85 arasında değişen genotipler elde edilmiştir (Pacureanu vd. 2000). Düşük oleik asit içeriği ise yaklaşık %20 olarak değerlendirilmektedir. Kimyasal mutasyonla elde edilen bu Pervenet popülasyonu dünyaya yayılmış ve yüksek oleik asit içeriğine sahip hat ve çeşitlerin (<%80) geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Berville vd. 2005).

Yağ bitkilerinin yağ asitleri kompozisyonu stabil olmayıp; yağ asitleri sentezi genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değiştiği yapılan birçok çalışmada vurgulanmıştır (Baydar ve Turgut. 1999; Baydar ve Erbaş. 2014; Karaca ve Aytaç. 2007). Türkiye’ de üretimi yapılan bazı ayçiçeği çeşitlerinde büyüme koşullarının yağ asidi kompozisyonlarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir

(Alpaslan ve Gündüz. 2000). Bu yüksek oleik asitli ayçiçeği yağı tercihi, Türkiye’de de gündeme gelmiş ve bu yönde çalışmalar ve araştırmalara başlanılmıştır. Ancak ülkemizde oleik ayçiçeği genotiplerin belirlenmesi veya üstün özellikli genotiplerin ıslahına yönelik ebeveyn özelliği taşıyacak hatların gerek genetik karakterizasyonu üzerine bu araştırmayı yaptığımız dönemde yeterli çalışmalar bulunmamakta idi. Tüketici için kaliteli bir yağ olan oleik asidi yüksek ayçiçeği yağına sahip ayçiçeği çeşitlerini geliştirmek ise ıslah çalışmaları ile mümkündür. Ayçiçeğinde ıslahçıların temel hedeflerinden birisi de her tür çevre şartlarında tanedeki oleik asit oranını stabil olarak muhafaza eden ayçiçeği çeşitlerini ıslah etmektir. Çünkü bazı iklim koşullarında yüksek oleik asit oranının genetik olarak kontrolünde bazı problemler yaşanabilmektedir (Miller vd. 1987; Alonso. 1998; Fernandez-Martinez vd., 1989; Karaca ve Aytaç. 2007).

Türkiye’de tescile yönelik oleik asidi yüksek ayçiçeği çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılacak hatların gerek tanımlanması gerekse agronomik özelliklerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Çeşitli çevresel faktörlere karşı yüksek adaptasyon yeteneği bulunan yabani türler günümüze kadar kazandıkları genetik çeşitlilikler sebebiyle yeni çeşitlerin geliştirilmesinde öncelikle tercih edilmektedir. Yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen ıslah çalışmalarında kalıtım yoluyla. Bitkilerin genetik yapılarındaki ve doğal yayılışlarındaki varyasyonların döllere aktarılması hedeflenmektedir. Islah yoluyla istenilen karakterlerin aktarılması türler arası melezlemelerle gerçekleştirilir ve yeni bir çeşidin geliştirilmesi uzun zaman alan emek yoğun bir süreçtir. Bu süreçte her generasyonda elde edilen çok sayıdaki birey birçok özellik açısından fenotipik özelliklerden yararlanılarak, morfolojik markörler aracılığıyla gözlemlenir, test edilir ve bir sonraki generasyon için uygun genotipler seçilerek ıslah çalışması devam ettirilir. Oysa fenotipik özelliklere dayalı geleneksel seleksiyonlarda markörlerin azlığı, pleiotropik ve epistatik etkilerin bulunması, morfolojik karakterlerin değişken çevresel koşullardan etkileniyor olması gibi sorunlarla karşı karşıya kalınmaktadır (Melchinger. 1990). Ayrıca klasik ıslah çalışmalarının uzun yıllar alması ve yoğun iş gücü gerektirmesi çok önemli bir sorundur. Bunun yanısıra kantitatif karakterleri etkileyen genlerin bu şekilde aktarılmasında özellikle bağlantı sürüklenmesi (linkage drag) gibi birçok problemle de karşılaşilmektedir (Sönmezoğlu vd. 2010). Önemli agronomik

karakterleri taşıyan yabancı türlerden ıslah materyallerinin geliştirilmesi, bu karakterlerin bulunduğu lokusla bağlantı gösteren moleküler markörlerin belirlenmesi ile hız kazanmıştır. Bu markörlerin ıslah programlarında istenen karakteri taşıyan bireylerin seçiminde kullanılması. Diğer bir deyişle markörler-yardımla seleksiyon (MAS-Marker-assisted selection) yeni çeşit geliştirilmesi çalışmalarında önemli avantajlar sunar (Hvarleva vd. 2009).

Tarımsal ıslah popülasyonlarında elde edilebilecek fenotipsel çeşitliliklerde, marker destekli (işaretçi destekli) seçim ve genom güdümlü ıslah gibi teknikler tarafından desteklenmektedir (Moreau vd. 2004; Meuwissen vd., 2001; Eathington vd., 2007; Collard ve Mackill, 2008; Utomo ve Linscombe, 2009; Kean, 2010). Moleküler belirteç sistemlerinin ıslah programlarında kullanılmasına güzel bir örnek, ayçiçeği hat ve çeşitlerinin erken ve hızlı bir şekilde belirlenmesine imkân sağlamasıdır. Bu anlamda biyokimyasal yöntemler kullanılarak ancak tohum aşamasında belirlenebilecek özellikteki genotipler gelişimlerinin erken dönemlerinde tespit edilerek ıslah programlarında sürenin belirgin şekilde kısalmasına katkı sağlanmaktadır (Johansson vd., 2010; Meuwissen ve Goddard, 2010). HO genotiplerin başka bir deyişle Pervenet mutasyonu taşıyan genotiplerin PCR/PZR-temelli belirteç sistemleri kullanılarak belirlenmesi Berville vd. (2005) tarafından belirlenen SSR belirteçleri ile mümkün olmaktadır.

Son yıllarda, doymamış yağ asidi içeriği yüksek bitkisel yağların tüketilmesine olan ilgi artmış, bu karakterleri taşıyan yağ bitkilerinin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmaları da hız kazanmıştır (Baldini vd. 2002). Kültüre alınmış ve yabancı germplazmasının (gen kaynakları) genetik çeşitliliği, çeşitli ıslah amaçlarıyla kullanım için karakterize edilmektedir. Ayçiçeği ıslahını kolaylaştırmak için moleküler belirteçler geliştirilmiştir (Webb vd. 2002). Bir popülasyon haritalamasında monogenik özelliklerle bağlantılı işaretleyiciler, bu özelliklere sahip bitkileri seçmek için kullanılabilir (Yu vd. 2003). Tanımlanmış bağlantılı belirteçlerin, yaygın kullanımını sağlamak için çeşitli genetik geçmişlerde ve ortamlarda doğrulanması gerekmektedir (Darvishzadeh vd. 2010, Rauf vd. 2020, Yadav vd. 2018). Ekonomik açıdan önemli karakterlerle bağlantılı allelik çeşitliliği araştırmak için ilgili genlerle ilişkili yeni SSR tabanlı belirteçleri

geliştirmek için baskı altına alınması gereken ayçiçeği için genomik dizi verilerine artık erişilebilir (Rauf vd. 2020, Lyu vd. 2020). Erken olgunlaşan ve yüksek verimli hibritlerin geliştirilmesi, maliyetli ve zaman alan ayçiçeği ıslah programlarının temel amacıdır. Yüksek verimli hibrit potansiyeline sahip ebeveyn seçimi ve bunların saflık testi, heterosis ıslahındaki kısıtlamalardır. Moleküler tekniklerdeki gelişmeler bu süreci kolaylaştırmıştır. Genotipleme, elit germplazm (gen kaynakları) koruması ve pasaportlaştırma hibrit performans tahmini ve ebeveyn seçiminde genetik mesafenin başarılı kullanımı ve markör destekli seleksiyon (MAS) teknikleri kullanılarak genotiplerdeki değerli özelliklerin tanımlanması için yollar araştırılmaktadır (Duca vd. 2013, Saftić-Panković vd. 2007, Zia vd.2014, Yıldırım, 2006).

Ayçiçeği ıslah programı moleküler markör kullanılarak geliştirilmiştir. Bu belirteçler oldukça polimorfiktir, genellikle birlikte baskındır, ilgilenilen özellik ile güçlü bir bağı vardır, tüm büyüme aşamalarında ölçülebilir ve fenotipik olarak nötrdür (Dimitrijević vd. 2017). Ayçiçeğinde yapılan çok sayıda çalışmada; markör destekli seleksiyonun (MAS), genetik çeşitliliğin tahmin edilmesinde, heterozisin yeniden üretilmesinde ve heterotik modellerin belirlenmesinde hatların tanımlanmasındaki önemini ortaya koymuştur (Iqbal vd.2010). MAS için potansiyel olarak uygun belirteçler, ekonomik açıdan önemli özelliğin Kantitatif Özellikler Lokusu (QTL) haritalaması yoluyla tanımlanmıştır (Yue vd. 2010, Ahmed vd. 2022). Yeni geliştirilen moleküler ıslah metodlarından in vitro kültürü, genetik transformasyon ve PCR-PZR (Polymerase Chain Reaction) (Polimeraz Zincir Reaksiyon), RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism- Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi) vb. moleküler markör (belirteç) teknikleri, ayçiçeğinde başarıyla kullanılmaktadır (Kaya vd. 2004).

Hibrit tohumların ticari üretimi, sitoplazmik erkek kısırlığı (CMS) ve restorer (erkek doğurganlığı düzeltme- RF) hatlarla gerçekleştirilmektedir (Shuba vd. 2020). Mevcut germplazmdaki (gen kaynakları) ve seçkin ıslah materyalindeki genetik çeşitlilik ve hibrit tanımlama hakkındaki bilgiler, bitki ıslahında çok önemlidir (Rasoulzadeh vd. 2020, Ibrar vd. 2020, Alekseevna 2021). PCR-PZR temelli basit dizi tekrarı (SSR) belirteçleri, ortak baskın işaretleyicilerdir ve hibrit tanımlamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Radwan vd. 2004; Chalmers vd. 2001). Bu işaretleyicilerin

tanımlanması, farklı özelliklerle bağlantılıdır. SSR metodolojisi, çeşitli ürünlerde saf hibrit analizler için kullanılmıştır (Ibrar vd. 2020).

Ayçiçeklerinin parmak izi alınmasında AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism, Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi), RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), SNP (Single Nucleotide Polymorphisms, Tekli Nükleotid Polimorfizmi)ler ve SSR'ler gibi farklı türde moleküler markörler kullanılmaktadır. SSR markörleri parmak izi alma, genom haritalama, filogenetik ve popülasyon çalışmaları, genetik polimorfizm tahmini ve markör- için en sık kullanılan moleküler markörlerden biridir (Pankovic vd. 2007). Basitlik, eş baskın kalıtım, tekrar üretilebilirlik, yüksek polimorfizm ve düşük maliyet bu markörlerin seçimini kolaylaştırmaktadır (Heesacker vd. 2008, Zimmer ve Wen 2015). SSR belirteçlerinin bu özellikleri, arpa (Alzohairy vd. 2012, Varshney vd. 2007), mısır (Nyaligwa. 2016), buğday (Ahmed vd. 2017), çeltik (Singh vd. 2016) kolza (Kapoor vd. 2016) ve diğerleri gibi çeşitli türler için desteklenmiştir. İlk SSR genetik haritasının oluşturulması sayesinde daha fazla imkân ve alan açılmış olup, parmak izi gibi ayçiçeği denemelerinde kullanımı genişletilmiştir (Berrios vd. 2000; Vos vd. 1995).

Helianthus cinsinde 4 adet RFLP haritası oluşturulmuştur (Berry vd. 1995; Jan vd. 1998). Ayrıca RFLP tekniğini kullanarak Gentzbittel vd. (1992). 44 *Helianthus* cinsinin soy ağacını çıkarmışlar. Lu vd. (1999) ise, orabaşa dayanıklılıkla bağlantılı ilk moleküler markör olan Or5'i bulmuşlardır. Ayçiçeğinde, türler arası melezlemelerden sonra genetik uzaklığın belirlenmesi, gen geçişlerinin kanıtlanması, geriye melezleme sırasında yabani türlerden kalan genom parçalarının ortaya çıkarılması ve özellikle hastalık dayanıklılık genlerinin tespit ve kalıtımı konularında RAPD markörlerinin kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur (Pankovic vd. 1997; Horn vd. 2003; Brahm vd. 2000; Roeckel-Drevet vd. 2003; Tang vd. 2003). SSR markörleri, hibrit ıslahı yoluyla melez azmanlığının daha başarılı biçimde ortaya çıkarılmasına yardımcı olacak genetik havuzların oluşturulması ve karakterizasyonu için çok önemli araçlar haline gelmiştir (Korzun. 2003). Ayçiçeğinde genetik ilişkilerin incelenmesinde SSR markörleri. Başarıyla kullanılmıştır (Jung vd. 1995; Paniego vd. 2002). Yüksek oleik asit içeriğine sahip ayçiçeği çeşitlerinin geliştirilmesi için moleküler markörleri

kullanımı ve yüksek heterosisten faydalanabilmek amacı için genetik uzaklıkların kullanılmasında moleküler markörlere ihtiyaç vardır. Pervenet popülasyonu dünyaya yayılmış ve yüksek oleik asit içeriğine sahip hat ve çeşitlerin (<%80) geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal mutagenез kullanılarak elde edilen ayçiçeği popülasyonu oleik asit içeriği %60-85 arasında değişen genotipler elde edilmiş yüksek oleik asit içeriğine sahip hat ve çeşitlerin (<%80) geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Berville vd. 2005); (Hongtrakul vd. (1998); Lacombe vd. (2008). Pervenet mutasyonu taşıyan genotiplerin PCR/PZR-temelli markör sistemleri kullanılarak belirlenmesi Berville vd. (2005) tarafından belirlenen SSR markörleri ile mümkün olmaktadır. RAPD- HO hat ve çeşitlerin belirlenmesinde kullanılabilecek diğer bir markör sistemidir (Dehmer ve Friedt. 1998), RAPD dominant karakterli bir markör sistemi olmasına rağmen, söz konusu çalışmada HO ve LO genotipleri seçebilen iki ayrı RAPD markörü belirlenmiştir. Homozigot bireylerde tek bir markörün varlığı tespit edilirken, heterozigot bireylerde her iki marköre de rastlanmıştır. Dolayısı ile bu markör sistemi de çalışmanın bu aşamasında kullanılabilecek niteliktedir.

Geleneksel yetiştirme testi, morfolojik belirteçlere dayanan tohum genetik saflık testini belirlemek için yapılır, zaman alır ve çevre koşullarına bağlıdır (Dimitrijević vd. 2011, Tang vd. 2003). Bu dezavantajın üstesinden gelmek için, birçok üründe biyokimyasal belirteçler kullanılmaktadır. Ancak, bu sonuçların biyokimyasal belirteçler üzerinde tekrarlanabilirliği ve doğruluğu sorgulanabilir. Bu, DNA moleküler belirteçlerinin, özellikle de eş-baskın belirteçlerin kullanımına yol açmaktadır. SSR belirteçleri, hibrit ve ebeveyn hattı tohum saflığının hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için büyük önem taşımaktadır (Adam vd. 2008, Tang vd. 2006, Naresh vd. 2009).

Türkiye’de ayçiçeğindeki tanımlamaları morfolojik özelliklere dayandığı için, oleik asidi yüksek gen kaynakları moleküler düzeyinde önem taşımaktadır (kaya vd. 2003a). Dolayısıyla, bitki gen kaynaklarının moleküler düzeyindeki tanımlamalarında 1-6 baz-uzunluğunda ökaryötlara özgünlük gösteren SSR belirteçler ko-dominantlık özelliğindedirler. Türkiye’de bitkisel gen kaynaklarının belirlenmesi için bitki türlerinde DNA düzeyinde yapılan çalışmaların az olması nedeniyle, ayçiçeğindeki tanımlamalar morfolojik karakterizasyona dayanmaktadır (Romano vd. 2010; Bachlava vd. 2011).

Oleik asidi yüksek ayçiçeği gen kaynaklarının DNA düzeyinde tanımlanması Türkiye için çok büyük önem taşımaktadır. DNA seviyesindeki bitki gen kaynaklarının tanımlarında, ökaryotik organizmaların genom özgüllüğünü gösteren ve genotipler arası allellik varyasyonları replikasyondaki mutasyonlara dayanan, 1-6 baz uzunluğunda kısa tekrar dizilere sahip SSR belirteçleri ko-dominantlık özelliği göstermektedir (Kulkarni vd. 2009; Gollack vd.2011). Bitki gen kaynaklarının tanımlanması, laboratuvarlar arası veri tabanlarının karşılaştırılmasındaki elverişliliği ile belirteçlere göre yüksek polimorfiklik özelliği ile önemli avantajlar sağlamaktadır (Miller vd. 2004; Hulke vd. 2010).

Bu nedenle SSR belirteçleri, ebeveynlerin seçilmesi ve hibritlerinin doğrulanması için en uygun seçenek haline gelmiştir. Bu çalışma, ıslah programlarında ebeveynleri ve melezlerini doğrulamak amacıyla yürütülmüştür ve genetik mesafeler (kümeler), melezlerin akraba ebeveynleri ile kökenini doğrulamak için de kullanılmaktadır.

Bu tezin amacı ise; oleik asidi yüksek ayçiçeği gen kaynaklarının DNA düzeyinde tanımlanmasının SSR belirteçlere dayalı olarak yapılmasıdır. Bu kapsamda, 41 adet ayçiçeği ebeveyn hattı arasında SSR belirteçler aracılığı ile genotiplere ait benzerlik ve farklılıklar saptamak ve oleik asit içeriği yüksek genotiplerden genetik anlamda birbirinden uzak, farklı birey özelliğindeki ayçiçeği hatlarının tohum verimi, yağ verimi ve verim öğeleri yönünden değerlendirilerek, oleik asit içeriği yüksek hatların ıslahında kullanılabilecek bir popülasyon oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. KURUMSAL TEMELLER

Williams vd. (1990)'ne göre, yağ asitleri sentez reaksiyonları çoğunlukla yaprak hücrelerindeki kloroplastlarda gerçekleştirilir. Ancak, mitokondriler yağ asitleri sentezinin başlangıç ürünü olan Asetil- CoA (Acetyl-CoA) üretimi için asetat desteği sağlanmaktadır. Farklı yollardan üretilen Asetil- CoA (Acetyl-CoA) ile plastidlerde Asetil- CoA (Acetyl-CoA) havuzu oluşturulur. Bu havuz, yağ asitleri sentezinde karbon havuzu olarak kullanılır. Yağ asitleri sentezinin Asetil- CoA (Acetyl-CoA)'nın Malonil CoA (Malonyl-CoA)'ya dönüştürülmesiyle devam edeceğini bildirmişlerdir.

Kabbaj vd. (1996)'ne göre, Yüksek oleik asit (HO) içerikli genotiplerin klasik ıslah yöntemleri izlenerek geliştirilmesi aşamalarında fenotipik olarak yüksek oleik asit içerikli genotiplerin hızlı/erken teşhisi, homozigot ve heterozigot bireylerin belirlenmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle genom seviyesinde homozigot HO genotipleri seçici özellikte moleküler belirteçlere büyük ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek oleik asit içeriği olan ayçiçeği genotiplerinde 18:1 yağ asitleri birikimi belirteç niteliği taşıyan D12-desaturase/destaüras enzim aktivesinin azalması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu enzime ait mRNA seviyesinin tane dolumu dönemlerinde HO genotiplerde belirgin şekilde azaldığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada HO genotiplere özgün 12HOS alleli bulunurken, düşük oleik asit içeren (LO) genotiplerde bu lokusta başka bir allel (12LOR) tespit edilmiştir. F2 hibridasyonunda yapılan analizlerde de HO karakterini kontrol eden genlerin 12HOS alleli ile bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Daha sonra Hongtrakul vd. (1998), ardından da Lacombe vd. (2001, 2008) Pervenet mutasyonu taşıyan ayçiçeği hatlarının RFLP belirteci taşıdığını D12-desaturase/desatüras cDNA molekülünü prop olarak kullanarak ortaya koymuşlardır.

Son yıllarda, özellikle özel sektör kuruluşlarınca mildiyö ve herbisite dayanıklı, yüksek oleik asit içeriğine sahip ayçiçeği çeşitlerinin geliştirilmesi için büyük çabalar sarf edilmektedir (Bouzidi vd. 2002). Bunun için farklı genotiplere ait kendilenmiş hatlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar elde etmek amacıyla yabani (çok yıllık veya tek yıllık) ayçiçeği türlerinde kullanılmaktadır. Ardından elde edilen bitkilerin tek yıllık

Helianthus annuus türü ile hibridleşmesi/melezlenmesi gerekmektedir. Ancak bu hibridleşme/mezleleme oldukça zordur. Oysa bu çalışmalarda yardımcı bir rol oynayan MAS seleksiyonu, ile ekonomik ve etkin biçimde gerçekleştirmek mümkündür. Dolayısıyla son yıllarda bu tip çalışmalar her gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır (Çizelge 2.1 Kumar, 2010).

Çizelge 2.1 Ayçiçeğinde moleküler belirteç-yardımlı seleksiyon çalışmalarına örnekler

Özellik	Gen	Kullanılan moleküler belirteçler	Özellik	Gen	Kullanılan moleküler Belirteçler
Mildiyö	<i>Pl1</i> -- <i>Pl5/ Pl8</i> <i>Pl5/Pl8</i> <i>Pl13</i>	RFLP, CAPS, IFLP NBS-LRR, SSR TIR-NBS-LRR SSR, STS TRAP, SSR	Kendine dölleme ve tohum dormansisi	QTL	SSR
Orobanş	<i>Or5</i> <i>Or3</i>	SSR, AFLP RFLP, SSR	Polende üreme yeteneğinin geri kazanılması	Rf1	RAPD, SCAR, RFLP
Sclerotinia midstalk-çürüme	QTL -- --	SSR SSR SSR	Çekirdekte erkek kısırılık	Ms 9 Rf (4)	SSR, TRAP SSR and STAE -markers
Beyaz çürük ve siyah gövde	QTL	RFLP, SSR	Bitki boyu ve çiçeklenme zamanı	QTL	SSR
Klorotik benek virüsü	<i>Rcmo-1</i>	SSR	Limon çiçeği rengi	Yf, Yf1	SSR, EST
Phoma bazal gövde ve kök nekrozu	QTL	SSR, AFLP	Dallanma ve perikarp pigmenti	Hyp	SSR
Pas (<i>Puccinia helianthi</i>)	R1 ve R(Adv)	RAPD	Donma ve tuz stresi	--	EST
Yağ içeriği	QTL	AFLP, SSR	Klorofil fluorescence	QTL	SSR
Gamma-tokoferol içeriği	Tph2	SSR, INDEL	Klorofil eksikliği	Y1	SSR, TRAP
Yüksek stearik asit içeriği	Es1, Es2 ve Es3	SSR	Fotosentez ve su durumu	QTL	AFLP
Tohum hipodermis rengi	Hyp	RFLP	Ozmotik denge	QTL	AFLP, SSR
Tohum kalitesi	QTL	SSR	Kuraklık ve tuz stresi	QTL	SSR

Baydar ve Erbaş (2005), ayçiçeği tane yağ içeriği bakımından olgunlaşma süresinde, hasada yakın oleik asit oranda önemli derecede azalma gösterdiğini, toplam tokoferol oranında çiçeklenmeden 10-35 gün sonra kadar azalma ve daha sonra artış izlenildiğini bildirmişlerdir.

Moleküler belirteçler, basit ilkelere dayanır. Bu avantajlarına ek olarak;

- i. Fenotipik taramaya göre daha kolay bir metottur, zaman ve kaynak israfını engellenmektedir.
- ii. Tohum çimlenme aşamasında bitki seleksiyona imkân sağladıkları için bitki özelliklerin tanısında yardımcı olmaktadır.
- iii. Geleneksel ıslah çalışmalarında karşılaşılan zorluklarla kıyasla moleküler belirteçler sayesinde heterozigot ve homozigot bireyleri ayırmak kolaydır.
- iv. Ayrıca linking/bağlama kayması gibi sorunların çözümünde de önemli faydalar sağlamaktadırlar.
- v. Herhangi çeşit karışıklığında ticari haklarının korunmasında önemli rol oynarlar.
- vi. Özgün ve hassas bireylerin doğru ayırımını sağlamaktadırlar (Sönmezoğlu vd. 2010, Yıldırım vd. 2009)

Bu önemli yararları nedeniyle MAS, klasik ıslah çalışmalarının başarısını ve hızını artırıcı yardımcı bir metottur. Özellikle çevresel faktörlerden büyük oranda etkilendiği için yanıltıcı sonuçlar doğurması mümkün olan morfolojik belirteçlerin yerine moleküler belirteçlerin kullanımı ile seleksiyon etkinliği ve güvenilirliği, %99'lara varan hassasiyette gerçekleştirilmektedir. Ayrıca tek QTL (gen/lokus)'in söz konusu olduğu seleksiyonlarda bu karakteri taşımayan %75, iki QTL'in söz konusu seleksiyonlarda ise bu karakterleri taşımayan %94 oranındaki birey kolaylıkla elenebilmektedir. Böylece gereksinim duyulan popülasyon büyüklüğü minimize edilebilmekte ve ıslah çalışmaları daha kısa sürede ve daha az işgücü ile tamamlanabilmektedir (Bertrand vd. 2008).

