

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

**KAPALI KAPSÜLLÜ SUSAM MUTANLARININ FERTİLİTE
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Şen İNAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2011

**KAPALI KAPSÜLLÜ SUSAM MUTANTLARININ FERTİLİTE
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Şen İNAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2010.02.0121.016 no'lu proje olarak Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2011

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAPALI KAPSÜLLÜ SUSAM MUTANTLARININ FERTİLİTE
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Şen İNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 28/06/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **100** not takdir edilerek
oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ: Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN (Danışman)

Prof. Dr. Cengiz TOKER

Doç. Dr. Mustafa KARHAN.....

Çağırğan
Toker
Karhan

ÖZET

KAPALI KAPSÜLLÜ SUSAM MUTANTLARININ FERTİLİTE DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Şen İNAL

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN

Mayıs 2011, 44 Sayfa

Susam (*Sesamum indicum* L), endüstriyel, nutrasötik ve farmasötik alanlarda kullanılmakta olan fonksiyonel bir kültür bitkisidir. Ancak, yetiştirme ve hasat sorunları nedeniyle üretiminin yapıldığı alanlardaki yerini diğer bitkilere bırakmakta bu yüzden her yıl üretim miktarı azalmaktadır. Susamın makinalı hasadı yapılamamakta; dolayısıyla insan gücüne dayalı çalışılması maliyeti artırmakta ve geniş arazilerde yetiştirilmesini engellemektedir.

Susamın tarımında başarıya ulaşmak için olgunlukta ve hasat zamanında tohum kayıplarını azaltacak kapalı kapsüllü genotipler geliştirilerek hasadının mekanize edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, susamda dünyada ilk kez gama ışınlarıyla deneysel olarak elde edilmiş kapalı kapsüllü yapay mutantlar (cc'ler, 9 adet) ile doğal kapalı kapsüllü (id) mutantan geliştirilmiş bir ileri hat ve çatlayan kapsüllü iki standart çeşit (Muganlı-57 ve Birkan) kullanılmıştır. Genotiplerin fertilitite düzeyleri, fertilitite ile ilişkili özellikleri, morfo-fizyolojik özellikleri, verim ve verim komponentleri incelenmiştir. Genotiplerin ortalamaları ve varyans analizi sonuçlarına ait veriler ortaya konmuş ve “kapalı grup ile açık grup” ve “cc'ler ile id” arasında ortogonal karşılaştırmalar yapılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda, açık grubun fertilitite ve verim düzeyleri kapalı gruba göre yüksek bulunmuştur. Bu durumun kapalı kapsüllü mutantlarda negatif pleiotropik etkilerin özellikle fertilititeyi etkilemesiyle verimi düşürmesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu negatif yan etkiler neticesinde kapalı grubun kapsülleri irileşememekte ve tohumları çoğunlukla gelişemeyip kavuz

kalmaktadır. Elde ettiğimiz verilerde genotiplerin toplam kapsül sayısı bakımından yakın değerler göstermesine rağmen kapalı grubun çok az sayıda iri kapsüle sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kapalı grubun kapsüllerinin az sayıda tohum tutabildiği ve fertil tohum yüzdesi bakımından ancak açık gruba yetişebildikleri bulunmuştur. Günümüze kadar yoğun çabayla geliştirilebilmiş id/id ileri hattından daha iyi değerler gösterebilen ham mutant genotiplerin (cc-3'-qu ve cc-6) varlığı fertilite sorunu çözülebildiği takdirde makineli hasatta kullanılacak daha avantajlı hatlar elde edilebileceğine işaret etmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: *Sesamum indicum* L., Tohum dökme,
Fertilite, Verim ve verim komponentleri, Makinalı hasat-harman

JÜRİ: Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN (Danışman)
Prof. Dr. Cengiz TOKER
Doç. Dr. Mustafa KARHAN

ABSTRACT

COMPARISON OF THE FERTILITY LEVELS OF THE CLOSED CAPSULE SESAME MUTANTS

Şen İNAL

M. Sc. Thesis in Field Crops

Adviser: Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN

May 2011, 44 Pages

Sesame (*Sesamum indicum* L), is a functional cultivated crop which has an extended usage to industrial, nutraceutical and pharmaceutical areas, recently. But, there are problems in its cultivation, specifically in the harvest; therefore it is replaced with the other crop plants that are unchallenging at harvest. As consequence, sesame cultivation is decreased year by year since sesame harvesting could not be mechanized and manual harvest costs high preventing also its extended cultivation.

To succeed sustainably the sesame cultivation, seed loss in maturity and harvest has to be reduced by developing close capsule mutants which could make the mechanized harvesting possible. In this research, 9 closed capsule induced mutants of sesame (cc's), obtained for the first time through induced mutagenesis for the first, one id improved line developed from the natural *id/id* mutant and two shattering open capsule standart varieties (Muganlı-57 and Birkan) were used. The fertility levels, the fertility related traits, morpho-physiological traits, yield and yield components of the genotypes were investigated comparatively. The data obtained subjected to analysis of variance the genotypes were compared by the orthogonal contrasts described previously i.e. “the close capsule group *versus* open group” and “the cc group versus the id genotype”. As a result of the assessments, the open group's fertility and yield levels were found higher than the closed group. It was concluded that this inferiority of the closed capsule mutants resulted from the negative pleiotropic effects that have a special impact to fertility causing yield reduction. As a results of these negative side effects of

the mutation, the close group's capsules could not grow bigger and most of the seeds could not developed properly. In spite of the availability of the cc mutants showing similarities in terms of the total number of the capsules with the open capsule standart varieties, the close capsule group had low shares of large capsules in the total capsules. Furthermore, it was found that close capsule group's capsules had low number of the seeds and it is hardly reachable to the open group in the terms of the fertile seed percentage. However, the presence of the cc mutants (cc-3'-qu ve cc-6) showing better performances than the id genotype, which has been developed by the intensive efforts to date from its discovery in 1943, indicates more advantages over the id for modificaton and thus using them in mechanized harvest if the fertility problems of the induced cc mutants could be solved.

KEY WORDS: *Sesamum indicum* L., Non-shattering, Fertility, Yield and yield components, Mechanized harvesting

COMMITTEE: Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN (Adviser)

Prof. Dr. Cengiz TOKER

Assoc. Prof. Dr. Mustafa KARHAN

ÖNSÖZ

Susam önemli bir yağ bitkisi olmasına rağmen ülkemizdeki yetiştiriciliği giderek azalmaktadır. Susamın yoğun tarım sistemlerinde ve geniş alanlarda yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için iş gücüne ayrılan üretim maliyetleri hasadının mekanize edilmesiyle azaltılabilir. Bunun için olgunlaşma ve hasat sırasında kapsüllerini çatlatıp tohumlarını dökmeyen kapalı kapsüllü susam genotiplerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Çalışmamızda, yapay mutagenesis yoluyla elde edilmiş kapalı kapsüllü mutantları fertilitate düzeyleri ve fertilitate ilişkili özellikler bakımından kendi aralarında ve kapsüllerini çatlatan iki standart çeşitle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmayla istenilen özelliklere sahip genotipler belirlenebilecek ve ıslah açısından değerlendirilecektir.

Lisans öğrenimi gördüğüm alan dışında olmasına rağmen yeni bilgi ve teknikleri algılamamı ve bunları lisansüstü eğitimim boyunca uygulayabilmemi sağlayan, tez çalışmamın her aşamasında sabırla bilgisini aktaran, ilgisini esirgemeyen ve bana her türlü katkıyı sağlayan danışmanım sayın Prof. Dr. M. İlhan ÇAĞIRGAN'a, beni lisansüstü eğitim için teşvik eden ve bana destek veren sayın Prof. Dr. Cengiz TOKER'e, yüksek lisans derslerimde emeklerini gördüğüm hocalarıma, tezin yürütülmesi ve fakülteye uyum sağlamam konusunda bana yardımcı olan araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, yaşamım boyunca olduğu gibi lisansüstü öğrenimimde de bana her türlü desteği veren ve kendi zamanlarından özveride bulunarak çalışmalarımın düzenli devam etmesini sağlayan aileme ve aile dostlarımıza teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	3
3. MATERYAL ve METOT.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma yeri.....	12
3.1.2. Toprak özellikleri.....	12
3.1.3. İklim özellikleri.....	13
3.1.4. Genetik materyal.....	14
3.2. Metot.....	15
3.2.1. Tarla denemeleri ve deneme deseni.....	15
3.2.2. Materyalin yetiştirilmesi.....	16
3.2.3. Ölçülen özellikler.....	16
3.2.4. İstatistiksel değerlendirmeler.....	19
4. BULGULAR.....	20
4.1. Morfo-fizyolojik Özellikler.....	20
4.2. Verim ve Verim Komponentleri.....	22
4.3. Bitkide Kapsül Büyüklüklerinin Dağılımı.....	24
4.4. Fertilite Düzeyleri.....	26
4.5. Farklı Kapsül Büyüklüklerinde Fertil ve Kısır Tohumların Dağılımı.....	28
5. TARTIŞMA.....	33
6. SONUÇ.....	38
7. KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrad derece
cm	Santimetre
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
mm	Milimetre
m	Metre
m ²	Metrekare
Gy	Gray. Işınlanan 1 kg'lık maddeye 1 joule enerji veren radyasyon birimidir.
kGy	Kilogray
α	Alfa
γ	Gama
LD ₅₀	% 50 ölüme neden olan doz miktarı

Kısaltmalar

A. Ö. F.	Asgari önemli fark
cc	Yapay kapalı kapsüllü susam mutanı
id	Kapalı kapsüllü doğal mutantan geliştirilmiş ileri hat
V. K.	Varyasyon katsayısı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprak analizi sonucu.....	12
Çizelge 3.2. Deneme alanının 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim verileri	13
Çizelge 3.3. Denemede kullanılan genetik materyal ve genetik materyalin özellikleri.....	14
Çizelge 3.4. Genotiplerin deneme deseninde dağılımı.....	15
Çizelge 4.1. Genotiplerin morfo-fizyolojik özellikler bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.....	21
Çizelge 4.2. Genotiplerin verim ve verim komponentleri bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları	23
Çizelge 4.3. Genotiplerin bitkide kapsül büyüklüklerinin dağılımları bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.....	25
Çizelge 4.4. Genotiplerin fertilite özellikleri bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.....	27
Çizelge 4.5. Genotiplerin farklı kapsül büyüklüklerinde fertil ve kısır tohumların dağılımı bakımından 2009 yılı denemelerine ait ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.....	31
Çizelge 4.6. Genotiplerin farklı kapsül büyüklüklerinde fertil ve kısır tohumların dağılımı bakımından 2010 yılı denemelerine ait ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.....	32

1. GİRİŞ

Susam (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae) daha çok subtropik alanlarda ve hasatı el emeğine dayandığı için de işçiliğin ucuz olduğu Çin, Myanmar, Sudan ve Orta Amerika'da yetiştirilen tek yıllık bir yağ bitkisidir. Yurdumuzda da üretim girdilerinin az oluşu, kısa vejetasyon dönemi ve kolayca pazarlanabilmesi nedeniyle pek çok bölgede yetiştiriciliği yapılan bir kültür bitkisidir. Pamuk kuşağında buğdaydan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilebilme (Çağırğan 1994, 1997a) potansiyeline sahiptir. FAO 2006 verilerine göre Türkiye'de 40 bin hektarlık ekim alanına sahiptir.

Susam, gıda ve endüstri alanlarında kullanılmakta olan bir kültür bitkisidir. Kesin olmamakla birlikte gıda maddesi olarak ilk kullanımı Hindistan veya Afrika'ya dayanan 6000 yıllık bir geçmişe sahiptir (Yermanos 1980). Ayrıca, tohumunun protein içeriğiyle beraber yağının kompozisyonunda bulunan yağ asitleri susamın kalitesini arttırmaktadır (Kamal-Eldin ve Appelqvist 1994a). Susamla ilgili çalışmaların çoğu susamı en fazla tüketen Japonya'da yapılmaktadır. Araştırmalarda daha çok susamın içerdiği tokoferol ve lignanlar (sesamin, sesamolin, sesaminol, vs.) üzerinde durulmaktadır (Namiki 2007). Son bulgular bunların antioksidan, yaşlanma karşıtı ve serum lipitlerine ve kan basıncına olumlu etkilerini destekler niteliktedir (Namiki 1998). Bu veriler nutrasötik ve farmasötik alanlarda da kullanımının yaygınlaşmasına olanak sağlamaktadır. Böylelikle fonksiyonel bir kültür bitkisi haline gelen susam, dünya piyasasında aranılan bir tüketim maddesi haline gelmektedir.

Susamın olgunlaşma döneminde tohumların muhafaza edildiği kapsüllerin açılması, indeterminant büyüme göstermesi ve solgunluk hastalığına hassasiyeti, diğer problemlerin yanında, yoğun tarım sistemlerinde tarımının yapılmasını zorlaştırmaktadır. Susamın indeterminant özelliğine bağlı olarak eş zamanlı olgunlaşma meydana gelmemekte bu da hasat zamanını belirlemede sorunlara neden olmaktadır. Altta olgunlaşan kapsülleri çatlayıp tohumlarını yere dökerken üst bölümlerinde henüz tohumları olgunlaşmamış kapsüller bulunmaktadır. Bu durum verim kayıplarına yol açmaktadır. Kapsüllerin açılması nedeniyle susamın biçerdöverle hasadı mümkün olamamakta, hasat ve harman işlemleri el emeğine dayanmakta, bu da toplam üretim maliyetlerinin yarısını oluşturmaktadır. Bu sebeplerden susamın geniş alanlarda ekilmesi sınırlı kalmaktadır. Diğer kültüre alınmış bitkilerde doğal

olarak ortaya çıkan tiplerin doğrudan veya dolaylı kullanılmasıyla tohum dökme özelliği kazandırılmışken, susamın böyle bir şansı olmamıştır (Çağırğan 2007). 1943 yılında Venezuela'da doğal olarak bulunan tek bir kapalı kapsüllü susam bitkisinde yapılan ıslah çalışmaları sonuç vermemiş, makineli hasata elverişli döller geliştirmek mümkün olamamıştır (Ashri, 1998). Islah programlarında kullanılmak üzere doğal susam popülasyonunda istenilen özelliklere sahip bitki bulunmaması araştırmacıları mutasyon ıslahı yöntemlerine yönlendirmiştir (Çağırğan 2007). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından desteklenen ve 1994 yılında başlayan (Çağırğan 1994), kapalı kapsüllülüğün yanı sıra yoğun tarıma uygun susam mutantları geliştirme projesi kapsamında, dünyada deneysel olarak ilk kez 1995 yılında Türk susam çeşitlerinde kapalı kapsüllü susam mutantları elde edilmiştir (Çağırğan 1996, Ashri 1998). Bu mutantların elde edilmesiyle sonuçlanan projenin birinci bölümünden sonra, mutantların verim kapasitelerinin normal çatlayan tiplere kıyasla agronomik performansları da test edilmiş ve düşük verim kapasitelerinin geliştirilmesi gereği ortaya çıkmıştır (Çağırğan 2001, 2007). Bu gerekçeyle, ikinci proje diliminde mutant genotipler ve çeşit melezleri yapılmış, genetik ilerlemenin sınırlı kalması nedeniyle bazı melezlerin F₂ tohumlarına ve saf hatlara tekrar mutagen uygulanarak verim kapasitesini sınırlayan olumsuz özelliklerin giderilmesi ve amaca daha uygun mutantların araştırılması gerekli hale gelmiştir (Çağırğan 2005). Susam bitkisinde makineli hasatın gerçekleştirilmesi için yüksek tohum bağlama özelliğine sahip, kapalı kapsüllü susam bitkilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, dünyada ilk kez deneysel olarak elde edilmiş olan kapalı kapsüllü susam mutantlarının fertilité düzeylerini ve fertilité ile ilişkili özelliklerini çatlayan kapsüllü standart çeşitlerle ve kendi aralarında karşılaştırmaktır.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Susam, gıda maddesi olarak 6000 yıllık bir geçmişe sahiptir. Kesin olmamakla birlikte ilk kullanımının Hindistan veya Afrika olması, onun diğer coğrafyalara buradan yayılmış olduğunu düşündürmektedir (Yermanos 1980). Susamla ilgili tarihi kayıtlar da mevcuttur. Bunlardan; Mısır'da bulunan bir papirüste susam tohumunun M.Ö. 1552'de enerji kaynağı olarak ve tıbbi amaçlarla kullanıldığından bahsedilmektedir. Çeşitli bitkilerin tıbbi etkilerini içeren Çince bir kitapta (M.Ö. 300) susam, çeşitli fizyolojik etkileri olan özellikle enerji verici, zihni rahatlatıcı ve yaşlanmayı önleyici olarak yararlı bir bitki olarak tarif edilmiştir (Weiss 1983, Joshi 1961, Bedigian 2003).

