

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**SUSAMDA MAKİNALI HASADA UYGUN VERİMLİ HATLARIN
GELİŞTİRİLMESİ**

Hacı TEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**SUSAMDA MAKİNALI HASADA UYGUN VERİMLİ HATLARIN
GELİŞTİRİLMESİ**

Hacı TEK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

HAZİRAN 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SUSAMDA MAKİNALI HASADA UYGUN VERİMLİ HATLARIN
GELİŞTİRİLMESİ**

**Hacı TEK
TARLA BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

HAZİRAN 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SUSAMDA MAKİNALI HASADA UYGUN VERİMLİ HATLARIN
GELİŞTİRİLMESİ

Hacı TEK
TARLA BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 07/06/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bülent UZUN
Prof. Dr. Mevlüt TÜRK
Doç. Dr. Sabri ERBAŞ

ÖZET

SUSAMDA MAKİNALI HASADA UYGUN VERİMLİ HATLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Hacı TEK

Yüksek Lisans, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent UZUN

Haziran 2022; 63 Sayfa

Anadolu’da köklü bir geçmişe sahip olan susam, hasat olgunluğuna geldiğinde kapsüllerini çatlatıp tohumlarını dökme özelliğinden dolayı hasat-harman işlemleri el emeğine dayalı olarak yapılmaktadır. Yabani form özelliği göstererek tohumlarını dökme eğiliminde olan susamın, tam anlamıyla kültüre alınmasına olanak sağlayacak olan tohum dökmemeye özelliği (uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağı) tez çalışmasında bütün yönleriyle incelenmiştir. Tohum dökmemeye durumunun nasıl kalıtım gösterdiği belirlenmiş olup yapılan melezleme çalışmaları ile bir tarafta tohum dökmeyen tam mekanize hasada uyumlu nitelikli susam hatları geliştirilirken diğer tarafta söz konusu özellik geri melezleme yöntemiyle halihazırda üretimi yapılan tescilli çeşitlere aktarılmaya çalışılmıştır.

Tohum dökmeyen ve biçerdöver ile tam mekanize hasada uygun özellik gösteren genetik materyaller Akdeniz Susam Koleksiyonuna (ACS) eklenmiş olup 2020 ve 2021 yıllarında yürütülen verim denemeleri ile agro-morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Denemeler sonucunda; tane verimi, bitki boyu, yan dal sayısı, ilk kapsül yüksekliği, kapsül sayısı, 1000 tohum ağırlığı, fizyolojik olum gün sayısı ve çiçeklenme gün sayısı değerlerinde önemli farklılıklar elde edilmiştir. Ayrıca genotiplerin yağ ve yağ asitleri oranlarına ait değerler elde edilmiştir. Verim ve verim bileşenleri arasındaki ilişkiler ise basit korelasyon analizi ile belirlenmiştir.

Oluşturulan melez popülasyonları ile tohum dökmemeye özelliğinin kalıtımının yanı sıra transgresif açılmaları, tohum kabuğu renginin kalıtımı, heterosis ve heterobeltiosis oranları incelenmiştir. Tez çalışmasının sonucunda susamda makinalı hasada uygunluk için aranan özellikler melezleme çalışmaları ile sonraki döllere aktarılmış ve söz konusu özelliklerin resesif iki karakter ile idare edildiği belirlenmiştir. Melezleme ve geri melezleme çalışmaları ile elde edilen bireyler ıslah programlarına dahil edilerek yeni susam çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılmak üzere gen havuzuna eklenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Susam, Hasat, Verim, Geri melez, Islah

JÜRİ: Prof. Dr. Bülent UZUN

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

Doç. Dr. Sabri ERBAŞ

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF HIGH-YIELDING LINES SUITABLE FOR MACHINE HARVESTING IN SESAME

Hacı TEK

M.Sc. Thesis in Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Bülent UZUN

June 2022; 63 pages

Harvest-threshing processes are based on manual labor, since sesame, cracks its capsules and sheds its seeds when it reaches harvest maturity. Sesame has a deep rooted history in Anatolia, which tends to shed its seeds by showing wild form characteristics (capsule cracking and non-strong placental bond), has been examined in this study, which will enable it to be successful sesame production. It has been determined how the heritability of shattering is, and with the hybridization studies, on the one hand, qualified sesame lines compatible with the fully mechanized harvest that do not shed seeds have been developed, on the other hand, desirable agronomic traits have been tried to be transferred to the released varieties currently produced by the backcross method.

Genetic materials that are shown shatter resistant and suitable for fully mechanized harvesting have been added to the Mediterranean Sesame Collection (ACS) and their agro-morphological characteristics have been determined in 2020 and 2021. As a result of this study, significant differences were observed in grain yield, plant height, number of lateral branches, first capsule height, number of capsules, 1000-seed weight, physiological maturity and flowering days. In addition, oil content and fatty acid ratios of the lines were analyzed. Relationships between yield and yield components were determined by simple correlation analysis.

Transgressive opening, inheritance of seed coat color, heterosis and heterobeltiosis rates, as well as inheritance of shatter resistant traits, were also investigated with the hybrid populations created. As a result, desirable traits for suitability for machine harvesting in sesame were transferred to the next generations by hybridization technique and it was determined that these traits were controlled by two recessive characters. Lines that obtained by crossing and backcrossing studies were included in breeding programs and added to the gene pool to be used in the development of new sesame varieties in the near future.

KEYWORDS: Sesame, Harvest, Yield, Backcrossing, Breeding

COMMITTEE: Prof. Dr. Bülent UZUN

Prof. Dr. Mevlüt TÜRK

Assoc. Prof. Dr. Sabri ERBAŞ

ÖNSÖZ

Anadolu’da yüzyıllardır tarımı yapılan susam, kısa vejetasyon süresi ile hem ana ürün hem de ikinci ürün koşullarında yetiştirilme imkanına sahip oluşu, sulanan ve sulanmayan alanlarda üretimi yapılabilmesi, farklı toprak yapısına sahip arazilerde yetiştirilebilmesi, pek çok ürün ile münavebeye girebilmesi ve ülkemizin tarım arazilerinin birçoğunda üretilme imkanı olması açısından oldukça önemli bir yağ bitkisidir. Farklı ekolojilerde yetiştirilebilen, yetiştiriciliği sırasında girdi maliyetleri düşük ve katma değeri yüksek olan susamın, hasat sırasındaki verim kayıpları ve işçilik maliyetleri yüzünden üreticiler tarafından tercih edilebilirliği kısıtlanmaktadır. Türkiye’nin yağ ihtiyacının yarısından fazlasının ithalat yoluyla karşılandığı düşünüldüğünde ülkemiz tarımında ve sanayisinde farklı birçok alanda kullanılan susamın sunulan tez çalışması ile biçerdöverle hasada uygun verimli çeşitlerin ülke tarımına kazandırılmasına ışık tutacağı düşünülmektedir.

Yüksek lisans eğitimimde yardım ve desteği ile yol gösteren, yeni fikirler ile vizyonumu genişleten danışman hocam sayın Prof. Dr. Bülent UZUN’a sonsuz teşekkürlerimi sunmak benim için bir onurdur. Ayrıca, varlığıyla bana güç veren ve her daim yanımda olan sevgili eşim Sinem TARHAN TEK’e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	iv
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
2.1. Susamın Bitkisel Özellikleri ve Ticareti	6
2.2. Susamda Genetik ve Makinalı Hasat Üzerine Çalışmalar.....	8
2.3. Susamda Çeşit Verim ve Adaptasyon Çalışmaları	12
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.1.1. Araştırma Yeri	16
3.1.2. Genetik Materyal	16
3.1.3 İklim Koşulları.....	17
3.1.4 Deneme Arazisinin Toprak Özellikleri.....	18
3.2. Metot	19
3.2.1. F ₁ , F ₂ ve F ₃ kademesinde Popülasyon Oluşturma	19
3.2.2. F ₂ Popülasyonunda Belirlenen Agro-Morfolojik Gözlemler.....	22
3.2.3. Geriye Melezleme (Back Crossing, BC) Tekniği.....	24
3.2.4. Verim Denemelerinin Uygulama Tekniği	24
3.2.5. Verim Denemelerinde Uygulanan Kültürel Faaliyetler.....	25
3.2.6. Verim Denemelerinde Gözlemlenen Agro-Morfolojik Özellikler	26
3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1. Popülasyonların Genetik Analizleri	28
4.1.1. F ₁ ve F ₂ Popülasyonlarında Tohum Dökmeme Özelliğinin Kalıtımı	28
4.1.2. Bazı Agro-Morfolojik Özelliklerin Transgresif Açılımları, Heterosis ve Heterobeltiosis Oranları.....	32
4.1.3. F ₁ ve F ₂ Popülasyonunda Tohum Kabuğu Renginin Kalıtımı.....	35
4.2. Verim Denemeleri	36
4.2.1. Tane verimi	36

4.2.2. 1000 tohum ağırlığı	39
4.2.3. Kapsül sayısı.....	41
4.2.4. Yan dal sayısı.....	43
4.2.5. Fizyolojik olum gün sayısı	45
4.2.6. Çiçeklenme gün sayısı	47
4.2.7. İlk kapsül yüksekliği.....	49
4.2.8. Bitki boyu	51
4.2.9. Yağ oranı	53
4.2.10. Yağ asitleri oranı.....	53
4.2.11. Basit korelasyon analizi.....	55
5. SONUÇLAR	57
6. KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Susamda Makinalı Hasada Uygun Verimli Hatların Geliştirilmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

07/06/2022

Hacı TEK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
g	: Gram
ha	: Hektar
da	: Dekar
kg	: Kilogram
p	: Önemlilik düzeyi
r	: Korelasyon katsayısı
r^2	: Determinasyon katsayısı
S_x	: Standart sapma
C	: Karbon
χ^2	: Ki-kare
P	: Fosfor
K	: Potasyum
Ca	: Kalsiyum
Mg	: Magnezyum
Fe	: Demir
Zn	: Çinko
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır

Kısaltmalar

FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations – Dünya Tarım Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
DK	: Değişim Katsayısı
BB	: Bitki Boyu
İKY	: İlk Kapsül Yüksekliği
ÇGS	: Çiçeklenme Gün Sayısı
FOS	: Fizyolojik Oluşum Gün Sayısı
YDS	: Yan Dal Sayısı
KS	: Kapsül Sayısı
BT	: 1000 Tohum Ağırlığı
TV	: Tane Verimi
EC	: Elektriksel iletkenlik
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACS	: Akdeniz Susam Koleksiyonuna

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Susamda Geleneksel Hasat (Elle Hasat) İşlemleri; a) Söküm b) Demetleme c) Baskıya Alma d) Gümül e) Silkme f) Savurma	2
Şekil 1.2. Biçerbağlar ile Yarı Mekanize Hasatta Söküm ve Demetleme	3
Şekil 1.3. Biçerdöver ile Tam Mekanize Hasat	4
Şekil 3.1. Biçerdöver ile tam mekanize hasada uygun ACS 408 genotipi	17
Şekil 3.2. Melezlemede kullanılan ebeveynlerin çiçekleri	20
Şekil 3.3. F ₁ bitkilerinin yetiştirilmesine ait görüntüler a) Serada F ₁ bitkilerinin görünümü; b) F ₁ bitkilerine ait kapsüllerin etüvde kurutulması	21
Şekil 3.4. F ₂ kademesinde popülasyonun seraya şaşırtılması	21
Şekil 3.5. F ₃ popülasyonuna ait görüntüler; a) F ₃ kademesi popülasyonun ekimi b) F ₃ popülasyonun genel görünümü	22
Şekil 3.6. Kapsül çatlatma durumları	22
Şekil 3.7. Tohumların plasentaya bağlanma durumları	23
Şekil 3.8. Geriye melezleme yöntemi şeması	24
Şekil 3.9. Deneme materyallerinin ekimi ve çıkış sonrası görüntüsü	25
Şekil 3.10. Verim denemesinin genel görünümü	27
Şekil 4.1. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan F ₂ kademesindeki popülasyonda tohumlarını döken bireyler a) Kapsül çatlatan b) Plasenta bağı zayıf	29
Şekil 4.2. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan F ₂ kademesindeki popülasyonda uçtan çatlatan ve güçlü plasenta bağına sahip tohum dökmeyen bireyler	29
Şekil 4.3. ACS 408 ve Batem-Aksu ebeveynleri ile F ₁ bitkilerinin görüntüsü	33
Şekil 4.4. Biçerdöver ile hasada uygun ACS 408 genotipinin hasat görüntüsü	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışma kapsamında kullanılan çeşit/genotipler ve orijinleri.....	16
Çizelge 3.2. Aylar itibariyle 2020-2021 yılları arası iklim verileri	18
Çizelge 3.3. Deneme alanının toprak özellikleri, makro ve mikro bitki besin elementleri	19
Çizelge 3.4. Melezlemede kullanılan genotipler ve çaprazlamalar	20
Çizelge 3.5. Verim denemelerindeki ekim normu	25
Çizelge 4.1. F ₁ ve F ₁ popülasyonlarında bitkilerin tohum dökme, uçtan çatlatma ve plasentaya bağlanma durumları.....	31
Çizelge 4.2. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden gelen F ₁ ve F ₂ popülasyonlarında bazı agro-morfolojik özelliklerin ölçüm değerleri.....	34
Çizelge 4.3. F ₂ kademesindeki popülasyonda tohum kabuğu renginin kalıtımı ve ki-kare analizi	35
Çizelge 4.4. Susam çeşit/genotiplerinin tane verimi değerlerine ait varyans analiz tablosu	37
Çizelge 4.5. Susam çeşit/genotiplerinin tane verimine ilişkin ortalama değerler (kg/da) ve oluşan gruplar	37
Çizelge 4.6. Susam çeşit/genotiplerinin 1000 tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz tablosu.....	39
Çizelge 4.7. Susam çeşit/genotiplerinin 1000 tohum ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (g) ve oluşan gruplar	40
Çizelge 4.8. Susam çeşit/genotiplerinin kapsül sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu	41
Çizelge 4.9. Susam çeşit/genotiplerinin kapsül sayılarına ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar	42
Çizelge 4.10. Susam çeşit/genotiplerinin yan dal sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu	43
Çizelge 4.11. Susam çeşit/genotiplerinin yan dal sayılarına ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar	44
Çizelge 4.12. Susam çeşit/genotiplerinin fizyolojik olum gün sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu	45
Çizelge 4.13. Susam çeşit/genotiplerinin fizyolojik olum gün sayılarına ilişkin ortalama değerler (gün) ve oluşan gruplar	46
Çizelge 4.14. Susam çeşit/genotiplerinin çiçeklenme gün sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu.....	47
Çizelge 4.15. Susam çeşit/genotiplerinin çiçeklenme gün sayılarına ilişkin ortalama değerler (gün) ve oluşan gruplar	48
Çizelge 4.16. Susam çeşit/genotiplerinin ilk kapsül yüksekliği değerlerine ait varyans analiz tablosu.....	49

Çizelge 4.17. Susam çeşit/genotiplerinin ilk kapsül yüksekliklerine ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar	50
Çizelge 4.18. Susam çeşit/genotiplerinin ilk bitki boyu değerlerine ait varyans analiz tablosu	51
Çizelge 4.19. Susam çeşit/genotiplerinin bitki boylarına ilişkin ortalama değerler (cm) ve oluşan gruplar	52
Çizelge 4.20. Susam çeşit/genotiplerinden ölçülen yağ oranı ortalamaları	53
Çizelge 4.21 Susam çeşit/genotiplerinde ortalama yağ asitleri oranları	54
Çizelge 4.22. Susam çeşit/genotiplerin özellikler arasındaki basit korelasyon katsayıları (r).....	55



1. GİRİŞ

Bilinen en eski yağ bitkilerinden biri olan susam (*Sesamum indicum* L.) *Pedaliaceae* familyasına ait tek yıllık bir bitki olup, *Sesamum* cinsine ait yaklaşık 37 türü bulunmaktadır. Dünyada *Sesamum* cinsi içerisinde sadece *Sesamum indicum* L. ($2n = 26$) türünün kültürü yapılmaktadır (Kobayashi 1981). Susam bitkisine ait 17 türün Afrika kıtasında bulunmasından dolayı orijininin burası olabileceği ifade edilmekte birlikte, Hindistan'dan elde edilen diğer bulgular susamın gen merkezinin bu bölgede olabileceği fikrini öne çıkarmıştır (Bedigian 2003). Ayrıca, Bedigian ve Harlan (1986) tarafından susamın Anadolu ve Mezopotamya için antik bir bitki olduğu ve susamın Anadolu'ya Mezopotamya'dan geldiği belirtilmektedir. Türkiye coğrafik konumu gereği eski çağlardan beri doğu ile batı arasındaki ticarete köprü vazifesi gördüğü için susamın yayılmasında çok önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Uzun vd. 2008).

İnsan beslenmesinde çok eskiden beri yaygın olarak kullanılan susam, tahinin ana maddesini oluşturur (Özcan ve Akgül 1994). Bununla birlikte, tohumlarından yağının çıkarıldıktan sonra oluşan küspede %43 oranında ham protein içermekte ve hem kümes hayvancılığı hem de büyükbaş hayvancılığında kaliteli bir yem kaynağı oluşturmaktadır. Bazı ülkelerde susam küspesi ekmek ve una karıştırılarak da insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Susam yağı ise gıda maddesi olarak kullanılmasının yanında, kozmetik, ilaç, sabun yapımı, böcek öldürücü ilaç gibi birçok sanayi alanında da kullanılır (İlisulu 1973).

Susam, kapsüllerini çatlatmasından dolayı hasatta %50'den fazla tohum kaybına neden olabilmektedir (Langham and Wiemers 2002). İndeterminant büyüme özelliğine sahip olan susam bitkisinin üzerindeki bütün kapsüller aynı anda hasat olgunluğuna gelmez. Geleneksel olarak yetiştiriciliği yapılan susam varyetelerinde yani kapsül çatlatan tiplerde, hasat döneminde eğer bütün kapsüllerin hasada gelmesi beklenirse; erken olgunlaşan kapsüllerin çatlamasından dolayı tohumlarını yere dökcek ve verim kayıplarına neden olacaktır. Homojen bir olgunlaşma yerine aşağıdan yukarı doğru olgunlaşan kapsüller sebebiyle kapsül çatlatan tiplerde verim kayıplarının önüne geçebilmek için hasat-harman işlemleri genellikle elle yapılmaktadır. Bu işlem sebebiyle susamda çok fazla iş gücüne ihtiyaç vardır. Susam tarımında maliyetin büyük bir kısmını hasat harman işlemleri oluşturmaktadır (Ümmetoğlu vd. 2015).

Susam hasadı bölgeden bölgeye ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Susam hasadını genel itibariyle; geleneksel hasat (elle hasat), yarı mekanize hasat (biçerbağlar ile hasat) ve tam mekanize hasat (biçerdöver ile hasat) olmak üzere üç sınıfa ayırabiliriz.

Geleneksel Hasat (Elle Hasat): Dünyada tarımı yapılan susam varyetelerinin büyük kısmının tohum döken susam tipleri oluşundan dolayı en yaygın kullanılan yöntem geleneksel hasat yöntemidir. Bu yöntemde, bitkide hasat olgunluğuna geldiğini gösteren fenotipik belirtiler görüldüğünde (bitkide çiçeklenmenin durduğu, yaprak ve kapsüllerinin sarardığı, alt kapsüldeki tohumlarının renginin değiştiği ve alt kapsüllerin uçlarının çatlamaya başlaması gibi) hasat işlemi başlamaktadır.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 1.1. Susamda Geleneksel Hasat (Elle Hasat) İşlemleri; **a)** Söküm **b)** Demetleme **c)** Baskıya Alma **d)** Gümül **e)** Silkme **f)** Savurma

Geleneksel hasat yönteminde, hasat olgunluğuna gelen bitkiler elle sökülüp 10-15 tane bitki bir araya getirilerek demetler oluşturulur ve 20-30 adet demet birleştirilerek temiz bir zeminde 5-7 gün süreyle baskıya alınmaktadır. Daha sonra 8-10 demet tepesinden bağlanarak gümül (tokurcun) yapılır ve hava şartlarına göre 8-15 gün kuruması beklenmektedir. Harman için bez veya branda yere serilerek silkme ve savurma işlemleri yapılmaktadır (Şekil 1.1). Kabaca arazide silkilen susam tohumları daha sonra ayrı bir eleme işlemine tabi tutularak diğer yabancı maddelerden uzaklaştırılmaktadır. Bu işlemlerin maliyetinin yüksek olmasından dolayı susam tarımı büyük oranda Myanmar, Sudan, Çin ve Hindistan gibi el emeğinin ucuz ve iş gücü potansiyelinin yüksek olduğu ülkelerde yapılmaktadır.

Susam hasat olgunluğuna geldikten kısa süre sonra kapsüllerini çatlatıp tohumlarını döktüğü için hasat süresi de oldukça önemlidir. Ekili alanların hasadı işçi sayısına bağlı olduğu için bu yöntemi uygulayan üreticiler bölgedeki işçi potansiyeline göre ekim alanlarını planlamak durumundadırlar. Geleneksel hasat yönteminde tamamen el emeğine dayalı ve işçilik maliyetlerinin en fazla oluşundan dolayı, susam tarımının büyük alanlarda yapılması sınırlanmaktadır. Türkiye’de yetiştirilen susamların büyük çoğunluğunun kapsül çatlatan ve hasat olgunluğuna geldiğinde tohumlarını döken tipler olması nedeniyle susam tarımında yaygın olarak geleneksel hasat yöntemi kullanılmaktadır.