Ayçiçeğinde, MAS'ın sunduğu önemli avantajlardan yararlanmak için kullanılabilen geniş bir moleküler belirteç koleksiyonu mevcuttur. Bu belirteçler genel olarak üç grup altında toplanabilmektedir. Birinci grup, rastgele veya nötral belirteçler olarak da adlandırılan, fonksiyonu olmayan fakat genomda polimorfizmlerin ortaya çıkarılması için kullanılan belirteçlerdir. RFLP (restriction fragment length polymorphism- Restriksiyon Parça Uzunluk Polimorfizmi), RAPD (random amplified polymorphic DNA- Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA), AFLP (amplified fragment length polymorphism- Çoğaltılmış Parça Uzunluk polimorfizmi) ve SSR (simple sequence repeats- Basit Dizi Tekrarları) veya mikrosatellitler bu türden belirteçlere örnek verilebilir. İkinci grup DNA belirteçleri gen hedefli olma özelliğindedir. Bu tür belirteçler genlerde meydana gelen polimorfizmlerden Polymorphism) (Lai vd. 2005), ayçiçeği EST'lerinden (expressed sequence tag- eksprese edilmiş bir dizi etiketi) geliştirilen SSR belirteçleri (Pashley vd. 2006) ve TRAP (Target region amplification- Hedef bölge çoğaltım polimorfizmi) (Hu vd. 2007) belirteçleri bu grup altında toplanabilir. Üçüncü grup ise fonksiyonel belirteçleri kapsamaktadır. Bir genin alleleri arasındaki DNA dizi farkından kaynaklanan polimorfizmlerin belirlenmesinde kullanılmaktadırlar. Ayçiçeğinde bu türden belirteçler çok fazla bulunmamakla birlikte yağ kalitesi (Anastasi vd. 2000; Tang vd. 2009; Warner, 2002; Rizwan vd. 2020) ve herbisit direnci için geliştirilmiş bazı belirteçler bulunmaktadır (Kolkman vd. 2004).

Suresha vd. (2017)'ne göre, ayçiçeği, dünyanın temel bir yağlı tohum ürünüdür. Ayçiçeğindeki hibrit ıslah programları için ebeveyn hatlarındaki genetik çeşitlilik çok önemlidir. Bu çalışmada, 102 ebeveyn hattı (100 restorer ve iki CMS) ayçiçeği setindeki genetik çeşitlilik, 69 polimorfik SSR markörü kullanılarak değerlendirilmiştir. Genetik çeşitlilik parametreleri: lokus başına ortalama allel sayısı (3.07), gen çeşitliliği (0.356) ve polimorfizm bilgi içeriği (0.296), restorer hatlarında düşük ve orta düzeyde genetik çeşitlilik ortaya çıkarmıştır. Bağlantı grubu 2'de bulunan SSR belirteci ORS447, yüksek allel sayısı (10) ve yüksek PIC değeri (0.89) ile öne çıkmıştır. Kümeleme analizi yapıldığında üç ana genotipik gruba ortaya çıkmıştır. Moleküler varyans analizi sonuçları, popülasyon içindeki bireyler arasında maksimum genetik varyasyonun (%72) gözlemlendiğini göstermiştir.

Mwangi vd. (2019) tarafından yapılan bu çalışmada, Kenya ayçiçeği ıslah hatlarındaki genetik varyasyonun basit dizi tekrarına (SSR) dayalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 32 SSR lokusunda toplam 83 allel tespit edilmiştir. Lokus başına allel sayısının 2 ile 7 arasında değiştiği belirlenmiş ve lokus başına ortalama 2.7 allel belirlenen bu çalışma 24 ayçiçeği hattında çalışılmıştır. Genetik benzerlik katsayılarına dayalı bir kümeleme analizi yapılmış ve 24 ayçiçeği ıslah kaynağı üç gruba ayrılmıştır. Ana koordinatlar (PCoA) sırasıyla %34 ve %13.38'dir ve toplam varyasyonun %47.38'ini ortaya koymuştur. Kenya ayçiçeği ıslah kaynaklarındaki genetik çeşitliliğin, diğer ayçiçeği germplazm (gen kaynakları) kaynaklarındakinden daha dar olduğu saptanmış olup, Kenya ayçiçeği ıslah programında daha geniş genetik tabanlı ıslah hatlarının seçimi için farklı orijinlerden seçkin genotiplerin belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir.

Liu vd. (2019)'ne göre, TX16R ayçiçeği germplazm (gen kaynakları) hattı, dünya çapında ayçiçeği üretiminde iki önemli yaprak hastalığı olan *Plasmopara halstedii* (ayçiçeği tüylü küfü/ mildiyö) ve *Puccinia helianthi*'ye (ayçiçeği pası) dirençlidir. Bu çalışma, sırasıyla TX16R'den tüylü küf/ mildiyö ve pas direnci genleri Pl33 ve R16'nın haritalanması amacı ile yapılmıştır. Tüylü küf/ mildiyö direnci için test melezlerinin döl testi, Pl33'ün ayçiçeği genomunun bağlantı grubu (LG) 4'te lokalize olduğunu göstermiştir. ORS644, ORS963, SFW04901 ve SFW04052 ile birlikte ayrılan ve 0,2 cM'lik bir genetik mesafede iki SNP'ye, NSA_006089 ve NSA_008496'ya bağlanan Pl33'ü tanımlayan basit dizi tekrarı (SSR) ve tek nükleotid polimorfizmi (SNP) işaretleri kullanılarak Pl33'ün moleküler haritalanması yapılmıştır. Daha önce pas genleri için bildirilen LG'lerden SSR ve EST-SSR işaretleyicileri kullanılarak toplu ayırıştırma analizi yapılarak LG13'te pas direnci ile ilişkili polimorfik SSR işaretlerini tanımlanmıştır. Araştırmacılar iki direnç genine birlikte ayrılan veya yakından bağlantılı belirteçlerin, markör destekli seleksiyon (MAS) ve gen piramidini kolaylaştıracağını ve pas direncinden sorumlu genlerin belirlenmesine yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Lyu vd. (2020)'ne göre, ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin, soya fasulyesi, kolza ve yerbuğdan sonra önemli bir yağ bitkisi olduğu ve yüksek kaliteli bir genetik haritanın, markör destekli seleksiyonun (MAS) temeli olduğu belirtilmiştir. Ancak, bu

tür için yüksek yoğunluklu haritalar sınırlı olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada, SNP ve SSR işaretleyicileri kullanarak F7 ayçiçeği popülasyonu tarafından yüksek yoğunluklu bir genetik bağlantı haritasının oluşturulması önerilmiştir. Yöntem olarak, SLAF-seq stratejisi, HighMap yazılımı tarafından yüksek yoğunluklu genetik haritayı oluşturmak için SSR işaretleri ile SNP işaretlerini daha da geliştirmek için kullanılmıştır. Toplam 1.138 milyon eşleştirilmiş okuma (226Gb) elde edilmiş ve 518.900 SLAF tespit edilmiştir. Sonuç olarak, SLAF-seq stratejisinin SNP belirteç tespiti için uygun olduğu kaydedilmiştir. Bu çalışmada bildirilen genetik haritanın, ayçiçeğinin en yüksek yoğunluklu genetik bağlantı haritalarından biri olarak kabul edilebileceğini ve kantitatif özellik lokusları (QTL'ler) hassas haritalama veya harita tabanlı gen klonlama için bir temel oluşturabileceğini bildirmişlerdir.

Abdelmgid, (2020) genetik yöntemlerin, soyoluş araştırmalarında ve dolayısıyla genetik çeşitliliğin türler içinde ve arasında dağılımını ve yayılmasını anlamada önemli olduğunu kaydetmiştir. Bu çalışmada farklı bölgelerden 13 ayçiçeği (*Helianthus annuus*) genotipi üzerinde moleküler markörler (5 SSR ve 5 ISSR) kullanarak genetik çeşitliliği değerlendirme amaçlanmıştır. Araştırmada en yüksek derecede polimorfizm ile elde edilen veriler doğrulanmıştır. Polimorfik bantlar (24 ve 55) sırasıyla tamamen SSR ve ISSR aracılığıyla gösterilmiştir. Yine de ISSR, SSR belirteçlerine (%90.83) oranla polimorfizm oranı sergilemede (%97.37) daha üstün bulunmuştur. UPGMA dendrogramını ayarlamak için genetik benzerlik katsayısı kullanılmıştır. Gruplar içinde kümelenen genotiplerde benzerlik bulunmazken, genotiplerdeki kümelenme profilleri ISSR'de ve SSR ile ISSR'nin toplu sonuçları bakımından değerlendirilmiştir. Araştırmacı farklı coğrafi bölgelerden gelen yabani ve kültür ayçiçeği çeşitlerinin genetik varyanslarının belirlendiğini bildirmiştir.

Ibrar vd. (2020)'ne göre, ayçiçeği, dünyanın en önemli yağlı tohum bitkilerinden biridir. Heterozisin kullanılması, çapraz tozlanan (yabancı döllen) bitkilerde çok başarılı sonuçlar vermekte olup, çapraz tozlanan (yabancı döllen) ayçiçeği hibrit yetiştirme için idealdir. Hibrit gücün hassas bir şekilde kullanılması zamandan ve kaynaklardan tasarruf sağlar ve bu ilişkilendirme haritalaması gibi yeni genetik tabanlı ürün ıslah teknikleri kullanılarak başarılabılır. İlişkilendirme haritalaması ile, moleküler

işaretleyicin hızlı ürün ıslah çalışmalarda çok başarılı olduğunu kanıtlanmıştır. Agro-morfolojik özellikler, ayçiçeği yetiştiricileri için yüksek performanslı ve diğer verime katkıda bulunan özelliklere sahip genotiplerin seçiminde önemlidir. Genetik çeşitliliği incelemek için on agro-morfolojik karakter, yani çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, tabla çapı, bitki başına yaprak sayısı, yaprak alanı, bin tane ağırlığı, bitki başına tohum verimi ve yağ içeriği kullanılmıştır. Tarla koşullarında ayçiçeği hatları arasında yüksek bir genetik değişkenlik gözlenmiştir. Popülasyon yapısı analizine dayalı olarak, ayçiçeği genotipleri iki alt popülasyonda toplanmıştır. Morfolojik özellikleri kontrol eden önemli QTL'lerin tanımlanması için genotipik ve fenotipik veri kombinasyonu, 11 SSR bandının test edilen 10 agro-morfolojik karakterden 6'sı ile anlamlı bir ilişkiye ($p < 0.05$) sahip olduğunu göstermiştir. Belirlenen bu belirteç özellik ilişkilerinin, ayçiçeği ıslahçılarına başarılı bir ıslah stratejisi tasarlamada yardımcı olmasının beklendiğini bildirmişlerdir.

Rasoulzadeh vd. (2020) verimli genotiplerin ıslahı için farklı yerlerden gelen 100 ayçiçeği genotipini, optimal ve fosfor eksikliği (7,2 mg/kg) koşullarında, tamamen tesadüfi desende, saksı koşullarında üç tekerrürlü olarak agro-morfolojik özelliklere göre değerlendirilmişlerdir. Urmiye Üniversitesi Ziraat ve Tabii Kaynaklar Fakültesi'nde 2017 hasat döneminde moleküler denemelerde genotiplerin moleküler profilleri 30 çift microsatellite (SSR) primerleri ile hazırlanmıştır. Sonuçta, tabla çapı, yaprak genişliği, yaprak yüzeyi, klorofil oranı ve 1000 tane ağırlığı gibi en çok çalışılan özelliklerin ortalamasının, fosfor eksikliği koşullarında optimal koşullara kıyasla önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Çalışılan genotiplerdeki polimorfik bilgi kapsamı (PIC), ORS718 primeri için 0,055 ile HA3040 primeri için 0,687 arasında değişmiştir. Popülasyon yapısı analizinde, 30 SSR lokusuna dayalı olarak, ilişkilendirme panelinde potansiyel olarak 2 alt popülasyon ($K=2$) tanımlanmıştır. Olası SSR lokus çiftlerinin yaklaşık %1,15'nin önemli düzeyde bağlantı dengesizliği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bulatova vd. (2020) tarafından yürütülen bu araştırma, Kazakistan'ın Deneysel Yağlı Tohumlar Çiftliği'nin protein ve SSR belirteçleri için toplama fonundan elde edilen 126 ayçiçeği kendilenmiş hattının genetik çeşitliliğini incelemek için yapılmıştır. Tohum depolama proteini olan heliantinin bileşimi açısından koleksiyonların polimorfizmi

yüksek bulunmamıştır. Hızlı hareket eden proteinler bölgesinde, kendilenmiş hatların özelliği olan üç bileşen varyantı bulunmuştur. Aynı zamanda, Rf genlerine sahip hatlara özgü bileşenler tanımlanmıştır. Kendilenmiş hatların DNA'sının 16 SSR markörü ile PCR-PZR analizi yapılmış, ORS428 lokusunun amplifikasyon ürünlerinde hiçbir değişiklik olmadığı ve ORS785 lokusunun düşük polimorfizmi gösterdiği kaydedilmiştir. İncelenen diğer ORS316, ORS381, ORS437, ORS456, ORS505, ORS630, ORS761 ve ORS925 lokuslarda ise yüksek polimorfizm göstermiştir. Moleküler işaretlemeye dayalı olarak, Kazakistan Toplama Fonu'nun elde edilen ayçiçeği kendilenmiş hatlarının kaydı gerçekleştirilmiştir. Ticari ayçiçeği hibritlerinin F1 tohumlarının hibritlik seviyesini değerlendirmek için hibritin DNA'sındaki orijinal ebeveyn çizgilerinin genetik materyalini ayırt edebilen SSR markörlerinin seçildiğini bildirmişlerdir.

Rauf vd. (2020)'ne göre, ayçiçeği, Kuzey Amerika'ya özgüdür ve şu anda dünya çapında yemeklik yağ, çerezlik, şekerleme ürünleri ve kuş yemi için yetiştirilmektedir. Kültür ve yabani germplazmdaki (gen kaynakları) genetik çeşitlilik, çeşitli ıslah amaçlarıyla kullanım için karakterize edilmiştir. Ayçiçeği ıslahını kolaylaştırmak için moleküler belirteçler geliştirilmiştir. Bu makale, ayçiçeğinde ekonomik öneme sahip özellikler için farklı genetik geçmişlerde doğrulanmış moleküler belirteçleri tartışmak için yapılmıştır. Haritalama popülasyonlarında monogenik özelliklerle bağlantılı olduğu bulunan işaretçiler, bu özelliklere sahip bitkileri seçmek için kullanılabilir; haşerelere ve patojenlere karşı direnç dahil olmak üzere çeşitli monogenik özellikler için mevcut olan belirteçler belirlenmiştir. Belirli popülasyonlarda ve hedef ortamlarda da tanımlanmış olan birçok hastalık direnci ve ekonomik açıdan önemli özellikler için Kantitatif Özellik Lokusları (QTL) ile bağlantılı belirteçler de burada rapor edilmiştir. İlgilenilen özellikleri ve bunlarla ilgili doğrulanmış belirteçleri taşıyan genotipler, bu çalışmada özetlenmiştir. Ayçiçeği için genomik sekans verilerinin artık mevcut olduğunu ve bu verilerin ekonomik açıdan önemli özelliklerden olan tohumun yağı içeriği ve direnç gibi özelliklerle ilgili allelik çeşitliliği araştırmak için ilgili genlere bağlı yeni SNP temelli belirteçler geliştirmek için kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Ahmed vd. (2022) bu çalışmada, ayçiçeğinde 23 ebeveyn ve bu ebeveynlerin 60 melezinin genetik saflığını kontrol etmek için 110 basit dizi tekrarı (SSR) markörü kullanılarak DNA tabanlı bir çalışma yapılmıştır. Polimorfizm, %83.63 değeri ile 92 belirteçte belirlenmiştir. SSR belirteçleri ORS-453 ve CO-306, sırasıyla 0.76 ve 0.74 ile en yüksek PIC değerlerini göstermiştir. Primer ORS-453, dişi ebeveyn L6 için 310 baz çifti (bç-bp) ve L11 için 320 baz çifti (bç-bp) allel boyutunu yükseltirken, erkek ebeveynler için T1 ve T2, sırasıyla 350 bp ve 340 bp allel boyutuna sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ebeveynlerden gelen melezler, L6×T1 (310 bp ve 350 bp), L6×T2 (310 bp ve 340 bp) ve L11×T2 (320 bp ve 340 bp) melezleri dahil olmak üzere ebeveynlerle benzer boyutta allel göstermiştir. Benzer şekilde, primer CO-306, dişi ebeveynler L6 ve L11 için sırasıyla 350 bp ve 330 bp allel boyutunu yükseltirken, erkek ebeveynler T1 ve T2 için sırasıyla 300 bp ve 310 bp allel boyutunu yükselmiştir. Melezlerin allel boyutu ebeveynlerinkine benzer bulunmuştur, yani L6×T1 (350 bp ve 300 bp), L6×T2 (350 bp ve 310 bp) ve L11×T2 (330 bp ve 310 bp). 60 melezin tamamı ve 23 ebeveyni, genotipik veriler kullanılarak DARWIN v.6.0 ve STRUCTURE v.2.3 Bayesian analizlerine dayalı olarak üç ana küme (A, B ve C) halinde gruplandırılmıştır. Ayrıca, her ana küme iki alt bölüme ayrılmıştır.

Yihan vd. (2022) Çin'de bulunan Zhejiang Eyaletinden toplanan 32 ayçiçeği hattının genetik çeşitlilik analizi ve DNA parmak izi yapısı için 17 çift çekirdek basit dizi tekrarı (SSR) primerini taramışlardır. Kümeleme analizi sonuçlarına göre, genetik çeşitliliğin 32 ayçiçeği hattının arasında nispeten düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Guchetl vd. (2022)'na göre ayçiçeği, Rusya Federasyonu'ndaki ana yağ bitkisidir. Bu üründe verimi azaltan ana faktörlerden biri süpürge otudur (canavar otu). Bu parazit bitki ile mücadelede en etkili yöntem dayanıklı ayçiçeği genotiplerinin ıslahıdır. Çalışmanın amacı, Rusya Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen ve toplanan süpürge otu (canavar otu) ırkı G'ye karşı ayçiçeği direnci donörleri olan ıslah hatları arasındaki izoenzimatik ve SSR-lokuslarına dayanarak genotiplendirme ve moleküler-generik çeşitliliği analiz etmektir. Araştırma materyalini süpürge otu (canavar otu) istilasına dayanıklılık geni olan farklı orijinlere sahip 14 hat oluşturmuştur: 2RGB, 2RGNV, 2RGA, 2RGN, 2RGS, RGL1, RGL2, RGP1, RGP2, RGB, RGN, RGM, RGA ve RG.

Bu hatlardan DNA, yedi günlük ayçiçeği fidelerinin kotiledonlarından STAB yöntemiyle izole edilmiştir. Genotipleme, 15 mikro uydu lokusu ve 4 izoenzimatik sistem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan 15 mikro uydu lokusunun ayırt etme potansiyelinin göstergeleri standart formüllerle hesaplanmıştır. Araştırmada 14 donör hattı belirlendiğini bildirmişlerdir.

Araştırmacılar, ayçiçeğinde hibrit geliştirme programı için farklı ebeveynlerin seçilmesinin yanı sıra genotip karakterizasyonu için SSR markörlerinin seçilmesinde yararlı olacağını bildirmişlerdir.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Araştırma Yeri

Bu araştırma, Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri ABD, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Temel Biyoteknoloji ABD, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Arazi çalışmaları Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında kurulmuştur.

3.2 Bitkisel Materyal

Bu araştırmanın bitkisel materyali Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Bu çalışmaya ait ayçiçeği çeşit ve hatları Ülkesel Ayçiçeği Islah Projesi'ne aittir. Oleik asidi yüksek ayçiçeği hatları arasından 19 Ana; (8 adet (G3K6), 7 adet (G5K8), 4 adet (YDAH)) ve 22 adet baba (13 adet (K6), 9 adet (K7) olmak üzere toplam 41 ayçiçeği hattı kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan hatların isimleri ve numaraları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir. Çalışmada kontrol olarak yüksek oleik asit içeriğine sahip 11 TR 077,13 TR 002 ve DÜET çeşitleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatları

No	Ayçiçeği Hatları ve sıraları	No	Ayçiçeği Hatları ve sıraları
1	K6 RSN 3/13	21	K7 ASN 10/13
2	G5K8 ASN 5/13	22	YDAH SN 4/13
3	K7 RSN 17/13	23	K6 RSN 2/13
4	K6 RSN 15/13	24	K7 RSN 9/13
5	K6 RSN 11/13	25	G3K6 ASN /13
6	K7 RSN 13/13	26	K7 RSN 16/13
7	K6 RSN 5/13	27	G5K8 ASN 7/13
8	K7 RSN 14/13	28	G5K8 ASN 2/13

Çizelge 3.1 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatları (devam)

9	YDAH	SN	2/13	29	K7	RSN	15/13
10	YDAH	SN	3/13	30	K6	RSN	1/13
11	G5K8	ASN	1/13	31	K6	RSN	17/13
12	G5K8	ASN	4/13	32	K6	RSN	16/13
13	G3K6	ASN	.....	33	K6	RSN	6/13
14	K6	RSN	4/13	34	K7	RSN	7/13
15	G3K6	ASN	8/13	35	K6	RSN	12/13
16	G3K6	ASN	7/13	36	K6	RSN	7/13
17	K6	RSN	8/13	37	G3 K6	ASN	.....
18	G3 K6	ASN	1/13	38	G5 K8	ASN	3/13
19	G5K8	ASN	6/13	39	G3 K6	ASN	5/13
20	G3 K6	ASN	.....	40	YDAH	SN	1 /13
				41	K7	RSN	18/13

*R: restorer, A: ana, SN: sıra no, K: kendileme, G: geri melez, Rakamlar: birinci rakam Parsel Sayısı / 2'inci rakam ise Sene/Yıl

3.3 Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Denemelerin kurulduğu yerlere ait toprak analizleri Edirne Ticaret Borsası'nın toprak analizi laboratuvarında yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı deneme alanının toprak analiz sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi deneme alanının toprakları hafif kireçli, az tuzlu ve organik madde olarak düşük olup, killi-tınlı bünyeye sahiptir. Ayçiçeği yetiştiriciliği yönünden potasyum bakımından zengin, fosfor bakımından ise orta seviyede olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2 Deneme Alanlarının Toprak Analiz Sonuçları

2013 YILI DENEME ALANI TOPRAK ANALİZİ SONUÇLARI					
PARAMETRE	BİRİM	Ekim öncesi 0-20 cm derinlik		Ekim öncesi 20-40 cm derinlik	
Ph	-	6,00	Hafif asit	5,50	Hafif asit
Tuz	mmhos/cm	925,00	Tuzsuz	480,00	Tuzsuz
Kireç	%	1,00	Kireçli	2,000	Kireçli
Doygunluk	%	40,00	Tınlı	40,00	Tınlı
Organik Madde	%	0,95	Az	0,60	Az
Toplam N	%	0,05	--	0,03	--
Net alınabilir P	mg/kg	8,70	--	4,30	--
Net alınabilir K	mg/kg	295,00	--	175,00	-
2014 YILI DENEME ALANI TOPRAK ANALİZİ SONUÇLARI					
PARAMETRE	BİRİM	Ekim öncesi 0-20 cm derinlik		Ekim öncesi 20-40 cm derinlik	
pH	-	6,90	Hafif asit	7,20	Hafif asit
Tuz	mmhos/cm	945,00	Tuzsuz	400,00	Tuzsuz
Kireç	%	1,68	Kireçli	1,71	Kireçli
Doygunluk	%	45,00	Tınlı	50,00	Tınlı
Organik Madde	%	1.38	Az	1.21	Az
Toplam N	%	0,04	--	0,025	--
Net alınabilir P	mg/kg	7.80	--	4.60	--
Net alınabilir K	mg/kg	305,00	--	182,00	--
Kil	%	38.3		41.1	
Silt	%	21.6		22.4	
Kum	%	40.0		36.3	

Çizelge 3.2 Deneme Alanlarının Toprak Analiz Sonuçları (devam)

2015 YILI DENEME ALANI TOPRAK ANALİZİ SONUÇLARI					
PARAMETRE	BİRİM	Ekim öncesi 0-20 cm derinlik		Ekim öncesi 20-40 cm derinlik	
pH	-	6,40	Hafif Asit	6,60	Hafif asit
Tuz	mmhos/cm	915,00	Tuzsuz	475,00	Tuzsuz
Kireç	%	1,58	Kireçli	1,54	Kireçli
Doygunluk	%	55	Tınlı	54	Tınlı
Organik Madde	%	1.28	Az	1.01	Az
Toplam N	%	0,04		0,03	
Net alınabilir P	mg/kg	10.10		7,30	
Net alına bilir K	mg/kg	256,1		182,4	
Kil	%	37.4		39.0	
Silt	%	24.2		21.6	
Kum	%	39.3		40.4	
2016 YILI DENEME ALANI TOPRAK ANALİZİ SONUÇLARI					
PARAMETRE	BİRİM	Ekim öncesi 0-20 cm derinlik		Ekim öncesi 20-40 cm derinlik	
Ph	-	6,90	Nötr	7,10	Nötr
Tuz	mmhos/cm	907,00	Tuzsuz	408,00	Tuzsuz
Kireç	%	1,70	Kireçli	1,80	Kireçli
Doygunluk	%	40,00	Tınlı	44,00	Tınlı
Organik Madde	%	1,29	Az	1,18	Az
Toplam N	%	-	--	-	--
Net alınabilir P	mg/kg	5,60	--	4,40	--
Net alınabilir K	mg/kg	278,30	--	174,10	--

3.4 Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Edirne ilinin uzun yılları ve 2013, 2015 ve 2016 yılına ait iklim verileri Çizelge 3.3’de gösterilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi; 2015 yılının aylık yağış miktarı toplamı uzun yılların yağış toplamından daha yüksek bulunmuştur. 2013 ve 2016 yılları yağış toplamı birbirine yakındır. Deneme yıllarında aylık sıcaklık ortalamaları uzun yıllar ortalamasına benzer olmuştur.