Susam güçlü bir yağ (yaklaşık % 47) yani enerji kaynağıdır. Ortalama olarak beyaz tohumlularda % 55.0 ve siyah tohumlarda ise % 47.8 yağ bulunmaktadır (Tashiro vd 1990). İçerdiği yağ asitleri; oleik (% 39.1), linoleik (% 40), palmitik (% 9.4), stearik (% 4.76), linolenik (% 0.46) ve eser miktardaki araşidik asitlerdir (Kamal-Eldin ve Appelqvist 1994a). Aminoasit kompozisyonunda düşük miktarda lizin (31 mg/g protein) içermesine rağmen; özellikle metiyonin (36 mg), sistin (25 mg), arjinin (140 mg), lösini (75 mg) yüksek miktarda içermektedir (Baydar 2001b).

Susam bitkisinde yapılan çalışmalar günümüzde tokoferol ve lignan bileşiklerinin analiz edilmesi ve bunların in-vitro etkileri üzerine yoğunlaşmıştır. Budowsky (1964) tarafından, susam tohumunda önemli miktarlarda kendine özgü sesamin, sesamolin, sesaminol ve diğer liganların bulunduğu bahsetmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, susam liganlarının pek çok fonksiyona sahip olduğu bulunmuştur.

Fukuda vd (1986a), Koizumi vd (1996), Fukuda vd (1996), yaptıkları çalışmalarda, kızartılmış yağdaki en güçlü antioksidan etkinin; sesamol, γ -tokoferol, sesamin, ve melanoidin gibi etkili faktörlerin sinerjistik etkisinden meydana geldiği bulunmuştur. Ayrıca, keten ve susam tohumunun in-vitro etkilerini karşılaştıran bilimsel bir çalışma sonucunda; E vitamini üzerinde tokoferolün sinerjistik etkisinin sadece

karakteristik susam lignanlarıyla görülebildiği tespit edilmiştir. Namiki (2007) bu durumu, tekoferolun vücudun belirli bölgelerinde (beynin öğrenmeden sorumlu hipokampus ve serebral korteks gibi) yeterince etki göstermesi için beraberinde sesaminolun de bulunması gerektiğiyle açıklamıştır. Ayrıca, plasma γ -tokoforel ve α -tokoferol seviyelerini artırmada sesaminol, sesaminden daha etkin bulunmuştur. Fukuda vd (1991), Nagashima vd (1999), siyah susam tohumlarında daha çok bulunan pinoresinol ve larisiresinolün superoksit radikallerinin kemirici etkilere sahip olduğunu bulmuştur.

Namiki (2007), sesaminin, enterodiol ve enterolaktone metabolize olduğu gözlemlenmiştir. Böylelikle sesaminin, bir çeşit ön-ilaç gibi davranıp oluşturduğu lignan türevlerinin de çeşitli fizyolojik aktivitelerin kontrolünü sağlamakta olduğunu tespit etmiştir.

Ayrıca lipit peroksidasyonu gibi yaşlanmaya neden olan faktörlerin susam tohumunun içerdiği maddeler tarafından engellendiği gösterilmiştir. Bu yüzden, susam tohumunda bulunan karakteristik lignanların yaşlanma karşıtı etkiden sorumlu kriter olduğu düşünülmektedir (Yamashita vd 1990). Yağ asitlerinin metabolize edilmesinde, susam lignanlarının bu yollarda faaliyet gösteren $\Delta 5$ -desaturase üzerine sırasıyla; sesamin, sesaminol ve episesaminin etkili olduğu bulunmuştur (Shimizu vd 1989c, 1992a).

Akimoto vd (1993), Yang vd (1995) çalışmalarından elde ettikleri sonuçlarda, sesaminin alkol emilimine etki etmediğini ancak, karaciğerdeki alkol yıkımını hızlandırdığı ve alkolün oksidasyon ürünü olan asetaldehitin akut toksisitesini azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca, E vitamini ve sesaminin uzun süreli kullanımının kan basıncındaki artışı, oksidatif stresi ve trombozis oluşumunu engellemekte ve inmeyi önlemekte yararlı olabileceği bulunmuştur (Namiki 2007). Kimyasal karsinogenik maddelerin indüklediği göğüs kanseri gelişmiş sıçanlarda yapılan araştırmalarda % 0.2 sesamin ve α -tokoferol içeren diyetlerin, kanser gelişimini baskılayıcı etkilere sahip olduğu gözlenmiştir (Hirose vd 1992).

Susam bitkisinin önemine ilişkin araştırma konuları dikkate alındığında dünya susam üretimine katkı sağlanması gerekliliği gündeme gelmektedir. Çünkü susam bitkisi, yetiştirme ve hasat sorunları nedeniyle üretiminin yapıldığı alanlardaki yerini diğer bitkilere bırakmaktadır. Susamın çiftçiler tarafından yeniden rağbet görebilmesi için öncelikle determinant büyüme, kapsüllerini çatlatmama, solgunluğa dayanıklılık özelliklerini gösteren genotipler geliştirilerek ve hasat ve harman işlemleri mekanize edilerek verim bakımından ideal tiplere ulaşılması gerekmektedir.

İstenilen özelliklere sahip genotiplerin elde edilmesi için ilk olarak doğada var olan varyasyonlardan yararlanılması düşünülür. İhtiyaç duyulan özelliklere sahip bitkiler doğal popülasyonlarda bulunmadığı zaman bunların mutasyonla elde edilmesi etkili bir yoldur ve homolog seriler kanunu bu bakımdan beklentiler için sınırları genişletmektedir (Çağırğan 2007).

Gaul (1964), mutasyon ıslahının tarihsel sürecinin Hugo De Vries tarafından (1901 yılında) mutasyon yoluyla bitki ve hayvanlarda yeni tiplerin ortaya çıkabileceğinin ve mutasyon tekniğinin ve seleksiyon yöntemlerinin geliştirilmesi ile verim ve kalite yönünden daha üstün tiplerin ortaya çıkabileceği hipotezinin atılmasıyla başladığını belirtmektedir. Ardından, Müller tarafından 1927'de X-ışınlarının *Drosophila*'da mutasyonları yoğunlaştırdığı açıklanırken, 1928'de Stadler tarafından, yine aynı ışınların mısır ve arpada mutasyon frekansını arttırdığını saptamıştır (Allard 1960, Gaul 1964). Gene de, mutasyon ıslahı tekniğinin etkili bir şekilde kullanılması 1960'lardan sonra olmuştur (Gregory 1971).

Mutasyon ıslahı günümüzde birçok bitki türünde başarı ile uygulanmaktadır ve elde edilen yeni çeşitlerde bitki habitusu, çiçeklenme ve olgunlaşma süresi gibi karakterlerin olumlu yönde değiştirilmiş olduğu gözlenmiştir (Ahloowalia vd 2004). Özellikle bu tip mutantların gözlenmesi ve seleksiyonu kolay olduğundan, birçok ıslah programının temel amaçları arasında yer almıştır (Çağırğan ve Yıldırım 1988). Bununla birlikte, mutasyon ıslahında olumlu değişikliklerin yanı sıra, bitki kromozomlarında meydana gelen değişikliğin kontrolünün yapılamaması nedeniyle birçok özellik de olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu olumsuz pleiotropik etkilerin verimi gerilediği

durumlar da ortaya çıkmaktadır (Çağırğan ve Yıldırım 1989). Geliştirilen çeşitlerin mutantları doğrudan kullanılabilirler de bu gibi durumlarda, “transgresif” açılmalar vermeleri ve “heterozis” etkileri göstermelerinden yararlanılarak ıslahın çalışmalarında ebeveyn olarak da kullanılabilirlerdir (Anonymous 1989).

Anonymous (1977), Sigurbjörnsson (1977) tarafından mutasyon ıslahında kontrol hariç 3 doz ve 2 farklı mutagenin kullanılmasını önerilmektedir. Kullanılabilir doz sınırı sera ve laboratuvar koşullarında büyümeyi % 50 azaltan dozun % 20 fazlası veya % 20 eksiği ve populasyon genişliği de M_2 'de beklenen frekansta mutasyonlar sağlayacak kadar büyük olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Susam bitkisinde de sınırlı sayıda olmakla birlikte mutasyon ıslahına yönelik çalışmalar mevcuttur. Boranayaka (2010), mutasyon yetiştirme çalışmasında 5 farklı gama ışını dozu (10, 20, 30, 40 ve 50 krad) ve etil methan sülfonat (% 0.8, 1.0, 1.2, 1.4 ve 1.6) kullanarak susam genotiplerinde dallanma, bitki boyu, yaprak dizilişi, boğumlar arası mesafe, çiçeklenme durumu, ilk kapsül yüksekliği ve kapsül ve tohum karakterleri bakımından değerlendirmeler yapmıştır. Canlı kalan mutantların gösterdiği geniş spektrum içinden kapsül ve dal sayısı, kısa boğum aralığına sahip ana dal, nodlarda çok kapsüllülük gibi ekonomik önem taşıyan özellikler bakımından genotipler taranıp ileriki çalışmalarda kullanılmak üzere için izole edilmiştir.

Pathirana (1991), iki yarfıstığı ve bir susam varyetesinin tohumlarını çeşitli dozlardaki gama ışınlarıyla muamele ettiği çalışmasında M_2 ve M_3 seçimlerindeki bitki performanslarını incelemiştir. Sonuçlarda her iki bitkinin de tohum verimi yüksek çevresel çeşitlilik ve düşük kalıtsallık gösterdiğini belirtmiştir. Susam mutantları için yapılan ön çalışmaların sonuçlarında da kapsül sayısı ve tohum büyüklüğünü arttırabilmek için en iyi seçimlerin 200-600 Gy uygulamalarıyla elde edildiği bulunmuştur.

Etkili mutasyon ve geniş popülasyonların taranmasıyla kapalı kapsüllü mutantların elde edilebileceği hipotezini (Çağırğan 2007) test etmek üzere yapılan bir çalışmada 2 Senegal ve 1 Türk susam çeşidi Birkan kullanılmıştır. Sonuçta mutantların

çiçeklenme davranışları, çiçeklenme tipleri, kapsül sayısı ve şekli ve kapalı kapsüllülük gibi geniş bir spektrum gösterdikleri bulunmuştur. Ayrıca, susamda canlı ve kullanışlı mutasyonlar için orta dozda (300-400 Gy) gama ışınlarının kullanılmasının yeterli olduğu tespit edilmiştir (Diouf vd 2010).

Govindarasu (2000), yaptığı çalışmada üç genotipin tohumlarını LD₅₀ değeri 0.2 kGy'da gama ışınları ile muamele ettikten sonra RJS 199 tipi ile melezlemeler yapmıştır. İkinci ve üçüncü jenerasyonlarda varyasyon analizleri yapmıştır. Bitki boyu, bitki başına dal sayısı, kapsül uzunluğu, kapsül başına tohum sayısı, 1000- tohum ağırlığı ve bitki başına verim sayısına ait gözlemleri değerlendirilmiştir.

Sengupta vd (2004), tarafından yapılan bir başka çalışmada tohum verimi ve verim parametreleri (bitki yüksekliği, bitki başına yan dal sayısı, bitki başına toplam dal sayısı, ilk dal yüksekliği, ana daldaki kapsül sayısı, bitki başına kapsül sayısı, kapsül uzunluğu ve kapsül başına tohum sayısı) arasındaki genetik varyasyon ve korelasyonun tespiti için Hindistan'da 2002 ve 2003'de yetiştirilen 22 susam genotipi (kontrol ve 21 makromutant) üzerinde denemeler yapılmıştır. Sonuçta da, susamın etkin yetiştirilmesi için bitki başına kapsül sayısı, kapsül yüksekliği ve kapsül başına tohum sayısının aynı anda seleksiyonu tavsiye edilmektedir.

M₄ jenerasyonuna ait 28 susam genotipinin, gama ışınlarıyla muamelesinin gözlemine ait veriler Tarım ve Biyoloji Nükleer Enstitüsü'nde Sarwar vd (2008) tarafından değerlendirilmiştir. Bunun için tohum verimi ve tohum içeriği verileri, çiçeklenme zamanı, olgunlaşma zamanı, bitki yüksekliği, bitki başına dal sayısı, bitki başına kapsül sayısı, kapsül yüksekliği ve kapsül başına tohum sayısı kaydedilerek korelasyon, path ve genetik parametreler için analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, tohum verimi bakımından doğrudan seleksiyon için öncelikle bitki başına kapsül sayısı ve kapsül başına tohum sayısı özelliklerine önem verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Araştırmacı, bu niteliklere dayanılarak verimli ve hastalığa dayanıklı mutantların elde edildiğini bildirmiştir.