Yarı Mekanize Hasat (Biçerbağlar ile Hasat): Kapsüllerini çatlatan susam tiplerinde diğer bir uygulama ise bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde toprak yüzeyinden biçerbağlar yardımı ile kesilip demetler oluşturularak kısmi bir mekanizasyon sağlanmasıdır (Şekil 1.2). Bu yöntemde demetler oluşturulduktan sonra baskıya alma, gümül, silkme ve savurma işleminin yapılması ve iş gücü gereksinimine ihtiyaç duyulmasından dolayı hasat maliyetleri artmaktadır. El emeğine dayanan bu işlemler sırasında tohum dökülmelerinden dolayı verim kayıpları oluşmaktadır. Bu verim kayıpları ve artan işçilik maliyetleri susam tarımını sınırlamaktadır (Uzun vd. 2003). Vurarak ve Bilgili (2014) geleneksel hasada alternatif olarak biçerbağlar ile yarı mekanize hasatta 10 kat daha az zamana ihtiyaç duyulduğunu ve hasat olgunluk döneminden 3-5 gün önce kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Türkiye’de yapılan çalışmalarda geleneksel yöntem ile hasatta iş gücü maliyetinin yüksek olduğu ve mevcut hasat makinaları ile yapılan hasatta ise tohumlarının aynı anda hasada gelmemesinden kaynaklanan verim kayıplarından dolayı kâr marjının çok düştüğü belirtilmiştir (Öztürk 1995; Öztürk ve Yıldız 1995; Uğurluay 2002).

Geleneksel hasat yöntemindeki elle söküm yerine biçerbağlar yardımı ile demetlerin oluşturulması işçilik maliyetlerini oldukça azaltmaktadır. Genç (2020) tarafından yapılan çalışmada yarı mekanize hasat için disk bıçaklı kesme yönteminin uygulanabileceği belirtilmiştir. Susam hasadında, söz konusu bu yöntemin uygulanması susamın yaygınlaşmasına büyük katkılar sağlayacağı, ancak hasat sırasındaki diğer uygulamaların el emeğine dayalı olması nedeniyle ekim alanlarının yine sınırlı kalacağı düşünülmektedir.



Şekil 1.2. Biçerbağlar ile Yarı Mekanize Hasatta Söküm ve Demetleme

Tam Mekanize Hasat (Biçerdöver ile Hasat): Susamın geniş alanlara ekilmesine olanak sağlayan bu yöntemde, kullanılan susam varyetelerinin hasat döneminde tohumlarını dökmemesi gerekmektedir. Bu kapsamda makinalı hasada uygun susam hatlarının geliştirilmesinde esas alınan felsefe tohumların hasat zamanı dökülmesini engellemek olmuştur. Dünyadaki ilk tohum dökmeyen kapalı kapsüllü susam bitkisi 1943 yılında Venezuela’da “Venezuela-52” susam çeşidinin ekili olduğu alanda Langham tarafından bulunmuştur. Susamda söz konusu kapalı kapsüllülük olgusu tek gen tarafından idare edilmektedir (Yol ve Uzun 2019). Mutasyon sonucu oluşan bu özellik susam ıslahı açısından son derece önemlidir. Kapalı kapsüllülük kapsüllerin çatlamasını sağlayan genin fonksiyonunu kaybetmesi sonucu oluşmaktadır (Uzun vd. 2003). Bu mutasyona eşlik eden linkage halindeki verimi kısıtlayıcı olumsuz özellikler (kapsül sertleşmesi, düşük fertilite, bükük saplılık, küçük kapsüllük ve düşük tohum verimi gibi) 1943’den günümüze kadar ticari öneme sahip kapalı kapsüllü susam çeşidinin geliştirilmesinin önünde engel olmuştur.

Amerika’da 1948 yılından itibaren kapsüllülerini çatlatan ve çatlatmayan susamlar arasında yapılan melezlemeler sonucunda Rio ve Palmetto çeşitleri geliştirilmiştir. Ancak bu çeşitlerin kapsül sertleşmesinden dolayı hasat-harman işlemlerinin çok zor olduğu belirtilmiştir. Daha sonra sırasıyla kapalı kapsüllü Oro ve Baco çeşitleri geliştirilmiştir. Geliştirilen kapalı kapsüllü çeşitlerin açık kapsüllü çeşitlere kıyasla verimlerinin çok düşük olması nedeniyle sonraki yıllarda kapsülleri yarı veya tam açık olan, üç kapsüllük ve determinant özellikte olan susam çeşitlerinin geliştirilmesine ağırlık verilmiştir. Bu amaçlara yönelik olarak dallanan tiplerde Eva ve Palamo, dallanmayan tiplerde Renner, UCR-3 ve Margo gibi çeşitler geliştirilmiştir (Weiss 1971).



Şekil 1.3. Biçerdöver ile Tam Mekanize Hasat

Kapalı kapsüllü susamların uzun yıllar çalışılmasına rağmen ticarete konu olmuş bir çeşit geliştirilememiştir. Ancak kapalı kapsüllü mutantlara alternatif olarak makinalı hasada uygun hat ve çeşitlerin geliştirilmesinde kapsülü uçtan çatlatan ve güçlü plasenta bağına sahip susam tiplerinden olumlu sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Langham vd. 2008). Kapalı kapsüllülük yerine bir sonraki nesle kolaylıkla aktarılabilen uçtan çatlama ve plasentaya bağlanma özelliği ile genetik ilerlemenin sürdürülmesi susam ıslahı açısından oldukça önemlidir. Halihazırda kullanılan uçtan çatlatan ve tohumlarını dökmeyen susam tipleri, kombine hasat makinaları (biçerdöver) ile hasat edilebilme özelliğine sahiptir (Langham 2019). El emeğinin en az olduğu bu yöntemde maliyetler diğer yöntemlere göre oldukça düşüktür (Şekil 1.3). Ayrıca hasat olgunluğuna gelen susamlar tohumlarını dökmeyi için; hasat edilebilme süresi uzamakta ve hasatta verim kayıpları önlenmektedir. Susam kapsüllerine uçtan çatlama ve tohumun plasentaya sıkı

bir şekilde bağlanma özelliği kazandırılarak geleneksel olarak kullandığımız tahıl hasat makinası (biçerdöver) ile hasat edebilmek mümkündür (Langham vd. 1956; Langham vd. 2004).

Bu tez çalışması ile susamda tam mekanize hasat edilebilen yeni susam çeşitlerinin geliştirilmesinde bitki ıslahçıların kullanımına sunulmak üzere, tam mekanize hasat için istenilen özelliklerin (uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağı) nasıl kalıtım gösterdikleri ortaya konulmak hedeflenmiştir. Tarımsal özellikleri geliştirmek amacıyla trasngeresif açılımların varlığı incelenmiştir. Tam mekanize hasada uygun özellik gösteren genotipin, Akdeniz Susam Koleksiyonunda (Yol ve Uzun 2012) bulunan genotipler ile iki yıl art arda verim denemesinde agro-morfolojik özellikler bakımından incelenerek verim potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca geri melezleme yöntemi ile Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan susam çeşitlerine tam mekanize hasat için aranan özellikler de kazandırılmaya çalışılmıştır. Türkiye’de susam üretim alanlarının arttırılması ve ithalatın durdurulması, makineli tarıma uygun uçtan çatlayan ve tohumlarını dökmeyen verim potansiyeli yüksek susam genotiplerinin geliştirilmesi ile mümkün olacağı düşünülmektedir. Bu tez çalışması ile hasatta işçilik maliyetleri yüzünden iyice azalan susam ekim alanlarını artırmak amacıyla, makinalı hasada uygun, verim ve verim özellikleri bakımından üstün nitelikli susam hat/çeşitlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Susamın Bitkisel Özellikleri ve Ticareti

Dik büyüme özelliğine sahip olan susam; yetiştirildiği iklim koşulları, çeşit ve toprak özelliklerine bağlı olarak boyu 80-180 cm, kökü 40-50 cm derine kadar uzayabilen bir bitkidir. Saplar köşeli ve yassıdır. Susam sapsız iki karpelli alt türlerinde 4 köşeli iken, dört karpelli alt türlerinde 6 veya 8 köşelidir. Dört karpelli alttürlerde çeşitli ölçülerde sap yassılaşması görülmekte olup sapın uç kısımlarına doğru artmaktadır. İki karpelli alt türlerinde ise sap yassılaşması çok daha az görülmektedir (İlisulu 1973). Çiçek rengi olarak beyaz, krem veya pembe renk oluşturabilmektedir. Susam meyvelerine kapsül denilmekte ve yaprak koltuklarında oluşmaktadır. Bitkideki kapsül sayısı çeşit özelliğine göre farklılık göstermekle birlikte genel itibarıyla 60 ile 200 arasında değişmektedir. Olgunlaşan kapsüllerin bazıları tüysüz olmakla birlikte uç kısımları sivri ve genellikle üzerleri tüylerle kaplı olup ortalama 2-2.5 cm uzunluğundadır. Olgunlaşan kapsüller karpel denilen kısımlara ayrılırlar. Her bir karpel iki adet tohum yatağına sahip olup birbirinden yalancı bir zarla ayrılmaktadır. Tohumlar; küçük yapılı, şekilleri oval ve uçları sivri olup tohum yatağına yan yana dizilmiş halde bulunurlar. Tohum kabuğu rengi krem, beyaz, sarı, siyah ve kahverengi olabilmektedir. Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan susamların büyük bir kısmının tohum kabuğu rengi kahverengidir (Baydar ve Turgut 1999). Çiçekler yaprak koltuklarından açmakta olup her yaprak koltuğundan bir ya da üç çiçek oluşmaktadır. Genel olarak susam tek veya üç çiçekli olmak üzere iki gruba ayrılır. Tek çiçekli grupta her yaprak koltuğundan bir çiçek açmakta olup yandaki tomurcuklar dumura uğramaktadır. Üç çiçekli grupta ise her yaprak koltuğundan üç çiçek açmakta olup ortadaki çiçek önce açıp önce olgunlaşmaktadır. Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan susamların yaklaşık %93’ü tek çiçekli grupta yer almaktadır (Baydar 2005).

Diğer yağlı tohumlu bitkilerde olduğu gibi susamda da depolama oldukça önemli olup uygun şartlar sağlanarak depolanabilmesi susamda fiyat istikrarının sağlanabilmesine olanak tanımaktadır. Uygun depolama açısında susamların bulunduğu yerin serin ve kuru olması, depolanacak mahsullerin nispi neminin %8-9 civarında olması, depodaki nispi nemin de %75’in üzerine çıkmaması ve uzun süreli depolamalarda ortam sıcaklığının 20°C’nin üstüne çıkmaması gerekmektedir (Tan 2012). Susam, toprak isteği bakımından fazla seçici olmamakla birlikte drenajı iyi, kumlu-killi orta bünyeli, organik maddece zengin, alüvyal topraklarda iyi performans göstermekte olup fazla killi çok çakıllı kireçli, su tutan topraklarda iyi gelişim gösterememektedir. Ek olarak susam kısa vejetasyon süresi ve kendinden sonraki kültür bitkisine iyi bir toprak bıraktığı için birçok kültür bitkisi ile ekim nöbetine girebilmektedir (Tan 2012).

Susam tohumu yüksek oranda (%17-32) protein içermekte ve bu proteinler lizin aminoasidi bakımından fakir, triptofan ve metionin yönünden yeterlidir (Salunkhe vd. 1991). Ayrıca, %50-60 yağ içeren susam tohumlarında palmitik asit (C16:0) içeriği %8.3-10.9, stearik asit (C18:0) içeriği %3.4-6.0, oleik asit (C18:1) içeriği %32.7-53.9 ve linoleik asit (C18:2) içeriği %39.3-59.0 arasında değişmektedir (Yermanos 1978). Susam yağının yapısında bulunan sesamin (% 0.5-1.5) ve sesamolin (%0.3-0.5) gibi maddeler sayesinde oksitlenmeye karşı oldukça dirençlidir. Özellikle sesamin kanın kolesterol seviyesinin düşürülmesinde etkin bir role sahiptir (Salunkhe vd. 1991; Erbaş vd. 2009). Susam yaşlanmayı geciktirici ve bazı hastalıkları da önlemeye katkı sağlamakta olup,

deney fareleri üzerinde yapılan bir çalışma neticesinde sesaminin doğal hipokolestramatik bir ajan gibi davrandığı tespit edilmiştir (Kochhar 2000). Susam insan ve bitki patojenlerine karşı koruyucu etkiye sahip olduğu bilinmekte olup (Costa vd. 2007), yapısında kalsiyum, triptofan, metiyonin ve çok sayıda mineral madde içermektedir (Johnson vd. 1979). Susamın antikanserojen (Kapadia vd. 2002) etkiye sahip olduğu ve kan plazmasındaki E vitamini konsantrasyonunda artış ilişkisi olduğu gözlenmiştir (Frank 2005). Ayrıca susam, beslenme cinsiyet hormonları, antioksidan durumları ve postmenopozal dönemdeki kadınların kan yağ oranları üzerinde pozitif yönde bir etki yaptığı bildirilmiştir. (Wu vd. 2006). Susamda pyrethrum, rotenone ve sesamin gibi maddeler böcek ilaçlarının etkisini arttırmada kullanılmaktadır. Susamın köklerinde bulunan chlorosesame maddesi antifungal özellik taşıdığı için fungusit olarak kullanılabilir. Ek olarak Fusarium oxysporum, Macrophomina phaseolina gibi toprak kökenli fungal patojenlerin gelişimini engellediği bildirilmiştir. (Hernan ve Laurentin 2007).

Seçer (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, susam tohumlarında yüksek oranda yağ ve protein bulunduran önemli bir endüstri bitkisi olduğunu belirtmiştir. Türkiye’de uzun yıllardır üretilen susam bitkisinin unlu mamul ve şekerleme yapımında kullanımı oldukça yaygındır. Susam bitkisi 1990’lı yıllarda oldukça yaygın olarak üretilirken günümüze doğru gelindikçe oldukça hızlı bir şekilde azalma eğilimi göstererek üretiminden kademeli olarak vazgeçilmiştir. 1990-2014 yılları arasında susam ekim alanlarında %68.9, üretiminde ise %54.6 azalma meydana geldiğini belirtilmiştir. Bu sebepten dolayı ekimi yapılmadığı için yurt dışından ithalatın zorunlu hale geldiği istatistiklerde görülmektedir. Türkiye susam ithalatının, 2013 yılında 180 milyon \$’a kadar ulaştığını belirtmiştir.

Susam, Hindistan, Myanmar, Sudan ve Çin başta olmak üzere dünyanın tropik ve subtropik iklim kuşaklarına sahip (40°K-40°G) birçok yerinde kültürü yapılmaktadır (Ashri 2007). Dünyada yaklaşık 140 milyon da alanda susam yetiştirilmektedir. Dünya susam ekim alanı bakımından ilk sırada yer alan Sudan’ın 2010 yılında 12 milyon da olan ekim alanı 4 kat artarak 2020 yılında 51 milyon da olmuştur. Yıllar itibariyle dalgalanmalar olmakla birlikte 2010 yılına kıyasla 2020 yılında Hindistan’ın ekim alanı %27 oranında azalmıştır. Sudan, Tanzanya, Nijerya, Burkina Faso gibi ülkelerin ise 2010-2020 yılları arasında susam ekim alanlarında artış söz konusudur. Türkiye’nin 2010 yılında 318 bin da olan susam ekim alanı %19,8 azalarak 2020 yılında 255 bin da olmuştur. Dünyadaki toplam susam üretimi ise 2020 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %4’lük artış ile 6,8 milyon ton olmuştur. Son 10 yılda susam üretimi dünyada yaklaşık %60 artmıştır. 2020 yılında dünyada en fazla susam üretimi yapan ülkeler sıralamasında Sudan 1,5 milyon ton üretimi ile ilk sırada yer alırken sırasıyla; Myanmar, Tanzanya, Hindistan, Nijerya ve Çin yer almaktadır. Türkiye ise dünya susam üretiminde 32. sırada yer almaktadır. 2010 yılına kıyasla 2020 yılında Türkiye’nin susam üretimi %22 azalarak 18 bin ton olmuştur. 2020 yılında susam ekim alanı açısından Çin 9. sırada yer alırken susam üretimi açısından 6. sırada yer almasının nedenini, birim alandan elde edilen ürün miktarının fazla olması ile açıklanabilmektedir. Ülkelerin susam üretimindeki yüzdelik dağılımına bakıldığında 2020 yılı itibariyle Sudan dünya susam üretiminin %22’sini, Myanmar %11’ini, Tanzanya %10’unu, Hindistan %10’unu, Nijerya %7’sini, Çin %7’sini, Burkina Faso %4’ünü, Etiyopya %4’ünü, Çad %3’ünü ve Uganda %2’sini karşılamaktadır (FAO, 2022).

Ülkeler üretim fazlalıklarını dışarıya aktarabilmek veya ihtiyaç duyduğu ürüne sahip olmak için ticaret yapmak zorunda kalmaktadırlar. Dünya susam ithalatında en fazla ithalatı 1 milyon ton ile Çin yapmaktadır. Çin'den sonra Türkiye 223 bin ton ile 2. sırada, Japonya 205 bin ton ile 3. sırada, Hindistan 149 bin ton ile 4. sırada ve 84 bin ton ile de BAE (Birleşik Arap Emirlikleri) 5. sırada gelmektedir. Türkiye, susam üretiminde dünya sıralamasının oldukça gerisinde kalmasının sonucu olarak susam ithalatında ilk sıralarda yer almaktadır. Ayrıca Hindistan, dünya susam üretimi ve ihracatında önde gelen ülkeler sıralamasında ilk 5'e girmesine rağmen en fazla susam ithal eden ülkelerden de birisidir. Dünyadaki toplam susam ihracatı 2020 yılında bir önceki yıla göre %25'lik artış ile 2 milyon ton olmuştur. Dünyada en fazla susam ihraç eden ülkeler sıralamasında Sudan 483 bin ton ile ilk sırada yer alırken, bunu Hindistan, Nijerya, Etiyopya, Tanzanya ve Myanmar izlemektedir (TRADEMAP 2022). Türkiye'de yıllar itibariyle ekim alanlarındaki azalmalar üretim miktarını da etkilemekte ve üretimin azalmasına neden olmaktadır. 2010 yılında 318 bin da olan susam ekim alanı 2021 yılında yaklaşık %20'lik bir azalmayla 254,8 bin da alana düşmüştür. Ekim alanlarının azalmasının yanı sıra girdi fiyatlarının yüksekliği, cazip ürün destekleriyle başka ürünlere olan yönelim, kuraklık, hastalık ve zararlılar nedeniyle verim kayıpları da yaşanmakta ve üretimde azalmalar meydana gelmektedir. Verim değerleri ise susamda 2010 yılında 74 kg/da iken yıllar içerisinde azalmalar olsa da 2021 yılında 70 kg/da olmuştur. Dünya susam verimi ortalaması ise 49 kg/da'dır (TÜİK 2022). Türkiye'de susam verimi dünyadaki verim ortalamasının üstünde kalmasına rağmen yıllar itibariyle susam ekim alanlarında beklenen artışın gerçekleşmediği görülmektedir. Bu durumun oluşmasının en büyük nedenleri arasında kapsül çatlatan ve hasat olgunluğuna geldiğinde tohumlarını döken susam çeşitlerinin yaygın kullanılması sonucu hasat harman işlemlerinin el emeğine dayanması ve artan işçilik maliyetleri sayılabilir. Nitekim Sudan ve Tanzanya gibi iş gücü maliyetlerinin düşük olduğu ülkelerde susam ekim alanının arttığı görülmektedir.

Türkiye susam ithalat ve ihracat miktarları 2013 yılından itibaren artış eğiliminde olmasıyla birlikte hem ithalat hem de ihracatın en yüksek seviyeye ulaştığı yıl 2020 yılı olmuştur. Türkiye'nin 2010 yılındaki susam ithalatı 102 bin ton iken yıllar içerisinde ithalat miktarı artış göstererek 2021 yılında 201 bin tona ulaşmıştır. Yıllar itibariyle Türkiye'de susam tüketiminin giderek arttığı, üretim miktarının sabit bir seyir izlediği ve bu açığın ithalat yoluyla kapatıldığı görülmektedir (TRADEMAP 2022).

2.2. Susamda Genetik ve Makinalı Hasat Üzerine Çalışmalar

Langham vd. (1946) tarafından yapılan bir çalışmada susamda makinalı hasada uyum için 5 tane önemli kapsül özelliği tanımlanmıştır. 1) kapsül açıklığı; kapsüller uçtan az miktarda açılmalı, kapsüller çok açıksa tohumların dökülme olasılığı da o ölçüde yükselir, ancak sadece hafifçe açılırsa kapsül içinde tohumlar kalabilir. 2) karpellerin ayrılması; tohumların kapsüle tutunmasında değil de hasat sırasında önemli bir özelliktir. Hasatta karpellerin kolayca ayrılarak tohumların yalancı membrandan dışarı çıkması istenir. 3) kapsül sıklığı; kapsüller kurudukça kapsülde ve tohum yatağında daralma meydana gelebilir, bu durum hasat sırasında tohumların kapsülden ayrılamamasına neden olabilmektedir. Bu yüzden kapsüller hasat sırasında kolayca tohumdan ayrılabilir olacak sıklıkta olmalıdır. 4) membran durumu; karpellerin içindeki yalancı membranlar mümkün olduğunca bir bütün halinde ve karpeller ile bağlantılı şekilde bulunmalıdır. 5) plasenta bağı; tohumların plasentaya bağı mümkün olduğunca sıkı olmalıdır. Plasenta bağı ne kadar sıkı olursa tohum dökme ihtimali o ölçüde azalmaktadır.