Çizelge 3.3 Edirne İline ait Uzun Yıllar ve 2013, 2015, 2016 yıllarına ait iklim verileri

	Sıcaklık (°C)				Nem (%)				Yağış (mm)			
(YIL)	Uzun Yıllar	2013	2015	2016	Uzun Yıllar	2013	2015	2016	Uzun Yıllar	2013	2015	2016
Ocak	2.8	4.3	3.9	2.5	82	89.2	83.3	82.2	53.5	134.6	74.4	183.4
Şubat	4.4	7.0	6.1	9.8	83.6	87.0	72.7	83.4	50.3	104.5	72.6	88.0
Mart	7.7	9.8	8.6	10.3	72.9	76.4	75.1	77.4	51.9	62.9	91.9	41.7
Nisan	12.9	15.3	12.6	16.0	71.4	66.9	64.5	65.5	47.4	34.5	37.2	110.7
Mayıs	18.1	21.6	20.9	17,7	61.2	55.8	59.4	71.6	53.1	9.7	22.0	67.5
Haziran	22.5	23.2	22.1	24.4	62.5	62.0	62.6	61.2	40.5	105.4	78.2	14.7
Temmuz	24.7	25.9	26.4	26,4	48.4	50.4	54.5	50.7	33.8	14.4	6.8	21.6
Ağustos	24.2	27.0	26.4	26,0	50.1	46.4	54.5	47.2	25.1	0	33.8	0.6
Eylül	19.8	21.2	22.4	21.5	58	53.5	67.0	55.4	38.9	8.8	104.0	6.0
Ekim	14.0	13.3	14.3	14.8	71.4	72.9	80.3	90.5	56.8	45.2	88.9	41.4
Kasım	8.6	11.0	12.2	9.6	78.8	84.9	78.4	77.6	67.4	89.7	44.2	38.7
Aralık	4.4	3.2	4.4	1.0	76.6	78.8	81.5	70.0	64.1	4.1	71.2	2.1
Toplam									582.80	613.80	725.20	616.40

3.5 Denemenin İlk Yılında (2013) Yapılan İşlemler

3.5.1 Toprak hazırlığı

Denemeye ait ayçiçeği hatlarının ekimine başlamadan önce hem toprak derin pullukla sürülmüş, hemde yabancı otları yok etme amacıyla Trifluralin ilacı uygulanmıştır. Deneme alanlarında bir önceki yıl ait bitki buğday olup, ekim öncesi toprağa dekara 25 kg 20-20-0 (NPK) atılmış, tırmık çekilerek gübre iyice toprağa karıştırılmıştır. En iyi şekilde tohum yatağı hazırlanmıştır. Ayrıca ekimden önce tohumlara Tel kurduna karşı Avlum ve Mildiyo hastalığına karşı Aprin uygulanmıştır.

3.5.2 Ekim

Ardından 18.04.2013 tarihinde tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 30 cm mesafeler ayarlayarak her ocak ta 2-3 tohum, her parsel 4 sıralı şekilde ayçiçeği hatları ekilmiştir. Deneme tarlasının toplam parsel alanı 7.5 m² olup, her sırada en az 25 bitki bulunmaktadır. Tohumların çıkışı garanti olsun diye ekim esnasında toprağa can suyu verilmiştir. Daha sonra yeni çıkan yaprak örnekleri alınıp, uygun koşullarda Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü'ne gönderilmiştir.

3.5.3 Çapalama, seyreltme ve sulama işlemleri

Ayçiçeği hatların çimlenmesi 25.04.2013-27.04.2013 tarihleri arasında gerçekleşmiş olup, bitkilerin boyu 10-15 cm'e ulaştıktan sonra seyreltme yapılmıştır. Edirne bölgesinde, ayçiçeği bitkisine sulama yapılmamaktadır. Sadece çıkış garanti olsun diye ekim esnasında toprağa can suyu verilmektedir.

3.5.4 Hasat

Yaprakların ve tablaların tamamen kuruduğu 01.09.2013 tarihinden itibaren hasada başlamıştır. Hasat orakla ve elle yapılmış, tablalar çırpılarak tohumlar harman edilmiştir.

3.5.5 Morfolojik gözlemler

Çiçeklenme Gün Sayısı (gün); Ekim'den itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin tabla kenarındaki sarı dil çiçeklerinin en az bir tanesinin görüldüğü devre gün sayısı olarak belirtilir.

Bitki Boyu (cm); Hasat yapılacak sıralardan hasat zamanında seçilen 10 bitkinin kök boğazı ile tablanın sapa bağlandığı kısım arasında kalan uzunluğun ölçülmesiyle belirlenmiştir.

Tabla Çapı (cm); Hasat olgunluğuna gelen parsellerde seçilen 10 bitkide tablalar en geniş yerinden dıştan dışa ölçülerek belirlenmiştir.

Bitki Başına Tohum Verimi (g/bitki); Parselin orta 2 sırası hasat edilerek belirlenmiştir. Hasat zamanı orta sıranın baş ve sonlarından 2'şer bitki kenar tesiri olarak hasatta alınmamıştır. Harmanlanan tanelerin nem oranları ve tartım değerleri ölçülerek elde edilen değerler kaydedilmiştir.

Bin Tane Ağırlığı (g); Her parselde ait numunelerden laboratuvarında 4 adet 100'er tohum sayılarak tartıldıktan sonra ortalamasının 10 ile çarpılmasıyla belirlenmiştir.

Yağ Oranı (%); Her parselden alınan 3-4g tohum içleri çıkartılarak havanda ezilmiş ve bundan 2 g numune alınıp kartuşlara konulduktan sonra yağ oranları Soxhlet metodu ile susuz eter ekstraksiyonunda 6 saat süre ile analiz edilmiştir (Akyıldız 1968).

Fizyolojik Olum (gün): Tablada taslak halinde bulunan tohumun olgunlaştığı, bitkiden tohum taslağına besin geçişinin tamamlandığı, ekimden bu evreye kadar olan gün sayısı olarak kabul edilmektedir.

İstatistiki Değerlendirmeler: Elde edilen verilerle MSTAT-C istatistiki analiz yöntemine göre varyans analizleri yapılmış, uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyleri Duncan testi ile değerlendirilmiştir (Düzgüneş vd. 1987, Yurtsever, 1984).

3.6 Denemenin İkinci Yılında (2014) Yapılan İşlemler

3.6.1 Toprak hazırlığı

Ekim öncesi toprağa dekara 25 kg 20-20-0 (NPK) atılmış, tırmık çekilerek gübre iyice toprağa karıştırılmıştır. Tohum yatağı en iyi şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca ekimden önce tohumlara tel kurduna karşı Avlun ve Mildiyö hastalığına karşı Aprin uygulanmıştır.

3.6.2 Ekim

Tarla toprağı ekime hazır hale geldiğinde, ocak usulü elle ekimi yapılmış. Restorer hatların ekimi 14 Mayıs, ana hatların ekimi ise 21 Mayıs tarihlerinde yapılmıştır. Sıra uzunlukları 5.1 m olup, toprak çizilerek her sırada 17 bitki ekilmiştir. Deneme tarlasının toplam parsel alanı 7.5 m²'dir.

3.6.3 Sulama işlemleri

Edirne bölgesinde, ayçiçeğı bitkisine sulama yapılmamaktadır. Sadece çıkış garanti olsun diye ekimden sonra toprağı can suyu verilmiştir.

3.6.4 Melezleme işlemleri

Ayçiçeği bitkisinin çiçek açma süresi çeşitlere göre değişmekle beraber 5-7 gün sürmektedir. Restorer hatlar çiçek açtığı zaman tozlar toplanmıştır. Toplanan tozlar ana hatlar çiçek açtığı zaman tabladaki çiçeklere hafifçe sürülerek 14.07.2014- 25.07.2014 tarihleri arasında melezleme işlemi yapılmıştır. Melezlenecek restorer ve ana hatları karşılıklı ekilmiş olup, restorerler'den, A (CMS) hatlarına polen tozu verilerek melezlemeler yapılmıştır. Bitkiler çiçeklenme başlangıcında yabancı döllemeyi engellemek için bez torba ile izole edilmiştir. Oluşturulacak her hibrit için her kombinasyondan 5' er adet melez yapılmıştır.

3.6.5 Hasat

Bu yıl melezleme zamanında aşırı yağış ve fırtına sebebiyle melezlemelerin çoğu tutmadığı gibi, mevcut birçok bitkinin yatma göstermesinden dolayı birkaç hat dışında yapılan melezlemelerin tohumları alınamamıştır.

3.7 Denemenin Üçüncü Yılında (2015) Yapılan İşlemler

3.7.1 Toprak hazırlığı

Ekim öncesi toprağa dekara 25 kg 20-20-0 (NPK) atılmış, tırmık çekilerek gübre iyice toprağa karıştırılmıştır. Tohum yatağı en iyi şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca ekimden önce tohumlara tel kurduna karşı Avlun ve Mildiyö hastalığına karşı Aprin uygulanmıştır.

3.7.2 Ekim

2013 ve 2014 yılında yapılan işlemler aynı şekilde 2015 yılında da gerçekleştirilmiştir.

Tarla toprağı ekime hazır hale geldiğinde, ayçiçeğı hatlarının ocak usulü elle ekimi yapılmıştır. Her bir ocağı 3-4 adet tohum atılmıştır. Restorer ve Ana hatlar karşılıklı ekilmiş olup, Restorer hatların ekimi 2 Haziran 2015, Ana hatların ekimi ise 12 Haziran 2015 tarihlerinde yapılmıştır. Sıra uzunluğu 5 m. sıra arası ise 1.4 m olup, toplam ekim alanı her genotip için 7.14 m² olarak yapılmıştır. Her sırada 17 bitki bulunmaktadır. Her farklı genotipten ise 2 sıra ekilmiştir.

3.7.3 Sulama

Edirne bölgesinde, ayçiçeğı bitkisine sulama yapılmamaktadır, ancak çıkış için ekim esnasında toprağı can suyu verilmiştir.

3.7.4 Melezleme

Ayçiçeğı bitkisinin çiçek açma süresi çeşitlere göre değişmekle beraber 5-7 gün sürmektedir. Melezleme işlemleri 10 Ağustos ile 25 Ağustos 2015 tarihleri arasında yapılmıştır. Restorer hatlar çiçek açtığı zaman tozlar toplandı. Toplanan tozlar ana hatlar çiçek açtığı zaman tabladaki çiçeklere hafifçe sürülerek melezleme yapılmaktadır. Mezlenecek Restorer ve Ana hatları karşılıklı ekilmiş olup: restorerler'den, A (CMS) hatlarına polen tozu verilerek melezlemeler yapılmıştır. Bitkiler çiçeklenme başlangıcında yabancı döllenmeyi engellenmek için bez torbası ile izole edilmiştir. Oluşturulacak her hibrit için her kombinasyondan 5' er adet melez yapılmıştır.

3.7.5 Hasat

27.09.2015 tarihinde elle hasat yapılmıştır.

3.8 Denemenin Dördüncü Yılında (2016) Yapılan İşlemler

3.8.1 Toprak hazırlığı

Melez hatların ekimden önce toprağa dekara 25 kg 20-20-0 (NPK) atılmış, tırmık çekilerek gübre iyice toprağa karıştırılmıştır. Tohum yatağı en iyi şekilde hazırlanmıştır. Ayrıca ekimden önce tohumlara tel kurduna karşı Avlum ve Mildiyö hastalığına karşı Aprin uygulanmıştır.



Şekil 3.1 Melezlerin ekileceği deneme parsellerinin oluşturulması



Şekil 3.1 Melezlerin ekileceği deneme parsellerinin oluşturulması (devam)

3.8.2 Ekim ve çıkış

Tarla toprağı ekime hazır hale geldiğinde, ocak usulü hatların elle ekimi 20 Mayıs tarihinde yapılmıştır. Yaklaşık 2 hafta içerisinde sıralarda çıkış başlamıştır (Şekil 3.2) 2016 yılında ekimi yapılan melez hatlar;

30 Nolu hat (K6 RSN1/13) ve 37 Nolu hat (G3 K6 ASN),
36 Nolu hat (K6 RSN 7/13) ve 37 Nolu hat (G3 K6 SN),
14 Nolu hat (K6 RSN 4/13) ve 40 Nolu hat (YDAH SN 1 /13),
3 Nolu hat (K7 RSN 17/13) ve 22 Nolu hat (YDAH SN 4/13),
7 Nolu hat (K6 RSN 5/13) ve 22 Nolu hat (YDAH SN 4/13),
21 Nolu hat (K7RSN 10/13) ve 38 Nolu hat (G5K8 ASN 3/13),
6 Nolu hat (K7 RSN 13/13) ve 39 Nolu hat (G3 K6 ASN 5/13),
38 Nolu hat (G5K8 ASN 3/13) ve 17 Nolu hat (K6 RSN 8/13),
34 Nolu hat (K7 RSN 7/13) ve 40 Nolu hat (YDAH SN 1 /13),
38 Nolu hat (G5K8 ASN 3/13) ve 3 Nolu hat (K7 RSN 17/13),
15 Nolu hat (G3 K6 ASN 8/13) ve 1 Nolu hat (K6 RSN 3/13),
39 Nolu hat (G3 K6 ASN 5/13) ve 3 Nolu hat (K7 RSN 17/13),
9 Nolu hat (YDAH SN 2/13) ve 6 Nolu hat (K7 RSN 13/13),
20 Nolu hat (G3 K6 ASN) ve 34 Nolu hat (K7 RSN 7/13),
10 Nolu hat (DAH SN 3/13) ve 34 Nolu hat (K7 RSN 7/13).



Şekil 3.2 Ekimden iki hafta sonra parsellerde ayçiçeği melezlerinin çıkışı

3.8.3 Çapalama ve seyreltme

Tohum ekiminden sonra bitkiler toprak yüzeyine çıkıp, 10-15 cm'e ulaştıklarında ve 4-6 yapraklı oldukları zaman, en güçlü ve iyi gelişen fideyi tarlada bırakıp, diğerleri çapalama esnasında seyreltilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Deneme alanının çapalanması

3.8.4 Sulama işlemleri

Ekim esnasında veya hemen sonrasında toprağa can suyu verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Deneme alanından ekimden sonra çıkış için can suyu sulaması

3.8.5 Hasat

Hasat işlemi, bitki gelişiminin tamamlanmasından sonra bitkilerin içerdiği nem miktarı hasada uygun hale geldiğinde 13.09.2016 tarihinde elle hasat edilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Hasat olgunluğuna gelmiş melezlerin elle tek bitki hasadı

3.9 Moleküler SSR Analizi

3.9.1 DNA izolasyonu ve ölçümleri

SSR Analizi için 27.06.2013 tarihinde ayçiçeği hatlarına ait taze yeşil yapraklar alınıp ve Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsüne ait derin dondurucuda -80 °C’de DNA izolasyonuna kadar bekletilmiştir.

16 Eylül 2013 tarihinde SSR analizleri için tüm kimyasallar temin edilmiş ve 05.01.2014 tarihinden itibaren de DNA izolasyonu ile SSR analizlerine başlanmıştır. Ayçiçeğine ait 10 adet SSR lokusunun PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) ile amplifikasyonları (çoğaltım) sağlanmıştır. Çizelge 4’de de görüldüğü gibi toplam 12 adet SSR primerinden sorunsuz amplifikasyonu sağlanan 10 adet SSR primeri seçilmiştir.

Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarının DNA izolasyonları Lefort vd., (1998) yöntemine göre yapılmıştır, DNA kalite ve miktar analizleri Nanodrop (ND-1000) spektrofotometre ile yapılmıştır.

- Elde edilen DNA, 50 µl H₂O'da çözülerek her 100 µl için 1 µl RNase-A eklenmiştir ve örnekler 37 °C'de 15 dk bekletilerek, RNA kontaminasyonları uzaklaştırılmıştır.

3.9.2 Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR-PZR) reaksiyonlarının hazırlanması

PCR-PZR reaksiyonu; 15–200 ng DNA, 5 pmol ileri (forward) primer, 5 pmol floresan işaretlemiş ters (revers) primer, 0.5 mM toplam dNTP, 0.5 ünite GoTaq DNA Polymerase (Promega) (1,5 mM MgCl₂ içermekte), 3 µl buffer (5× buffer) olmak üzere toplam 15µl hacimde gerçekleştirilmiştir.

PCR-PZR (Polimeraze Chain Reaction) Reaksiyonu için Kullanılan PCR-PZR Programı:

1. 94 °C' de 180 sn.,
2. 94 °C' de 60 sn.,
3. 48 – 66 °C' de 60 sn. (primerin optimize edilen bağlanma sıcaklığına göre)
4. 72 °C' de 120 sn.
5. 72 °C' de 60 sn. olmak üzere toplam 35 döngü uygulanmıştır.

PCR-PZR sonrası lokuslara ait PCR-PZR ürünleri %2'lik agaroz jel elektroforezinde kontrol edildikten sonra, amplifikasyonu gerçekleşmiş örneklerde kapilleri elektroforez aşaması gerçekleştirilmiştir.

SSR lokuslarına ait primerler: Ayçiçeği hatlarında kullanılan 12 adet (ve ORS149 ORS154, ORS1068, ORS78, ORS488, ORS 598, ORS 546, HA3513, HA4136, HA4136, ve HA1604) SSE primerlerine ait kullanılan floresan boya renkleri Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4 Oleik asit tipi ayçiçeği gen kaynaklarının moleküler tanımlanmasında kullanılan SSR primerlerine ait bilgiler (Seçilen 10 adet primer koyu renkli yazılmıştır)

N o	SSR lokusu	İleri primer 5'-3'(Florasan İşaretli)	Geri primer 5'-3'	İşaretleme Boyası (Dye)	Kaynak
1	ORS 149	GCTCTCTATCTCCCT TGACTCG	TGCTCTAAGATCT CAGGCGTGC	Yeşil	Darvishzadeh. 2012
2	ORS 154	GCACCTTTGGTGAG GAGATA	TGCATCAGTAGC TATTGTCTAT	Yeşil	Darvishzadeh. 2012
3	ORS 1068	AATTTGTCGACGGT GACGATAG	TTTTGTCATTTC TTACCCAAGG	Yeşil	Tang et al. 2002
4	ORS 1088	ACTATCGAACCTCC CTCCAAAC	GGATTTCTTTCAT CTTTGTGGTG	Mavi	Tang et al. 2002
5	ORS 488	CCCATTCACTCCTG TTTCCA	CTCCGGTGAGGA TTTGGATT	Yeşil	Tang et al. 2002
6	ORS 598	CCAAATGTGAGGTG GGAGAA	ATAGTCCCTGAC GTGGATGG	Mavi	Darvishzadeh. 2012
7	ORS 822	CAATGCCATCTGTC ATCAGCTAC	AAACAAACCTTT GGACGAAACTC	Yeşil	Tang et al. 2002
8	HA 4136	CCTATTCCTGATAA TTCACCTAAGC	GGTAGCATGCTT ACATTAAGATG	Mavi	Poormohamma d Kiani et al 2007
9	HA 3513	TGACCCATTCAACT TCTTAA	TCATGGTTCCTGA TGAGAAT	Mavi	Poormohamma d Kiani et al 2007
10	HA 1604	GCAAATGCACTAAA GGCCCC	CCCTACTCAAAC CTTACCTC	Yeşil	Poormohamma d Kiani et al 2007
11	ORS 78	GTTCGTCGAGTACA TGTTCTGC	TTTCCCTCTGGAA AGTTGTCA	Yeşil	Poormohamma d Kiani et al 2007
12	ORS 546	CATGAACATCGCCA ATTCAG	TGCAAGGAACCA TCAGAATC	Yeşil	Darvishzadeh. 2012

Optimizasyonu yapılan bazı SSR belirteçlere ait bağlanma sıcaklıklarından (Tm) değerlerinden bahsetmek gerekirse; ORS 149 ve ORS 546 'nın Tm değerleri 53°C; ORS 1088, ORS 488 ve ORS 78'in Tm değerleri 55°C ve HA351'in Tm değeri ise 63°C'dır (Qi vd. 2011).

3.9.3 Kapiler elektroforez

Analiz sonucunda her bir lokusa ait pikler; floresan renkleri göz önüne alınarak heterozigot ve homozigot olarak görüntülenmiştir.

3.9.4 Kapiler elektroforez ve Allel görüntülerinin alınması

Tezde kapilleri elektroforez amacıyla Beckman CEQTM 8000 Genetik Analiz Sistemi kullanılmıştır. Genotiplerin PCR ürünleri işaretlemeye kullanılan floresan (Prologo, wellred işaretli primerler, Fransa) boyalara göre değişik oranlarda (1:5, 1:10 gibi) 20 µl SLS (Sample Loading Solution) ile seyreltilmiştir. Üzerlerine 0,2-0,4 µl size standart-400 eklendikten sonra CEQTM 8800 Genetik Analiz Sistemi'nde elektroforez edilmiştir. Daha sonra her bir lokusa ait pikler; tipleri ve renkleri göz önüne alınarak heterozigot ve homozigot olarak görüntülenmiştir. Gerekli görülen reaksiyonlar tekrar edilmiştir.

3.9.5 Genetik analizler

- Araştırmadaki toplam 41 hattın genetik analizleri Şelli vd., (2007)'de belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Buna göre; genetik parametreler (her lokusa ait allel sayısı, allel frekansı, beklenen ve gözlenen heterozigotluk oranı, sessiz (null) allel frekansı ve tespit olasılığı (PI, Probability of Identity) IDENTITY 1.0 (Wagner ve Sefc 1999) yazılım programı ile, benzerlik oranı indeksi ise Microsat (Minch vd. 1995) programı kullanılarak tespit edilmiştir. Genotiplere ait dendogram NTSYS (versiyon 2.02g, Exeter Software, Setauket, NY) yazılım

programıyla oluşturulmuş ve görüntülenmiştir. Dendogram için UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetic means) yöntemi kullanılmıştır.

- Wagner, H. W., Sefc, K. M., 1999. Identity 1.0. Centre for Applied Genetics, University of Agricultural Science, Vienna.
- Minch, E., Ruiz-Linares, A., Goldstein, D. B., Feldman, M., Cavalli-Sforza, L. L., 1995. Microsat (version 1.4d): a computer program for calculating various statistics on microsatellite allele data. Stanford, California, Stanford University.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Denemenin İlk Yılında (2013) Hatların Tarımsal Özelliklerinin Karşılaştırılması

2013 yılında yapılan tarla çalışmaları sonucunda elde edilen verimler değerlendirilip, verim ve verim öğeleri bakımından en iyi ayçiçeği hatlar belirlenmiştir. 2013 yılında çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, tabla çapı, bitki başına tohum verimi, bin tane ağırlığı, yağ oranı, yağ verimi ve fizyolojik olum günü değerlendirilmiştir.