Sarwar vd (2010)'nin yaptığı başka bir çalışmada da bölgeye adapte olmuş iki susam varyetesi 100, 200, 400 ve 600 Gy ile muamele edilmiş ve devamında M₂'den seçilmiş genotiplerden M₃ ve M₄ geliştirilmiştir. Olgunlukta bitki yüksekliği, bitki başına dal sayısı, kapsül uzunluğu, kapsül başına tohum sayısı, kapsül sayısı, 1000-tohum ağırlığı, biyokütle verimi ve hasat indeksi ve tohum verimine ait kayıtlar tutulmuştur ve özellikler korelasyon ve path analizi yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçta, tohum veriminin geliştirilebilmesi için yapılacak seleksiyonun öncelikle dal sayısı, yüksek biyokütle verimi, yüksek hasat indeksi ve bitki başına düşen kapsül sayısının çokluğuna dayandırılması gerektiği belirtilmiştir.

Mutasyon ıslahı çalışmalarına yeni bir fikir de ilk kapalı kapsüllü bitkinin doğada (Venezuela, 1943'te) bulunmasıyla birlikte eklenmiştir. Yoğun çabalara rağmen bu bitkiden iyi döller elde edilememiştir (Ashri 1998). İhtiyaç duyulan özelliklere sahip bitkilerin mutasyonla bulunması amacıyla dünyada ilk kez deneysel olarak 1995 yılında Türk susam çeşitlerinde kapalı kapsüllü susam mutantları elde edilmiştir (Çağırğan 1994, 1996b). Bu mutantlardan makineli hasada uygun genotipler üretebilmek amacıyla verim ve fertilitite düzeyleri araştırılmaya devam edilmiştir. Uluslararası Atom Enerjisi tarafından desteklenen projelerde 1994, 1995 ve 1997 yıllarında 4 susam genotipi (Muganlı-57, Özberk-82, Çamdibi ve Gölarmara) 150-750 Gy ışınlarıyla muamele edilmiştir. M₂ popülasyonlarında büyüme sırasında kapalı kapsüllülük, determinant büyüme, solgunluğa dayanıklılık, çokkarpellilik ve kısırılık gösteren genotiplerin özenli tarama sonucunda seçildiği belirtilmiştir (Çağırğan 2001).

Susamın indeterminant büyüme davranışı kapsüllerin düzensiz olgunlaşmasına neden olmaktadır. Bu probleme bir çözüm olarak, ilk determinant mutant olan dt-45'in bulunmasıyla birlikte susamda determinant büyüme davranışı gösteren bireyleri yetiştirme çabaları araştırmaların aktif alanı haline geldiğini belirten Çağırğan (2006) tarafından, yöreye uyum sağlamış genetik altyapılardaki yeni determinant mutantları seçmeyi ve onların morfolojik karakterleriyle frekanslarını tanımlamayı amaçlayan bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmayla, Muganlı-57'den 3 adet gerçek botanik determinant mutant (dt-1, dt-2 ve dt-3) ve Çamdibi'nden 3 adet çiçeklenme periyodu kısa yapraklı determinantlar (dt-4, dt-5 ve dt-6), M₂ jenerasyonlarından seçilmiştir. Üstelik, M₃ ve

sonrasındaki jenerasyonlarına da bu özelliklerin aktarılmış olduğu onaylanmıştır. Bu çalışma ile, determinant büyüme davranışına sahip özel bireylerin seçilmesinin şans eseri değil, daha çok, popülasyon büyüklüğüne, tiplerin etkili mutasyona tepkisine ve özenli taramaya bağlı olduğu kanıtlanmıştır.

Akdeniz Üniversitesi Bitki Mutasyonları Araştırma Projesi kapsamında yürütülen bir çalışmada makineli hasata imkan verebilecek determinant susam genotipleri ile indeterminant büyüme özelliklerine sahip susam genotiplerinin verim ve verim komponentleri belirlenmiştir. Genotiplerin tohum verimi, bitkide kapsül sayısı, kapsülde dane sayısı, 1000- tohum ağırlığı, ilk kapsül yüksekliği, bitki boyu ve çiçeklenme gün sayısı belirlenmiş ve elde edilen verilere varyans analizi uygulanmıştır. Determinant tiplerin eş zamanlı olgunlaşmasıyla tohum kayıplarının indeterminant tiplere göre az olması, uygun sıra arası mesafenin kullanılması halinde makineli hasata da elverişliliği göz önüne alındığında susam tarımının gelişmesine katkıda bulunulabileceği belirtilmiştir (Çağırğan vd 2007). Düşük verim kapasitelerinin geliştirilmesi gereğiyle beraber ikinci bir projeye mutant X çeşit melezleri yapılmış, genetik ilerlemenin sınırlı kalması nedeniyle bazı melezlerin F₂ tohumlarına ve saf hatlara mutagen uygulanarak verim kapasitesini sınırlayan olumsuz özelliklerin giderilmesi ve amaca daha uygun yeni mutantların araştırılmasının kaçınılmaz hale geldiği belirtilmiştir (Çağırğan 2005).

Çağırğan vd (2009) tarafından, geniş tabanlı kompozit popülasyonlarda açılma gösteren arzu edilir determinantlarla, lokal olarak adapte olmuş indeterminant tiplerin melezlenmesi determinant tiplerin verimlerini daha fazla artırabileceği hipotezini test etmek için F₂ başlangıç popülasyonu oluşturulmuş ve tohum verimi ve diğer özellikler için popülasyonlar arasında geniş bir varyasyon ortaya konmuştur. Daha sonra verimle en sıkı ilişkili verim komponenti olan kapsül sayısı için her bir popülasyonda açılma gösteren determinant ve indeterminant çiftlerine % 20 pozitif seleksiyon uygulanmıştır. Genotipler tohum verimi, kapsül sayısı ve kapsülde dane sayısı bakımından değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmada, determinant tiplerin elverişli genetik ortamlarla birlikte seçilmesi için kompozit popülasyonların değerli kaynaklar oldukları, determinantlık gibi yeni bir özelliğin kazanılmasında tekrarlamalı seleksiyon

yaklaşımlarının ve yetiştirme sistemlerinin modifikasyonunun gerekli olduğu kanısına varılmıştır.

Kapalı kapsüllü susam mutantlarının seleksiyonu ve modifikasyonu amacıyla yürütülen çalışmada Çağırğan (2007), faydalı olabilecek mutantlarda negatif pleiotropik etkilerin fitness üzerine etkisinin mutasyon tekniklerinin en büyük açığı olduğunu belirtmiştir. Ancak mutant genin orijinal genetik ortamı değiştirildiğinde modifikasyonun mümkün olabileceğini belirtmiştir. Doğanın ve ıslahçının süzgecinden geçmemiş özellikler durumunda, genetik ilerlemenin yine de yavaş olduğunu, artmış rekombinasyonlar için melez tohumlara radyasyon uygulaması yapılmış ve yeni mutantların yanı sıra modifiye etmiş tiplerin nispeten arttığını vurgulamıştır.

Kapalı kapsüllü susam mutantlarında fertiliteden kaynaklanan verim düşüklüğü meydana gelmektedir. Bu sorunu araştırmak amacıyla Özbaş vd (2005), seçilen kapalı kapsüllü susam mutantlarında polen canlılığı ve çimlenme oranları bakımından araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada, Dur-4/1/5(qu), Dur-4/1/5(bi), cc1, cc2, cc3, cc6 ve cc7 kapalı kapsüllü susam mutantları ve mutantların ebeveynleri Muganlı-57, Özberk-82 ve Çamdibi kullanılmıştır. Çeşitli polen canlılık testleri yapılmış, TTC, Safranin ve İKI boyama yöntemleri ile petride agar yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçta, cc-3 mutanı hariç, ebeveynlerin mutantlardan daha yüksek oranda polenlerinin çimlendiği görülmüştür. Mutant susamlarda çimlenme probleminin olmadığı ortaya konunca mutantların polen tüpü gelişiminin belirlenmesi amacıyla Ayar Şensoy vd (2005), araştırmalar yapmışlardır. Sonuçlarda, mutantların polenlerinin stigma üzerinde çimlenme, polen tüpü oluşturma ve polen tüplerinin ovüllere ulaşmasında herhangi bir veriye rastlanmamıştır.

Susam, kendine döllen bir bitki olarak bilinmesine rağmen, yapılan çalışmalar % 10'un altında doğal çapraz döllenmenin (NCP) oluşabildiği bulunmuştur (Langham 1944). Bu bakımdan doğal çapraz döllenmenin, tekrarlamalı seleksiyon yoluyla populasyon geliştirilmesinde kullanılabilmesi Pathirana (1994) tarafından belirtilmiştir. Çağırğan ve Ulrich (1991), kapalı kapsüllü susam mutantlarında görülen negatif pleiotropik etkileri hasadının mekanizasyonu, hastalığa dayanıklılık ve determinant

büyüme göstermesi için modern tarım sistemlerinde kullanılmak üzere modifiye etmek amacıyla arpada ve soyada başarılı olan çalışmaları (Ramage 1987, Suneson 1951) örnek göstererek MSFRS (erkek kısır destekli tekrarlamalı seleksiyon) metodunun kullanılabileceğini belirtmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

2009 ve 2010 yıllarında yapılan denemeler Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Mutasyonları Araştırma Projesi deneme tarlasında yürütülmüştür (Ziraat Fakültesi III numaralı parselin güney parçası). Araştırma yerinin denizden yüksekliği 51 m olup, 36° 52' kuzey enlemi 30° 44' doğu boylamında yer almaktadır.

3.1.2. Toprak özellikleri

Çizelge 3.1. Deneme alanına ait toprak analizi sonucu.

Analiz Adı	Ölçüm	Değerlendirme
pH	8.08	Kuvvetli alkali
EC (Tuz) (mmhos/cm)	1.7	Tuzsuz
Kireç (CaCO ₃) (%)	17.3	Yüksek
Organik Madde (%)	2.4	Yeterli
Bünye (%)	50	Tınlı
Toplam azot	0.05	Çok Düşük
Fosfor (P) %	0.0170	Yeterli
Potasyum (K) %	0.0242	Yüksek
Kalsiyum (Ca) %	0.280	Orta
Magnezyum (Mg)%	0.0239	Yüksek
Demir (Fe) (ppm)	9.1	Yeterli
Mangan (Mn) (ppm)	15.24	Yeterli
Çinko (Zn) (ppm)	1.1	Yeterli
Bakır (Cu) (ppm)	3.0	Yeterli

Deneme arazisinden alınan toprak örneğinin özel bir laboratuvarda yapılan analiz sonucu Çizelge 3.1’de sunulmuştur. Görüldüğü gibi deneme alanında toprak pH değeri 8.08 olup genel olarak alkali karakterdeki topraklar sınıfına girmektedir. Kireç değeri

17.3 olup bu değer yüksek olmasına rağmen susam yetiştiriciliği için engel oluşturmamaktadır. Su tutma kapasitesi düşük toprak yapısına sahiptir. Organik madde oranı sırasıyla % 2.4 şeklinde tespit edilmiştir. Analiz sonucunda tuzsuz olduğu belirlenen toprağın besin elementleri yeterli bulunmuştur.

3.1.3. İklim özellikleri

Araştırma yerinin 2009 ve 2010 yıllarına ait iklimsel veriler Çizelge 3.2’de verilmiştir. Susamın 3-4 aylık vejetasyon süresi boyunca ortalama 25-27 °C sıcaklık, hızlı çimlenme ve büyüme için gerekli görülmektedir (Weiss 1983). Deneme yeri haziran ayından eylül ayına kadar susamın yetişmesi için iklim koşulları bakımından ideal koşullara sahiptir. Ancak, sıcak geçmesiyle birlikte yağışların neredeyse olmadığı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su ihtiyacının hat safhaya ulaşması nedeniyle arazide sulama yapılmaktadır.

Çizelge 3.2. Deneme alanının 2009 ve 2010 yıllarına ait iklim verileri*

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Uzun yıllar Sıc. Ort.	Ort. Toplam Yağış (mm)		Uzun Yıllar Yağış Ort.	Oransal Nem (%)		Uzun yıllar Oransal Nem Ortalaması
	2009	2010		2009	2010		2009	2010	
Ocak	10.4	10.9	9.6	132.6	328.6	226.9	65.5	70.3	61.5
Şubat	11.2	12.3	10	237.8	290.8	138.6	70.9	72.0	64.5
Mart	12.9	14.8	12.4	46.4	8.2	99.7	57.7	61.1	62.0
Nisan	16.9	17.6	15.9	64.2	9.4	61.2	64.5	59.8	62.4
Mayıs	20.6	21.6	20.4	78.4	4.2	32.0	69.3	73.0	68.5
Haziran	26.8	25.0	25.4	2.8	25.4	9.1	56.2	68.3	61.1
Temmuz	29.6	27.9	28.4	0.0	6.9	5.6	57.1	75.0	58.7
Ağustos	29.2	30.4	28	3.8	4.2	5.1	55.3	68.1	62.4
Eylül	24.8	26.9	24.5	61.8	4.8	15.6	58.8	61.4	57.7
Ekim	22.0	20.7	19.7	51.2	89.0	85.5	60.2	56.8	57.5
Kasım	15.5	17.2	14.3	37.2	27.2	171.5	54.8	54.8	57.8
Aralık	12.7	13.0	10.9	677.0	159.0	269.0	70.8	65.4	61.0

* Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü iklim verileri

3.1.4. Genetik materyal

Araştırmada yapay kapalı kapsüllü olarak (cc) Çizelge 3.3'te özellikleri verilen 2001 yılı mutasyon çalışmaları sonucunda elde edilmiş mutantların ileri hatları; cc-1, cc-2, cc-3, cc-3'-bi, cc-3'-qu, cc-6, cc-7 ve cc-8 (Çağırğan, 2001), 2005 yılı D denemelerinde yabancı döllenme sonucu kapalı kapsüllü şekilde açılma gösteren genotipin ileri hattı; cc-d (Çağırğan, özel görüşme) ve doğal kapalı kapsüllü mutanttan (id) geliştirmiş bir ileri hat kullanılmıştır. Açık kapsüllü çeşitlerden Muganlı-57, 1986 yılında tescil edilmiştir (Çağırğan 2001). Araştırmada Muganlı-57, kapalı kapsüllü genotiplerin ebeveynlerine benzer özellikler ve çiçeklenme gösterdiği için kullanılmıştır. Birkan ise Muganlı-57'den köken almaktadır ve 2010 yılında üretim izni alarak 2011 yılında tescil edilmiştir (Anonim 2010).

Çizelge 3.3. Denemede kullanılan genetik materyal ve genetik materyalin özellikleri.