Öztürk ve Yıldız (1995) yapmış oldukları çalışmada, üç farklı susam hasat ve harman yöntemi kullanılmıştır. Kapsül çatlatan susam çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada; birinci yöntemde susam, yaygın olarak uygulanmakta olan geleneksel elle hasat metoduyla hasat ve harman edilmiştir. İkinci yöntemde susam makine ile hasat ve elle harman metodu denenmiştir. Üçüncü olarak da tam mekanizasyon uygulanmış, bir başka deyişle susam parsel biçerdöveri ile hasat ve harman edilmiştir. Birinci yöntemde, elle sökülen susamlar önce demet yapılmış, ardından baskıya alma ve gümül işlemlerine tabi tutularak geleneksel yöntemlerle hasat işlemleri gerçekleştirilmiş ve maliyeti hesaplanmıştır. İkinci yöntemde, hasatta çayır biçme makinası ve kanatlı orak makinası kullanılmıştır. Söz konusu makinalarla kesim işlemlerinden sonraki aşamada geleneksel hasat yönteminde olduğu gibi işlemler elle yapılmıştır. Üçüncü yöntemde ise biçerdöver ile tam bir mekanizasyon uygulanmıştır. Maliyet olarak kullanılan makinaların kiralama bedelleri dikkate alınmıştır. Elle hasat yönteminde en az tohum kaybı olduğu gözlemlenmiş ve ekonomik analiz sonucunda en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

Susam çiçekleri sabahın erken saatlerinde açtığından dişi (ana) olarak seçilen çiçeklerin önceden tomurcuk halindeyken emasküle edilmesi gerekmektedir. Susamda dölleme tozlaşmadan yaklaşık 5.5 saat sonra başlamakta ve yaklaşık 11 saat sonra tamamlanmaktadır. Döllemesi tamamlanan çiçekte, 36 saat sonra dişik borusunun yumurtalık ile birleşmesine yakın yerden kırılarak dökülmeye başladığı, ancak döllemenin olmadığı ya da eksik olduğu durumlarda ise dişik borusunun daha uzun süre canlı kalarak polen beklediği gözlemlenmiştir. Rüzgarın da yardımıyla çiçek açtıktan 12 saat içerisinde taç yaprakların tamamına yakınının döküldüğü ifade edilmiştir. Kapsül gelişimi ise tozlaşma olduktan sonraki 4. günden itibaren başlamakta ve 30. günde maksimum büyüklüğe ulaşmaktadır. Ayrıca, tozlaşma ile uyarılmış fakat döllememiş yumurtalarda karpel gelişimi başlamış, fakat gelişme kısa bir süre sonra durduğu belirtilmiştir (Baydar vd. 1996).

Yapılan melezleme çalışmaları ile susamda; bikarpel kapsül tipinin quadrikarpel kapsül tipine, dallanan sap tipinin dallanmayan sap tipine, yaprak koltuğunda oluşan tek kapsüllülüğün üç kapsüllülük üzerine, loblu yaprak şeklinin basit veya oval yaprak şekli üzerine, renkli tohum kabuğunun renksiz tohum kabuğuna, tüylülük özelliğinin tüysüzlük üzerine dominant olduğu rapor edilmiştir. F₂ generasyonlarında ise yukarıda verilen bütün özelliklerin 3:1 açılım oranına uyduğu ve monogenik kalıtım gösterdiği ifade edilmiş olup, sadece tohum kabuğu rengi için 3:1 açılım oranının yanı sıra 9:3:4 ve 9:4:3 gibi epistatik açılımlar da gözlemlenmiştir. Ayrıca, oleik ve linoleik asit üzerine maternal etki yüksek iken sitoplazmik etki önemsenmeyecek ölçüde olduğu belirtilmiştir (Baydar ve Turgut, 2000).

Susamda geleneksel yöntemlerle hasat ile biçerbağlar orak makinası yardımıyla hasat edilme olanakları kıyaslandığı bir çalışmada hasatta biçerbağlar orak makinası kullanmanın iş gücü ve zamandan tasarruf sağladığı ifade edilmiştir (Uğurluay, 2002).

Hibrit gücünün kullanılması, diğer birçok üründe olduğu gibi susamda da verimliliği artırmanın bir yoludur. Hindistan Tarımsal Araştırma Konseyi tarafından susamda verimi arttırmanın bir yolu olan hibrit gücünden yararlanmak için bir proje başlatılmıştır. 2625 germplazm hattı ile yapılan çalışmada tam diallel, yarım diallel ve line x tester yöntemlerine göre kombinasyon melezlemeleri yapılmıştır. Tohum verimi için %9.5 ile %327 arasında heterosis gözlemlenmiştir (Duhoon 2004).

İndeterminate büyüme formuna sahip susamların determinate susamlara kıyasla verim bakımından daha üstün oldukları bilinmektedir. Determinate susamların çiçeklenme periyodunun daha kısa ve daha erkenci oluşlarından dolayı ıslah programlarında önemli bir yere sahip olduğu rapor edilmiştir. Determinate susamların kısa bitki boylarına sahip olması susamda yaşanan yatma problemini gidermede kullanılabileceği, ayrıca sıra arası mesafenin kısaltılıp bitki yoğunluğunun da arttırılarak determinate susamların verim sorununun önüne geçilebileceği ifade edilmiştir. Determinant susamların indeterminate susamlarla melezlenerek kötü etkilerinin ortadan kaldırılabileceği belirtilmiş olup, moleküler markerlerin bu kötü etkilerin üstesinden gelmede kullanılabileceği bildirilmiştir (Uzun ve Çağırhan 2006).

Susamda tohum kabuğu rengi üzerine yapılan bir çalışmada beyaz rengin resesif homozigot özellik gösterdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, farklı renklerde susam hatları kullanarak yaptıkları beş farklı kombinasyondaki melezlerde üç tanesinde tek gen etkisi gözlenirken diğerlerinde iki genin kontrolünde olduğunu rapor etmiştir. Beyaz ve siyah ebeveynleri melezlediklerinde F_2 'de beyaz, siyah, kahverengi ve kahverengimsi renklerin oluştuğu gözlenirken, kahverengi ve beyaz ebeveynleri melezlediklerinde F_2 'de 3:1 açılımına uygun olarak kahverengi ve beyaz ebeveynlerin oluştuğunu bildirilmiştir. Çalışmada aynı tohum rengine sahip bireylerin farklı genotipik yapıya sahip olabileceği ifade edilmiştir (Falusi 2007).

Susamda tüylülüğün (gövde, yaprak ve kapsül tüylülüğü) ve yaprak koltuğunda oluşturduğu kapsül sayısının kalıtımını araştırmak için yapılan çalışmada Muganlı-57, ACS 82, ACS 114 ve ACS 139 genotipleri melezlenmiştir. Tüylülüğün kalıtımı için, tüysüz olan Muganlı-57 (♀) ile kapsül, yaprak ve gövde üzerinde yüksek tüylülük olan ACS 82 (♂) melezlenmiştir. Yaprak koltuğunda oluşturduğu kapsül sayısının kalıtımı için, bir kapsül oluşturan Muganlı-57 (♀) ile üç kapsül oluşturan ACS 114 (♂) ve ACS 139 (♂) genotipleri melezlenmiştir. Çalışma sonucunda tüylülüğün tüysüzlüğe, tek kapsüllüğün üç kapsüllüğe dominant ve her iki özelliğin de tek gen kalıtımı gösterdiği ve F_2 generasyonunda bütün melezlerin ki-kare testi sonucunda 3:1 açılım oranına uyum sağladığı belirtilmiştir (Yol ve Uzun 2011).

Bitki ıslahında sıra dışı karakterin kullanılması genetik ilerlemenin sürdürülmesinde oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Mor renk susam da istisna bir karakter olup gövde, kapsül ve yapraklarda nadiren görülür. Yüksek antioksidan içeriğine sahip olan mor renkli susamlar ticari üretime uygundur. Bu özelliğin genetik davranışını anlamak için yapılan çalışmada yeşil renge sahip Muganlı-57 ile mor renkli ACS 70 hattı melezlenmiş olup, oluşan F_1 bitkilerinin tamamının mor renkli olduğu tespit edilmiştir. F_2 deki yeşil bitkiler F_3 generasyonuna taşındığında açılım göstermezler iken mor renkli bitkiler F_3 'de 3:1 oranında açılım göstermişlerdir. Bu sonuçlar bize sıra dışı bir özellik olan susamda mor rengin yeşil renge baskın ve tek gen ile kontrol edildiğini göstermiştir (Yol vd. 2013).

Vurarak ve Bilgili (2014) tarafından yapılan bir çalışmada Adana'nın susam üretim alanları bakımından son 30-40 yıl içinde çok ciddi gerilemeler yaşayan bir il olduğunu belirtmişlerdir. Adana 1970'li yıllarda susam üretiminde birinci sırada yer alırken, 2000'li yıllarda son sıralarda olduğunu belirtmişlerdir. Üreticiler, susam gibi hasadı el işçiliğine dayalı ürünler yerine mekanize olan ürünleri tercih etmektedirler. Denemede makinalı hasatlarda susam aksamına göre düzenlenmiş bir biçerbağlar

kullanmışlardır. Belirli dönemlerde el ve makina ile yapılan hasatları, kalite ve işletmecilik değerleri bakımından karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak geleneksel hasada alternatif olarak el işçiliğine karşı 10 kat daha az zaman gereksinimi olan biçme ve bağlama sistemlerini içeren yarı mekanize sistemin, susamın tam hasat olgunluk döneminden 3-5 gün önce kullanılabilceğini tespit etmişlerdir. Geleneksel yöntem olan elle hasat ile tam olgunluk döneminden 3-5 gün önce makina ile hasat edilen susamın ürün maliyetine bakıldığında ise; makinalı hasatlarda 1.01-0.87 TL kg-1, geleneksel hasatlarda ise 1.47-1.20 TL kg-1 arasında maliyetinin değiştiğini tespit etmişlerdir.

Lee ve Noh (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, kapsülleri çatlamayan susam tipleri için harman makinesi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Geliştirilmiş susam harmanlama sistemi kullanılarak iki tip susam (kapsülleri çatlamayan ve çatlatan) test edilmiştir. Geleneksel susam hasadında, parmaklı ve pervazlı tip dövücülerde dönme hızı farklılık göstermemiştir. Çatlamaya dayanıklı susamlarda silindir dönme hızının artışı ile susam tanelerinde zedelenme oranının arttığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar etkili bir harman makinesinin yapımı için kullanışlı bulunmuştur.

Heterosisin susamdaki verimi artırmak için potansiyel bir teknik olduğu bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada erkek ebeveyn (baba) olarak 24 farklı susam genotipi ve dişi ebeveyn (ana) olarak bölgede kabul görmüş 3 yerel çeşit kullanılmıştır. Toplamda 38 hibritten 8 özellik (tane verimi, %50 çiçeklenme gün sayısı, fizyolojik olum gün sayısı, bitki boyu, yan dal sayısı, 1000 tohum ağırlığı, kapsül sayısı, kapsül uzunluğu) değerlendirilmiştir. İncelenen bütün özellikler için susam melezleri arasında oldukça önemli farklılıklar bulunmuştur. Ayrıca, tane verimi açısından 2 melez JCS 1020 x AT 213 ve Swetha x US 07-023, sırasıyla %52 ve %39'luk en yüksek heterosis kaydedilmiştir (Rani vd. 2015).

Vurarak vd. (2017) yapmış oldukları çalışmada materyal olarak Orhangazi-99 susam çeşidini kullanmıştır. Susamda tam olgunluk döneminden 3-5 gün önce biçerbağlarla yapılacak yarı mekanize hasadın, elle tam olgunluk döneminde yapılan hasada göre %7,52 ve elle tam olgunluk öncesi yapılan hasada göre ise de %15.9 oranında ürün kayıplarına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca tam olgunluk döneminden 3-5 gün öncesinde biçerbağlarla ile yapılacak yarı mekanize hasatta yaşanan verim kaybı olan %7.52 oranının, susam hasadının mekanize olması yolunda göz ardı edilebilecek bir kayıp olarak değerlendirilebileceği ifade edilmiştir. Ancak, yarı mekanize hasat için uygun çeşitlerin (yan dal sayısı az, yaprak ayası dar, bitki boyu kısa, hasat zamanı yapraklarının çoğunu döken ve alt kapsül bağlama yüksekliği en az 30 cm olan) kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Susamda kapsül çatlatma, hasatta %50'den fazla verim kaybına neden olduğu bilinmektedir. Kapsül çatlatma durumlarının kalıtımının çalışıldığı bir çalışmada; uçtan açılan ve tohum dökmeyen susam tipi Cplus1 (Sh1Sh1Sh2Sh2) ile kapsül çatlatan susam tipi KUAOX25 (sh1sh1sh2sh2) melezlenmiş ve hem genetik kalıtımı çalışılmış hem de SCAR markerlerini belirlemek için BSA (Bulked segregant analysis) ve AFLP moleküler markırlar kullanılmıştır. F₂ popülasyonunda bitkiler tohum döküp dökmemelerine göre sınıflandırılmış ve ki-kare testi sonucunda 15:1, 9:7 ve 3:1 oranında açılımlar elde edilmiştir. Uçtan çatlatan ve tohum dökmeyen susam tipinin duplicate resesif iki gen ile idare edilebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca 192 AFLP pirimer kombinasyonu taranmış ve 9 farklı bant deseni tanımlanmıştır. Tanımlanmış olan bu AFLP'lerden biri olan Si-SR-

32-19 SCAR markeri uçtan çatlayan ve tohum dökmeyen susam tipleri ile tohum çatlatan tipleri birbirinden ayırmada kullanılabileceği ifade edilmiştir (Phumichai vd. 2017).

Susamda uzun ve yoğun kapsül özelliğinin verim ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Seyrek ve kısa kapsül özelliğindeki Muganlı-57 (♀) ile uzun ve yoğun kapsül özelliğindeki ACS 352 (♂) melezlenerek uzun ve yoğun kapsül özelliğinin genetik ilişkisi araştırılmıştır. F₁'de uzun ve yoğun kapsül özelliğinin seyrek ve kısa kapsül özelliğine dominant olduğu gözlemlenmiştir. F₂'de 12:3:1 açılım oranıyla uzun kapsül karakterinin yoğun kapsül üzerinde epistasis ile baskın olduğunu ortaya konulmuştur. Dominant Ln geni (uzun kapsül özelliği), dn geninin (seyrek kapsül özelliği) etkilerini maskeleyiği görülmüştür. F₂'de beklenen 12:3:1 açılım oranı F₃'de doğrulanmıştır. Çalışma sonucunda ideal bitki tipine ulaşmak için seleksiyonda uzun ve yoğun kapsüllü susam tipine öncelik verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca kapsül üzerinde oluşan oyuk çizgi sayesinde morfolojik olarak kolaylıkla ayırt edilebileceği raporlanmıştır (Yol vd. 2017).

Yol ve Uzun (2019) yapmış oldukları çalışmada, kapsül çatlatan Muganlı-57 (♀) ile kapalı kapsüllü ACS 344 (♂) genotipi melezlenmiştir. F₁ döllerindeki sonuçlar kapsüldeki çatlatma özelliğinin kapalı kapsül özelliğine dominant olduğunu göstermiştir. F₂ popülasyonunda 3:1 açılım (segregasyon) oranına uyduğu ve kapalı kapsüllülük özelliğinin tek çekinik gen tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir.

2.3. Susamda Çeşit Verim ve Adaptasyon Çalışmaları

Uzun (1997) tarafından yapılan çalışmada, 20 farklı susam çeşit ve hattının agronomik özellikleri, kalıtım dereceleri, verim ve verim bileşenleri belirlenmiştir. Bitkideki kapsül sayısının 27.60 ile 89.00 adet/bitki arasında değiştiğini ve en yüksek değer ZMZ-0830 hattına ait olduğu rapor edilmiştir. Kapsülde dane sayısının 62.70 ile 81.40 adet/kapsül arasında değiştiğini ve en yüksek değer KURS-6022 hattına ait olduğu bulunmuştur. 1000 tohum ağırlığının 2.120 ile 3.595 g arasında değiştiğini ve en yüksek değer Muganlı-57 çeşidine ait olduğu kaydedilmiştir. İlk kapsül yüksekliğinin 31.00 ile 83.30 cm arasında değiştiğini ve en yüksek değer Burirum hattına ait olduğu belirtilmiştir. Bitki boylarının 97.70 ile 130.7 cm arasında değiştiğini ve hat/çeşitler arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Yağ oranlarının %41.69 ile %61.76 arasında değiştiğini ve en yüksek değer Muganlı-57 çeşidine ait olduğu ifade edilmiştir. Tek bitki veriminin ise 3.80 ile 10.95 g arasında değiştiğini ve en yüksek değer ZMZ-0830 hattına ait olduğu rapor etmiştir. Yapılan korelasyon ve path katsayısı analizleri neticesinde, tane verimini etkileyen en önemli özelliğin bitkideki kapsül sayısı olduğu belirlenmiştir.

Uzun ve Çağırğan (2001) Akdeniz ekolojisinde ikinci ürün şartlarında Muganlı-57 çeşidi ve Det 11-144 ve ZMZ-0830 mutant hatlarıyla yürüttükleri çalışmada; sıra üzeri 10 cm sabit tutulup, sıra arası 40 ve 80 cm mesafeler karşılaştırılmıştır. Bitki boyunun 93.7 ile 120 cm arasında, 1000 tohum ağırlığının 2.6 ile 4.49 g arasında, kapsül sayısının 61.2 ile 64.1 adet/bitki arasında, verimin ise 59.9 ile 126 kg/da arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Determinant ve indeterminate tiplerin sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde karşılaştırıldığı çalışma sonucunda; 40 cm sıra arası Det 11-144 mutant hattının, 80 cm sıra arası ise Muganlı-57 çeşidinin üstünlük sağladığı belirtmişlerdir.

Kilis ve çevresinden toplanan 12 adet yerel susam popülasyonlarının bazı morfolojik özellikleri belirlenmiş ve tohumlarının biyokimyasal analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda; bitki boylarının 60.00 – 83.6 cm arasında ve dal sayısının 4.2 – 9.4 adet/bitki arasında değiştiği belirtilmiştir. Bitkideki kapsül sayılarının 38 – 163.8 adet/bitki ve kapsül boylarının 23.7 – 28.06 mm arasında değişiklik gösterdiği kaydedilmiştir. Kapsüldeki karpel sayısının 2 – 3.4 karpel/kapsül ve kapsüldeki dane sayısının 42 – 72.8 adet/kapsül arasında değiştiği rapor edilmiştir. İlk kapsül yüksekliğinin 18.8–32.2 cm arasında ve 1000 tohum ağırlığını 2.76–3.96 g arasında değiştiği ifade edilmiştir. Tek bitki verimlerinin ise 6.36–35.14 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Tohumların biyokimyasal analizleri sonucunda ise, sabit yağ oranlarının %26.67 ile %33.96 arasında ve protein oranlarının %19.81 ile %24.45 arasında değiştiği kaydedilmiştir. Ayrıca yağ asitleri kompozisyonlarında ise palmitik asit değerlerinin %7.83 ile %9.46 arasında, stearik asit değerlerinin %5.40 ile %6.09 arasında, oleik asit değerlerinin %43.51 ile %49.05 arasında, linoleik asit değerlerinin %36.10 ile %39.80 arasında ve araşidik asit değerlerinin ise %0.31 ile %0.57 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Cürat 2010).

Öz ve Karasu (2010) yapmış oldukları çalışmada, 7 adet genotipin iki yıllık verim ve bazı verim özelliklerini incelemişlerdir. İlk yıl çalışmalarında bitki boyu ortalamasını 118.1 cm, dal sayısı ortalamasını 4 adet, 1000 tohum ağırlığının ortalaması 3.4 g, bitki başına kapsül sayısı ortalamasını 84.9 adet, tane verim ortalamasını 83.00 kg/da olarak belirtmişlerdir. İkinci yıl ise bitki boyu ortalamasını 101.7 cm, dal sayısı ortalamasını 5.4 adet, 1000 tohum ağırlığının ortalamasının 3.6 g bitki başına kapsül sayısı ortalamasını 107.8 adet, tane verim ortalamasını 92.4 kg/da ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda Bursa koşullarında özellikle sulanmayan alanlar için Orhangazi 99 ve Cumhuriyet 99 çeşitlerini önerdiklerini ifade etmişlerdir.

Ulukütük (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, Kilis bölgesinden toplanan 10 adet susam popülasyonunun verim ve kalite parametreleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda; bitki boyunun 60.60 cm ile 67.36 cm arasında, dal sayısının 3.6 adet/bitki ile 5.7 adet/bitki arasında, bitkide kapsül sayısının 28.30 adet/bitki ile 54.26 adet/bitki arasında, kapsülde tane sayısının 28.30 adet/kapsül ile 55.90 adet/kapsül arasında, bitkide ilk kapsül yüksekliğinin 23.73 cm ile 27.73 cm arasında, 1000 tohum ağırlığının 2.56 g ile 3.84 g arasında, tohumlarda sabit yağ oranının %30.16 ile %40.36 arasında, dekara tohum veriminin 13.51 kg/da ile 23.32 kg/da, protein oranının da %19.60 ile %24.85 arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Tan (2011) Ege Bölgesine uygun susam çeşit ve hatlarını belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, 2007 ve 2008 yıllarında ülkemizdeki bazı sarı ve beyaz susam grubunda tescilli çeşitler ve çeşit adaylarını değerlendirmiştir. Sarı susam grubundaki denemelerde en kısa çiçeklenme gün sayısı 31 gün ile 2007 yılında Orhangazi 99 ve TUR-S-209'dan elde edilmiş olup, en uzun çiçeklenme gün sayısı ise 39 gün ile 2008 yılında TUR-S-90, Orhangazi 99 ve Özberk 82 çeşitlerinde bulunmuştur. Beyaz susam grubunda en kısa çiçeklenme gün sayısı 2007 yılında 31 gün ile TUR-S-215 ve TUR-S-211 elde edilmiş olup, en uzun çiçeklenme gün sayısı ise 37 gün ile 2008 yılında Tan 99, TUR-S-215, Osmanlı 99 ve Kepsut 99 çeşitlerinden elde edilmiştir. En kısa fizyolojik olum gün sayısı 2008 yılında 89 gün ile TUR-S-50 ve en uzun fizyolojik olum gün sayısı 95 gün ile Kepsut 99 çeşidinde 2007 yetiştirme sezonunda elde edilmiştir. Her iki yetiştirme sezonunda sarı susam grubunda 1000 tohum ağırlığı maksimum 3.93 g ile Muganlı-57 ve

minimum 2.97 g ile TUR-S-204 çeşidinde belirlenmiştir. Beyaz susam grubunda ise en yüksek 1000 tohum ağırlığı 4.00 g ile TUR-S-50 ve minimum 3.17 g ile Tan 99 çeşidinde bulunmuştur. Denemelerde beyaz ve sarı susam grubunda en yüksek bitki boyu 2007 yılında 170.5 cm ile TUR-S-90 ve en düşük bitki boyu 2008 yılında 96.8 cm ile Osmanlı 99 çeşidinde bulunmuştur. Sarı susam grubunda maksimum yağ oranı %60.17 ile Orhangazi 99 ve TURS-204'dan elde edilirken, minimum %53.17 ile Özberk-82 çeşidinde belirlenmiştir. Beyaz susam grubunda ise yağ oranı maksimum %61.80 ile Tan 99 çeşidinde, minimum %54.67 ile Kepsut 99 çeşidinde belirlenmiştir. Sarı susam grubundaki en yüksek verim değerleri; 2007 yılında 247 kg/da ile TURS- 90'dan, 2008 yılında ise 282 kg/da Muganlı-57 ve 272 kg/da ile Tur-S-205'ten elde edilmiştir. Beyaz susam grubundaki en yüksek verim değerleri; 2007 yılında TUR-S-50'den 251 kg/da ve TUR-S-212'den 258 kg/da olarak belirlenmiş olup, 2008 yılında ise TUR-S-211'den 279 kg/da olarak elde edilmiştir. Beyaz susam ve sarı susam grubundaki en düşük verim değerleri 149 kg/da ve 170 kg/da olarak sırasıyla Osmanlı 99 ve Özberk 82 çeşitlerinden elde edilmiştir.