4.1.1 Çiçeklenme gün sayısı

Ayçiçeği hatlarının ortalama çiçeklenme gün sayıları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ayçiçeği hatlarında en erken çiçeklenen hat 53 gün ile G5K8 ASN 2/13hattı (28 No) ve en geç çiçeklenen hat ise 73 gün ile G3 K6 ASN 8/13(15 No) hattıdır. Ayrıca K6 RSN 3/13, G5K8 ASN 5/13, G3 K6 ASN ve K6 RSN 5/13 hatları da 72 gün ile en geç çiçeklenen hatlar arasında bulunmaktadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Ayçiçeği hatlarına ait çiçeklenme gün sayısına ait veriler (gün)

No	Ayçiçeği Hatları	Çiçeklenme gün sayıları
1	K6 RSN 3/13	72
2	G5K8 ASN 5/13	72
3	K7 RSN 17/13	69
4	K6 RSN 15/13	68
5	K6 RSN 11/13	67
6	K7 RSN 13/13	66
7	K6 RSN 5/13	72
8	K7 RSN 14/13	68
9	YDA SN 2/13	69
10	YDA SN 3/13	68
11	G5K8 ASN 1/13	71
12	G5K8 ASN 4/13	68

Çizelge 4.1 Ayçiçeği hatlarına ait çiçeklenme gün sayısına ait veriler (gün)
(devam)

13	G3K6	ASN	.....	72
14	K6	RSN	4/13	69
15	G3K6	ASN	8/13	73
16	G3K6	ASN	7/13	69
17	K6	RSN	8/13	67
18	G3K6	ASN	1/13	68
19	G5K8	ASN	6/13	67
20	G3K6	ASN	.....	59
21	K7	ASN	10/13	63
22	YDH	SN	4/13	62
23	K6	RSN	2/13	61
24	K7	RSN	9/13	62
25	G3K6	ASN	 /13	60
26	K7	RSN	16/13	56
27	G5K8	ASN	7/13	61
28	G5K8	ASN	2/13	53
29	K7	RSN	15/13	64
30	K6	RSN	1/13	57
31	K6	RSN	17/13	57
32	K6	RSN	16/13	58
33	K6	RSN	6/13	58
34	K7	RSN	7/13	61
35	K6	RSN	12/13	61
36	K6	RSN	7/13	64
37	G3K6	ASN	.....	63
38	G5K8	ASN	3/13	65
39	G3 K6	ASN	5/13	67
40	YDH	SN	1 /13	57
41	K7	RSN	18/13	59

4.1.2 Bitki boyu

Bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de ve ortalama değerleri (cm) ve Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, ayçiçeği hatları arasında bitki boyu bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.2 Ayçiçeği hatlarının bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	23.325	0.52
Ayçiçeği hatları	40	658.009	14.77**
Hata	80	44.550	
Genel/Toplam	122		

** p<0.01

Çizelge 4.3 incelendiğinde, en yüksek bitki boyu 2 Nolu hat olan G5K8 ASN 5/13 hattında 163.0 cm, bu hattı 16 Nolu (G3 K6 ASN 7/13) hat 155.7 cm ve (1 Nolu) K6 RSN 3/13 hat ise 153.0 cm ile takip etmiştir. En düşük bitki boyu ise 30 Nolu (K6 RSN 1/13) hattan 97.7 cm olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3 Ayçiçeği hatlarına ait bitki boyu ortalamaları ve Duncan Testi sonuçları

No	Ayçiçeği Hatları			Bitki Boyu (cm)	
1	K6	RSN	3/13	153.0	AB
2	G5K8	ASN	5/13	163.0	A
3	K7	RSN	17/13	134.3	CD
4	K6	RSN	15/13	122.7	E-J
5	K6	RSN	11/13	129.0	D-G
6	K7	RSN	13/13	111.3	L-R
7	K6	RSN	5/13	125.0	D-I
8	K7	RSN	14/13	133.0	DE
9	YDA	SN	2/13	121.0	F-L

Çizelge 4.3 Ayçiçeği hatlarına ait bitki boyu ortalamaları ve Duncan Testi sonuçları (devam)

10	YDA	SN	3/13	102.0	RS
11	G5K8	ASN	1/13	110.0	M-R
12	G5K8	ASN	4/13	108.3	O-S
13	G3K6	ASN	.....	126.0	D-H
14	K6	RSN	4/13	121.0	F-L
15	G3K6	ASN	8/13	135.3	CD
16	G3K6	ASN	7/13	155.7	AB
17	K6	RSN	8/13	145.0	BC
18	G3K6	ASN	1/13	145.0	BC
19	G5K8	ASN	6/13	110.0	M-R
20	G3K6	ASN	.....	120.0	G-M
21	K7	ASN	10/13	129.0	D-G
22	YDH	SN	4/13	113.3	J-Q
23	K6	RSN	2/13	117.7	H-O
24	K7	RSN	9/13	118.3	G-O
25	G3K6	ASN	 /13	111.7	K-R
26	K7	RSN	16/13	112.3	J-R
27	G5K8	ASN	7/13	117.7	H-O
28	G5K8	ASN	2/13	118.7	G-O
29	K7	RSN	15/13	109.0	N-R
30	K6	RSN	1/13	97.7	S
31	K6	RSN	17/13	114.3	I-P
32	K6	RSN	16/13	132.0	DE
33	K6	RSN	6/13	102.7	Q-S
34	K7	RSN	7/13	122.3	E-K
35	K6	RSN	12/13	131.7	D-F
36	K6	RSN	7/13	126.0	D-H
37	G3K6	ASN	.....	119.7	G-N
38	G5K8	ASN	3/13	105.0	P-S
39	G3K6	ASN	5/13	119.0	G-O
40	YDH	SN	1 /13	125.0	D-I
41	K7	RSN	18/13	104.0	P-S

LSD: 10.85

4.1.3 Tabla apı

Ayçiçeği hatlarında, tabla çapına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları izelge 4.4’de ve tabla çapına ilişkin ortalama değerleri (cm) ise izelge 4.5’de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre hatlar arasında tabla çapı bakımında 0.01 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur (izelge 4.4).

Çizelge 4.4 Ayçiçeği hatlarının tabla çapı ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	13.764	3.53
Ayçiçeği hatları	40	36.854	9.46**
Hata	80	3.898	
Genel/Toplam	122		

** p<0.01

Çizelge 4.5 incelendiğinde, ayçiçeği hatlarında en yüksek tabla çapının 16.00 cm ile K6 RSN 4/13, K7 RSN 17/13, YDAH SN 2/13, G3K6 ASN 1/13 hatlarına ait olduğu grlmştir. En düşük tabla çapı ise 6.33 cm ile G3K6 ASN (20 Nolu hat) ayçiçeği hattından elde edilmiştir.

Çizelge 4.5 Ayçiçeği hatlarına ait tabla çapı ortalamalarına ilişkin Duncan Testi sonuçları

No	Ayçiçeği Hatları	Tabla apı (cm)
1	K6 RSN 3/13	9.67 H-N
2	G5K8 ASN 5/13	13.33 A-G
3	K7 RSN 17/13	16.00 A
4	K6 RSN 15/13	11.33 D-J
5	K6 RSN 11/13	10.33 G-M
6	K7 RSN 13/13	14.00 A-E
7	K6 RSN 5/13	14.00 A-E
8	K7 RSN 14/13	11.00 E-K

Çizelge 4.5 Ayçiçeği hatlarına ait tabla çapı ortalamalarına ilişkin Duncan Testi sonuçları (devam)

9	YDAH	SN	2/13	16.00	A
10	YDAH	SN	3/13	12.67	B-H
11	G5K8	ASN	1/13	14.33	A-D
12	G5K8	ASN	4/13	13.67	A-F
13	G3 K6	ASN	.....	14.67	A-C
14	K6	RSN	4/13	16.00	A
15	G3 K6	ASN	8/13	12.33	C-I
16	G3 K6	ASN	7/13	14.33	A-D
17	K6	RSN	8/13	13.33	A-G
18	G3 K6	ASN	1/13	16.00	A
19	G5K8	ASN	6/13	15.33	A-C
20	G3 K6	ASN	.....	6.33	O
21	K7	ASN	10/13	8.00	K-O
22	YDAH	SN	4/13	6.67	NO
23	K6	RSN	2/13	6.67	NO
24	K7	RSN	9/13	7.00	NO
25	G3K6	ASN	.../13	7.67	L-O
26	K7	RSN	16/13	14.67	A-C
27	G5 K8	ASN	7/13	8.00	K-O
28	G5 K8	ASN	2/13	8.33	J-O
29	K7	RSN	15/13	6.67	NO
30	K6	RSN	1/13	14.00	A-E
31	K6	RSN	17/13	6.67	NO
32	K6	RSN	16/13	9.33	I-O
33	K6	RSN	6/13	10.67	F-L
34	K7	RSN	7/13	15.67	AB
35	K6	RSN	12/13	15.00	A-C
36	K6	RSN	7/13	8.33	J-O
37	G3 K6	ASN	.....	7.00	NO
38	G5 K8	ASN	3/13	7.33	M-O
39	G3 K6	ASN	5/13	7.00	NO
40	YDAH	SN	1 /13	7.33	M-O
41	K7	RSN	18/13	7.00	NO

LSD: 3.205

4.1.4 Bitki başına tohum verimi

Ayçiçeği hatlarında, bitki başına tohum verimi ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da ve bitki başına tohum verimine ilişkin ortalama değerleri (g/bitki) ise Çizelge 4.7’de verilmiştir. Çizelge 4.6 incelendiğinde, ayçiçeği hatları arasında tohum verimi bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.6 Ayçiçeği hatlarının tek bitki tohum verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	210.984	574.7730
Ayçiçeği hatları	40	800.291	2180.196**
Hata	80	0.367	
Genel	122		

** p<0.01

Ayçiçeği hatlarında tek bitkiden elde edilen en yüksek tohum verimi 80.0 g ile K6 RSN 5/13 (7 nolu hat) hattına aittir. Bu hattı YDAH SN 2/13 (9 nolu) hattı 77.6 g ile takip etmektedir. En düşük verim miktarı ise 21,3 g ile K6 RSN 2/13 (23 nolu hat) ve G5K8 ASN 3/13 (38 nolu hat) hatlarından 22.0 g olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 Ayçiçeği hatlarına ait tek bitki verimlerine ilişkin Duncan Testi sonuçları

No	Ayçiçeği Hatları	Tek bitki verimi (g/bitki)
1	K6 RSN 3/13	67.0 G
2	G5K8 ASN 5/13	64.0 I
3	K7 RSN 17/13	65.6 GH
4	K6 RSN 15/13	48.6 N
5	K6 RSN 11/13	55.3 KL
6	K7 RSN 13/13	65.6 HI
7	K6 RSN 5/13	80.0 A

Çizelge 4.7 Ayçiçeği hatlarına ait tek bitki verimlerine ilişkin Duncan Testi Sonuçları (devam)

8	K7	RSN	14/13	42.6	Q
9	YDAH	SN	2/13	77.6	B
10	YDAH	SN	3/13	53.3	L
11	G5K8	ASN	1/13	72.0	E
12	G5K8	ASN	4/13	72.6	D
13	G3 K6	ASN	.....	61.6	J
14	K6	RSN	4/13	56.3	K
15	G3 K6	ASN	8/13	54.0	L
16	G3 K6	ASN	7/13	69.3	F
17	K6	RSN	8/13	64.3	HI
18	G3 K6	ASN	1/13	78.0	B
19	G5K8	ASN	6/13	61.3	J
20	G3 K6	ASN	.....	27.6	W
21	K7	ASN	10/13	43.6	Q
22	YDAH	SN	4/13	35.0	T
23	K6	RSN	2/13	21.3	X
24	K7	RSN	9/13	40.3	R
25	G3K6	ASN	 /13	34.0	T
26	K7	RSN	16/13	75.0	C
27	G5 K8	ASN	7/13	51.0	M
28	G5 K8	ASN	2/13	39.6	R
29	K7	RSN	15/13	45.6	O
30	K6	RSN	1/13	45.6	P
31	K6	RSN	17/13	35.0	T
32	K6	RSN	16/13	40.6	Q
33	K6	RSN	6/13	55.6	K
34	K7	RSN	7/13	32.0	U
35	K6	RSN	12/13	43.0	Q
36	K6	RSN	7/13	54.6	KL
37	G3 K6	ASN	.....	32.3	U
38	G5 K8	ASN	3/13	22.0	X
39	G3 K6	ASN	5/13	29.0	V
40	YDAH	SN	1 /13	34.3	T
41	K7	RSN	18/13	36.6	S

LSD: 41.915

4.1.5 Bin tane ağırlığı

Ayçiçeği hatlarında, bin tane ağırlığına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8 ve bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerleri (cm) ise Çizelge 4.9'de verilmiştir. Çizelge 4.8 incelendiğinde, ayçiçeği hatları arasında bin tane ağırlığı bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.8 Ayçiçeği hatlarının bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	41.715	12.8075
Ayçiçeği hatları	40	948.937	291.3429**
Hata	80	3.257	
Genel/Toplam	122		

** p<0.01

Ayçiçeği hatlarında en yüksek bin tane ağırlığı 76.0 g ile G3K6 ASN (13 No) hattına ve en düşük bin tane ağırlığı ise 13.2 g ile K7 ASN 10/13 (21 No) hattına aittir.

Çizelge 4.9 Ayçiçeği hatlarına ait bin tane ağırlığına ilişkin Duncan Testi sonuçları

No	Ayçiçeği Hatları	Bin Tane Ağırlığı (g)
1	K6 RSN 3/13	32.0 M
2	G5K8 ASN 5/13	40.0 K
3	K7 RSN 17/13	45.0 H-J
4	K6 RSN 15/13	45.5 HI
5	K6 RSN 11/13	35.5 L
6	K7 RSN 13/13	44.0 I-K
7	K6 RSN 5/13	44.5 H-J
8	K7 RSN 14/13	46.0 HI
9	YDAH SN 2/13	45.0 H-J
10	YDAH SN 3/13	40.5 JK
11	G5K8 ASN 1/13	50.5 G
12	G5K8 ASN 4/13	56.5 D-F

Çizelge 4.9 Ayçiçeği hatlarına ait bin tane ağırlığına ilişkin Duncan Testi sonuçları
(devam)

13	G3 K6	ASN	.....	76.0	A
14	K6	RSN	4/13	41.0	JK
15	G3 K6	ASN	8/13	60.0	CDE
16	G3 K6	ASN	7/13	61.0	CD
17	K6	RSN	8/13	47.0	G-I
18	G3 K6	ASN	1/13	54.9	F
19	G5K8	ASN	6/13	74.9	A
20	G3 K6	ASN	.....	26.0	OP
21	K7	ASN	10/13	13.2	T
22	YDAH	SN	4/13	18.0	Q-S
23	K6	RSN	2/13	21.9	PQ
24	K7	RSN	9/13	21.6	PQ
25	G3K6	ASN	 /13	18.5	O-S
26	K7	RSN	16/13	56.3	EF
27	G5 K8	ASN	7/13	21.2	P-R
28	G5 K8	ASN	2/13	28.8	MN
29	K7	RSN	15/13	17.6	Q-S
30	K6	RSN	1/13	48.5	GH
31	K6	RSN	17/13	16.7	R-T
32	K6	RSN	16/13	17.0	R-T
33	K6	RSN	6/13	30.0	MN
34	K7	RSN	7/13	62.0	C
35	K6	RSN	12/13	67.8	B
36	K6	RSN	7/13	19.5	P-R
37	G3 K6	ASN	.....	27.6	M-O
38	G5 K8	ASN	3/13	14.4	ST
39	G3 K6	ASN	5/13	16.6	R-T
40	YDAH	SN	1 /13	27.0	NO
41	K7	RSN	18/13	17.7	Q-S

4.1.6 Yağ oranı

Ayçiçeği hatlarında yağ oranına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10'da ve yağ oranına ilişkin ortalama değerleri ise Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde; ayçiçeği hatları arasında yağ oranı bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.10 Ayçiçeği hatlarının yağ oranına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	2.700	0.49
Ayçiçeği hatları	40	53.345	9.66**
Hata	80	5.522	
Genel/Toplam	122		

** p<0.01

Ayçiçeği hatlarında en yüksek yağ oranı %44.49 ile YDAH SN 2/13 (9 No) hattından ve en düşük yağ oranı ise %22.8 ile K6 RSN 12/ 13 (35 No) hattından elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Ayçiçeği hatlarına ait yağ oranına ilişkin Duncan Testi sonuçları

No	Ayçiçeği Hatlar	Yağ Oranı (%)
1	K6 RSN 3/13	31.72 L-O
2	G5K8 ASN 5/13	35.93 E-K
3	K7 RSN 17/13	32.97 J-O
4	K6 RSN 15/13	31.23 NO
5	K6 RSN 11/13	35.56 F-K
6	K7 RSN 13/13	37.37 C-H
7	K6 RSN 5/13	37.25 C-H
8	K7 RSN 14/13	30.05 OP
9	YDAH SN 2/13	44.49 A
10	YDAH SN 3/13	38.34 B-F
11	G5K8 ASN 1/13	37.46 C-H

Çizelge 4.11 Ayçiçeği hatlarına ait yağ oranına ilişkin Duncan Testi sonuçları
(devam)

12	G5K8	ASN	4/13	35.31	F-L
13	G3 K6	ASN	.....	35.57	F-K
14	K6	RSN	4/13	37.14	D-H
15	G3 K6	ASN	8/13	38.24	B-G
16	G3 K6	ASN	7/13	35.44	F-L
17	K6	RSN	8/13	36.17	E-J
18	G3 K6	ASN	1/13	40.63	B-D
19	G5K8	ASN	6/13	36.62	E-J
20	G3 K6	ASN	.....	34.48	G-N
21	K7	ASN	10/13	39.57	B-E
22	YDAH	SN	4/13	35.09	F-M
23	K6	RSN	2/13	33.01	J-O
24	K7	RSN	9/13	31.48	M-O
25	G3K6	ASN	 /13	36.44	E-J
26	K7	RSN	16/13	26.34	PQ
27	G5 K8	ASN	7/13	36.94	D-I
28	G5 K8	ASN	2/13	41.72	AB
29	K7	RSN	15/13	38.32	B-F
30	K6	RSN	1/13	36.65	E-J
31	K6	RSN	17/13	36.61	E-J
32	K6	RSN	16/13	41.05	A-C
33	K6	RSN	6/13	33.20	I-O
34	K7	RSN	7/13	25.09	Q
35	K6	RSN	12/13	22.88	Q
36	K6	RSN	7/13	38.58	B-F
37	G3 K6	ASN	.....	34.30	H-N
38	G5 K8	ASN	3/13	36.89	D-I
39	G3 K6	ASN	5/13	35.13	F-M
40	YDAH	SN	1 /13	33.70	H-O
41	K7	RSN	18/13	32.25	K-O

LSD: 3.818

4.1.7 Fizyolojik olum gün sayısı

Ayçiçeği hatlarında fizyolojik olum gün sayısı verileri Çizelge 4.12 verilmiştir. Ayçiçeği hatlarında en erken fizyolojik olum gün sayısına sahip hat 90 gün ile G5K8 ASN 2/13 hattı ve en geç fizyolojik olum gün sayısına sahip hat ise 98 gün ile K7 RSN 15/13 hattı olmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Ayçiçeği hatlarına ait fizyolojik olum gün sayıları (gün)

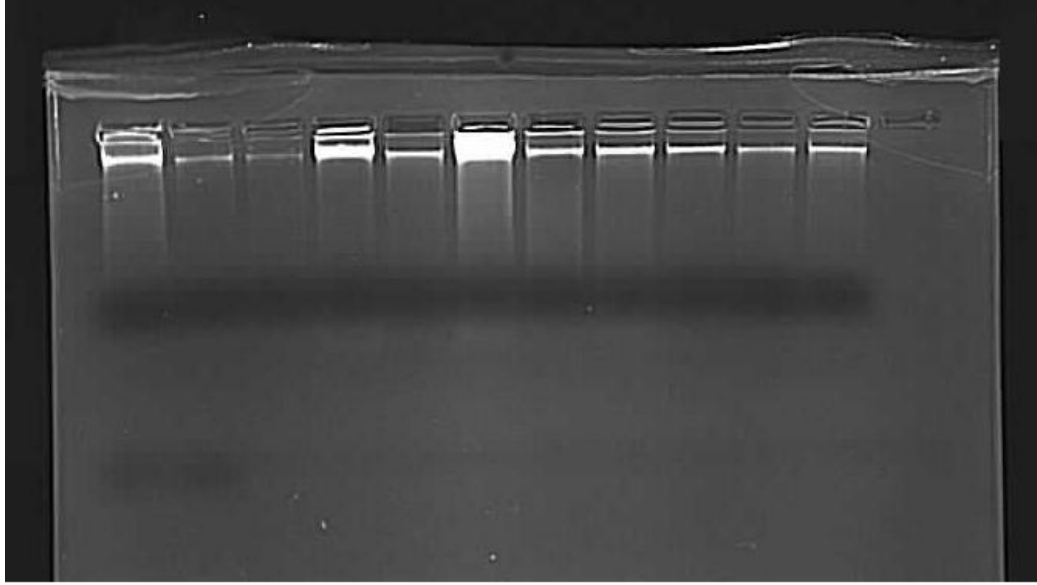
No	Ayçiçeği Hatları			Fizyolojik olum gün sayıları
1	K6	RSN	3/13	95
2	G5K8	ASN	5/13	96
3	K7	RSN	17/13	93
4	K6	RSN	15/13	93
5	K6	RSN	11/13	92
6	K7	RSN	13/13	91
7	K6	RSN	5/13	96
8	K7	RSN	14/13	92
9	YDAH	SN	2/13	93
10	YDAH	SN	3/13	93
11	G5K8	ASN	1/13	95
12	G5K8	ASN	4/13	93
13	G3 K6	ASN	.....	96
14	K6	RSN	4/13	93
15	G3 K6	ASN	8/13	96
16	G3 K6	ASN	7/13	92
17	K6	RSN	8/13	92
18	G3 K6	ASN	1/13	92
19	G5K8	ASN	6/13	92
20	G3 K6	ASN	.....	92
21	K7	ASN	10/13	97
22	YDAH	SN	4/13	97
23	K6	RSN	2/13	96
24	K7	RSN	9/13	97
25	G3K6	ASN	 /13	94
26	K7	RSN	16/13	91
27	G5 K8	ASN	7/13	94
28	G5 K8	ASN	2/13	90
29	K7	RSN	15/13	98
30	K6	RSN	1/13	91
31	K6	RSN	17/13	91
32	K6	RSN	16/13	92
33	K6	RSN	6/13	92
34	K7	RSN	7/13	94
35	K6	RSN	12/13	95
36	K6	RSN	7/13	97
37	G3 K6	ASN	.....	96
38	G5 K8	ASN	3/13	97
39	G3 K6	ASN	5/13	97
40	YDAH	SN	1 /13	92
41	K7	RSN	18/13	94

2014 yılı üretim sezonunda, melezlemeler için yapılan plana göre, ekimler yapılmış. Ancak melezleme zamanında aşırı yağış ve fırtına sebebiyle melezlemelerin çoğu tutmamış ve birçok bitki yatmıştır. Bu nedenden dolayı birkaç hat dışında yapılan melezlemelerin tohumları alınamamıştır.

4.2 Hatların Genetik Yakınlıklarına İlişkin SSR Analizi

4.2.1 DNA izolasyonu ve ölçümleri

Araştırmada kullanılan bazı hatlardan elde edilen en net banda ait DNA'ların, agaroz jel (%1) görüntüleri Şekil 4.1'de, spektrofotometrik değerleri ise Çizelge 4.13'de sunulmuştur.