Genotipler	Özellikleri	
cc-1	Mutant, ebeveyni: Çamdibi	Kapalı kapsüllü, kısmi kısırılık
cc-2	Mutant, ebeveyni: Muganlı-57	Kapalı kapsüllü, kapsül ucundan hafif açık
cc-3	Mutant, ebeveyni: Özberk-82	Kapalı kapsüllü, fertilité ve harmanı daha iyi
cc-3'-bi	cc-3'ten açılma	Kapalı kapsüllü, iki karpelli
cc-3'-qu	cc-3'ten açılma	Kapalı kapsüllü, dört karpelli
cc-6	Mutant, ebeveyni: Muganlı-57	Kapalı kapsüllü, cc-2'ye benzer, kısmi kısırılık
cc-7	Mutant, ebeveyni: Çamdibi	Kapalı kapsüllü, cc-1'e benzer, kısmi kısırılık
cc-8	Mutant, ebeveyni: Gölmarara	Kapalı kapsüllü, kısmi kısırılık
cc-d	Yabancı döllenme ürünü	Kapalı kapsüllü
id	Doğal id mutanttan ileri hat	Kapalı kapsüllü
Muganlı-57	Yerel Çeşit	Açık kapsüllü
Birkan	Yeni mutant çeşit, ebeveyni: Muganlı-57	Açık kapsüllü

* Çağırğan 2001 ve Çağırğan 2011, özel görüşme

3.2. Metot

3.2.1. Tarla denemeleri ve deneme deseni

Susam denemeleri, Akdeniz Üniversitesinde Tarla Bitkileri Bölümü Mutasyon Araştırma Projesi tarlasında 2009 ve 2010 yetiştirme sezonlarında 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseni şeklinde kurulmuştur. Genetik materyal, kapalı kapsüllü yapay mutantlar (cc) (9 adet), doğal kapalı kapsüllü (id) mutanttan geliştirilen ileri hat (1 adet) ve açık kapsüllü çeşitler (2 adet) olmak üzere toplam 12 genotip tesadüfi olarak dağıtılmıştır (Çizelge 3.4). Ekim 70 cm sıra arası ve 10 cm sıra üzeri mesafede yapılmıştır. Hasatta 2 m'lik 2 sıra biçilmiştir. Bloklar, bitkilerin en iyi ışıklandırma durumu göz önüne alınarak doğu-batı, parseller ise kuzey-güney yönünde düzenlenmiştir.

Çizelge 3.4. Genotiplerin deneme deseninde dağılımı.

Sıra no	Tekerrür 1	Tekerrür 2	Tekerrür 3
1	Birkan	cc-2	cc-3'-bi
2	Muganlı-57	id	cc-1
3	cc-1	cc-3'-bi	cc-3'-qu
4	cc-2	cc-8	cc-d
5	cc-3	cc-6	cc-2
6	cc-3'-bi	cc-1	id
7	cc-3'-qu	cc-3'-qu	cc-3
8	cc-6	cc-7	cc-7
9	cc-7	cc-3	cc-6
10	cc-8	cc-d	cc-8
11	id	Muganlı-57	Birkan
12	cc-d	Birkan	Muganlı-57

3.2.2. Materyalin yetiştirilmesi

Denemeler Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Mutasyon Araştırma Projesi Uygulama Alanında yürütülmüştür (Ziraat Fakültesi III numaralı parselin güney parçası). Yağışlardan sonra toprak sürülmüş, diskaro altına dekara saf madde üzerinden 6 kg azot, 6 kg fosfor ve 6 kg potasyum gelecek şekilde 15:15:15 kompoze gübresi elle atılmıştır. Daha sonra tohum yatağı hazırlanarak, çizir aletiyle çiziler çekilmiştir. Parselizasyon için kazıklar çakılmış, ipler gerilerek ekim yapılacak alanlar belirlenmiştir. Belirlenen bloklardaki çizilere ekimler, yetiştirme sezonları için 12 Haziran 2009 ve 17 Haziran 2010 tarihlerinde elle yapılmıştır. Ekimden sonra bitkilerin ve toprağın ihtiyacına bakılarak yağmurlama sulama yapılmıştır. İlk sulamayla birlikte bitkiler hızlı bir çıkış göstermiştir. Bitkilerin ilk teklemesi yapılmış daha sonra yapılan ikinci bir seyreltmeyle sıra üzeri bitkiler arası mesafe 10 cm olarak ayarlanmıştır. Yetiştirme sırasında gelişen yabancı otlarla araçpası makinesiyle bir defa mücadele edilmiştir. Sıra üzerindeki ve daha sonra gelişen yabancı otlar elle çapalamak suretiyle mücadele sürdürülmüştür. Yetiştirme sırasında morfolojik özellikler bakımından yapılacak değerlendirmeler için bitkilerin ilk, %50 ve son çiçeklenme ile ilk kapsül çıkış tarihleri not edilmiştir. Ekimden yaklaşık olarak 90 gün sonra, parsellerde sağ ve sol taraflardan 50 cm mesafe kenar tesiri olarak bırakılarak kalan 4 m'lik parsel alanı içinde önce hasada gelen açık kapsüllü genotipler 16 Eylül 2009 ve 13 Eylül 2010 tarihlerinde ve 6 gün sonrasında da kapalı kapsüllü genotipler hasat edilmiştir. Ayrı ayrı zarflara konan kapsüller doğal olarak kuruması için tohumculuk seralarına taşınmıştır.

3.2.3. Ölçülen özellikler

- Yüzde 50 çiçeklenme için geçen süre: Ekimden itibaren parseldeki bitkilerin yüzde 50'sinin çiçeklendiği tarihe kadar geçen gün sayısı hesaplanarak bulunmuştur.
- Bitki boyu: Her parselden beş bitkinin yerden tepe noktasına kadarki mesafenin ölçümü yapılarak santimetre olarak bulunmuştur.
- Bitkide dal sayısı: Her parselden beş bitkinin dalları sayılarak bulunmuştur.

- İlk kapsül yüksekliği: Her parselden beş bitkinin ilk kapsülün çıktığı boğumla toprak arası mesafe ölçülerek santimetre olarak bulunmuştur.
- Bitkide kapsül sayısı: Her parselden 10 bitkinin hasada uygun olgunluğa ulaşmış kapsülleri sayılarak bulunmuştur.*
- Bitkide iri kapsül sayısı: Her parselden 10 bitkinin iri büyüklükteki (2.5 cm'den uzun) kapsülleri sayılarak bulunmuştur.*
- Bitkide orta kapsül sayısı: Her parselden 10 bitkinin orta büyüklükteki (1.5-2.5 cm arası) kapsülleri sayılarak bulunmuştur.
- Bitkide küçük kapsül sayısı: Her parselden 10 bitkinin 1.5 cm'den küçük kapsülleri sayılarak bulunmuştur.*
- Bitkide iri kapsüllerin yüzdesi: Bitkide iri büyüklükteki kapsül sayısı, bitkide toplam kapsül sayısına oranlanıp yüzde değeri hesaplanarak bulunmuştur.
- İri kapsülde fertil (dolgun) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet iri büyüklükte kapsül numunesi alınmış ve fertil tohumlar sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- İri kapsülde kısır (kavuz) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet iri büyüklükte kapsül numunesi alınmış içindeki kısır tohumlar sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- İri kapsülde fertil tohum yüzdesi: İri büyüklükteki kapsülde tespit edilen fertil tohum sayısı, iri büyüklükteki kapsülde fertil ve kısır tohum sayılarının toplamına oranlanarak yüzde değerinin hesaplanmasıyla bulunmuştur.
- Orta kapsülde fertil (dolgun) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet orta büyüklükte kapsül numunesi alınmış fertil tohumları sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- Orta kapsülde kısır (kavuz) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet orta büyüklükte kapsül numunesi alınmış kısır tohumları sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- Orta kapsülde fertil tohum yüzdesi: Orta büyüklükteki kapsülde tespit edilen fertil tohum sayısı, orta büyüklükteki kapsülde fertil ve kısır tohum sayılarının toplamına oranlanarak yüzde değeri hesaplanarak bulunmuştur.

- Küçük kapsülde fertil (dolgun) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet küçük büyüklükte kapsül numunesi alınmış fertil tohumlar sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- Küçük kapsülde kısır (kavuz) tohum sayısı: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet küçük büyüklükte kapsül numunesi alınmış kısır tohumları sayılarak ortalaması alınmıştır.**
- Küçük kapsülde fertil tohum yüzdesi: Küçük büyüklükteki kapsülde tespit edilen fertil tohum sayısı, küçük büyüklükteki kapsülde fertil ve kısır tohum sayılarına oranlanarak yüzde değeri hesaplanarak bulunmuştur.
- Kapsülde fertil (dolgun) tohum sayısı: İri, orta ve küçük büyüklükteki kapsül numunelerinde tespit edilen fertil tohumların sayıları toplanarak ortalaması alınmıştır.**
- Kapsülde kısır (kavuz) tohum sayısı: İri, orta ve küçük büyüklükteki kapsül numunelerinde tespit edilen kısır tohumların sayıları toplanarak ortalaması alınmıştır.**
- Kapsülde toplam tohum sayısı: İri, orta ve küçük büyüklükteki kapsül numunelerinde tespit edilen fertil ve kısır tohumların sayıları toplanarak ortalaması alınmıştır.**
- Kapsülde fertil tohum yüzdesi: Kapsülde tespit edilen fertil tohum sayısı, kapsüldeki toplam tohum sayısına oranlanarak yüzde değeri hesaplanarak bulunmuştur.**
- Kapsül hasat indeksi: Her parselde 10 bitkiden ayrı ayrı üçer adet iri, orta ve küçük büyüklükte kapsül numuneleri alınmıştır. 9 kapsülün tohumlarının ağırlığı, kapsüllerin ağırlığına oranlanarak yüzde değeri hesaplanmıştır.**
- 1000 tohum ağırlığı: Parseldeki her genotip için rastgele üçer bitki seçilerek bunlardan yüzer adet tohum tartılıp değer 10 ile çarpılıp gram olarak belirlenmiştir.
- Parsel verimi: 10 bitkide gelişmiş kapsüller hasat edildikten sonra tohumlarının ağırlığı tartılarak bulunmuştur. Parsel alanı olan 2.8 m²'ye düşen ağırlık olarak ifade edilmiştir.*

*: İrilikleri değerlendirilen, bitkiden üçer adet iri, orta ve küçük büyüklükteki kapsüller alındıktan sonra bitki üzerinde kalan kapsüllerdir.

** : Bitkide ana sap üzerinden alınan iri, orta ve küçük büyüklükteki üçer adet kapsül numunesi alınarak gruplandırılmıştır. Grupların tohumları sayılmış ve üçe bölünerek ortalaması alınmıştır.

3.2.4. İstatistiksel değerlendirmeler

2009 ve 2010 yıllarında yürütölen çalışmalarda elde edilen morfo-fizyolojik, verim ve verim komponentleri, fertilitte dőzeyleri ve kapsöl iriliklerinin dağılımı ile bunların fertil ve kısır tohumlarının dağılımlarına ilişkin veriler bilgisayarda CoStat paket programı kullanılarak yapılan varyans analizinde Asgari önemli fark (A.O.F.) testine göre $\alpha=0.05$ önem seviyesinde gruplandırılmıştır.

Bu ölçümlerin değerlendirilmesinde ortalama, varyasyon katsayısı (%), asgari önemli fark, genotiplere ait F değeri gibi temel istatistikler hesaplanmıştır.

Ayrıca ortogonal kontrast analizlerinde kapalı kapsöllü cc genotipleriyle (cc-1, cc-2, cc-3, cc-3'-bi, cc-3'-qu, cc-6, cc-7, cc-8, cc-d) ile id genotipinin; kapalı kapsöllü genotipler (cc'ler ve id) ile açık kapsöllü genotiplerin (Muganlı-57, Birkan) karşılaştırmaları da yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Morfo-fizyolojik Özellikler

Genotiplerin 2009 ve 2010 yıllarında elde edilen % 50 çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, dal sayısı ve ilk kapsül yüksekliği değerleri ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde 2009 yılı %50 çiçeklenme gün sayısı ortalaması 39.1 gün olurken, 2010 yılı denemesinde 41.8 gün olmuştur. Muganlı-57, genel olarak diğer kapalı kapsüllü genotiplere (kapalı grup) göre erkenci bulunmuştur. Birkan, ebeveyni Muganlı-57’ye göre daha geççidir. % 50 çiçeklenme için geçen gün sayısı bakımından 2009 yılı denemesinde genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.05$) bulunurken, 2010 yılı denemesinde genotipler arasındaki fark önemsizdir ($P > 0.05$).

Bitki boyu bakımından Çizelge 4.1 incelendiğinde ilk yılın ortalamalarının yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Ortalama bitki boyu ilk yıl 149.2, ikinci yıl 136.3 santimetre olmuştur. En fazla boylanan tip Birkan’dır. Muganlı-57 ise çoğu kapalı kapsüllü genotip gibi ortalamaya yakın değer göstermektedir.

Bitkide dal sayısı bakımından genotiplerin ortalamaları incelendiğinde, her bir genotipin ilk yıla göre dal sayısını arttırmasından kaynaklanarak ikinci yılın ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. 2009 yılı denemesinde bitkide dal sayısı ortalaması 2.6 iken 2010 yılı denemesinde 4.4 olmuştur. Birkan en az dallanan genotiptir. Açık ve kapalı gruplar arasında sadece 2010 yılında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmuştur.