Teksel seleksiyon yöntemiyle seçilen bazı susam çeşit ve genotiplerinin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki potansiyellerini belirlemek amacıyla iki yıl ve iki ayrı lokasyonda çalışmalar yürütülmüştür. 2010 yılında 13 genotip ile GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Talat Demirören Araştırma İstasyonunda kurulan denemede; en yüksek verim 119.7 kg/da ile Viranşehir 1 genotipinden elde edilmişken, en düşük verim 55.7 kg/da ile Gölmarmara çeşidinden elde edilmiştir. Aynı yıl Gündaş Araştırma İstasyonunda kurulan denemede ise en yüksek verim 154.8 kg/da ile Arslanbey çeşidinde elde edilirken, en düşük verim ise 66.7 kg/da ile Baydar-2001 çeşidinde rapor edilmiştir. 2011 yılında 15 genotip ile GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Talat Demirören Araştırma İstasyonunda kurulan denemede; en yüksek verim 124.3 kg/da ile Arslanbey çeşidinde, en düşük verim 20.7 kg/da ile Muganlı-57 çeşidinde belirlenmiştir. Aynı yıl Gündaş Araştırma İstasyonunda kurulan denemede ise en yüksek verim 145.6 kg/da ile Arslanbey çeşidinden elde edilirken, en düşük verim 39.8 kg/da ile Özberk-82 çeşidinde rapor edilmiştir. Araştırma sonucunda 112.2 ile 154.8 kg/da arasında verim veren Arslanbey çeşidi, ikinci ürün susam yetiştiriciliğinde Şanlıurfa iklim ve toprak koşullarında rahatlıkla önerilebileceği ifade edilmiştir (Arslan vd. 2014).

Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan 21 adet genotip ve 3 adet çeşitte bazı özellikleri belirlenmiştir. Bitki boylarının 65.00 - 117.90 cm arasında ve ilk çiçeklenme gün sayılarının 32 - 49 gün arasında değiştiği ifade edilmiştir. Kapsül oluşum gün sayılarının 38 - 54 gün arasında ve olgunlaşma gün sayılarının 118 - 142 gün arasında değiştiği belirtilmiştir. İlk kapsül yüksekliklerinin 14.67 - 47.73 cm arasında ve kapsül başına tohum sayılarının 60.70 - 74.67 adet/kapsül arasında değiştiği kaydedilmiştir. 1000 tohum ağırlıklarının 2.71 - 3.85 g arasında ve kapsül uzunluklarının 22.73 - 30.70 mm arasında değiştiği ifade edilmiştir. Kapsül sayılarının 48.70 - 203 adet/bitki arasında ve bitki başına tohum verimlerinin 9.60 - 28.87 g arasında değiştiği rapor edilmiştir. Dekara tohum verimlerinin 546.67 - 1649.57 kg/ha arasında ve yağ oranlarının ise %40 ile %46.33 arasında değiştiği belirlenmiştir (Toprak 2017).

Bakal vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, tescil edilmiş 16 adet susam çeşidi ve 1 yerel genotipin Çukurova bölgesinde ikinci ürün koşullarında bazı tarımsal ve kalite özellikleri belirlenmiştir. Bitki boyları 207.4-161.2 cm arasında değişmiş ve en yüksek bitki boyu 207.4 cm ile Batem-Aksu çeşidi bulunmuştur. Dal sayıları 3.5-1.4 adet/bitki

değişmiş ve en yüksek dal sayısı 3.5 adet/bitki ile Boydak çeşidi rapor edilmiştir. Bitki başına kapsül sayısı değerleri 117.2-60.3 adet/bitki arasında değişmiş ve en yüksek kapsül sayısı 117.2 adet/bitki ile Arslanbey çeşidinde belirlenmiştir. 1000 tohum ağırlığı değerleri 3.94-2.97 g arasında değişmiş ve en yüksek 1000 tohum ağırlığı 3.94 g ile Muganlı-57 çeşidi kaydedilmiştir. Tohum verimi değerleri 152.1-97.7kg/da arasında değişmiş ve en yüksek tohum verimi 152.1 kg/da ile Orhangazi 99 çeşidinde gözlemlenmiştir. Yağ oranı değerleri %50.9-44.2 arasında değişmiş ve en yüksek değer %50.9 kg/da ile Cumhuriyet-99 çeşidinde, protein oranı değerleri ise %22.2-20.9 arasında değişmiş ve en yüksek değer %22.2 ile Baydar-2001 çeşidinde ölçülmüştür. Ayrıca çalışma sonucunda tohum verimi bakımından Orhangazi-99, Boydak ve Muganlı-57 çeşitleri ilk sıralarda yer almıştır. Tescilli çeşitlerin bölgede üretimi yapılan sarı susam genotipinden daha yüksek verimli oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu çeşitlerin ikinci ürün koşullarında Çukurova Bölgesinde rahatlıkla üreticilere önerilebilecekleri sonucuna varılmıştır.

Diyarbakır-Kayapınar ekolojisinde, 10 susam çeşidinin 2017 yılı içerisinde ikinci ürün koşullarında tarımsal ve kalite özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; bitki boyları 174.6-133.2 cm arasında değişmiş ve en yüksek değer 174.6 cm ile Özberk-82 çeşidinde, yan dal sayıları 7.90-2.93 adet/bitki arasında değişmiş ve en yüksek değer 7.90 ile Hatipoğlu çeşidinde gözlemlenmiştir. Bitkideki kapsül sayıları 162.3-97.4 adet/bitki arasında değişmiş ve en yüksek değer 162.3 adet/bitki ile Tanas çeşidinde, kapsülde tohum sayısı 81.66-66.24 adet/kapsül arasında değişmiş ve en yüksek değer 81.66 adet/kapsül ile Cumhuriyet 99 çeşidinde belirlenmiştir. Kapsül uzunluğu 3.55-3.08 cm arasında değişmiş ve en yüksek değer 3.55 cm ile Arslanbey çeşidinde, 1000 tohum ağırlığı 4.30-3.66 g arasında değişmiş ve en yüksek değer 4.30 g ile Hatipoğlu çeşidinde bulunmuştur. Tohum verimi 247-127.9 kg/da arasında değişmiş ve en yüksek değer 247 kg/da ile Boydak çeşidinde, yağ oranı %38.1-33.8 arasında değişmiş ve en yüksek değer Orhangazi-99 çeşidinde gözlemlenmiştir. Yağ verimi ise 89.6-43.2 kg/da arasında değişmiş ve en yüksek değer 89.6 ile Boydak çeşidinde tespit edilmiştir. Diğer çeşitlere göre en yüksek tohum (247.41 kg/da) ve yağ verimine (89.66 kg/da) sahip Boydak çeşidi ikinci ürün şartlarında Diyarbakır iklim ve toprak koşullarında susam yetiştiriciliğinde rahatlıkla tavsiye edilebileceği ifade edilmiştir (Bürkük ve Tunçtürk 2020).

Farklı kurumlar tarafından tescil edilmiş 9 adet tescilli susam çeşidi verim performansları bakımından, 2008-2012 yılları arasında değerlendirilmiştir. Antalya, Manisa, İzmir, Şanlıurfa/Koruklu ve Şanlıurfa/Tektek lokasyonlarında beş yıllık çalışma sonucunda; çevre şartlarının ikinci ürün susam yetiştiriciliğinde önemli olduğu belirtilmiş olup, Hatipoğlu ve Arslanbey çeşitlerinin Şanlıurfa'da ve Batem-Uzun çeşidinin ise Akdeniz ve Ege Bölgelerinde tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır (Yaşar 2020).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri

Çalışmalar Antalya koşullarında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tarla Bitkileri Bölümü'nün 30° 50' doğu boylamı 36° 52' kuzey enleminde yer alan ve deniz seviyesinden 15 m yükseklikte olan deneme alanlarında yürütülmüştür.

3.1.2. Genetik Materyal

Milli çeşit listesinde yer alan 5 adet tescilli susam çeşidi ile Yol ve Uzun (2012) tarafından tanımlanmış Akdeniz Susam Koleksiyonu içerisinde bulunan genotipler ve koleksiyona sonradan dahil edilen ABD orijinli ACS 407 ve ACS 408 (Şekil 3.1) genotipleri tez çalışmasının genetik materyallerini oluşturmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışma kapsamında kullanılan çeşit/genotipler ve orijinleri

Sıra No	Çeşit/Genotip	Orijini
1	ACS 38	Çin
2	ACS 408	ABD
3	ACS 407	ABD
4	ACS 127	Ürdün
5	ACS 118	İsrail
6	ACS 102	İsrail
7	ACS 86	İran
8	ACS 95	Irak
9	ACS 216	Türkiye
10	ACS 256	Türkiye
11	ACS 206	Türkiye
12	ACS 208	Türkiye
13	Batem-Uzun	Türkiye
14	Baydar-2001	Türkiye
15	Muganlı-57	Türkiye
16	Özberk-82	Türkiye
17	Batem-Aksu	Türkiye



Şekil 3.1. Biçerdöver ile tam mekanize hasada uygun ACS 408 genotipi

3.1.3 İklim Koşulları

Susamın vejetasyon süresi boyunca toplamda 2700 °C sıcaklığa ihtiyaç duyduğu dikkate alındığında (Weiss 1971), çalışmaların yapıldığı Antalya'nın sıcaklık isteği bakımından susam yetiştiriciliği için son derece uygun bir ekolojiye sahip olduğu görülmektedir. Bölgede hem ana ürün hem de ikinci ürün koşullarında susam tarımı yapılmaktadır. Ana ürün koşullarında ekim zamanı yaklaşık olarak Nisan ayının sonu ile Mayıs ayının başında gerçekleştirilmektedir. İkinci ürün koşullarındaki ekim zamanı ise ön bitki hasadına bağlı olarak değişmekle birlikte ekseriyetle Haziran ayı içerisinde yapılmaktadır.

Çalışmanın verim denemeleri her iki yılda da ikinci ürün koşullarında Haziran ayında ekimleri yapılmış, Eylül-Ekim ayı içerisinde ise hasat-harman işlemleri tamamlanmıştır. Melezleme çalışmaları 2020 yılı Temmuz ayında yapılmış olup, F₂ ve F₃ kademesi popülasyonları 2021 yılı Haziran-Ekim dönemlerinde yetiştirilmiştir. Bu dönemlere ait iklim verileri T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı TİGEM-Boztepe Tarım İşletmesi Müdürlüğü/Antalya tarafından sağlanmıştır. Bitkilerde çiçeklenmenin devam ettiği dönemlerde en yüksek hava sıcaklığı 2020 yılında 41.3 °C olurken, 2021 yılında 44.9 °C olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Aylar itibariyle 2020-2021 yılları arası iklim verileri

Aylar	Hava Sıcaklığı (Ortalama) °C		Hava Sıcaklığı (Maksimum) °C		Hava Sıcaklığı (Minimum) °C		Nispi Nem (%)		Yağış (mm)	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Ocak	10.1	11.2	18.7	22.3	0.9	1.30	62.1	80.6	142.0	317.0
Şubat	11.1	12.3	22.2	26.8	0.6	6.75	78.4	72.2	97.0	26.0
Mart	13.6	12.6	24.4	23.3	2.8	1.70	74.8	67.4	22.0	35.0
Nisan	16.6	16.8	27.8	31.5	6.6	6.0	77.4	69.9	27.0	4.0
Mayıs	21.5	22.3	43.2	38.8	11.0	9.9	68.7	69.2	53.0	5.0
Haziran	23.8	25.0	40.4	41.9	12.7	12.9	70.8	66.1	1.0	18.0
Temmuz	28.6	29.7	41.3	43.8	18.5	19.0	70.4	55.4	0.0	0.0
Ağustos	28.4	28.3	41.0	44.9	17.8	17.6	66.26	59.0	1.0	1.0
Eylül	27.0	24.7	41.2	37.7	17.2	12.0	70.9	63.5	0.0	24.0
Ekim	22.0	20.6	38.1	33.4	12.2	10.7	75.1	53.3	26.0	14.0
Kasım	15.9	17.6	28.2	31.2	4.2	8.10	62.29	61.3	33.0	382.0
Aralık	13.3	13.3	22.5	21.3	5.2	4.50	65.3	68.7	440.0	236.0
Yıllık (Ortalama)	19.3	19.5	43.2	44.9	0.6	1.30	70.2	60.0	70.2	88.5

3.1.4 Deneme Arazisinin Toprak Özellikleri

Susamın yetiştirildiği deneme alanından 0-30 cm'den toprak örneği alınmış ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü–Toprak Analiz Laboratuvarında analiz edilmiştir (Çizelge 3.3). Sera çalışmalarında ise 40 cm yüksekliğinde ve 6 litre hacmindeki saksılarda 1:1:1 oranında hazırlanan Torf – Perlit – Kum karışımı kullanılmıştır.

Toprak analiz sonuçlarına göre; çalışmaların yapıldığı deneme alanın toprağı çok fazla kireçli ve tuzlu olmakla birlikte pH'si 8.3 olup alkali toprak sınıfına girmektedir. Arazinin toprak tekstürü (bünyesi) siltli killi tın olarak belirlenmiştir. Topraktaki fosfor değeri 3 ppm, potasyum değeri 271 ppm, kalsiyum değeri 4432 ppm, magnezyum değeri 427 ppm, demir değeri 8.10 ppm, çinko değeri 0.38 ppm, mangan değeri 6.07 ppm, bakır değeri 1.56 ppm ve organik madde değeri ise %1.9 olarak ölçülmüştür. Çizelge 3.3'ün incelenmesinden görüleceği üzere fosfor, magnezyum, demir, mangan ve bakır elementleri Toprak Analiz Laboratuvarının değerlendirmesine göre yeterli değerlerin dışında iken potasyum, kalsiyum ve çinko elementlerinin miktarı kabul edilebilir sınırlar içerisinde. Susamın genel olarak toprak istekleri bakımından fazla seçici olmadığı

dikkate alındığında çalışmalarda söz konusu deneme alanlarının kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3.3. Deneme alanının toprak özellikleri, makro ve mikro bitki besin elementleri

Ölçülen Parametreler	Değer (0-30 cm)	Değerlendirme
pH (1:2.5)	8.3	Alkali
Kireç (%)	28.1	Çok Fazla Kireçli
EC micromhos/cm (25°C)	848	Çok Fazla Tuzlu
Kum (%)	12	
Kil (%)	34	Siltli Killi Tın
Mil (%)	54	
Organik Madde (%)	1.9	Yeterli Değerler
Mevcut P ppm (Olsen)	3	20-25
Değişebilir K ppm	271	200-320
Değişebilir Ca ppm	4432	1440-6120
Değişebilir Mg ppm	427	117-400
Mevcut Fe ppm	8.10	2.5-4.5
Mevcut Zn ppm	0.38	$p \geq 1$
Mevcut Mn ppm	6.07	$p \geq 1$
Mevcut Cu ppm	1.56	$p \geq 1$

3.2.Metot

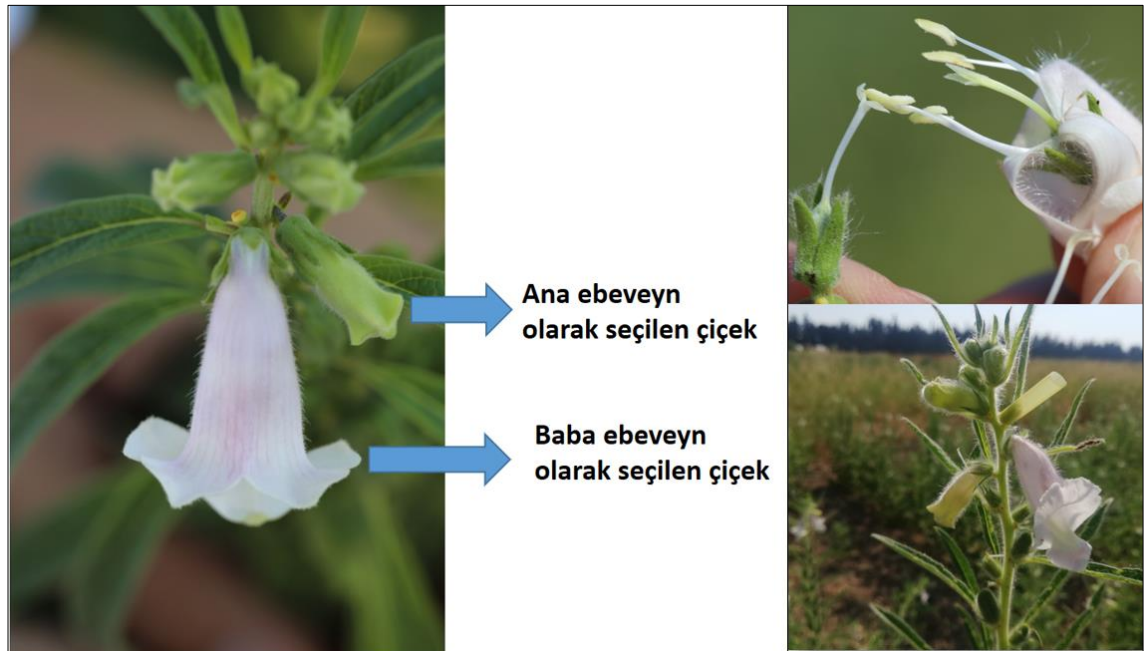
3.2.1. F₁, F₂ ve F₃ kademesinde Popülasyon Oluşturma

Tez çalışmasında, Batem-Uzun, Batem-Aksu, Muganlı-57, Baydar-2001 ve Özberk 82 ile ACS 408 genotipi melezlenerek F₁, F₂ ve F₃ kademesinde popülasyonlar oluşturulmuştur (Çizelge 3.4). Popülasyon oluşturmak için melezleme çalışmaları, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Tarla Bitkileri Bölümü'nün uygulama arazilerinde 2020 yılı Temmuz ayında yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Melezlemede kullanılan genotipler ve çaprazlamalar

Sıra No	Ebeveynler (♀ x ♂)
1	ACS 408 x Batem Uzun
2	ACS 408 x Batem Aksu
3	ACS 408 x Muganlı-57
4	ACS 408 x Baydar-2001
5	ACS 408 x Özberk-82

Melezleme çalışmaları için ana ebeveyn olarak seçilen bitkilerde; melezlemeden bir gün önce henüz açılmamış olan çiçeklerin petal yaprakları bir pens yardımıyla açılmış ve anterleri saplarından pens yardımıyla koparılarak (emaskulasyon) uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.2). Bu çiçekler daha sonra kolayca tespit etmek amacıyla etiketlenmiştir. Yabancı döllenmelerini ve kendilenmelerini önlemek amacıyla melezleme için seçilen çiçeklere pipet geçirilmiştir. Kullanılan pensler ebeveyn değiştirildiğinde %95'lik alkolde steril edilmiştir. Baba ebeveyn olarak seçilen bitkilerde ise; melezleme için sabah erken saatlerde toplanan henüz patlamakta olan anterler baba ebeveyn olarak seçilen bitkilerden kopartılarak petri kapları içinde toplanmıştır. Elde edilen polenler sabah emaskule edilen çiçekteki açılmış olan stigmalar üzerine hafifçe dokundurularak veya sürülerek melezleme işlemi tamamlanmıştır. Çiçek üzerindeki pipetler melezlemeden iki gün sonra toplanmıştır. Ayrıca melez yapılan ebeveynlerde kendileme için kendi çiçek tozları ile aynı işlemler yapılmıştır.

**Şekil 3.2.** Melezlemede kullanılan ebeveynlerin çiçekleri

İslah süresini kısaltmak amacıyla 2020 yılı yaz döneminde melezlenen bireyler hasat edildikten sonra aynı yıl 01.09.2020 tarihinde sera koşullarında saksılara tohum ekimleri yapılarak F_1 bitkileri yetiştirilmiştir (Şekil 3.3a). Ayrıca melezlemelerde ana ebeveyn olarak kullanılan ACS 408 hattının tohum kabuğu rengi beyaz renkte ve diğer baba ebeveynler açık kahverengi, koyu kahverengi ve sarı tohum kabuğu rengine sahip oldukları için, oluşan F_1 döllerinde melezlemenin doğru bir şekilde gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmiştir. F_1 döllerinde beyaz tohum kabuğu rengine sahip olan bireyler kendilendikleri için negatif seleksiyon uygulanmıştır. Fizyolojik oluma gelen bitkiler 18.12.2021 tarihinde ayrı ayrı hasat edilmiş ve kâğıt keselerde toplanan kapsüller etüvde 40°C 'de kurutulmuştur (Şekil 3.3b).