Şekil 4.1 Araştırmada kullanılan bazı ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların, agaroz jel (%1) elektroforez görüntüleri

Çizelge 4.13 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların spektrofotometrik değerleri (Her bir örnek 3 teknik tekrarlı ölçülmüştür)

Hatlar	ng/ul	A260	A 280	260/280
K6 RSN 3/13	983.13	15.663	7.941	1.97
	753.01	9.06	4.706	1.93
	1420.99	28.42	14.64	1.94
G5K8 ASN 5/13	1300.25	34.005	17.25	1.97
	1374.04	47.481	23.303	2.04
	976.57	47.531	23.358	2.03
K7 RSN 17/13	1324.31	10.486	5.545	1.89
	1444.11	25.485	12.697	2.01
	1701.77	34.035	17.084	1.99
K6 RSN 15/13	1759.85	35.197	17.997	1.96
	1794.94	35.899	19.412	1.85
	783.13	15.663	7.941	1.97
K6 RSN 11/13	453.01	9.06	4.706	1.93
	1214.11	25.485	12.697	2.01
	1276.21	25.51	12.689	2.01
K7 RSN 13/13	1499.38	29.988	15.751	1.9
	1472.12	29.442	15.411	1.91
	1425.62	28.512	14.705	1.94
K6 RSN 5/13	1420.99	28.42	14.64	1.94
	1700.25	34.005	17.25	1.97
	2374.04	47.481	23.303	2.04
K7 RSN 14/13	2376.57	47.531	23.358	2.03
	1732.73	34.655	17.581	1.97
	1399.38	29.988	15.751	1.90
YDAH SN 2/13	1520.03	31.001	15.771	1.97
	1009.37	16.187	8.902	1.82
	1117.78	36.355	17.864	2.04
YDAH SN 3/13	1278.11	25.485	12.697	2.01
	1276.90	25.51	12.689	2.01
	1333.57	34.671	17.513	1.98
G5K8 ASN 1/13	1117.78	36.355	17.864	2.04
	1224.11	25.485	12.697	2.01
	1236.45	25.51	12.689	2.01
G5K8 ASN 1/13	1550.39	33.008	16.396	2.01
	1339.26	14.785	8.918	1.66
	1379.46	55.589	27.838	2.00

Çizelge 4.13 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların spektrofotometrik değerleri (Her bir örnek 3 teknik tekrarlı ölçülmüştür) (devam)

G3 K6	1416.28	60.326	29.829	2.02
	1173.79	33.476	16.941	1.98
	1378.76	33.575	16.982	1.98
K6 RSN 4/13	1418.27	58.365	30.06	1.94
	1679.19	55.584	27.775	2.00
	922.67	46.453	23.397	1.99
G3 K6 ASN 8/13	1382.96	47.659	23.929	1.99
	1218.36	58.367	29.382	1.99
	1349.96	60.999	29.988	2.03
G3 K6 ASN 7/13	1331.41	58.628	29.469	1.99
	1508.49	31.37	15.93	1.97
	1500.03	31.001	15.771	1.97
K6 RSN 8/13	899.37	16.187	8.902	1.82
	905.92	14.118	7.376	1.91
	1544.56	32.891	16.331	2.01
G3 K6 ASN 1/13	1650.39	33.008	16.396	2.01
	939.26	14.785	8.918	1.66
	860.32	15.206	9.313	1.63
G5K8 ASN 6/13	1779.46	55.589	27.838	2.00
	916.28	60.326	29.829	2.02
	1573.79	33.476	16.941	1.98
G3 K6 ASN	1678.76	33.575	16.982	1.98
	1918.27	58.365	30.06	1.94
K7 ASN 10/13	1779.19	55.584	27.775	2.00
	1322.67	46.453	23.397	1.99
	1382.96	47.659	23.929	1.99
YDAH SN 4/13	918.36	58.367	29.382	1.99
	1049.96	60.999	29.988	2.03
	1931.41	58.628	29.469	1.99
K6 RSN 2/13	1568.49	31.37	15.93	1.97
	1550.03	31.001	15.771	1.97
	809.37	16.187	8.902	1.82
K7 RSN 9/13	705.92	14.118	7.376	1.91
	1544.56	32.891	16.331	2.01
	1650.39	33.008	16.396	2.01
	739.26	14.785	8.918	1.66

Çizelge 4.13 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların spektrofotometrik değerleri (Her bir örnek 3 teknik tekrarlı ölçülmüştür) (devam)

G3K6 ASN /13	760.32	15.206	9.313	1.63
	1779.46	55.589	27.838	2.00
	1016.28	60.326	29.829	2.02
K7 RSN16/13	1673.79	33.476	16.941	1.98
	1578.76	33.575	16.982	1.98
	1918.27	58.365	30.06	1.94
G5 K8 ASN 7/13	916.28	60.326	29.829	2.02
	1373.79	33.476	16.941	1.98
	1228.76	33.575	16.982	1.98
K7 RSN 15/13	1118.27	58.365	30.06	1.94
	1079.19	55.584	27.775	2.00
	1430.62	30.612	15.431	1.98
K6 RSN 1/13	1349.27	30.985	15.684	1.98
	824.31	10.486	5.545	1.89
	947.49	10.95	5.767	1.9
K6 RSN 17/13	1210.35	36.207	17.763	2.04
	1317.78	36.355	17.864	2.04
	1274.11	25.485	12.697	2.01
K6 RSN 16/13	1276	25.51	12.689	2.01
	1333.57	34.671	17.513	1.98
	1530.62	30.612	15.431	1.98
K6 RSN 6/13	1249.27	30.985	15.684	1.98
	1124.31	10.486	5.545	1.89
	947.49	10.95	5.767	1.9
K7 RSN 7/13	1010.35	36.207	17.763	2.04
	1617.78	36.355	17.864	2.04
	1492.46	57.849	28.961	2.00
K6 RSN 12/13	977.99	3.56	1.684	2.11
	1731.26	74.625	37.342	2.00
	1426.27	48.525	24.525	1.98
K6 RSN 7/13	1366.57	47.331	23.578	2.01
	1274.11	25.482	12.699	2.01
	1276.02	25.52	12.689	2.01
G3 K6 ASN	1259.02	45.18	21.958	2.06
	1318.5	46.37	22.723	2.04
	1794.94	35.899	19.412	1.85

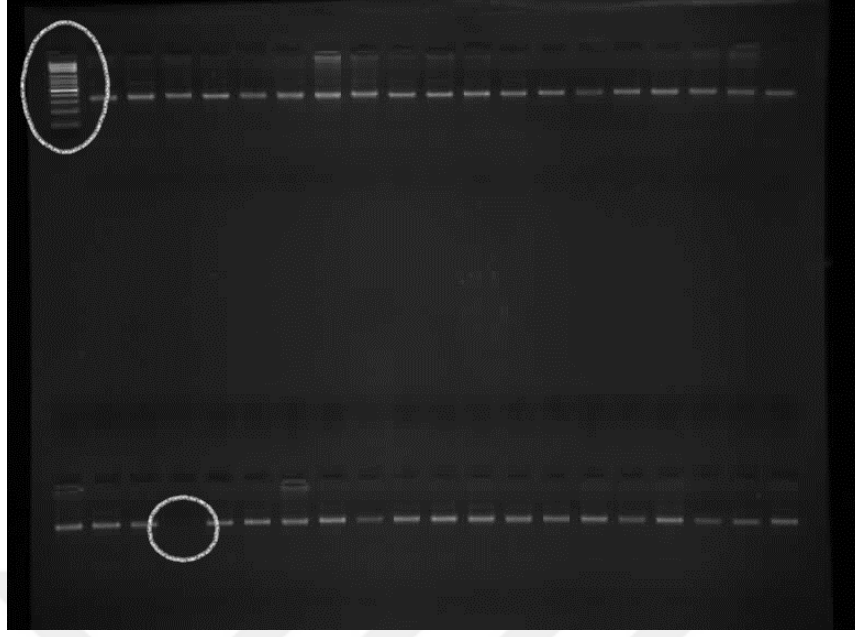
Çizelge 4.13 Araştırmada kullanılan ayçiçeği hatlarına ait DNA'ların spektrofotometrik değerleri (Her bir örnek 3 teknik tekrarlı ölçülmüştür) (devam)

G5 K8 ASN3/13	1804.34	36.087	19.606	1.84
	1810.36	36.207	17.765	2.04
	917.78	36.356	17.864	2.04
G3 K6 ASN 5/13	1571.85	31.437	15.868	1.98
	1555.88	31.118	15.616	1.99
	1234.61	44.692	21.881	2.04
YDAH SN /13	1305.81	46.116	23.118	1.99
	1292.46	57.849	28.961	2.00
	777.99	3.56	1.684	2.11
K7RSN	1731.26	74.625	37.342	2.00
	1426.27	48.525	24.525	1.98
	1366.57	47.331	23.578	2.01

SSR amaçlı kullanılan DNA'ların saflık oranının (A260/A280) yaklaşık 1.7–2.0 arasında olması gerekmektedir. Araştırmada kullanılan DNA'ların saflık oranları genel olarak bu sınırlar içerisinde yer aldığı görülmektedir.

4.2.2 SSR lokuslarına ait PCR-PZR reaksiyonları ve Allel görüntülerinin alınması

Bu çalışmada kullanılan 10 SSR lokusundan, ORS 598 SSR-lokusuna ait örnek agaroz jel (%2) elektroforez görüntüsü Şekil 4.2'de verilmiştir.

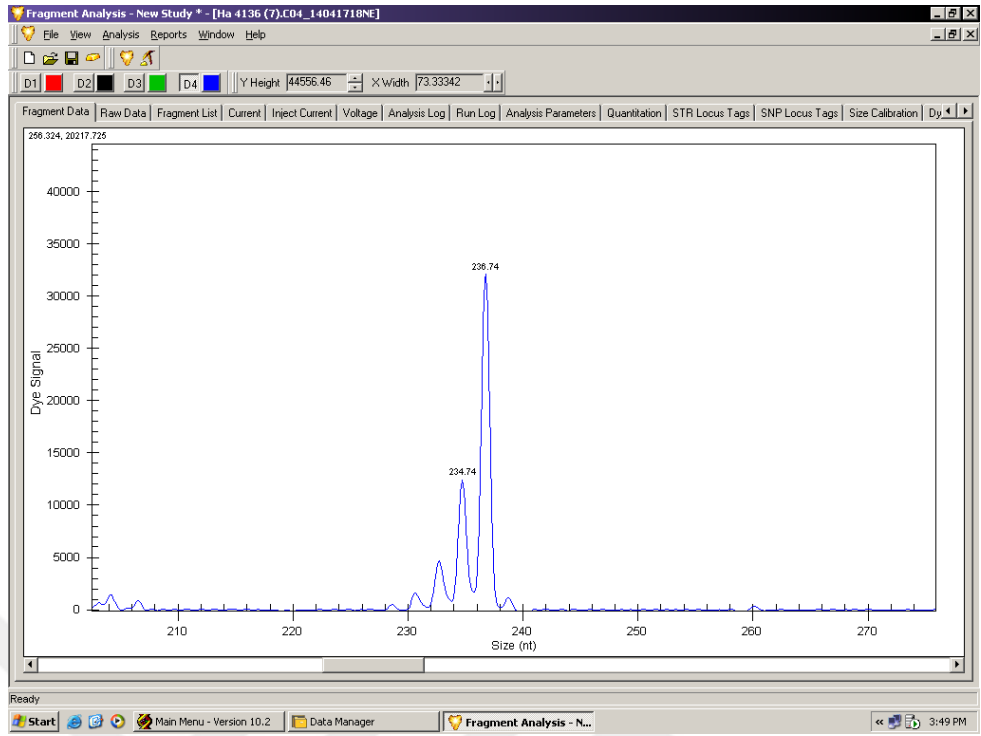


Şekil 4.2 ORS 598 SSR-lokusuna ait allelerin PCR-PZR sonrası örnek agaroz jel elektroforezi görüntüsü

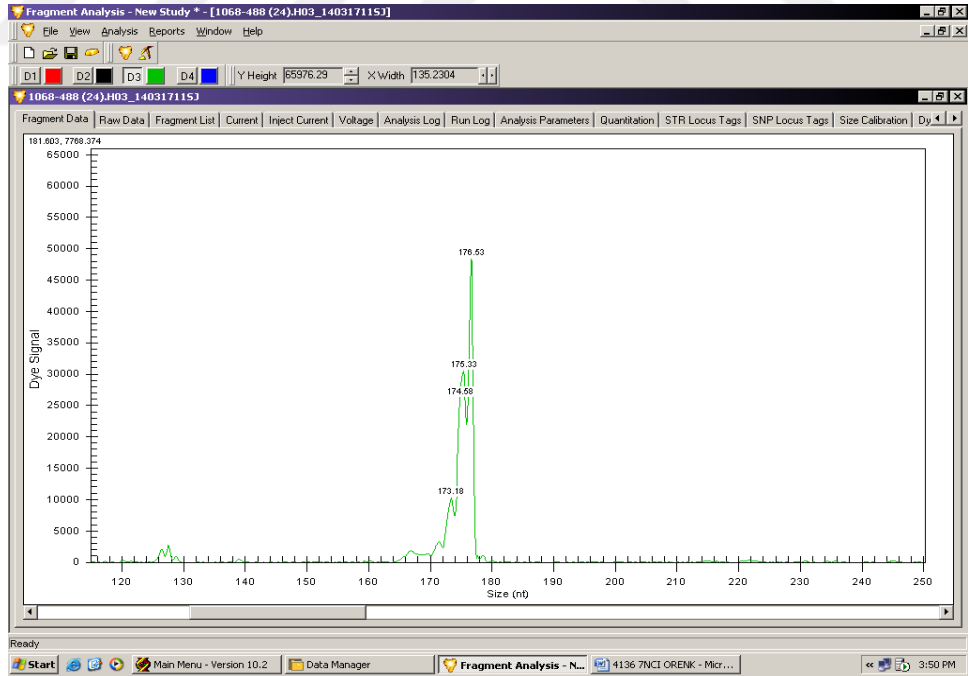
Araştırmada örnek olarak verilen ORS 598 lokusundaki jel görüntüsünde alleler 300-400 bç-bp arasında bulunmuştur. Ayrıca Çizelge 4.15’de bç-bp büyükleriyle ile bu rakamları karşılaştırdığımızda, bç-bp oranların 300-400 arasında olduğu saptanmıştır ve bu da araştırmanın doğru yürütüldüğünü göstermektedir.

4.2.3 Lokus-allel profillerinin kapiler elektroforezdeki görünüşleri

Allel profillerinin kapiler elektroforezdeki bazı lokuslara ait farklı görünüşleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de sunulmuştur.



Şekil 4.3. Ha4136 SSR-lokusuna ait örnek homozigot pik profili



Şekil 4.4 ORS488SSR- lokusuna ait örnek homozigot pik profili

PCR-PZR aşamalarında (şekil 4.1 ve 4.2) elde edilen net bant görüntüleri ile lokus allel profillerinin kapiler elektroforezdeki (şekil 4.3 ve 4.4) rahat görüntülenebilen pikleri metot aşamalarında iyi optimizasyonların göstergesi olup, tüm lokuslardaki allel tiplerinin (homozigot ve heterozigot) ve allel büyüklüklerinin (b-bp) başarılı bir şekilde tespit edilmesine olanak sağlamıştır.

4.2.4 Genetik analizler

Araştırmada 10 SSR lokusuna ait allel büyüklükleri baz çifti (b-bp) olarak izelge 4.14’de sunulmuştur.

Çizelge 4.14 Aycıçeği hatlarının 10 SSR-lokusunki allel büyüklükleri (bp)

Ayıcıgeği Hatları	HA 1604	HA 1604	HA 4136	HA 4136	HA 3513	HA 3513	ORS 546	ORS 546	ORS 598	ORS 598	ORS 488	ORS 488	ORS 78	ORS 78	ORS 1068	ORS 1068	ORS 154	ORS 154	ORS 149	ORS 149
K6 RSN 3/13	121	121	236	236	518	536	210	210	378	378	177	177	160	160	326	360	201	215	118	126
G5K8ASN5/13	121	121	232	232	518	536	210	228	352	378	177	177	162	162	326	364	201	201	118	134
K7RSN7/13	121	121	210	236	518	528	206	228	378	378	177	177	162	162	348	364	187	201	118	134
K6 RSN 15/13	121	141	236	236	518	536	206	228	378	378	177	177	158	158	326	348	199	199	118	134
K6RSN 11/13	119	141	236	256	518	536	212	228	352	378	177	177	160	160	326	364	201	201	118	126
K7RSN13/13	121	121	236	236	518	518	206	228	378	378	171	171	162	162	326	364	205	223	118	126
K6RSN5/13	121	121	236	236	518	536	206	228	378	378	177	177	162	162	326	364	205	223	118	126
K7 RSN 14/13	121	121	236	236	518	518	210	228	378	378	177	177	162	162	348	364	187	205	118	126
YDAHNSN 2/13	121	121	286	286	518	536	212	228	378	378	177	177	162	162	326	336	201	201	118	134
YDAHNSN3/13	121	121	232	232	518	536	212	228	352	378	177	177	162	162	326	336	201	201	118	134
G5K8ASN1/13	121	121	210	236	518	536	206	228	378	378	177	177	162	162	326	348	201	201	118	134
G5K8ASN4/13	121	121	236	284	518	536	212	228	352	378	177	177	162	162	326	348	201	201	118	134
G3 K6ASN...	121	121	228	284	518	536	206	228	378	378	177	177	162	162	348	358	201	205	118	134
K6RSN4/13	121	121	236	236	518	536	210	228	378	378	177	177	162	162	326	364	201	215	118	142
G3K6ASN8/13	121	121	236	288	518	536	208	228	352	352	175	175	162	162	348	360	201	205	118	134
G K6ASN7/13	121	121	228	228	516	534	206	228	378	378	177	177	162	162	348	358	201	205	118	134
K6 RSN 8/13	121	121	210	236	518	526	206	228	378	378	175	175	162	162	348	364	187	201	118	134
G3K6ASN 1/13	121	121	236	236	518	536	206	228	352	378	177	177	160	160	348	360	205	205	118	126
G5K8 ASN6/13	121	121	228	286	518	534	206	228	378	378	167	177	162	162	326	348	201	201	118	134
G3 K6ASN...	121	121	228	284	518	534	210	228	378	378	167	167	158	158	326	358	199	199	118	134
K7ASN 10/13	121	121	210	236	518	536	210	228	378	378	177	177	158	158	322	348	201	201	118	134
YDAHNSN 4/13	121	121	222	236	518	536	212	228	378	378	177	177	162	162	326	364	201	201	118	134
K6 RSN 2/13	121	121	210	236	516	534	210	228	378	378	175	175	162	162	326	364	201	201	118	134
K7RSN 9/13	121	121	210	236	516	536	210	228	378	378	177	177	158	158	326	326	201	205	118	134
G3K6 ASN/13	121	121	236	236	516	536	206	228	352	378	177	177	162	162	326	348	201	201	118	134
K7RSN 16/13	121	121	236	288	516	536	210	228	378	378	177	177	160	160	326	364	201	215	118	134
G5 K8ASN7/13	121	121	210	236	518	536	212	228	378	378	167	167	162	162	326	364	201	201	118	134
G5 K8ASN2/13	121	121	228	288	518	536	210	228	378	378	177	177	162	162	346	360	201	205	118	134
K7 RSN 15/13	119	119	210	236	518	536	210	228	378	378	177	177	162	162	348	364	187	201	118	132
K6 RSN 1/13	119	119	210	234	518	518	210	228	378	378	177	177	162	162	348	364	187	201	118	132
K6 RSN17/13	119	119	210	236	518	536	206	228	378	378	177	177	162	162	326	364	201	205	118	134
K6 RSN16/13	119	119	236	252	516	526	206	228	378	378	177	177	160	160	326	364	201	205	118	134
K6RSN6/13	121	121	236	236	516	536	206	228	378	378	177	177	162	162	348	364	201	215	118	126
K7RSN7/13	119	119	236	236	516	536	212	228	378	378	171	171	152	152	348	364	189	223	118	126
K6 RSN 12/13	121	121	210	236	516	536	206	228	378	378	177	177	162	162	348	364	187	223	118	126
K6 RSN 7/13	119	119	210	236	520	528	210	228	378	378	177	177	162	162	348	360	201	223	118	134
G3 K6ASN...	119	119	210	236	518	526	206	228	378	378	177	177	162	162	326	348	187	201	118	126
G5 K8ASN3/13	119	119	232	288	518	534	206	228	352	378	177	177	162	162	326	326	199	215	118	134
G3 K6ASN5/13	119	119	230	286	516	534	208	228	378	378	177	177	162	162	326	360	201	205	118	134
YDAHNSN 1/13	121	121	232	288	518	536	212	228	378	378	177	177	162	162	326	364	201	201	118	134
K7RSN18/13	121	121	230	230	516	536	206	228	378	378	177	177	160	160	326	360	205	205	118	134

Elde edilen sonuçlara göre; allel büyüklükleri HA1604'da 119- 141 bç-bp, HA4136' da 210- 288 bç-bp, HA3513'de 516- 536 bç-bp, ORS 546'da 206 - 228 bç-bp, ORS 598'de 352 – 378 bç-bp, ORS 488'de 167 – 177 bç-bp, ORS 78'de 152-162 bç-bp, ORS 1068'de 322 - 364 bç-bp, ORS 154'de 187 - 223 bç-bp, ve ORS 149'da 118-142 bç-bp arasında değişmiştir.

Allel büyüklerinde (bç-bp) her bir primer için iki rakam bulunmaktadır. Bu rakamlar birisi anne ve diğeri ise babayı temsil etmektedir. Eğer her iki rakam (anne ve baba allelleri) aynı ise (örneğin HA 1604 lokusunda, K6 RSN 3/13 hattında ana ve baba allelleri 121 dir) bu o hatların homozigot olduğunu göstermektedir. Eğer farklı ise de (örneğin. HA 1604 lokusunda. K6RSN 11/13 hattında ana ve baba allelleri 119 ve 141 dir) bu hat o lokus için heterozigottur.

Projede kullanılan ayçiçeği SSR lokuslarındaki genetik parametrelere ait; allel sayıları, beklenen heterozigotluk oranı, gözlenen heterozigotluk oranı, tespit olasılığı (PI) değeri ve sessiz allel (null) frekansına ait bilgiler Çizelge 4.15'de sunulmuştur.

Çizelge 4.15 Ayçiçeği hatlarına ait allel sayıları (N), beklenen heterozigotluk (He), gözlenen heterozigotluk (Ho), tespit olasılığı (PI) değeri ve sessiz allel (null) frekansı

Lokuslar	Allel Sayıları (N)	Beklenen Heterozigotluk (He)	Gözlenen Heterozigotluk (Ho)	Tespit olasılığı (PI)	Sessiz (null) allel frekansı
HA1604	3	0.392	0.048	0.549	0.246
HA4136	12	0.740	0.634	0.129	0.060
HA3513	7	0.713	0.926	0.221	-0.124
ORS546	5	0.674	0.975	0.243	-0.179
ORS598	2	0.195	0.170	0.704	0.020
ORS488	4	0.320	0.024	0.507	0.224
ORS78	4	0.433	0.000	0.424	0.302
ORS1068	8	0.762	0.951	0.171	-0.106
ORS154	7	0.660	0.585	0.209	0.044
ORS149	5	0.617	1.000	0.355	-0.236
Toplam	57	5.506	5.313	-	-
Ortalama	5.7	0.550	0.531	-	-

Çizelge 4.15 incelendiğinde, allel sayıları bakımından en yüksek allel HA 4136 (12 allel) lokusunda elde edilirken, bunu 8 allel ile ORS 1068 lokusu izlemiştir. En düşük allel ise ORS 598 primerinden. 2 allel olarak gözlemlenmiştir. Diğer lokuslardaki allel sayıları ise 3-7 arası değişmiştir. Beklenen heterozigotluk (H_e) ve gözlenen heterozigotluk (H_o) ortalama değerleri sırası ile; 0.550 ve 0.531 bulunurken, SSR lokusları itibari ile değer aralıkları; H_e için, 0.195-0.762, H_o için; 0.000- 1.000 arasında tespit edilmiştir. PI değerleri ise 0.129 ve 0.704 arasında gözlemlenmiştir. SSR analizleri sonucunda; Null allel değerlerine bakıldığında. 4 lokusta (HA 3513, ORS 546, ORS 1068 ve ORS 149) null allel değerleri negatif bulunurken, diğer lokuslarda ise sıfıra yakın pozitif değerler olarak bulunmuştur. Bu nedenle null allel ile ilgili herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

Bir araştırmada null allel değeri pozitif ve sıfıra yakın değilse bunun farklı nedenleri olabilir. Örneğin PCR-PZR optimizasyon sırasında Mg Cl_2 oranı fazla kullanılması halinde yanlış pik çıkabilir ve bu nedenle homozigot olan bir hat heterozigot olarak yorumlanabilir. İkinci nedeni ise, allel büyüklüğü Çizelgesinde kullanılan rakamlar yanlış yuvarlanırsa null allelin yüksek çıkabilme ihtimali olabilir. Üçüncü nedeni ise DNA izolasyonu başlangıcında kullanılan materyaller karışırsa, null allel değerleri değişerek normal de homozigot olan hatlar heterozigot olarak tanımlanabilir.

4.2.5 Allel frekansı

Allel frekansının anlamına bakarsak, popülasyonda herhangi bir lokus için gözlemlenen allelin görülme sıklığına allel frekansı denilmektedir (Filippi vd. 2020).