İlk kapsül yüksekliği bakımından genotiplerin ortalamaları incelendiğinde ilk yılın ortalaması 61.0, ikinci yılın ortalaması ise 63.5 santimetre olarak bulunmuştur. Muganlı-57 en alçak ilk kapsül yüksekliği değerine sahipken Birkan en yüksek değeri göstermiştir. Kapalı grup ise bu değerler arasında yer almıştır. İlk kapsül yüksekliği

bakımından varyasyon katsayısı yıllara göre sırasıyla % 12.5 ve % 11.7 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Genotiplerin morfo-fizyolojik özellikler bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

Genotipler	Kapsül sayısı/ bitki		% İri kapsül sayısı/ toplam kapsül		Toplam tohum sayısı/ kapsül		% Fertil tohum sayısı/ toplam tohum sayısı	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
cc-1	34.7	27.3	2.5	8.3	31.4	29.3	43.7	62.1
cc-2	26.7	25.9	3.1	6.6	35.2	38.0	69.7	69.5
cc-3	51.6	22.6	2.9	6.3	34.8	43.6	67.4	72.9
cc-3'-bi	36.6	24.0	9.2	23.9	37.7	38.6	65.3	66.0
cc-3'-qu	34.0	20.3	3.0	2.9	52.8	51.9	70.9	66.3
cc-6	47.2	33.8	1.2	5.6	35.7	40.7	75.1	76.9
cc-7	45.7	28.1	1.0	7.4	31.1	31.5	56.8	65.6
cc-8	47.7	23.0	3.5	15.3	29.4	30.8	48.4	49.2
cc-d	42.0	29.9	2.3	4.2	32.0	25.1	35.4	43.0
id	16.9	22.3	13.8	18.7	38.4	35.5	65.4	68.8
Muganlı-57	47.7	26.6	81.7	83.5	66.9	60.2	69.4	75.4
Birkan	43.8	18.1	90.3	87.5	68.5	56.7	79.6	76.0
Ortalama	39.5	25.2	17.9	22.5	41.2	40.2	62.3	66.0
V. K. (%)	26.3	26.4	20.3	47.2	8.6	13.9	10.0	11.1
A. Ö. F.	17.6	11.2	6.1	18.0	6.0	9.4	10.5	12.4
F değeri	2.9*	1.3 ^{ö.d}	234.2**	24.0**	45.0**	12.0**	14.0**	6.2**
Ortogonal karşılaştırmalar								
Açıklar ile kapalılar	2.6 ^{ö.d}	1.3 ^{ö.d}	2534.6**	252.8**	400.6**	77.7**	27.9**	12.7**
id ile cc'ler	14.2**	0.9 ^{ö.d}	23.1**	2.3 ^{ö.d}	1.7 ^{ö.d}	0.1 ^{ö.d}	2.7 ^{ö.d}	1.4 ^{ö.d}

*,** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

4.2. Verim ve Verim Komponentleri

Genotiplerin 2009 ve 2010 yıllarına ait parsel verimi, bitki başına düşen kapsül sayısı, kapsül başına düşen tohum sayısı ve 1000 - tohum ağırlığı değerleri ve varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu çizelge ile daha önce morfo-fizyolojik özellikleri incelenmiş genotiplerin verim ve verim komponentlerine ait veriler sunulmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde 2009 yılı parsel verimi ortalaması 38.7 olurken 2010 yılı denemesinde 32.0 olmuştur. Muganlı-57 diğer genotiplere göre en yüksek parsel verimine sahiptir. Birkan, diğer kapalı kapsüllü genotiplere göre daha yüksek değerler göstermiştir. Kapalı grup içerisinde cc-6 ve cc-3 grubu ortalamanın üzerinde parsel verimi değerlerine ulaşmıştır. Parsel verimi bakımından denemelerde genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Buna karşın id ile cc’ler arasındaki fark istatistiki açıdan önemsizdir ($P > 0.05$).

Çizelge 4.2 incelendiğinde bitkide kapsül sayısı için genotiplerin ortalamaları ilk yıl 39.5 olurken ikinci yıl 25.2’ye kadar gerilemiştir. Bitkide en düşük kapsül sayısını id göstermiştir. Açık grup genelde yüksek kapsül sayısı değerleri göstermiştir. cc’ler değerlendirildiğinde genotiplerin ortalamaya yakın veya ortalamanın üzerinde değerlerde bulunmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, kapsülde tohum sayısı bakımından genotiplerin 2009 ve 2010 yıllarına ait ortalamaları 41.2 ve 40.2 olarak bulunmuştur. Açık grup kapalı gruptan çok daha yüksek tohum sayısına sahiptir. Bununla birlikte cc-3’-qu’nun tohum sayısı yüksek bulunmuştur. Kapsülde tohum sayısı bakımından genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Açık ve kapalı gruplar arasında 0.01 önem seviyesine göre istatistiki açıdan fark bulunmuştur. id ile cc’ler arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemsizdir ($P > 0.05$).

1000 – tohum ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Genotiplerin ortalama 1000 – tohum ağırlığı ilk yıl için 2.7 olurken ikinci yıl

4.3 olarak saptanmıştır. Açık grup ve kapalı gruba göre daha yüksek değerlere sahiptir. Kapalı gruptan cc-8 ve cc-6 diğerlerine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. id ise cc'lere göre yüksek değer göstermiştir. 1000 – tohum ağırlığı bakımından genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Açık ve kapalı gruplar arasındaki istatistiki fark 0.01 önem seviyesinde iken id ile cc'ler arasında 0.05 önem seviyesindedir. 1000 - tohum ağırlığına ilişkin varyasyon katsayısı yıllara göre sırasıyla % 9.7 ve % 6.7 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.2. Genotiplerin verim ve verim komponentleri bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. Sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

Genotipler	Parsel verimi (g)		Kapsül sayısı/ bitki		Tohum sayısı/ kapsül		1000 - tohum ağırlığı	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
cc-1	16.2	22.7	34.7	27.3	31.4	29.3	2.6	4.2
cc-2	19.9	28.7	26.7	25.9	35.2	38.0	2.4	4.2
cc-3	39.3	31.9	51.6	22.6	34.8	43.6	2.6	4.0
cc-3'-bi	33.2	27.3	36.6	24.0	37.7	38.6	2.5	4.0
cc-3'-qu	38.8	24.3	34.0	20.3	52.8	51.9	1.9	3.6
cc-6	41.0	42.7	47.2	33.8	35.7	40.7	2.6	4.5
cc-7	32.2	27.8	45.7	28.1	31.1	31.5	2.5	4.1
cc-8	24.3	24.3	47.7	23.0	29.4	30.8	2.8	4.8
cc-d	15.6	18.7	42.0	29.9	32.0	25.1	2.7	4.2
id	19.5	30.3	16.9	22.3	38.4	35.5	2.9	4.6
Muganlı-57	93.7	61.7	47.7	26.6	66.9	60.2	3.0	4.9
Birkan	90.4	43.1	43.8	18.1	68.5	56.7	3.6	4.8
Ortalama	38.7	32.0	39.5	25.2	41.2	40.2	2.7	4.3
V. K. (%)	23.9	27.7	26.3	26.4	8.6	13.9	9.7	6.7
A. Ö. F.	15.6	15.0	17.6	11.2	6.0	9.4	0.4	0.5
F değeri	24.8**	5.4**	2.9*	1.3 ^{ö.d}	45.0**	12.0**	7.1**	5.4**
Ortogonal karşılaştırmalar								
Açıklar ile kapalılar	240.6**	38.4**	2.6 ^{ö.d}	1.3 ^{ö.d}	400.6**	77.7**	41.5**	25.2**
id ile cc'ler	2.8 ^{ö.d}	0.3 ^{ö.d}	14.2**	0.9 ^{ö.d}	1.7 ^{ö.d}	0.1 ^{ö.d}	4.7*	5.2*

*, ** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

4.3. Bitkide Kapsül Büyüklüklerinin Dağılımı

Bitkide iri kapsül sayıları, orta kapsül sayıları ve küçük kapsül sayıları ile iri kapsüllerin yüzdesi Çizelge 4.3'te verilmiştir. Bu bölümde önceki çizelgedeki verim ve verim komponentleri daha detaylı analiz edilerek genotiplerin kapsül büyüklüklerine ilişkin dağılıma bakılmıştır.

Bitkide iri kapsül sayısına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. İlk yıl ortalama iri kapsül sayısı 7.6 olurken, ikinci yılın ortalama değeri 5.0 olmuştur. Açık grubun iri kapsül sayısı bakımından kapalı gruba üstün olduğu görülmektedir. Orta kapsül sayısı bakımından ilk yıl ortalaması 22.3, ikinci yıl ortalaması 16.9 olarak bulunmuştur. Bu sefer orta kapsül sayıları, açık grupta düşük değerler gösterirken kapalı grupta yüksek değerlere ulaşmıştır. Küçük kapsül sayısı ortalaması ilk yıl 9.7, ikinci yıl 3.3 olarak saptanmıştır. Açık grubun, kapalı gruba göre düşük değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda genotipler arasında istatistiki açıdan önemli farklar ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. Toplam kapsül sayısı bakımından genotipler yakın değerlere sahiptirler. Ancak, iri kapsüllerin yüzdesi söz konusu olduğunda açık grup sahip olduğu %80'in üzerindeki değerlerle kapalı gruba üstün gelmektedir. Bu yüzden açık ve kapalı grup arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) oluşmaktadır.

Çizelge 4.3. Genotiplerin bitkide kapsül büyüklüklerinin dağılımları bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

Genotipler	İri kapsül say./ bitki		Orta kapsül say./ bitki		Küçük kapsül say./ bitki		Toplam kapsül say./ bitki		% İri kapsül say./ toplam kapsül say.	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
cc-1	0.8	2.2	18.5	18.5	15.4	6.53	34.7	27.3	2.5	8.3
cc-2	1.1	1.7	16.1	19.7	9.6	4.57	26.7	25.9	3.1	6.6
cc-3	1.5	1.4	34.6	19.7	15.5	1.57	51.6	22.6	2.9	6.3
cc-3'-bi	3.3	3.9	25.2	17.5	8.1	2.63	36.6	24.0	9.2	23.9
cc-3'-qu	1.1	0.5	25.4	17.0	7.5	2.70	34.0	20.3	3.0	2.9
cc-6	0.5	1.9	32.5	27.1	14.1	4.90	47.2	33.8	1.2	5.6
cc-7	0.5	2.2	30.5	19.5	14.6	6.30	45.7	28.1	1.0	7.4
cc-8	1.6	3.4	29.1	16.2	17.0	3.47	47.7	23.0	3.5	15.3
cc-d	0.8	1.3	28.7	24.6	12.5	4.03	42.0	29.9	2.3	4.2
id	2.1	3.9	13.7	16.6	1.1	1.77	16.9	22.3	13.8	18.7
Muganlı-57	38.8	22.1	8.8	4.1	0.2	0.33	47.7	26.6	81.7	83.5
Birkan	39.3	15.7	4.1	2.1	0.4	0.27	43.8	18.1	90.3	87.5
Ortalama	7.62	5.01	22.25	16.88	9.66	3.25	39.54	25.15	17.86	22.51
V. K. (%)	28.58	37.17	30.33	35.33	47.76	48.81	26.25	26.39	20.32	47.22
A. Ö. F.	3.69	3.15	11.42	10.10	7.81	2.69	17.58	11.24	6.14	18.00
F değeri	136.33**	38.87**	6.40**	4.37**	5.51**	5.21**	2.88*	1.28 ^{ö.d}	234.24**	24.04**
Ortogonal karşılaştırmalar										
Açıklar ile kapalılar	1495.39**	399.44**	39.63**	38.35**	29.74**	24.89**	2.57 ^{ö.d}	1.30 ^{ö.d}	2534.57**	252.77**
id ile cc'ler	0.40 ^{ö.d}	2.63 ^{ö.d}	10.04**	0.84 ^{ö.d}	17.16**	5.70*	14.20**	0.88 ^{ö.d}	23.11**	2.25 ^{ö.d}

*,** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

4.4. Fertilite Düzeyleri

Bitkide kapsül sayısı, iri kapsüllerin yüzdesi, kapsüldeki tohum sayısı ve fertil tohumların yüzdesi Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelge 4.4'te, önceki bölümlerde morfo-fizyolojik özellikler ve verim ve verim komponentleri değerlendirilen genotiplerin fertilite düzeyleri değerlendirilmiştir.

Bitkide kapsül sayısı bakımından yıllara ait ortalamalar sırasıyla 39.5 ve 25.2 olarak bulunmuştur. id ve cc grubu arasında istatistiki olarak 0.01 önem seviyesinde fark bulunurken, açık ve kapalı gruplar arasındaki fark önemsizdir. Zira, açık çeşitler ile cc'ler birbirine yakın değerler göstermektedir. Ancak, id en düşük kapsül sayısına sahip genotip olduğu için kapalı grup arasında yapılan ortogonal karşılaştırmalarda istatistiki açıdan önemli fark ($P \leq 0.01$) çıkmaktadır. İri kapsül yüzdesi bakımından değerlendirildiğinde açık grup kapalı grubun çok üzerinde performansa sahiptir. Kapsüldeki tohum sayısı bakımından ilk yıl ortalaması 41.2 iken ikinci yıl ortalaması 40.2 olmuştur. Açık grup kapalı gruba göre daha yüksek tohum sayısı değerlerine sahiptir. Bununla birlikte, kapalı gruptan cc-3'-qu açık gruba en yakın değere ulaşabilmiştir. Kapsülde fertil tohumların yüzdesi bakımından genotiplerin ortalamaları incelendiğinde ilk yılın ortalaması 62.3 olurken, ikinci yıl ortalaması 66.0 olarak saptanmıştır. Açık grup fertil tohum yüzdesi bakımından yüksek değerler göstermiştir. Bununla beraber kapalı grubun çoğunluğu ortalamanın üzerinde değerlere sahiptir. cc-d en düşük fertil tohum yüzdesine sahipken bunu cc-8 ve cc-1 takip etmiştir. Bu nedenle genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Açık grup ile kapalı grup arasındaki istatistiki fark 0.01 önem seviyesinde bulunurken, id ile cc grubu arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Genotiplerin fertilité özellikleri bakımından ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

Genotipler	Kapsül sayısı/ bitki		% İri kapsül sayısı/ toplam kapsül		Toplam tohum sayısı/ kapsül		% Fertil tohum sayısı/ toplam tohum sayısı	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
cc-1	34.7	27.3	2.5	8.3	31.4	29.3	43.7	62.1
cc-2	26.7	25.9	3.1	6.6	35.2	38.0	69.7	69.5
cc-3	51.6	22.6	2.9	6.3	34.8	43.6	67.4	72.9
cc-3'-bi	36.6	24.0	9.2	23.9	37.7	38.6	65.3	66.0
cc-3'-qu	34.0	20.3	3.0	2.9	52.8	51.9	70.9	66.3
cc-6	47.2	33.8	1.2	5.6	35.7	40.7	75.1	76.9
cc-7	45.7	28.1	1.0	7.4	31.1	31.5	56.8	65.6
cc-8	47.7	23.0	3.5	15.3	29.4	30.8	48.4	49.2
cc-d	42.0	29.9	2.3	4.2	32.0	25.1	35.4	43.0
id	16.9	22.3	13.8	18.7	38.4	35.5	65.4	68.8
Muganlı-57	47.7	26.6	81.7	83.5	66.9	60.2	69.4	75.4
Birkan	43.8	18.1	90.3	87.5	68.5	56.7	79.6	76.0
Ortalama	39.5	25.2	17.9	22.5	41.2	40.2	62.3	66.0
V. K. (%)	26.3	26.4	20.3	47.2	8.6	13.9	10.0	11.1
A. Ö. F.	17.6	11.2	6.1	18.0	6.0	9.4	10.5	12.4
F değeri	2.9*	1.3 ^{ö.d}	234.2**	24.0**	45.0**	12.0**	14.0**	6.2**
Ortogonal karşılaştırmalar								
Açıklar ile	2.6 ^{ö.d}	1.3 ^{ö.d}	2534.6**	252.8**	400.6**	77.7**	27.9**	12.7**
kapalılar								
id ile cc'ler	14.2**	0.9 ^{ö.d}	23.1**	2.3 ^{ö.d}	1.7 ^{ö.d}	0.1 ^{ö.d}	2.7 ^{ö.d}	1.4 ^{ö.d}

*, ** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

4.5. Farklı Kapsül Büyüklüklerinde Fertil ve Kısır Tohumların Dağılımı

Genotiplerin iri, orta ve küçük büyüklükteki kapsüllerinde bulunan fertil ve kısır tohumların sayısı ve dağılımı ile kapsül hasat indeksi Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu bölümde önceki çizelgedeki fertilité düzeyleri daha detaylı analiz edilerek genotiplerin fertil ve kısır tohumlarının sayıları ve bunların üç farklı büyüklükte sınıflandırılmış kapsülleri arasındaki dağılımına bakılmıştır.