(a)



(b)

Şekil 3.3. F_1 bitkilerinin yetiştirilmesine ait görüntüler **a)** Serada F_1 bitkilerinin görünümü; **b)** F_1 bitkilerine ait kapsüllerin etüvde kurutulması

Batem-Aksu x ACS 408 melezinden gelen F_2 tohumları 15.02.2021 tarihinde tekrardan viyollere ekimleri yapıp fide haline getirilen 118 adet susam fidesi seraya şaşırtılmıştır (Şekil 3.4). Serada yetiştirilen F_2 bitkileri fizyolojik oluma geldiğinde, her bitkinin en alt bir kapsülü toplanarak 01.06.2021 tarihinde ayrı ayrı hasat edilmiştir. Tek tohum soyu (Single seed descent) yöntemine göre seleksiyon yapılmadan her bitkiden bir kapsül alınmıştır (Snape 1975). Yine aynı şekilde etüvde 40°C 'de kurutulmuştur.



Şekil 3.4. F_2 kademesinde popülasyonun seraya şaşırtılması

Ekim işlemine hazır olan F₃ tohumları 2021 yaz dönemi ikinci ürün koşullarında 24.06.2021 tarihinde ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.5a). Meleze giren ebeveynlerden her beş sırada birer sıra ekilerek F₃ kademesindeki bitkileri kıyaslama fırsatı elde edilmiştir (Şekil 3.5b). Böylelikle bir yılda Batem Aksu x ACS 408 melezinden bireyler F₃ kademesine kadar getirilmiştir.



(a)

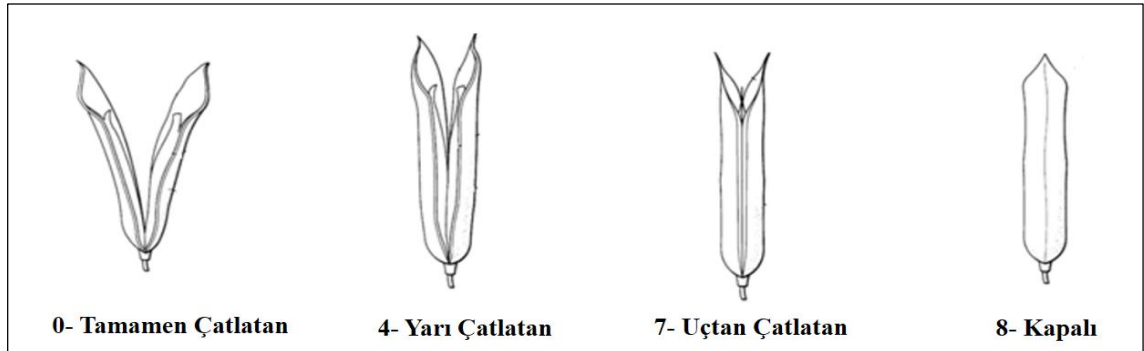


(b)

Şekil 3.5. F₃ popülasyonuna ait görüntüler; **a)** F₃ kademesi popülasyonun ekimi **b)** F₃ popülasyonun genel görünümü

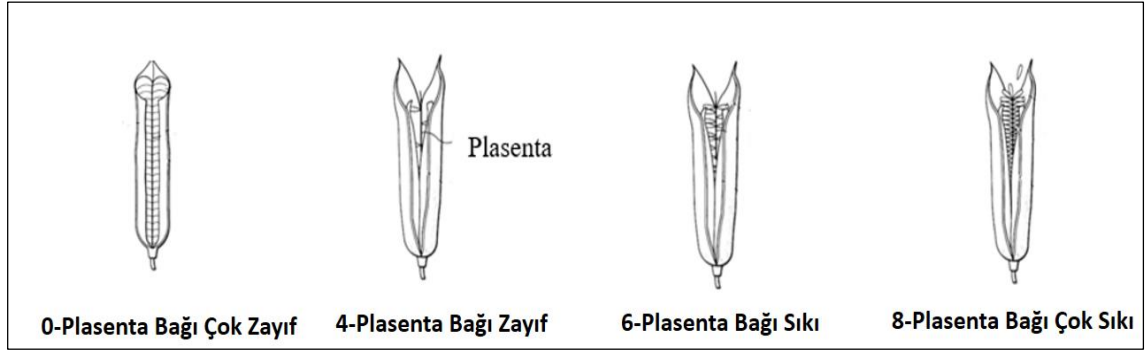
3.2.2. F₂ Popülasyonunda Belirlenen Agro-Morfolojik Gözlemler

- **Kapsül Çatlatma Durumu:** Her bitkinin 0-8 skalasına göre kapsül çatlama durumlarına bakılmıştır. Tamamen açılan kapsül özelliğine “8” tamamen kapalı kapsül özelliğine “0” olacak şekilde tarla skoru verilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kapsül çatlatma durumları

- **Plasentaya Bağlanma Durumu:** Her bitkinin 0-8 skalasına göre plasentaya bağlanma kuvvetleri belirlenmiştir. En sıkı bağlanma özelliği gösteren bireylere “8” ve bağlanma özelliği en zayıf olan bireye “0” tarla skoru verilerek değerlendirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tohumların plasentaya bağlanma durumları

- **Kapsül Uzunluğu (cm):** Her bitkiden 10 tane kapsülün uzunlukları kumpas yardımıyla ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır.
- **Kapsül Sayısı (adet/bitki):** Her bitkinin bitki başına düşen kapsül sayıları hasat döneminde sayılarak belirlenmiştir.
- **Bitki Boyu (cm):** Bitkiler fizyolojik oluma geldiğinde kök boğazı ile bitkinin uç noktası arasındaki mesafe mira yardımıyla cm olarak ölçülmüştür.
- **İlk Kapsül Yüksekliği (cm):** Bitkiler fizyolojik oluma geldiğinde kök boğazı ile bitkinin ilk kapsüllerinin başladığı mesafe mira yardımıyla ölçülmüştür.
- **1000 Tohum Ağırlığı (g):** Her bitkiden 5 adet 100'er tohumun tartılıp ortalaması 10 ile çarpılarak 1000 tohum ağırlığı belirlenmiştir.
- **Tek Bitki Verimi (g):** Hasat olgunluğuna gelen bitkiler ayrı ayrı hasat edilerek tartılmıştır.
- **Tohum Kabuğu Rengi:** RHS mini renk şeması yardımıyla tohum kabuğu renkleri tanımlanmıştır (Griesbach ve Austin 2005).
- **Heterosis Oranı (HO):** İncelenen her bir özellik için F_1 döllerinin ortalamasının ebeveynler ortalamasından farkının ebeveynler ortalamasına olan oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Chang ve Smith 1967).

$$HO = \frac{\bar{F}_1 - \bar{E}}{\bar{E}} * 100$$

HO: Heterosis oranını

$\bar{F}_1$: F_1 döllerinin ortalama değerini

$\bar{E}$: Ebeveynlerin ortalama değerini ifade etmektedir.

- **Heterobeltiosis Oranı (HOB):** İncelenen her bir özellik için F_1 döllerinin ortalamasının üstün ebeveyn ortalamasından farkının üstün ebeveyn ortalamasına olan oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Fonseca ve Patterson 1968).

$$HBO = \frac{\bar{F}_1 - \bar{ÜE}}{\bar{ÜE}} * 100$$

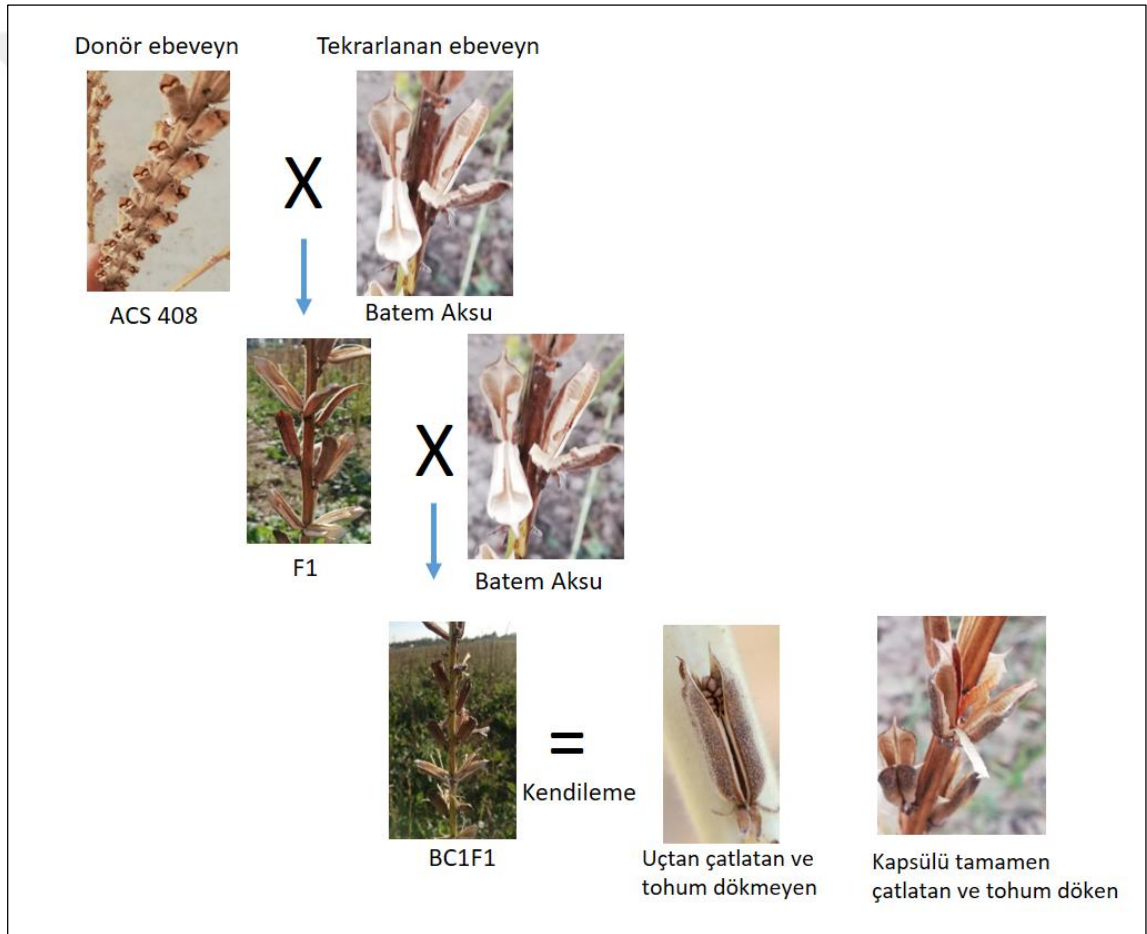
HBO: Heterobeltiosis oranını

$\bar{F}_1$: F₁ dölllerinin ortalama değerini

$\bar{UE}$: Üstün ebeveyn ortalama değerini ifade etmektedir.

3.2.3. Geriye Melezleme (Back Crossing, BC) Tekniği

Makinalı hasat için aranan uçtan çatlatma ve güçlü plasentaya bağı özelliği geri melezleme yöntemi ile Batem-Aksu çeşidine aktarılmaya çalışılmış ve bu çeşidin biçerdöverle hasada uygun hale getirilmesi amaçlanmıştır. Tez çalışmasının ilk yılı olan 2020’de ACS 408 verici (donör) ebeveyn ile Batem-Aksu çeşidi melezlenmiş ve aynı yıl serada koşullarında saksılarda hem F₁ bitkileri hem de tekrarlanan ebeveyn Batem-Aksu yetiştirilerek melezleme yapılmış ve BC₁F₁ tohumları elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında 2021’de ise BC₁F₁ bitkilerinde kendileme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Geriye melezleme yöntemi şeması

3.2.4. Verim Denemelerinin Uygulama Tekniği

Verim denemeleri her iki yılda da Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir (Şekil 3.9). Çizelge 3.5’in incelenmesinden görüleceği üzere verim denemelerindeki ekim normunda her parsel dört sıradan oluşmakla birlikte 5 m uzunluğunda, 2.8 m genişliğindedir. Ekimler sıra arası 70 cm, sıra üzeri 10 cm ve her

sırada ortalama 50 bitki olacak şekilde yapılmıştır. Hasatta her parselin orta 2 sırası kullanılmış olup parsellerin her iki uç kısmından da 0,5 m kenar tesiri olarak çıkarılmıştır. Parsellerin ölçüsü 14.0 m² olup, hasat edilen parsellerin ölçüsü 5.6 m²'dir.

Çizelge 3.5. Verim denemelerindeki ekim normu

Sıra Aralığı	0,70 m
Sıra Üzeri	0,10 m
Her Parsel İçin Ekilen Sıra Sayısı	4 adet
Parsel Ölçüleri	5,0 m x 2,8 m = 14.0 m ²
Hasat Edilen Parsel Ölçüleri	4,0 m x 1,4 m = 5,6 m ²



Şekil 3.9. Deneme materyallerinin ekimi ve çıkış sonrası görüntüsü

3.2.5. Verim Denemelerinde Uygulanan Kültürel Faaliyetler

Toprak hazırlığı: Çalışmaların yürütüldüğü deneme arazilerinde her iki yılda da ön bitki hasadını takiben toprak sonbaharda pullukla 15-20 cm derinlikte sürülmüştür. İlkbaharda toprak tava geldiğinde yüzeysel olarak diskaro ile toprak 10-15 cm derinliğinde işlenmiştir. Diskarodan sonra tapan ile sürgü çekilerek ekim için toprak hazırlığı tamamlanmıştır.

Gübreleme: Ekimlerden önce yapılan toprak analizleri göz önünde bulundurularak, her iki yılda da saf madde olarak dekara 8 kg azot ve 4 kg fosfor olacak şekilde üre ve diamonyum fosfat gübreleri uygulanmıştır.

Sulama: İkinci ürün koşullarında kurulan denemelerin ilk yıl çalışmalarında hiç su verilmemiştir. İkinci yılda bir kez karık sulama yöntemi ile sulama işlemi yapılmıştır.

Çapalama ve seyreltme: Bitki çıkışlarında yaklaşık 15 gün sonra seyreltme ve el çapası, bitkiler 15-20 cm'ye ulaştıklarında ise freze ile ara çapa ve boğaz doldurma işlemleri yapılmıştır.

3.2.6. Verim Denemelerinde Gözlemlenen Agro-Morfolojik Özellikler

Tane verimi (kg/da): Parselde 4 m orta iki sıralar hasat edilip tartılarak dekara kg verim değerine dönüştürülmüştür.

1000 tohum ağırlığı (g): Her parselden 10 adet 100' er tohumun tartılıp ortalaması 10 ile çarpılması ile bulunmuştur.

Çiçeklenme gün sayısı (gün): Bir sıradaki bitkilerin yarısında ilk çiçeklerin görüldüğü zamana kadar olan gün sayısı %50 çiçeklenme olarak kaydedilmiştir.

Fizyolojik olum gün sayısı (gün): Bitkilerin çıkış yaptıkları tarih ile hasat olgunluğu arasındaki süre hesaplanmıştır.

Bitki boyu (cm): Bitkiler fizyolojik oluma geldiğinde her parselde 10 bitkide, kök boğazı ile bitkinin uç noktası arasındaki mesafe mira yardımıyla cm olarak ölçülmüştür.

İlk kapsül yüksekliği (cm): Bitkiler fizyolojik oluma geldiğinde her parselde 10 bitkide, kök boğazı ile bitkinin ilk kapsüllerinin başladığı mesafe mira yardımıyla ölçülmüştür.

Bitkideki kapsül sayısı (adet/bitki): Her parselde 10 adet bitkide üzerindeki kapsüller sayılıp çıkan sonucun 10'a bölünmesiyle ölçülmüştür.

Bitkideki yan dal sayısı (adet/bitki): Her parseldeki 10 adet bitkide ana sap hariç kapsül meydana getiren diğer dalların sayılıp 10'a bölünmesiyle ölçülmüştür.

Yağ oranı: Yağ oranları tayini soxhlet cihazında TS4967'ye göre yapılmıştır. Kurutulup öğütülmüş bitki örneklerinden belirli miktar tartılarak soxhlet kartuşuna yerleştirilmiştir. Kartuş, önceden etüvde sabit tartıma getirilmiş Soxhlet ekstraksiyon balonuna yerleştirilmiş ve üzerine 140 ml petrol eteri ilave edilmiştir. Su basıncı kontrolleri yapılmış olup örnekler analiz için cihaza yerleştirilmiştir. Analizler bittikten sonra petrol eterlerinin uzaklaştırılması için balonlar 100°C'de yaklaşık 1 saat süre ile etüvde bekletilmiştir. Daha sonra balonlar etüvden çıkarılmış ve desikatörde soğuması beklenip balonda yağ miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ} = (L2-L1/m)*100$$

Formüldeki L1 sabit tartımdaki balonun ağırlığını (g), L2 balonda son tartımdaki yağ miktarını (g) ve m örneğin ağırlığını (g) belirtmektedir.

Yağ asitleri oranı: Yağ asidi bileşenleri analizi GC-MS cihazında yapılmıştır (Garces ve Mancha 1993). 0.1 g yağ örneğinin üzerine 0.2 ml 2N metanollü KOH çözeltisi dökülmüş ve vortekslenmiştir. Daha sonra üzerine 2 ml n-heptan ilave edilmiş ve tekrar vortekslenmiştir. Bu işlem 5 dakika sonra üst fazı alınmış ve gaz kromatografisi (Agilent 7890A) cihazına 1µL olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Bileşenlerin ayırmak için kapiler kolon (HP Innnowax Capillary; 60 m x 0.250 mm x 0.250µm) kullanılmıştır. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 ml/dak akış hızında helyum kullanılmıştır. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuş ve kolon sıcaklığı programı 150°C'den 200°C'ye 10°C /dak (5 dk), 200°C 5 dak, 200 °C'den 250°C'ye 5°C /dak (10 dak) ve 250°C'de 10 dakika ve toplamda 30 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Kütle detektörü için tarama

aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyon enerjisi 70 eV olacaktır. Yağ asitlerinin oranlarında FID detektörünün verileri kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Verim denemesinin genel görünümü

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Agro-morfolojik özelliklere ait verilerin tanımlayıcı istatistikleri, uygun paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verim denemelerinin sonuçların varyans analizine tabi tutulmuş ve buna göre "F" testi yapılarak önem seviyeleri belirlenmiştir. Önemli çıkan ortalama değerler ise LSD testine göre gruplandırılmıştır (Düzgüneş vd. 1987).

F₂ popülasyonunda; beklenen açılım (segregasyon) oranına uyumu test etmek için Ki-kare testi (χ^2) uygulanmıştır (Steel ve Torrie 1980).

$$\chi^2 = \frac{(G - B)^2}{B}$$

Formülde B ve G ifadeleri sırasıyla beklenen ve gözlenen değerleri belirtmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Popülasyonların Genetik Analizleri

4.1.1. F₁ ve F₂ Popülasyonlarında Tohum Dökmeme Özelliğinin Kalıtımı

Geleneksel ve yarı mekanize hasatta uygun susam tipleri hasat olgunluğuna geldiğinde yani silkleme işlemi sırasında kapsüllerini çatlatması ve tohumlarının zayıf bir bağ ile plasentaya bağlı olması istenir. Böylece silkleme işlemi daha kolay yapılabilen ve hasat-harman kayıpları azaltılarak yüksek verim almak mümkün olmaktadır. Ancak, söz konusu biçerdöver ile tam mekanize hasat olduğunda durum farklıdır. Susamın kombine bir şekilde biçerdöver ile hasat edilebilmesi için tohumlar olgunlaştıktan sonra dökülmemesi gerekmektedir. Olgunlaşan susam kapsülleri uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağına sahipse tohumlarını dökmemesi mümkündür. Tez çalışmasında, tohum dökme özelliğinin kalıtımını ortaya koymak için söz konusu tohum dökme ve biçerdöver ile hasat edilmeye uygun ACS 408 hattı ile kapsüllerini tamamen çatlatan ve hasat olgunluğuna geldiğinde tohumlarını döken Batem-Uzun, Batem-Aksu, Muganlı-57, Baydar-2001 ve Özberk-82 çeşitleri melezlenmiştir (Çizelge 3.4).

Bütün F₁ döllerinin kapsül çatlattıkları ve tohumlarını döktükleri gözlemlenmiş olup makinalı hasat için aranan iki özellik; uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağı F₁ döllerinde morfolojik olarak gözlemlenmemiştir. F₂ popülasyonlarında ise söz konusu iki özelliğin bir bitkide birleşebildiği tespit edilmiş olup susamda tohum dökme olgusunun melezleme ile sonraki döllere aktarılabilirdiği tespit edilmiştir. ACS 408 x Batem-Aksu ve ACS 408 x Batem-Uzun melezlerinden elde edilen F₂ popülasyonlarında sırasıyla 50 bitkiden 2 tanesi ve 65 bitkiden 4 tanesinin tohumlarını dökmediği gözlemlenmiştir. Yapılan Ki-kare testi sonucunda F₂ popülasyonunda beklenen 15:1 açılma (segregasyon) oranına uyduğu belirlenmiştir. Susamda kapalı kapsüllülük özelliği tek bir resesif gen ile kontrol edilirken (Yol ve Uzun 2019), uçtan çatlatan ve güçlü plasenta bağına sahip susamlarda tohumlarını dökme özelliğinde iki resesif genin etkili olduğu ve epistatik gen interaksiyonlarının oluşabileceği sonucuna varılmıştır.