Çizelge 4.16 Primere ait Allel frekansları

No	HA 1604	Allel Frekansı	HA 4136	Allel Frekansı	HA 3513		Allel Frekansı	ORS 546	Allel Frekansı
1	119	0.23171	210	0.158	516		0.134	206	0.219
2	121	0.74390	222	0.012	518		0.390	208	0.024
3	141	0.02439	228	0.073	520		0.012	210	0.170
4			230	0.036	526		0.036	212	0.097
5			232	0.073	528		0.024	228	0.487
6			234	0.012	534		0.073		
7			236	0.463	536		0.329		
8			252	0.012					
9			256	0.012					
10			284	0.036					
11			286	0.048					
12			288	0.060					

No	ORS 598	Allel Frekansı	ORS 488	Allel Frekansı	ORS 78	Allel Frekansı	ORS 1068	Allel Frekansı
1	352	0.109	167	0.060	152	0.024	322	0.012
2	378	0.890	171	0.048	158	0.097	326	0.317
3			175	0.073	160	0.146	336	0.024
4			177	0.817	162	0.731	346	0.012
5							348	0.256
6							358	0.036
7							360	0.097
8							364	0.243
9								
10								

Çizelge 4.16 Primere ait Allel frekansları (devam)

No	ORS 154	Allel Frekansı	ORS 149	Allel Frekansı
1	187	0.085	118	0.500
2	189	0.012	126	0.121
3	199	0.060	132	0.024
4	201	0.536	134	0.341
5	205	0.182	142	0.012
6	215	0.060		
7	223	0.060		

Allel frekansı Çizelgesi incelendiğinde lokuslar itibari ile en yüksek allel frekansı: HA 3513 lokusuna (536) aittir. Daha sonra OR598 (378), ORS 1068 (364), HA 4136 (288), ORS 546 (228), ORS 154 (223), ORS 488 (177), ORS 78 (162), ORS 149 (142) ve HA 1604 (141) sırası ile en yüksek allel frekansı belirlenen lokuslardır (Çizelge 4.18.).

SSR analizleri sonucunda genotipler arasında aynı genotip (isim ve SSR lokuslarındaki allel büyüklükleri aynı, sinonim genotip (farklı isimle adlandırılan fakat genetik olarak birbiri ile aynı genotipler) ve homonim genotip (aynı isimle adlandırılan fakat genetik olarak birbirinden farklı genotipler) durumları gözlenmemiştir.

4.2.6 Genetik benzerlik oranı indeksi

SSR allellerinin genetik benzerlik oranı indeksi Çizelge 4.17’da sunulmuştur.

Çizelge 4.17 Ayçiçeği hatlarına ait genetik benzerlik oranı indeksi (%)

[illegible]

Çizelge 4.17’da ayçiçeği hatlarına ait benzerliklerde, birbirine en uzak hatlar %16 ile (0.167) 20 Nolu hat: (G3 K6 ASN) ve 34 Nolu hat (K7 RSN 7/13) arasında gözlenmiştir.

Bu hattı, 9 nolu hat (YDAH SN 2/13) ve 34 nolu hat (K7 RSN 7/13); 10 nolu hat (YDAH SN 3/13) ve 34 nolu hat (K7 RSN 7/13); 19 nolu hat (G5K8 ASN 6/13) ve 34 nolu hat (K7 RSN 7/13) ; 28 nolu hat (G5K8 ASN 2/13) ve 34 nolu hat (K7 RSN 7/13); 34 nolu hat (K7 RSN 7/13) ve 1 nolu hat (YDAH SN 3/13); 20 nolu hat (G3 K6 ASN) ve 36 nolu hat (K6 RSN 7/13); 20 nolu hat (G3 K6 ASN) ve 37 nolu hat (G3 K6 ASN); 20 Nolu hat (G3 K6 ASN) ve 29 nolu hat (K7 RSN 15/13); 20 nolu hat (G3 K6 ASN) ve 30 nolu (K6 RSN 1/13) hatları, %22 (0.22) benzerlik oranı ile takip etmektedir.

18 nolu hat (G3 K6 ASN 1/13) ve 38 nolu hat (G5K8 ASN 3/13); 17 nolu hat (K6 RSN 8/13) ve 41 nolu hat (K7 RSN 18/13); 29 nolu hat (K7 RSN 15/13) ve 41 nolu hat (K7 RSN 18/13); 37 nolu hat (G3 K6 ASN) ve 41 nolu hat (K7 RSN 18/13); 6 nolu hat (K7 RSN 13/13) ve 39 nolu hat (G3 K6 ASN 5/13); 5 nolu hat (K6 RSN 11/13) ve 16 nolu hat (G3 K6 ASN 7/13); 8 nolu hat (K7 RSN 14/13) ve 20 nolu hat (G3 K6 ASN); birbiri ile %33 oranında benzerlik göstermektedirler. 26 nolu hat (K7 RSN 16/13) ve (G3K6); 6 nolu hat (K7 RSN 13/13) ve (G3K6); 21 nolu hat (K7RSN 10/13) ve 38 nolu hat (G5K8 ASN 3/13); nolu hat (K6 RSN 8/13) ve 38 nolu hat (G5K8 ASN 3/13) hatları (0.38) %38 oranı ile birbiriyle benzerlik göstermektedirler.

5 nolu hat (K6 RSN 11/13) ve 28 nolu hat (G5K8 ASN 2/13); 48 nolu hat (G3K6 ASN 1/13) ve 27 nolu hat (G5K8 ASN 7/13); 6 nolu hat (K7 RSN 13/13) ve 24 nolu hat (K7 RSN 9/13); 6 nolu hat (K7 RSN 13/13) ve 26 nolu hat (G5K8 ASN 7/13); 20 nolu hat (G3 K6 ASN) ve 24 Nolu hat (K7 RSN 9/13) hatları (0.44) %44 oranında birbiriyle benzerlik göstermektedirler.

K7RSN 14/13 ve K6 RSN 2/13 birbiriyle %50 (0.5) oranın da benzerlik gösterirken. K7 ASN 16/13 ve K6 RSN 15/13; G3K6 ASN 1/13 ve K7 RSN 9/13 hatları (0.55) %55 oranında birbiriyle benzerlik göstermektedir.

YDAH SN 3/13 ve G3K6 ASN 8/13; G5K8 ASN 7/13 ve K7 ASN 13/13; K7 ASN 16/13 ve G5K8 ASN 7/13 hatlarının benzerlik oranları 0.61 (%61) bulunmuştur. G5K8 ASN 4/13 ve K6 RSN 8/13; K7 RSN 14/13 ve K6 RSN 8/13 birbiriyle 0.66 (%66) oranında benzerlik göstermektedir.

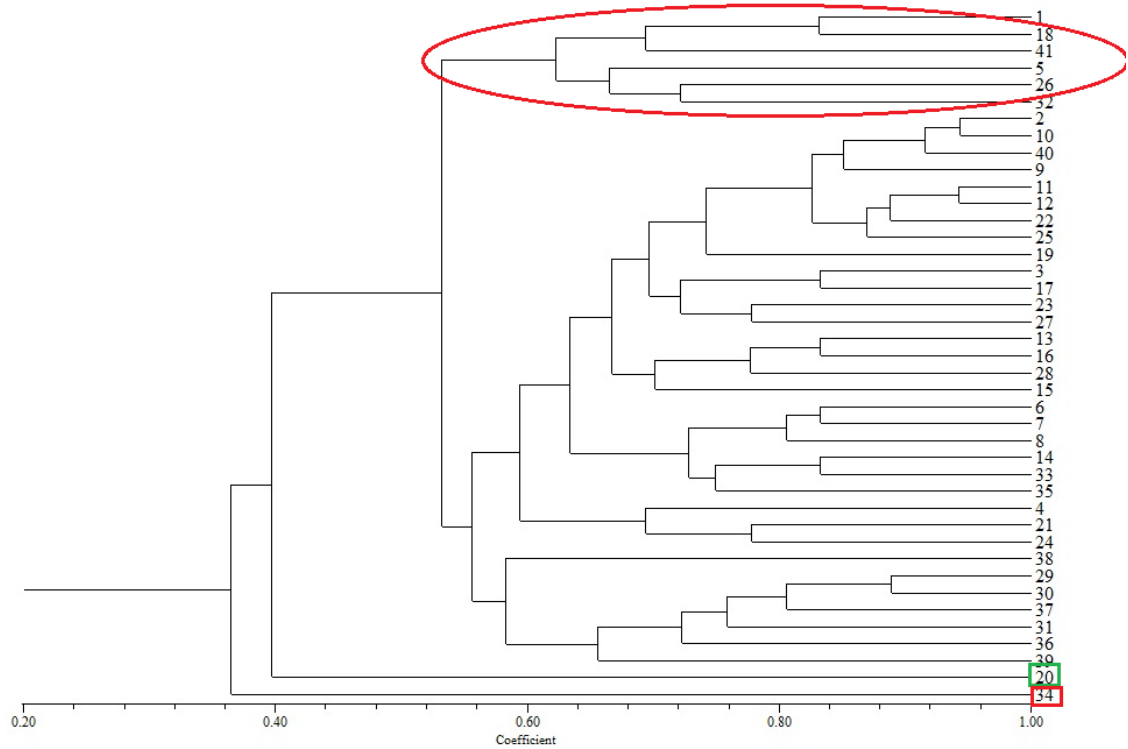
G5K8 ASN 6/13 ve YDAH SN 3/13 birbiriyle 0.72 (% 72) K7 RSN 17/13 ve YDAH SN 4/13; K6 RSN 5/13 ve YDAH SN 4/13 birbiriyle 0.77 (%77) oranında benzerlik göstermektedir.

G5K8 ASN 1/13 ve K7ASN 10/13; G5K8 ASN 1/13 ve YDAH SN 1/13; K7 RSN 13/13 ve K6 RSN 5/13 hatları birbiriyle 0.83 (%83) oranında benzerlik göstermektedir.

Birbirine yakın benzerlik gösteren hatlar ise 2 nolu hat (G5K8 ASN 5/13) ve 10 nolu hat (YDAH SN 3/13); 11 nolu hat (G5K8 ASN 1/13) ve 12 nolu hat (G5K8 ASN 4/13); 2 nolu hat (G5K8 ASN 5/13) ve 40 nolu hat (YDAH SN 1 /13) hatları arasında %94 (0.94) oranında benzerlik belirlenmiştir. Normal koşullarla %50'den fazla birbiriyle benzerlik gösteren hatlar melezlemeye uygun değildir.

4.2.7 Genetik ilişki dendogramı

SSR allellerinin benzerlik oranlarına dayalı genetik ilişki dendogramı Şekil 4.5'de sunulmuştur.



Şekil 4.5 Hatlara ait genetik ilişki dendogramı

Denenen ayçiçeği hatları içerisindeki genetik benzerlik oranı %40-%90 arasında görülmüştür. Genetik ilişki dendogramı (Şekil 4.5) değişik dallanmalar göstermiştir. 1. Ayrımında 34 (K7 RSN 7/13) nolu hattı diğer 40 hat ile farklı iki alt grup oluştururken, ikinci ayrımında ise; 20 (G3 K6 ASN) nolu hat ve geriye kalan diğer 39 hat olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. Ayrıca 1(K6 RS 3/13)-18(G3 K6 ASN 1/13)-41 (K7 RSN 18/13)-5 (K6 RSN 11/13)-26 (K7 RSN 16/13) ve 32 (K6 RSN 16/13) nolu hatlar bir grup olarak diğer hatlardan ayrılmış ve kullanılan diğer ayçiçeği hatları da başka bir grup oluşturmuştur.

İstenilen özellikte çeşitler geliştirmek için ıslah materyallerinde seleksiyon kriterlerinin önceden belirlenmesi ve seleksiyonda dikkatli davranılması gerekmektedir. Yine genetik varyasyonun çok geniş olması ve yeni kombinasyonların yapılması kaçınılmazdır.

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (TTA) genetik havuzunda araştırmamızda kullanılan ayçiçeği ebeveyn hatlarının bazı özelliklerinin popülasyon ortalamaları ve popülasyon dağılımları ile ilgili bilgiler araştırma sonuçları bölümünde verilmiştir. Açılan ebeveyn hatlar, her yıl istenilen özelliklere göre selekte edilmektedir.

Araştırmamızda test edilen ebeveyn hatların verimleri 21.3-80.0 g/bitki arasında değişmiş, ortalama verim 50.79 g/bitki bulunmuştur. Bin tane ağırlığı bakımından incelendiğinde ise, ebeveyn hatların 1000 tane ağırlığı 13.2-76.0 g arasında değişmiş, ortalama 1000 tane ağırlığı 41 g tespit edilmiştir. Ebeveyn hatlarının verimlerinin ve 1000 tane ağırlıklarının düşük olması tablalarının küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Hibrit üretiminde daha fazla polen üretimi ve daha fazla sürede polen elde edilmesi istenmektedir.

En erken çiçeklenme gün sayısı belirlenen ebeveyn hattı K6 RSN 11/13 (28 No) bulunurken, en geç çiçeklenen hat G5 K8 ASN 7/13 (15 No) dur. Fizyolojik olum gün sayısı incelendiğinde ise en erken G6 RSN 11/13 hattı ile, en geç olum gününe sahip hat ise K6 RSN 12/13'dür. Bu kriter ülkemize ayçiçeğinde erkencilikte önemli bir seleksiyon kriteridir.

Araştırmamızda incelenen ebeveyn hatlardan tarla denemelerinde incelenen özelliklere göre K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat), YDAH SN 2/13 (9 nolu Hat), YDAH SN 3/13 (10 nolu Hat) hatları ön plana çıkmaktadır.

Laboratvar analizleri sonuçları da incelenirken; birbirine en uzak olan ve önerebileceğimiz hatlar sırası ile; G3 K6 ASN (20 nolu Hat) ve K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat); YDAH SN 2/13 (9 nolu Hat) ve K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat); YDAH SN 3/13 (10 nolu Hat) ve K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat); G5K8 ASN 6/13 (19 nolu Hat) ve K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat); G5K8 ASN 2/13 (28 nolu Hat) ve K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat) hatlarıdır.

Laboratuar ve tarla sonuçları birbiri ile karşılaştırınca her iki bölümde de önerilebilen ve en uygun hatlar: K7 RSN 7/13 (34 nolu Hat), YDAH SN 2/13 (9 nolu Hat), YDAH SN 3/13 (10 nolu Hat) hatlarıdır.

4.3 Denemenin İkinci (2014) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar

2014 yılı üretim sezonunda, melezlemeler için yapılan plana göre, ekimler yapılmıştır. Ancak melezleme zamanında aşırı yağış ve fırtına sebebiyle melezlemelerin çoğu tutmadığı ve birçok bitkinin yatma göstermesinden dolayı birkaç hat dışında yapılan melezlemelerin tohumları alınamamıştır.



Şekil 4.6 2014 yılında ekilen ayçiçeği hatlarının tarla durumu

4.4 Denemenin Üçüncü (2015) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar

2015 yılında 2013 yılında yapılan analizler sonucu belirlenen genetik olarak birbirine uzak ve istenilen özellikleri taşıyan hatlar melezleme için tekrar ekilmiştir. Melezlemeler için yapılan plana göre ekimler yapılmıştır. 2014 yılında oluşan problemler nedeniyle sonuç alınamadığı için 2015 yılında tarla ve laboratuvarında belirlenen sonuçlara göre uygun hatların melezleme çalışmaları yanında farklı genetik uzaklıktaki bireylerinde melezlemesine çalışılmıştır.



Şekil 4.7 2015 yılında ekilen ayçiçeği hatlarında parsel izolasyonu ve melezlenen hatlar

4.5 Denemenin Dördüncü (2016) Yılına İlişkin Yapılan İşlemler ve Sonuçlar

2016 yılında. 2015 yılında farklı genetik uzaklıktaki bireylerden elde edilebilen ekilen melez tohumların yanı sıra 3 oleik asidi yüksek olan kontrol hat (11 TR 077, 13 TR 002 ve DÜET) de ekilmiştir.

4.5.1 Çiçeklenme gün sayısı

Ayçiçeği hibritlerinde ortalama çiçeklenme gün sayıları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Ayçiçeği hatlarında en erken çiçeklenen hat 55 gün ile Kontrol çeşidi olan 13 TR 002 ve en geç çiçeklenen melez ise 61 gün ile G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13 (39 * 6) melezi olarak saptanmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.18 Ayçiçeği hatlarına ait Çiçeklenme gün sayısına ait veriler (gün)

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik İndeksi	Çiçeklenme gün sayısı (gün)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		56
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		55
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		59
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	59
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	59
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	58
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	57
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	57
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	56
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	61
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	58
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	58
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	57
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	59
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	60
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	59
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	58
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	60

4.5.2 Bitki boyu

Ayçiçeği melezlerinde, bitki boyuna ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19’de ve bitki boyuna ilişkin Duncan testi sonuçları (cm) ise Çizelge 4.20’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, ayçiçeği melez hatları arasında bitki boyu bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılık olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.19 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki boyuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	36.813	1.9684
Ayçiçeği melez hatları	17	306.710	16.4004**
Hata	34	18.701	
Genel	53		

** p<0.01

Çizelge 4.20 incelendiğinde, en yüksek bitki boyu K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13 (3 * 22) melez hattında 143.00 cm olarak belirlenmiş olup, bu melez hattının benzerlik oranı ise %77 olarak tespit edilmiştir. Bu hattı, 131.33 cm ile YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (10 * 34) melez hattı, %22lik benzerlik oranı ile izlemiştir.

Benzerlik indeksi en düşük olan (%16) melez hattı ise 127 cm ile G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (20*34) dir.

Bitki boyları K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN (36*37) melez hattında 129.00 cm, K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN (30*37) ve K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13 (21*38) melez hatlarında da 128.00 cm belirlenmiştir. En düşük bitki boyu ise G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 (38 * 17) melez hattında 103.66 cm olarak saptanmıştır. Bu hattın benzerlik oranı ise /38’dir.

K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13 (21*38) melez hatları %38 benzerlik oranı ile yüksek oleikli tescilli 11 TR 077 ve 13 TR 002 çeşitler ile karşılaştırıldığında, istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı, buna karşılık yüksek oleikli tescilli çeşit olan Düet çeşidinden daha iyi performans ortaya koyduğu görülmüştür. Ayrıca, benzerlik indeksi %50'nin altında olan melez hatlarından G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13 (%33); G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 (%38) ve G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13 (%49) melez hatlarının yüksek oleikli tescilli çeşitlerden (11 TR 077, 13 TR 002 ve Düet) istatistiki olarak daha düşük bitki boyuna sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.20 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki boyuna ilişkin Duncan Testi sonuçları

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik İndeksi	Bitki boyu (cm)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		127.66 B
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		127.00 B
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		107.33 DE
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	128.33 B
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	129.00 B
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	123.33 BC
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	143.00 A
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	124.33 BC
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	128.00 B
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	110.00 DE
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	103.66 E
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	123.00 BC
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	112.33 DE
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	116.00 CD
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	116.00 CD
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	114.00 CDE
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	127.00 B
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	131.33 B

4.5.3 Tabla apı

Ayçiçeği melez hatlarında, tabla çapına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları izelge 4.21’de ve tabla çapına ilişkin ortalama değerleri (cm) ise izelge 4.22’de verilmiştir. Yapılan varyans analiz göre melez hatlar arasında tabla çapı bakımında 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (izelge 4.21).

Çizelge 4.21 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tabla çapına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	1.521	0.6087
Ayçiçeği melez hatları	17	7.844	3.1395 **
Hata	34	2.499	
Genel	53		

** p<0.01

Çizelge 4.22 incelendiğinde, ayçiçeği melez hatlarında en yüksek tabla çapı 18.33cm ile K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13 ve G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 melez hatlarında, en düşük tabla çapı ise 13.33 cm ile YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13 melez hattından elde edilmiştir.

Çizelge 4.22 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tabla çapına ilişkin Duncan Testi sonuçları

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik İndeksi	Tabla çapı (cm)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		17.67 AB
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		15.67 ABC
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		15.67 ABC
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	16.00 ABC
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	15.67 ABC
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	18.33 A
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	16.67 ABC
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	14.00 BC
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	15.33 ABC
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	14.00 BC
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	18.33 A
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	17.00 ABC
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	13.67 BC
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	17.67 AB
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	15.67 ABC
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	13.33 C
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	17.33 AB
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	17.67 AB

4.5.4 Bitki başına tohum verimi (g/bitki)

Ayçiçeği hatlarında, tohum verimine ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23’de ve tohum verimine ilişkin ortalama değerler ise Çizelge 4.24’da verilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde, ayçiçeği melez hatları arasında tane verimi bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.23 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait tohum verimine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	98.777	0.4007
Ayçiçeği Melez hatları	17	926.394	3.7579**
Hata	34	246.518	
Genel	53		

** p<0.01

Ayçiçeği hatlarında tek bitkiden elde edilen en yüksek verim 180.8 g ile G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13 melezinde saptanmıştır. Bu melezi 177.6 g ile G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 melezi. 176. 6 g ile G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13 melezi takip etmiştir. En düşük verim miktarı ise 117.3 g ile G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 melez hattında saptanmıştır.

Çizelge 4.24 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bitki başına tohum verimine ilişkin Duncan Testi sonuçları

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik indeksi	Tohum verimi (g/bitki)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		144.2 ABC
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		153.9 ABC
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		147.7 ABC
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	132.8 BC
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	147.7 ABC
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	173.9 A
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	153.9 ABC
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	162.2 AB
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	150.4 ABC
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	164.9 AB
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	117.3 C
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	162.2 AB
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	160.8 AB
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	176.6 A
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	180.8 A
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	150.3 ABC
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	160.8 AB
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	177.6 A
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	163.3 AB

4.5.5 Bin tane ağırlığı

Ayçiçeği hatlarında ve çeşitlerinde bin tane ağırlığına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25’de ve bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerleri (cm) ise Çizelge 4.26’da verilmiştir. Çizelge 4.26 incelendiğinde, ayçiçeği melez hatları arasında bin tane ağırlığı bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.25 Ayçiçeği hatlarının bin tane ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	45.908	34.9049
Ayçiçeği Melez hatları	17	163.635	124.4152**
Hata	34	1.315	
Genel	53		

** p<0.01

Ayçiçeği melez hatlarında en yüksek bin tane ağırlığı 57.20 g ile G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13 melez hattında ve en düşük bin tane ağırlığı ise 31.33 g ile K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN melez hattından elde edilmiştir.

Çizelge 4.26 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait bin tane ağırlığına ilişkin Duncan Testi sonuçları

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik İndeksi	Bin tane ağırlığı (g)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		33.57 FG
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		44.23 C
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		33.60 FG
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	31.33 G
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	37.23 DE
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	47.40 B
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	43.27 C
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	32.33 FG
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	32.30 FG
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	45.43 BC
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	31.47 G
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	39.60 D
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	36.37 E
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	57.20 A
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	34.73 EF
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	32.23 FG
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	47.76 B
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	47.43 B

4.5.6 Yağ oranı

Ayçiçeği hatlarında, yağ oranına ilişkin veriler ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27’de yağ oranına ilişkin ortalama değerleri (cm) ise Çizelge 4.28’de verilmiştir. Çizelge 4.27 incelendiğinde, ayçiçeği melez hatları arasında yağ oranı bakımından istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 4.27 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait yağ oranına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Bloklar	2	51.491	113.5410
Ayçiçeği melez hatları	17	10.686	23.5639**
Hata	34	0.454	
Genel	53		

** p<0.01

Ayçiçeği hatlarında en yüksek yağ oranı %45.33 ile K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13 melezinden elde edilmiştir. Bu melezi %45.27 ile K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13 ile melezi takip etmiştir. En düşük yağ oranı %38.30 ile K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13 melez hattında saptanmıştır.