İri kapsüldeki fertil tohum sayısı bakımından genotipler değerlendirildiğinde ilk yıl ortalamasının 42.4, ikinci yılın ortalamasının 44.4 olduğu saptanmıştır. İri kapsülde fertil tohum sayıları açık grupta yüksek; kapalı gruptaki pek çok genotipte ise düşüktür. Bu bakımdan genotipler arasında ve açık grup ile kapalı grup arasındaki ortogonal karşılaştırmada istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. İri kapsüldeki kısır tohum sayısı bakımından ise ilk yıl ortalaması 18.5 ikinci yıl ortalaması 17.2 olarak saptanmıştır. Açık grubun kısır tohum sayıları düşük iken kapalı grubun yarısı yüksek değerler göstermiştir. Bu bakımdan genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. İri kapsülde fertil tohum yüzdesi bakımından ilk yılın ortalaması 68.0 olurken ikinci yıl ortalaması 71.2 olarak saptanmıştır. Açık grubun ortalama değerleri %84'ün ve id % 75'in üzerinde bulunmuştur. cc grubunda ise en düşük değerleri (% 39 ve % 50.2) cc-d göstermekle beraber en yüksek değerleri cc-6, cc-2 ve cc-3 grubu göstermiştir. Bu doğrultuda genotipler arasında ve ortogonal karşılaştırmalarda istatistiki olarak önemli farklar ($P \leq 0.01$) bulunmuştur.

Orta kapsüldeki fertil tohum sayısı bakımından genotipler değerlendirildiğinde ilk yıl ortalamasının 26.0, ikinci yılın ortalamasının 27.0 olduğu saptanmıştır. Orta kapsülde fertil tohum sayıları açık grupta kapalı gruba göre yüksek bulunmuştur. Bu bakımdan genotipler arasında ve açık grup ile kapalı grup arasındaki ortogonal karşılaştırmada istatistiki olarak fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. Orta kapsüldeki kısır tohum sayısı bakımından ise ilk yıl ortalaması 12.9, ikinci yıl ortalaması 14.2 olarak saptanmıştır. Açık ve kapalı gruplar birbirlerine yakın değerler göstermektedir. Orta kapsülde fertil tohum yüzdesi bakımından ilk yılın ortalaması 62.2 olurken, ikinci yıl ortalaması 62.4 olarak saptanmıştır. Açık grubun ortalama değerleri % 70'in üzerinde

bulunmakla beraber genotipler arasında Birkan en yüksek fertil tohum yüzdesine sahiptir. cc grubunda ise en düşük değerleri (% 29.8 ve % 34.0) cc-d göstermekle beraber en yüksek değerleri cc-6, cc-2 ve cc-3 grubu göstermiştir. Bu doğrultuda genotipler arasında ve açık grup ile kapalı grubun ortogonal karşılaştırmasında istatistiki olarak önemli farklar ($P \leq 0.01$) bulunmuştur.

Küçük kapsüldeki fertil tohum sayısı bakımından genotipler değerlendirildiğinde ilk yıl ortalamasının 11.7, ikinci yılın ortalamasının 10.2 olduğu saptanmıştır. Küçük kapsülde fertil tohum sayıları açık grupta yüksek kapalı gruptaki pek çok genotipte ise düşüktür. Bu bakımdan genotipler arasında ve açık grup ile kapalı grup arasındaki ortogonal karşılaştırmada istatistiki olarak fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. Küçük kapsüldeki kısır tohum sayısı bakımından ise ilk yıl ortalaması 12.0, ikinci yıl ortalaması 7.6 olarak saptanmıştır. Açık grubun kısır tohum sayıları yüksek iken kapalı grubun çoğu düşük değerler göstermiştir. Bu bakımdan genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. Orta kapsülde fertil tohum yüzdesi bakımından ilk yılın ortalaması 47.9 olurken ikinci yıl ortalaması 52.4 olarak saptanmıştır. Açık ve kapalı gruplar genellikle birbirlerine yakın değerler göstermektedirler. Genotipler arasında istatistiki olarak önemli fark ($P \leq 0.01$) tespit edilmiştir. 2009 yılı karşılaştırmasında açık ile kapalı gruplar arasında istatistiki açıdan önemli fark bulunmazken, 2010 yılı karşılaştırmasında gruplar arasında 0.05 önem seviyesine göre fark bulunmuştur.

Kapsüldeki fertil tohum sayısı bakımından genotipler değerlendirildiğinde ilk yıl ortalamasının 26.7, ikinci yılın ortalamasının 27.2 olduğu saptanmıştır. Kapsülde fertil tohum sayıları açık grupta yüksek kapalı gruptaki pek çok genotipte ise düşüktür. Bu bakımdan genotipler arasında ve açık grup ile kapalı grup arasındaki ortogonal karşılaştırmada istatistiki olarak fark ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. Kapsüldeki kısır tohum sayısı bakımından ise ilk yıl ortalaması 14.5, ikinci yıl ortalaması 13.0 olarak saptanmıştır. Açık ve kapalı grupların kısır tohum sayıları genellikle ortalamaya yakın değerler göstermektedir. Sadece 2009 yılında genotipler arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($P \leq 0.01$) bulunurken, bu yılın ortogonal karşılaştırmalarında da açık ve kapalı grup arasında istatistiki açıdan önemli fark ($P \leq 0.05$) tespit edilmiştir.

Kapsüldeki tohum sayısı ve fertil tohum yüzdesi bakımından genotipler fertilité düzeyleri bölümünde ve Çizelge 4.4'te değerlendirilmiştir.

Kapsül hasat indeksleri bakımından genotipler değerlendirildiğinde 2009 yılı ortalamasının 13.5, 2010 yılı ortalamasının 14.6 olduğu saptanmıştır. Açık grup kapalı gruba göre daha yüksek kapsül hasat indeksi değerlerine sahiptir. Kapalı gruptan cc-2, cc-3'-qu, cc-6 ve cc-3 açık gruba en yakın değerleri göstermektedir. cc-d ise en düşük hasat indeksi değerlerine sahiptir. id hattının üzerinde değer göstermektedir. Bu bakımdan genotipler ve açık ve kapalı grupların ortogonal karşılaştırmalarında istatistiki olarak önemli farklar ($P \leq 0.01$) bulunmaktadır. id ile cc grubu arasında 2009 yılı verilerine göre 0.01 ve 2010 yılı verilerine göre ise 0.05 önem seviyesine göre istatistiki açıdan önemli farklar bulunmuştur. Kapsül hasat indeksi bakımından genotiplere ait varyasyon katsayısı 2009 yılında % 1.4, 2010 yılında ise % 2.0 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Genotiplerin farklı kapsül büyüklüklerinde fertil ve kısır tohumların dağılımı bakımından 2009 yılı denemelerine ait ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

2009 Genotipler	İri kapsülde			Orta kapsülde			Küçük kapsülde			Kapsülde				
	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Toplam tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Kapsül hasat indeksi
cc-1	26.0	27.1	49.0	11.2	17.1	37.6	4.4	8.5	33.6	13.9	17.6	31.4	43.7	11.3
cc-2	40.1	18.1	68.8	23.1	8.1	74.2	10.4	5.8	64.2	24.5	10.7	35.2	69.7	14.7
cc-3	43.1	15.7	73.3	19.7	11.4	63.6	7.6	7.1	51.0	23.5	11.4	34.8	67.4	13.6
cc-3 ² -bi	40.7	17.7	69.6	23.1	12.2	65.2	10.1	9.2	52.7	24.7	13.1	37.7	65.3	12.7
cc-3 ² -qu	62.9	18.7	77.1	34.9	15.8	68.9	14.3	11.9	54.9	37.4	15.5	52.8	70.9	16.1
cc-6	46.4	12.4	79.0	22.9	7.7	74.3	11.4	6.5	62.4	26.9	8.8	35.7	75.1	13.5
cc-7	31.9	21.2	59.9	16.9	11.5	59.6	4.2	7.7	36.9	17.7	13.5	31.1	56.8	12.0
cc-8	26.1	26.0	49.9	12.0	11.9	48.7	5.0	7.3	40.7	14.4	15.0	29.4	48.4	9.9
cc-d	21.6	34.0	39.0	8.0	18.7	29.8	4.4	9.2	31.8	11.3	20.6	32.0	35.4	8.6
id	39.3	12.9	75.1	24.9	14.7	62.5	11.0	11.9	48.0	25.2	13.2	38.4	65.4	14.2
Muganlı-57	67.5	7.4	90.2	49.4	17.7	73.8	22.3	36.3	38.0	46.4	20.5	66.9	69.4	18.0
Birkan	63.4	10.9	85.2	65.5	8.5	88.3	34.8	22.4	60.7	54.6	14.0	68.5	79.6	17.9
Ortalama	42.4	18.5	68.0	26.0	12.9	62.2	11.7	12.0	47.9	26.7	14.5	41.2	62.3	13.5
V. K. (%)	12.8	22.8	10.1	17.7	24.4	11.1	26.3	24.7	18.7	13.5	19.6	8.6	10.0	6.1
A. Ö. F.	9.2	7.2	11.7	7.8	5.3	11.7	5.2	5.0	15.2	6.1	4.8	6.0	10.5	1.4
F değeri	24.2**	9.7**	15.3**	39.8**	4.4**	17.3**	25.5**	26.7**	4.9**	40.5**	4.9**	45.0**	14.0**	36.5**
Ortogonal karşılaştırmalar														
Açıklar ile kapalılar id ile cc'ler	130.6**	35.4**	59.0**	337.9**	0.0 ^{ö.d}	53.9**	218.2**	247.7**	0.2 ^{ö.d}	312.7**	6.7*	400.6**	27.9**	201.88**
	0.3 ^{ö.d}	10.5**	8.5**	4.4*	1.0 ^{ö.d}	1.1 ^{ö.d}	2.5 ^{ö.d}	4.4*	0.0 ^{ö.d}	2.8 ^{ö.d}	0.2 ^{ö.d}	1.7 ^{ö.d}	2.7 ^{ö.d}	11.5**

*, ** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

Çizelge 4.6. Genotiplerin farklı kapsül büyüklüklerinde fertil ve kısır tohumların dağılımı bakımından 2010 yılı denemelerine ait ortalamaları, varyans analizi ve A. Ö. F. sonuçları ve ortogonal karşılaştırmaları.

2010 Genotipler	İri kapsülde		Orta kapsülde			Küçük kapsülde			Kapsülde					
	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Fertil tohum sayısı	Kısır tohum sayısı	Toplam tohum sayısı	Fertil tohum yüzdesi	Kapsül hasat indeksi
cc-1	36.7	17.8	66.4	15.2	11.3	57.0	3.8	3.8	47.4	18.4	10.9	29.3	62.1	14.0
cc-2	42.5	15.4	73.0	29.0	13.3	66.8	8.8	5.0	61.5	26.8	11.2	38.0	69.5	16.5
cc-3	46.9	16.3	74.1	36.3	11.7	75.8	13.2	7.5	60.3	31.9	11.8	43.6	72.9	15.0
cc-3 ² -bi	40.7	18.3	69.8	24.2	15.8	63.3	9.4	7.5	58.6	24.8	13.9	38.6	66.0	13.0
cc-3 ² -qu	51.7	24.4	68.0	39.9	18.3	68.8	11.4	9.9	53.3	34.3	17.5	51.9	66.3	14.7
cc-6	48.6	11.2	81.6	31.2	11.2	73.4	13.0	6.8	67.1	30.9	9.8	40.7	76.9	15.6
cc-7	40.7	19.3	67.9	17.9	10.5	62.1	3.8	3.1	55.0	20.6	10.9	31.5	65.6	14.3
cc-8	31.5	25.5	55.1	11.7	15.9	42.5	2.4	5.4	30.4	15.2	15.6	30.8	49.2	12.4
cc-d	24.4	23.1	50.2	7.1	13.7	34.0	1.7	5.5	23.5	11.0	14.1	25.1	43.0	8.8
id	45.7	11.7	79.7	21.1	16.1	57.8	6.0	6.1	50.0	24.3	11.3	35.5	68.8	15.4
Muganlı-57	63.3	12.1	84.0	42.9	17.7	70.8	30.1	14.6	66.7	45.5	14.8	60.2	75.4	17.5
Birkan	60.8	10.8	84.9	47.6	14.8	76.2	19.1	15.5	55.4	43.0	13.6	56.7	76.0	17.9
Ortalama	44.4	17.2	71.2	27.0	14.2	62.4	10.2	7.6	52.4	27.2	13.0	40.2	66.0	14.6
V. K. (%)	13.0	27.6	11.3	23.3	32.3	11.6	39.8	39.5	21.2	14.5	27.3	13.9	11.1	8.2
A. Ö. F.	9.8	8.0	13.6	10.7	7.8	12.3	6.9	5.1	18.8	6.7	6.0	9.4	12.4	2.0
F değeri	11.1**	3.6**	5.4**	12.7**	1.0 ^{ö.d}	9.7**	12.0**	5.2**	4.4**	21.1**	1.3 ^{ö.d}	12.0**	6.2**	12.5**
Ortogonal karşılaştırmalar														
Açıklar ile kapalılar	66.8**	10.4**	19.5**	60.3**	1.5 ^{ö.d}	17.0**	89.7**	44.9**	4.4*	133.5**	0.9 ^{ö.d}	77.7**	12.7**	48.5**
id ile cc'ler	2.3 ^{ö.d}	6.5*	6.4*	0.4 ^{ö.d}	0.8 ^{ö.d}	0.4 ^{ö.d}	0.4 ^{ö.d}	2.19 ^{ö.d}	0.0 ^{ö.d}	0.0 ^{ö.d}	0.5 ^{ö.d}	0.1 ^{ö.d}	1.4 ^{ö.d}	4.7*

*,** sırasıyla $\alpha=0.05$ ve 0.01 düzeylerinde önemli

5. TARTIŞMA

Susam, yağ bitkisi olarak bilinmesinin ötesinde günümüz teknolojisinin yardımıyla tıbbi olarak da faydaları kanıtlanmış, Dünya piyasasının dikkatini giderek daha çok çeken bir bitkidir. Kısa vejetasyon dönemi ve üretim girdilerinin çok fazla olmaması ana ve ikinci ürün tarımında susamı cazip kılmaktadır. Ancak, mekanizasyonu geliştirilemediği için susam hasadı el emeğine dayalı olarak yapılmaktadır. Bu noktada ticari olarak işgücü ve zaman kaygısı gündeme gelmektedir. Bu durumun başlıca nedeni, susamın indeterminant büyüme göstermesidir. Bitkide çiçeklenme devam etmekte ve olgunlaşma eş zamanlı olmamaktadır. Hasat zamanında, alt kapsüllerin önce çatlayarak tohumlarının toprağa dökülmesiyle ve üstteki olgunlaşmamış kapsüllerin toplanmasıyla verim kayıpları yaşanmaktadır. (Çağırğan 1996, 2001)

Çalışmamızda açık kapsüllü olan Muganlı-57 ve Birkan çeşitleri ile kapalı kapsüllü genotipleri ve id ile diğer cc'leri karşılaştırdığımız morfo-fizyolojik özellikler, verim ve verim komponentleri ve fertilité düzeyleri ile bunları detaylandırarak bitkide kapsül sayılarının dağılımı ve bitkide farklı kapsül büyüklüklerinde fertil ve kısır tohumların dağılımı bakımından incelenmiştir.

Morfo-fizyolojik özellikler içerisinde % 50 çiçeklenme gün sayısını değerlendirdiğimizde, tüm genotipler havanın daha serin ve kapalı geçtiği dönemde daha geç olgunlaşmışlardır. Açıklardan Muganlı-57 daha erkenci davranırken kapalı genotiplerin çoğu geçi gruba girmektedir. Ayrıca, deneme alanındaki gözlemlerimizde çiçeklenmenin de geç kaldığı tespit edilmiştir. Weiss (1971), susamda çiçeklenme ile olgunlaşma arasında çok yakın bir ilişki olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca, kapalı grubun kapsülleri açılmadığı için kurumada gecikme meydana gelmektedir. Bu bakımdan erkencilikteki gecikmenin kurumada ve olgunlaşmada da gecikmeye yol açtığı sonucuna varılabilir. Bitki boyu bakımından sonuçlar, açık grup ile kapalı grup arasında fark olmadığını belirtmektedir. Genotiplere ait dal sayısı verileri id'nin ortalamasının altında dallanma göstermesinin yanında Birkan'ın en az dallanan genotip olduğunu belirtmektedir. Burada, susamda dallanmanın karakteristik bir özellik olmasına rağmen

dallanma derecesi üzerinde çevresel faktörlerin de rol oynadığının belirtilmesi gerekmektedir (Weiss 1971). İlk kapsül yüksekliği bakımından elde edilen sonuçlar, Birkan'ın en yüksek, Muganlı-57'nin ise kapalı gruba göre daha alçak değerde bulunduğunu göstermiştir. Muganlı-57 bölge standardı olduğu için deneme ortamına ve gün uzunluğuna adaptasyonu daha iyidir. Böylelikle çiçeklenmesi daha erken bitip ilk kapsüllerini daha alçak mesafede oluşturabilmiştir. Ancak, kapalı kapsüllü genotipler aynı davranışı sergilememektedir. Örnek vermek gerekirse, % 50 çiçeklenme gün sayısı bakımından 2010 yılı denemesinde en fazla olan cc-3, ilk kapsül yüksekliği bakımından ortalamanın altında kalmıştır. Denemelerimizden elde edilen sonuca göre kapalı kapsüllü genotipler, genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak hem kendi aralarında hem de yıllara göre farklı davranışlar göstermektedirler.

Verim komponentleri bakımından değerlendirilen genotiplerde parsel verimi açısından açık çeşitler oldukça yüksek değerler göstermektedir. Kapalı kapsüllü genotiplerde parsel verimi yüksek bulunan genotipler ise cc-6 ile cc-3 grubudur. Ancak, burada cc-6'nın hasat ve harmanının zor olduğu unutulmamalıdır (Çağırğan, özel görüşme).

Bitki başına kapsül sayısı verimi etkileyen en önemli özelliklerden biridir; kapsül sayısı ne kadar fazla olursa verimin de o kadar yüksek olması beklenir. Ancak, sonuçlardan da anlaşılacağı üzere kapalı kapsüllü genotipler söz konusu olduğunda kapsül sayısının çokluğu her zaman verimin de yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Kapalı kapsüllülük mutasyonu, arzu edilmese de pek çok bitkisel özelliğe pleiotropik etkide bulunmaktadır. Fertilitiyi de etkileyen pleiotropik etkilerin olması nedeniyle ya kapsül boylarının küçük kalıp tohum miktarını azaltmakta ya da kapsüldeki tohumları kavuz bırakarak verimi olumsuz yönde etkilemektedir (Çağırğan 2007). Örneğin cc-7 ve cc-d yüksek kapsül sayılarına sahip olsalar da tohum sayıları dolayısıyla parsel verimleri çok düşüktür. Bu durumun aksine Birkan'ın 2010 yılı denemesinde en düşük kapsül sayısını gösteren genotip olmasına rağmen yüksek parsel verimine ulaşması fertilitenin önemini vurgulamaktadır. Bahsedilen iki özellik bakımından id değerlendirilecek olursa düşük değerleri daha istenilen düzeyde özelliklere sahip bir genotip olamadığını göstermektedir. Zira, id'nin parsel veriminden

daha yüksek değer gösteren genotipler mevcuttur. Bu durum değerlendirilebilirse daha fazla verim elde edilebilecek yetiştirilebilir hatlar almamızı sağlayacaktır.

Kapsüldeki tohum sayısı bakımından da açık grup kapalı gruba üstün durumdadır. Kapalı kapsüller kendi içinde değerlendirildiğine cc-3 grubu ve cc-6 en yüksek değerleri göstermişlerdir. Bu sonuç ağırgan (2001)'ın bulguları ile uyum içerisindedir. Ayrıca, cc-3'-qu'nun dört karpelli yapısını vurgulamak gerekir ki, çok sayıdaki karpelleri daha çok tohum taşınmasını sağlamaktadır. Bu özelliği de verime olumlu yönde etki etmektedir. Lokal susam çeşitlerinde yapılan çalışmalar sonucunda kapsülde tohum sayısının çiçeklenme tarihinden etkilendiği bildirilmiştir (İbrahim vd 1983b). Buna göre denememizdeki açık çeşitlerde ikinci yıl geç çiçeklenmenin tohum sayısını olumsuz etkilediği gözlenebilmektedir. Ancak kapalı kapsüllü genotiplerde böyle bir gözlem her zaman tutarlı bir sonuç vermemektedir.

1000 - tohum ağırlığı bakımından yapılan değerlendirmede en yüksek değerlere açık çeşitlerin ulaştığı görülmektedir. Bulgularımız, ağırgan (2001) ile paralellik göstermektedir.

Verim ve verim komponentleri bakımından incelediğimiz genotipleri kapsül büyüklüklerinin dağılımı bakımından detaylı ele alacak olursak, açık kapsüllü çeşitlerde iri kapsül sayısı fazla olmakla beraber küçük kapsüllerinin sayısı oldukça azdır. Bu durumda iri kapsüllerin toplam kapsül sayısı içindeki yüzdesi sekseni rahatlıkla geçmektedir. Bu başarıyı yakalayabilen kapalı kapsüllü genotip bulunmamaktadır. Bunlarda daha çok orta büyüklükteki kapsül sayıları fazla olmakla beraber çoğu genotip küçük kapsül sayısı bakımından da ortalamanın üzerinde değer göstermiştir. Bu durumda iri kapsül yüzdesi bakımından id'nin diğer kapalı kapsüllü genotiplerden daha iyi durumda olduğu söylenebilir. Gene de id'nin bile iri kapsül yüzdesi yüksek olmasına rağmen iri kapsül sayısının açık kapsüllü genotiplerle kıyaslanamayacak kadar az olduğu unutulmamalıdır. ağırgan (2001), kapsül sayısı bakımından bazı kapalı kapsüllü genotiplerin ebeveynlerinden daha yüksek değerler gösterdiğini ancak bu mutantların verim söz konusu olduğunda ebeveynlerinin çok gerisinde kaldığını belirtmiştir.

Verim ve verim komponentleri bölümünde genotipler kapsül sayısı ve kapsüldeki tohum sayısı bakımından değerlendirilmiştir. Fertilité bakımından değinmek gerekirse, kapsül sayısı bakımından genotipler yakın değerler göstermektedirler. Zira, kapalı kapsüllü genotiplerin ebeveynleri ve Muganlı-57'ye yakın veya bunlardan yüksek kapsül sayısına ulaşmalarına rağmen düşük tohum verimine sahip oldukları belirtilmiştir (Çağırđan 2001). Ayrıca, genotipler kapsüldeki tohum sayısı bakımından incelenmiş ve açık grubun kapalı gruba üstünlük kurduğu ancak cc-3 grubu ve cc-6'nın kapalı kapsüllü genotipler olarak iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Fertil tohum yüzdeleri baz alındığında ise kapalı kapsüllü genotiplerin oldukça yüksek değerler gösterebildikleri tespit edilmiştir. Fertil tohum yüzdesi bakımından yüksek değer gösteren genotipler parsel verimi bakımından, açıklar kadar olmasa da, ortalamaya yakın veya yüksek değerler göstermişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar Çağırđan (2001)'in bulgularıyla paralellik göstermektedir. Araştırmalar, kapsülde tohum sayısının verim bakımından iki önemli seleksiyon kriterinden biri olduğunu belirtmektedir (Khorgade vd 1987). Bu bakımdan değlendirilecek olursa ıslah programında kullanılmak üzere seçilecek genotiplerin fertilité sorununun minimum olması istenmektedir.

Kapalı kapsüllü genotiplerdeki fertilité sorununu değlendirmek amacıyla farklı kapsül iriliklerindeki fertil ve kısır tohum sayıları incelenmiştir. Bilindiği gibi mutasyona uğratılmış kapalı kapsüllü genotiplerin hem küçük kapsüllü hem de kapsüllerinde az sayıda tohuma sahip olduğu bilinmektedir (Çağırđan 2001). Araştırmamızda, kapalı grubun iri kapsül sayısının az olmakla beraber iri kapsüllerinde ortalamanın üzerinde tohum sayısına sahip genotipler olduğunu tespit edilmiştir. Ancak, mutantların orta kapsüllerinde tohum sayısının açık kapsüllü genotiplere göre az olduğu bulunmuştur. Küçük kapsüllerdeki tohum sayısı da orta kapsüllerdeki gibidir. Kapalı kapsüllü genotipler içinde en iyi sonucu cc-3'-qu vermektedir. Bu sonuç, mutantın çok karpelli bir yapıda olmasıyla ilişkilendirilebilir. Böylelikle kapsülünde tohum taşımak için daha çok yere sahip olabilmektedir. Genotipler fertil tohum yüzdesi bakımından genellikle ortalamanın üzerinde değer göstermektedirler. cc-6 kapsüllerinde gösterdiği yüksek değerler sayesinde kapsül başına düşen fertil tohum yüzdesi bakımından Birkan ve Muganlı-57'nin arasında yer almaktadır. Kapsül hasat indeksi bakımından açık grup

kapalı gruba üstündür. Mutantların kendi aralarındaki değerlendirmesinde ise hasat indeksinde öne çıkan genotiplerin parsel veriminde de paralellik göstererek yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Kapalı kapsüllü genotipler istenilen özellikler bakımından açık kapsüllü genotiplere göre genellikle daha düşük değerler göstermiştir. Ancak, kapalı grup içerisinde öne çıkan genotipler bulunmaktadır. Bu genotiplerin ıslah yöntemlerinde kullanılarak geliştirilmesiyle fertilitte ve verim için modifiye edilmiş yeni hatlar elde edilebilir.

6. SONUÇ

Ülkemizde hasatında karşılaşılan zorluklar nedeniyle ekim alanı giderek azalmakta olan susam bitkisinin, makineli hasadı için yürütülen kapalı kapsüllü susam ıslah programına katkıda bulunmak amacıyla kapalı kapsüllü 10 genotip ile açık kapsüllü Muganlı-57 ve Birkan genotipleri birbiriyle çeşitli özellikler bakımından karşılaştırılarak aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşılmıştır:

1) Morfo-fizyolojik özellikler bakımından genotipler arasında pek az farklılık bulunmuştur. Kapalı grup, Muganlı-57'ye göre genelde daha geççidir. Ayrıca, Birkan'a göre bitki boyları ve ilk kapsül yükseklikleri daha kısa, dal sayıları ise daha fazla bulunmuştur.

2) Verim komponentleri bilindiği gibi pek çok özellikten etkilenmektedir. Bunların başında da kapsül sayısı ve fertil tohum sayısı gelmektedir. Kapalı kapsüllü genotiplerde negatif pleiotropik etkilerden kaynaklanan özellikle fertilité sorunu olduğu bilinmektedir. Bu yüzden kapsüllerin sayısı çok olsa bile kapsüllerde tohum kavuz kalabilmekte veya küçük boyutlu kapsüller oluşarak tohum oluşturma hacimleri düşmektedir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde fertil tohum sayısı yüksek olan genotiplerin verimi daha yüksek olmaktadır. Yaptığımız çalışmada da bu yönde veriler elde edilmiştir. Ayrıca, açık kapsüllü çeşitler kadar olmasa da iyi verim değerleri gösterebilen genotipler olmuştur. Hatta, cc-6 genotipi doğal kapalı kapsüllü id mutantının iyi ileri hattından daha yüksek parsel verimi değerine ulaşmıştır. Bu sonuca göre, fertilité ve harman edilebilme sorunu giderilirse makinalı hasatta kullanılmak üzere doğal id'den daha avantajlı hatlar elde etmek mümkün olabilecektir. Bu genotipin ileri ıslah programlarına alınması düşünülebilir.

3) Genotiplerin kapsül büyüklüklerine ilişkin dağılımına bakıldığında iri kapsül yüzdesi bakımından kapalı kapsüllü genotipler oldukça düşük değerler göstermektedir. Açık çeşitlerin genelde iri büyüklükteki kapsül sayıları fazla iken mutantların orta büyüklükteki kapsül sayıları fazladır.

4) Makinalı hasatla yoğun tarım sistemlerine uyum sağlayabilecek kapalı kapsüllü genotipler elde etmek için fertilité sorununun giderilmesi şarttır. Mutantların pleiotropik etkiler sonucu özellikle fertiliteleri olumsuz etkilenmekte ve bulgularımızda bahsettiğimiz üzere her ne kadar kapsül sayıları bakımından ebeveynlerinin üstünde değér gösterebilseler de fertil tohum sayıları bakımından açık hatlarla aralarında büyük fark oluşmaktadır. Kapalı kapsüllü genotipler içerisinde değerdendirme yapılacak olunursa, en düşük fertilité yüzdesine sahip genotipler cc-d, cc-8 ve cc-1'dir. cc-6 ve cc-3'-qu ise diğérlerine göre daha yüksek fertil tohum sayısına sahip olduklarından ıslah çalışmalarında öncelikle kullanılmak üzere değerdendirilebilirler. Ayrıca, kapsüllerindeki yalancı bölmenin az gelişimi nedeniyle cc-3'-qu'dan tohum alınması cc-6'ya göre daha kolaydır. Bu bakımdan ıslah programlarında cc-3'-qu'nun kullanması daha uygun olabilir.

5) Kapsül hasat indeksi bakımından cc-3'-qu, cc-6 ve cc-2, id ortalamanın üzerinde değérler göstermişlerdir. Ancak, açık grup daha yüksek kapsül hasat indeksi değérlerine sahiptir. cc-d, pek çok özellikteki gibi en düşük değérleri gösteren genotip olarak istenilen sonuçlara ulaşılması için daha çok geliştirilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

6) Fertilité sorunu giderilebildiği takdirde kapalı kapsüllü genotiplerden yüksek verim almak mümkün olabilecektir. Bu bakımdan fertilitéde sorun yaratan negatif pleiotropik etkilerin modifiye edilmesi için MSFRS (Erkek Kısırlık Destekli Tekrarlamalı Seleksiyon) yöntemi kullanılabilir.

7) Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler ışığında ıslah çalışmalarıyla yeni hatlar geliştirilip modifiye edilmesi böylelikle, susamın geniş alanlarda yetiştirilmesi, bölge ve dünya çiftçisine verim kayıpları yaşatmadan hasat işlemlerine harcanan maliyeti ve zamanı azaltarak katkı sağlanması beklenmektedir.

7. KAYNAKLAR

- AHLOOWALIA, B.S., MALUSZYNSKI M. and NICTERLEIN K. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*, 135: 187–204.
- AKIMOTO, K., KITAGAWA, Y., AKAMATSU, T., HIROSE, N., SUGANO, M., SHIMIZU, S. and YAMADA, H. 1993. Protective effects of sesamin against liver damage caused by alcohol or carbon tetrachloride in rodents. *Ann. Nutr. Metab.*, 37:218–224.
- ALLARD, R.W. 1960. *Principles of Plant Breeding*. John Wiley and Sons, Inc. and Toppan Company Limited, New York, USA.
- ANONYMOUS 1977. *Manual on Mutation Breeding*, Technical Reports Series no. 119, IAEA, Vienna.
- ANONYMOUS 1989. 25 years Plant Breeding and Genetics Section of the joint FAO/IAEA Division. Vienna. *Mutation Breeding Newsletter* 34, 1-3.
- ANONİM 2010. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü.
- ASHRI, A. 1998. Sesame Breeding. *Plant Breeding Reviews* (Ed.: Jules Janick). 16: 179-228.
- AYAR ŞENSOY, F., ÖZBAŞ, M. O., ŞENSOY, A. S. ve ÇAĞIRGAN, M. İ. 2005. Kapalı kapsüllü susam mutantlarının polen tüpü gelişiminin belirlenmesi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt I, Sayfa 417-419)
- BAYDAR, H. 2001b. Susam (*Sesamum indicum* L.) genetiği ve ıslahı üzerinde araştırmalar III. Tohum ve yağ kalite özelliklerinin kalıtımı, IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Sayfa: 307-312, Tekirdağ.
- BEDIGIAN, D. 2003. Evolution of sesame revisited: domestication, diversity and prospects. *Genetic Resources and Crop Evolution* 50: 779 – 787, 2003.
- BORANAYAKA, M. B.; IBRAHİM, S. M.; KUMAR, C. R. A. and RAJAVEL, D. S. 2010 Induced macro-mutational spectrum and frequency in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 70 (2) New Delhi: Indian Society of Genetics & Plant Breeding. 2010. 155-164
- BUDOWSKY, P. 1964. Recent research on sesamin, sesamol, and related compounds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 41:280–285.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 1994. Mutation breeding of sesame for intensive management I. status of sesame breeding and production in Turkey. In: Report of the First Research Co-ordination Meeting for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Programme on Induced Mutations for Sesame Improvement, pp. 31-33, 21-25 March, IAEA, Vienna, Austria.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 1996. A preliminary report on the first induced indehiscent capsule mutants in sesame. *Proc. EUCARPIA Mtg. Tropical Plants*, Montpellier, France.

- ÇAĞIRGAN, M. İ. 1996b. A preliminary report on the first induced indehiscent capsule mutants in sesame. Proc. EUCARPIA Mtg. Tropical Plants, 11-15 March 1996, Montpellier, France. p.248.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 1997a. Mutation techniques in for intensive management. Report of the Second FAO/IAEA Research Co-ordination Meeting on Induced Mutations for Sesame Improvement, pp.85-95, 9-13 September, IAEA, Antalya, Turkey.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 2001. Mutation techniques in sesame (*Sesamum indicum* L.) for intensive management: Confirmed mutants. In: Sesame Improvement by Induced Mutations, IAEA-TECDOC-1195, IAEA, Vienna, pp.31-40.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 2005. Sesame breeding for Mechanized harvest in Turkey. In '4th Nat. Conf. on Sesame, Sunflower, Castor and Safflower'. (Ed. N. Worasatit) pp. 1-6. (Ubonratchani Field Crops Res. Inst.: Ubon, Thailand)
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 2006. Selection and morphological characterization of induced determinate mutants in sesame Field Crops Research, 96(1), 19-24.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. 2007. Selection and modification of closed capsule mutants in sesame. In proceedings of Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, s. 408-411.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. ve YILDIRIM, M. B. 1988. Gamma ışınları uygulanan iki biralık arpa çeşidinde gözlenen makro mutasyonlar ve bunlardan bitki ıslahında yararlanma olanakları, IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-23 Eylül 1988. Sivas, cilt1 s.315-326.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. ve YILDIRIM, M. B. 1989. Selection of proanthocyanidin-free mutants in an irradiated "Kaya" barley population. Ak. Üniv. Zir. Fak. Derg. 9-2 (2) 51-60.
- ÇAĞIRGAN, M. İ. and ULRICH, S. E. 1991. Male sterile facilitated recurrent selection - A review. ESNA XXII Annual Meeting, 16-20, September 1991, Antalya, Turkey p.53 (Abstract).
- ÇAĞIRGAN, M. İ., ÖZBAŞ, M. O. and SİLME, R. S. 2007. İki farklı ekim sıklığında determinant ve indeterminant susam genotiplerinin verim komponentleri bakımından değerlendirilmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum (Sunulu Bildiri).
- ÇAĞIRGAN, M. İ., ÖZERDEN, S. and ÖZBAŞ, M. O. 2009. Agronomic trait assessment and selection for number of capsules in determinate x indeterminate crosses of sesame. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33, 231-241.
- DIOUF, M., BOUREIMA, S., DIOP, T. and ÇAĞIRGAN, M. İ. 2010. Gamma rays-induced mutant spectrum and frequency in sesame. Turkish Journal of Field Crops 15:1, 99-105.
- FAO 2006. The national version of FAOSTAT.
<http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>.
- FUKUDA, Y., NAGATA, M., OSAWA, T. and NAMIKI, M. 1986a. Chemical aspects of the antioxidative activity of roasted sesame seed oil and the effect of using the oil for frying. Agric. Biol. Chem., 50:857-862.

- FUKUDA, Y., OSAWA, T., KAWAKISHI, S. and NAMIKI, M. 1991. Antioxidative activities of fractions of components of black sesame seeds. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 38:915–919.
- FUKUDA, Y., KOIZUMI, T., ITO, R. and NAMIKI, M. 1996. Synergistic action of the antioxidative components in roasted sesame seed oil. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 43:1272–1277.
- GAUL, H. 1964. Mutations in plant breeding in plant breeding. *Radiat. Bot.* 4:155-232.
- GREGORY, C.W. 1971 Mutation and Biological improvement. *Genetics Lectures Vol.2 Genetics Institute of Oregon State Univ. USA.*
- GOVINDARASU, R. 2000 Breeding value of mutant and segregating populations in sesame. *Journal of Research, Birsa Agricultural University* 12 (2) Ranchi: Birsa Agricultural University, 2000, 243-247
- HIROSE, N., DOI, F., UEKI, T., AKAZAWA, K., CHIJIWA, K., SUGANO, M., AKIMOTO, K., SHIMIZU, S. and YAMADA, H. 1992. Suppressive effect of sesamin against 7, 12-dimethylbenz[α]anthracene-induced rat mammary carcinogenesis. *Anticancer Res.*, 12:1259–1266.
- IBRAHIM, A. F., EL-KADI, D. A., AHMED, A. K. and SHRIEF, S. A. 1983b. Interrelationships and path-coefficient analysis for some characters in sesame *Z. Acker- und Pflanzenbau (J. Agronomy & Crop Science)*, 152:454-459.
- JOSHI, A. B. 1961. Sesame, 1st ed., Collier-Macmillan: London, 109.
- KAMAL-ELDIN, A. and APPELQVIST, L. A. 1994a. Variation of fatty acid composition of the different acyl lipids in seed oils from four sesame species. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71:135–139.
- KHORGADE, P. W. and NARKHEDE, M. N. 1987. Selection criteria in *Sesamum indicum*. *Journal Of Maharashtra Agricultural Universities* 12(2): 217-219.
- KOIZUMI, T., FUKUDA, Y. and NAMIKI, M. 1996. Marked antioxidative activity of sesame oils developed by roasting of sesame seeds. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 43:689–694.
- LANGHAM, D. G. 1944. Natural and Controlled Pollination in Sesame. *Journal of Heredity*, vol. 35, No. 8, pp. 254-256.
- NAGASHIMA, M., FUKUDA, Y. and ITO, R. 1999. Antioxidative lignans from industrial waste water in cleaning of black sesame seed. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 46:382–388.
- NAMIKI, M. 1998. *Goma, sono Kagaku to Kinousei (Advances in sesame science and function)*. Maruzen Planet Co. Tokyo. p. 268.
- NAMIKI, M. 2007. ‘Nutraceutical Functions of Sesame: A Review’, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47:7,651 — 673.
- ÖZBAŞ, M. O., ŞENSOY, A. S., ERCAN, N. ve ÇAĞIRGAN, M. İ. 2005. Kapalı kapsüllü susam mutantlarının polen canlılığının boyama ve çimlendirme yöntemleri ile belirlenmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi (Araştırma Sunusu Cilt I, Sayfa 415-416)*

- PATHIRANA, R. 1991 Increased efficiency of selection for yield in gamma irradiated populations of groundnut and sesame through yield component analysis. In: Plant Mutation Breeding for Crop Improvement. IAEA. Vienna Vol:2 pp.299-316.
- PATHIRANA, R. 1994. Natural cross-pollination in Sesame (*Sesamum Indicum* L.). Plant Breeding 112, 167-170.
- RAMAGE, R. T. 1987. A history of barley breeding methods. Plant Breeding Review 5: 95-138.
- SARWAR, G., HAQ, M. A., CHAUDHRY, M. B. and RABBANI, I. 2008. Evaluation of early and high yielding mutants of sesame (*Sesamum indicum* L.) for different genetic parameters. Journal of Agricultural Research (Lahore) 46 (2) Faisalabad: Directorate of Agricultural Information, Ayub Agricultural Research Institute, 2008, 125-133
- SARWAR, G. and HUSSAIN, J. 2010. Selection criteria in M3 and M4 populations of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Agricultural Research (Lahore) 48 (1) Faisalabad: Directorate of Agricultural Information, Ayub Agricultural Research Institute, 2010, 39-51
- SENGUPTA, S. and DATTA, A. K. 2004. Genetic studies to ascertain selection criteria for yield improvement in sesame. Journal of Phytological Research 17 (2) Bharatpur: Phytological Society, 2004, 163-166
- SHIMIZU, S., AKIMOTO, K., KAWASHIMA, H., SHINMEN, Y., JAREONKITMONGKOL, H. and YAMADA, H. 1989c. Stimulatory effect of peanut oil on the production of dihomog- γ -linolenic acid by filamentous fungi. Agric. Biol. Chem., 53:1437–1438.
- SHIMIZU, S., KAWASHIMA, H., AKIMOTO, K., SHINMEN, Y., SUGANO, M. and YAMADA, H. 1992a. Inhibition of Δ^5 -desaturase on polyunsaturated fatty acid biosynthesis by (-)-asarinin and (-)-epiasarinin. Phytochemistry, 31:757–760.
- SIGURBJORNSSON, B. 1977. Introduction: Mutations in plant breeding programmes. In: Manual on Mutation Breeding, 2nd Ed., IAEA, Tech. Rep. Ser. No: 119, Vienna, pp. 1-6.
- SUNESON, C. O. 1951. Male sterile facilitated synthetic hybrid barley. Agronomy Journal 231-236.
- TASHIRO, T., FUKUDA, Y., OSAWA, T. and NAMIKI, M. 1990. Oil and minor components of sesame (*Sesamum indicum* L.) strains. J. Am. Oil Chem. Soc., 67:506–511.
- WEISS, E. A. 1983. In: Oil Seed Crops pp. 282–340. Longman, London.
- WEISS, E. A. 1971. "History", Castor, Sesame, and Safflower, Chapter 12, Leonard Hill Books, London, pp. 311-525.
- YAMASHITA, K., KAWAGOE, Y., NOHARA, M., NAMIKI, M., OSAWA, T. and KAWAKISHI, S. 1990. Effects of sesame in the senescence-accelerated mouse. Eiyō Shokuryō Gakkaishi, 43:445–449.

- YANG, Z., SUWA, Y., HIRAI, K., TOYODA, Y., ASAMI, S. and TANAKA, T. 1995. Effects of sesamin on ethanol-induced muscle relaxation. *Nippon Eiyo-Shokuryo Gakkaishi*, 48:103–108.
- YERMANOS, D. M. 1980. "Sesame," *Hybridization of Crop Plants*, Chapter 39, American Society of Agronomy-Crop Science Society of America, pp. 549-563.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılı Antalya doğumlu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. Ankara Üniversitesi'nin Erasmus programıyla Universidad Complutense de Madrid (İspanya)'da 6 ay öğrenim gördü. Eylül 2007'de Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi'nden eczacı olarak mezun oldu. Şubat 2009'da Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2011 yılında ikinci üniversite olarak Açık Öğretim Fakültesi Sağlık Kurumları İşletmeciliği Bölümü'nden mezun oldu. Mayıs 2008'den beri özel eczanesinde mesleğini devam ettirmektedir.