Susamın tohumlarını dökmemesi ve tam mekanize şekilde hasat edilmesine olanak sağlayan, kapsüllerinde uçtan çatlatma ve tohumlarındaki güçlü plasenta bağı özelliği ayrı ayrı incelenmiştir (Şekil 4.1). Bu kapsamda ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan F₂ kademesindeki 50 bitkiden 17 tanesinin kapsüllerinde uçtan çatlatma özelliği görülürken 33 bitkinin ise kapsüllerinin tamamen çatladığı belirlenmiştir. Aynı popülasyonda tohumların plasentaya bağlanma durumları incelendiğinde ise 43 bitkideki bağın çok zayıf olduğu ancak 7 bitkide tohumların plasentaya güçlü bir şekilde bağlandığı görülmüştür. İncelenen ikinci melez popülasyonda ACS 408 x Batem-Uzun melezinden köken alan F₂ kademesindeki 65 bitkiden 22 bitkinin kapsüllerini uçtan çatlattığı belirlenirken 41 bitkinin ise kapsüllerini

tamamen çatlattığı tespit edilmiştir. Aynı popülasyonda tohumların plasentaya bağlanma durumları incelendiğinde ise 53 bitkideki bağın çok zayıf olduğu ancak 10 bitkide tohumların plasentaya güçlü bir şekilde bağlandığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan F₂ kademesindeki popülasyonda tohumlarını döken bireyler a) Kapsül çatlatan b) Plasenta bağı zayıf



Şekil 4.2. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan F₂ kademesindeki popülasyonda uçtan çatlatan ve güçlü plasenta bağına sahip tohum dökmeyen bireyler

Kaps  lleri uçtan çatlatma ve g     plasentaya bağlanma özellikleri için yapılan Ki-kare testleri sonucunda 3:1 açılım oranlarına uydukları tespit edilmiştir. Her iki özellikte ayrı ayrı monogenik kalıtım göstermiştir. Bununla birlikte resesif iki genin F₂ popülasyonda bir araya geldiğinde tohumlarını d kmedi i g r lm ştir. Tohum dökmeyen bitkilere pozitif seleksiyon yapılmış olup ilerleyen generasyonlarda da tohumlarını d kmeyecekleri  n görülmektedir (şekil 4.2). Bunun yanı sıra F₃ kademesi popülasyonunda 118 adet tek kaps  l sırasının tohum dökme durumları incelenmiştir. Oluşan 107 adet sırada bütün bitkilerin tohum döktükleri gözlenirken, 11 adet sıradaki bitkilerin tamamının tohumlarını d kmedikleri gözlemlenmiştir.



Çizelge 4.1. F₁ ve F₁ popülasyonlarında bitkilerin tohum dökme, uçtan çatlatma ve plasentaya bağlanma durumları

Melez	Tohum Dökme Özelliği (F ₁)	Tohum Dökme Özelliği (F ₂)	Beklenen Oran	Bitki Sayısı		χ^2
				Beklenen	Gözlenen	
ACS 408 x Batem-Aksu	Tohumlarını Döken	Tohumlarını Döken	15	46.88	46	0.26
			1	3.12	4	
ACS 408 x Batem-Uzun	Tohumlarını Döken	Tohumlarını Döken	15	59.06	57	1,15
			1	3.94	6	
Melez	Kapsülleri Uçtan Çatlatma Özelliği (F ₁)	Kapsülleri Uçtan Çatlatma Özelliği (F ₂)	Beklenen Oran	Bitki Sayısı		χ^2
				Beklenen	Gözlenen	
ACS 408 X Batem-Aksu	Tamamen Çatlatan	Tamamen Çatlatan	3	37.5	33	2.16
			1	12.5	17	
ACS 408 X Batem-Uzun	Tamamen Çatlatan	Tamamen Çatlatan	3	47.25	41	3.31
			1	15.75	22	
Melez	Tohumların Plasenta Bağlanma Durumları (F ₁)	Tohumların Plasenta Bağlanma Durumları (F ₂)	Beklenen Oran	Bitki Sayısı		χ^2
				Beklenen	Gözlenen	
ACS 408 X Batem-Aksu	Plasenta Bağı Zayıf	Plasenta Bağı Güçlü	3	37.5	43	3.23
			1	12.50	7	
ACS 408 X Batem-Uzun	Plasenta Bağı Zayıf	Plasenta Bağı Güçlü	3	47.25	53	2.80
			1	15.75	10	

Serbestlik derecesi = 2-1=1, χ^2 0.05 = 3.84, χ^2 0.01 = 6.63

4.1.2. Bazı Agro-Morfolojik Özelliklerin Transgresif Açılmaları, Heterosis ve Heterobeltiosis Oranları

ACS 408 x Batem-Aksu melezinden köken alan ve F₂ kademesinde incelenen popülasyonda tanımlayıcı istatistikler ile yapılan veri analizlerine göre, bazı agro-morfolojik özellikleri için transgresif açılımlar tespit edilmiştir. F₂ popülasyonundaki genotiplerin kapsül sayılarının maksimum ve minimum değerleri sırasıyla 339 adet/bitki ve 40 adet/bitki olduğu görülürken, melezde kullanılan ebeveynler ACS 408 (ana) ve Batem-Aksu (baba)'nın kapsül sayıları sırasıyla 125 adet/bitki ve 93 adet/bitki olarak sayılmıştır. F₂ popülasyonunda ilk kapsül yüksekliği 76 cm ile 30 cm arasında değişirken, ACS 408 ve Batem-Aksu'nun ilk kapsül yükseklikleri sırasıyla 36 cm ve 41 cm olarak ölçülmüştür. F₂ popülasyonunda bitki boyları 195 cm ile 85 cm arasında değişirken, ACS 408 ve Batem-Aksu'nun bitki boyları sırasıyla 117 cm ve 145 cm olarak bulunmuştur. F₂ popülasyonun kapsül uzunlukları 3.9 cm ile 2.1 cm arasında değişirken, ACS 408 ve Batem-Aksu'nun kapsül uzunlukları sırasıyla 2.5 cm ile 3.5 cm olarak bulunmuştur. F₂ popülasyonun 1000 tohum ağırlığı 3.7 g ile 2.4 g arasında değişirken, ACS 408 ve Batem-Aksu'nun 1000 tohum ağırlıkları sırasıyla 3.1 g ile 3.7 g olarak gözlemlenmiştir. F₂ popülasyonun tek bitki verimleri 19 g ile 0.49 g arasında değişirken ACS 408 ve Batem-Aksu'nun tek bitki verimleri sırasıyla 3.1 g ile 7.8 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Söz konusu özelliklerde transgresif açılımların oluşması uygun ebeveynlerin seçilmesi ile bu özelliklerin geliştirilmesinin mümkün olabileceğini göstermektedir.

ACS 408 x Batem-Aksu melezlerinden elde edilen F₁ döllerinin bazı agro-morfolojik özelliklerin heterosis ve heterobeltiosis oranları belirlenmiştir. İlk kapsül yüksekliğinde heterosis oranı %18.45, heterobeltiosis oranı %11.67 belirlenmiştir. Kapsül uzunluğunda heterosis oranı %20.19, heterobeltiosis oranı %2.83 olarak gözlemlenmiştir. Elde edilen 1000 tohum ağırlığı verilerine göre heterosis oranı %17.06, heterobeltiosis oranı %-2.23 rapor edilmiştir. Kapsül sayısında heterosis oranı %4.97, heterobeltiosis oranı %-8.44 belirlenmiştir. Tek bitki veriminde ise heterosis oranı %61.33, heterobeltiosis oranı %13.26 bulunmuştur. En yüksek heterosis %61.33 ile tek bitki veriminden elde edilirken, en düşük heterosis %4.97 ile kapsül sayısında elde edilmiştir. Heterobeltiosis oranında en yüksek değer %14.73 ile bitki boyunda elde edilirken en düşük değer ise %-8.44 ile kapsül sayısında gözlemlenmiştir.

Batem-Aksu ve ACS 408 melezinden elde edilen F₁ dölleri ve ebeveynleri yan yana ekimleri gerçekleştirilerek oluşan heterosis ve heterobeltiosis oranlarının daha iyi gözlemlene fırsatı elde edilmiştir (Şekil 4.3).



şekil 4.3. ACS 408 ve Batem-Aksu ebeveynleri ile F₁ bitkilerinin görüntüsü

Murty (1975) ve Osman (1989) susamdaki heterosisin genetik çeşitlilikle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Susam, kendine döllenen bir bitki (Ashri 2007) olmasına rağmen yüksek heterosis tespit edilmiştir. Bu durum, kullanılan genotiplerin hem orijinine hem de genetik yapısının uzaklığına bağlanabilir. Tez çalışmasında, ilk defa Türkiye’de yerel tescilli bir çeşit ile makinalı hasada uyumlu susam genotipinin heterosis ve heterobeltiosis oranları incelenmiş olup, bitki ıslahçılarının kullanımına sunulmuştur.

Çizelge 4.2. ACS 408 x Batem-Aksu melezinden gelen F₁ ve F₂ popülasyonlarında bazı agro-morfolojik özelliklerin ölçüm değerleri

Özellikler	ACS 408		Batem-Aksu		F ₁		F ₂		HO (%)	HBO (%)
	Max-Min	$\bar{x}$ -S _x	Max-Min	$\bar{x}$ -S _x	Max-Min	$\bar{x}$ -S _x	Max-Min	$\bar{x}$ -S _x		
Bitki Boyu (cm)	130-105	117.8-2.50	156-135	145.2-2.45	175-162	166.6-1.91	195-85	128.64-3.60	26.69	14.73
İlk Kapsül Boyu (cm)	45-30	36.8-1.44	52-32	41.1-2.29	52-35	45.9-1.95	76-30	46.04-1.47	18.45	11.67
Kapsül Uzunluğu (cm)	2.7-2.3	2.51-0.037	3.7-3.3	3.53-0.036	3.8-3.5	3.63-0.030	3.9-2.1	2.96-0.06	20.19	2.83
1000 Tohum Ağırlığı (g)	2.57-2.30	2.41-0.02	3.72-3.48	3.58-0.021	3.77-3.29	3.49-0.05	3.7-2.4	3.03-0.045	17.06	-2.23
Kapsül Sayısı (adet)	146-108	125.5-4.31	108-81	93.4-2.98	138-89	114.9-4.95	339-40	97.74-8.87	4.97	-8.44
Tek Bitki Verimi (g)	3.67-2.71	31.83-0.10	9.27-7.05	7.92-0.22	11.74-6.78	8.96-0.47	19-0.49	3.85-0.54	61.33	13.26

HO: Heterosis Oranı, HBO: Heterobeltiosis Oranı

4.1.3. F₁ ve F₂ Popülasyonunda Tohum Kabuğu Renginin Kalıtımı

Tohum kabuğu rengi tohumun biyokimyasal özellikleri ve antioksidan aktiviteleri ile doğrudan ilişkilidir (Nakimi, 1995; Shahidi vd. 2006). Dünyada yayılış gösteren susam varyeteleri beyazdan siyaha kadar değişen farklı tohum kabuğu renklerine sahiptir (Ashri 1989; Weiss 2000). Susamda tohum kabuğu rengi ile tohumun içeriği arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, açık renkli tohumlar koyu renkli tohumlara göre daha düşük protein içerirken, daha yüksek yağ oranına sahiptir (Baydar vd. 1999). Tohum içeriğinin kabuk rengine bağlı olarak değişiyor oluşu, tohumların fiziksel görünüşünün de pazarlama faktörü olarak öne çıkmasına sebep olmaktadır.

Yapılan tez çalışmasında ana ebeveyn olarak kullanılan ACS 408 genotipi beyaz tohum kabuğu rengine sahip iken, baba ebeveyn olarak kullanılan Batem-Aksu genotipi kahverengi tohum kabuğu rengine sahiptir. ACS 408 x Batem-Aksu melezi ve resiprokal Batem-Aksu x ACS 408 melezinden elde edilen F₁ bireylerinin tümünün kahverengi tohum kabuğu rengine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kahverengi tohum kabuğu renginin beyaz tohum kabuğu rengine dominant olduğu her iki melezde de görülmüştür. Benzer şekilde kahverengi tohum kabuğu renginin beyaz tohum kabuğu rengine dominant olduğu Pandey vd. (2013) tarafından rapor edilmiştir. F₂ popülasyonunda ki-kare analizi yapılmış ve 15:1 açılımına uyduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.3). Ayrıca, RHS mini renk şeması yarımıyla renkler tanımlanmış olup Griesbach ve Austin (2005) tarafından da Kraliyet Bahçıvanlık Derneği Renk Tablolarının (RHSCC) kullanılması önerilmektedir.

Çizelge 4.3. F₂ kademesindeki popülasyonda tohum kabuğu renginin kalıtımı ve ki-kare analizi

Melez	Tohum Kabuğu Rengi (F ₁)	Tohum Kabuğu Rengi (F ₂)	Beklenen Oran	Bitki Sayısı Beklenen	Gözlenen	χ^2
ACS 408 x Batem-Aksu	Kahverengi	Kahverengi	15	46.875	48	0.432
		Beyaz	1	3.125	2	

Serbestlik derecesi = 2-1=1, $X^2_{0.05} = 3.84$, $\chi^2_{0.01} = 6.63$

4.2. Verim Denemeleri

Makinalı hasada uyumlu çeşit geliştirmek amacıyla 2020 ve 2021 yıllarında 15 çeşit/genotip ile denemeler kurulmuştur. Denemeler ikinci ürün koşullarında yürütülmüş olup çalışmanın ilk yılında 11.06.2020 tarihinde ikinci yılda ise 08.06.2021 tarihinde ekim işlemleri yapılmıştır. Denemeler içerisinde bulunan 14 çeşit/genotip geleneksel hasat yöntemi ile hasat edilirken, tam mekanize hasada uyumlu ACS 408 parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir (Şekil 4.4). Verim ve verim bileşenlerinin incelendiği denemeler neticesinde biçerdöver ile hasada uygun çeşit adayının potansiyeli belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Biçerdöver ile hasada uygun ACS 408 genotipinin hasat görüntüsü

4.2.1. Tane verimi

Yapılan denemeler sonucunda tane verimi istatistiksel olarak incelenmiş olup değerlendirme sonucunda tane verimi değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayıları (DK) Çizelge 4.4’de verilmiştir. Tane verimi açısından her iki yılda da çeşit/genotip ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Susam çeşit/genotiplerinin tane verimi değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	1051.24	525.62	1.72
Genotip	14	20958.44	1497.03	4.90**
Hata	28	8546.08	305.217	
Genel	44	30555.77		
DK(%): 17.80				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	1910.44	955.22	2.48
Genotip	14	25958.04	1854.14	4.82**
Hata	28	10769.57	384.62	
Genel	44	38638.06		
DK(%): 19.13				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

İlk yıl 2020’de yapılan deneme sonuçlarına göre tane verimlerinde geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 128.66-37.00 kg/da arasında değişmiştir. ACS 208, ACS 206 ve ACS 216 susam genotipleri sırasıyla 128.66 kg/da, 122.51 kg/da ve 118.43 kg/da verimleri ile ilk sıralarda yer alırken ACS 38 genotipi ise 37 kg/da verim ortalaması ile son sırada yer almıştır. Çalışmanın ikinci yılı olan 2021’de ise benzer şekilde bir varyasyon belirlenmiş olup ortalamalar 148.27-54.38 kg/da arasında değişmiştir. ACS 216 ve ACS 118 susam genotipleri sırasıyla 148.27 kg/da ve 145.04 kg/da verimleri ile ilk sıralarda yer alırken ACS 38 genotipi ise 54.38 kg/da verim ortalaması ile son sırada yer almıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Susam çeşit/genotiplerinin tane verimine ilişkin ortalama değerler (kg/da) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	LSD Gruplar
1	ACS 208	128.66 a
2	ACS 206	122.51 a
3	ACS 216	118.43 a
4	ACS 118	85.28 b
5	Batem-Uzun	85.15 b
6	Muganlı-57	83.94 b
7	ACS 256	80.97 b
8	ACS 102	70.66 bc
9	Baydar-2001	70.23 bc
10	ACS 127	66.43 bd
11	ACS 86	65.46 bd
12	ACS 408	55.99 ce
13	ACS 95	49.93 ce

Çizelge 4.5'in Devamı

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	LSD Gruplar
14	ACS 407	44.10 de
15	ACS 38	37.00 e
	Genel Ortalama	77.65
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	LSD Gruplar
1	ACS 216	148.27 a
2	ACS 118	145.04 a
3	ACS 127	127.31 ab
4	Batem-Uzun	119.16 ac
5	ACS 208	111.08 bc
6	ACS 102	105.55 bd
7	ACS 256	101.00 bd
8	ACS 86	97.58 bd
9	ACS 95	95.23 bd
10	ACS 206	92.32 cd
11	Muganlı-57	87.92 cd
12	Baydar-2001	87.71 cd
13	ACS 408	87.17 ce
14	ACS 407	77.87 de
15	ACS 38	54.38 e
	Genel Ortalama	102.50

Makinalı hasada uygun olan ACS 408 genotipinin her iki yılda da deneme ortalamasının altında kaldığı görülmektedir. Kapsül çatlatan genotipler verim olarak üstün özellik gösterebilirler de kapsül çatlatma özelliğine bağlı olarak hasat harman işlemlerinin el emeğine dayalı yapılması ve bu durumun sonucu olarak üretim alanlarının daralması, söz konusu kapsül çatlatan genotiplerin üreticiler bazında kullanımını sınırlamaktadır. Ayrıca ACS 408'in iki yılda elde edilen verim ortalaması Türkiye ortalaması üzerinde olması umut vadeden bir sonuç olarak görülmektedir.

Verim, çevre şartlarından çok etkilenen bir özellik olup iki farklı yılda yapılan denemelerin ortalamasının belirgin bir ölçüde farklı olduğu görülmektedir. İlk yıl kurulan denemeye hiç su verilmemiş olup ikinci yılda kurulan denemede sıcaklıkların normalin üstünde yüksek seyretmesi sebebiyle bir kez karık sulama yöntemi ile su verilmiştir. Marjinal alanların bitkisi olan susamda yapılan bir sulama ile deneme ortalamasının yaklaşık 25 kg/da bir verim artışı olması, suluk şartlarda da verim potansiyelinin ne kadar yüksek olduğunun bir göstergesi olarak söylenebilir.

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama tane verimi değerleri 2020 yılında 128.66-37 kg/da ve 2021 yılında 148.27-54.38 kg/da, Ulukütük (2011) tarafından bildirilen 13.51-23.32 kg/da verim değerinden yüksek, 54.66 – 164.95 kg/da olarak bildiren Toprak (2017)'ın verim değerlerinden ise nispeten düşük bulunmuştur.

4.2.2. 1000 tohum ağırlığı

Yapılan denemelerde farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit/genotipleri 1000 tohum ağırlığı açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda 1000 tohum ağırlığı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.6 de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Susam çeşit/genotiplerinin 1000 tohum ağırlığı değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	0.017	0.008	0.52
Genotip	14	8.148	0.582	35.22**
Hata	28	0.426	0.016	
Genel	44	8.628		
DK (%): 3.92				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	0.012	0.006	0.34
Genotip	14	10.296	0.735	40.57**
Hata	28	0.507	0.018	
Genel	44	10.816		
DK (%): 4.16				

** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli, * $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.6'daki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi her iki yılda da 1000 tohum ağırlığı açısından çeşit/genotipler arasındaki fark $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş ve farklı gruplar oluşmuştur.

İlk yıl 2020'de yapılan denemede 1000 tohum ağırlığı açısından geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 3.90-2.30 g arasında değişmiştir. Batem-Uzun çeşidi 3.90 g ile ilk sırada yer alırken ACS 408 ve ACS 38 çeşit/genotipleri sırasıyla 2.47 g ve 2.30 g ortalamalarıyla son sırada yer almışlardır. İkinci yılda 2021'de aynı şekilde varyasyon belirlenmiş ve ortalamalar 3.87-2.00 g arasında değişmiştir. Batem-Uzun çeşidi 3.87 g ile yine ilk sırada yer alırken, ACS 38 genotipi 2.00 g ortalamasıyla son sırada yer almışlardır (Çizelge 4.7). Kapsül sayısı bakımından deneme ortalamasının üstünde yer alan biçerdöver ile hasada uygun ACS 408 genotipi 1000 tohum ağırlığının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Susam çeşit/genotiplerinin 1000 tohum ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (g) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Batem-Uzun	3.90 a
2	Muganlı-57	3.67 b
3	ACS 127	3.60 b
4	ACS 118	3.57 b
5	ACS 206	3.57 b
6	Baydar-2001	3.53 bc
7	ACS 208	3.50 bd
8	ACS 86	3.33 de
9	ACS 256	3.30 df
10	ACS 102	3.17 ef
11	ACS 216	3.17 ef
12	ACS 95	3.10 fg
13	ACS 407	2.93 g
14	ACS 408	2.47 h
15	ACS 38	2.30 h
Genel Ortalama		3.27
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Batem-Uzun	3.87 a
2	ACS 127	3.63 b
3	Muganlı-57	3.63 b
4	ACS 118	3.60 b
5	ACS 206	3.60 b
6	ACS 208	3.37 c
7	Baydar-2001	3.37 c
8	ACS 102	3.33 cd
9	ACS 256	3.30 cd
10	ACS 86	3.27 cd
11	ACS 216	3.20 cd
12	ACS 95	3.13 d
13	ACS 407	2.67 e
14	ACS 408	2.50 e
15	ACS 38	2.00 f
Genel Ortalama		3.23

Diğer kantitatif özelliklere göre daha az bir varyasyona sahip olan 1000 tohum ağırlığı Ashri (2007) ve Hwang (2005) tarafından genellikle 2-4 g arasında olduğu

bildirilmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda da 1000 tohum ağırlığı bakımından genotipler arasında varyasyonlar olduğu bildirilmiştir (Öz ve Karasu, 2010; Toprak, 2017). Denemeler sonucunda elde edilen 1000 tohum ağırlığı değerleri 2020 yılında 3.90–2.30 g, 2021 yılında 3.87–2.00 g ile 2.56–3.84 g bildiren Ulukütük (2011) ve 3.595–2.120g bildiren Uzun (1997) ile uyumludur.

4.2.3. Kapsül sayısı

Yapılan denemelerde farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit/genotipleri kapsül sayısı açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda kapsül sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Susam çeşit/genotiplerinin kapsül sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	1051.24	525.62	1.72
Genotip	14	20958.44	1497.03	4.90**
Hata	28	8546.08	305.217	
Genel	44	30555.77		
DK(%): 20.26				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	1245.37	622.68	1.35
Genotip	14	17773.77	1269.55	2.75*
Hata	28	12928.62	461.73	
Genel	44	31947.77		
DK(%): 18.48				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.8’deki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi kapsül sayısı açısından çeşit/genotipler arasındaki fark ilk yıl 2020 denemesinde p≤0.05 düzeyinde önemli, ikinci yıl 2021 denemesinde p≤0.01 düzeyinde önemli bulunmuş ve istatistiksel olarak farklı gruplar oluşmuştur.