Çizelge 4.28 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlere ait yağ oranına ilişkin Duncan Testi sonuçları

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik indeksi	Yağ Oranı (%)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		40.40 E
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		41.23 DE
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		42.77 BCD
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	41.43 DE
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	41.37 DE
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	42.03 CDE
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	45.33 A
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	38.30 F
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	44.03 AB
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	43.53 BC
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	42.27 CD
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	45.27 A
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	44.30 AB
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	40.43 E
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	43.23 BC
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	42.23 CD
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	42.23 CD
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	40.43 E
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	42.27 CD

4.5.7 Fizyolojik olum günü

Ayçiçeği hatlarında fizyolojik olum gün verileri Çizelge 4.29’da verilmiştir. Ayçiçeği hatlarında en geç fizyolojik olum gününe sahip melez 91 gün ile G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13 hatları melezidir. 13 TR 002 çeşidi ise en erken olum gününe sahip olduğu gibi melez hatlar içerisinde ise en erken olum gününe 84 gün ile K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13 hattının sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.29 Ayçiçeği melez hatlarına ve çeşitlerin fizyolojik olum günü ortalamaları (gün)

Ayçiçeği Melez Hatları	Melez numaraları	Benzerlik İndeksi	Fizyolojik Olum Günü (gün)
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	11 TR 077		88
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	13 TR 002		84
Kontrol (yüksek oleikli tescilli çeşit)	DÜET		88
K6 RSN 1/13 X G3 K6 ASN	30 * 37	0.77	90
K6 RSN 7/13 X G3 K6 ASN	36 * 37	0.44	89
K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13	14 * 40	0.77	87
K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13	3 * 22	0.77	85
K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13	7 * 22	0.77	86
K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13	21 * 38	0.38	84
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13	39 * 6	0.33	89
G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13	38 * 17	0.38	87
K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13	34 * 40	0.38	88
G5 K8 ASN 3/13 X K7 RSN 17/13	38 * 3	0.49	86
G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13	15 * 1	0.55	90
G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13	39 * 3	0.55	91
YDAH SN 2/13 X K7 RSN 13/13	9 * 6	0.55	88
G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13	20*34	0.16	86
YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13	10*34	0.22	88

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünyada ve Türkiye’de ayçiçeği üretiminde hibrit tohumluklar yüksek verim öğelerine sahip oldukları ve önemli bazı hastalıklara dayanıklı olması sebebiyle tercih edilip kullanılmaktadır. Bu sebepten dolayı ayçiçeğinde ıslah programları hibrit ıslahına yöneliktir. Ayçiçeğinde ıslah edilen hatların değişik çevre koşullarında üstün performanslarını sürdürebilmesine önem verilmektedir. Bu kapsamda araştırmacılar ve ıslahçılarına yağ oranına, verimine ve kalitesine etki eden faktörlerin belirleyici rol oynayan verim öğelerinin ve aralarındaki ilişkilerinin bilinmesi, istenilen hedeflere ulaşmada büyük fayda sağlayacaktır.

Ayçiçeği yağı, içerdiği çoklu doymamış yağ asitleri oranının yüksek (%69), ve doymuş yağ asitleri oranının ise düşük (%11) olması nedeniyle, beslenme değeri en yüksek olan bitkisel yağlardan birisidir. Son yıllarda, yüksek-oleik tip ayçiçeği çeşitlerin kullanımı tüketiciler tarafından büyük talep görmektedir.

Bu çalışmanın öncelikli amacı, oleik tip ayçiçeği gen kaynaklarının DNA düzeyinde tanımlanmasıdır. Bu sayede hatların korunması yanında; ayçiçeği genetik (genetik haritalama vb.), ıslah (kombinasyon ıslahında kullanılacak ebeveynlerin genetik benzerliklerinin belirlenmesi, ana-baba-hibrit olası ilişkilerinin ortaya çıkarılması vb.) ve yetiştiricilik (çoğaltımda materyal olarak kullanılacak bitkilerin tanısı ve adına doğru çoğaltımlarda DNA düzeyinde kontrol vb.) alanlarında çalışmalara örnek teşkil edebilir. Bitkisel yağın sağlık açısından kalitesinin bir göstergesi olan, oleik asit içeriği yüksek ayçiçeği hat ve hibritlerinin geliştirilmesi konusunda araştırmalar yürütmek, üstün özellikli hatları belirleyerek melezlemelere olanak sağlamak, yüksek oleik asitli hibrit ayçiçeği tohumluğunda dışa bağımlılığın azaltılmasına katkıda bulunmak ve Türkiye’de ki ayçiçeği tohumculuğu ile ilgili çalışan özel firmalara, ayçiçeği ürün pazarının aradığı özelliklerde kaliteli ve genetik açıdan güvenilir (homozigot dayanıklı) çeşitler ve ebeveyn hatları sağlayabilmesine katkıda bulunmaktır.

Bu çalışmada, oleik asit tipi ayçiçeği genotiplerinin SSR markörler aracılığı ile tanımlanarak, akrabalık ilişkilerinin belirlenmesi, popülasyon içerisinden genetik ilişkisi

birbirine farklı uzaklıklarda genotipler seçilerek melezlenmesidir. Bu kapsamda ülkesel ay      ıslah programlarında yer alan ümitvar 41 adet ay      ebeveyn hatlarının 2013 yılındaki tarla performansları değerlendirilmiş ve seçilen hatlarda SSR'a dayalı genetik kimlik tanısı yapılarak genetik çeşitlilik ortaya konulmasının yanı sıra, genotipler arasında benzerlik indeks katsayıları belirlenmiş ve benzerlik kümeleri oluşturulmuştur. Benzerlik indeksine göre, birbiri ile genetik akrabalığı yüksek olan hatlar dışında, birbiri ile farklı genetik uzaklıkta olan bireyler melezlenmi  ve melez kombinasyonları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu melez kombinasyonları, 2016 yılındaki performansları, ana baba bireylerin 2013 yılındaki performansları ve oleik asit oranı yüksek tescilli 3 ay      çeşidi ile kar ıla tırılmı tır. Araştırmada elde edilen sonuçların diğer ara tırıcıların sonuçları ile kar ıla tırmalarımızdan aşağıda kısaca bahsedilmiştir.

Ay      melez hatlarında ortalama   eklenme gün sayıları bakımından en erken   eklenen hat kontrol çeşidi olan 13 TR 002'ye ait olup (55 gün), en geç   eklenen melez ise %33'l k benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13 (39 * 6) melezinde 61 gün ile g r lm  tur. Encheva ve Christov, (2006)'a göre hybrid ay     lerinin   eklenme gün sayısını 51-108 gün arasındadır. Elde edilen verilerin Encheva ve Christov, (2006)  alı ma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Bitki boyu bakımından ise, 2016 yılında elde edilen melezlerde, en yüksek bitki boyu benzerlik indeksi %77 olan K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13 (3 * 22) melez hattından 143.00 cm elde edilmiştir. Melez hattının iklim ve toprak koşulları göz ardı edildiğinde 2013 yılındaki ebeveynlerden olan K7 RSN 17/13 hattından (134.3 cm) daha yüksek bitki boyuna eri ti i g r lm  tur. Ullah vd. (2018), hybrid ay     inde bitki boyunu 110-135 arasında bulurken, Dagustu vd. (2012) hybrid ay     lerinde bitki boyunu 58 ve 120 cm arasında tespit etmiştir. Genel olarak ara tırmamızdan elde edilen bitki boyları, ile Kaya vd. (2009)'ın elde ettiği bitki boyuna (160 cm) daha düşük bulunmuştur.

Ay      melez hatlarında, önemli verim komponentlerinden biri olan tabla çapı bakımından elde edilen verilerde en yüksek tabla çapı 18.33 cm ile benzerlik indeksi

%38 olan G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 (38 * 17) ve 18.33 cm ile %77 benzerlik oranı ile K6 RSN 4/13 X YDAH SN 1 /13 (14*4) melez hattına aittir.

2013 yılındaki ebeyen hatlarda en yüksek bulunan tabla çapı 16.00 cm ile, K7 RSN 17/13 (3 nolu hat), YDAH SN 2/13 (9 nolu hat), ve K6 RSN 4/13 (14 nolu hat) elde edilmiş olup, melez hattın ebveyin hatlarından daha yüksek tabla çapına ulaştığı görülmüştür. Benzerlik indeksi en düşük olan hatlar arasında ise %16'lık benzelik oranı ile G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (20*34) melez hattından 17.33 cm tabla çapı elde edilmiştir. Bu hattı %22 benzerlik oranı ile YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (10 * 34) melez hattı 17.66 cm tabla çapı ile takip etmektedir. Encheva ve Christov (2006) yılında yaptıkları araştırmada tabla çapını 12-15 cm arasında bildirmişlerdir. Arshad vd. (2010) yılında ise ayçiçeği üzerinde yaptığı araştırmada tabla çapını 17-20 cm arasında saptamıştır. Araştırma verileri Encheva ve Christov (2006) verileri ile uygunluk gösterirken, Arshad vd. (2010)'nın bulgularına göre daha küçük tabla çapı elde edilmiştir.

Ayçiçeği melez hatlarında tek bitkiden elde edilen en yüksek tohum verimi 180.8 g ile %55'lik benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13 (39 * 3) melezinde saptanmıştır. Bu melezi 177.6 g ile %16'lık benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (20*34) melez hattı, 176. 6 g ile %55'lik benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13 (15 * 1) melez hattı takip etmiştir. Melez hatlarının tamamının iklim ve toprak koşulları gözardı edildiğinde 2013 yılındaki ebeveynlerde en yüksek tek bitki tohum verimi K6 RSN 5/13 (7 nolu hat) hattından 80 g olarak edilmiş olup, melezlerin ebeveynlerden yaklaşık 2 katı daha yüksek bitki başına tohum verimine ulaştığı görülmüştür. Tohum verimi bakımından %38'lik benzerlik oranına sahip G5 K8 ASN 3/13 X K6 RSN 8/13 (38*17) melez hattı hariç tüm yüksek oleik asitli melez kombinasyonları ve kontrol çeşitleri (1 TR 07, 13 TR 002 ve DÜET) aynı grupta yer almışlardır. İon vd. (2015) yılında yaptığı araştırmada hibrit ayçiçekleri hektara 3,325- 4,466 kg arasında bulmuşlardır. Ullah vd. (2018) ise ayçiçeği hibritlerinden elde edilen en yüksek verimi 1.666 kg /ha ve en düşük tohum verimini 661 kg/ ha olarak saptamıştır. Araştırmamızda elde edilen tohum

veriminin bitki başına değerlendirilmesinden dolayı, diğer araştırmacıların sonuçları ile karşılaştırılamamaktadır.

Ayçiçeği melez hatlarında ve çeşitlerinde, en yüksek bin tane ağırlığına (57.20 g), %55 benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN 8/13 X K6 RSN 3/13 (15*1) melez hattında saptanmıştır. Melez hatlarının benzerlik indeksi en düşük olan melezler olarak 47.76 g ile G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (20*34) (%16), 47.43 ile YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (10 * 34) (%22) g, 45.43 g ile G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 13/13 (39 * 6) (%33) belirlenmiştir. Melez hatları yüksek oleik asitli kontrol çeşitleri 11 TR 077, 13 TR 002 ve DÜET (sırasıyla 33.57g, 44.23g, 33.60g) karşılaştırıldığında, bin tane ağırlığı bakımından melezlerin genelde daha yüksek sonuçlar verdiği belirlenmiştir. 2013 yılındaki ebeveynlerden G3K6 ASN (13 nolu hatta) 76.0 g ile bin tane ağırlığı daha yüksek olarak bulunmuştur. Encheva vd. (2014) yılında farklı ayçiçeği hibritlerinde bin tane ağırlığını 48 ile 70 g arasında bildirmişlerdir. Bushnev vd. (2021) yılında hibrit ayçiçekleri çeşitlerinde bin tane ağırlığını 29.6 ile 40.0 g arasında saptamışlardır. Ullah vd. (2018) yılında bin tane ağırlığını ayçiçeğinde 40-50 gr arasında bulmuştur. Araştırma sonuçlarımız diğer araştırmacıların verileri ile benzerlik göstermektedir.

Ayçiçeği melez hatlarında en yüksek yağ oranı % 45.33 ile %77'lik benzerlik indeksine sahip K7 RSN 17/13 X YDAH SN 4/13 (3 * 22) melez hattından saptanmıştır. Bu melezi % 45.27 ile %38'lik benzerlik indeksine sahip K7 RSN 7/13 X YDAH SN 1 /13 (34 * 40) ile melezi takip etmiştir. En düşük yağ oranı % 38.30 ile yine %77'lik benzerlik indeksine sahip K6 RSN 5/13X YDAH SN 4/13 (7 * 22) melez hattında saptanmıştır. Yağ oranı bakımından melez hatlar irdelendiğinde, tüm melez kombinasyonlarının yüksek oleik asitli tescilli 11 TR 07. 13 TR 002 ve DÜET kontrol çeşitlerinden anlamlı olmayan bir ilişki olduğu, bazı melez hatlarının tescilli çeşitlerden daha yüksek yağ oranına sahip iken, bazı melezlerin ise daha düşük yağ oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Coşge ve Ulukan'nın (2005) yılında yaptıkları araştırmada, hibrit ayçiçeği hatlarında yağ oranını %38-50 arasında saptamışlardır. Encheva vd. (2014) araştırmasına göre hibrit ayçiçeği melezlerinde yağ oranını % 45.1 ile %52.4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Afsharı Behbahanizadeh vd. (2012), yaptıkları araştırmada hibrit ayçiçeklerinde yağ oranının % 36.98 ila %40.90 değiştiğini

kaydetmişlerdir. Yaptığımız araştırmanın sonucuna göre yağ verimi bakımından elde ettiğimiz sonuçlar diğer araştırmacıların ile sonuçları benzerlik göstermektedir.

Ayçiçeği melez hatlarında ortalama fizyolojik olum gün verileri incelendiğinde, en geç fizyolojik olum gününe sahip melez 91 gün ile %55'lük benzerlik indeksine sahip G3 K6 ASN 5/13 X K7 RSN 17/13 (39 * 3) melezidir. En erken olum gününe melez hatlar içerisinde 84 gün ile %38'lik benzerlik indeksine sahip K7 ASN 10/13 X G5 K8 ASN 3/13 (21 * 38) melez hattı ve 13 TR 002 kontrol çeşidinin sahip olduğu görülmüştür.

En düşük benzerlik oranına (%16) sahip olan G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (20 * 34) melez hattından elde edilen fizyolojik olum günü 86 gündür. Ullah vd. (2018) ayçiçeği hibritlerinde fizyolojik olum gününü 80-92 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Verilerimiz, araştırmacının sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Yukarıda bahsedilen bütün veriler değerlendirildiğinde, genel anlamda melez bireylerin ebeveynlerinden daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir. 2016 yılında yapılan gözlemlerde, bazı melez hatlarının verim ve verim komponentleri bakımından standart çeşitlerden daha yüksek performans gösterdiği anlaşılmıştır. Özellikle tohum verimi ve bin tane ağırlığı bakımından genetik uzaklığı yüksek olan melez hatlarının (G3 K6 ASN X K7 RSN 7/13 (%16) YDAH SN 3/13 X K7 RSN 7/13 (% 22)) standart çeşitlerden daha yüksek sonuçlar verdiği, buna karşılık yağ oranı bakımından ise genetik olarak farklı uzaklıktaki melez hatlar arasında ve standart çeşitlere göre bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

Islah çalışmalarının önemi göz önünde bulundurulduğunda, klasik ıslah çalışmalarının hem iş gücü hem süre olarak uzun olması nedeniyle, MAS, SSR gibi biyoteknolojik metodolojiler kullanarak çeşitlerde genetik uzaklıklar saptanarak daha güvenilir bir sonuç ve önemli veriler elde edilmesi mümkündür. Günümüzde geleneksel ıslah yöntemleri, zaman alıcı ve ekolojik faktörlere bağlı olduğundan dolayı her yapılan melez çok verimli olamamaktadır. Bunun yerine son yıllarda yaygın olan SSR gibi moleküler markörler çalışmaları uygulanarak hem yeni çeşitlerin tanımlanması hem var olan çeşitlerin uzak akrabalığı belirlemesi ve melezlemelerin daha kısa sürede yapılması

mümkün olmaktadır. Başarı şansının artırılması ve daha kısa sürede güvenilir yeni oleik asidi yüksek ayçiçeği çeşitlerinin elde edilebilmesi için ayçiçeği gen kaynaklarının DNA düzeyinde gen tanımlamalarının yapılması ile düşük benzerlik oranına sahip hatların melezlenmesi ile istenilen tipte yeni çeşitler elde edilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında tespit edilen melez kombinasyonları sayısı artırılarak, önümüzdeki yıllarda standart çeşitler ve melezlerin ebeveynleri karşılaştırılarak, ümitvar bireylerin agronomik kriterlere dayalı seleksiyonlarının yapılarak yeni çeşit ıslah programlarının başlatılması hedeflenebilir. Buna bağlı olarak oleik asit içeriği yüksek ve melezleme ıslahında kullanılabilecek bir popülasyon oluşturulması önerilmektedir. Türkiye’de oleik asit içeriği açısından önemli bir yerli gen kaynağı oluşturan oleik asit içeriği yüksek ayçiçeği tiplerinin DNA düzeyinde genetik tanımlanmasına, korunmasına yönelik araştırmalara son yıllarda başlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdelmgid, H. M. 2020. Genetic Variation Analysis for Breeding Purposes in Wild and Cultivated Sunflower Germplasm (*Helianthus annuus* Sp.). *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 23(12), 1539-1550.
- Adam, H., Kishore, V. K., Gao W., Tang, S., Kolkman, J. M., Gingle, A., Matvienko, M., Kozik, A., Michelmore, R. M., Lai, Z., Rieseberg, L. H., Knapp, S. J. 2008. SSRs and INDELs mined from the sunflower EST database: abundance, polymorphisms, and cross-taxa utility. *Theor Appl Genet*, 117: 1021–1029.
- Afshari Behbahanizadeh, S., Akbari, G.A., Farahani, L., Irannejad, H. 2012. Morphological and Qualitative Properties Of Sunflower Seeds in Different Levels of Source and Sink Reducion. *International Journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 2 (5), 618-623, 2012
- Ahmed, H., Khan, A.S., Khan, S.H., Kashif, M. 2017. Genome wide allelic pattern and genetic diversity of spring wheat genotypes through SSR markers. *Int J Agric Biol* 19: 1559–1565.
- Ahmed, H. G. M. D., Rizwan, M., Naeem, M., Khan, M. A., Baloch, F. S., Sun, S., Chung, G. 2022. Molecular characterization and validation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids through SSR markers. *Plos one*, 17(5), e0267383.
- Akyıldız, A.R. 1968. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Q54 AKY T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Merkez Kütüphanesi.
- Alekseevna, RS, Vitalievich, B.E., Zaurbievna, G.S. (2021) Validation of microsatellite markers to identify Pl6, Pl8 and Plarg genes that control resistance to *Plasmopara halstedii* in sunflower. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 19: 915–920.
- Alonso, C. 1998. Resistance to orobanche and resistance breeding. 4th International Workshop on Orobanche. 23-26, September. Albena. Bulgaria.
- Alpaslan, M., Gündüz, H. 2000. The effects of growing conditions on oil content, fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey. *Food*, 44(6): 437-437.
- Alzohairy, A.M., Yousef, M.A., Edris, S., Kerti, B., Gyulai, G. Bahieldin, A. 2012. Detection of LTR Retrotransposons Reactivation induced by in vitro Environmental Stresses in Barley (*Hordeum vulgare*) via RT-qPCR. *Life Sci J*, 9(4); 5019-5026.
- Anastasi, U., Cammarata, M., Abbate, V. 2000. Yield potential and oil quality of sunflower (oleic and standard) grown between autumn and summer. *Ital. J. Agron.*, 4, 23-36.

- Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Verileri İnternet Sitesi (<http://www.tuik.gov.tr/>), (Erişim: Kasım 2019).
- Anonim, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) İstatistik Bölümü İnternet Sitesi (<http://www.fao.org>), (Erişim: Kasım 2022).
- Arshad, M., Ayub Khan, M., Jadoon, S.A., Mohmand, A.S. 2010. Factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) to investigate desirable hybrids. *Pak. J. Bot.*, 42(6): 4393-4402, 2010.
- Bachlava, E., Radwan, O., Abratti, G., Tang, S., Wenxiang, G., Heesacker, A. F., Bazzalo, M. E., Zambelli, A., Leon, A. J., Knapp, S. J. 2011. Down mildew (Pl8 and Pl14) and rust (Radv) resistance genes reside in close proximity to tandemly duplicated clusters of non-TIR-like NBS-LRR-encoding genes on sunflower chromosomes 1 and 13, *Theor. Appl. Genet.*, 122: 1211-1221.
- Baldini, M., Giovanardi, R., Tahamasebi-Enferadi, S., Vannozzi, P. 2002. Effects of water regime on fatty acid accumulation and final fatty acid composition in the oil of standard and high oleic sunflower hibrids. *Ital. J. Agron.*, 6, 2, 119-126.
- Baydar, H., Turgut, I. 1999. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* (23):1, 81-86.
- Baydar, H., 2000. Bitkilerde Yağ Sentezi, Kalitesi ve Kaliteyi Artırmada Islahın Önemi. *Türk-Koop Ekin.* 11: 50-57
- Baydar, H., Erbaş, S. 2005. Influence of Seed Development and Seed Position on Oil, Fatty Acids and Total Tocopherol Contents in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) *Turk J Agric Forestry.* 29: 179-186.
- Baydar, H., S. Erbaş, S. 2014. Yağ Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 581/24, 978-9944-452-75-5. 313s. Isparta.
- Berrios, E.F., Gentzbittel, L., Kayyal, H., Alibert, G. 2000. AFLP mapping of QTLs for in vitro organogenesis traits using recombinant inbred lines in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Theor. Appl. Genet.*, 101: 1299-1306 (2000).
- Berry, S.T., Leon, A.J., Hanfrey, C.C., Challis, P., Burkholz, A., Barness, S., Rufener, G.K., Lee, M., Caligari, P.D.S. 1995. Molecular marker analysis of *Helianthus annuus* L: 2. Construction of an RFLP linkage map for cultivated sunflower, *Theor. Appl. Genet.* 91:195-199.
- Bertrand, C., Collard, Y. Mackill, D.J. 2008. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 363, 557-572 .

- Berville, A., Lacombe, S., Veillet, S., Granier, C., Leger, S., Jouve, P. 2005. Method of selecting sunflower genotypes with high oleic acid Content in seed oil, The Patent Cooperation Treaty (PCT), WO 2005/106022 A2.
- Bouzidi, M.F., Badaoui, S., Cambon, F., Vear, D., Tourvielle De Labrouhe, F., Nicolas, P., Mouzeyar, S. 2002. Molecular analysis of a major locus for resistance to downy mildew in sunflower with specific PCR-based markers, *Theor Appl Genet*, 104:592–600.
- Brahm, L., Röcher, T., Friedt, W. 2000. PCR-Based markers facilitating marker assisted selection in sunflower for resistance to downy mildew, *Crop Sci.*, 40: 676-682.
- Bulatova, K. M., S. Mazkirat, O. A. Gavrilova, D. A. Yusaeva, D. I. Babissekova, P. A. Alchinbayeva, 2020. Genetic Diversity of Inbred Sunflower Lines of the Kazakhstan Collection Fund for Protein and SSR Markers. *Cytology and Genetics*, 54(1), 10-17.
- Bushnev, A.S., Demurin, Y.N., Orekhov, G. I., Pustovoit, V.S. 2021. Productivity of sunflower hybrids with erectoid leaves at various plant densities. *OCL Oilseeds & fats Crops and Lipids Journal*. OCL 2021, 28, 39.
- Chalmers, K.J., Campbell, A.W., Kretschmer, J., Karakousis, A. 2001. Construction of three linkage maps in bread wheat, *Triticum aestivum* L. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 1089-1119.
- Collard, B.C., Mackill, D.J., 2008. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, vol. 363.
- Coşge, B., Ulukan, H., 2005. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Yetiştiriciliğimizde Çeşit ve Ekim Zamanı. *Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*. 9-3: 43-48.
- Dagustu, N., Bayram. G., Sincik, M., Bayraktaroglu, M. 2012. The Short Breeding Cycle Protocol Effective on Diverse Genotypes of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 2012, 17(2):124-128
- Darvishzadeh, R., Pirzad, A., Hatami-Maleki, H., Poormohammad Kiani, S., Sarrafi, A. 2010. Evaluation of the reaction of sunflower inbred lines and their F1 hybrids to drought conditions using various stress tolerance indices. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 8(4), 1037-1046. ISSN: 1695-971-X eISSN: 2171-9292.
- Darvishzadeh, R., 2012. Association of SSR markers with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* isolates in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *AJCS* 6(2):276-282 (2012) ISSN:1835-2707
- Dehmer, K. J., Friedt, W. 1998. Development of molecular markers for high oleic acid content in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Indus Crops and Pro.*, 7: 311-315.

- Demir, I. 2020. Comparing The Performances of Sunflower Hybrids in Semi-Arid Condition. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(4): 1108–1115, 2020
- Dimitrijević, A., Imerovski, I., Miladinović, D., Cvejić, S., Jocić, S. 2017. Oleic acid variation and marker-assisted detection of Pervenets mutation in high-and low-oleic sunflower cross. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 17: 235–241.
- Dimitrijevic, A., Imerovski, I., Miladinovic, D., Cvejic, S., Jocic, S., Zeremski, T. 2017. Oleic acid variation and marker-assisted detection of Pervenets mutation in high-and low-oleic sunflower cross. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 17 229–235. 10.1590/1984-70332017v17n3a36.
- Dimitrijevic, A., Imerovski, I., Miladinovic, D., Jocic, S., Miklic, V. 2011. “Use of molecular markers in identification of non-TIR-NBS-LRR RGA linked to downy mildew resistance locus P_{15}/P_{18} in sunflower (*Helianthus annuus* L.),” in *Proceedings of the 19th Symposium of the Serbian Plant Physiology Society* Banja Vrujci: 80.
- Duca, M., Port, A., Şestacova, T., Siniauskaya, M., Aksyonova, E. 2013. Microsatellite marker application in sunflower (*Helianthus annuus* L.) fingerprinting. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 27: 3772–3775.
- Düzgüneş O., Kesici, T., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay.1021, Ders Kit. 295.
- Eathington, S.R., Crosbie, T.M., Edwards, M.D., Reiter R.S., Bull J.K. 2007. Molecular markers in a commercial breeding program, *Crop Science*, vol. 47.
- Encheva, J., Georgiev, G., Nenova, N., Valkova, D., Georgiev, G., Peevska, P., Encheva, V. 2014. Application of Classical Methods at Sunflower Breeding Program in Dobroudja Agricultural Institute General-Toshevo.
- Enferandi, T. S. Rabiei, Z., Turi, M., Baldini, M., Vanzozi, G. P. 2004. Half Seed Analysis for comparing linoleic acid synthesis between high and low oleic acid sunflower inbred lines. *Helia*. 27: (40) 63-72.
- Fernandez, H., Baldini, M., Olivieri, A. M. 1999. Inheritance of high oleic acid content in sunflower oil. *J. Genet. Breed.*, 53, 99-103.
- Fernandez-Martinez, J.A., Jimenez, A., Dominguez, J., Garcia, J.M., Garces, R., Mancha, M. 1989. Genetic analysis of the high oleic content in cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, 41, 39-51.
- Filiz, E., Koç, I. 2011. Bitki Biyoteknolojisinde Moleküler Markörler. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2), 207-214.
- Filippi, C.V., Merino, G.A., Montecchia, J.F., Aguirre, N.C., Rivarola Naamati, M.G., Fass, M.I. Álvarez, D., Di Rienzo, J., Heinz. R.A., Moreira, B.C., Lia, N.B. Genetic Diversity, Population Structure and Linkage Disequilibrium Assessment

- among International Sunflower Breeding Collections. *Genes*. (Basel). 2020 Mar; 11(3): 283.
- Gentzbittel, L., Perrault, A., Nicolas, P. 1992 Molecular phylogeny of the *Helianthus* genus based on nuclear restriction-fragment-length polymorphism (RFLP), *Mol. Biol. Evol.*, 9: 872-892.
- Golldack, D., Lüking, I., Yang, O. 2011. Plant tolerance to drought and salinity: stress regulating transcription factors and their functional significance in the cellular transcriptional network. *Plant Cell Reports*, 30(8); 1383–1391.
- Guchetl, S. Z., Antonova, T. S., Araslanova, N. M., Chelyustnikova, T. A., Pitinova, Y. V. 2022. Molecular-genetic diversity of the collection of 14 sunflower lines–donors of resistance to broomrape race G based on isoenzymes and SSR-loci. *Oil crops*.
- Gürbüz, B., Kaya, D., Demirtola, A. 2003. *Ayçiçeği Tarımı*. Hasad Yayıncılık, İstanbul. ISBN NO: 975-8377-23-X.
- Heesacker, A., Kishore, V.A., Gao, W., Tang, S., Kolkman, J.M., Gingle, A., Matvienko, M., Kozik, A., Michelmore, R.M., Lai, Z., Rieseberg, L.H., Knapp, S.J. 2008. SSRs and INDELs mined from the sunflower EST database: Abundance, polymorphisms, and cross-taxa utility, *Theor. Appl. Genet.*, 117: 1021-1029.
- Hongtrakul, V., Slabaugh M.B., Knapp, S.J. 1998. A seed specific 12 oleate desaturase gene is duplicated, rearranged and weakly expressed in high oleic acid sunflower lines, *Crop Sci.*, 38: 1245–1249.
- Horn, R., Kusterer, B., Lazarescu, E., Prufe, M., Friedt, W. 2003. Molecular mapping of the Rf1 gene restoring pollen fertility in PET1-based F1 hybrids in sunflower (*H. annuus* L.), *Theor Appl Genet.*, 106(4): 599-606.
- Hu, J., Yue, B., Vick, B. A. (2007). Integration of trap markers onto a sunflower SSR marker linkage map constructed from 92 recombinant inbred lines. *Helia* 30 25–36. 10.2298/HEL0746025H.
- Hulke, B.S. Miller, J.F. Gulya, T.J. Vick, B.A. 2010. Registration of the Oilseed Sunflower Genetic Stocks HA 458, HA 459, and HA 460 Possessing Genes for Resistance to Downy Mildew. *Journal of Plant Registrations*. 4(1): 93-97.
- Hvarleva, T., Tarpomanova, I., Hristova-Cherbadji, M., Hristov, M., Bakalova, A., Atanasov, A., Atanasov, I. 2009. Toward marker assisted selection for fungal disease resistance in sunflower. Utilization of *H. Bolanderi* as a source of resistance to downy mildew, *Biotechnol. and Biotechnol. Eq.* 23(4): 1427-1430.
- Ibrar, D., Ahmad, R., Khan, M. A., Javaid, A., Ahmed, Z., Ahmad, M., & Mahmood, T. 2020. Population structure, linkage disequilibrium and association mapping study through SSR markers in sunflower (*Helianthus annuus*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 24, 51-58.

- Ion, V., Dicub, G., Basa, A.G., Dumbrava, M., Temocıcoa, G., Epure, L., Stateb, D., 2015. Sunflower Yield and Yield Components under Different Sowing Conditions. "ST26733", International Conference "Agriculture for Life, Life for Agriculture". Agriculture and Agricultural Science Procedia 6 (2015) 44 – 51
- Iqbal, A., Sadaqat, H., Khan, A., Amjad, M. 2010. Identification of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae) hybrids using simple-sequence repeat markers. Genet Mol Res 10: 102–106.
- Jan, C.C., Vick B.A., Miller J.F., Kahler A.L., Butler E.T. 1998. Construction of an RLFP linkage map for cultivated sunflower, Theor. Appl. Genet., 96: 15-22.
- Johansson, A.M., Pettersson, M.E., Siegel, P.B., Carlborg, Ö. 2010. Genome-wide effects of long term divergent selection, PLoS Genetics, vol. 6 pg. e1001188.
- Jung, J.L., Charrière, F., Laparra, H., Ethahne, G. 1995. Genetic fingerprints in sunflower (*H. annuus* L.) using microsatellite sequences. Techniques et utilisations des marqueurs moléculaires, Paris: Les Colloques de l'INRA, 72: 127-133.
- Kabbaj, V., Vervoort, A.G., Abbott, M., Tersac Bervillé, A. 1996. Polymorphism in *Helianthus* and expression of stearate, oleate and linoleate desaturase genes in sunflower with normal and high oleic contents, Helia, 19: 1–18.
- Kapoor, R., Banga, S.S., Banga, S.K. 2016. A microsatellite (SSR) based linkage map of *Brassica rapa*. New biotechnology 26: 239–243. pmid:19761878.
- Karaca, E. Aytaç, S. 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. Cilt: 22 Sayı: 1, 123 – 131.
- Kaya, Y., G. Evci, V., Pekcan, T Gücer. 2004. Determining new broomrape infested areas, resistant lines and hybrids in Trakya Region of Turkey. Helia. 27: 40. 211-218.
- Kaya, Y., G. Evci, V. Pekcan, T Gücer. 2003a. Ayçiçeğinde Tane ve Yağ Veriminin Oluşumunda Etkili Verim Öğelerinin Katkı Oranlarının Belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 13-17 Ekim, Diyarbakır. 120-125.
- Kaya, Y., G. Evci, V. Pekcan, T. Gücer. 2003b. Ayçiçeğinde Orobanş Parazitine (*Orobanche* spp.) Dayanıklı Çeşit ve Hatların Tespiti ve Islahı. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi. 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır. 175-179.
- Kaya, Y., Evci, G., Pekcan, V., Gücer, T. ve Yılmaz, İ. 2009. Ayçiçeğinde Yağ Verimi ve Bazı Verim Öğeleri Arasında İlişkilerin Belirlenmesi. Journal of Agricultural Sciences (JAS). 15 (4) 310-318.
- Kean, S. 2010. Besting Johnny Appleseed, Science, vol. 328.
- Kolkman, J.M., Slabaugh, M.B., Bruniard, J.M., Berry, S.T., Bushman, B. S., Olungu, C., Maes N., Abratti, G., Zambelli, A., Miller, J.F., Leon, A., Knapp, S.J. 2004.

- Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theor Appl Genet* 109: 1147–1159.
- Korzun, V. 2003. Molecular markers and their application in cereals breeding. Marker assisted selection: Fast track to increase genetic gain in plant and animal breeding. Session 1: MAS in Plant.
- Kulkarni, S., Hegde, Y.R., Kota, R.V. 2009. Pathogenic and morphological variability of *Plasmopara halstedii*, the causal agent of downy mildew in sunflower, *HELIA*, 32, 50: 85-90.
- Kumar, D. 2010. Molecular Breeding in Minor Oilseed Crops: Opportunities and Challenges, 2nd National Workshop on “Marker Assisted Selection for Crop Improvement”, 27-29 October 2010, ICRISAT, Patancheru, India.
- Lacombe, S., Berville, A. 2001. A dominant mutation for high oleic acid content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed oil is genetically linked to a single oleate-desaturase RFLP locus, *Molecular Breeding*, 8: 129-137.
- Lacombe, S., Souyris, I., Bervillé, A. 2008. The Pervenets mutation in sunflower knocks out the wild microsomal oleate desaturase gene and leads to high oleic acid content in the seed oil. 525-530. Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain. June 8-12. International Sunflower Association 2: 525-530.
- Lai, Z., Livingstone, K., Zou, Y., Church, S. A., Knapp, S. J., Andrews, J., 2005. Identification and mapping of SNPs from ESTs in sunflower. *Theor. Appl. Genet.* 111 1532–1544. 10.1007/s00122-005-0082-4.
- Lefort, F., Lally, M., Thompson, D., Douglas, G.C. 1998. Morphological traits microsatellite fingerprinting and genetic relatedness of a stand of elite oaks (*Q. Robur* L.) at Tullyally, Ireland. *Silvae Genetica* 47: 5-6.
- Liu, Z., Zhang, L., Ma, G. J., Seiler, G. J., Jan, C. C., Qi, L. L. 2019. Molecular mapping of the downy mildew and rust resistance genes in a sunflower germplasm line TX16R. *Molecular Breeding*, 39, 1-11.
- Lu, Y.H., Gagne, G., Grezes-Besset, B., Blanchard, P. 1999. Integration of a molecular linkage group containing broomrape resistance gene Or5 into an RFLP in sunflower. *Genome* 42:453–456.
- Lyu, P., Hou, J., Yu, H., Shi, H. 2020. High-density genetic linkage map construction in sunflower (*Helianthus annuus* L.) using SNP and SSR markers. *Current Bioinformatics*, 15(8), 889-897.
- Melchinger, A.E. 1990. Use of molecular markers in breeding for oligogenic disease resistance. *Plant Breeding*, 104: 1-19.
- Meuwissen, T., Goddard, M., 2010. Accurate prediction of genetic values for complex traits by whole-genome resequencing, *Genetics*, vol. 185.

- Meuwissen, T.H., Hayes, B.J., Goddard, M.E. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps, *Genetics*, vol. 157.
- Miller, J.F., Zimmerman, D.C., Vick, B.A. 1987. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. *Crop Sci.*, 27: 923-926.
- Miller, J.F., Gulya, T.J., Vick, B.A. 2004. Registration of two maintainer (HA 434 and HA 435) and three restorer (RHA 436 to RHA 438) high oleic oilseed sunflower germplasms. *Crop Sci.* 44: 1034–1035.
- Moreau, L., Lemarie, S., Charcosset, A., Gallais, A. 2000. Economic efficiency of one cycle of marker-assisted selection, *Crop Science*, vol. 40.
- Moreau, L., Charcosset, A., Gallais, A., 2004. Experimental evaluation of several cycles of marker-assisted selection in maize. *Euphytica*. 2004; **137**:111–118.
- Mwangi, E. W., Marzougui, S., Sung, J. S., Bwalya, E. C., Choi, Y. M., Lee, M. C. 2019. Assessment of genetic diversity and population structure on Kenyan sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding lines by SSR markers. *Korean Journal of Plant Resources*, 32(3), 244-253.
- Naresh, V., Yamini, K., Rajendrakumar, P., Dinesh Kumar, V. 2009. EST-SSR marker-based assay for the genetic purity assessment of safflower hybrids. *Euphytica* 170: 347–353.
- Nicolosia, R. J., B. Woolfrya, T.A. Wilsona, P., Scollina, G. Handelsmana, Fisherb, R. 2004. Decreased aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters fed a high- or mid-oleic acid oil compared to a high-linoleic acid oil. *Journal of Nutritional Biochemistry* 15: 540–547.
- Nyaligwa, L. 2016. Genetic diversity analysis of elite maize inbred lines of diverse sources using SSR markers. *Maydica* 60: 1–8.
- Ortiz, L.T., Alzueta, C., Rebole, A., Rodriguez, M.L., Arija, I. Ve Brenes, A. 2006. Effect of dietary high oleic acid and conventional sunflower seeds and their refined oils on fatty acid composition of adipose tissue and meat in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 15: 83-95.
- Pacureanu-Joita, M., A. V. Vranceanu, A.V., Stanciu, D., Raranciuc, C. 2000. High oleic acid content in sunflower genotypes in relation with resistance to disease. pp. J49-J56. In Proc. 15h Int. Sunflower Conf., Toulouse, France.
- Paniego, N., Echaide, M., Muñoz, M., Fernández, L., Torales, S., Faccio, P., Fuxan, I., Carrera, M., Zandomeni, R., Suárez, E.Y., Hopp, H.E. 2002. Microsatellite isolation and characterization in sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Genome* 45: 34–43.
- Pankovic, D., Mihalicevic, M., Skoric, D. 1997. Determination of genetic distance between different sunflower lines with RAPD markers. In: B. Vasiljevic (ed.) *Book of Abs. 1st Symp. on Molecular Genetics, Yugoslavia*. 15-18 Sept. 34.

- Pankovic, D., Radovanovic, N., Jovic, S., Satovic, Z., Skoric, D. 2007. Development of co-dominant amplified polymorphic sequence markers for resistance of sunflower to downy mildew race 730 Plant Breeding, 126: 440-444.
- Pashley, C. H., Ellis, J.R., McCauley, D.E., Burke, J.M. 2006. EST Databases as a Source for Molecular Markers: Lessons from *Helianthus*, Journal of Heredity, 97(4):381-388.
- Poormohammad Kiani, S., Talia, P., Maury, P., Grieu, P., Heinz, R., Perrault, A., Nishinakamasu, V., Hopp, E., Gentzbittel, L., Paniego, N., Sarrafi, A. 2007. Genetic analysis of plant water status and osmotic adjustment in recombinant inbred lines of sunflower under two water treatments. Plant Sci 172: 773-787.
- Radwan, O., Bouzidi, M.F., Nicolas P., Mouzeyar, S. 2004. Development of PCR markers for the Pl5/Pl8 locus for resistance to *Plasmopara halstedii* in sunflower, *Helianthus annuus* L. from complete CC-NBS-LRR sequences, Theor Appl Genet, 109: 176-185.
- Rasoulzadeh Aghdam, M., Darvishzadeh, R., Sepehr, E., and Alipour, H. 2020. Association analysis for agronomic traits with SSR markers in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes under optimum and phosphorus deficiency conditions. *Crop Biotechnology*, 10(31), 71-89.
- Rauf, S., Warburton, M., Naeem, A., Kainat, W. 2020. Validated markers for sunflower (*Helianthus annuus* L.) breeding. *OCL*, 27, 47.
- Rizwan, M., Sadaqat, H.A., Iqbal, M.A., Awan, F.S. 2020. Genetic assessment and combining ability analyses of achene yield and oil quality traits in *Helianthus annuus* L. hybrids. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 57.
- Roche, H. M. 2000. Olive oil, high-oleic acid sunflower oil and CHD. *British Journal of Nutrition* 85: 1.
- Roeckel-Drevet, P., Tourvieille, J., Gulya, T.J., Charmet, G., Nicolas, P., Tourvieille de Labrouhe, D. 2003. Molecular variability of sunflower downy mildew from different continents, *Can. J. Microbiol*, 49 (8): 492-502.
- Romano, A. B., Romano C., Bulos M., Altieri E., Carlos Sala, C. 2010. A new gene for resistance to downy mildew in sunflower. *Proceedings of the International Symposium Sunflower Breeding on Resistance to Diseases*, Krasnodar, Russia June 23-24, 141-146.
- Saftić-Panković, D., Jocić, S., Radovanović, N., Malidža, G., Škorić, D. 2007. MAS for downy mildew resistance in IMI-tolerant sunflower. 41. *Proceedings of the 41st Croatian and 1st International Symposium on Agriculture*, 13-7 February, Opatija, Croatia, 219-220.
- Santalla, E. M., Mascheroni, R. H. 2003. Physical Properties of High Oleic Sunflower Seeds. *Food Science and Technology International*, 9(6): 435-442.

- Santonoceto, C., Anastasi, U., Riggi E., Abbate V. 2003. Accumulation dynamics of dry matter, oil and major fatty acids in sunflower seeds in relation to genotype and water regime. *Ital. J. Agron.*, 7(1): 3-14.
- Seiler, G. J., Qi, L.L., Marek, L. F. 2017. Utilization of sunflower crop wild relatives for cultivated sunflower improvement. *Crop Sci.* 57 1083–1101. 10.2135/cropsci2016.10.0856.
- Singh, N., Choudhury, D. R., Tiwari, G., Singh, A.K., Kumar, S. 2016. Genetic diversity trend in Indian rice varieties: an analysis using SSR markers. *BMC genetics* 17: 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12863-016-0437-7> PMID: 27597653.
- Shuba, A., Gurumurthy, R., Hunje, R., 2020. Evaluation, characterization and confirmation of hybrids derived from diverse CMS sources in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *The Indian Society Of Oilseeds Research*: 40.
- Sönmezoğlu, Ö. A., Yıldırım A., Eserkaya T., Kandemir N. G. 2010. Markör destekli seleksiyonun buğday ıslahında kullanımı. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 105-112.
- Staub, J. E., Serquen, F. C., Gubta, M. 1996. Genetic markers, map construction, and their application in plant breeding. *HortScience*. 31: 729-740.
- Suresha, P. G., Vikas V. Kulkarni, S.M. Supriya, S. Darshan and Chandrashekar B. Patil. 2017. Genetic Diversity Analysis in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) parental Lines Using SSR and RAPD Markers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 7 (2017) pp. 2069-2076 Journal homepage: <http://www.ijcmas.com>.
- Şelli, F., Bakır, M., İnan, G., Aygün, H., Boz, Y., Yaşasın, A.S., Özer, C., Akman. B., Söylemezoğlu, G., Kazan, K., Ergül, A. 2007. Simple sequence repeat-based assessment of genetic diversity in Dimrit and Gemre grapevine accessions from Turkey, *Vitis* 46 (4): 182-187.
- Tang, S., Yu, J. K., Slabaugh, M. B., Shintani, D. K., Knapp, S. J. 2002. Simple sequence repeat map of the sunflower genome. *Theor Appl Genet* 105: 1124-1136.
- Tang, S., Heesacker, A., Kishore, V.K., Fernandez, A., Sadik, S., Cole, G., Knapp, S.J. 2003. Genetic mapping of the Or5 gene for resistance to Orobanche race in Sunflower, *Crop Science*, 43:1021-1028.
- Tang, S., Hass C.G., Knapp, S.J. 2006. Ty3/gypsy-like retrotransposon knockout of a 2-methyl-6-phytyl-1,4- benzoquinone methyltransferase is non-lethal, uncovers a cryptic paralogous mutation, and produces novel tocopherol (vitamin E) profiles in sunflower, *Theor Appl Genet*, 113: 783–799.
- Tang, S., Abratti G., Heesacker A., Radwan O., Prothro J.M., Bazzalo M., Zambelli A., Leon A. and Knapp S. 2009. Downy mildew and rust resistance genes are

interspersed in a large highly duplicated family of NBS-LRR encoding genes on linkage groups 1 and 13 of sunflower. ASA-CSSA-SSSA, International Annual Meetings.

- Ullah, S. Ahmad, S. Khan, R. Sohail, A. 2018. Assessment of Different Sunflower Genotypes under Agro-Climatic Conditions of District Malakand Khyber-Pakhtunkhwa. *Current Trends in Biomedical Engineering & Biosciences*. ISSN: 2471-6774
- Utomo, H.S., Linscombe, S.D. 2009. Current patents and future development underlying marker-assisted breeding in major grain crops. *Recent Patents on DNA & Gene Sequences*, 3, 53-62 53 1872-2156. Bentham Science Publishers Ltd.
- Vannozzi, G.P. 2006. The Perspectives of Use of High Oleic Sunflower for Oleochemistry and Energy Raws. *Helia*, 29: 44, 1-24.
- Varshney, R.K., Grosse, I., Hahnel, U., Siefken, R., Prasad, M., Stein, N., Langridge, P., Altschmied, L., Graner, A. 2007. Genetic mapping and BAC assignment of EST-derived SSR markers shows non-uniform distribution of genes in the barley genome. *Theor Appl Genet* 113:239–250.
- Vear, F. 2016. Changes in sunflower breeding over the last fifty years. *OCL* 23: D202.
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Van de Lee, T., Hornes, M., Frifiters, A., Pot J., Peleman, J., Kuiper, M., Xabeau, M. 1995. AFLP: A new technique for DNA fingerprinting, *Nucleic Acids Res.*, 23: 4407-4414.
- Warner, K.A. 2002. Optimizing the frying quality, flavor, and stability of sunflower oil, *Journal of the American Oil Chemists Society*.
- Webb, C.A., Richter, T.E., Collins, N.C., Nicolas, M., Trick, H.N., Pryor, T., Hulbert, S.H. 2002. Genetic and molecular characterization of the maize rp3 rust resistance locus, *Genetics*, 162: 381–394.
- Weiss, E.A. 2000. *Oilseed Crops*, 2nd Edition, Blackwell Sci. Ltd., 364 Pages, Victoria, Australia.
- Williams, J.R., Nicks, A.D. and Arnold, J.G. 1990. Simulator for Water Resources in Rural Basins. *Journal of Hydraulic Engineering*, 111, 970-986.
- Yadav, P., Tilak, I. S., Kisan, B., Goud, I. S., Naika, M. B., Patil, A and Palchamy, K. 2018. Biochemical and molecular characterization of parents and its crosses for high oleic acid content in sunflower (*Helianthus annuus* L.).
- Yıldırım, A. 2006. Bitki Islahında Markörler Yardımıyla Seleksiyon (MAS), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, DNA Markörleri ve Bitki Islahında Kullanımı Kursu 19-20 Ocak 2006, Adana.

- Yıldırım, A., Sönmezoglu Ö. A., Eserkaya, T., Kandemir, N. ve Sayaslan, A. 2009. Makarnalık buğdayda modern teknolojik yöntemlerle hızlandırılmış kalite Islahı. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim. Hatay.
- Yihan, L. I. U., Qingshan, M. O. U., Shanyu, C. H. E. N., Guanhai, R. U. A. N., Jin, H. U., and Yajing, G. U. A. N. 2022 . Establishment of DNA fingerprint for sunflower by SSR-HRM technique. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 34(4), 678.
- Young, N. D. 1999. A cautiously optimistic vision for marker-assisted breeding. *Molecular Breeding* 5, 505-510.
- Yue, B., Vick, B., Cai, X., Hu, J. 2010 Genetic mapping for the Rf1 (fertility restoration) gene in sunflower (*Helianthus annuus* L.) by SSR and TRAP markers. *Plant Breeding* 129: 24–28.
- Yu, J. K., Tang, S., Slabaugh, M.B., Heesacker, A., Cole, G., Herring, M., Soper, J., Han, F., Chu, W.C., Webb, D.M., Thompson, L., Edwards, K.J., Berry S., Leon, A.J., Grondona, M., Olungu, C., Maes, N., Knapp, S.J. 2003. Towards a saturated molecular genetic linkage map for cultivated sunflower, *Crop Sci.*, 43: 367–387.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Qi, L., Gulya, T., Seiler, G. J., 2011. Identification of resistance to new virulent races of rust in sunflowers and validation of DNA markers in the gene pool. *Phytopathology* 101(2): 241–249.
- Zia, Z., Sadaqat, H., Tahir, M., Sadia, B., Bushman, B. 2014. Estimation of genetic diversity using SSR markers in sunflower. *Russian Journal of Genetics* 50: 498–507. <https://doi.org/10.7868/s0016675814050142> PMID: 25715473.
- Zimmer, E. A., Wen, J. 2015. Using nuclear gene data for plant phylogenetics: Progress and prospects II. Next-gen approaches. *Journal of Systematics and Evolution* 53: 371–379.