2020 yılında yapılan denemede kapsül sayısı bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiş olup ortalamalar 132.00-52.00 adet/bitki arasında değişmiştir. ACS 208 genotipi 132.00 adet/bitki ortalama ile ilk sırada yer alırken ACS 95 ve ACS 407 genotipleri sırasıyla 60.67 adet/bitki ve 59.33 adet/bitki ortalama ile son sıralarda yer almıştır. 2021’de aynı şekilde varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 156.67-88.33 adet/bitki arasında değişmiştir. ACS 216 genotipi 156.67 adet/bitki ortalama ile ilk sırada

yer alırken Muganlı-57 ve ACS 206 çeşit/genotipleri sırasıyla 89.00 adet/bitki ve 88.33 adet/bitki ortalama ile son sıralarda yer almıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Susam çeşit/genotiplerinin kapsül sayılarına ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 208	132.00 a
2	ACS 216	118.00 ab
3	ACS 408	105.00 ac
4	ACS 38	98.00 bd
5	Muganlı-57	97.33 bd
6	ACS 127	96.33 bd
7	ACS 118	93.67 bd
8	ACS 256	81.00 ce
9	Baydar-2001	79.00 ce
10	ACS 206	75.33 de
11	Batem-Uzun	74.33 de
12	ACS 102	71.33 de
13	ACS 95	60.67 e
14	ACS 407	59.33 e
15	ACS 86	52.00 e
Ortalama		86.22
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 216	156.67 a
2	ACS 118	145.67 ab
3	ACS 38	144.67 ac
4	ACS 408	127.33 ad
5	Batem-Uzun	122.67 ae
6	ACS 95	117.67 be
7	ACS 102	117.67 be
8	ACS 208	114.67 be
9	Baydar-2001	110.00 be
10	ACS 127	109.67 ce
11	ACS 256	103.67 de
12	ACS 86	99.67 de
13	ACS 407	96.00 de
14	Muganlı-57	89.00 e
15	ACS 206	88.33 e
Ortalama		116.22

Kapsül sayısı verimi doğrudan etkileyen önemli bir özelliktir (Uzun 1997). ABD orijinli ACS 408 verim olarak ilk sıralarda yer almasa da kapsülleri oluşturan nodlar arasındaki mesafenin çok dar olması ve kapsül sayısı bakımından her iki yılda da ortalamanın üzerinde sonuç vermesi verim potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Makinalı hasada uyumlu verimli hat/çeşitlerin geliştirilmesinde tohum dökmeme özelliğinin yanı sıra verim özellikleri açısından da nitelikli bir genotip olarak ön plana çıkmaktadır.

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama kapsül sayısı değerleri (2020 yılında 132-52 adet/bitki, 2021 yılında 156.67-88.33 adet/bitki), 78.1-114.3 adet/bitki bildiren Öz ve Karasu (2010), 38–163.8 adet/bitki bildiren Cürat (2010)'ın bulguları ile uyumlu, 62.9-107.8 adet/bitki bildiren Hatipoğlu (2016)'nın bulgularından fazla bulunmuştur.

4.2.4. Yan dal sayısı

Yapılan araştırmada farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit ve genotiplerinin yan dal sayıları istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda yan dal sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Susam çeşit/genotiplerinin yan dal sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	0.40	0.20	0.36
Genotip	14	46.91	3.35	6.06**
Hata	28	15.48	0.55	
Genel	44	62.79		
DK(%): 19.13				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	0.67	0.33	0.24
Genotip	14	24.98	1.78	1.28*
Hata	28	38.98	1.39	
Genel	44	64.64		
DK(%): 23.79				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.10'daki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi yan dal sayısı açısından her iki yılda da çeşit/genotip ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak p≤0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Susam çeşit/genotiplerinin yan dal sayılarına ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar

2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 38	7.03 a
2	ACS 127	5.30 b
3	ACS 206	4.16 bc
4	Muganlı-57	3.93 c
5	ACS 102	3.83 cd
6	ACS 118	3.83 cd
7	Batem-Uzun	3.80 cd
8	ACS 208	3.76 cd
9	ACS 407	3.63 cd
10	ACS 95	3.50 cd
11	ACS 256	3.40 cd
12	ACS 408	3.20 cd
13	ACS 216	3.16 cd
14	Baydar-2001	3.10 cd
15	ACS 86	2.63 d
	Ortalama	3.88
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 127	6.40 a
2	ACS 216	5.83 ab
3	ACS 102	5.83 ab
4	ACS 86	5.60 ac
5	ACS 118	5.40 ac
6	ACS 407	5.40 ac
7	ACS 408	4.93 ac
8	Batem-Uzun	4.93 ac
9	Baydar-2001	4.73 ac
10	ACS 208	4.70 ac
11	ACS 38	4.40 bc
12	ACS 95	4.27 bc
13	ACS 206	4.27 bc
14	ACS 256	3.83 c
15	Muganlı-57	3.83 c
	Ortalama	4.95

2020’de yapılan denemede yan dal sayısı bakımından önemli bir varyasyon olduğu gözlemlenmiş olup ortalamalar 7.03-2.63 adet/bitki arasında değişmiştir. ACS 38

genotipi 7.03 adet/bitki ortalama ile ilk sırada yer alırken ACS 86 genotipi 2.63 adet/bitki ortalama ile son sırada yer almıştır. 2021’de benzer şekilde yan dal sayısı bakımından yine varyasyon olduğu gözlemlenmiş olup ortalamalar 6.40-3.83 adet/bitki arasında değişmiştir. ACS 127 genotipi 6.40 adet/bitki ortalama ile ilk sırada yer alırken ACS 256 ve Muganlı-57 çeşit/genotipi 8.83 ortalamalar ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.11). Ayrıca Pham ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada benzer şekilde yan dal sayısı bakımından genotipler arasında istatistiksel olarak fark olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.5. Fizyolojik olum gün sayısı

Yapılan denemelerde farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit/genotipleri fizyolojik olum gün sayıları istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda fizyolojik olum gün sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.12’de verilmiştir. Fizyolojik olum gün sayısı açısından çeşit/genotipler arasındaki fark her iki denemede de $p \leq 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuş ve farklı gruplar oluşmuştur.

Çizelge 4.12. Susam çeşit/genotiplerinin fizyolojik olum gün sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	0.04	0.02	0.01
Genotip	14	3365.11	240.36	134.72**
Hata	28	49.95	1.78	
Genel	44	3415.11		
DK(%): 1.2				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	16.04	8.02	3.15
Genotip	14	7341.64	524.40	205.97**
Hata	28	71.28	2.54	
Genel	44	7428.97		
DK(%): 1.39				

** $p \leq 0.01$ seviyesinde önemli, * $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli

2020’de yapılan denemede fizyolojik olum gün sayısı bakımından geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 141.33-103.66 gün arasında değişmiştir. ACS 86 genotipi 141.33 gün ile en yüksek değere sahip olurken ACS 118 genotipi 103.66 gün ile en düşük değere sahip olmuştur. 2021’de benzer şekilde geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 146.67-96.67 gün arasında değişmiştir. ACS 86 genotipi 146.67 gün ile en yüksek değere sahip olurken ACS 118 genotipi 96.67 gün ile en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 4.13). Denemede kullanılan genotipler farklı orijinlerden köken almakta ve buna bağlı olarak da fizyolojik olum gün sayıları arasında geniş bir varyasyon oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Susam çeşit/genotiplerinin fizyolojik olum gün sayılarına ilişkin ortalama değerler (gün) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 86	141.33 a
2	ACS 408	126.30 b
3	ACS 127	126.00 b
4	ACS 102	123.00 c
5	ACS 95	122.00 c
6	ACS 38	121.00 c
7	ACS 206	118.33 d
8	ACS 208	117.00 de
9	ACS 256	116.00 ef
10	Muganlı-57	115.00 eg
11	ACS 216	114.00 fg
12	ACS 407	113.66 g
13	Baydar-2001	111.00 h
14	Batem-Uzun	108.33 ı
15	ACS 118	103.66 j
	Ortalama	118.44
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 86	146.67 a
2	ACS 127	126.67 b
3	ACS 38	126.33 b
4	ACS 102	124.00 b
5	ACS 408	120.33 c
6	ACS 216	119.33 c
7	Muganlı-57	112.00 d
8	ACS 256	109.00 e
9	Baydar-2001	109.00 e
10	ACS 206	106.33 ef
11	Batem-Uzun	106.33 ef
12	ACS 95	105.67 f
13	ACS 407	101.67 g
14	ACS 208	99.67 g
15	ACS 118	96.67 h
	Ortalama	113.97

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama fizyolojik olum gün sayıları değerleri (2020 yılında 141.33–103.66 gün, 2021 yılında 146.67–96.67 gün), fizyolojik olum gün sayısını 98.7-113.8 gün olarak bildiren Kılı (2019)'nın verilerinden nispeten fazla bulunmuştur.

4.2.6. Çiçeklenme gün sayısı

Yapılan denemelerde farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit/genotipleri çiçeklenme gün sayısı açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda fizyolojik olum gün sayısı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Susam çeşit/genotiplerinin çiçeklenme gün sayısı değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	1.24	0.62	0.29
Genotip	14	1163.64	83.11	39.17**
Hata	28	59.42	2.12	
Genel	44	1224.31		
DK(%): 3.85				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	16.57	8.28	3.58*
Genotip	14	2068.31	147.73	63.88**
Hata	28	64.75	2.31	
Genel	44	2149.64		
DK(%): 4.03				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.14’deki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi her iki yılda yapılan denemelerde çiçeklenme gün sayısı açısından her iki yılda da çeşit/genotip ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak p≤0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

2020’de yapılan denemede çiçeklenme gün sayısı bakımından varyasyon olduğu gözlemlenmiş olup ortalamalar 49.7-32.7 gün arasında değişmiştir. ACS 86 ve ACS 38 genotipleri sırasıyla 49.7 gün ve 48 gün ortalama ile en yüksek değerlere sahip olurken ACS 407, ACS 118 ve ACS 206 genotipleri sırasıyla 32.7, 33.3 ve 33.3 gün ortalamaları ile en düşük değerlere sahip olmuşlardır. İkinci yıl 2021’de benzer şekilde varyasyon belirlenmiş olup ortalamalar 54.33-27.67 gün arasında değişmiştir. ACS 86 genotipi 54.33 gün ortalama ile en yüksek değerlere sahip olurken ACS 206 genotipi 27.67 gün ortalama ile en düşük değerlere sahip olmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Susam çeşit/genotiplerinin çiçeklenme gün sayılarına ilişkin ortalama değerler (gün) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 86	49.7 a
2	ACS 38	48.0 a
3	ACS 408	42.0 b
4	ACS 127	41.3 b
5	ACS 102	38.0 c
6	ACS 95	36.3 cd
7	Baydar-2001	36.3 cd
8	ACS 216	36.3 cd
9	Muganlı-57	36.0 de
10	ACS 208	35.0 df
11	ACS 256	34.3 df
12	Batem-Uzun	33.7 ef
13	ACS 206	33.3 f
14	ACS 118	33.3 f
15	ACS 407	32.7 f
	Ortalama	37.7
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 86	54.33 a
2	ACS 38	48.67 b
3	ACS 408	42.33 c
4	ACS 127	41.00 cd
5	ACS 95	39.67 de
6	ACS 102	39.00 de
7	ACS 216	37.33 ef
8	Muganlı-57	36.33 fg
9	ACS 208	35.33 fh
10	Baydar-2001	35.00 fh
11	ACS 256	34.67 gh
12	ACS 118	33.67 h
13	Batem-Uzun	30.33 i
14	ACS 407	30.00 ij
15	ACS 206	27.67 j
	Ortalama	37.68

Denemelerde elde edilen ortalama çiçeklenme gün sayısı değerleri (2020 yılında 49.7–32.7 gün, 2021 yılında 54.33–27.67 gün), 41.6-52.5 gün olarak bildiren Öz ve

Karasu (2010)'nın çiçeklenme gün sayısı değerlerinden nispeten düşük, 49-32 gün olarak bildiren Toprak (2017)'in verileri ile benzerlik göstermektedir.

4.2.7. İlk kapsül yüksekliği

Yapılan araştırmada farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit ve genotipleri ilk kapsül yüksekliği açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda ilk kapsül yüksekliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Susam çeşit/genotiplerinin ilk kapsül yüksekliği değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	57.77	28.88	0.79
Genotip	14	1832.44	130.88	3.57**
Hata	28	1027.55	36.69	
Genel	44	2917.77		
DK(%): 9.80				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	110.80	55.40	1.89
Genotip	14	3803.86	271.70	9.25**
Hata	28	822.53	29.37	
Genel	44	4737.20		
DK(%): 10.59				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.16'daki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi her iki yılda da ilk kapsül yüksekliği açısından çeşit/genotipler arasındaki fark p≤0.01 düzeyinde önemli bulunmuş ve farklı gruplar oluşmuştur.

2020'de yapılan denemede ilk kapsül yüksekliği bakımında geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 71.00-49.33 cm arasında değişmiştir. Muganlı-57 ve ACS 408 çeşit/genotipleri 71.00 cm ortalama değerleriyle ilk sıralarda yer alırlarken ACS 408 genotipi 49.33 ortalama değer ile son sırada yer almıştır. 2021'de benzer şekilde varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 67.33-36.67 cm arasında değişmiştir. Muganlı-57, Batem-Uzun ve Baydar-2001 çeşitleri sırasıyla 67.33, 65.67 ve 65.67 cm ortalama değerleriyle ilk sıralarda yer alırken ACS 206 genotipi 36.67 ortalama değer ile son sırada yer almıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Susam çeşit/genotiplerinin ilk kapsül yüksekliklerine ilişkin ortalama değerler (adet/bitki) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Muganlı 57	71.00 a
2	ACS 407	71.00 a
3	ACS 208	68.00 ab
4	ACS 95	67.00 ac
5	Batem-Uzun	66.33 ac
6	ACS 206	66.00 ad
7	Baydar-2001	64.67 ae
8	ACS 256	62.33 af
9	ACS 127	59.33 bg
10	ACS 102	59.00 bg
11	ACS 216	57.67 cg
12	ACS 86	56.00 dg
13	ACS 38	55.67 eg
14	ACS 118	53.33 fg
15	ACS 408	49.33 g
	Ortalama	61.77
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Muganlı-57	67.33 a
2	Batem-Uzun	65.67 a
3	Baydar-2001	65.67 a
4	ACS 86	55.33 b
5	ACS 216	55.00 b
6	ACS 256	53.67 bc
7	ACS 38	51.00 bd
8	ACS 407	50.67 bd
9	ACS 95	49.00 be
10	ACS 118	46.67 be
11	ACS 208	45.67 cf
12	ACS 408	43.33 df
13	ACS 102	41.00 ef
14	ACS 127	40.33 ef
15	ACS 206	36.67 f
	Ortalama	51.13

Denemeler sonucunda elde edilen ortalama ilk kapsül yüksekliği değerleri (2020 yılında 71.00–49.33 cm, 2021 yılında 67.33–36.67 cm), 23.73–27.73 cm olarak bildiren

Ulukütük (2011) ve 14.67–47.73 cm bildiren Toprak (2017)’ın ilk kapsül yüksekliği verilerinden fazla, 31.00–83.30 cm olarak bildiren Uzun (1997)’un verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

4.2.8. Bitki boyu

Yapılan denemelerde farklı özelliklere sahip 15 susam çeşit ve genotipleri bitki boyu açısından istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda bitki boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları ve değişim katsayısı (DK) Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Susam çeşit/genotiplerinin ilk bitki boyu değerlerine ait varyans analiz tablosu

2020 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	68.40	34.20	1.09
Genotip	14	5541.20	395.80	12.60**
Hata	28	879.60	31.41	
Genel	44	6489.20		
DK(%): 4.12				
2021 Yılı Denemesi				
Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Blok	2	20.31	10.15	0.22
Genotip	14	21729	33.37	33.37**
Hata	28	1302.35	46.51	
Genel	44	23049.64		
DK(%): 4.63				

**p≤ 0.01 seviyesinde önemli, *p≤ 0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.18’deki istatistiksel değerlendirmeden görüleceği gibi bitki boyu açısından çeşit/genotipler arasındaki fark her iki yılda kurulan denemede de p≤0.01 düzeyinde önemli bulunmuş ve farklı gruplar oluşmuştur.

2020’de yapılan denemede bitki boyu bakımında geniş bir varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 154.67-115.67 cm arasında değişmiştir. Batem-Uzun ve Muganlı-57 çeşitleri sırasıyla 154.67 cm ve 154.33 cm ortalamalar ile ilk sıralarda yer alırken ACS 408 genotipi 115.67 cm ile son sırada yer almıştır. 2021 yılında da benzer şekilde varyasyon gözlemlenmiş olup ortalamalar 199.33-113.00 cm arasında değişmiştir. Batem-Uzun çeşidi 199.33 cm ortalama ile ilk sıralarda yer alırken ACS 95 genotipi 113.00 cm ile son sırada yer almıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Susam çeşit/genotiplerinin bitki boylarına ilişkin ortalama değerler (cm) ve oluşan gruplar

2020 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Batem-Uzun	154.67 a
2	Muganlı-57	154.33 a
3	Baydar-2001	148.00 ab
4	ACS 208	144.00 b
5	ACS 38	141.67 b
6	ACS 407	141.00 b
7	ACS 206	140.67 b
8	ACS 256	130.33 c
9	ACS 95	130.33 c
10	ACS 216	130.00 c
11	ACS 86	130.00 c
12	ACS 102	128.67 c
13	ACS 127	124.67 cd
14	ACS 118	124.00 cd
15	ACS 408	115.67 d
	Ortalama	135.86
2021 Yılı Denemesi		
Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	Batem-Uzun	199.33 a
2	Baydar-2001	171.67 b
3	Muganlı-57	167.33 bc
4	ACS 216	167.00 bc
5	ACS 208	156.00 cd
6	ACS 408	149.00 de
7	ACS 206	146.33 de
8	ACS 256	145.00 df
9	ACS 407	143.67 ef
10	ACS 127	142.67 ef
11	ACS 86	134.33 fg
12	ACS 38	126.00 gh
13	ACS 118	124.00 gi
14	ACS 102	121.00 hi
15	ACS 95	113.00 i
	Ortalama	147.08

Denemelerde elde edilen ortalama bitki boyu değerleri (2020 yılında 154.67–115.67 cm, 2021 yılında 199.33–113.00 cm), bitki boyu değerlerini 60.00–83.6 cm olarak

bildiren Cürat (2010), 65.00-117.90 cm olarak bildiren Toprak (2017) ve 97.70 ile 130.7 cm olarak bildiren Uzun (1997)'un verilerinden fazla bulunmuştur.

4.2.9. Yağ oranı

Susam çeşit/genotiplerinin tohumlarından elde edilen yağ oranı ortalamaları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Susam çeşit/genotiplerinden ölçülen yağ oranı ortalamaları

Sıra No	Çeşit / Genotip	Ortalama
1	ACS 208	57.44
2	Batem-Uzun	57.42
3	Baydar-2001	56.96
4	Muganlı-57	56.74
5	ACS 256	56.54
6	ACS 38	51.45
7	ACS 95	46.55
8	ACS 408	46.43
9	ACS 102	46.38
10	ACS 216	46.34
11	ACS 86	45.72
12	ACS 206	44.88
13	ACS 118	44.73
14	ACS 407	44.45
15	ACS 127	43.81
Genel ortalama		49.72

Her çeşit/genotip için yağ miktarları oransal olarak belirlenmiştir. Ancak her blok (tekerrür) için yağ oranları belirlenmediğinden varyans analiz tablosu oluşturulmamıştır. Yağ miktarı oranları %43.81 ile %57.44 arasında değiştiği belirlenmiş olup en düşük yağ ortalamasına %43.81 ile ACS 127 sahip olurken, en yüksek yağ ortalamasına ise %57.44 ile ACS 208'in sahip olduğu rapor edilmiştir. Yağ oranları ile ilgili yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde literatür bilgileri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Baydar vd. (1999) yapmış oldukları çalışmada 72 adet yerel çeşidi incelemiş olup yağ oranlarının %35.1 ile 63.25 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Uzun vd. (2008) ise 103 adet susam genotipi ile yaptıkları çalışmada yağ oranlarının %41.3 ile %62.7 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

4.2.10. Yağ asitleri oranı

Her çeşit/genotip için yağ asitleri oranı belirlenmiştir. Ancak her blok (tekerrür) için yağ asitleri oranları belirlenmediğinden varyans analiz tablosu oluşturulmamıştır. Bu kapsamda; linoleik asit oranı ortalamaları %42.811 ile %35.734 arasında değişmiş olup en yüksek değer %42.811 ile ACS 408 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %35.734 ile ACS 216 genotipinden elde edilmiştir. Oleik asit oranı ortalamaları %47.882 ile %41.583 arasında değişmiş olup en yüksek değer %47.882 ile ACS 216 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %41.583 ile ACS 408 genotipinden elde edilmiştir.

Stearik asit oranı ortalamaları %6.176 ile %4.813 arasında değişmiş olup en yüksek değer %6.176 ile Baydar-2001 çeşidinden elde edilirken en düşük değer ise %4.813 ile ACS 408 genotipinden elde edilmiştir. 11-Eikosenoik asit oranı ortalamaları %0.190 ile %0.163 arasında değişmiş olup en yüksek değer %0.190 ile ACS 206 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %0.163 ile Baydar-2001 çeşidinden elde edilmiştir. Araşidik asit oranı ortalamaları %0.578 ile %0.485 arasında değişmiş olup en yüksek değer %0.578 ile ACS127 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %0.485 ile ACS 408 genotipinden elde edilmiştir. Linolenik asit oranı ortalamaları %0.332 ile %0.240 arasında değişmiş olup en yüksek değer %0.332 ile ACS 208 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %0.240 ile ACS 256 genotipinden elde edilmiştir. Palmitoleik asit oranı ortalamaları %0.153 ile %0.105 arasında değişmiş olup en yüksek değer %0.153 ile ACS 256 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %0.105 ile Baydar-2001 çeşidinden elde edilmiştir. Palmitik asit oranı ortalamaları %9.78 ile %8.52 arasında değişmiş olup en yüksek değer %9.78 ile ACS 38 genotipinden elde edilirken en düşük değer ise %8.52 ile Batem-Uzun çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Susam çeşit/genotiplerinde ortalama yağ asitleri oranları

Çeşit/Genotip	11-Eikosenoik asit (%)	Araşidik asit (%)	Linolenik asit (%)	Linoleik asit (%)	Oleik asit (%)	Stearik asit (%)	Palmitoleik (%)	Palmitik asit (%)
ACS 206	0.190	0.507	0.285	38.032	46.76	5.206	0.127	8.89
Batem-Uzun	0.186	0.487	0.305	39.699	46.65	5.033	0.120	8.52
ACS 102	0.185	0.539	0.288	37.021	47.45	5.454	0.122	8.94
ACS 208	0.184	0.545	0.332	41.093	43.35	4.999	0.129	9.36
ACS 216	0.182	0.562	0.262	35.734	47.88	5.510	0.130	9.74
ACS 118	0.181	0.507	0.313	39.680	44.98	4.962	0.140	9.23
ACS 86	0.178	0.554	0.274	37.960	46.53	5.678	0.119	8.71
ACS 256	0.177	0.536	0.240	37.203	47.27	5.187	0.153	9.23
ACS 127	0.177	0.578	0.295	38.457	45.44	5.820	0.112	9.11
ACS 95	0.176	0.567	0.278	39.151	44.59	5.336	0.141	9.75
Muganlı-57	0.175	0.532	0.274	39.341	45.32	5.441	0.114	8.80
ACS 38	0.170	0.523	0.271	37.934	45.71	5.473	0.130	9.78
ACS 407	0.167	0.558	0.304	38.695	45.58	5.441	0.139	9.20
ACS 408	0.165	0.485	0.291	42.811	41.58	4.813	0.142	9.71
Baydar-2001	0.163	0.564	0.316	41.084	42.87	6.176	0.105	8.72
Ortalama	0.176	0.536	0.288	38.92	45.40	5.36	0.12	9.17

Amin ve Kothari (1989) yapmış oldukları çalışmada susamda yağ asitleri oranını; palmitik asidin %9.1 ile %15.6 arasında, stearik asidin %3.8 ile %6.0 arasında, oleik asidin %39.1 ile %48.7 arasında, linoleik asidin %35.4 ile %44.6 arasında değiştiğini, Ulukütük (2011) yaptığı çalışmada palmitik asit oranını %9.33 ile %9.83 arasında, stearik asit oranını %5.33 ile %5.63 arasında oleik asit oranını %43.42 ile %45.05 arasında, linoleik asit oranını %38.12 ile %39.80 arasında ve araşidik asit oranını %0.54 ile %0.60 arasında değiştiğini, Cürat (2010) ise palmitik asit oranının %7.83 ile %9.46 arasında, stearik asit oranını %5.40 ile %6.09 arasında, oleik asit oranını %43.51 ile %49.05 arasında, linoleik asit oranını %36.10 ile %39.80 arasında ve araşidik asit oranını %0.31 ile %0.57 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Tez çalışmasında elde edilen verilerin literatür ile uyum halinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar 2012/29 Tebliği kapsamında susam yağında yağ asidi oranlarının; oleik asit için %34.4-%45.5. linoleik asit için %36.9-%47.9. linolenik asit için %0.2-%1.0. palmitik asit için %7.9-%12.0. stearik asit için %4.5-%6.7 ve araşidik asit için %0.3-%0.7 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2012). Tam mekanize hasada uygun ACS 408'in tebliğde belirtilen bütün standartlara uygun olduğu görülmektedir.

4.2.11. Basit korelasyon analizi

Verim denemelerinde iki yıl boyunca ölçülen agro-morfolojik özelliklerin verilerini kullanarak hesaplanan basit korelasyon katsayıları (r) Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Susam çeşit/genotiplerin özellikler arasındaki basit korelasyon katsayıları (r)

Özellikler	BB	İKY	ÇGS	FOS	YDS	KS	BT
İKY	0.2899**	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ÇGS	-0.3429**	-0.1576	.....	.....	.....	.....	.....
FOS	-0.2803**	-0.0030	0.7977**	.....	.....	.....	.....
YDS	0.1336	-0.2437*	0.1761	0.0413	.....	.....	.....
KS	0.1055	-0.3671**	0.0395	-0.1642	0.2912**	.....	.....
BT	0.3331**	0.2336*	-0.4571**	-0.2549*	-0.0627	-0.1503	.....
TV	0.2407*	-0.2208*	-0.2740**	-0.2329*	0.2092*	0.5404**	0.4406**

BB: Bitki Boyu. İKY: İlk Kapsül Yüksekliği. ÇGS: Çiçeklenme Gün Sayısı. FOS: Fizyolojik Olum Gün Sayısı. YDS: Yan Dal Sayısı. KS: Kapsül Sayısı. BT: 1000 Tohum Ağırlığı. TV: Tane Verimi. * = %5 Düzeyinde Önemli. ** = %1 Düzeyinde Önemli

Elde edilen korelasyon katsayılarına göre, tane verimine bitki boyu, yan dal sayısı, 1000 tohum ağırlığı ve kapsül sayısı değerlerinin yüksek oluşu pozitif etki ederken; ilk kapsül yüksekliği, çiçeklenme gün sayısı ve fizyolojik olum gün sayısı değerlerinin yüksek oluşu negatif yönde etkilemiştir. Bitkide tane verimini etkileyen en önemli özellik

kapsül sayısı olmuştur. Bu sonuç literatür ile uyum halindedir (Uzun 1999). Verimi doğrudan etkileyen kapsül sayısı (Uzun 1999) ile yan dal sayısı ve ilk kapsül yüksekliği arasında ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca 1000 tohum ağırlığı ile bitki boyu, ilk kapsül yüksekliği, çiçeklenme gün sayısı ve fizyolojik olum gün sayısı arasında da ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca yan dal sayısı ile ilk kapsül yüksekliği arasında, fizyolojik olum gün sayısı ile bitki boyu ve ilk çiçeklenme tarihi arasında, ilk kapsül yüksekliği ile bitki boyu arasında ilişkiler belirlenmiştir.



5. SONUÇLAR

1. Susamın tohumlarını dökmemesi ve kombine hasat makinaları (biçerdöver) ile hasat edilebilmesi için gerekli olan uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağı özelliği melezleme ile kolaylıkla sonraki nesillere aktarılabildiği belirlenmiştir.
2. Tam mekanize hasat için aranan iki özellik olan uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağı özelliği resesif karakterler olduğu tespit edilmiştir.
3. F₂ popülasyonunda bitki boyu, kapsül uzunluğu, ilk kapsül yüksekliği, 1000 tohum ağırlığı, kapsül sayısı ve tek bitki verimi açısından transgresif açılımların oluşmasından dolayı uygun ebeveynlerin seçilmesi ile susamdaki tarımsal özelliklerin geliştirilebileceği öngörülmüştür.
4. Susam ıslahında uygun ıslah yöntemi ve seralar kullanılarak bir yılda 3 generasyon ilerletilebileceği gözlemlenmiştir.
5. Susamın uçtan çatlatma ve güçlü plasenta bağına sahip olması durumunda tohumlarını dökmeyeceği ve kombine hasat makinaları ile hasat edilmesinin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.
6. Susamda koyu tohum kabuğu renginin açık tohum kabuğu rengine dominant olduğu ve birden fazla genin etkili olabileceği ön görülmüştür.
7. ACS 408 genotipi Akdeniz Susam Koleksiyon ile karşılaştırıldığında verim ve kalite açısından ilk sıralarda yer almasa da iki yıllık verim değerleri ortalamasının Türkiye ortalaması üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tam mekanize hasada uygun olması nedeniyle susamın geniş alanlara ekilmesine ve hasat işlemlerinin kolaylıkla yapılmasına olanak sağlayacağından umut vadeci olarak görülmüştür.
8. Korelasyon analizi sonucunda verimi etkileyen en önemli özelliğin kapsül sayısı olduğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

- Anonim 1: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> [Son erişim tarihi 28.03.2022].
- Anonymous 1: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Son erişim tarihi 28.03.2022].
- Anonymous 2: <https://www.trademapp.org/Index.aspx> [Son erişim tarihi 28.03.2022].
- Amin, D. and Kothari, I.L. 1989. Seed composition of some new varieties of sesame. *Jour. Of The Oil Tech.* 21:1. 15-16.
- Arslan, H. Hatipoğlu, H. ve Karakuş, M. 2014. Şanlıurfa yöresinde tarımı yapılan susam genotiplerinden seçilen bazı hatların ikinci ürün koşullarında verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(2): 109-116.
- Ashri, A. 1989. Sesame. *Oil Crops of the World*. Robbelen, G.; Downey, R.K.; and A. Ashri (eds.). McGraw-Hill Publishing Company: New York. pp. 375-387.
- Ashri, A. 2007. Sesame (*Sesamum indicum* L.). In: Singh, R.J. (Ed.). *Genetics Resources. Chromosome Engineering and Crop Improvement. Oilseed Crops*, CRC Press. Florida. pp. 231-289.
- Bakal, H. ve Arıoğlu, H. 2020. Tescil edilmiş susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin Çukurova Bölgesi ikinci ürün koşullarında bazı önemli tarımsal ve tohum kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal. I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı. 218-225.
- Baydar, H., Ercan, G. ve Turgut, K. 1996. Susam (*Sesamum indicum* L.)'da çiçeklenme, döllenme ve kapsül gelişimi üzerine araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 61-70.
- Baydar, H., Marquard, R and Turgut, İ. 1999. Pure line selection for improved yield, oil content and different fatty acid composition of sesame. *Sesamum indicum* L. *Plant Breeding*, 118(5): 462-464.
- Baydar, H. ve Turgut, İ. 1999. Yağlı tohumlu bitkilerde yağ asitleri kompozisyonunun bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklere ve ekolojik bölgelere göre değişimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1): 81-86.
- Baydar, H. and Turgut, İ. 2000. Studies on genetic and breeding in sesame (*Sesamum indicum* L.) I. inheritance of the characters determining the plant type. *Turkish Journal of Biology*, 24(3): 503-512.
- Baydar, H. 2005. Breeding for the improvement of the ideal plant type of sesame. *Plant Breeding*, 124(3): 263-267.
- Bedigian, D. and Harlan, J.R. 1986. Evidence for Cultivation of Sesame in the Ancient World. *Economic Botany*, 40, 137-154.
- Bedigian, D. 2003. Evolution of Sesame Revisited: Domestication, Diversity and Prospects. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50, 779-787.
- Bürkük, V. and Tunçtürk, R. 2020. Diyarbakır ekolojik koşullarında tescilli bazı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin tarımsal ve kalite özelliklerinin araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 98-105.

- Chang, M.S. and Smith, J.D. 1967. Diallel analysis of inheritance of quantitative characters in grain sorghum. I.Heterosis and Inbreeding Depression. *Can.J.Genet.Cytol.*, 9:44- 51.
- Costa, F. T., Neto, S. M., Bloch, J. R. and Franco, O. L. 2007. susceptibility of human pathogenic bacteria to antimicrobial peptides from sesame kernels. *Current Microbiology*, 55: 162-166.
- Cürat, D. 2010. Kilis ve Yöresinde Yetiştirilen Yerel Susam (*Sesamum indicum* L.) Populasyonlarının Biyolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kilis, 47 p.
- Duhoon, S.S. 2004. Exploitation of heterosis for raising productivity in sesame. In New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th international crop science congress, Brisbane, Australia (Vol. 26).
- Erbaş, M., Şekerci, H., Gül, S., Furat, S., Yol, E. and Uzun, B. 2009. Changes in total antioxidant capacity of sesame (*Sesamum* sp.) by variety. *Asian Journal of Chemistry*, 21(7): 5549-5555.
- Frank, J. 2005. Beyond Vitamin E Supplementation: An Alternative. Strategy to Improve Vitamin E Status. *Journal of Plant Physiology*, 162: 834-843.
- Falusi, O. A. 2007. Segregation of genes controlling seed colour in sesame (*Sesamum indicum* linn.) from Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6(24): 2780-2783.
- Fonseca, S.M. and Patterson, F.L. 1968. Hybrid Vigor in a Seven Parent Diallel Cross in Common Winter Wheat (*T. aestivum* L.). *Crop Sci.*, 8(1):85-88.
- Garces, R., and Mancha, M. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical biochemistry*, 211(1), 139-143.
- Genç, G. 2020. Susam hasadı için disk bıçaklı kesme sisteminin geliştirilmesi, çalışma kriterlerinin ve enerji gereksinimlerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, T.C. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, 82 s.
- Griesbach, R. J., Austin, S. 2005. Comparison of the Munsell and Royal Horticultural Society's color charts in describing flower color. *Taxon* 54: 771-773.
- Hatipoğlu, H. 2016. Siirt ikinci ürün koşullarında bazı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Siirt, 53s.
- Hernan, E. and Laurentin, T. 2007. Genetic Diversity in Sesame (*Sesamum indicum* L.): Molecular Markers, Metabolic Profiles and Effect of Plant Extracts on Soil-Borne Pathogenic Fungi. Ph.D. Thesis, Georg-August-University, Göttingen, 107 p.
- Hwang, L.S. 2005. Sesame oil. In: F. Shahidi (Editor). *Bailey's Industrial oil and fat products. Sixth Edition Volume 2 Edible Oil and Fat Products: Edible Oils*. pp. 537- 576.
- İlisulu, K. 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 366 s.
- Johnson, L.A., Suleiman, T.M. and Lusas, E.W. 1979. Sesame Protein: A Review and Prospectus. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56: 463-468.

- Kapadia, G.J., Azuine, M.A., Tokuda, H., Takasaki, M., Mukainaka, T., Konoshima, T. and Nishino, H. 2002. Chemopreventive Effect of Resveratrol, Sesamol, Sesame Oil and Sunflower Oil in The Epstein–Barr Virus Early Antigen Activation Assay and The Mouse Skin Two-Stage Carcinogenesis. *Pharmacological Research*, 45: 500-505.
- Kıllı, F. 2019. Comparison of local sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes for yield and some yield components. *International Journal of Anatolia Agricultural Engineering*, 1 (2): 6-10.
- Kobayashi, T. 1981. The wild and cultivated species in the genus sesamum. In Sesame: Status and improvement. FAO Plant Production and Protection Paper No: 26. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, pp. 157- 163.
- Kochhar, S.P. 2000. Sesame Oil- A Powerful antioxidant. *Lipid Technology Newsletter*, April, 35-39.
- Murty, D. S. 1975. Heterosis, combining ability and reciprocal effects for agronomic and chemical characters in sesame. *Theor. and Appl. Genet.* 45, 294/299.
- Osman, H. E. 1989. Heterosis and path coefficient analysis in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Acta Agron. Hung.* 38, 105/112.
- Langham D.G. 1946. Genetics of sesame. III. “Open sesame” and mottled leaf. *Journal of Heredity*, 37(5): 149-152.
- Langham, D.G., Rodriguez, M. and Reveron, E. 1956. Dehiscencia, y otras características del ajonjolí *Sesamum indicum*, L., en relación con el problema de la cosecha. *Genesa, Publ. Tecnica*, 1, 16.
- Langham, D.R. and Wiemers, T. 2002. Progress in mechanizing sesame in the us through breeding. In: Janickand, J. and Whipkey, A. (Eds), *Trends in New Crops and New Uses, American Society for Horticultural Science Press*, Virginia, pp. 157-173.
- Langham, D.R., Smith, G., Wiemers, T. and Wetzel, M. 2004. Southwest sesame grower’s pamphlet. Sesaco Corporation.
- Langham, D.R., Riney, J., Smith, G. and Wiemers, T. 2008. Sesame Grower Guide. Sesaco Sesame Coordinators, Lubbock, Texas.
- Langham, D.R., Grichar, W.J. and Dotray, P.A. 2019. Sesame production in the United States. *International Sesame Conference*, Zhengzhou, China.
- Lee, K.S. and Noh, H.K. 2015. Development of threshing machine for shatter-resistant sesame. *Journal of Biosystems Engineering*, 40(2): 110-114.
- Nakimi, M. 1995. The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Review International*, 11(2): 281–329.
- Öz, M. ve Karasu, A. 2010. Bazı susam (*Sesamum indicum* L.) çeşit ve hatlarının bursa koşullarında performanslarının belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2): 21-27.
- Özcan M., Akgül A. 1994. Tahinde Fiziksel-Kimyasal Analizler ve Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi. *Gıda*.19(6).

- Öztürk, S. 1995. Susamın geleneksel yöntem, yarı mekanize sistemler ve biçerdöverlerle hasat olanakları. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 51s.
- Öztürk, S. ve Yıldız, O. 1995. Susam tarımında farklı mekanizasyon uygulamalarının enerji maliyetine etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, ss. 120-127, 5-7 Eylül, Bursa.
- Pandey, S. K., Das, A., and Dasgupta, T. 2013. Genetics of seed coat color in sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 12(42).
- Pham, D.T., Nguyen, T.T.D., Carlsson A.S. and Bui, M.T. 2010. Morphological evaluation of sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties from different origins. *Australian Journal of Crop Science*, 4(7): 498-504.
- Phumichai, C., Mattheyathaworn, W., Chuenpom, N., Wongkaew, A., Somsaeng, P., Yodyingyong, T., and Kaveeta, R. 2017. Identification of a SCAR marker linked to a shattering resistance trait in sesame. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(2): 258-265.
- Rani, T. S., Laxman, S., Thippeswamy, S., Kiranbabu, T., Venkataiah, M. and Rao, M.P. 2015. Genetic studies for the exploitation of heterosis in sesame (*Sesamum indicum* L.). *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 47(3): 231-237.
- Salunkhe, D.K., Chavan, J.K., Adsule, R.N. and Kadam, S.S. 1991. Sesame in world oilseeds: Chemistry, technology and utilization. Van Nostrand and Reinhold, New York, pp. 371-402.
- Seçer, A. 2016. Türkiye’de susam üretim ve dış ticaretinde gelişmeler. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(1): 27-36.
- Shahidi, F., Liyana-Pathirana C.M. and Wall, D.S. 2006. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. *Food Chemistry*, 99(3): 478-483.
- Snape, J.W. and Riggs, T.J. 1975. Genetical consequences of single seed descent in the breeding of self-pollinating crops. *Heredity*, 35(2): 211-219.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Tan, A.Ş. 2011. Bazı susam çeşitlerinin menemen koşullarında performansları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2): 11-28.
- Tan, A.Ş. 2012. Susam Tarımı. T.C. Tarım Orman Bakanlığı. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:146 Menemen/İzmir.
- Toprak, T. 2017. Türkiyenin farklı bölgelerinden toplanan susam (*Sesamum indicum* L.) genotiplerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır, 72 s.
- Uğurluay, S. 2002. Susam (*Sesamum indicum* L.) bitkisinin hasat mekanizasyonu olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 51 s.
- Ulukütük, E. 2011. Kilis yöresinden toplanan yerel susam (*Sesamum indicum* L.) populasyonlarının verim ve kalite parametrelerinin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, T.C. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, 39 s.

- Uzun, B. 1997. Susamda verim, verim komponentleri ve yağ miktarının varyasyonu ve verimle ilişkili özellikler. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 43 s.
- Uzun, B. ve Çağırğan, M.İ. 2001. Farklı ekim sıklıklarının determinant ve indeterminant susam (*Sesamum indicum* L.) tiplerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 23-27.
- Uzun, B., Lee, D., Donini, P. and Çağırğan, M.İ. 2003. Identification of a molecular marker linked to the closed capsule mutant trait in sesame using AFLP. *Plant Breeding*, 122(1): 95-97.
- Uzun, B. and Çağırğan, M.İ. 2006. Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. *Field crops research*, 96(1): 13-18.
- Uzun, B., Arslan, Ç., and Furat, Ş. 2008. Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(12), 1135-1142.
- Ümmetoğlu, M., Taşkın, T. ve Tan, A.Ş. 2015. Manisa il ve ilçelerinde yetiştirilen susam çeşitlerinin dağılımı ve mevcut durumunun araştırılması. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 37-58.
- Vurarak, Y. ve Bilgili, M.E. 2014. Biçerbağlarla hasat edilen II. ürün susamda verim-kalite ve bazı işletmecilik değerlerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18(2): 38-48.
- Vurarak, Y., Bilgili, M.E. ve Angın, N. 2017. Ana ürün susamda farklı hasat yöntemlerinin verim ve bazı işletme değerlerine olan etkilerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2): 1-9.
- Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science. Oxford, U.K.
- Yaşar, M., Ekinci, R. and Sezgin, M. 2020. Investigation of change of yield and yield components in sesame (*Sesamum indicum* L.) according to years and locations. *YYU Journal of Agricultural Science*, 30(4): 852-857.
- Yermanos, D.M. 1978. Oil analysis report on the world sesame collection. *World Farming*, 14: 5-11.
- Yol, E. and Uzun, B. 2011. Inheritance of number of capsules per leaf axil and hairiness on stem, leaf and capsule of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 5(1): 78-81.
- Yol, E. and Uzun, B. 2012. Geographical patterns of sesame accessions grown under mediterranean environmental conditions, and establishment of a core collection. *Crop Science*, 52(5): 2206-2214.
- Yol, E., Furat, S. and Uzun, B. 2013. Genetic control of purple plant color in sesame. *Turkish Journal of Field Crops*, 18(2): 229-232.
- Yol, E., Toker, C. and Uzun, B. 2017. Inheritance of long and dense capsule characteristics in sesame. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1): 8-13.
- Yol, E. and Uzun, B. 2019. Inheritance of indehiscent capsule character, heritability and genetic advance analyses in the segregation generations of dehiscent x indehiscent capsules in sesame. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(1): 79-85.

Weiss, E.A. 1971. Castor, Sesame, and Safflower. Barnes and Noble Inc., New York

Wu, W.H., Kang, Y.P., Wang, N.H., Jou, H.J. and Wang, T.A. 2006. Sesame Ingestion Affects Sex Hormones, Antioxidant Status and Blood Lipids in Postmenopausal Women. *Journal of Nutrition*, 136: 1270-1275.



ÖZGEÇMİŞ

HACI TEK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Antalya
Lisans 2014-2018	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya