

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Atila ATA

**PATLICANDA *Solanum melongena* × *Solanum torvum* MELEZ
POPULASYONLARININ OLUŞTURULMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI ve PATLICAN ANAÇLARINDA
ANDROGENESİS YOLUYLA DİHAPLOİDİZASYON**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PATLICANDA *Solanum melongena* × *Solanum torvum* MELEZ
POPULASYONLARININ OLUŞTURULMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI ve PATLICAN ANAÇLARINDA ANDROGENESİS
YOLUYLA DİHAPLOİDİZASYON**

Atila ATA

DOKTORATEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 23/12/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Metin TUNA
ÜYE

.....
Prof. Dr. Halit YETİŞİR
ÜYE

.....
Prof.Dr. Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU
ÜYE

.....
Prof. Dr. Nedim MUTLU
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı/TAGEM tarafından desteklenmiştir.
Proje No: TAGEM/BBAD/12/A09/P01/03**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORATEZİ

**PATLICANDA *Solanum melongena* × *Solanum torvum* MELEZ
POPULASYONLARININ OLUŞTURULMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI ve PATLICAN ANAÇLARINDA ANDROGENESİS
YOLUYLA DİHAPLOİDİZASYON**

AtilaATA

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN
Yıl : 2019, Sayfa: 147
Jüri : Prof. Dr. Metin TUNA
: Prof. Dr. Halit YETİŞİR
: Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU
: Prof. Dr. Nedim MUTLU

Fertil *Solanum melongena* × *S. torvum* melez populasyonlarının elde edilmesi için yapılan bu çalışmada, 35 adet *S. melongena* × *S. torvum* melezleme kombinasyondan, 33 kombinasyonda hibrit bireyler elde edilmiş ve sadece bir kombinasyonda iki yıllık bitkilerden %18.8 çiçek tozu canlılık ve %9.2 çimlenme oranları gözlemlenmiştir. Bu bireyler kullanılarak yapılan kendileme ve geri melezlemelerde, başarı sağlanamamıştır. Tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinin elde edilmesi için, toplam 7 kombinasyonda *in vitro* ve *in vivo*'da kolhisin uygulamaları yapılmış, sadece *in vitro* uygulamalardan 5 adet tetraploid birey elde edilmiştir. Tetraploid bireylerde çiçek tozu canlılık değerleri %9.60 ile %31.60, çimlenme değerleri ise %3.4 ile %15.60 arasında değişmiştir. Tetraploid bireyler kullanılarak yapılan anter ve mikrospor kültürü çalışmalarından embriyo ve bitki gözlemlenmezken, Sm18 × 23 tetraploid hibrit kombinasyonunda 2 no'lu mikrospor kültürü ortamında 8. günde 3 ve 5 çekirdeğe sahip pro-embriyolar gözlemlenmiştir. *S. americanum*'un kullanıldığı köprü melez çalışmalarında herhangi bir hibrit birey elde edilemediği gibi; *S. torvum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı *S. torvum* × *S. aethiopicum* melezlerinde de meyve tutumu gerçekleşmemiştir. Baba ebeveyn olarak *S. torvum* kullanılan 6 adet *S. aethiopicum* kombinasyonunda, tohum taslakları dejenere olmuştur. Sadece bir kombinasyonda tohumlar ve tamamen ana ebeveyn benzeyen sağlıklı bitkiler elde edilmiştir. Diallel *S. melongena* × *S. aethiopicum* kombinasyonlarından hibrit bireyler elde edilmiştir. Bu hibritlerin ana ebeveyn, *S. torvum*'un baba ebeveyn olarak kullanıldığı melezleme çalışmalarında, *S. torvum*'un genomunu taşıyan üçlü hibritlerin yanı sıra, taşımayan ikili hibritler de elde edilmiştir. Üçlü hibritlerin hiçbirinde, çiçek tozu canlılık ve çimlenme performansı yeterli olmamıştır. Patlıcan anaçı ile yapılan anter kültürü çalışmasında, anterlerin hemen hemen hepsinde somatik hücre kökenli kallus gelişimi gözlemlenirken, embriyo oluşumu tespit edilmemiştir. AGR 703.1 F₁ anacından tohum elde edilemezken, Köksal F₁'de tohum oluşumu meydana gelmiştir. Bu tohumların F₂ ve F₃ bireylerinde yapılan morfolojik karakterizasyonda, toplam 22 morfolojik özellik değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: patlıcan, türler arası melezleme, köprü melez, kromozom katlama, androgenesis

ABSTRACT

PhD THESIS

INVESTIGATION of the POSSIBILITIES OF CREATING FERTILE *Solanum melongena* × *Solanum torvum* HYBRID POPULATIONS in EGGPLANT and DIHAPLOIDIZATION THROUGH ANDROGENESIS in EGGPLANT ROOTSTOCKS

Atila ATA

ÇUKUROVA UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES DEPARTMENT OF HORTICULTURE

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Hatıra TAŞKIN
Year: 2019, Page: 147
Jury : Prof. Dr. Metin TUNA
: Prof. Dr. Halit YETİŞİR
: Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU
: Prof. Dr. Nedim MUTLU

In this study, hybrid individuals were obtained from 33 of 35 *S. melongena* × *S. torvum* hybrid combinations and 18.8% pollen viability and 9.2% germination rates were observed in biennial plants of one combination. No success was achieved in selfing and backcrosses experiments performed using these individuals. In order to obtain tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* hybrids, colchicine was applied in seven combinations in *in vitro* and *in vivo* and only five tetraploid individuals were obtained from *in vitro* applications. In the tetraploid individuals, percentages of the pollen viability and germination ranged from 9.60% to 31.60%, and 3.4% to 15.60%, respectively. While embryos and plants could not be observed from anther and microspore culture studies using tetraploid individuals, pro-embryos including 3 and 5 nuclei were observed in microspore culture nutrient medium named number 2 on the 8th day in Sm18 × 23 tetraploid hybrid combination. While no hybrid individual can be obtained in bridge hybrid studies using *S. americanum*; in *S. torvum* × *S. aethiopicum* hybrids, in which *S. torvum* was used as female parent, no fruit set was observed. In six combinations of *S. aethiopicum*, in which *S. torvum* was used as a male parent, seeds degenerated. In just one combination, seeds and healthy plants assessed completely similar to the female parent were obtained. Hybrid individuals were obtained from diallel *S. melongena* × *S. aethiopicum* combinations. In crossing studies in which these hybrids and *S. torvum* were used as the female and male parent respectively, triple hybrids carrying the genome of *S. torvum* were found as well as dual hybrids non-carrying. The viability and germination performance of all triple hybrids obtained were not enough. In the anther culture study carried out with eggplant rootstocks, while somatic cell-derived callus development was observed in almost all of the anthers cultured, embryo formation was not detected. While no seed was obtained from AGR 703.1 F₁ rootstock, seeds were observed in Köksal F₁ rootstock. A total of 22 morphological features were evaluated in the morphological characterization study of F₂ and F₃ individuals carried out using these seeds.

Key words: eggplant, interspecific crossing, bridge hybrid, chromosome doubling, androgenesis

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Sunulan bu araştırmada, fertil *S. melongena* × *S. torvum* melez populasyonlarının elde edilmesine çalışılmıştır. Bu amaçla; (a) farklı *S. melongena* × *S. torvum* melez kombinasyonlarının kullanımı ile fertil bireylerin elde edilmeye çalışılması, (b) *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinin kolhisin kullanımı ile kromozomlarının katlanarak tetraploid fertil bitkilerin elde edilmeye ve bu bitkilerden mikrospor ve anter kültürü yöntemleri, yani androgenesis yoluyla fertil diploid bitkilerin elde edilmesinin araştırılması, (c) *S. torvum* ile *S. melongena* arasında gen akışını sağlayabilecek *S. aethiopicum* ve *S. americanum* türlerinin köprü melez olarak kullanılabilme potansiyelinin ortaya konulması şeklinde farklı yaklaşımlar denenmiştir. Tüm bunların yanı sıra, patlıcanda anaç olarak kullanılan AGR 703.1 F₁ ve Köksal F₁ çeşitlerinin androgenesis yoluyla dihaploidizasyon olanakları ve kendileme ile hat elde edilmesi araştırılmıştır.

Denemede yapılan çalışmalar sonucunda, 35 adet *S. melongena* × *S. torvum* melezleme kombinasyonu oluşturulmuş ve bunların tamamında meyve tutumu sağlanmıştır. Ancak, steril şartlarda embriyo kurtarma yöntemi ile sadece 33 kombinasyonda hibrit birey oluşumu gözlemlenmiştir. Bu hibrit bireylerin çiçek tozlarında TTC ile canlılık, petride agar yöntemiyle de çimlenme testleri yapılmış, ilk yıl denemelerinde her iki ölçümden de %0 sonuç alınmıştır. İkinci yıl, iki yaşındaki Sm1 × St5 melez kombinasyonuna ait bireylerde ilkbahar aylarında yapılan çiçek tozu canlılık ve çimlenme testlerinde ise %18.8 canlılık ve %9.2 çimlenme değerlerine ulaşılmıştır. Çiçek tozu kısmen fertil hale gelen bireyler kullanılarak yapılan geri melezleme ve kendileme çalışmalarında, sadece *S. melongena*'nın ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda meyve tutumu gerçekleşmiştir. Ancak, bu meyvelerden elde edilen tohumlar geri melez olmamış, tamamen ana ebeveyne benzemişlerdir. *S. torvum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı tüm *S. torvum* × *S. melongena* melezlemelerinde meyve tutumu gerçekleşmiş ve tohum elde edilmiştir.

Tetraploid *S. melongena* $\times$ *S. torvum* hibritlerinin elde edilmesi amacıyla, *in vitro* koşullarda Sm2 $\times$ St5 kombinasyonu bireylerine, %0.5 ve %1 dozlarında 1 ve 2 saat süre ile kolhisin uygulaması yapılmış, %1 dozun iki saat uygulamasında 1 adet tetraploid birey elde edilmiştir. Katlamanın yeterli olmadığı düşünceği ile dozlar değiştirilmeden, uygulama süresi 2 ve 4 saata çıkarılarak diğer kombinasyonların bireylerine de uygulama yapılmıştır. *In vitro* koşullarda uygulanan kolhisin dozları ve sürelerinde çok düşük oranda tetraploid bireyler elde edilmiştir (toplam 5 adet). Tetraploid bireylerde çiçek tozu canlılık değerleri, %9.60 ile %31.60, çimlenme değerleri %3.4 ile %15.60 arasında değişmiştir. Tetraploid elde edilmesi ile polen kısırlığı kısmen de olsa iyileştirilmiştir.

Tetraploid bireyler kullanarak yapılan anter ve mikrospor kültürü çalışmalarında, embriyo oluşumu ve bitki gelişimi sağlanamazken, Sm18 $\times$ 23 tetraploid hibrit kombinasyonunda 2 no'lu mikrospor kültürü ortamında, 8. günde yapılan mikroskop incelemelerinde, 3 ve 5 çekirdeğe sahip pro-embriyolar gözlemlenmiştir.

S. melongena ile *S. torvum* arasında köprü olabilecek türlerden olan *S. americanum* ile yapılan melezlemelerde, *S. torvum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda, meyve tutumu gerçekteşmemiştir. *S. torvum*'un polen kaynağı olarak kullanıldığı melezlemelerde ise sadece Sa30 no'lu genotip ile yapılan melezlemelerde meyve tutumu gerçekteşmiş, ancak oluşan meyveler genellikle partenokarpik olmuştur. Az da olsa elde edilen tohumlar ise ana ebeveyne benzemiştir.

S. melongena $\times$ *S. americanum* melezlemelerinde ise *S. americanum*'un ana ebeveyn olduğu melezlemelerde meyve tutumu gerçekteşmezken, *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonlarda meyve tutumu olmuş ve tohum kısmen de olsa elde edilebilmiştir. Bu meyvelerden elde edilen tohumlar hibrit olmamış, ana ebeveynin özelliklerini göstermiştir.

S. melongena $\times$ *S. aethiopicum* diallel melezlemelerinde meyve tutumu her iki yönde de %68 ile %96 arasında gerçekteşmiş ve hibrit bireyler elde edilmiştir.

S. aethiopicum × *S. torvum* melezleme kombinasyonlarında meyve tutumu gözlemlenmiş, ancak *S. torvum* × *S. aethiopicum* melezleme kombinasyonlarında meyve tutumu gerçekleşmemiştir. Melezlemelerde kullanılan Sae45 genotipi hariç, diğer *S. aethiopicum* × *S. torvum* melez kombinasyonlarında hava sıcaklıklarına bağlı olarak, 13. günden itibaren meyve içindeki tohumlarda dejenerasyon başlamış ve embriyo görünür olamadan tüm tohum taslakları dejenere olmuştur. Sae45 no'lu genotipde ise herhangi bir dejenerasyon gerçekleşmeden sağlıklı tohumlar gelişmiştir. Bu tohumlardan elde edilen bitkilerin %100'ü ana ebeveyne benzemiştir.

Diallel *S. melongena* × *S. aethiopicum* F1 bitkilerinin ana ebeveyn, *S. torvum*'un baba ebeveyn olarak kullanıldığı köprü melez çalışmasında, tüm kombinasyonlarda meyve tutumu gerçekleşmiştir. Elde edilen meyvelerdeki tohumların büyük bir kısmı tohum kabuğu oluşmadan dejenere olmuş, bazı sertleşmiş tohum kabuğuna sahip tohumların embriyo veya endosperm içermeyen boş tohumlar olduğu belirlenmiştir. Embriyolar steril koşullarda, *in vitro*'da embriyo kurtarma ortamına ekilerek, bitkiye dönüşüm sağlanmıştır. *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu melez kombinasyonunda, toplam 1162 adet meyve steril koşullarda açılarak embriyo kurtarma yapılmış ve 10046 adet tohum sayılmıştır. Sayılan bu tohumlardan 4025 adedinde tohum kabuğu sertleşmiş tohum gözlemlenmiştir. Tohum kabuğu sertleşmemiş tohum sayısı 6124 adet olmuş, bunlar embriyo içermemiştir. 6124 adet tohum kabuğu sertleşmiş normal gelişim gösteren tohumlardan 1213 adedinde embriyo bulunmuştur. *S. melongena* × *S. aethiopicum* diallel hibritlerinin *S. torvum* ile melezlemesi sonucunda, hem kullanılan 3 farklı türünde genomunu taşıyan üçlü hibritler, hem de baba ebeveyn olarak kullanılan *S. torvum* genomunun etkisinin gözlemlenmediği ikili hibritler elde edilmiştir. Embriyo kurtarma ile alınan 1213 adet embriyodan, doku kültürü koşullarında 125 adet bitki elde edilebilmiştir. Bu bitkilerden 96 adedi üçlü hibrit, 29 adedi ise *S. torvum* kanı taşımayan ikili hibrit olarak belirlenmiştir.

Bitkiye dönüşen üçlü hibritlerin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumları test edilmiştir. Bitkiye dönüşen 96 adet üçlü hibritin 15 adedi hiç çiçek tozu oluşturmazken, 71 adedi çiçek tozu oluşturmuş, ancak bu çiçek tozları canlılık ve çimlenme göstermemişlerdir.

S. amafricanum genotipleri kullanılarak yapılan köprü melezleme çalışmalarında *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonlarda sadece Sm37 genotipinde meyve tutumu ve tohum oluşumu gerçekleşirken, bu tohumlardan elde edilen bitkiler tamamen anaya benzedikleri belirlenmiştir. *S. americanum* × *S. torvum* melez kombinasyonunda sadece Sa30 ve Sa31 kodlu *S. americanum* genotiplerinde meyve tutumu gerçekleşmiş olup, bu meyvelerin partonakarpik olduğu belirlenmiştir. Tohum içeren meyvelerden elde edilen bitkiler ise ana ebeveyne benze özellikler göstermiştir. *S. torvum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda ise meyve tutumu gerçekleşmemiştir.

Patlıcan anaçları ile yapılan anter kültürü çalışmasında, kültüre alınan anterlerin hemen hemen hepsinde somatik hücre kökenli kallus gelişimi gerçekleşirken, embriyogenik kallus gelişimi ve embriyo oluşumu gözlemlenmemiştir. AGR 703.1 F₁ anacından herhangi bir tohum oluşumu tespit edilemezken, Köksal F₁ anacından tohumlar elde edilmiştir. Bu tohumlardan alınan 97 adet F₂ bitkisi seralara ekilmiş ve 97 F₂'den 96'sından morfolojik veriler alınarak kendilenmiştir. 97 adet F₂ bitkisinin 55 adedinden tohum alınabilmiş, geriye kalan 43 adedinden tohum elde edilmesi mümkün olmamıştır. Toplam 96 patlıcan bitkisinden oluşan Köksal F₂ populasyonunda benzerliğin korelasyon matrisine göre kümeleme de SAHN'da UPGMA katsayısı kullanılarak çizilen dendogramın katsayı ortalaması (benzerlik ortalaması) 0.51, benzerlik indeksinin dendogramı temsil ettiği değer $r = 0.93$, ilk üç eigen değerine göre kümülatif varyans ise %82.38 olmuştur. Dendogram, her biri 3 adet yan gruba ayrılan, 2 ana gruptan oluşmuştur.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamalarında yönlendirici desteğini esirgemeyen, bakış açısı, merakı, özgüveni, bilgisi ve paylaşımcılığı ile tam bir rehber olan, erken kaybettiğimiz, ancak varlığını her zaman yanımızda hissettiğimiz Sayın Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya teşekkürlerimi ve dualarımı sunuyorum, sevgi, rahmet ve minnetle anıyorum.

Danışmanım Sayın Doç. Dr. Hatıra TAŞKIN'a tez yazım aşamasındaki çalışmaları, hızlı ve eşsiz yönlendirici katkıları ve mükemmel işbirliği için çok teşekkür ederim.

Tez konusunun oluşturulması ve yürütülmesi esnasında büyük katkılar yapan ve varlığını her zaman yanımda hissettiğim, Sayın Prof. Dr. Nedim MUTLU'ya teşekkür ederim.

Doktora Tez İzleme Komitesi üyesi Sayın Prof. Dr. Metin TUNA'ya değerli bilgilerini ve zamanını benden esirgemeyerek sunduğu, katkıları ve yol göstericiliği için, yine Sayın Prof. Dr. Halit YETİŞİR'e bilgi ve destekleri için teşekkür ederim. Tez savunma jüri üyesi hocam Sayın Prof. Dr. Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU'na bilgi, tecrübe ve yönlendirmeleriyle çalışmama sunduğu destekleri için teşekkür ederim.

Tezin yürütülmesi aşamasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Mehtap YILDIZ'a teşekkür ederim.

Sayın hocalarım Prof. Dr. Sinan ETİ'ye ve Prof. Dr. Sevgi PAYDAŞ KARGI'ya verdiği katkılar ve desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin yürütülmesi için maddi katkı sağlayan TAGEM'e, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne, Islah ve Genetik Bölümü Başkanlığı'na ve personeline, Doku Kùltürü Laboratuvarı personeline teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda hissettiğim değerli arkadaşlarım Dr. Nihal DENLİ, Aykut ATEŞ, Fadime KAYA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sevgili arkadaşlarım Gökhan BAKTEMUR'a ve Dr. Songül ÇÖMLEKÇİOĞLU'na destek, güler yüz ve dostlukları için ayrıca teşekkür ederim.

Bütün süreçlerde her zaman yanımda olan, zamanlarından aldığım fedakar eşim Nurcan, Kızlarım Hicran ve Reyhan ile oğlum Asım'a teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XV
SİMGE VE KISALTMALAR	XVII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
2.1. Patlıcanda Türler Arası Melezleme Çalışmaları	9
2.2. Bitkilerde Kromozom Katlama Çalışmaları	19
2.3. Bitkilerde Köprü Melez Çalışmaları	32
2.4. Anter Kültürü Çalışmaları.....	39
3. MATERYAL ve METOD	53
3.1. Materyal	53
3.2. Metod	59
3.2.1 Fertil <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> Populasyonlarının Oluşturulması ...	59
3.2.1.1. <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> Kombinasyonlarında	
Melezlemeler ve Fertilite Durumlarının Belirlenmesi	59
3.2.1.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi	59
3.2.1.3. Kendileme ve Melezlemelerin Yapılması.....	59
3.2.1.4. Embriyo Kurtarma Çalışmaları.....	60
3.2.1.5. Çiçek Tozu Canlılığı Belirleme	61
3.2.1.6. Çiçek Tozu Çimlenme Yeteneği Belirleme	61
3.2.2. İndüklenmiş Tetraploidi Yardımıyla Fertil <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i>	
Populasyonlarının Oluşturulması	62

3.2.2.1. <i>In vivo</i> Kromozom Katlama Uygulamaları.....	62
3.2.2.2. <i>In vitro</i> Kromozom Katlama Uygulamaları.....	62
3.2.2.3. Ploidi Düzeyi Belirleme.....	63
3.2.2.4. Anter Kültürü Çalışmaları.....	64
3.2.2.5. Mikrospor Kültürü Çalışmaları.....	65
3.2.3. Köprü Melezleme Çalışmaları	66
3.2.4. Patlıcan Anaçlarında Anter Kültürü Yardımıyla Dihaplodizasyon...	66
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	69
4.1. Fertil <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> Populasyonlarının Oluşturulması	69
4.1.1. <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> Kombinasyonlarında Melezlemeler ve Fertilite Durumlarının Belirlenmesi	69
4.2. İndüklenmiş Tetraploidi Yardımıyla Fertil <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> Populasyonlarının Oluşturulması	76
4.2.1. Tetraploidlerin Oluşturulması	76
4.2.1.1. <i>In vitro</i> Kolhisin Uygulaması Bulguları	76
4.2.1.2. <i>In vivo</i> Kolhisin Uygulamaları Sonuçları	78
4.2.2. Tetraploidlerde Çiçek Tozu Canlılığı ve Çimlenmesi	80
4.2.3. Tetraploidlerde Dihaplodizasyon Bulguları	82
4.2.3.1. Tetraploidlerde Anter Kültürü Bulguları	82
4.2.3.2. Tetraploidlerde Mikrospor Kültürü Bulguları	83
4.3. Köprü Melez Çalışmaları.....	84
4.3.1. <i>S. aethiopicum</i> Genotipleriyle Köprü Melez Çalışmaları	84
4.3.1.1. <i>S. aethiopicum</i> × <i>S. torvum</i> Melezleme Bulguları.....	84
4.3.1.2. <i>S. torvum</i> × <i>S. aethiopicum</i> Melezleme Bulguları.....	87
4.3.1.3. <i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i> Melezleme Bulguları.....	88
4.3.1.4. <i>S. aethiopicum</i> × <i>S. melongena</i> Melezleme Bulguları.....	90
4.3.1.5. <i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i> Hibritlerinin <i>S. torvum</i> ile Melezleme Bulguları	92

4.3.1.6. <i>S. aethiopicum</i> × <i>S. melongena</i> Hibritlerinin <i>S. torvum</i> ile Melezleme Bulguları	96
4.3.1.7. (<i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i>) × <i>S. torvum</i> ve (<i>S.</i> <i>aethiopicum</i> × <i>S. melongena</i>) × <i>S. torvum</i> Üçlü Hibrit Bulguları.....	100
4.3.2. <i>S. americanum</i> Genotipleriyle Köprü Melez Çalışmaları	103
4.3.2.1. <i>S. melongena</i> × <i>S. americanum</i> Melezleme Bulguları.....	103
4.3.2.2. <i>S. americanum</i> × <i>S. melongena</i> Melezleme Bulguları.....	104
4.3.2.4. <i>S. americanum</i> × <i>S. torvum</i> Melezleme Bulguları	107
4.4. Patlıcan Anaçlarında Dihaplodizasyon Çalışmaları	108
4.4.1. Patlıcan Anaçlarında Kendileme ve Karakterizasyon Çalışmaları..	109
4.4.2. Köksal F ₁ Çeşidinde Karakterizasyon.....	110
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	147



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1.	Çalışmada kullanılan genotiplere ait bilgiler	53
Çizelge 3.2.	Kromozom katlamada kullanılan <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> kombinasyonları.....	62
Çizelge 3.3.	Çalışmada anter kültüründe kullanılan besin ortamları ve inkübasyon koşulları	65
Çizelge 3.4.	Morfolojik karakterizasyonda kullanılan IPGRI deskriptörü	67
Çizelge 4.1.	<i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> melez sayıları ve tutma oranları.....	70
Çizelge 4.2.	<i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> hibrit kombinasyonlarında çiçek tozu canlılığı ve çimlenme değerleri (%).....	72
Çizelge 4.3.	Fertil <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> hibridi kullanılarak yapılan melez sayısı ve meyve tutum oranları	74
Çizelge 4.4.	<i>S. torvum</i> × <i>S. melongena</i> melez sayıları ve meyve tutum oranları.....	75
Çizelge 4.5.	<i>In vitro</i> kolhisin uygulamaları ve elde edilen tetraploid sayıları	78
Çizelge 4.6.	<i>In vivo</i> kolhisin uygulaması sonuçları.....	79
Çizelge 4.7.	Tetraploidlerde çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerleri.....	81
Çizelge 4.8.	Tetraploid kullanılarak yapılan anter kültürü sonuçları.....	83
Çizelge 4.9.	Tetraploid kullanılarak gerçekleştirilen mikrospor kültürü sonuçları.....	84
Çizelge 4.10.	<i>S. aethiopicum</i> × <i>S. torvum</i> melezleme sonuçları (adet).....	86
Çizelge 4.11.	<i>S. torvum</i> × <i>S. aethiopicum</i> melezleme sonuçları (adet).....	88
Çizelge 4.12.	<i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i> melezleme sonuçları.....	89
Çizelge 4.13.	<i>S. aethiopicum</i> × <i>S. melongena</i> melezleme sonuçları.....	91
Çizelge 4.14.	Açılan (<i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i>) × <i>S. torvum</i> meyve, tohum ve embriyo sayıları	94
Çizelge 4.15.	Açılan (<i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i>) × <i>S. torvum</i> meyve, tohum ve embriyo sayıları	97

Çizelge 4.16. (<i>S. melongena</i> × <i>S. aethiopicum</i>) × <i>S. torvum</i> ile (<i>S. aethiopicum</i> × <i>S. melongena</i>) × <i>S. torvum</i> melezlerinden elde edilen üçlü ve ikili hibrit sayıları (adet)	102
Çizelge 4. 17. Üçlü hibritlerin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumları	103
Çizelge 4.18. <i>S. melongena</i> × <i>S. americanum</i> melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)	104
Çizelge 4.19. <i>S. americanum</i> × <i>S. melongena</i> melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)	106
Çizelge 4.20. <i>S. torvum</i> × <i>S. americanum</i> melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)	107
Çizelge 4.21. <i>S. americanum</i> × <i>S. torvum</i> melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)	108
Çizelge 4.22. Patlıcan anaçlarında ekilen anter sayıları	109
Çizelge 4.23. Patlıcan anaçlarında yapılan kendileme, elde edilen meyve ve tohum sayıları (adet)	110
Çizelge 4.24. Köksal F ₁ çeşidine ait F2 populasyonunda korelasyon matrisi ilk üç eigen değeri	110
Çizelge 4.25. Köksal F ₁ çeşidine ait F3 populasyonunda korelasyon matrisi ilk üç eigen değeri	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1.	Çalışmada kullanılan <i>S. melongena</i> genotipleri; Sm36 (A), Sm38 (B), Sm1(C), Sm35 (D), Sm37 (E), Sm18 (F), Sm2 (G).....	57
Şekil 3.2.	<i>S. aethiopicum</i> genotipleri; Sae26 (A), Sae29 (B), Sae45 (C), Sae25 (D), Sae27 (E), Sae24 (F).....	57
Şekil 3.3.	<i>S. torvum</i> türüne ait çiçek ve meyve görüntüsü	58
Şekil 3.4.	<i>S. americanum</i> genotipleri; Sa32 (A), Sa31 (B), Sa30 (C), Sa33 (D).....	58
Şekil 3.5.	Embriyo kurtarma çalışmalarından görüntüler	60
Şekil 3.6.	Çiçek tozu canlılık (a), Çiçek tozu çimlenme çalışmaları (b).....	61
Şekil 3.7.	<i>In vitro</i> kromozom katlama çalışmaları	63
Şekil 3.8.	Tek mikrospor aşamasındaki AGR 703.1 F ₁ (a), Köksal F ₁ (b) ve tetraploid <i>S. melongena</i> × <i>S. torvum</i> melezinin (c) tomurcuk görüntüleri.....	64
Şekil 3.9.	Mikrospor kültürü için besin ortamlarının sterilizasyonu (a), mikrosporların izolasyonu (b) ve mikrospor denemesinden (c) bir görünüş	66
Şekil 4.1.	Diploid patlıcan histogramı (a), Tetraploid patlıcan histogramı (b).....	77
Şekil 4.2.	Çiçek tozu canlılık gözlemleri (a) ve çiçek tozu çimlenme görüntüleri (b).....	81
Şekil 4.3.	Mikrospor kültüründe gelişen pro-embriyolara ait görüntüler; 3 çekirdekli pro-embriyo görüntüsü (a), 5 çekirdekli embriyo görüntüsü (b).....	83
Şekil 4.4.	<i>S. aethiopicum</i> × <i>S. torvum</i> melezlemesinde embriyo dejanarasyonu başlamış meyve (a), dejanarasyon oluşmadan sağlıklı gelişen tohumlar (b).	85

- Şekil 4.5 *S. melongena* × *S. aethiopicum* hibrit (a), *S. torvum* genotipi (b), (*S. aethiopicum* × *S. melongena*) × *S. torvum* melezlemerinden elde edilen üçlü hibrit (c) ile ikili hibrit (d) görüntüleri..... 93
- Şekil 4.6. Korelasyon matrisi kullanılarak UPGMA'ya göre elde edilmiş Köksal F2 populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendogram.. 111
- Şekil 4.7. Korelasyon matrisi kullanılarak UPGMA'ya göre elde edilmiş Köksal F3 populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendogram.. 117

SİMGE VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat derece
2,4-D	: 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid
µm	: mikrometre
µM	: Mikromol
ABA	: Absisik asit
AgNO ₃	: Gümüş nitrat
APM	: Amiprophos metil
B5	: B5 besin ortamı (Gamborg ve ark, 1968)
BAP	: 6-Benzil amino pürin
Ca(NO ₃) ₂	: Kalsiyum nitrat
cm	: santimetre
CP	: CLC/Ipomoea besin ortamı
DAPI	: 4',6-diamidino-2-phenylindole
FISH	: Florosan <i>in situ</i> hibridizasyon
g	: gram
g/L	: gram/Litre
GA ₃	: Giberellik asit
GD	: GD besin ortamı (Gresshoff ve Doys, 1972)
GISH	: Genomik <i>in situ</i> hibridizasyon
GM	: Geriye melez
h:h	: hacim:hacim (v:v)
H ₃ BO ₃	: Borik asit
HgCl ₂	: Civa klorür
IAA	: İndol-3-asetik asit
IBA	: İndol bütirik asit

ISSR	: Basit Tekrarlı Diziler Arası
mg/L	: miligram/Litre
mL	: mililitre
mL/L	: mililitre/Litre
mM	: milimol
MS	: Murashige ve Skoog besin ortamı
NAA	: Naftalen asetik asit
NaOH	: Sodyum hipoklorit
pH	: Hidrojenin gücü
ppm	: Milyonda bir
RAPD	: Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
rpm	: Dakikada dönme sayısı
SNP	: Tek Nükleotid Polimorfizmi
SSR	: Basit Dizi Tekrarları
TDZ	: Thidiazuron
TTC	: Tetrazolium

1. GİRİŞ

Solaneceae familyası içerisinde; patates, domates, patlıcan, biber ve tütün gibi ekonomik açıdan önemli türleri barındırmaktadır. *Solanum*; Solaneceae familyasının bir üyesi olup, tek yıllık ve çok yıllık, otsu, sarılıcı, yarı çalimsı, çalimsı ve küçük ağaççıklar tipinde 1000'den fazla türü barındıran bir cinstir. Patlıcan (*Solanum melongena* L.), *Solanum* cinsi içerisinde ekonomik olarak önemli olan bir türdür ve geniş genotipik ve fenotipik varyasyona sahiptir (Fukuoka ve ark, 2010). Patlıcanın küçük, yuvarlak, yeşil, kalın kabuklu, sert etli ve meyvelerinin tadı acı olan Afrika yabani türlerinden *Solanum incanum* L.'dan geliştiği düşünülmektedir (Barchi ve ark, 2010). Orijini ve gen merkezi olan Hindistan'da M.Ö. 3. yüzyıldan beri bilindiği ve 1500 yıldan beride Asya'da kültürünün yapıldığı sanılmaktadır (Kashyap ve ark, 2003). Hindistan'ın doğal bitkisi olan patlıcan, tropik bölgelerde çok yıllık ve bu iklim kuşağının dışındaki bölgelerde ise tek yıllık olarak yetiştirilmektedir (Kalloo, 1993). Patlıcan, sanıldığı gibi aksine vitamin ve mineral içeriği açısından diğer sebzeler kadar değerlidir ve meyveleri güçlü bir antioksidan kaynağıdır. Ayrıca; mineraller, vitaminler ve bazı polifenoller açısından da zengindir (Sudheesh ve ark, 1999; Nisha ve ark, 2009). İçerdiği besin maddelerinin yanı sıra, lifli yapısı sayesinde, insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağıdır. Patlıcan; ülkemizde gerek üretimde, gerekse tüketimde önemli yer tutan bir sebze türüdür. Dünya patlıcan üretimi, 2016 yılı verilerine göre yaklaşık 52.334.000 ton olup, ülkemiz 883.917 ton üretim ile Çin ve Hindistan'dan ve Mısır'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2017).

'Eggplant' adı altında; üzüksü meyve yapısındaki etli meyveleri bulunan, *Solanum* cinsine ait, kültürü yapılan veya yabani çok sayıdaki tür anlaşılmaktadır. Bu bitkilerin meyveleri acımsı tadları, hafif tatlı veya keskin baharatlı kokularıyla değer taşımaktadırlar. Bu bitkilerin değişik kısımları yemeğe tat veren bir çeşni olarak kullanılabildiği gibi, meyveleri taze olarak yenebilmekte, pişirilerek veya

kurutularak da sebze niteliğinde tüketilmektedir. Yaprakları eğer dikensiz olursa hafif acılık özelliğine sahip olduklarından, ıspanak gibi pişirilerek tüketilebilmektedir. Sebze olarak tüketiminin yan sıra, çoğunlukla yüksek alkaloit içerikleri nedeniyle, bu türler geçmişte dini törenlerde ve geleneksel tıpta şifa kaynağı olarak da kullanılmıştır (Ellialtıoğlu, 2010).

Dünyada kültürü yapılan patlıcan türleri aşağıda sunulmuştur.

***Solanum melongena* L.:** Asya'da ve Akdeniz havzasında en fazla yetiştirilen patlıcan türüdür. Brinjal, eggplant veya aubergine adlarıyla bilinmektedir.

***S. aethiopicum* L.:** Scarlet patlıcanı veya bahçe patlıcanı adıyla bilinmektedir. Tüm Afrika'da çok önemli bir bitki olup, Batı Afrika'da bamyadan sonra gelen, en önemli meyvesi ve yaprakları tüketilen sebze konumundadır.

***S. macrocarpon* L.:** (Gboma patlıcanı) Son iki patlıcan türü, çoğunlukla Afrika'da yetiştirilmekte olup, *S. aethiopicum* aynı zamanda Güney Amerika'da, kültürü yapılan diğer tür *S. macrocarpon*, tropikal Amerika ve Asya'da da yetiştirilmektedir. Her üç tür de diploid yapıda olup, $2n=24$ kromozom sayısına sahiptirler (Ellialtıoğlu, 2010).

Sekara ve ark (2007)'nin bildirdiğine göre, Lester (1998), *Solanum melongena*'nın Hindistan ve Güneydoğu Çin'de yabani *Solanum incanum*'dan, *Solanum aethiopicum* ve *Solanum macrocarpon*'un Afrika'da yabani akrabaları olan *Solanum anguivi* ve *Solanum dasyphyllum*'dan geldiğini belirtmiştir.

Taher ve ark (2017), patlıcanın Solanaceae familyasının domates, patates, biber ve tütünden sonra beşinci önemli türü olduğunu, çok bilinen patlıcan türünden (*S. melongena*) farklı olarak scarlet patlıcanı (*S. aethiopicum*) ve ghobama patlıcanı (*S. macrocarpon*) olmak üzere iki türün daha kültüre alındığını, çok miktarda yabani akrabası olduğu için taksonomisi ve tanımlamasının ıslahçılar için oldukça zor olduğunu bildirmişlerdir.

Patlıcan ıslahında; verimlilik, erkencilik, biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı dayanıklılık, partenokarpik meyve oluşumu, herbisitlere dayanıklılık, kalite,

bir örnek meyve, meyve rengi, tat ve aroma, muhafaza, besin içeriği, meyve şekli vb. özellikler yönünden üstün nitelikli çeşitlerin geliştirilmesi hedefleri, ön plana çıkmaktadır. Çoğu zaman özellikle hastalık ve zararlı dayanımı gibi karakterler, kültürü yapılan türlerde değil de yakın veya uzak akraba türlerde bulunmaktadır.

Dempewolf ve ark (2017) kültüre alınmış bitkilerin yabani akrabalarının tüm dünyada bitkilerin adaptasyon kabiliyetini artırabileceğini, bu yabani akrabaların ıslah programlarının ihtiyacı olan yeni alleleri içerdiğini, bu allelerin kullanımı ile de ekstrem koşullara ve hastalıklara dayanım ile farklı üretim olanakları, iklim isteklerinde esneklik ve pazarlama yönünden avantajlar sağlanabileceğini vurgulamışlardır.

Prohens ve ark (2017), iklim değişikliği senaryosunda önümüzdeki on yıllarda tarımsal üretimin artırılması ihtiyacının var olduğunu, kaynak kullanımında daha esnek ve daha verimli yeni ürün çeşitlerinin geliştirilmesi için yeni yaklaşımlar gerektirdiğini, kültür türlerinin yabani akrabalarının verimlilik, özellikle abiyotik ve biyotik streslere karşı tolerans gibi ilgi çekici birçok özellik için bir varyasyon kaynağı olduğunu, bununla birlikte bitki ıslahındaki potansiyellerinin keşfedilmediğini, kültür türlerinin yabani formlarının ürünlerin genetik tabanını genişletme ve bazı özellikler yönünden ilgi çekici olabileceğini, ancak yetiştirme programlarında yetiştiriciler tarafından doğrudan kullanımının, istenmeyen özelliklerin varlığından dolayı genellikle mümkün olmadığını belirtmişlerdir.

Dünyada ve ülkemizde patlıcan üretimini kısıtlayan en önemli faktörlerin başında, toprak kökenli fungal hastalıklar ve zararlılar gelmektedir. Fungal hastalıklardan *Fusarium* ve *Verticillium*, zararlılardan *Nematod* önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Cappelli ve ark, 1995; Başay, 2006; Mutlu ve ark, 2008). Bu patojenler hem açıkta hem de sera yetiştiriciliğinde zarar yapmakta, önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Söz konusu hastalık ve zararlılar, sadece Türkiye’de değil Asya ve kısmen de Avrupa’da üretimi kısıtlamaktadır (Kennet ve ark, 1970; Mutlu ve ark, 2008). Söz konusu patojenlerle mücadelede,

genellikle kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde insan ve çevre sağlığı üzerinde yarattığı olumsuz etkiler nedeniyle, kimyasal kullanımı azaltılmış ve alternatif mücadele yöntemleri denenmeye başlanmıştır. Mücadele yöntemleri içerisinde, en güvenli yol dayanıklı çeşit veya anaç kullanmaktır (Rotino ve ark, 2002; Toppino ve ark, 2008a). Her üç patojene birden dayanıklı ticari bir çeşit bulunmamakla birlikte, patlıcanda kullanılan anaçların performansının düşük olması, kullanılan anaç türlerine özel bazı problemler (yüksek sıcaklık isteği, düşük ve düzensiz tohum çimlenmesi) ya da anacın iklim isteklerinin kültürü yapılan patlıcan türü olan *S. melongena*'dan farklı olması nedenleri, yeni çalışmaları zorunlu kılmaktadır. Her üç patojene dayanıklılığı sağlayan genler, patlıcanın kültür formunda bulunmayıp, yabani akrabası olan *Solanum torvum* Sw.'da mevcuttur (Yamakawa ve Mochizuki, 1979; Ali ve ark, 1992; Monma ve ark, 1996; Salam ve ark, 2002; Luc ve ark, 2005; Sekara ve ark, 2007).

Genetik varyasyonların oluşturulması, yeni çeşitlerin geliştirilmesi için en önemli etaplardan birisidir. Yeni çeşitlerin geliştirilmesinde, mevcut genetik varyasyon ne kadar geniş ise ortaya çıkartılan çözümde o kadar güçlü olmaktadır. Yetiştiricilik alanlarında ortaya çıkan ve çıkma potansiyeli olan problemlerin çözümünde ve kültürü yapılan türün gelişiminde, tür içi genetik varyasyon yeterli olmamaktadır. Yabani bitkiler, çeşitlilik evreninde doğal evrimin ürünüdürler. Bu yabanilerin evrimi, hem biyotik hem de abiyotik etmenlerin ayrı ayrı veya beraber olarak etkisiyle meydana gelmiş bitki popülasyonlarında varyasyonlar oluşturmuştur. Türler arasındaki bu varyasyonlar, tür içindeki varyasyonlardan daha değerlidirler. Çeşitlilik içindeki türler, başlangıçtan bu yana var olabilmekle beraber, hala içsel ve dışsal melezleme bariyerlerine sahiptirler. Kültür türleri çok gençtirler ve kültüre alınma ve yetiştirilme süreçlerinde, insan ihtiyaçları yönünde genetik ve agronomik olarak insanlar tarafından manipule edilmişlerdir. Bu nedenle, genetik varyasyonları kısıtlanmıştır.

Bitki ıslahçıları tarafından yabancı genlerin gen havuzuna dâhil edilmesi ve kullanılması, yüzyılı aşkın bir süredir yapılmaktadır. Doğal ve insan tarafından

yapılan seleksiyon ile yeni gen kombinasyonları, melezleme yoluyla yabancı türlerden kültür türlerine aktarılmaktadır. İslahçılar ve genetikçiler, artan bir şekilde, yeni dayanıklılık kaynaklarını yabancı türlerde tespit ederek kültür türlerine aktarmaya çalışmaya devam etmektedirler. Bu çalışmalar esnasında, yeni gen kombinasyonları ve etkileşimleri sebebi ile aktarılması istenen karakterler dışında; kısırılık, uyuşmazlık ve ölümcül, istenmeyen etkiler ve başlangıçta planlanmayan, ancak ıslahçı veya yetiştirici açısından çok değerli olan, yeni karakterler de ortaya çıkabilmektedir. Yabancı genlerin kültürü yapılan türlere aktarılması, buğdayda pas için (Olivera ve ark, 2018), domateste TLYV (Zamir ve ark, 1994; Ji ve ark, 2007) ve kök ur nematodu için (Ho ve ark, 1992), çeltikte külleme için (Hao ve ark, 2018) olduğu gibi bir çok bitki türünde sağlanmıştır. Yabancı türler, yabancı genler açısından zengin bir gen havuzudurlar ve bu genleri kültür türlerinde bulmak neredeyse imkânsızdır. Kültür türlerinin yabancı akrabalarında, biyotik ve abiyotik stres koşullarında dayanımı sağlayan karakterlerin yanı sıra, ürün kalitesini olumlu yönde etkileyen yüksek likopen içeriğinden sorumlu (Adalid ve ark, 2010) karakterlerde bulunmaktadır. Bu gibi özelliklerin kültürü yapılan türlere aktarılması, o bitki türünün ıslah, üretim, pazarlanma ve tüketim süreçlerinde büyük avantajlar sağlamaktadır.

Yabancı gen transfer metotları, yatay metotlar ve dikey metotlar olmak üzere iki kısımda incelenmektedirler. Yatay metotlar; türler arası melezlemeler, allotetraploidlerin kullanımı ve köprü melezlerin kullanımı; dikey metotlar ise somatik melezlemeler, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve cisgenik organizmalar olarak değerlendirilebilir.

Türler arası melezlemelerde başarıyı yakalamak, her zaman özellikle de uzak akraba türlerde mümkün olmamaktadır. Zigot oluşumu öncesi ve sonrası bariyerler sebebi ile iki tür arasında gen akışı kısıtlanmaktadır. Zigot oluşum öncesi bariyerler, polenin stigma üzerinde çiçek tozu çim borusunu oluşturmaması, eksik ve anormal çiçek tozu çim borusu gelişimi ve yumurta ve polar çekirdeklerin döllenmemesi nedenleri ile ortaya çıkarken; zigot oluşumu sonrası bariyerler

dölllenme sonrası embriyo dejenerasyonu, fide ölümleri, çiçek oluşumunun kısıtlanması, polen oluşumunun gerçekleşmemesi ve ölü polenler ile F1 bitkilerinde uyumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Melezleme yoluyla doğrudan gen akışının sağlanamadığı durumlarda, uyarılmış amfidiploidlerin kullanımı ile patlıcanda (Rajasekaran, 1971; Ali ve ark, 1992; Isshiki ve Taura, 2003; Khan ve ark, 2013), domateste (Chetelat, 2015), hıyarda (Han ve ark, 2016), arpada (Zhang ve ark, 2001) ve baklagillerden bir bitki olan *Ornithopus pinnatus*'da (Williams ve Lautour, 1981) başarılı sonuçlar alınmıştır. Köprü melez çalışmalarında ise soğanda (Khrustaleva ve Kik, 1998), soyada (Singh ve Nelson, 2015), karabuğdayda (Wang ve ark, 2002), yerfistiğinde (Wondracek-Lüdke ve ark, 2015), kabaklarda (Zhang ve ark, 2012), patatesde (Hermesen ve Ramanna, 1973; Yermishin ve ark, 2014) ve buğdayda (Kwiatek ve ark, 2015) ümitvar sonuçlar elde edilmiştir.

Solanum torvum'da hem hastalık ve zararı dayanımı hem de bitki gücü açısından, kültürü yapılan *S. melongena* için önemli bir varyasyon kaynağıdır. Ancak *S. melongena* × *S. torvum* melezleri, genellikle kısırdırlar. Birçok araştırmacı kısırlığı aşmak için, amfidiploidlerin kullanımı ve köprü melez kullanma olanakları gibi alanlarda çalışmışlar ve kısırlığı sınırlı da olsa aştıklarını iddia etselerde, pratiğe yansıyan herhangi bir gelişme bildirilmemiştir.

Bitkilerde anaç kullanımı, özellikle toprak kaynaklı hastalık ve zararlı etmenlerin kontrolü için yoğun olarak tercih edilmektedir (Lee, 1994; Lee ve Oda, 2003; Rivero ve ark, 2003; Davis ve ark, 2008a, b; King ve ark, 2008, 2010; Gisbert ve ark 2011'den). Toprak kökenli majör hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin eksikliği ve metil bromid'in yasaklanmasıyla beraber, sebzelerde anaç kullanımı, son yıllarda daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Patlıcan yetiştiricilik alanları çok geniş olup, ekonomik olarak zarar yapan birçok hastalık ve zararlı mevcuttur. Patlıcan, aşı ile yetiştiriciliğe uyumludur. *Verticillium dahliae*, *Ralstonia solanacearum* (Smith), *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* patlıcanda ekonomik zarar yapan önemli toprak kökenli patojenlerdir. Bu dört farklı

etmene karşı, *S. torvum* dayanıklılık sağlamakta ve anaç olarak kullanılmaktadır. Fakat *S. torvum*'un gelişimi için yüksek sıcaklık ihtiyacının yanı sıra, düzensiz tohum çimlenme problemleri sebebiyle, anaç olarak kullanımında problemler yaşanmaktadır.

Patlıcana anaç olarak, diğer yabancı akrabaları olan *S. sisymbriifolium* Lam. ve *S. integrifolium* (*S. aethiopicum* L., *aculeatum* grup)'un kullanımı test edilmiş, ancak umut verici sonuçlar elde edilememiştir. (Rahman ve ark, 2002; Yoshida ve ark, 2004). Patlıcanın türler arası melezleri, hem toprak kökenli hastalıklar hem de bitki gücü sebebiyle, anaç olarak önemli avantajlar sağlamaktadır. *S. melongena*'nın *S. aethiopicum*, *S. macrocarpon* ve *S. incanum* türleri ile hibritlerinin anaç olarak kullanımında, farklı araştırmacılar farklı oranlarda, başarılı sonuçlar elde edebilmişlerdir (Lester ve Hasan, 1991; Schaff ve ark, 1982; Behera ve Singh, 2002; Bletsos ve ark, 2004; Daunay, 2008).

S. melongena'nın *S. incanum* ile melezlenmesinde, çimlenme kabiliyeti yüksek tohumlar elde edilmektedir (Lester ve Hasan, 1991). *S. melongena* × *S. aethiopicum* hibritlerinin elde edilmesi ise bazı kombinasyonlarda mümkün olmamaktadır. Gisbert ve ark (2011), *S. melongena* × *S. incanum* ve *S. melongena* × *S. aethiopicum* hibritlerinin, *S. melongena*'da ürün kalitesini düşürmeden hem erkenci hem de toplam verime çok büyük katkılar sağladığını bildirmişlerdir. Ancak, her iki yabancı türde düşük sıcaklık koşullarından olumsuz etkilenmektedir (Boyacı ve ark, 2006). Her iki türün üstün özelliklerini içeren, ancak olumsuz yanlarını içermeyen yeni çeşitlerin geliştirilmesi, bu türlerin melezlerinden elde edilecek hatlardan yeni anaçların geliştirilmesi ile mümkün olabilecektir.

Tüm bu bilgiler ışığında, sunulan bu çalışmanın amacı, toprak kökenli hastalıklardan *Fusarium* ve *Verticillium* ve zararlılardan *Nematod*'a dayanıklılığı sağlayan genleri içermesinin yanı sıra, hem bitki gücü açısından önemli bir anaç olan hem de çeşit geliştirmede önemli bir gen kaynağı olan yabancı patlıcan türü *Solanum torvum* ile yaygın olarak yetiştirilen patlıcanın kültür formlarından *Solanum melongena* L.'nin melezlenmesi sonucu elde edilen hibritlerdeki

steriliteyi, farklı *S. melongena* $\times$ *S. torvum* kombinasyonları, indüklenmiş tetraploidi ve *S. melongena* ile *S. torvum* arasında gen akışını sağlayabilecek köprü melez kullanımı yöntemleri ile önleyerek, fertil döllerin elde edilmesi olmuştur. Ayrıca araştırmanın ikinci hedefi, türler arası melez patlıcan anaç çeşitleri olan Köksal F₁ ve AGR 703.1 F₁ çeşitlerinden, anter kültürü ve kendilemeler yardımıyla yeni hatların geliştirilmesidir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Patlıcanda Türler Arası Melezleme Çalışmaları

Özellikle biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılık ıslahı çalışmalarında, yabani türlerden gen aktarımında, türler arası melezlemelerde sorunlarla karşılaşabilmektedir. Bazı türlerde, melezlemeden 6 ile 25 gün sonra embriyo aborsiyonu görülebilmektedir. Ancak, embriyo kültürü yöntemi ile bu sorunun üstesinden başarı ile gelinebilmektedir. Hibrit embriyo aborsiyondan önce, *in vitro* kültüre alınıp kurtarılabilmektedirler (Kalloo, 1986; Hatipoğlu, 1993).

Schaff ve ark (1982) tarafından yapılan çalışmada, *S. melongena* L.'nin 11 genotipi ve *S. macrocarpon* olarak tanımlanan bir genotip karşılıklı olarak melezlenmiştir. Melezmenin üç modeli şu şekilde belirlenmiştir: a) karşılıklı olarak melezlenebilir, b) karşılıklı olarak melezlenemez ve c) tek yönlü melezlenebilir. Bir mevsim boyunca, açık arazi koşullarında, 524 farklı hibrit yetiştirilmiştir. F1 hibridlerin büyük bir kısmında, tohum tutumu gerçekleşmiştir. En yüksek tohum tutumu, *S. melongena* ('Burpee Hybrid') ve *S. macrocarpon*'un (21-73) karşılıklı F1 melezinde kaydedilmiştir. Ek olarak, sınırlı sayıda geri melezleme dölleri üretilmiştir. Çimlenen tohumlar, bazı rekombinantların F1'inden, önemli ölçüde daha yüksek bir fertilitite derecesine sahip olan bir F2 kuşağı üretmiştir. Bu bulgu, *S. macrocarpon*'dan *S. melongena*'ya iki noktalı kırmızı örümceklere karşı direnç için genlerin transferinin olasılığının büyük bir pratik öneme sahip olduğunu göstermektedir. *S. melongena* L., iki noktalı kırmızı örümceğe karşı oldukça hassastır ve bu türün genotipleri arasında, henüz hiçbir direnç kaynağı tespit edilememiştir. Bu nedenle, iki türün melezlenmesinin, direncin kültür çeşitlerine aktarılmasının pratik bir yolunu sağlayabileceği düşünülmüştür.

Ali ve Fujieda (1990), patlıcan ve yabani akrabaları arasında yapılan türler arası melezlemelerde, polen tüpü büyüme davranışını incelemişler, *S. melongena* ile *S. gilo*, *S. insanum* ve *S. integrifolium*'u uyuşur bulmuşlardır. *S. melongena*'nın kültür çeşidi olan Senyro 2 gou'nun *S. indicum* ile diallel melezlemelerinde,

çoğunlukla boş tohumlar elde edilmiştir. Uttara çeşidi ile yapılan melezlemlerde, %50 oranında dolu tohumlar gözlemlenmiştir. Sadece Senryo 2 gou tarafından tozlanan, *S. surattense* ve *S. xanthocarpum* türlerine ait genotiplerde ise birkaç canlı tohum elde edilmiştir. *S. mammosum*'un baba ebeveyn, 'Senryo 2 gou' çeşidinin ise ana ebeveyn olarak kullanıldığı melezleme kombinasyonunda, çiçek tozu çim borusu normal gelişirken, partonakarpik meyveler elde edilmiştir. Uttara çeşidinin çalışmada kullanılan 8 yabancı tür ile melezlemelerinde, herhangi bir partonakarpik meyve gözlemlenmemiştir. Çoğu başarısız melezleme kombinasyonunda, yetersiz çiçek tozu çim borusu gelişimi, gelişimin engellenmesi, ovaryuma ulaşımın zayıf olması, selüloz depolanmasında düzensizlik ve engellenme, şişmiş ve dallanmış çiçek tozu çim borusu gelişimi, tek başına veya kombinasyonlar halinde gözlemlenmiştir.

Emiroğlu ve Gürel (1993), temel araştırmalar ve dormansiye ortadan kaldırmak için uygulanabilen embriyo kültürünün, türler arası ve cinsler arası melezlerin elde edilmesi açısından ayrı bir öneme sahip olduğunu, uzak melezlemelerde döllenmeden sonra belirli bir dönemde embriyonun gelişmesinin aksaması ve aborsiyonunun melez tohum oluşmasına engel olduğunu, embriyonun gelişmesindeki aksaklığın herhangi bir dönemde ortaya çıkabileceğini, embriyonun bu aksaklığın ortaya çıkmasından önceki bir dönemde *in vitro* kültüre alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Bukenya ve Carasco (1995), yabancı (*dasyphyllum*), yarı yabancı ve çeşitleri içeren *S. macrocarpon* L. kompleksinin farklı gruplarını içeren melezleme deneylerinin tamamen fertil F1 ve F2 hibritlerini ürettiğini, bunun daha önce elde edilen bulguların, bu grupların aynı biyolojik türlere ait olduğunu doğruladığını, *S. macrocarpon* kompleksinin ve *S. linnaeanum* Hepper ex Jaeger'in üreme bariyerleri tarafından izole edildiğini, *S. macrocarpon*'un çeşitli grupları arasında F1 ve F2 bireylerinin heterosis gösterdiğini, gelecekteki ıslah programları için F2 üstün melezlerinin aday olarak izole edildiğini, tüylülük gibi çoğu yabancı-tip özelliklerinin çoğu çeşitler tarafından sahip olunanlara baskın olduğunu, göreceli

olarak hibritlerin zararlılara karşı dayanıklı olduğunu, *S. macrocarpon* kompleksi ve *S. linnaeanum*'un diploid ($2n=24$) olduğunu, karyotip analizinin bu iki türün yakın akraba olduğunu düşündürdüğünü, *S. macrocarpon* ve yabani grup (*S. dasyphyllum*) genotipleri arasındaki F1 melezlerinin normal mayoz gösterdiğini, izolasyon bariyerlerinin olmamasının *S. macrocarpon* kompleksinin tek bir biyolojik tür oluşturduğunu doğruladığını belirtmişlerdir.

Bletsos ve ark (1998), üç Yunan patlıcan çeşidini; 'Langada', 'Tsakoniki' ve 'Emi' ($2n=24$), iki yabani türle (*S. torvum* Sw., $2n=24$ ve *S. sisymbriifolium* Lam., $2n=24$) melezlemişlerdir. Melezlemeden 15-27 gün sonra izole edilen ovüller, 24°C 'de ve 16 saat fotoperiyod koşullarında MS ortamında kültüre alınmışlardır. Elli gün sonra, ovüller parçalara ayrılmış ve interspesifik embriyolar aynı ortamda kültüre alınmıştır. Sadece, *S. melongena* ile *S. torvum* arasında, türler arası hibrit bireyler elde edilmiştir. Elde edilen melez bireyler, morfolojik ve biyokimyasal (izoenzim izositrat dehidrojenaz A, hosphoglucomutase A, fosfoglukoz izomeraz B, 6-fosfoglukonat dehidrojenaz A, 6-fosfoglukonat dehidrojenaz B) markırlar kullanılarak doğrulanmıştır. F1 bitkiler ('Langada' $\times$ *S. torvum*) kendilenmiş ve her iki ebeveyn ile geri melezlenmiştir. Sadece, F1 hibritlerin Langada çeşidi ile geri melezlenmesi sonucunda, meyve elde edilebilmiştir.

Behera ve Singh (2002), egzotik türler *S. indicum*, *S. gilo* ve *S. incanum*'un Hindistan'da diğer tropikal ve subtropikal alanlarda yıkıcı zararlara yol açan meyve kurtlarına karşı yüksek oranda dirençli olduğunu vurgulamışlar, çalışmalarında beş *Solanum* türünü içeren türler arası melezlemeler yapmışlardır. Patlıcanın diğer yabani türler ile melezleme durumu; meyve tutumu, yetiştirilen fidelerin sayısı, tohumlu meyve ile F1 bitkilerinin yüzdesi ve tohumlu meyveler olmaksızın belirlenmiştir. Sonuçlar, *S. indicum*'un baba ebeveyn olarak kullanıldığında *S. incanum* ve *S. melongena* ile melezlenebilir olduğunu, ancak resiprokal melezlemelerin (*S. indicum* $\times$ *S. melongena*), F1 fidelerinin 10-15 günlük çimlenme sonrasında ölmesi nedeniyle başarısız olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, *S. gilo*, baba ebeveyn olarak kullanıldığında, farklı *S. melongena* ve *S.*

anomalum (ana ebeveyn) melezlemelerinde, Pusa Kranti, canlı tohumlar üretmiş, ancak melez bitkilerin küçük partenokarpik meyveler taşıdığı gözlemlenmiştir. Çalışmaları, genetik tabanın genişletilmesinde, farklı türlerin kullanılabileceğini göstermiştir.

Singh ve ark (2002), patlıcanın (*S. melongena* L.) Hint kökenli önemli bir sebze olduğunu, zengin besinsel değeri ve geniş bir yelpazede yetiştirme koşullarında büyümeye uygunluğu nedeniyle dünyanın farklı bölgelerinde yoğun olarak yetiştirildiğini, araştırmacıların iyi kalitede ve üretkenliğe sahip bitkiler geliştirmeleri için bir fırsat sunan bu mahsulde büyük bir değişkenlik olduğunu, bu türün zararlılara ve hastalıklara karşı daha fazla duyarlı olması nedeniyle maksimum verim potansiyelini elde etmenin zorlaştığını, *S. melongena*'nın yabancı akrabaları *S. sisymbriifolium*, *S. viarum*, *S. khasianum*, *S. incanum* ve *S. nigrum*'un *Phomopsis* yanıklığı, küçük yaprak hastalığı gibi çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı potansiyel direnç kaynağı olduğuna dair raporların bulunduğunu (Kalda ve ark, 1976; Lal ve ark, 1976), yabancı türlerden *S. melongena*'ya abiyotik ve biyotik stres kaynaklarına karşı direncin transferinin, ikisi arasındaki çapraz uyumsuzluk nedeniyle zor olduğunu vurgulamışlar ve çapraz bariyeri aşmak ve türler arası hibrit elde etmek için embriyo kurtarma tekniğinin olasılığını araştırmışlardır. *S. melongena* genotiplerini ana ebeveyn; *S. torvum*, *S. viarum*, *S. khasianum*, *S. incanum* ve *S. nigrum*'u ise baba olarak kullandıkları çalışmalarında, bir adet *S. torvum* ve iki adet *S. incanum* kombinasyonlarından tohum elde edebildiklerini bildirmişlerdir.

Pessarakli ve Ramdane (2004)'nın patlıcanda meyve kalitesinin ve verimin artırılması için ıslah ve tozlanma hakkında yenilikleri özetledikleri çalışmalarında; *in vitro*'daki polen çimlenmesini; canlı polenin çimlenme kapasitesi, çevre koşulları, çimlenme ortamındaki besin miktarı, ortamın nemi ve sıcaklığı, hava basıncı ve pH'nın etkilediğini belirlemişlerdir. Eğer bunlar ortamda yeterli değil ise polen canlılığı yüksek bile olsa çimlenmenin gerçekleşmediği ifade edilmiştir. Patlıcanın kendine döllenmediği halde, meyve tutumu ve tohum oluşumu için

genellikle tozlayıcı gerektiği ve serada domates, biber ve patlıcan üretiminde tozlanmayı sağlamak amacıyla bambus arısı kullanımı önerildiği vurgulanmıştır.

Clain ve ark (2004), *S. torvum*'un, patlıcanın (*S. melongena*) yabancı akrabası, Hindistan'ın doğal bitkisi ve bakteriyel solgunluğa (*Ralstonia solanacearum*) dayanıklılık kaynağı olduğunu belirtmişlerdir.

Çağlar ve Bağcı (2004), *Cucumis* cinsi içinde yer alan *Cucumis melo* ve *Cucumis sativus* arasında türler arası melezleme ile gen aktarımını sağlayabilme ve *C. melo* var. *flexuosus*'u iki tür arasında köprü türü olarak kullanabilme olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla; *C. melo*, *C. sativus* ve *C. melo* var. *flexuosus* arasında melezlemeler yapmışlardır. Kontrollü tozlamalardan iki hafta sonra hasat edilerek laboratuvara getirilen ve %30'luk sodyum hipoklorit çözeltisinde yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulan meyvelerdeki tohumlar açılmış, içerisindeki embriyolar çıkarılıp Murashige ve Skoog (MS) (Murashige ve Skoog, 1962) ortamında *in vitro* kültüre alınmışlardır. Melezlemelerdeki meyve tutum oranlarının *C. flexuosus* × *C. sativus* tozlanmasında %50, *C. flexuosus* × *C. melo*'da %46.6, *C. melo* × *C. flexuosus*'da %53.3 ve *C. melo* × *C. sativus*'da %33.3, *C. sativus* × *C. flexuosus*'da %53.3, *C. sativus* × *C. melo*'da %43.3 olduğu, meyve başına tohum sayısının ortalama 117 adet ile *C. flexuosus* × *C. sativus* kombinasyonunda en düşük, 432.8 ile *C. melo* × *C. sativus*'da en yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak, *C. melo* × *C. sativus*'daki tohumların çoğunun boş olduğu ve embriyo içeren tohum oranının %32.2 ile en düşük düzeyde kaldığı ifade edilmiştir. Buna karşın, *C. melo* ile *C. flexuosus* arasında yapılan melezlemelerde, tohumların tamamına yakınının (%90) embriyo içerdiği belirlenmiştir. Embriyoların bitkiye dönüşüm oranı ise %12.5 ile %25.0 arasında olmuştur. Bu embriyolardan *in vitro* kültürde, toplam 32 adet bitki gelişmiştir.

Gousset ve ark (2005), patlıcanın yabancı akrabası olan *S. torvum* Sw'a ait bitkileri Endonezya ve Java Adası'ndan toplayarak; morfolojik, verimlilik, *Ralstonia solanacearum* ve *Fusarium oxysporum* f sp. *melongenae*'ya direnç seviyeleri açısından RAPD ve ISSR işaretleyicileri kullanarak değerlendirmişlerdir.

Endonezya Bogor'da yetişen bitkiler, kök çapı ve dal sayıları hariç, toplanan bitkiler arasında incelenen tüm karakterlerde çok kuvvetli ve yüksek bir polimorfizm göstermişlerdir. Toplanan 29 *S. torvum* genotipi ve pozitif kontrol olarak kullanılan Pusa Purple Long çeşidi, Bogor'daki seralarda *R. solanacearum*'a direnç açısından değerlendirilmiştir. Patlıcanın hastalık bulaştırılmış tüm bitkilerinin, iki hafta içerisinde öldüğü tespit edilmiştir. *S. torvum* bitkilerinin alt yapraklarında bakteri semptomları olduğu, bununla birlikte herhangi bir bitkinin ölmediği gözlemlenmiştir. Semptomsuz bitkilerin köklerinde serolojik olarak saptanan bakterilerin varlığı, *R. solanacearum*'a toleransı göstermiştir. *S. torvum*'un on bitkisi, İtalyan bir *F. oxysporum* f sp. *melongenae* izolatına karşı da oldukça dirençli olmuştur. Ayrıca, *Solanum* türleri içerisinde her bir çiçek salkımında iki tip çiçek formu görülebildiği, uzun ve kısa stilli çiçeklerin mevcut olduğu, bu morfolojik yapının nemli tropik iklimlerde dağılışı gösteren *S. torvum* içinde geçerli olduğu rapor edilmiştir.

Jaiki ve Chin (2007), patlıcanın kültür formunun (*S. melongena* L.) çeşitli toprak kökenli hastalıklara karşı hassas olduğunu, yabani akrabası olan *S. torvum*'un ise bu hastalıklara karşı yüksek derecede dayanıklılık gösterdiğini, bununla birlikte türler arası melezlemede döllenme öncesi engeller nedeni ile başarı sağlanamadığını, yaptıkları çalışmada *S. melongena* × *S. torvum* kombinasyonundan bitki elde edilebilirken, *S. torvum*'un ana olduğu kombinasyonda elde edilemediğini bildirmişlerdir. *S. torvum*'un polenlerinin çimlenme ve polen tüpü gelişimi aşamasında patlıcan pistillerinde herhangi bir engelleme ile karşılaşmadığı, ancak tersi durumda *S. torvum*'un stillerinde patlıcanın polen tüplerinin engellendiği belirtilmiştir.

Sekara ve ark (2007), Brinjal patlıcanının (*S. melongena* L.), güney Hindistan'a özgü ve Amerika, Avrupa ve Asya'da yaygın olarak yetiştirilen *Solanaceae* ailesinin agronomik olarak önemli bir ürünü olduğunu, yakın akrabaları olan *S. aethiopicum* (kızıl patlıcan) ve *S. macrocarpon* (Gboma patlıcan)'un Afrika kökenli olduğunu, Brinjal patlıcanının Polonya'da yeni bir

sebze olduğunu, yakın zamana kadar sadece sera koşullarında yetiştirildiğini, yeni patlıcan çeşitlerinin yetiştirilmesinin ve büyüyen teknolojinin geliştirilmesinin Polonya'daki hem ekim alanlarının hem de tüketim ölçeğinin artmasına neden olduğunu, patlıcan yetiştirme programlarının etkin bir şekilde geliştirilmesi için patlıcan genetik kaynaklarının özellikleri ve genetik çeşitliliği hakkında bilgi toplamak gerektiğini vurgulamışlardır.

Ellialtıoğlu (2010), türler arası melezlemelerde tek taraflı uyumsuzluğun, sitoplazmik faktörler nedeniyle ortaya çıktığını, sitoplazmik faktörlerin melezlemelerin çift yönlü (resiprokal) yapılmasını engelleyen çok kuvvetli bariyer olduğunu, *S. indicum* (ana) $\times$ *S. melongena* (baba) melezlemesinde başarılı, tersi durumda ise başarısız sonuçlar alındığını, *S. melongena*'nın sitoplazmasının *S. indicum*'un genetik materyalinin hücre içinde barınmasına uygun olmayabileceğini bildirmiştir.

Verba ve ark (2010), embriyo kültürü yöntemi ile patlıcanda türler arası melezler elde etmek amacıyla; *S. melongena*, *S. aethiopicum* ve *S. integrifolium* arasında resiprokal melezlemeler yapmışlardır. *In vitro* embriyo kültürü kullanarak, melez kombinasyonlar elde etmişlerdir. *S. melongena* $\times$ *S. aethiopicum*, *S. melongena* $\times$ *S. integrifolium*, *S. aethiopicum* $\times$ *S. melongena*, *S. aethiopicum* $\times$ *S. integrifolium*, *S. integrifolium* $\times$ *S. melongena*, *S. aethiopicum* $\times$ *S. integrifolium* meyveleri tozlamadan sonra 20., 25., 30., 35., 40. ve 45. günlerde (melezleme kombinasyonunu ve ana türlerdeki embriyogenesisin biyolojik özelliklerini göz önüne alarak), *S. melongena*'da ise 20., 23., 27., 31., 35. ve 40. günlerde toplanılmıştır. Besin ortamı olarak, Thidiazuron (TDZ) (0.1 mg/L) ve Naftalen asetik asit (NAA) (10 mg/L) eklenmiş MS ortamı kullanılmıştır. Çalışmada; embriyo gelişim aşaması, optimal izolasyon, embriyo ve bitki gelişimi için en uygun besin ortamı bileşimi belirlenmiştir.

Kumchai ve ark (2013), *S. melongena* ve *S. torvum* melezinden embriyo kurtarma yardımıyla elde ettikleri hibritlerin, düşük oranda tohum canlılığına sahip olduğunu ve bunun muhtemelen anormal mayoz kaynaklı olduğu bildirmişlerdir.

Prohens ve ark (2014), dünyada üretimi yapılan *S. melongena* L. ve *S. aethiopicum* L. türlerinin melezlenmesi ile elde edilen ilk geri melezlerde bitki ve meyve özellikleri, polen canlılığı ve tohum tutumu, fenolik madde içeriği ve meyve eti esmerleşmesinin incelemişlerlerdir. Ayrıca geri melez popülasyonunu, yedi polimorfik SSR markırı ile karakterize etmişlerdir. *S. melongena*, *S. aethiopicum* ve türler arası melezleri arasında bitki ve meyve morfolojisi için birçok farklılığın bulunduğu, incelenen karakterlerde meyve büyüklüğü hariç heterosis olduğu veya ortada bir yerde bulunduğu tespit edilmiştir. Geri melez bireyler morfolojik olarak varyasyon göstermiş ve ilgi çekici karakterler açısından orta düzeyde kalıtılabilir değerler vermiştir. Meyve büyüklüğünde ki varyasyon düşük değerler almıştır. Geri melez bireylerde sterilit azalmıştır. Fenolik bileşikler açısından hibritler, *S. aethiopicum* ile benzer değerler vermişlerdir. Sonuçlar, *S. melongena* ile *S. aethiopicum*'da ıslah için türler arası melezlemenin bir araç olabileceğini göstermiştir.

Devi ve ark (2015), patlıcanın (*S. melongena* L.) Hindistan'da yetişen en önemli sıcak mevsim sebzelerinden birisi olduğunu vurgulamışlar, yaptıkları çalışmada, on üç kültür patlıcan çeşidi ve dört yabani *Solanum* türü (*S. incanum*, *S. aethiopicum*, *S. integrifolium* ve *S. indicum*) ile türler arası melezlemeler gerçekleştirmişlerdir. Kültür genotiplerini ana ebeveyn ve yabani türleri baba ebeveyn olarak kullanarak kullanmışlar, *S. melongena* genotiplerinin yabani türler ile melezlenebilirliğini meyve tutum oranı, meyve başına tohum sayısı ve tohumun çimlenme oranı kriterleri ile belirlemişlerdir. Ortalama meyve tutumu, DBSR-91 (%41.25), DBR-G-190 (%37.91) ve NDB-25 (%32.08) genotiplerinde belirlenmiştir. Meyve başına maksimum tohum sayısı ise en fazla DBR-G-190 (266.92), Pusa Uttam (101.42) ve Sel-91-2 (92.00) genotiplerinden elde edilmiştir. F1 tohumlarının en yüksek çimlenme oranları, yabani türlerle melezlendiğinde, DBSR-91 (%41.58), ardından Pusa Uttam (%40.25) ve Sel-91-2 (%35.50)'de tespit edilmiştir. En yüksek meyve tutumu, DBSR-91 $\times$ *S. aethiopicum* (%80), ardından Pusa Bindu $\times$ *S. aethiopicum* (%75) ve NDB-25 $\times$ *S. aethiopicum* (%75)

melezlerinden elde edilmiştir. F1 tohumlarında en yüksek çimlenme ise %71 ile üç melez kombinasyonundan; Pusa Uttam $\times$ *S. aethiopicum*, Sel-91-2 $\times$ *S. aethiopicum*, DBR-G-190 $\times$ *S. aethiopicum*'da kaydedilmiştir. Meyve başına en fazla sayıda tohum, DBR-G-190 $\times$ *S. incanum*'da (754), ardından DBSR-52 $\times$ *S. incanum* (226.6), DBR-G-190 $\times$ *S. aethiopicum* (206)'da gözlemlenmiştir. Dört yabani tür arasında, *S. incanum*, kültür türü *S. melongena* genotipleri ile oldukça yüksek oranda melezlenebilir bulunmuştur. Bu çalışmada teest edilen yabani genotiplerin, kültür patlıcanı *S. melongena*'ya istenilen bazı özelliklerin aktarılmasında kullanılabiliyor bulunmuştur.

Plazas ve ark (2016), yabani patlıcan türlerinin birçok özellik açısından ıslahta önemli karakterleri barındırırken, genetik tabanın genişletilmesi açısından da fırsatlar sunduğunu, bununla birlikte türler arası melezlemelerin patlıcan ıslahında nadiren kullanıldığını vurgulamışlar ve çalışmalarında, sekiz kültür çeşidi ve oniki farklı yabani türe ait ondokuz genotip kullanarak, toplamda 1424 türler arası melez kombinasyonunda melezlemeler gerçekleştirmişlerdir. Meyve tutumu ve hibrit tohum elde edilmesi, birincil ve ikincil gen havuzu türlerindeki kombinasyonlarda gerçekleştirilmiştir. En yüksek meyve tutumu, birincil gen kaynağı olan *S. incanum* ve *S. insanum*, ikincil gen havuzu olan *S. anguivi*, *S. dasyphyllum* ve *S. lichtensteinii* gibi türlerden elde edilmiştir. *S. sisymbriifolium* ve *S. torvum* gibi üçüncül gen havuzlarından elde edilen meyveler, partenokarpik olarak gözlemlenmiştir. Bununla beraber, *S. torvum* ile yapılan türler arası melezlerde, embriyo kurtarma yardımıyla bitki elde edilmiştir. Toplam 58 türler arası melez kombinasyonunda, bitki kaydedilmiştir. Türler arası melezlerde, *S. melongena* genotipleri arasında farklılıklar gözlemlenmemiştir. Türler arası melezler, 12 adet SNP markırı ile doğrulanmıştır. Sonuçlar, özellikle anaç ıslahında üçüncül gen havuzları dâhil, yabani türlerin integrasyon ıslahında kullanılabileceğini göstermiştir.

Kouassi ve ark (2016) introgression ıslahının patlıcanın (*S. melongena*) genetik altyapısının genişlemesine katkıda bulunabildiğini vurgulamışlar ve

çalışmalarında *S. melongena*'ya ilk geri melez generasyonları oluşturmak için, 6 patlıcan çeşidi ve bu patlıcan aksesyonları ile birincil gen havuzu türü *S. insanum* ve ikincil gen havuzu türleri *S. anguivi*, *S. dasyphyllum*, *S. incanum*, *S. lichtensteinii* ve *S. tomentosum*'dan yabancı akrabaların on aksesyonu arasında 44 türler arası hibriti kullanmışlardır. Polen canlılığı; kültür genotipleri, yabancı ebeveynlerde ve *S. insanum* ile türler arası hibritlerde yüksek bulunurken, ikincil gen havuzundaki türler ile yapılan türler arası melezlerde değişken olmuştur. *S. melongena*'ya ilk geri melez generasyonlar, tüm yabancı türlerin türler arası melezleri ile elde edilmiş; en iyi sonuçlar, *S. melongena* ve *S. insanum* arasındaki hibritlerle melezlerden elde edilmiştir. Ancak, melezlemelerin başarısında, patlıcan çeşitleri arasında geniş farklılıklar gözlemlenmiştir. Ek olarak, 6 patlıcan çeşidi, ikincil gen havuzu türleri olan *S. campylacanthum*, *S. lidii* ve *S. vespertilio* ve üçüncül gen havuzu türleri olan *S. bonariense*, *S. elaeagnifolium* ve *S. sisymbriifolium* türleri ile yeni türler arası hibritler geliştirmek amacı ile melezlenmiştir. Başarılı türler arası melezleme, test edilen üç yeni ikincil gen havuzu türleri ve embriyo kurtarma ile ve üçüncül gen havuzu türü *S. elaeagnifolium* ile sağlanmıştır. Elde edilen yeni geri melez generasyonların ve türler arası hibritlerin, patlıcanın genetik tabanının genişletilmesinde katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Yücel ve ark (2017) Aydın Siyahı ve Kemer çeşitleri ile *S. torvum* arasında yapılan resiprokal melezlemelerde, *S. torvum*'un ana ebeveyn olduğu durumlarda, meyve ve dolayısıyla tohum oluşmadığını bildirmişlerdir.

Afful ve ark (2018), patlıcanın yabancı akrabalarının, özellikle biyotik ve abiyotik strese dayanım ve ayrıca meyve kalitesi özelliklerinin ıslahta iyi bir varyasyon kaynağı olduğunu, bununla birlikte, yabancı türlerin patlıcan yetiştiriciliği için domates gibi diğer ürünlere kıyasla büyük ölçüde çalışılmamış olduğunu vurgulamışlar, yedi kültür patlıcan genotipi (SM001-02, SM001-04, SM001-06, SM001-07, SA002-02, SA002-03 ve SMA003-03) ve üç yabancı tür (ST004-03 (*S. torvum*), San005-01 (*S. anguivi*) SA002-08 (*S. aethiopicum*))

kullanarak melezleme çalışması yapmışlardır. Çalışma sonucunda, meyve tutumu ve tohum bağlamanın, melez kombinasyonuna bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Yabani genotiplerin ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda, hiç meyve tutumu elde edilememiştir. En yüksek meyve tutumu ve tohum sayısı/meyve sayısı, sırasıyla Sm001-07 × ST004-03 (%6; 264 tohum) ve Sm001-07 × San005-01 (%5.7, 114 tohum)'dan elde edilmiştir. Hibrid tohumların çimlenmesi, çimlenme aralığı %3.3 ile %16.6 arasında olan sadece 3 kombinasyonda; SM001-07 × ST004-03, SM001-07 × San005-01 ve SA002-02 × San005-01 belirlenmiştir. Ancak, bu tohumlardan elde edilen fideler, 2 haftalık çimlenmeden sonra hayatta kalamamıştır. Doku kültüründe elde edilen melezler, bir morfolojik markır ile doğrulanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen hibritlerin, kültür patlıcan türlerinin genetik tabanının genişletilmesine ve çeşitlerin genetik olarak geliştirilmesine katkıda bulunacağı vurgulanmıştır.

Çürük ve Dayan (2018) *S. melongena* × *S. torvum* ile yaptıkları türler arası melezlerde çiçek tozu canlılığı ve çimlenme değerlerini belirledikleri çalışmalarında, türler arası melezlerde çiçek tozu çimlenmesinin %0.0 ile %5.81, canlılığın ise %0.0 ile %0.98 ile arasında değiştiğini ve çoğu türler arası melezin %0 çimlenmeye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hibrit ve ebeveynler ile yaptıkları geri melezlemelerde, meyve tutumu elde edemediklerini rapor etmişlerdir.

2.2. Bitkilerde Kromozom Katlama Çalışmaları

Williams ve Lautour (1981), *Ornithopus sativus*'un yüksek verimliliği, restorasyon özelliği ve sert tohumlamasını, *Ornithopus pinnatus*'un yaprak tanen üretimi ile birleştirmek için, dört steril diploid *O. pinnatus* × *O. sativus* türler arası melezini, *in vitro* tozlama methodologyyla elde etmişlerdir. Sürgün uçlarına kolhisin uygulaması ile kromozom sayısının iki katına çıkarılması, kısmi fertilete olanağı sunmuştur. Endosperm gelişimi bozulmuş olduğundan, doğal olarak kendilenen F1, F2 ve F4 kuşaklarını büyötmek için *in vitro* embriyo kültürü gerekli olmuştur. Ancak zaman zaman, F4 tohumları neredeyse normal endosperm gelişimi

göstermiştir. Bu durum, tohumların yerinde olgunlaşmasının, gelecek nesillerde başırlabileceğini göstermiştir. Tek bir tetraploid F2 bitkisinden türetilen F4 bireyleri, *O. sativus*'un yapraklılığını, *O. pinnatus*'un yaprak tanen içeriğini almıştır.

Leblanc ve ark (1995), *Tripsacum* cinsine ait bitkilerin embriyogenik kalluslarını kullanarak, kolhisin uygulaması ile yaptıkları kromozom katlaması çalışmasında, flow sitometri yoluyla kalluslardan elde edilen bitkilerde ploidi düzeylerini belirlemişler, farklı orjinlere sahip tetraploid bitkiler elde etmişlerlerdir. Apomiktik tohum oluşturan yabancı bitkilerin aksine, elde etikleri tetraploid bitkiler apomiktik tohum üretmeyip, döllenmiş embriyodan oluşan tohumlar geliştirmişlerdir. Bu bitkilerin apomiktik özellikler gösteren yabancı tetraploid bitkiler ile melezlenmesi ile apomiksizin kalıtımının *Tripsacum* cinsinde belirlenebileceği bildirilmiştir.

Cohen ve Yao (1996), *Zantedeschia*'da *in vitro* ortamda kolhisin uygulaması ile tetraploid bitkiler elde etmişlerdir. Kromozom katlanması için %0.05 dozu 1, 2 ve 4 gün süre ile uygulanmıştır. Uygulama sonrası, çoğu sürgünler ölmüş, ancak hayatta kalan sürgünlerin çoğu alt kültürde katlanmıştır. Köklenen sürgünler, sera koşullarına alıştırılmıştır. Bitkilerde, 2 ay sonra stoma uzunluğu ölçülmüştür. Elde edilen 565 bitkinin 110 adedi, öncü tetraploid olarak seçilmiştir. Kromozom sayımı yapılan 44 bitkinin, 38'inin tetraploid olduğu belirlenmiştir. Stoma uzunlukları, tekrar ölçülmüş ve tetraploid bitkilerde stoma büyüklüğünün, iyi bir indikatör olduğu belirlenmiştir.

Zhang ve ark (2001), steril türler arası arpa ile *Hordeum bulbosum* melezine, kolhisin uygulaması yaparak poliploidi uyarılması ile düzenli kromozom eşlemesi gerçekleştirmiş ve fertilite sağlamışlardır. Kendilenmiş diploid döller, mildiyö ve yaprak pasına karşı test etmişlerdir. Florosan *in situ* hibridizasyon (FISH) ve genomik *in situ* hibridizasyon (GISH) kombinasyonu ile *H. bulbosum* kromozom segmentleri, spesifik arpa kromozomlarında tanımlanmıştır. Kromozom

segmenlerinin büyüklüğü, genotiplere göre değişmiştir. Bu materyallerin, arpa ıslahında hastalık ve zararlılara karşı değerli materyaller olduğu vurgulanmıştır.

Kadota ve Niimi (2002), Japon armutlarında (*Pyrus pyrifolia* N.) tetraploid bitki elde etmek için, *in vitro* koşullarda kolhisin uygulaması yapmışlardır. Kardeşlenen sürgünler, %0.01 ve %0.1 kolhisin içeren kardeşlenme ortamlarında (SPM) 1, 2, 4 ve 8 gün süre boyunca bekletilmişler ve daha sonra tekrar kardeşlenme ortamlarına aktarılmışlardır. Uygulama yapılan bitkilerde ploidi seviyeleri, flow sitometri analizleri ile belirlenmiştir. Uygulamadan 4 ay sonra, 4 miksoptoid bitki seçilerek, 5 ay süresince kültüre alınmıştır. Bu bitkilere tekrar ploidi analizi yapılarak, sürgünler köklendirilmiş ve dış koşullara aktarılmıştır. Tetraploid bitkilerin, diploid bitkilerden daha büyük stomaya sahip olduğu belirlenmiştir.

Isshiki ve Taura (2003) *S. aethiopicum* × *S. melongena* diallel amfidiploid ve diploid hibritlerinde yaptıkları çalışmada, diploid hibritlerde düşük olan çiçek tozu canlılığının; *S. melongena* ana olduğu amfidiploidlerde %66.8'e kadar çıktığını ve kendilenebildiğini bildirirken, *S. aethiopicum* ana olarak kullandığı amfidiploidlerde, sterilitenin devam ettiğini belirtmiştir.

Kermani ve ark (2003), diploid gül çeşidi Therese Bugnet'in, sürgün uçlarını, 5 ile 15 mM konsantrasyonlarındaki orizalin çözeltisinde *in vitro* koşullarda muamele etmişlerdir. En yüksek tetraploid sürgün oranı %40 ile 14 gün boyunca 5 mM orizalin uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada, 1 mm kalınlığındaki nodal bölümler, 5 mM orizaline sadece 1 gün maruz kaldıktan sonra, en yüksek tetraploid oranı elde edilmiştir. İnce nodal bölümlerde kromozom katlanmasını sağlamak için, gereken süre sadece 1 gün olmuş ve %66 oranında katlanmış sürgünler gözlemlenmiştir. Tetraploidler, dört diploid gülden ve hekzaploidler iki triploid gülden elde edilmiştir. Kromozomun iki katına çıkması sonucunda, yaprak kalınlığında artışlar ve yaprakların daha koyu yeşil renklenmesi gözlemlenmiş, diploid/tetraploid ve triploid/hexaploid dönüşümünde, yaprakların genişlik/uzunluk oranı önemli ölçüde artmıştır. Internodlar, tetraploidlerde

diploidlerden daha uzun olmuş, ancak hekzaploidlerde triploidlerden önemli ölçüde kısa kalmıştır. Bugnet'in tetraploid formundaki çiçek başına düşen yaprakların sayısı, diploidin iki katı olmuştur.

Gu ve ark (2005), *in vitro* kolhisin uygulaması ile *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Zhanhua'da tetraploid bitkiler elde etmişlerdir. *In vitro*'da geliştirilen bitkilerin sürgün uçları, 5 farklı kolhisin dozu (%0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3) içeren MS ortamında 24, 48, 72 ve 96 saat süresince muamele edilmiştir. Tetraploid bitkilerde, stoma büyüklükleri artarken, stoma sayıları azalmıştır. Aynı şekilde, bekçi hücrelerde kloroplast sayısı, tetraploid bitkilerde artmıştır. Seçilen tetraploid bitkiler, olgun ağaçların üzerine aşılanmış ve diploit genotiplere göre çiçeklenme 3-4 gün gecikmiştir.

Liu ve ark (2007), şehir alanlarında kullanılan süs bitkisi *Platanus acerifolia*'nın kalitesini iyileştirmek amacı ile kromozom katlaması uygulaması yapmışlardır. Kolhisin uygulaması, tohumlarda emdirerek, genç fidelerde ise apikal meristeme uygulama şeklinde yapılmıştır. Çimlenmemiş tohuma uygulama, %40 oranı ile yüksek oranda başarı getirmiş, ancak bu bitkilerde kök uçlarında ölümcül etki sebebi ile gelişme kaydedilememiştir. Tetraploid bireyler, kök uçlarında kromozom sayımı ile belirlenmiştir. Kolhisinin genç fidelerde uygulamasında, yapraklarda ve gövde gelişimde geçici etki gözlemlenmiş, ancak bitki bunu tamir edebilmiştir. Çalışma sonucunda, 12 aday tetraploid birey elde edilmiş, bunların dördü tetraploid olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen tetraploidlerin, steril triploidlerin elde edilmesinde kullanılabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, stoma büyüklüğünün tetraploidlerin tespitinde, bir kriter olduğu bildirilmiştir.

Rubuluza ve ark (2007), Güney Afrika'da etnobotanikal ve medikal olarak kullanılan, ekonomik ve ekolojik olarak önemli *Colophospermum mopane* bitkisinde poliploid bitki elde etmek için, *in vitro* koşullarda bitkiye ait tohumları %0.05, 0.1 ve 1 oranında kolhisinde 48 ve 96 saat süre bekletmişler, sonrasında 1/8 MS besli ortamına aktarmışlardır. Yaşayan fidelerde ploidi düzeyi, flow sitometri analizi ile belirlenmiş ve yaşayan 45 bitkinin %44'ü tetraploid olarak bulunmuştur.

Tetraploid fideler, 48 saat süre ve %0.05 ve 0.1 dozlarındaki uygulamalardan elde edilmiştir. %0.1 doz ve 48 saat'den fazla uygulamalar, ölümcül etki göstermiştir.

Toppino ve ark (2008b), *S. melongena* ve yabani akrabası *S. aethiopicum* arasındaki gen değişimlerinin, akraba türlerden kültür patlıcanına yararlı özelliklerin aktarılması için çok önemli bir ön koşul olduğunu vurgulamışlar ve çalışmalarında iki tür arasındaki genetik rekombinasyonun derecesini değerlendirmek için, biyokimyasal ve moleküler markırlar kullanılmışlardır. Somatik tetraploid hibritlerden anter kültürü yoluyla elde edilen dihaploid populasyon, genetik olarak analiz edilmiştir. Üç izoenzim sisteminin ve ISSR markörlerinin, disomik/tetrasomik kalıtım ve ayrılma oranlarının kapsamı değerlendirilmiştir. Çalışmada, 280 ISSR markörünün dağılımı (110 *S. aethiopicum*'a özgü, 104 *S. melongena*'ya özgü ve 66 monomorfik) 71 dihaploid de test edilmiştir. Genetik yapıya (simpleks/dubleks/tripleks) göre, fragmanların neredeyse %64'ü tetrasomik ve/veya disomik kalıtımsallığı ortaya koymuştur. Türe özgü fragmanlar açısından, sırasıyla %68 ve %4 tetrasomik ve disomik kalıtım gözlemlenmiştir. Altmışaltı monomorfik ISSR'den yirmi dördü, rastgele kromatid ayrışmasına göre kalıtsal olmuştur. Glikoz-6-fosfat dehidrojenaz (G-6-PDH), 6-fosfoglukonat dehidrojenaz (6-PGDH) ve shikimate dehidrojenaz (SKDH) fenotipleri, 70 dihaploid de allel durumları hakkında incelenmiştir. Dihaploidlerde çarpık bir şekilde ayrılan izoenzim markırları, bunların ayrılmaları, beklenen ayrışma oranlarının hiçbirine uymamıştır. Bununla birlikte, G-6-PDH2 ve SKDH1 lokusları için tetrasomik kalıtım önerilebilmiştir. Çalışma sonuçları, *S. melongena* ve *S. aethiopicum* arasındaki gen değişimlerinin somatik melezlerde kolaylıkla oluştuğunu göstermiştir.

Praça ve ark (2009), domatesde tetraploid elde edilmesi için meristem kültürü ile geliştirilen sürgünlere, 8 mM dozunda 96 saat süre ile kolhisin uygulaması yapmışlar, %11.11 oranında tetraploid bitki elde etmişler ve tetraploit bireyleri flow sitometri yöntemi ile doğrulamışlardır.

Sun ve ark (2009), Avrupa armutlarının (*Pyrus communis* L.) yaprak eksplantlarına %0.4 oranında; 24, 48 ve 72 saat süre ile kolhisin uygulayarak; triploid, tetraploid ve miksoploid olmak üzere poliploid bitkiler elde etmişlerdir. Rejenere olan sürgünlerde, morfolojik karakterlere göre ön seçimler yapılmıştır. Öncü poliploid bitkiler, flow sitometri ve kromozom sayımı ile analiz edilmiştir. Poliploid sürgünler köklendirilerek, açık alanlara aktarılmıştır. Poliploid bitkiler, yüksek yaprak alanı ve geniş stomaya sahip olmuşlardır.

Ewald ve ark (2009), kavak ve siyah akasya klonlarının *in vitro* sürgün uçlarına kolhisin uygulayarak, tetraploid bitkiler elde etmişlerdir. Kolhisin uygulanan bitkilerin büyük bir kısmı; bodur büyüme, daha kalın yapraklar ve modifiye yaprak morfolojisinde değişimler göstermiştir. Stomaların epidermal bekçi hücrelerindeki kloroplast sayımı, tetraploidlerin hızlı taranması için kullanılmıştır. Diploid ve tetraploid bitkiler arasındaki ortalama kloroplast sayısındaki farklılıklar, oldukça önemli bulunmuştur. Test edilen tüm bitkilerde tetraploid hatlar, diploid kökenine kıyasla, bekçi hücre başına kloroplast sayısını neredeyse iki katına çıkarmıştır. Ayrıca kloroplast sayıları ile belirlenen ploidi durumlarını doğrulamak için, flow simetri analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, ilk defa kavak ve kara akasyada kloroplast sayımının, ploidi seviyelerine göre, çok sayıda bitkinin ön taramasında etkili ve güvenilir bir yöntem olabileceğini göstermiştir. Protokol, geniş bir ıslah programı kapsamında uygulanabilir olarak önerilmiştir.

Aleza ve ark (2009), turunçgillerdeki çekirdeksiz meyve talebini karşılamak için, triploid çekirdeksiz mandarin çeşitlerinin geliştirilmesi gerekliliğini, triploit melezleri elde etmek için en etkili yöntemin, diploid çeşitlerin poleniyle tetraploid apomiktik olmayan çeşitlerin melezlenmesi olduğunu, bu tür apomiktik olmayan tetraploid hatların, turunçgil gen kaynaklarında bulunmadığını ve oluşturulması gerektiğini belirtmişler ve çalışmalarında, mikro aşılınmış sürgünlerin kolhisin ve orizalin ile muamele edilmesiyle birleştirilen *in vitro* sürgün ucu aşılama yöntemine dayanan yeni bir metot geliştirmişlerdir. Clemenules, Fina ve Marisol

Clementines ve Moncada mandarinlerinin stabil tetraploidleri, doğrudan kolhisin ve orizalin ile muamele edilerek veya mixoploid bitkilerin tetraploid dokularında da tekrar kültüre alma ve mikro aşılama yardımıyla elde edilmiştir. Bu stabil tetraploid bitkiler, ($2n=4x=36$) melezlemede kullanılarak, 3 yılda 3250'nin üzerinde triploid bireyin elde edilmesi için kullanılmıştır.

Tang ve ark (2010), poliploidizasyonun bitki ıslahında birçok avantaja sahip olduğunu, orman bitkileri ıslahında özellikle büyütme ve düşük fertilitinin çok ilgi çektiğini belirtmişler ve çalışmalarında, *Paulownia tomentosa*'da plesentalarından elde edilmiş embriyonik kallusları %0.01, 0.05 ve 0.1 oranında kolhisin içeren sıvı MS ortamında, 24, 48 ve 36 saat süre ile bekletmişlerdir. En iyi sonuç, 48 saat bekletilen %0.05 kolhisin içeren ortamlarda, 100'den fazla tetraploid bitki ile elde edilmiştir. Ploidi seviyeleri, kromozom sayımı ve flow sitometri analizleri ile doğrulanmıştır. Kromozom sayısı, tetraploidlerde $2n=4x=80$, diploidlerde ise $2n=4x=40$ olarak bulunmuştur. Diploid ve tetraploid bitkiler, göreceli olarak farklı yaprak yapısına sahip olmuşlardır. Tetraploid bitkilerde, stoma büyüklüğü, yüksek stoma sayısı ile birlikte ploidi düzeyi ile artmıştır. Tetraploid bitkiler, büyük çiçek organlarına sahip olmuşlardır ve kolaylıkla diploid bitkilerden ayırt edilebilmiştir.

Wu ve ark (2011), Çin'de önemli tıbbi bitki türü olan *Platycodon grandiflorus*'nın uzun yıllardan bu yana gıda ve ilaç olarak kullanıldığını, poliploidi ile fonksiyonel içeriklerinin yapraklarda arttırılabileceğini vurgulamışlar, bu amaçla *P. grandiflorus* diploid tohumlarını 24, 48 ve 72 saat kolhisin uygulamasına tabi tutarak, sonrasında morfolojik ve sitolojik çalışmalar yapmışlardır. Uygulama yapılan bitkilerin tamamı, daha bodur kalmıştır. Morfolojik olarak yapılan ön çalışmalara göre, 72 saat kolhisin uygulaması, %50 oranında tetraploid birey oluşturmuştur. Kimeralı ve oktoploid bitkiler bile gözlemlenmiştir. Elde edilen tetraploid bireylerin, ileride ıslah çalışmalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Kanchanapoom ve Koarapatchaikul (2012), diploid muz genotipleri *Musa acuminata* (AA genomeu) 'Kluai Leb Mu Nang' ve 'Kluai Sa' ($2n=2x=22$)'yı

başarılı bir şekilde *in vitro* orizalin uygulaması ile tetraploid hale getirmişlerdir. *In vitro* sürgün uçlarında elde edilen kalluslar, 1.5-3 g/L orizalin içeren ortamlarda 24, 48 ve 72 saat bekletilmiştir. Orizalin uygulaması ile Kluai Leb Mu Nang'da %15.6, Kluai Sa'da ise %16.7 oranında tetraploid elde edilmesi sağlanmıştır. Ploidi seviyesi, flow sitometri ile belirlenmiştir. Kromozom sayımında ise tetraploid bireylerin $2n=4x=44$ kromozoma sahip olduğu gözlemlenmiştir. Seçilen tetraploid bitkiler, dış koşullara aktarılmıştır. Diploid ve tetraploid bitkiler arasında varyasyon olduğu, yapraklarda ve meyve hevenklerinde gözlemlenmiştir.

Khan ve ark (2013) *S. macrocarpon* ve patlıcan melezinde, kısırılığı onarmak için, kolhisin ile kromozom sayısını iki katına çıkarmışlardır. F1 bitkilerinin sürgün uçları ve aksiller tomurcuklar, %0.05 kolhisin içeren sıvı MS ortamında 2 ve 4 gün boyunca tutulmuştur. Kolhisin uygulamasından sonra, kök ucu hücre kromozom sayımı, stoma bekçi hücre boyutu ve polen özellikleri gözlemlenerek, iki amfidiploid (farklı türlerden türemiş iki genomun diploid olma durumu) tanımlanmıştır. Amfidiploidler, normal kromozom sayısının iki katı olan 48 adet kromozom içermişlerdir. Stoma ölçüleri, polen çapı, çiçek çapı ve boyu, anter, petal ve sepal genişliği amfidiploidlerde F1'den anlamlı olarak daha büyük olmuştur. Polen boyanabilirliği amfidiploidlerde %40 iken, diploid F1'de sadece %0.86 oranında kaydedilmiştir. Amfidiploidler, *S. macrocarpon* ile kendilendirmişler ve *S. macrocarpon* ile geri melezlenerek sağlıklı tohumlar elde edilmiştir.

Wu ve Li (2013), *Pogostemon cablin*'i (Blanco) hızlı çoğaltmak ve poliploidiyi uyarmak için *in vitro* yetişen bitkilerin sürgün uçlarını, dört farklı konsantrasyondaki kolhisin çözeltisine (%0.01, %0.04, %0.08, %0.1) 3 farklı süre (2, 4, 8 saat) ile muamele etmişlerdir. Ploidi seviyesi, kök ucu kromozom sayımı ve stoma incelemeleriyle tanımlanmıştır. Seçilen altı tetraploid hat, dış ortama aktarılmıştır. Tetraploid indüksiyonu için optimum kolhisin uygulaması, 2 saat boyunca %0.04 oranı olmuş, tetraploid bitkilerin kromozom sayısı $2n=4x=56$ olarak kaydedilmiştir. Bütün tetraploid bitkiler, tipik poliploidi özellikleri

göstermişlerdir. Üç elit tetraploid hat, kontrolden daha yüksek uçucu yağ üretkenliğine sahip olmuştur.

Wang ve ark (2013), kavaklarda triploid çeşitlerin ıslahında en dolaysız yaklaşımın, allotetraploidler ile diploidlerin melezlenmesi olduğunu, bununla birlikte, allotetraploid kavakların eksikliğinin bu yaklaşımın uygulanmasını kısıtladığını vurgulamışlar, araştırmalarında zigotik kromozomların kolhisin ve yüksek sıcaklık uygulamaları ile katlanması yoluyla ((*Populus pseudo-simonii* × *P. nigra* ‘Zheyin3’) × *Populus beijingensis*) allotetraploidleri üretmişlerdir. Kolhisin ve yüksek sıcaklık uygulamalarından sırasıyla, 6 ve 25 tetraploid birey elde edilmiştir. Ovüllerin tüyle sarıldığı aşama, en iyi uygulama zamanı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, kolhisin konsantrasyonu, sıcaklık ve yüksek sıcaklığın uygulama süresi önemli bulunmamıştır. Bu da hem kolhisin hem de yüksek sıcaklığın *Populus*'un zigotik kromozom sayısını iki katına çıkararak, tetraploid üretimi için etkili olduğunu göstermiştir. Elde edilen allotetraploidlerin, kavak ıslahında önemli materyaller olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir.

Zahedi ve ark (2014), tıbbi açıdan önemli bileşiklerin üretim potansiyelini arttırmak amacıyla, İran'da nesli tükenmekte olan bir tıbbi bitki *Dracocephalum kotschy* Boiss. D. Kotschy'nin fidelerinin apikal meristemlerine, iki ve dört yapraklı aşamalarda, tetraploidiyi uyarmak için farklı kolhisin konsantrasyonları (%0.05, % 0.10, %0.20 ve %0.50) uygulamışlardır. Sonuçlara göre, *D. kotschy*'de poliploidi uyartımı için %0.5 kolhisin dozu etkili bulunmuştur. Uygulama yapılan bitkilerin morfolojik ve mikroskopik özellikleri incelenerek, tetraploid olarak seçilmiştir. Seçilen bitkiler, flow sitometri analizi ve kromozom sayımı ile doğrulanmıştır. Bu yolla, orjinal diploid bitkinin kromozom sayısının $2n=2x=20$ ve tetraploid bitkininkinin $2n=4x=40$ olduğu da teyit edilmiştir. Tetraploid ve mixoploid bitkilerin, diploid benzerlerininkinden farklı morfolojik, fizyolojik ve mikroskopik özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Flavonoidlerin toplam içeriği, diploidlerde 1583.28'den, stabil tetraploidlerde 1890.07 ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)'ye yükseltilmiştir.

Han ve ark (2016), türler arası melezler ve allopoliploidizasyonun çoğu önemli bitki türünün gelişmesinde katkıda bulunduğunu, son zamanlarda başarılı bir şekilde hıyar (*Cucumis sativus* $2n=2x=24$) ve yabani akrabası *C. hystrix* ($2n=2x=24$)'in türler arası melezleme ve kromozom katlaması ile amfidiploidlerin geliştirildiğini vurgulamışlar, çalışmalarında allotetraploid bitkileri 3 nesil kendilemişlerdir. Bu bitkilerde, kısırlık oranı yüksek olurken, tohum tutumu düşük olmuştur. Düşük tohum tutumunun tanımlanması için, bu bitkilerde mitotik kromozom davranışları floresans *in situ* hibridizasyon yöntemi ile incelenmiş, homolog kromozom eşleşmesi normal, ancak kromozomların eşleşme hızları yavaş olmuş ve iki bitkiye ait kromozomların mayoz bölünmede uyumsuz olmasından kaynaklı, senkronizasyondaki uyumsuzluk sebebi ile düşük canlılık olduğu düşünülmüştür.

Feng ve ark (2016), gül ıslahı için *Rosa multiflora* Thunb. var. *inermis* ve *Rosa roxburghii* f. *normalis*'in iki önemli diploid tür olduğunu, diploid ve tetraploid gül türleri arasında yapılan türler arası melezlerde sterilitenin arttığını, umut verici gen transferinin tetraploid üretimi ve melezlemesi ile mümkün olduğunu vurgulamışlar, çalışmalarında *R. multiflora* ve *R. roxburghii* tohumlarını kolhisin ile kotiledon aşamasındaki tohumları ise kolhisin ve trifluralin ile muamele etmişlerdir. Ayrıca, birçok farklı antimitotik ajan test edilmiştir. Sonuçlar, antimitotik ajanların bitki morfolojisini etkilediğini göstermiştir. *R. multiflora* ve *R. roxburghii*'de 23 adet tetraploid bitki, çimlenen tohumlardan elde edilmiştir. Ancak, fidelere uygulamada, hiçbir bitki elde edilememiştir. En yüksek tetraploid bitki, %25 oranı ile çimlenen *R. multiflora*'dan %0.2 kolhisin dozunda ve 12 saat uygulamasında elde edilmiştir.

Limera ve ark (2016), turp (*Raphanus sativus* L.) Brassicaceae familyasında önemli bir sebze olduğunu, dünyada ve özellikle Doğu Asya'da popüler olduğunu belirtmişler ve kolhisini kendilenmiş 4 turp ıslah hattında ototetraploidi uyartımı için kullanmışlardır. Genç fidelerin apikal meristemine, %0.1, %0.2 ve %0.4 oranında kolhisin içeren dimetil sülfoksit (DMSO) çözümü

uygulamışlardır. Varsayılan tetraploidler için çiçek ölçüleri, bekçi hücrelerdeki kloroplast sayısı, stoma ölçüleri ve stoma yoğunluğu gibi morfolojik özellikler incelenerek, bir ön tarama yapılmıştır. Kloroplast sayısı fazla olan ve stomaları büyük olan bitkiler, kromozom sayımı ve analiz için seçilmişlerdir. Sadece Nau-dy13 genotipinden, %0.1 kolhisin ve %0.2 DMSO kullanılarak, %20 oranında tetraploid uyartımı sağlanmıştır. Kullanılan kolhisin ve DMSO konsantrasyonlarının, "Nau-dy13" fidelerinin apikal meristemine uygulanmasının, turpta poliploidi uyartımı için etkili bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Tetraploid bitkilerin daha büyük çiçeklere, stomaya ve polen taneciklerine sahip olduğu ve kromozom sayısının $4x=36$ olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, tetraploid hatlardaki polen çimlenme oranı (%19.24), diploitlerden (%55.80) daha düşük olmuştur. Mayozu kontrol eden altı genin, MER3/RCK, ATK1, ATK5, DMC1, TTN8 ve MPS1'in ekspresyon seviyeleri, gerçek zamanlı ters transkripsiyon kantitatif PCR (RTqPCR) kullanılarak ölçülmüştür. MPS1 ekspresyonunun, diploid bitkilere kıyasla, ototraploid bitkilerde 0.6 kat daha az ifade edildiği belirlenmiştir. Çalışma ile turpta, tetraploidlerin indüksiyonu için etkili bir yöntem belirlenmiştir. Bu durumun, yeni elit germplazm geliştirirken, ploidi seviyesinin manipülasyonunu kolaylaştıracağı ve turptaki poliploidi mekanizmasının daha fazla analizine olanak sağlayacağı düşünülmüştür.

Cui ve ark (2017), tetraploid *Ziziphus jujuba* Mill. bitkilerini elde etmek için, WPM besin ortamına eklenen 1 mg/L thidiazuron ve 0.3 mg/L IBA içeren ortamlarda, yaprak eksplantlarını 10 ve 20 gün bekletmişlerdir. Daha sonra; 40, 60 ve 80 mg/L dozunda kolhisin içeren aynı ortamın sıvı halinde 24, 48 ve 72 saat süre ile yaprak eksplantlarını muamele etmişler ve en yüksek tetraploid oranını %6.67 ile 10 gün uygulaması ve 60 mg/L kolhisin içeren 72 saatlik uygulamasında gözlemlemişlerdir. Ploidi seviyesi sürgünlerde, flow sitometri ve kromozom sayımı yöntemi ile belirlenmiştir. Ek olarak, stoma sayısı ve yoğunluğu ile yaprak ve sürgün karakterleri, diploid ve tetraploid bireylerde belirlenmiştir. Arazide yapılan

ilk gözlemler, tetraploid bireylerin diploid bireylere göre daha hızlı geliştiğini göstermiştir.

Külahlıoğlu ve Çürük (2017), Faselis F₁ ve Karnaz F₁ patlıcan çeşitlerinde tetraploid elde edilmesi için, 0.5 mg/L 6-Benzil amino purin (BAP) ve 10 g/L sakkaroz ilaveli MS besin ortamına eklenen 2.5 ve 3.75 mM kolhisinde 8, 16 ve 32 saat süre ve 28.8 ve 43.2 mM orizalin içeren ortamlarda 12, 24 ve 26 süre ile bekletme uygulamalarının sonunda, kolhisin içeren ortamlarda herhangi bir katlanma bulamamışken, orizalinin farklı dozları ve sürelerinde, tetraploid bireyler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Podwyszyńska ve ark (2017), elmanın (*Malus × domestica* Borkh) triploidleri ve tetraploidlerinin; yüksek büyüme, daha büyük organlar ve biyotik ve abiyotik strese karşı daha fazla direnç özelliği göstermeleri nedeniyle, ıslah programlarında yaygın olarak kullanıldığını vurgulamışlar ve çalışmalarında, altı çeşidin yaprak ve sürgün eksplantlarını kullanarak, *in vitro* koşullarda poliploidizasyon yöntemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Öncelikle, yapraklardan etkili *in vitro* sürgün rejenerasyon prosedürü optimize edilmiştir. Yaprak rejenerasyon kapasitesi genellikle standart bir uygulama olan, 4.5 µM BA'ya göre, 4.5 µM thidiazuron (TDZ) kullanımı ile sürgün gelişimi ile birlikte artmıştır. Bu nedenle, poliploidizasyon için TDZ kullanımı ile sürgünler elde edilmiştir. Eksplantlar (yapraklar), altı gün boyunca karanlıkta 2.5 µM NAA ve 4.5 µM TDZ ve 18 µM BA veya 0.5 µM İndol bütirik asit (IBA) ve 4.5 µM BA içeren indüksiyon ortamında, bir antimitotik ajan; kolhisin, trifluralin, orizalin veya amiprofos metil (APM) ile muamele edilmişlerdir. Sonrasında, eksplantlar dört hafta boyunca, antimitotik ajanlar olmadan, ortam üzerinde karanlıkta kültüre alınmışlardır. Ardından 8/16 (karanlık/aydınlık) saatlik bir fotoperiyotta, BA içeren sürgün gelişimi ortamında alt kültüre devam edilmiştir. Yaprak eksplantlarından, sırasıyla 'Pinova', 'Redchief' ve 'Sander'den, altı çeşitten üçü için, 58, 38 ve 6 tetraploid bitki elde edilmiştir. Yaprak eksplantları için, yaklaşık %20 olan en yüksek poliploidizasyon oranı, 125 ve 250 mg/L kolhisinde kaydedilmiştir. Sürgün

eksplantları için, sırasıyla 'Co-op 32', 'Free Redstar' ve 'Redchief' için, daha yüksek tetraploid sayıları (13, 26 ve 27) elde edilmiştir. Diğer genotiplerde de birkaç tetraploid gözlemlenmiştir ('Gala Must.', 'Sander' ve 'Pinova'). Sürgün eksplantları için, 10 mg/L APM ile muamelede, %9.8'lik en yüksek poliploidizasyon verimi elde edilmiştir. Ek olarak, miksoploidler, tetraploidlerden üç kat daha fazla oranda tespit edilmiştir.

Çürük ve Dayan (2018) *S. melongena* × *S. torvum* melezlerinin diploidleri ile amfidiploidlerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerlerini belirledikleri çalışmalarında, diploidlerde çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerlerinin %0.23 iken, amfidiploidlerde canlılığın 2.66, çimlenmenin ise %2.17 olduğunu bildirmişlerdir.

Podwyszyńska ve ark (2018), farklı lale çeşitlerinde ('Fringed Black', 'Victor' ve 'Pol-D 32') *in vitro* koşullarda adventif sürgün kültürüne alınan bitkileri, antimitotik ajanlarla (kolhisin 200 mg/L, orizalin 5 mg/L, amiprofos methyl 15 mg/L veya trifluralin 100 mg/L) muameleye tabi tutarak, tetraploid bitki elde etmeyi hedeflenmişlerdir. Kolhisin uygulamasının çok fitotoksik olduğu, uygulamadan sonra ölümlerin %50'ye çıktığı görülmüştür. Üç lale çeşidi arasında homojen poliploid, sadece Fringed Black çeşidinde (28 tetraploid ve 4 oktoploid) elde edilmiştir. Antimitotik ajanlar arasında, en yüksek tetraploid uyartımı, 20 adet ile kolhisinde gerçekleşmiştir. Üç sezon süresince gerçekleştirilen fenotipik gözlemlere göre, çiçeklenme oranı tetraploidlerde, diploidlere nazaran düşük bulunmuş ve çiçeklenme ortalama 6 gün gecikmiştir. Mitotik poliploidizasyon ayrıca, yaprak ve çiçek boylarında negatif etki yapmış; yaprak genişliği %30, tepal genişliği ise %45 oranında küçülmüştür. Polen çimlenmesi tetraploidlerde %6.3 iken, diploidlerde %30.3 olarak belirlenmiştir.

Çeçil ve Çürük (2019) Faselis F₁ patlıcan çeşidini kromozom katlama ajanları ile iki katına çıkarmışlar, katlanmış bireylerde polen canlılığının %97.83'den %86.41'e ve polen çimlenmesinin ise %91.53'den %26.54'e düştüğünü tespit etmişlerdir.

2.3. Bitkilerde Köprü Melez Çalışmaları

Hermesen ve Ramanna (1973), *Solanum bulbocastanum* ($2n=2x=24$)'un patates ıslahı açısından birçok ilgi çekici özelliği üzerinde barındırdığını, ancak kültürü yapılan patates türü olan *Solanum tuberosum* ile doğrudan yapılan melezlemelerin başarılı olmadığını, bu iki tür arasında hem *S. acule* ($2n=4x=48$) hem de *S. phureja* ($2n=2x=24$)'nın köprü tür olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. *S. acule* $\times$ *S. bulbocastum* triploidinin kolhisin yoluyla katlanması sonucu elde edilen heksaploid hibritlerin *S. phureja* ile melezlendiğini, bu üçlü melezlemeden tetraploid veya çok yakın hibritler elde edildiğini rapor eden araştırmacılar, bu üçlü melezlerde muhtemelen tercihi olarak iki genomun *S. acule* ile eşleştiğini, bu durumun *S. bulbocastanum* ile *S. phureja* kromozomlarını crossing over için teşvik etmesi sonucunda oluşturulan üçlü hibritlerin *Solanum tuberosum* ile 2000'den fazla melezleme uygulamasından 40 adet dördü hibrit elde edildiğini kaydetmişlerdir. Dördü hibritler, çok güçlü ve farklı morfolojik karakterlere sahip oldukları gibi, aynı zamanda *Phytophthora*'ya dayanıklılık bakımından öne çıkmış, fertil ve melezlemelerde uyusabilir nitelik sergilemişlerdir. Otuz üç adet hibritten 24'ünün kromozom sayısı 48 olarak belirlenmiş olup; 46, 49 ve hatta 65, 66 ve 72 kromozoma sahip bireyler de tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu dördü hibritlerin çoğunun ana ebeveyn olarak, bir kısmının ise baba ebeveyn olarak melezlenebildiğini bildirmişlerdir.

Dujardin ve Hanna (1984), darı türleri olan *Pennisetum americanum* L. Leeke-napiergrass ve *Pennisetum purpureum* Schum. amfidiploidi ($2n=42$) ile *Pennisetum americanum* $\times$ *Pennisetum squamulatum* Fresen melezini, potansiyel genlerin darıya transferi için melezlemişlerdir. Bu iki türler arası melez, yüksek oranda melezlenebilmiştir. On yedi çift melezden, 200'den fazla birey elde edilmiştir. Bütün çift melezler, hem çiçeklenme hem de vejetatif karakterlerde, büyük oranda morfolojik varyasyon göstermiştir. Kromozom eşleşmesi çoğunlukla bivalent olarak gerçekleşirken, trivalent, quadravalent ve heksavalent olarak kromozom eşleşmesi de olmuştur. Bivalentlerin ayrılması gecikmiş,

multivalentlerde eşit olmayan dağılım ve gecikmeli kromozomlar ve kromotid köprüleri, ana fazda gözlemlenmiştir. Yaklaşık olarak %93 erkek kısır olmasına rağmen, polen boyanabilirliği erkek fertil bireylerde %94'e çıkmıştır. Tohum tutumu açık tozlanma koşullarında, bir çiçekte 0 ile 37 arasında değişmiştir. Apomiktik embriyo oluşumu, *Pennisetum americanum* L. $\times$ *P. squamulatum* baba ebeveyn olarak kullanıldığında gözlemlenmiştir. Bu yeni çift melezin apomiksis genlerinin kontrolü sağlanarak, köprü melez yoluyla gen transferine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir.

Van Raamsdonk ve ark (1995), lalede yapmış oldukları melezleme çalışmasında, *Tulipa batalinii* ile *T. cluslana*'nın *T. linfolia* köprü olarak kullanıldığında melezlenebileceğini, *T. montana*'nın da *T. linfolia* köprü olarak kullanılırsa *T. batalinii* ile melezlenebileceğini tespit etmiştir.

Veremis ve Roberts (1996), domatestede yüksek sıcaklıklarda kırılmayan nematod dayanıklılığının aktarımı için, *Lycopersicon perivianum*'a ait 2 farklı genotip ile köprü hat olarak 3 farklı *L. esculantum*'u melezlemede kullanmışlar ve embriyo kurtarma yapmadan hibrit tohumları elde ettiklerini bildirmişlerdir. Söz konusu hibritler, morfolojik karakterler ve dominant nematod dayanımı (*L. esculantum* homozigot hassas) yönünden doğrulanmıştır.

Diaz ve ark (1996), *Ipomoea* cinsi içindeki *Batatas* kompleksinde türler arası melezlemelerin karmaşık olduğunu, dokuz diploid türün melezlenebilir bulunurken, bir adet diploid (*I. trifida*) ve bir adet tetraploid türde (*I. tiliacea*) ve hem tetraploid ve hem de heksaploid tür olan *I. batatas*'da uyuşmazlık bulunduğunu, uyuşmazlığın papillada ifade edilen çok genle yönetilen sporofitik uyuşmazlık olabileceğini vurgulamışlar ve çalışmalarında 11 tür ve 76 adet kombinasyonda toplam 4162 adet melezleme yapmışlar, 76 kombinasyonda 38 tohum elde etmişlerdir. Araştırmacılar, bitkilerdeki erken ölümlerin embriyo ve endosperm arasındaki uyumsuzluktan olabileceğini düşünmüşlerdir. Çalışmaları, *I. trifida* ve *I. leucantha*'nın, tatlı patates yabancı genlerinin kültür çeşitlerine aktarılmasında, köprü tür olabileceğini ortaya koymuştur.

Khrustaleva ve Kik (1998), *Allium fistulosum*'un soğan ıslahı açısından birçok önemli agronomik karakterleri üzerinde barındırması nedeniyle önemli olduğunu, bununla birlikte *A. fistulosum*'un soğan ıslahında *A. cepa* ile doğrudan melezlemelerde kullanılmasının melezleme bariyerleri sebebi ile problemli olduğunu vurgulamışlar, çalışmalarında köprü melezleme için *A. roylei* türünü kullanılmışlardır. Genomik *in situ* hibridizasyon (GISH) vasıtasıyla, üç türün her birine ait farklı tekrarlayan DNA bölgeleri, türler arası melezlerde görülmüştür. İlk generasyon köprü melezlerde, *A. cepa* $\times$ (*A. fistulosum* $\times$ *A. roylei*)'nin çok renkli GISH boya ları vasıtasıyla metefazda ayrılma ları belirlenmiştir. *A. fistulosum* ile *A. roylei* arasında, geniş oranda rekombinasyon tespit edilmiştir. Yedi adet rekombine kromozom, iki tür arasında gözlemlenmiştir. *A. roylei* yardımıyla, *A. cepa* genomu ile *A. fistulosum* genomunu birleşmiştir. Bununla birlikte, univalentlerin (mayozda bölünme esnasında eşi olmayan tek kromozom) varlığı, zaman zaman üç genom arasında kromozom eşleşmemesinin işareti olarak gözlemlenmiştir. İlk generasyondaki polen canlılığı ve çiçek tozu çim borusu gelişimi, ikinci generasyonların oluşturulabileceği hakkında fikir vermiştir.

Wang ve ark (2002) tarafından karabuğdayda yapılan tür içi ve türler arası melezleme çalışmasında, iki kültür türü olan *Fagopyrum esculentum* ve *F. tataricum*'un birbirleri ile melezlenemezken, her iki türün 2x ve 4x ploidi düzeyine sahip *F. homotropicum* ile melezlenebildiği, *F. homotropicum*'un iki tür arasında köprü ebeveyn olabileceği bildirilmiştir.

Inomata (2003), *Brassica juncea* ve *Diplotaxis virgata* 'yı kullanarak yapmış olduğu cinsler arası melezleme ve ovaryum kültürü ile 3 adet hibrit bitki elde etmiştir. Elde ettiği hibritlerin polen canlılığı, %15.3 olmuştur. Elde ettiği hibritleri kullanarak F2, F3, GM1 ve GM2 populasyonlarını oluşturmuştur. Bu populasyonlardaki bireylerde, kromozom sayılarının değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmalar sonucunda, elde ettiği 36 kromozoma sahip *Brassica juncea* x *Diplotaxis virgata* hibritlerinin, *Brassica* ile *Diplotaxis* arasındaki köprü melezlerde kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Yoon ve Park (2005), Antraknoz hastalığına dayanıklılığın sadece *Capsicum baccatum*'da olması nedeniyle, bu hastalığa dayanımın *C. annuum*'a aktarılmasında türler arası melezlemenin tek yol olduğunu, türler arası melezlerde embriyo aborsiyonu ve hibrit kısırlığının *C. baccatum* ile *C. annuum* arasındaki en büyük engellerden birisi olduğunu, embriyo kültürünün embriyo aborsiyonun olduğu türler arası melezlerde bu engelin aşılmasında en uygun yol olduğunu, ancak *C. baccatum* ile *C. annuum* melezlerinde globular aşamasındaki abarsiyonun bu yöntemin kullanımı sınırlandırdığını, bu iki türle beraber *C. chinense*'nin kullanılarak üçlü hibritlerin oluşturulması ve bu hibritlerden *C. annuum*'a geri melezlerin embriyo kurtarmaya ihtiyaç duyulmadan yapılmasının iyi bir yol olduğunu, ek olarak polen kısırlığının bu üçlü melezlerde tamamen görülmediğini vurgulamışlar, bu nedenle çalışmalarında, bu üçlü melez kullanarak F2'lerde Antraknoza dayanıklılığın dağılımını gözlemlemişlerdir.

Ellialtıoğlu (2010) türler arası melezlemelerdeki tek taraflı uyumsuzluğun sitoplazmik faktörler nedeniyle ortaya çıktığını ifade etmiş, sitoplazmik faktörlerin melezlemelerin çift yönlü (resiprokal) yapılmasını engelleyen çok kuvvetli bir bariyer olduğunu vurgulamıştır. Çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi açısından incelenen genotipler arasında önemli farklar tespit edilmemiş, ancak resiprokal melezlemelerde tek taraflı uyumsuzluk olduğu belirlenmiştir. Tek taraflı uyumsuzluğun ise hücre çekirdeğindeki genlerle bağlantılı olarak sitoplazmik faktörlerin etkisiyle oluşan sitoplazmik çiçek tozu kısırlığı nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Montvid (2011), *Solanum linnaeum* L. × *Solanum incanum* L.'da yaptığı melezleme çalışmasında, elde ettiği F1'lerde, mayozda ilk yıl tetravalent-univalent oranı çok yüksek olurken, bitkinin yaşının artmasıyla birlikte mayozdaki düzensizliklerin azalmış ve ikinci yıl yaptığı melezlemelerde tohumlu meyve elde edebilmiştir.

Zhang ve ark (2012), *Cucurbita* cinsine ait ekonomik olarak önemli olan 3 farklı tür; *C. pepo*, *C. moschata* ve *C. maxima*'yı türler arası melezlemişlerdir.

1999 ve 2011 yılları arasında, farklı tozlanma önlemleri, eşleşme metotları ve seçim yöntemleri ile F1 ve diğer kuşaklardaki erkek kısırlık aşılarak, 9 adet köprü hattı geliştirilmiştir. Ebeveyn genotiplerin ve çevresel faktörlerin, belirli türlerin melez kombinasyonlarındaki uyumsuzluğu üzerindeki dikkate değer etkisine rağmen, aynı türlerde tekrarlayan bir ebeveyn ile bir geri melez veya farklı türlerde bir ebeveyn ile çok yönlü bir melez yapıldığı zaman, bitki ve populasyondaki uyumsuzluk önemli ölçüde azalmıştır. Generasyonlar ilerledikçe, bütün kendilenmiş ve grup içi kendilenmiş hatlarda fertil tohumların yüzdesi belirgin şekilde artmıştır. Dokuz hattan oluşan gelişmiş dört türler arası köprü hat, sadece özel hibridizasyonun normal melez kabiliyetini kazanmakla kalmayıp, sonraki nesillerde ortaya çıkacak uyumsuzluk ve kısırlık problemlerini de ortadan kaldıracak veya bu türlerin sonraki yapılacak melezleme çalışmalarında köprü olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Yermishin ve ark (2014), patatesin diploid yabancı türlerinin birçok değerli karakterleri üzerinde barındırdığını, ancak konvansiyonel melezlemelerde zorluklar olduğunu vurgulamışlar, çalışmalarında diploid ve tetraploid tür olan *S. verrucosum* ile etkili bir melezleme tekniği geliştirmeyi amaçlamışlardır. Diploid türler olan *S. bulbocastanum*, *S. pinnatisectum*, *S. polyadenium*, *S. commersonii* ve *S. circaeifolium* ile tetraploid tür olan *S. verrucosum* arasında, başarılı sonuçlar elde edilmiştir. *S. verrucosum*'un ana ebeveyn olarak kullanımından, zigot oluşumu öncesi bariyerler sebebi ile kaçınılmış ve zigot oluşumu sonrası oluşan olumsuzluklar, meyve ve küçük tohumlardaki aborsiyonları minimize etmek için *S. phureja*, haploid inducer klon Ivp35 olarak kullanılmıştır. Tetraploid *S. verrucosum* ile diploid türler arasında, toplam 4646 hibrit tohum elde edilmiştir. Kurtarma tozlamaları, özellikle *S. pinnatisectum* hibritlerinde tohumları geliştirmiştir. Bu hibritler, normal büyüklüklerde ve yüksek oranda çimlenme kabiliyetlerine sahip olmuştur. Hibritler, düşük erkek üreme kabiliyetine sahip olmuş, ancak ana ebeveyn olarak rahatlıkla *S. tuberosum* ile melezlenebilmiştir. Bir meyve, ortalama 38 adet tohum içermiştir.

Singh ve Nelson (2015), soyada genetik tabanı genişletmek için *G. tomentella* türünü kullanmışlar, kullanılan bazı *G. tomentella* genotipleri kültür türü olan *G. max* genotipleri ile fertil bireyler oluşturmazken, fertil birey oluşturan *G. tomentella* genotiplerinin melezleri ile yapılan hibrit çalışmasında, anter içermeyen fertil bireyler elde edilmiştir.

Wondracek-Lüdke ve ark (2015), yerfıstığının (*Arachis hypogaeae*) tropik ve semi tropik bölgeler için önemli bir bitki olduğunu, yerfıstığının allotetraploidlerinin diploid *A. duranensis* (A genomu) ve *A. ipaensis* (B genomu)'den meydana geldiğini, yerfıstığının kültür çeşitlerini geliştirmeyi amaçlayan bir türler arası melezleme programının başarısının seçilen B genom türünün yerfıstığının B genomuyla homolog olup olmadığına bağlı olduğunu, *Arachis valida*'nın hastalıklara ve zararlılara karşı direnci nedeniyle potansiyel bir köprü türü veya yeni ve farklı allel kaynağı olabilecek bir B genom türü olduğunu vurgulamışlar ve çalışmalarında *A. valida*'nın *Arachis* cinsindeki diğer türüyle melezlenebilirliğini araştırmışlardır. *A. valida* ve *A. gregoryi*, *A. ipaensis*, *A. magna*, *A. valida* ve *A. williamsii* ile sekiz melez kombinasyonda 240 melezleme yapılarak, 60 bakla, 61 meyve ve 24 hibrit birey elde edilmiştir. Morfolojik analizler ve polen varlığı araştırılarak, hibritler doğrulanmıştır. Alınan sonuçlarda, yüksek polen canlılığı, ebeveynler arasındaki yüksek yakınlık ile doğrudan ilişkili olmuştur. Denemede kullanılan bütün türlerin, *A. valida* ile fertil bireyler oluşturduğu ve *A. valida*'nın kullanılan bütün türler için köprü tür olabileceği tespit edilmiştir.

Kwiatek ve ark (2015), moleküler sitogenetik ve moleküler markır kullanarak, *Aegilops tauschii* × *Secale cereale*'den (DDRR, 2n=4x=28) tritikaleye, yaprak pasına karşı dayanıklılığın aktarılmasını çalışmışlardır. Dayanıklılık genlerinin moleküler markırları ve kök meristemlerinin mitotik metafazının hibridizasyon analizi, GM2F2 generasyonundan (*Ae. tauschii* × *S. cereale*) × tritikale hibridlerinin, GM2F5 generasyonuna Lr32 taşıyan kromozom 3D segmentlerinin stabilitesini doğrulamıştır. GM2F4 ve GM2F5 hibritlerinin

mayozunun metafaz 1 safhası esnasında kromozom çifti analizleri, 3D kromozom çiftlerinin düzenli bivalent oluşumunun yükseldiğini ve sonraki nesillerde univalentlerin sayısında azalmayı göstermiştir. Bu sonuçlar, amfidiploid bireylerin köprü olarak kullanılmasında, yabani genotiplerden kültür türlerine genlerin aktarılabilceğini kanıtlamıştır.

Chetelat (2015), *Solanum sitens*'in endemik yabani domates türü olduğunu ve Atamaca çölünde bulunduğunu, tuzluluğa, düşük sıcaklığa, bazı zararlılara dayanıklık, olgunlaşmanın modifiyesi gibi eşsiz karakterler barındırdığını, bununla birlikte güçlü üreme bariyerlerinin bu özelliklerin aktarılmasını engellediğini vurgulamışlar, çalışmalarında embriyo kültürü yardımıyla çok sayıda *Solanum lycopersicum* × *S. sitiens* melezi bitki elde etmişler ve baba ve ana ebveyn olarak fertilité ve uyuşma özellikleri geliştirmişlerdir. Diploid *S. lycopersicum* × *S. sitiens* hibritleri, fonksiyonel olarak erkek kısırdırlar ve güçlü bir şekilde *S. lycopersicum* polenleri ile uyuşmazlık mevcuttur. Kromozom katlaması ile fertil allotetraploidlerin elde edilmiş ve diploid domateslerle melezlenmiştir. Domatese ait polenlerde uyuşmazlık, tetraploidlerde diploitlere göre daha düşük olmuştur. Polen uyum genleri (Uİ1.1 ve Uİ6.1) *S. lycopersicum*'a göre, *S. sitiens*'de allotetraploidler üzerinde etkisiz olmuştur. *S. lycopersicum* × *S. pennelli* hibrit polenleri, tek yönlü uyuşmazlık faktörlerinin aşılması için *S. lycopersicum* × *S. sitiens* hibritlerinde kullanılmıştır. Bu melezle tohum üretimi sağlanmış ve melezlemede uyumlu ve fertil geri melezlerin elde edilmesinde kullanılmıştır. Bu metod, *S. sitiens* ile *S. lycopersicum* arasında gen alışverişi için uygun bir yöntem olarak tespit edilmiştir.

Manzur ve ark (2015), *C. baccatum* ile *C. annuum* arasında güçlü türler arası melez bariyerleri olduğunu belirtmişler ve çalışmalarında *C. baccatum* genomlarının *C. annuum*'a aktarılması için kıyaslamalı iki farklı çalışma yapmışlardır: 1. genetik köprü türlerin kullanılması (*C. chinense*, *C. frutescens*) 2. *C. annuum* ile *C. baccatum* arasında embriyo kurtarma kombinasyonu ile birlikte doğrudan (direkt) melezleme. Çalışmada, bu dört türden 18 farklı hat kullanılmış

(12 adet *C. annuum*, 3 adet *C. baccatum*, 2 *C. chinense* ve 1 adet *C. frutescens*) ve 100'den fazla embriyo kurtarma yapılmıştır. *C. chinense*, *C. annuum* ile *C. baccatum* arasında, iyi bir köprü melez performansı göstermiş ve en iyi performans (*C. baccatum* × *C. chinense*) × *C. annuum* kombinasyonundan elde edilmiştir. *C. frutescens* ise zigot oluşumu öncesi ve sonrası bariyerler sebebi ile düşük performans göstermiştir. Virüs enfeksiyonu benzeri yapılar ve bodurlaşma, *C. chinense* ve *C. frutescens* ana ebeveyn olarak kullanıldığı melezlerde görülmüştür. Emriyo kurtarma, *C. annuum* × *C. baccatum* melezlemesinin, en uygun stratejisi olarak bulunmuştur. Köprü melezlemelerde, ilk geri melezlemelerde, *C. annuum* ana ebeveyn olarak kullanılmıştır. Bu sonuçlar, *C. baccatum*'u kullanan ıslahçılar için faydalı bilgiler olarak sunulmuştur.

Song ve ark (2019), *Aegilops umbellulata* genomunun (U genom) önemli temel genomlardan birisi olduğunu, *Aegiplos* cinsinde gen transferinin *Ae. umbellulata*'dan buğdaya mümkün, ancak kolay olmadığını, *Triticum turgidum*-*Ae. umbellulata* amfidiploidlerinin köprü olabileceğini ve bu engellerin kalkabileceğini vurgulamışlar ve çalışmalarında yedi adet *Triticum turgidum* × *Ae. umbellulata* amfidiploidlerini, spontan olarak kromozomu katlanan F1 hibrit bitkilerden elde etmişlerdir. Yedi çift U genomu, FISH metodu ile belirlenmiş ve içlerinden 1U, 6U ve 7U kromozomları polimorfik olarak belirlenmiş dört adet *Ae. umbellulata* hattından gelmiştir. *T. turgidum* × *Ae. umbellulata* amfidiploidleri, güçlü kardeşlenme kabiliyeti, şeritli pas dayanımı ve tohum büyüklüğü özellikleri gibi, değerli özelliklere sahip olmuştur. Bu materyallerin, *Aegilops*'dan buğdaya gen transferinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

2.4. Anter Kültürü Çalışmaları

Dumas De Vault ve Chambonnet (1982), patlıcan anter kültüründe haploid ve diploid bitkilerin yüksek oranda üretimini sağlayan yeni gelişmeleri sunmuşlardır. Çalışmalarında, +35°C'de karanlıkta inkübe edilen anterlerden gelen bitkilerin üretiminin, *in vitro* kültürün ilk 8 gününde +25°C'de kültüre alınan

anterlerle karşılaştırıldığında, önemli ölçüde arttığını tespit etmişlerdir (sırasıyla her 100 anterde 12.0 ve 3.4 bitki, farklı kültür ortamlarında alınan veriler). Bazı 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ve Kinetin konsantrasyonlarında, sıcaklık uygulamasının anterden bitkiye dönüşümü artırdığı belirlenmiştir. En iyi sonuçlar, +35°C'de 8 gün, 0.01 mg/L 2,4-D ve kinetin uygulamasından elde edilmiştir. Her 100 kültüre alınan anterlerden, 25-30 adet bitki oluşumu gerçekleşmiştir. Kültürden 12 gün sonra oksin içermeyen ve 0.1 mg/L kinetin içeren yeni besin ortamının kullanılması gerekliliği vurgulanmıştır. Anterden elde edilen bitkilerin %15-50'sinin diploid olduğu bildirilmiştir. Ancak, ilk kültür ortamında sadece 2,4-D yerine, Indol-3-asetik asit (IAA) kullanımı ile haploid bitkiler elde edilebilmiştir.

Matsubara ve ark (1992), biber ve patlıcan anterlerinde haploid bitkilerin üretimi için, etkili metodları araştırmışlardır. Tek çekirdekli mikrospor aşamasında alınan anterleri, farklı 2,4-D ve kinetin dozları içeren MS ortamında kültüre almışlar ve daha sonra yüksek ve düşük sıcaklığa maruz bırakmışlardır. Anterlerden oluşan embriyoidler ve kalluslardan adventif sürgünler gözlemlenmiş, oluşan bitkiler MS ortamına aktarılmıştır. Sonuç olarak; 0.1-1 mg/L 2,4-D ve kinetin içeren MS ortamında 35°C'de 24 saat bekletilen anterlerden, en yüksek oranda kallus ve embriyoid elde edildiği, ancak düşük sıcaklık uygulamasının (5°C'de 24 veya 48 saat) etkili olmadığı bildirilmiştir. Kalluslardan oluşan adventif sürgün ve embriyoidlerin regenerasyonu gerçekleşince, hormonsuz MS ortamı veya 1 mg/L kinetin veya 0.05 mg/L NAA içeren MS ortamına transfer gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin, %0.8 agar ve %5-8 şeker içeren MS ortamında güçlü geliştiği tespit edilmiştir. En yüksek kallus yüzdesi 0.2 mg/L 2,4-D+0.1 mg/L kinetin ve 0.1 mg/L 2,4 D+0.1 mg/L kinetin içeren MS ortamlarından elde edilmiştir.

Miyoshi (1996), patlıcanda mikrospor kültürlerinden, morfogenez kallusları başarılı bir şekilde elde etmiştir. Mikrosporların başlangıç kültürleri olarak yüksek sıcaklık (35°C'de 3 gün) koşullarında, sakkaroz içermeyen ortamların, kallus indüksiyonu için ön koşul olduğu belirlenmiştir. Mikrosporlar, %2 sakkaroz ve

fitohormonlar (0.5 mg/L NAA + 0.5 mg/L BA) içeren ortamda karanlıkta tekrar kültürden 4 hafta sonra, mikrosporlardan türetilen küçük kalluslardan sürgün rejenerasyonu için 4 mg/L Zeatin+0.2 mg/L IAA içeren MS ortamına aktarılmışlardır. Rasgele seçilen 12 rejenerantın ploidi düzeyi, kök uçlarındaki kromozom sayımları ile değerlendirilmiştir. Bunlardan sadece bir tanesi haploid, 7'si diploid, 3'ü triploid ve biri tetraploid olmuştur.

Rotino (1996), patlıcanda haploid bitki üretimine yol açan doğal partenogenesis olmadığını bildirmiştir. Rotino (1996), Raina ve Iyer (1973)'in bitkilerde anter kültürü ile bitki regenerasyonu gerçekleştirdiğini, Isouard ve ark (1979)'nın, patlıcanda ilk haploid bitkiyi elde etmeyi başardığını, Dumas De Vaulx ve Chambonnet (1982)'in, patlıcanda anter kültüründe yüksek sıcaklık uygulamasının (35°C) bitki oranını artırdığını tespit ettiklerini belirtmiştir.

Ellialtıoğlu (2000), *in vitro* kültüre alınan genç anterlerden haploidlerin başarıyla oluşturulmasının, ilk kez 1964 yılında *Datura stramonium* bitkisinde Guha ve Maheswari tarafından gerçekleştirildiğini bildirmiştir. Bourgin ve Nitsch'in 1967 yılında tütün bitkisinde anter kültür yoluyla haploid embriyolar elde etmesinden sonra, özellikle ekonomik önemi fazla olan tahıllar, sebzeler ve şeker pancarı başta olmak üzere günümüze kadar, pek çok bitki türünde anter kültürü yoluyla haploid elde edilmesi üzerinde pek çok çalışmanın yapıldığını ve familyaya ait bitki türünde *in vitro* androgenesis tekniğinden başarılı sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir. Anter kültüründe başarıyı etkileyen faktörlerin; genotip, donör bitkinin yetiştirme koşulları, anterlerin gelişme koşulları, anterlere yapılan ön uygulamalar, besin ortamının bileşimi ve yapısı ve inkübasyon koşulları olduğunu bildirmiştir.

Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz (2000), Kemer patlıcan çeşidinde tomurcuklara uygulanan soğuk şoku ve besin ortamına ilave edilen aktif kömürün, anterlerdeki içsel absisik asit (ABA) miktarı üzerine etkilerini incelemişler, uygulanan soğuk şokları (+4°C'de 80 saat ve +9°C'de 9 gün) ve aktif kömürün (%0.1, 1 ve 2), patlıcan anterlerindeki ABA miktarını azaltırken, embriyogenesise olumlu etki yapmadığını ve embriyoların sadece kontrol ortamlarından elde edildiğini rapor

etmişlerdir. Ayrıca, anterlerdeki ABA miktarının az veya çok olmasının, anter kültüründeki başarı üzerinde tek başına etkili bir faktör olmadığı da ifade edilmiştir. Benzer şekilde, Karakullukçu (1991)'nin patlıcanda yaptığı anter kültürü çalışmasında da, özellikle başlangıçtaki globüler oluşumlardan çoğunun gelişimleri sonradan bloke olmuş, bazıları kök oluşturmuş, ancak sürgün ucu vermemiştir.

Rizza ve ark (2002), patlıcan ve *Solanum aethiopicum* (Gilo) arasında, somatik hibritlerin anter kültürlerinden dihaploid bitkiler elde etmişlerdir. Anter kültürü uygulaması, Rotino (1996)'ya göre yapılmıştır. Anterler; C3 (3 mg/L Kinetin+1 mg/L IAA), C6 (5 mg/L Kinetin+5 mg/L NAA), C9 (1 mg/L Zeatin+3 mg/L NAA) ve C12 (0.5 mg/L TDZ+0.1 mg/L Zeatin+0.5 mg/L IAA) ortamlarında 35°C'de 8 gün bekletilmişlerdir. Daha sonra kültürler, 25°C'de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık koşullara alınmışlar, 4 gün sonra ise anterler 0.1 mg/L sitokinin içeren regenerasyon ortamına aktarılmışlardır. Anterlerde embriyo oluşumu gözlemlendiğinde, V3 ortamına transfer edilmişlerdir. Gelişen androgenik kalluslar ise 0.5 mg/L Zeatin, 0.3 mg/L Kinetin ve 0.1 mg/L BAP içeren MS ortamına alınmışlardır. Dihaploidlerin androgenik kökenleri; flow sitometri, kloroplast sayımı, izoenzim ve moleküler analizler ile (ISSR ve RAPD) belirlenmiştir. Çalışmada, bitkilerin önemli ölçüde morfolojik çeşitlilik gösterdiği belirlenmiştir. Dihaploid androgenik bitkilerde polen canlılığı, somatik hibritlere göre, önemli ölçüde azalmıştır. Ancak, dihaploidlerin büyük bir kısmı, partenokarpik meyveler üretmiştir. *S. aethiopicum* ve somatik hibritler, *Fusarium oxysporum* f sp. *melongenae*'a tam direnç göstermiştir. İnoküle edilen 41 dihaploiddan 34'ü belirti göstermemiştir. Geliştirilen androgenik bitkilerin, patlıcana direnç kazandırmak için önemli bir kaynak sunabileceği ifade edilmiştir.

Kumar ve ark (2003), üç patlıcan (*S. melongena*) F1 melezinin genç anterlerini, 2,4-D, BA, NAA (0.5, 1.0, 2.0 mg/L) gibi çeşitli büyüme regülatörleri içeren MS ortamında ve GD ortamında (Gresshoff ve Doys, 1972) kallus indüksiyonu için kültüre almışlardır. Anterlerin, polen gelişimi aşamasını

asetonkarmin boyaması ile test etmişlerdir. Genç izole tomurcuklar, soğukta 2-3 saat ön işleme tabi tutulmuşlardır. Bu tomurcuklara %0.1 civa klorür (HgCl_2) ile 3 dakika boyunca yüzey sterilizasyonu yapılmış ve steril su ile üç kez durulanmıştır. Anterler, MS ortamında olduğu gibi GD ortamında da aseptik olarak kültüre alınmışlardır. Kültürler, başlangıçta 20-30 gün boyunca karanlıkta $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de inkübe edilmiş ve kallus gelişimi başladıktan sonra, tüm kültürler 16 saatlik ışık periyoduna aktarılmıştır. Her bir uygulama için, 5 bitkiden en az 200 anter kültüre alınmıştır. İnkübasyondan dört hafta sonra, kalluslar gözlemlenmiştir. Kültürlerde dört hafta sonunda, kallus indüksiyonu sıklığı tespit edilmiştir. Kallus indüksiyonu, rejenerasyona yanıt veren anterlerin sayısı ile kültürlenен toplam anter sayısı arasındaki oran ile hesaplanmıştır. Anter kültüründen gelişmiş bitkiler küçük saksılara, sonrasında ise (20-30 gün) seraya aktarılmışlardır.

Taşkın (2005), üç defa kendilenmiş düşük sıcaklığa tolerant olarak belirlenen A71, A269, A313 no'lu biber genotipleri ile orta derecede tolerant olarak belirlenen A109 no'lu biber genotipi ve duyarlı olarak belirlenen A74 no'lu biber genotipi olmak üzere beş farklı biber genotipini, en yüksek embriyo uyartımı ve bitkiye dönüşümün belirlenmesi amacıyla, dört farklı kültür ortamında, farklı zamanlarda kültüre almışlardır. Ayrıca, kültüre alınan ortamlarda gelişmesini tamamlayamayan embriyolar, 10 gün süresince 0.5 mg/L absisik asit içeren besin ortamına alınarak, absisik asitin embriyo olgunlaşmasına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacı, gerek embriyo oluşumunun gerekse oluşan embriyoların bitkiye dönüşümünün genotiplere, anter alma dönemlerine ve besin ortamlarına göre değiştiğini tespit etmiştir. Genotipler arasında en yüksek embriyo verimi, soğuğa tolerant olarak belirlenen 269 no'lu genotipinden elde edilmiştir. Anter alma dönemlerinden ise en başarılı sonuçlar, Nisan ve Mayıs aylarında kaydedilmiştir. Besin ortamları arasında ise III no'lu besin ortamı (MS+30 g/L sakkaroz+%0.25 aktif kömür+15 mg/L AgNO_3 +4 mg/L NAA+1 mg/L BAP) ve IV no'lu besin ortamından (modifiye edilmiş MS+30 g/L sakkaroz+%0.25 aktif kömür+15 mg/L AgNO_3 +4 mg/L NAA+0.1 mg/L BAP) diğer ortamlara göre, daha

fazla sayıda embriyo elde edilmiştir. Olgunlaşmamış embriyolara absisik asit uygulamasından, olumlu sonuç alınamamıştır. Bitkiye dönüşüm, hormonsuz MS ortamına alınan olgun embriyolardan sağlanmıştır.

Başay (2006), patlıcanda yaz döneminde yetiştirilen bitkilerden temin edilen tomurcuklarla yapılan anter kültüründe, başarının çok daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Anter kültürü uygulanan çeşitler ve hattın içerisinde en iyi cevabı, %14.2 oranında embriyo oluşumu ve %5.3 oranında da bitki oluşumu ile “25” no’lu çeşit vermiştir. Anter kültüründen haploid bitkiler elde edildikten sonra, bitkileri dihaploid hale getirmek amacıyla iki farklı kolhisin dozu (%0.5 ve %1) ve 2 farklı uygulama süresi (1 saat, 2 saat) denenmiştir. Uygulamalar içerisinde en iyi sonucu, %0.5 kolhisin+2 saat veya %1 kolhisin+1 saat kombinasyonları vermiştir. Diploid hale getirilen bitkilerde, kromozom sayımı yapılmış ve seraya alınan bitkilerden 2006 yılında tohum alınmıştır.

Khatun ve ark (2006), patlıcanda anter kültürü protokolünü araştırdıkları çalışmalarında, 6 kültür çeşidini (Dohazari, IPM 31, Laffa S, Ishurdi L, ISD-006 ve Jessore L) MS besin ortamında farklı büyümeyi düzenleyici dozlarında (2 mg/L NAA+2 mg/L BAP, 1 mg/L IAA+2 mg/L BAP ve 2 mg/L 2.4-D+2 mg/L BAP) kallus oluşumu için test etmişlerdir. En yüksek canlı anter (%35) ve en fazla kallus gelişimi (%30); ISD-006 çeşidinde, 2 mg/L NAA+2 mg/L BAP içeren MS ortamında elde edilmiştir. En erken kallus oluşumu, ISD-006 çeşidinde, 2 mg/L 2.4-D+2 mg/L BAP içeren MS ortamında (27.25 gün) gerçekleşmiştir. Patlıcan anterlerinden elde edilen kalluslar, sürgün gelişimi için farklı oksin ve sitokonin kombinasyon ve konsantrasyonları içeren MS besin ortamına aktarılmışlar, ancak sürgün elde edilememiştir. Kalluslarda, kök yapıları gözlemlenmiştir. Kök yapılarının farklı parametreleri arasında, ISD-006 en iyi sonucu vermiş, bunu Jessore L çeşidi izlemiştir. Ortamlar arasında, 2 mg/L NAA+2 mg/L BAP ve 2.5 mg/L NAA+2 mg/L BAP içeren MS ortamları en iyi performansı göstermiştir.

Supena ve ark (2006), Endonezya acı biberinde (*C. annuum* L.), dihaploid üretim yöntemi oluşturmak için, farklı anter ve mikrospor kültür sistemlerini

incelemişlerdir. Çalışmada, shed-mikrospor protokolü geliştirilmiş ve daha önce bildirilen biber haploid üretim yöntemlerinden daha iyi performans alınmıştır. Protokolün kritik faktörleri belirlenmiştir. Bunlar araştırmacılar tarafından, %50'den fazla geç tek hücreli mikrospor çiçek tomurcuğu seçimi, tomurcukların 1 gün süresince 4°C'de ön muamele edilmesi, bunu müteakiben 9°C'de 1 hafta boyunca çift katmanlı sistemde kültür yapılması ve daha sonra 28°C'de sürekli karanlıkta bekletilmesi, katı ortam alt katta %1 aktif kömür ile birlikte Nitsch bileşenleri ve %2 maltoz ve sıvı üst tabakada 2.5 µM Zeatin ve 5 µM IAA içermesi olarak belirtilmiştir. Acılık testi yapılan on biber genotipinin tamamının, bu protokole tepki gösterdiği tespit edilmiştir. En iyi genotiplerin, çiçek tomurcuğu başına dört ile yedi bitki ürettiği belirlenmiştir. Çalışma ile bu protokolün, acı biber yetiştiriciliği için iki misli haploid bitki üretmek amacıyla, potansiyel bir araç olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Alpsoy ve Şeniz (2007) 1994-1999 yılları arasında yürüttükleri çalışmada, farklı pathcan çeşitlerinin farklı kültür ortamlarında, anter gelişimlerini araştırmışlardır. Çalışmalarında, 1994 yılındaki ön araştırmalarda kullanılan anterlerden %30'luk ortalama bir kallus oluşumu elde etmişler, ancak haploid embriyo gelişimi olmamıştır. Sonrasında, 1995 yılındaki denemelerde; Pala, Kemer, Topan ve Aydın Siyahı çeşitlerinin anterleri, 25°C'lik bir sıcaklık ve 16 saat aydınlık fotoperiyod koşullarında, 4 farklı büyüme düzenleyici kombinasyonu içeren besin ortamlarında kültüre alınmışlardır. Pala, Kemer, Topan ve Aydın Siyahı çeşitlerinden sırasıyla; %15.12, %20.00, %24.00 ve %26.42 toplam kallus oluşum oranları elde edilmiştir. Araştırmacılar, 1996'da yapılan denemelerinde ise Kemer ve Baluroi ve Urfa Yerlisi pathcan çeşitlerini kullanmışlar, kallus oluşum oranları, %5.56'dan %49.98'e kadar değişmiş, embriyo oluşumu da gözlemlenmiştir. Haploid embriyoidler ve bitkiler Kemer ve Urfa Yerlisi çeşitlerinden elde edilmiştir. Kemer, Baluroi ve Urfa Yerlisi çeşitlerinin anterleri, 4 mg/L NAA+1 mg/L Kinetin içeren MS ortamında ve 5 mg/L 2,4-D+5 mg/L kinetin içeren C ortamında kültüre alınmışlardır. Kültürler, inkübatörde 24°C'de ilk 8 gün

için karanlık koşullar altında tutulmuşlar ve daha sonra 16 saatlik bir gün uzunluğunda 25°C'ye transfer edilmişlerdir. Embriyolar C ve MS ortamında, Urfa Yerlisi'nde sırasıyla %3.67 ve %2.05 oranlarında kaydedilmiştir. Embriyoların, aynı kültür koşulları altında, 1998'de yapılan denemelerde de oluştuğu belirlenmiştir. Embriyo oluşum oranlarının MS ortamında Adana çeşidinde %1.58, Leila çeşidinde C ve MS ortamında sırasıyla %2.72 ve %2.63 oranında olduğu kaydedilmiştir. Tüm bu embriyoların bitkiye dönüşümleri gerçekleşmiştir.

ZhiQiang ve ark (2009), Xi'an patlıcan çeşidinin anter kültüründe, optimum kültür koşullarının oluşturulması için farklı hormonlar, karbon kaynakları, amino asitler ve gümüş nitrat (AgNO_3)'ın kallus oranına etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak; ortamda tek bir hormon kullanıldığında kallus oranı neredeyse sıfır, oksin ve sitokininin ortamda eşzamanlı olarak kullanılması durumunda, toplam kallus oranı ve merkezi anterin kallus oranının %18.0 ve %4.0'ün üzerinde olduğu; optimum besin ortamının, 0.2 mg/L 2,4-D+1.0 mg/L NAA+0.25 mg/L Kinetin (KT) olduğu; ortamda %2 sakkaroz kullanıldığında toplam kallus oranının %57.14, merkezi anterde %2 sakkaroz ve %6.5 glikoz kullanıldığında merkezi anterin kallus oranının %12'nin üstünde olduğu; amino asitler ve AgNO_3 ilave edilen uygulamalarda merkezi anterin kallus oranının kontrolden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Xi'an 23 patlıcan çeşidinin anter ve kallus oranını iyileştirmek için en uygun ortamının, 0.2 mg/L 2,4-D + 1.0 mg/L NAA + 0.25 mg/L KT + %2 sakkaroz + 100 mg/L Serin içeren MS olduğu bulunmuştur.

Bal ve ark (2009), patlıcanda (*S. melongena* L.) tütün mikrospor embriyogenesisini indüklemek için kullanılan bir protokol değişikliğini test etmişlerdir. Tütünde kullanılan protokolde tek çekirdekli mikrosporların, mannitol içeren "B" ortamında 33°C'de altı gün süreyle tutulduğunu, daha sonra geliştirilmesi için maltoz içeren AT3 ortamına aktarıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, B ortamında, önceden kültürlenmiş Bambino patlıcan çeşidinin geç tek çekirdekli ve iki-çekirdekli mikrosporlarını iki gün boyunca sırasıyla +4°C, 25°C ve 33°C'de inkübe etmişlerdir. Ön-muamelelerden sonra, mikrospor kültürlerini,

0.25 M maltoz içeren AT3 ortamına aktarmışlar ve karanlıkta 25°C'de muhafaza etmişlerdir. Bir ve iki hafta sonra çekirdeğin 4',6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) boyaması ile simetrik bölünme ve çok çekirdekli yapıların varlığını kontrol etmişlerdir. Çekirdeğin ve çok çekirdekli yapıların simetrik bölünmesini, yalnızca iki gün 33°C'de ön-muamele edilmiş tek-çekirdekli mikrosporlarda gözlemlemişlerdir. Bu koşullar altında çok çekirdekli yapıların sıklığını, %19.4 olarak belirlemişlerdir. Patlıcanın, simetrik bölünme ve çok çekirdekli yapıların üretiminde, değiştirilmiş tütün protokolüne tepki verdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçların, patlıcanda tütün mikrospor embriyogenesis yönteminin tamamına adaptasyonu için bir temel olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Başay ve ark (2010), altı adet yerli ve yabancı patlıcan çeşidi ve iki yabancı türde, anter kültürü yoluyla haploid embriyo elde etmişlerdir. Yabancı *S. torvum* ve *S. sodomium* türlerinde, anter kültüründe başarılı sonuçlar alınamamıştır. Bonica F₁ çeşidi ise %14.29 oranında bitki oluşumuyla, en yüksek performansı göstermiştir. Ankara koşullarında önceki yıllarda çok fazla denenilen, ancak embriyo elde edilemeyen, Aydın Siyahı çeşidinden Yalova ekolojisinde %1.25 oranında da olsa ilk kez haploid bitki elde edilmiş olması; genotip etkisinin yanı sıra donör bitkinin yetiştirme koşullarının, anter kültüründen alınan sonucu etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermiştir.

Sundar ve Jawahar (2010), *Datura stramonium* L.'un anter kültüründen doğrudan gametik embriyogenesis için etkili bir protokol araştırmışlardır. MS besin ortamına, farklı konsantrasyonlarında 2,4-D (2.26-18.08 µm/L) ve 13.32 µm/L BAP'ın kombinasyonlarına 3 mL/L CW (hindistan cevizi suyu) ilave etmişlerdir. En fazla gametik embriyo, 9.04 µm/L 2,4-D içeren, MS besin ortamından elde edilmiştir. Daha yüksek olgunlaşma sıklığı ve embriyolardan bitki rejenerasyonu, 3 mL/L CW ilavesiyle 9.04 µm/L 2,4-D ve 13.32 µm/L BAP içeren ortamdan alınmıştır.

Swamynathan ve ark (2010), büyük oval meyvesi ve tıbbi özelliği nedeniyle yetiştirilen tarımda önemli bir bitki olan *S. melongena*'nın (Thengaithittu çeşidinin)

in vitro rejenerasyonunu tespit etmişlerdir. Olgun tohumların embriyoları, kotiledon ve sürgün eksplantları farklı konsantrasyonlarda NAA, Kinetin, 2,4-D, Thidiazuron ve BAP kombinasyonları eklenmiş MS ortamına aktarılmışlardır. Kotiledon kültürlerinin, sadece NAA (10.6 mg/L) ilave edilmiş ortamda kallus üretimi için oldukça verimli olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, embriyo eksplant kültürleri, kallus üretiminde NAA (8.0 mg/L) ve Kinetin (0.1 mg/L) içeren MS ortamında embriyogenesise iyi tepki vermiştir. Sürgün kültürüne tepkinin ise düşük olduğu tespit edilmiştir. NAA varlığında, embriyo ve kotiledon kültürlerinden sırasıyla, %40 ve %80 oranında yanıt alınmıştır. 2,4-D içeren ortamlarda (%45), embriyo kültürlerine verilen tepkinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Kotiledon eksplantları, 2,4-D ve NAA (%75) varlığında, benzer şekilde yanıt vermişlerdir. Embriyo gelişimi, iki ay içerisinde, NAA (8.0 mg/L) ve Kinetin (0.1 mg/L) içeren aynı ortamda gerçekleşmiş ve toplamda 85 embriyonun geliştiği bildirilmiştir. Kotiledon eksplantlardan oluşan kallus kültürlerinde, tek başına yüksek konsantrasyonda NAA (10.6 mg/L) varlığında, toplam 65 embriyo oluşmuştur. Kotiledon, embriyo ve sürgün eksplantlarından oluşan embriyolar, çimlenme için hormonsuz ortama alınmış, 3-4 hafta sonra rejenerasyona uğramış bitkiler seraya başarıyla aktarılmışlardır.

Salas ve ark (2011), anter kültürünün androgenik haploidler ve katlanmış diploidler elde etmek için kullanılan yaygın bir teknik olduğunu, benzer şekilde patlıcanda (*S. melongena*) bu tekniğin bazı ticari çeşitlerin F1 hibrit tohumlarını üretmek için katlanmış diploid (DH) saf hatlar geliştirilmesi amacıyla kullanıldığını, ancak bilinen patlıcan ve ilgili türlerin farklı materyalleri arasında bu faydalı uygulamanın varyasyonlarının kapsamlı bir çalışmadan yoksun olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında, *S. melongena*'nın androjenik tepkilerini araştırmışlardır. Aynı koşullar altında, her genotipten anterleri kültüre almışlar ve kallus, embriyo ve bitki üretme yeteneklerinin yanı sıra, üretilen embriyoların orjinleri ve kalitelerini tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda, araştırılan 12 genotipten 11'inin somatik kallus ürettiği, embriyo kalitesi, embriyo oluşturma

sıklığı ve bitki çimlenmesi açısından farklı sonuçlar elde edildiği tespit edilmiştir. Elde edilen embriyolardan, 5 tanesi mikrospor kökenli olmuştur. Anter kültüründen oluşan embriyolar, ilk olarak haploid olmuş ve sonrasında dihaploid hale getirilmiştir. Kültürün belirlenmiş bir periyodundan sonra, ploidi seviyesi SSR markırlarıyla doğrulanmıştır.

Başay ve ark (2011), yaz döneminde yetiştirilen patlıcanlardan elde edilen tomurcuklarla kurulan anter kültürü çalışmasında, embriyo oluşumunun daha yüksek olduğunu ileri sürmüşlerdir. "25" kodlu çeşidin, %14.2 ve %5.3 oranları ile embriyo ve bitki oluşum oranları açısından, anter kültürü yapılan çeşitler arasında en iyi yanıt verdiği bildirilmiştir. Anter kültürü ile haploid bitkiler elde edildikten sonra, *in vitro* koşullar altında, dihaploid bitkiler elde etmek amacı ile 1 saat veya 2 saat süresince, %0.5 ve %1 konsantrasyonlarda kolhisin uygulaması yapılmıştır. En iyi sonuçlar, 2 saat süreyle %0.5 kolhisin ve 1 saat süreyle %1 kolhisin uygulamasından edilmiştir. Dihaploid bitkilerde kromozom sayımları yapılmış ve bu bitkilerden tohumlar alınmıştır.

Gudeva ve Trajkova (2012), biber anter kültüründe embriyogenesinin indüklenmesi için etkili teknolojilerin geliştirilmesi, steril ortamdaki bitkilerin sera koşullarına adaptasyonu ve aklimatizasyonu ve plastik tünel koşullarında elde edilen androgenetik biber hatlarının ıslah süreçlerini belirlemeye çalışmışlardır. Biber genotiplerinin anterleri, 0.01 mg/L Kinetin+0.01 mg/L 2,4-D içeren CP ortamında 35°C'de 8 gün karanlık koşullarda inkübe edilmiş, 4 gün sonra 0.01 mg/L Kinetin içeren R ortamında 25°C 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlık koşulları sağlanmıştır. Genç sürgünler görüldüğünde, V3 ortamına aktarma gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, 19 biber genotipinden, 12'sinin anter kültüründe embriyo oluşumu için potansiyel olduğu belirlenmiştir.

Salas ve ark (2012), anter kültürünün etkinliği ile ilgili patlıcanın çiçek biyolojisini incelemişler, anter kültürü için en uygun çiçeklenme aşaması seçimi ve uygun tomurcuklanma ve anter seçiminde heterostilinin etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, 12 farklı genotipte, embriyogenesis indüksiyonuna

en duyarlı aşamalar olan vakuolat mikrosporlar ve genç iki hücreli polenlerle zenginleştirilmiş tomurcukları ve anterleri tanımlamak için morfolojik kriterleri (tomurcuk büyüklüklerini) belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, bu mikrospor/polen evreleri içeren anterler, sıvı ortamda izole edildiğinde ve kültüre alındığında tepkisel olmuşlar, bu evreleri içeren anterlerin kültürü ise başarılı olmamıştır. Bunun yerine, çoğunlukla genç ve orta mikrosporları içeren genç anterler, daha uygun olmuştur. Patlıcan anter duvarları analiz edilmiş ve anter duvarı kalınlığının indüklenabilir mikrosporların üzerindeki etkileri azalttığı tespit edilmiştir. Genç anterlerin kültürünün, daha genç mikrosporun indüklenabilir aşamaları bulmalarına izin vereceği düşünülmüştür. Ayrıca, heterositol bir çeşit olan Cristal'de bulunan kısa ve uzun boylu stile sahip tomurcukların, embriyogenik tepkisi analiz edilmiştir. Farklı stil uzunluklarına sahip tomurcukların ve anterlerin aynı miktarda embriyo ürettiği ve anter kültürü için de aynı derecede faydalı olduğunu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların pratikte uygulanmasının, yalnızca bu çeşitlerde anter kültürü için değil, aynı zamanda kalın anter duvarlı ve heterositol olan diğer çeşitler için de verimliliği artırabileceği düşünülmüştür.

Başay ve Ellialtıoğlu (2013), bazı patlıcan (*S. melongena* L.) çeşitlerinin androgenesis kapasitesini ve yüksek haploid embriyo oluşturma yeteneğine sahip daha duyarlı genotiplerle melezlenmesiyle, düşük duyarlılığa sahip genotiplerde androgenesis oluşumunu etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Yeşilimsi-sarı anterleri içeren çiçek tomurcukları, petallerin görünür olmadığı bir çiçek boyutuna eş değer zaman olarak düşünülen, tek çekirdekli mikrosporun son aşamasında iken toplanmışlardır. Anterler 8 gün 35°C'de karanlıkta tutulduktan sonra, 12 saat ışık periyodunda 25°C'de 4 gün C besin ortamında inkübe edilmişlerdir. Daha sonra 30 g/L sakkaroz ve 0.1 mg/L kinetin içeren katı R ortamına transfer edilmişlerdir. Çalışmanın ilk kısmında, bitki materyali olarak Topan, Halep Karası ve Teorem F₁ çeşitleri ve *Verticillium dahliae* Kleb.'e toleranslı 2 ıslah hattı [Vd-1 ve Vd-2 (LS 2346)] kullanılmıştır. Topan ve Halep Karası'ndan sırasıyla %4.16 ve %2.63 oranında haploid embriyolar elde edilmiştir. Topan ve Halep Karası patlıcan

çeşitlerinin anter kültürüne yanıtları, Teorem F₁ çeşidi ve Vd-1 ve Vd-2 hatlarına göre daha iyi olmuştur. Anter kültürüne cevaplarından dolayı, Topan ve Halep Karası çeşitleri ebeveyn olarak kullanılmışlardır. Bu çeşitler, diğer 3 genotip (Teorem F₁, Vd-1 ve Vd-2) ile resiprokal bir şekilde melezlenmiştir. Hibritler arasında 28 gametik embriyogenesis, sadece Topan × Teorem F₁ ve Teorem F₁ × Topan kombinasyonlarından elde edilmiştir (sırasıyla %0.87 ve %2.57). Haploid embriyoların gelişimi ve bitki oluşumları sırasıyla, %0.69 ve %2.57 oranında olmuştur. Sonuçlara göre, patlıcanda androgenesisin güçlü bir şekilde genotiplere bağlı olduğu vurgulanmıştır. Bu melezleme tekniklerinin, haploid embriyo oluşturamayacak genotiplerde, haploid embriyogenesis etkinliğini arttırmada kullanılabileceği bildirilmiştir.

Vural ve ark (2019), Türkiye’de yapılan patlıcan androgenesis çalışmalarında genotipin önemli olduğunu ve farklı çalışmalarda Kemer, Prelane F₁, Halep Karası, Baluroi F₁, Kemer, Urfa Yerlisi, Adana, Barbentane, Leila, Phaselis, Amadeo, Yamula, Karabaş F₁, A117 F₁, Anamur F₁ ve Darko F₁ çeşit ve genotiplerinde düşük veya yüksek oranlarda haploid ve/veya dihaploid embriyo ve bireylerin elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, bitkinin yetiştirilme koşullarının yanı sıra, kültürün yapıldığı mevsim ve laboratuvara göre başarının değiştiğini bildirmişlerdir. En uygun koşullar, gece sıcaklığının 15-20°C, gündüz ise 21-30°C olduğu mevsimler olarak tanımlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOD

Çalışma 2013-2019 yılları arasında Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü (Erdemli, Mersin) seraları, arazileri ve laboratuvarlarında yürütölmüştür.

3.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Tayvan'daki Dünya Sebze Gen Merkezi (AVRDC)'nden ve Türkiye'den temin edilen *Solanum melongena* türüne ait 7 genotip, *Solanum torvum* türüne ait 5 genotip, *S. aethiopicum* türüne ait 6 genotip ve *S. americanum* türüne ait 4 genotip kullanılmıştır (Çizelge 3.1, Şekil 3.1-3.4). Patlıcan anaçlarının dihaplodizasyon olanaklarının araştırılması ile ilgili çalışmada ise bitkisel materyal olarak, Köksal F₁ ve AGR 703.1 F₁ patlıcan anaçları kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan genotiplere ait bilgiler

Genotip-Çeşit	Enstitü Kodu
<i>S. melongena</i>	
Aydın Siyahı	Sm2
Topan 374	Sm1
S00388	Sm35
VI042032-A	Sm38
S00625	Sm36
S00809	Sm37
VI055295	Sm18
<i>S. torvum</i>	
S00429	St42
VI054895	St17
VI055486	St16
SW	St5
S00852	St16
<i>S. americanum</i>	
S00861	Sa32
S00865	Sa33
S00269	Sa30
S00859	Sa31
<i>S. aethiopicum</i>	
VI050329	Sae24

VI050355	Sae25
VI050367	Sae26
VI050371	Sae27
VI050380	Sae28
VI050391	Sae29
S00830	Sae45

Çalışmada kullanılan tüm genotiplerle ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda sunulmuştur:

***S. melongena* genotipleri**

Sm2: Ülkemizde yetiştirilen, uzun meyve tipinde, meyve ucu hafif şişkin, mor meyve rengine sahip standart bir çeşittir. Dik büyüme tipine sahip yapraklarında, tüylülük azdır. Meyvesi koyu mor renkli ve uzundur.

Sm1: Ülkemizde yetiştirilen, meyve şekli topak, koyu meyve rengine sahip bir çeşittir. Meyve eni, meyve boyuna yakın büyüklüktedir. Dik büyüme eğilimindedir. Yapraklarında tüylülük orta düzeydedir.

Sm18: Tayvan'daki Dünya Sebze Gen Merkezi'nden temin edilmiş bir genotiptir. Meyve rengi ticari olumda açık yeşil renkte olup, meyvede ağılı yapı mevcuttur. Kendileme ile meyve tutumunda, meyve tutum oranı düşüktür. Tayvan'da Dünya Gen Merkezi'ne alım tarihinde *S. torvum* olarak temin edilmesine rağmen, sonrasında *S. melongena* türüne ait olduğu belirlenmiştir.

Sm35: Dünya Sebze Gen Merkezi'nden temin edilmiştir. Güney Afrika'da bulunan Mofale çeşidinden elde edilmiştir. Yarı yayvan şekilde büyümektedir. Kısa ve şişman meyve tipinde, açık mor meyve rengine sahiptir.

Sm36: Dünya Sebze Gen Merkezi'nden temin edilmiştir. Dik şekilde büyümektedir. Ticari olgunlukta yeşil meyve rengine sahip olup, meyvede ağılı yapı vardır. Meyve uzunluğu yaklaşık 15 cm, genişliği ise 4 cm'dir.

Sm37: Dünya Sebze Gen Merkezi'nden temin edilmiştir. Yarı yayvan şekilde büyümektedir. Bir çiçeklenmedeki çiçek sayısı 3'dür ve meyveleri ticari olgunlukta yeşil renkte ve ağılı yapıdadır. Meyve şekli yuvarlak olup, meyve olukludur.

Sm38: Dünya Sebze Gen Merkezi'nden temin edilmiştir. Dik şekilde büyümektedir. Ticari olgunlukta meyve rengi süt beyazı ve açık mor karışımıdır. Meyvede desenlilik yoktur.

***S. torvum* genotipleri**

Deneme kullanılan bütün *S. torvum* genotipleri, morfolojik açıdan birbirine benzerdir. *S. torvum* beyaz renkli çiçek taç yapraklarına sahip olup, bileşik salkım şeklinde çiçeklenme göstermektedir. Küçük yeşil meyveleri olup, fizyolojik olumda meyve rengi sarıya dönmektedir. Yapraklarında ve gövdelerinde diken, yapraklarda az oranda tüylülük mevcuttur.

***S. aethiopicum* genotipleri**

Sae24: *S. aethiopicum*, Kumba gruba ait bir genotiptir. Yaprakları açık yeşil renkte, çiçekleri beyaz renkli, basit salkım şeklinde çiçek yapısına sahip olup, bir salkımda 6-7 çiçek mevcuttur. Meyveleri ticari olgunlukta yeşil, fizyolojik olumda kırmızı renktedir. Meyve renk dağılımı, uniformdur. Meyve şekli, basıktır.

Sae25: *S. aethiopicum*, Gilo gruba ait bir genotiptir. Yaprakları yeşil renkte, dikensiz ve orta derecede tüylüdür. Bir çiçeklenmedeki çiçek sayısı 3'dür. Meyveleri ticari olgunlukta süt beyazı ve açık yeşil, fizyolojik olumda koyu turuncu renktedir. Meyve boyu, eninden biraz uzundur.

Sae26: *S. aethiopicum*, Gilo gruba ait bir genotiptir. Yaprakları yeşil, dikensiz ve orta derecede tüylüdür. Bir çiçeklenmedeki çiçek sayısı 2'dir. Meyveleri ticari olgunlukta süt beyazı ve açık yeşil, fizyolojik olumda koyu turuncu renktedir. Meyve boyu, eninden biraz uzundur.

Sae27: *S. aethiopicum*, Gilo gruba ait bir genotiptir. Yaprakları yeşil renkli, dikensiz ve orta derecede tüylüdür. Bir çiçeklenmedeki çiçek sayısı 3'dür. Meyveleri ticari olgunlukta süt beyaz ve açık yeşil, fizyolojik olumda koyu turuncu renktedir. Meyve boyu, eninden az uzundur.

Sae28: *S. aethiopicum*'a ait bir genotiptir. Yaprakları yeşil renkli, dikensiz ve tüsüzdür. Her çiçeklenmedeki çiçek sayısı 5,5'dir. Meyve uzunluğu, genişliğinden

küçüktür. Meyve yuvarlak ve oluksuzdur. Meyveleri ticari olgunlukta yeşil, fizyolojik olumda kırmızı renktedir.

Sae29: *S. aethiopicum*, Kumba gruba ait bir genotiptir. Yaprakları yeşil, dikensiz ve orta derecede tüylüdür. Bir çiçeklenmedeki çiçek sayısı 4'dür. Meyve eni, boyundan daha uzundur. Meyveleri ticari olgunlukta süt beyazı iken, fizyolojik olumda ateş kırmızısı renktedir.

Sae45: *S. aethiopicum*, Aculeatum gruba ait bir genotiptir. Yaprakları koyu yeşil, çiçekleri beyaz renkli olup, basit salkım şeklinde çiçek yapısında, her salkımda 6-7 çiçeğe sahiptir. Bitki gövdesi ve yapraklarında dikenlilik vardır. Meyveleri ticari olgunlukta koyu yeşil ve yeşil, fizyolojik olumda kırmızı renktedir. Meyve şekli basıktır.

***S. americanum* genotipleri**

Sa30: Dikensiz bodur büyüyen, küçük yapraklara sahip bir bitkidir. İt üzümü grubundandır. Çiçekleri ise beyaz renkli, basit salkım şeklindedir. Meyveleri en fazla 1 cm çapında, fizyolojik olumda mor meyve rengine sahiptir.

Sa31: Dikensiz bodur büyüyen, küçük yapraklara sahip bir bitkidir. İt üzümü grubundandır. Çiçekleri ise beyaz renkli, basit salkım şeklindedir. Meyveleri en fazla 1 cm çapında, fizyolojik olumda mor meyve rengine sahiptir.

Sa32: Dikensiz bodur büyüyen, küçük yapraklara sahip bir bitkidir. İt üzümü grubundandır. Çiçekleri ise beyaz renkli, basit salkım şeklindedir. Meyveleri en fazla 1 cm çapında, fizyolojik olumda mor meyve rengine sahiptir.

Sa33: Dikensiz, bodur büyüyen küçük yapraklara sahip bir bitkidir. İt üzümü grubundandır. Çiçekleri ise beyaz renkli, basit salkım şeklindedir. Meyveleri en fazla 1 cm çapında, fizyolojik olumda mor meyve rengine sahiptir.

Patlıcan Anaçları

Köksal F₁: *S. melongena* × *S. incanum* hibriti bir anaçtır. Çok güçlü bitki yapısına sahip olup, sera koşullarında 2 metreye kadar boylanabilmektedir. Çiçekleri salkım şeklinde, mor rene sahiptir. Bitkide ve yaprakta dikenlilik mevcuttur.

AGR 703.1 F₁: *S. melongena* × *S. aethiopicum* melezi bir çeşittir. Basit salkım yapısına sahip çiçekleri vardır. Çiçek rengi beyazdır. Gövde rengi mor olup, gövde ve yapraklarında dikenlilik mevcuttur. Kendine uyumsuz bir çeşittir.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan *S. melongena* genotipleri; Sm36 (A), Sm38 (B), Sm1(C), Sm35 (D), Sm37 (E), Sm18 (F), Sm2 (G)



Şekil 3.2. *S. aethiopicum* genotipleri; Sae26 (A), Sae29 (B), Sae45 (C), Sae25 (D), Sae27 (E), Sae24 (F)



Şekil 3.3. *S. torvum* türüne ait çiçek ve meyve görüntüsü



Şekil 3.4. *S. americanum* genotipleri; Sa32 (A), Sa31 (B), Sa30 (C), Sa33 (D)

3.2. Metod

3.2.1 Fertil *S. melongena* × *S. torvum* Populasyonlarının Oluşturulması

Farklı *S. melongena* ile *S. torvum* genotipleri kullanılarak, *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinde kromozom katlaması yaparak ve *S. melongena* ile *S. torvum* arasında farklı türleri köprü olarak kullanarak fertil *S. melongena* × *S. torvum* populasyonu oluşturulma durumları belirlenmiştir.

3.2.1.1 *S. melongena* × *S. torvum* Kombinasyonlarında Melezlemeler ve Fertilite Durumlarının Belirlenmesi

S. melongena × *S. torvum* diallel melez kombinasyonu olarak, toplam 70 adet melezleme yapılmış, meyve tutumu sağlanan kombinasyonlarda embriyo kurtarma ile hibrit bireyler elde edilmiştir. Bu hibrit bireylerde, çiçek tozu canlılık ve çimlenme testleri yapılarak, fertilite durumları belirlenmiştir. Çiçek tozu canlı olan kombinasyonlarda, kendileme ve her iki ebeveynde diallel geri melezlemeler yapılmıştır.

3.2.1.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Denemelerde kullanılan tüm bitkilerin tohumları, 1:2 (h:h) oranında karıştırılmış torf ve perlit ortamları içeren viyollere ekilmişlerdir. Fide dönemi süresince, fideler 4-5 gerçek yapraklı oluncaya kadar besin elementi takviye edilmiş su ile sulanıp beslenerek seraya veya açık araziye dikilmişlerdir. Bitkilerin asıl yerlerindeki besleme işlemleri, toprak analizi sonuçlarına göre yapılmıştır.

3.2.1.3. Kendileme ve Melezlemelerin Yapılması

Kendileme için kullanılan çiçek tomurcukları açılmadan, yani antesisten bir gün önce, beyaz pamuklu bez keselerle izole edilmişlerdir. Melezlemeler için ise anterleri uzaklaştırılan çiçek tomurcukları yine kapatılmışlardır. Hem kendileme hemde melezlemelerde, ertesi gün antesis aşamasında, melezlemeler için baba ebeveynden, kendilemeler için ise aynı çiçeğin anterinden pens yardımı ile alınan

polenler, dişicik tepesine sũrũlerek tozlanmış ve yine kese ile kapatılarak, meyve tutumu aşamasına kadar izole edilmiştir. Tozlananın hemen ardından, kendilenmiş ve melezlenmiş çiçeklere etiket takılarak işaretlenmiştir. Tozlama esnasında, her çiçekten sonra pens ve eller saf etil alkol ile dezenfekte edilerek, polenler uzaklaştırılmıştır.

3.2.1.4. Embriyo Kurtarma Çalışmaları

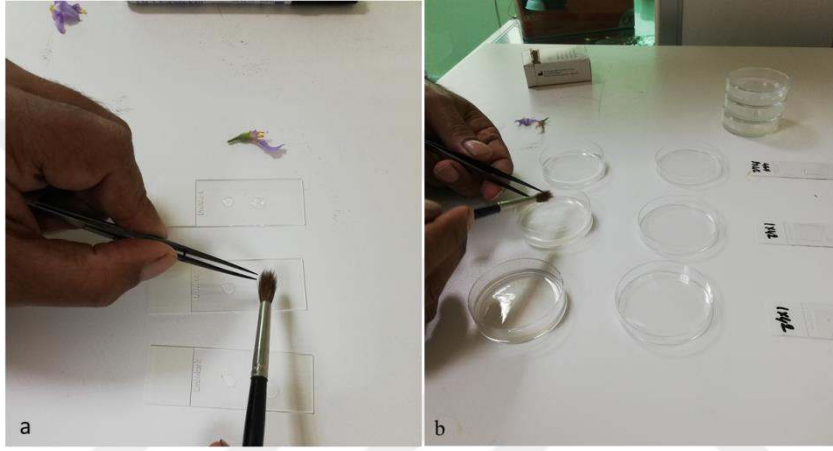
Çalışmada hızlı yol alabilmek ve dũllenme sonrası oluşabilecek embriyo dejenerasyonlarından kaçılabilmek için, kendileme ve melezleme tarihinden 25 gũn sonra veya daha sonraki gũnlerde embriyo kurtarma yapılmıştır (şekil 3.5). Melezleme ve kendilemeden elde edilen meyveler, %15'lik NaOH özeltisi içerinde 15 dakika bekletilerek, meyve içerisindeki tohum taslaklarında oluşan embriyolar; 0.05 mg/L NAA, 0.5 mg/L Giberellik asit (GA_3), ve 15 mg/L $AgNO_3$, 30 g/L sakkaroz, %0.25 aktif kũmũr ve 8 g/L agar içeren MS besin ortamına ekilmişlerdir. Embriyolar çimlenerek, ilk gerçek yapraklarını oluşturduğunda 30 g/L sakkaroz ve 8 g/L agar ilave edilen MS ortamı içeren cam tũplere dikilmişlerdir. Bu ortamda yeterince gelişen bitkiler dış koşullara aktarılarak, seralar veya açık arazi koşullarında yetiştirilmiştir.



şekil 3.5. Embriyo kurtama çalışmalarından gũrũntũler

3.2.1.5. Çiçek Tozu Canlılığı Belirleme

Çiçek tozu canlılığı, Tetrazolium (TTC) testi ile yapılmıştır (Şekil 3.6). Çiçek tozu sayımları ekimden yaklaşık 4-5 saat sonra yapılmış, koyu kırmızı ve kırmızı boyanan çiçek tozları canlı, açık kırmızı ve pembe boyananlar yarı canlı ve hiç boyanmayanlar cansız olarak kabul edilmiştir (Eti, 1991).



Şekil 3.6. Çiçek tozu canlılık (a), Çiçek tozu çimlenme çalışmaları (b)

3.2.1.6. Çiçek Tozu Çimlenme Yeteneği Belirleme

Abak ve ark (1993)'nın yapmış olduğu çalışmada, patlıcan polenlerinin çimlenmesi için tespit ettikleri en uygun ortam olan; %1 agar + %12 sakkaroz + 300 ppm Borik asit (H_3BO_3) + 300 ppm Kalsiyum Nitrat ($Ca(NO_3)_2$) kullanılmıştır. Hazırlanan ortamlar üzerine ekilen polenler, 25°C'de 20 saat bekletildikten sonra, ışık mikroskopunda sayımları yapılmıştır. Çiçek tozu çimlendirme testinde, her genotip için iki petri kutusu hazırlanarak tesadüfi seçilen dört alanda sayım yapıp, çiçek tozu çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir (Şekil 3.6).

3.2.2. İndüklenmiş Tetraploidi Yardımıyla Fertil *S. melongena* × *S. torvum* Populasyonlarının Oluşturulması

Yedi farklı melez kombinasyonundan elde edilen meyvelerden, embriyo kurtarma yardımıyla F1 bireyler elde edilmiştir. *In vivo* kolhisin uygulaması için bu bireyler dış ortama aktarılırken, *in vitro* uygulamalarda dış ortama transfer edilmeden kolhisin uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Tetraploid elde edilen kombinasyonlarda, tekrar diploid bitkilerin oluşturulması için, anter kültürü ve mikrospor kültürü denenmiştir (Çizelge 3. 2).

Çizelge 3.2. Kromozom katlamada kullanılan *S. melongena* × *S. torvum* kombinasyonları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn
Sm1	St5
Sm2	St42
Sm18	St23
Sm35	St5
Sm36	St42
Sm37	St17
Sm38	St5

3.2.2.1. *In vivo* Kromozom Katlama Uygulamaları

In vivo kolhisin uygulamasında, saksılara dikilen melez bitkilerin büyüme ucu budanmış ve yaprak koltuklarından sürgünlerin büyümesi uyarılmıştır. Sürgünler 2 cm uzunluğuna geldiğinde (%0.5-1), kolhisin içeren pamuklar, sürgün ucuna sarılarak alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Bir ve iki saat sonra bu pamuklar yerinden çıkarılarak, sürgün ucu saf su ile yıkanmıştır (Ellialtıoğlu ve ark, 2006).

3.2.2.2. *In vitro* Kromozom Katlama Uygulamaları

In vitro uygulamalarda, embriyo kurtarma sonrası ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan bitkiler, kolhisin çözeltisinde 1 ve 2 saat sürelerde bekletilmişlerdir. Kolhisin çözeltisi, 1-2 damla Tween 20 eklenen distile su kullanılarak 2 farklı dozda (%0.5-1) hazırlanmıştır. Sterilizasyonu ise otaklav

yardımıyla steril edilen soğuk sterilizasyon ünitesinde, steril koşullarda 0.45 ve 0.22 μm gözenek çapında membran filtreler yardımıyla yapılmıştır (Kim ve ark, 2008). Doz sabit tutularak bir sonraki uygulamada süreler, 2 ve 4 saat olarak ayarlanmıştır. (Şekil 3.7). Kültürdeki bitkicikler uygulamalar sonrasında, %0.03 sakkaroz içeren MS besin ortamına dikilmişlerdir.



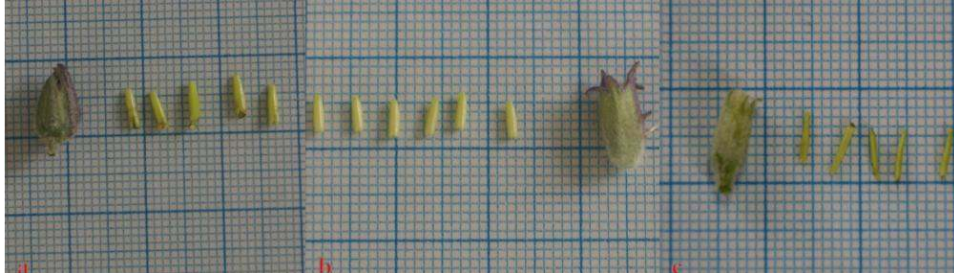
Şekil 3.7. *In vitro* kromozom katlama çalışmaları

3.2.2.3. Ploidi Düzeyi Belirleme

Ploidi düzeyi belirleme, Sysmex marka Cystain UV Precise P kiti kullanılarak yapılmıştır. Genç yapraklardan alınan yaprak örnekleri, 0.4 mL buffer içeren petri kaplarına yerleştirilerek, bir jilet yardımıyla ince ince doğranmışlardır. Örnekler 167 μm çapındaki naylon filtrelerle, 3.5 mL tüp içerisine süzölmüş, üzerine 1.6 mL DAPI florosan boyası içeren çözeltiden eklenmiştir. Örnekler, oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiş ve sonrasında Partec marka Flow sitometri cihazında analiz edilmiştir. Analiz sırasında kontrol olarak, *S. melongena* ve *S. torvum*'a ait diploid örnekler kullanılmıştır.

3.2.2.4. Anter Kültürü Çalışmaları

Anter kültürü için, uygun safhadaki (I. mitoz bölünmenin başladığı, yani mikrosporların tek çekirdekli aşamanın sonunda veya iki çekirdekli aşamanın başında olduğu safhadaki) (Karakullukcu ve Abak, 1993) tomurcuklar bitkilerden toplanarak (Şekil 3.8), doku kültürü laboratuvarında steril kabinde %15'lik sodyum hipoklorit (NaOH) çözeltisi içerisinde 15 dakika bekletilerek ve sonrasında en az 3 defa steril saf su ile durulanarak dezenfekte edilmişlerdir. Sonrasında yine steril kabinde pens ve bisturi yardımıyla, tomurcuklardan çıkarılan anterler (filamentlerin tamamen uzaklaştırılmış olmasına dikkat edilmiştir), önceden hazırlanmış ve otoklavda 121°C sıcaklık ve 1.2 atmosfer basınçta 15 dakika sterilizasyona tabi tutulmuş ve 6 cm çapa sahip petrilere dökülmüş besin ortamına (Çizelge 3.3) dikilmişlerdir. Kullanılan alet ve ekipmanların ve besin ortamının da sterilizasyonu, otoklavda 121°C sıcaklık ve 1.2 atmosfer basınçta 15 dakika süresince yapılmıştır (Başay ve Ellialtıoğlu, 2013).



Şekil 3.8. Tek mikrospor aşamasındaki AGR 703 F₁ (a), Köksal F₁ (b) ve tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* melezinin (c) tomurcuk görüntüleri

Çizelge 3.3. Çalışmada anter kültüründe kullanılan besin ortamları ve inkübasyon koşulları

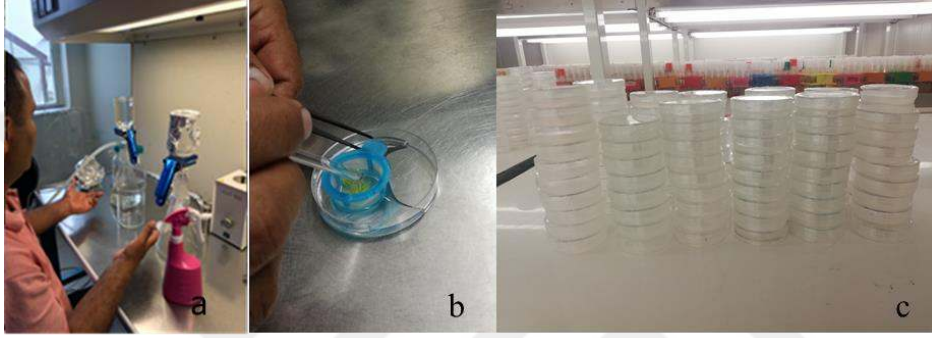
Ortam Adı	Ortam Bileşenleri	Uygulamalar
Ortam 1	DDV-C 23.3 µM kinetin 26.8 µM NAA 120 g/L sakkaroz 9 g/L DDV-R	35°C'de 8 gün ön uygulama ve 12. günde DDV-R ortamına aktarma. 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullarına aktarma
Ortam 2	MS 0.1 mg/L Kinetin 0.1 mg/L 2,4 D 30 g sakkaroz	25 C 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşullarına aktarma
Ortam 3	CP (CLC/Ipomoea) 3 mg/L Kinetin 3 mg/L 2.4-D 3 mg/L Vitamin B12 1 mg/L CaNO ₃ 1 mg/L AgNO ₃ 1 mg/L Vitamin C 1000 µL Fe-EDTA 120 g/L sakkaroz 10 g/L agar	40 C'de 72 saat inkübasyon 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık koşullara aktarma

3.2.2.5. Mikrospor Kültürü Çalışmaları

Mikrospor kültürü için, besin ortamlarına tüm kimyasallar eklendikten sonra, hacim distile saf su ile 1000 mL'ye tamamlanmış ve 121°C sıcaklık ve 1.2 atmosfer basınçta 1 saat sterilize edilen soğuk sterilizasyon sisteminde steril ortamlarda, önce 0.45 µm sonrada 0.20 µm çapındaki filtre membranları yardımıyla süzülerek sterilize edilmiştir. Sterilize edilen besin ortamı, steril koşullarda +4°C'de kullanılıncaya kadar saklanmıştır (Şekil 3.9).

Her bir uygulama için, uygun aşama olan tek çekirdekli mikrosporları içeren 50 tomurcuk kullanılmıştır. Bu tomurcuklar, steril koşullarda çiçeklerden ayrılarak, cam baget yardımıyla B5 besin ortamı içeren 70 µm çapa sahip eleklerin içinde ezilmişler ve mikrosporların ortamlara geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen süspansiyon 40 µm çapındaki elekler yardımıyla süzülerek, büyük parçacıklar uzaklaştırılmıştır. Daha sonra elde edilen bu süspansiyona 3 devam ortamı eklenmiş ve 850 rpm hızında santrifüj edilerek anter duvarı ve diğer somatik hücre

parçacıkları uzaklaştırılarak, mikrospor pelletleri elde edilmiştir. Mikrospor pelleti üzerine devam ortamı eklenerek, 6 cm çapındaki petrilere dağıtılmıştır. Bu petrilere daha sonra parafilm ile sarılarak 3 gün süre ile 35°C karanlık koşullarda inkübasyona tabi tutulmuştur. Sonrasında ise 25°C sıcaklıkta, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyod koşullarında bekletilmişlerdir (Corral-Martínez ve Seguí-Simarro, 2014)



Şekil 3.9. Mikrospor kültürü için besin ortamlarının sterilizasyonu (a), mikrosporların izolasyonu (b) ve mikrospor denemesinden (c) bir görünüş

3.2.3. Köprü Melezleme Çalışmaları

S. melongena ile *S. torvum* arasında gen alışverişini sağlayabilmek için, *S. americanum* ve *S. aethiopicum* türleri *S. melongena* ve *S. torvum* ile melezlenmiştir. Elde edilen *S. melongena* × *S. aethiopicum* diallel hibritleri *S. torvum* ile melezlenerek, tutum gerçekleşen meyvelerde 24. günden itibaren, embriyo kurtarma yöntemiyle üçlü hibritler elde edilmiştir. Elde edilen üçlü hibritlerde tohum çimlenme ve canlılık testleri yapılarak, fertilité durumları belirlenmiştir.

3.2.4. Patlıcan Anaçlarında Anter Kültürü Yardımıyla Dihaplodizasyon

Çalışmanın ikinci kısmında ise Türkiye’de ticareti yapılan patlıcan F1 anaçlarında, anter kültürü yardımıyla saf hatların elde edilme olanakları

araştırılmıştır. Bu amaçla, Köksal F₁ ve AGR 703.1 F₁ patlıcan anaçları kullanılmıştır. Ayrıca bu patlıcan anaçlarında kendilemeler yapılarak, klasik yolla saf hatların elde edilme olanakları araştırılmıştır. Kendileme sonucu meyve tutumu gerçekleşen Köksal F₁ anacından elde edilen F₂ ve F₃ bireylerinde, Uluslararası Bitki Genetik Kaynakları Araştırma Enstitüsü (IPGRI) (Anonim, 1990) deskriptörü yardımıyla, morfolojik karakterizasyon yapılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Morfolojik karakterizasyonda kullanılan IPGRI deskriptörü

1. Fide: Hipokotil rengi		15. Meyvede eğrilik	
Yeşil	1	Tamamen düz	1
Açık mor	3	Hafif eğilmiş	3
Mor	5	Eğilmiş	5
2. Fide: kotiledon uzunluk boy oranı		Yılan tipi	7
Çok düşük (<2.0)	1	Orak tipi	8
Düşük (~2.2)	3	U tipi	9
Orta (~2.5)	5	16. Meyvede olukluluk	
Yüksek (~3.5)	7	Yuvarlak oluk yok	1
Çok yüksek (>5.0)	9	Eliptik oluk yok	3
3. Bitki büyüme tipi		Birkaç oluk	5
Dik	1	Çok oluk	7
Orta	3	Düzensiz	9
Yayvan	5	17. Meyve biçimi (Meyvedeki en geniş yerin konumu)	
4. Yaprak ayası uzunluğu		Meyve sapına yakın çeyrekte	1
Kısa (~10)	1	Ortada	3
Orta (~20)	3	Meyve ucuna yakın çeyrekte	5
Uzun (~30)	5	18. Meyve ucu şekli	
5. Yaprak ayası genişliği		Sivri	1
Kısa (~5)	1	Düz	3
Orta (~10)	3	Bastırılmış	5
Uzun (~15)	5	19. Ticari olgunlukta meyve rengi	
6. Yaprak ayası lobluluğu		Yeşil	1
Çok zayıf	1	Süt beyazı	2
Zayıf	3	Derin sarı	3
Orta	5	Ateş kırmızısı	4
Güçlü	7	Koyu kırmızı	5
Çok güçlü	9	Lila grisi	6
7. Yaprak ucu açısı		Mor	7
Çok dar (<15°)	1	Mor siyah	8
Dar (~45°)	3	Siyah	9
Orta (~75°)	5	20. Ticari olgunlukta meyve rengi dağılımı	

Geniş (~110°)	7	Uniform	1
Çok geniş (>160°)	9	Benekli	3
8. Yaprakta dikenlilik (adet)		Ağlı	5
Yok	0	Çizgili	7
Çok az (1-2)	1	21. Fizyolojik olgunlukta meyve rengi	
Az (3-5)	3	Yeşil	1
Orta (6-10)	5	Koyu sarı	2
Fazla (11-20)	7	Turuncu sarı	3
Çok fazla (>20)	9	Koyu turuncu	4
9. Yaprakta tüylülük (adet)		Ateş kırmızısı	5
Çok az (<20)	1	Gelincik kırmızısı	6
Az (20-50)	3	Koyu kırmızı	7
Orta (50-100)	5	Açık kahverengi	8
Fazla (100-200)	7	Siyah	9
Çok fazla (>200)	9	22. Meyve eti yoğunluğu	
10. Her salkımdaki çiçek sayısı		Çok gevşek	1
11. Korolla rengi		Gevşek	3
Yeşilimsi beyaz	1	Orta	5
Beyaz	3	Yoğun	7
Soluk mor	5	Çok yoğun	9
Açık mor	7	23. Göreceli meyve kaliks oranı	
Koyu mor	9	Çok kısa (%<10)	1
12. Meyve uzunluğu (kaliksten meyve ucuna kadar)		Kısa (%~20cm)	3
Çok kısa (~1cm)	1	Orta (%~50cm)	5
Kısa (~2cm)	3	Uzun (%~70cm)	7
Orta (~5cm)	5	Çok uzun (%>75cm)	9
Uzun (~10cm)	7	24. Kalikte dikenlilik	
Çok uzun (>20cm)	9	Yok (%~2cm)	0
13. Meyve genişliği		Çok az (%~2cm)	1
Çok küçük (>1cm)	1	Az (%~2cm)	3
Küçük (~2cm)	3	Orta (%~2cm)	5
Orta (~3cm)	5	Fazla (%~2cm)	7
Geniş (~5cm)	7	Çok fazla (%~2cm)	9
Çok geniş (>10cm)	9	25. Bitkide meyve pozisyonu	
14. Meyve en boy oranı		Dik	1
Genişliği daha fazla	1	Yarı Dik	3
Eşit	3	Yatay	5
Hafifçe uzun	5	Yarı eğik	7
İki kat uzun	7	Eğik	9
Üç kat uzun	8		
Çok uzun	9		

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fertil *S. melongena* × *S. torvum* Populasyonlarının Oluşturulması

4.1.1. *S. melongena* × *S. torvum* Kombinasyonlarında Melezlemeler ve Fertilite

Durumlarının Belirlenmesi

Çalışma süresince, toplam 35 adet *S. melongena* × *S. torvum* melez kombinasyonunda melezleme yapılmıştır. Yapılan melezlemelerde meyve tutum oranı, %60-96 arasında değişmiştir. Embriyo kurtarma yöntemi ile 33 kombinasyonda melez bireyler elde edilirken, Sm35 kodlu *S. melongena* ile St16 ve St17 kodlu *S. torvum* melezlemelerinden embriyo oluşumu öncesi tohum dejenerasyonu sebebi ile herhangi bir birey elde edilememiştir. Melezleme sonucu oluşan meyvelerden fizyolojik olumda alınan tohumlardan *in vivo* koşullarda yapılan ekimlerde, herhangi bir çimlenme ve bitki oluşumu gözlemlenmemiştir. *In vitro* koşullarda yapılan ekimlerde ise bitki elde edilmesi mümkün olmuştur. Çizelge 4.1’de *S. melongena* × *S. torvum* melez sayıları ve tutma oranları sunulmuştur.

Jaiki ve Chin (2007), *S. melongena* ile *S. torvum* arasında yaptıkları melezleme çalışmalarında, *S. torvum* polenlerinin çimlenme ve polen tüpü gelişimi açısından *S. melongena* pistillerinde herhangi bir engelleme ile karşılaşmadığını ve normal döllenmenin gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Plazas ve ark (2016) tarafından patlıcanın yabani akrabaları olan birincil ve ikincil gen havuzları türleri kullanılarak yapılan melezlemelerde, meyve tutumu ve tohum bağlama gerçekleşirken, 3. gen havuzlarından sadece *S. torvum* ile yapılan melezlemelerde meyve tutumu gerçekleşmiş ve bu meyvelerden embriyo kurtarma ile bitki elde edilebilmiştir. Yücel ve ark (2017) *S. melongena* ’ya ait kültür çeşitleri olan Aydın Siyahı ve Kemer ile *S. torvum* arasında yapılan resiprokal melezlemelerde, Aydın Siyahı × *S. torvum* ve Kemer × *S. torvum* melezlemelerine *in vitro* koşullarda embriyo kurtarma tekniği uygulayarak, sağlıklı bitki elde edebildiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Bletsos ve ark (1998) tarafından

patlıcanda kültür çeşitleri ile yabani türler arasında yapılan melezlemelerde, sadece “Langada” × *S. torvum* melezinden F1 hibrit bitkiler elde edilebilmiştir.

Çizelge 4.1. *S. melongena* × *S. torvum* melez sayıları ve tutma oranları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı (adet)	Tutan meyve sayısı (adet)	Yüzde meyve tutum oranları (%)
Sm1	St5	25	22	88.00
	St16	25	20	80.00
	St17	25	21	84.00
	St23	25	23	92.00
	St42	25	24	96.00
Sm2	St5	25	21	84.00
	St16	25	23	92.00
	St17	25	18	72.00
	St23	25	19	76.00
	St42	25	24	96.00
Sm18	St5	25	23	92.00
	St16	25	21	84.00
	St17	25	22	88.00
	St23	25	20	80.00
	St42	25	24	96.00
Sm35	St5	25	23	92.00
	St16	25	16	64.00
	St17	25	15	60.00
	St23	25	19	76.00
	St42	25	24	96.00
Sm36	St5	25	23	92.00
	St16	25	22	88.00
	St17	25	21	84.00
	St23	25	20	80.00
	St42	25	23	92.00
Sm37	St5	25	24	96.00
	St16	25	23	92.00
	St17	25	22	88.00
	St23	25	21	84.00
	St42	25	24	96.00
Sm38	St5	25	23	92.00
	St16	25	18	72.00
	St17	25	20	80.00
	St23	25	24	96.00
	St42	25	22	88.00

S. melongena × *S. torvum* melez kombinasyonlarından elde edilen bitkiler, 40 litrelik saksılara dikilmişlerdir. Bu bitkilerden elde edilen polenlerde, çiçek tozu canlılığı ve çimlenme testleri yapılmıştır (Çizelge 4.2). *S. melongena* × *S. torvum* hibrit kombinasyonunun Sm1 × St5 melezlemesindeki 32 adet bitkide, çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi ilk yıl sonbahar döneminde %0 olarak belirlenirken, ertesi yıl ilbahar sezonunda çiçek tozu canlılığı %18.8, çimlenmesi ise %9.2 olarak tespit edilmiştir. Bu durum yaş ile birlikte mayozdaki anormalliklerin azalmasından kaynaklanabilir. Montvid (2011), *Solanum linnaeum* L. × *Solanum incanum* L. melezleme çalışmasında, elde ettiği F1'lerde ilk yıl tetravalent-univalent oranını yüksek bulurken, bitki yaşının artmasıyla birlikte mayozdaki düzensizlikler azalmış ve ikinci yıl yaptığı melezlemelerde tohumlu meyve elde edebilmiştir.

S. melongena × *S. torvum* F1 bitkileri genellikle kısır olmuşlardır. Bu durumun, mayoz bölünme aşamasında kromozom eşleşmesinde uyumsuzluklar sebebi ile düzensiz gamet oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çürük ve Dayan (2018) *S. melongena* × *S. torvum* ile yaptıkları türler arası melezlerde çiçek tozu canlılığı ve çimlenme değerlerini belirledikleri çalışmalarında, türler arası melezlerde çiçek tozu çimlenmesinin %0 ile %1.36, canlılığın ise %0 ile %11.11 arasında değiştiğini, çoğu türler arası melezin %0 çimlenmeye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Hibrit kısırlığı, hibrit ölümü veya zayıflığı; döllenme sonrası ortaya çıkan ve iki farklı tür arasında gen geçişlerinin gerçekleşmesini kısıtlayan bariyerlerdir. Hibrit kısırlığı, birbirinden çok uzak olan iki türün, en az iki lokusunun biribiri ile interaksyonu sonucu ortaya çıkar ve türler arasında gen alışverişini kısıtlar (Yu ve ark, 2018).

Kumchai ve ark (2013) *S. melongena* ve *S. torvum* melezinden embriyo kurtarma yardımıyla elde ettikleri hibritlerin, düşük oranda tohum canlılığına sahip olduğunu ve bu durumun muhtemelen anormal mayoz kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.2. *S. melongena* × *S. torvum* hibrit kombinasyonlarında çiçek tozu canlılığı ve çimlenme değerleri (%)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Çiçek tozu canlılığı	Çiçek tozu çimlenmesi
Sm1	St5	0	0
	St5 ¹	18.8	9.2
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm2	St5	0	0
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm18	St5	0	0
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm35	St5	0	0
	St16	- ²	- ²
	St17	- ²	- ²
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm36	St5	0	0
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm37	St5	0	0
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0
Sm38	St5	0	0
	St16	0	0
	St17	0	0
	St23	0	0
	St42	0	0

¹ 2 yaşlı hibritler ² Bitki elde edilemedi

Düşük oranda çiçek tozu canlılığına sahip hibrit bireyler ile yapılan kendileme, melezleme ve geriye melezleme çalışmalarında (Çizelge 4.3), sadece *S.*

melongena'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonda meyve tutumu gerçekleşirken, elde edilen meyvelerin %70'inin partenokarpik olduğu ve toplam 3 meyveden elde edilen 10 geri melezin ise tamamen ana ebeveyne benzediği ve gerçek anlamda geri melez olmadığı anlaşılmıştır. *S. torvum*'un ana olarak kullanıldığı geri melezleme çalışmalarında ise meyve tutumu gerçekleşmemiştir. Canlı ve çimlenen polenlere sahip hibrit bitkilerin, ana ve baba ebeveynler olarak kendileme ve geri melezlemelerde verimsiz olması, *S. melongena* tarafına geri melezde meyve tutumu ve partenokarpik meyve oluşumu, kısırılığın kısmen iyileştirilse bile uyumsuzluğun varlığını göstermektedir.

Genellikle iki uzak akraba türün melezlenmesi sonucu ortaya çıkan hibrit uyumsuzluğu; zigot oluşum öncesi stigmada polen çimlenmesinin gerçekleşmemesi, anormal ve etkisiz çiçek tozu çim borusu gelişimi, eksik veya yetersiz tozlanma (sadece yumurta ana hücresi ve polar çekirdeklerinin döllenmesi gibi), çiçek ve meyve dökümü ve partenokarpik meyve oluşumu gibi nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. Zigot oluşumu sonrası ise ebeveynlere ait kromozomlarda bölünme aşamasında senkronizasyon olmaması sebebi ile ölümler olarak karşımıza çıkmaktadır (Bushell ve ark, 2003).

Daunay ve ark (1991)'nin Questel (1986) ve Marillonnet (1987)'den bildirdiğine göre, *S. melongena* ile *S. torvum* hibritlerinde kolhisin ile kromozom katlaması yapılarak elde edilen tetraploidlerde, geri melez ve *in vitro* androgenesis çalışmaları yapılmış ve elde edilen döllerin hala kısır olduğu gözlemlenmiştir. Ali ve ark (1992) *S. melongena* × *S. integrifolium* hibritlerini, kromozom katlama ajanları ile amfidiploid hale getirmişlerdir. Çalışmalarında çiçek tozu canlılığının %70'lere yükselmesine rağmen, yaptıkları melezlemelerde partenokarpik meyveler elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bletsos ve ark (1998) *S. melongena* × *S. torvum* hibritleri ile yaptıkları melezleme, geri melezleme ve kendileme çalışmasında, sadece *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonda tohum elde ettiklerini, diğer geri melez ve kendilemelerde meyve tutumu ve tohum oluşumu gerçekleşmediğini tespit etmişlerdir. Ancak, aynı yayında elde ettikleri geri melez

bireylerin doğruluğuna ilişkin herhangi bir veri sunmamışlardır. Bletsos ve ark (2004) *S. macrocarpon* ve *S. melongena* kullanarak yaptıkları türler arası melezleme çalışmasında, hibritlerin %4.75 ile %21.25 oranında canlı polen içermesine rağmen, geri melez ve kendileme çalışmalarında herhangi bir meyve tutumu ve dolayısıyla F2 tohumu elde edemediklerini bildirmişlerdir. Han ve ark (2016) *Cucumis hystrix-cucumber* sentetik tetraploid hibritlerinde yaptıkları çalışmada, kromozom eşleşmesinin normal olmasına rağmen, iki farklı türe ait kromozomların mayozda senkronizasyon bozukluğu sebebiyle düşük fertiliteye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Çürük ve Dayan (2018) *S. melongena* × *S. torvum* türler arası hibritleri ve ebeveynler ile yaptıkları geri melezlemelerde, meyve tutumu elde edemediklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.3. Fertil *S. melongena* × *S. torvum* hibridi kullanılarak yapılan melez sayısı ve meyve tutum oranları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı (adet)	Tutan meyve sayısı (adet)
Sm1	Sm1 × St5	55	10
Sm5	Sm1 × St5	112	0
Sm1 × St5	Sm 1	102	0
Sm1 × St5	St5	95	0
Sm1 × St5	Sm1 × St5	130	0

Otuzbeş adet *S. torvum* × *S. melongena* kombinasyonunda en az 50 adet çiçekte melezlemeler yapılmıştır (Çizelge 4.4). *S. torvum* genotiplerinin ana olarak kullanıldığı tüm melez kombinasyonlarında, meyve tutumu gerçekleşmemiştir. Yapılan melezlemelerde meyve tutumunun gerçekleşmemesinin, uyumsuzluk kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Ellialtıoğlu (2010) türler arası melezlemelerdeki tek taraflı uyumsuzluğun, sitoplazmik faktörler nedeniyle ortaya çıktığını ifade etmiş, sitoplazmik faktörlerin melezlemelerin çift yönlü (resiprokal) yapılmasını engelleyen çok kuvvetli bir bariyer olduğunu vurgulamıştır. Çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi açısından incelenen genotipler arasında önemli farklar tespit edilmemiş, ancak resiprokal

melezlemelerde tek taraflı uyumsuzluk olduğu belirlenmiştir. Tek taraflı uyumsuzluğun ise hücre çekirdeğindeki genlerle bağlantılı olarak sitoplazmik faktörlerin etkisiyle oluşan, sitoplazmik çiçek tozu kısırlığı nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Yücel ve ark (2017) Aydın Siyahı ve Kemer çeşitleri ile *S. torvum* arasında yapılan resiprokal melezlemelerde, *S. torvum*'un ana ebeveyn olduğu durumlarda, meyve ve dolayısıyla tohum oluşmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4. *S. torvum* × *S. melongena* melez sayıları ve meyve tutum oranları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı (adet)	Tutan meyve sayısı (adet)
St5	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
St16	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
St17	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
St23	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
St42	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0

4.2. İndüklenmiş Tetraploidi Yardımıyla Fertil *S. melongena* × *S. torvum* Populasyonlarının Oluşturulması

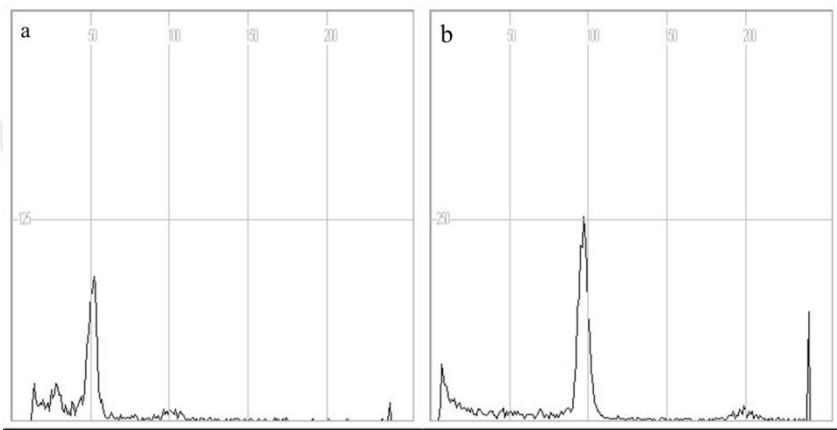
4.2.1. Tetraploidlerin Oluşturulması

4.2.1.1. *In vitro* Kolhisin Uygulaması Bulguları

Tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinin elde edilmesi için, *in vitro* Sm2 × St5 kombinasyonu bireylerine 1 ve 2 saat süre ile kolhisin uygulanmış (Çizelge 4.5), %1'lik dozun iki saat uygulamasında 1 adet tetraploid birey elde edilmiştir (Şekil 4.1). Katlamanın yeterli olmaması sebebiyle, kolhisin dozları değişmeden uygulama süresi 2 ve 4 saat olarak modifiye edilerek, diğer genotiplere uygulanmıştır. *In vitro* koşullarda uygulanan kolhisin dozları ve sürelerinde, çok düşük oranda tetraploid bireyler elde edilmiştir. Tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinin elde edilmesi için, toplam 7 kombinasyonda *in vitro* ve *in vivo*'da kolhisin uygulaması yapılmıştır. *In vitro* uygulamalarda, Sm2 × St5 melez kombinasyonunda %1 kolhisin dozu 2 saat uygulamasında 1 adet, Sm2 × St42 kombinasyonunda %1 kolhisin dozu 4 saat uygulamasında 1 adet, Sm18 × St23 kombinasyonunda %0.5 kolhisin dozu 4 saat uygulamasında 1 adet, Sm37 × St17 kombinasyonunda %0.5 kolhisin dozu 4 saat uygulamasında 1 adet ve Sm37 × St17 kombinasyonunda %1 kolhisin dozu 4 saat uygulamasında 1 adet olmak üzere toplam 5 adet tetraploid birey elde edilmiştir. Yapılan uygulamalarda düşük oranda tetraploid bireylerin elde edilmesi, uygulama sürelerinin yeterli olmamasından ve uygulanan bölgelerdeki büyüme hızının düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

Cohen ve Yao (1996) *Zantedeschia* çeşitlerinde *in vitro* ortamda kolhisin uygulaması ile tetraploid bitkiler elde etmişlerdir. Kromozom katlanması için %0.05'lik dozu 1, 2 ve 4 gün süre ile uyguladıkları 565 bitkiden, 38 adedinin tetraploid olduğunu tespit etmişlerdir. Liu ve ark (2007) şehir alanlarında kullanılan süs bitkisi *Platanus acerifolia*'nın kalitesini iyileştirmek amacı ile yaptıkları fide ve çimlenmemiş tohumla yapılan kromozom katlaması çalışmalarında, sadece çimlenmemiş tohumla yapılan uygulamalarda %40 başarı elde ederken, fidelerde sadece bitki morfolojisinde geçici değişiklikler oluştuğunu,

ancak katlanmanın meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Feng ve ark (2016) *Rosa multiflora* Thunb. var. *inermis* ve *Rosa roxburghii* f. *Normalis* tohumları ve fideleri kullanarak yaptıkları tetraploid birey elde etme çalışmalarında, çimlenen tohuma uygulamada başarı elde etmişler, fidelere uyguladıkları katlama ajanlarından ise sonuç alamamışlardır.



Şekil 4.1. Diploid patlıcan histogramı (a), Tetraploid patlıcan histogramı (b)

Çizelge 4.5. *In vitro* kolhisin uygulamaları ve elde edilen tetraploid sayıları

Hibrit kombinasyonları	Uygulama dozu (%)	Uygulama süresi (saat)	Uygulanan bitki sayısı (adet)	Elde edilen tetraploid sayısı (adet)
Sm1 × St5	0.5	1	75	0
		2	75	0
	1	1	75	0
		2	75	1
Sm2 × St42	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	1
Sm18 × St23	0.5	2	75	0
		4	75	1
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm35 × St5	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm36 × St42	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm37 × St17	0.5	2	75	0
		4	75	1
	1	2	75	0
		4	75	1
Sm38 × St16	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0

4.2.1.2. *In vivo* Kolhisin Uygulamaları Sonuçları

Denemeye konu olan tüm hibrit kombinasyonlarında, *in vivo* kolhisin uygulama ve dozlarında herhangi bir katlanma sağlanamamıştır (Çizelge 4.6). *In vivo* yapılan kromozom katlaması çalışmalarında, *in vitro* uygulamasına göre başarısız olunmasının, uygulanan kimyasalın stomaların sınırlı şekilde açık olması sebebi ile bitki bünyesine alınmasının düşük olmasından ve nispeten daha düşük büyüme hızından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Liu ve ark (2007) *Platanus acerifolia*'da yaptıkları kromozom katlama çalışmalarında, genç fidelerde herhangi bir katlanma gerçekleşmezken, çimlenmemiş tohumlara yapılan uygulamalarda %40 oranında katlanmanın gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Elde edilen veriler, literatür ile uyumlu görünmektedir.

Çizelge 4.6. *In vivo* kolhisin uygulaması sonuçları

Hibrit kombinasyonları	Uygulama dozu (%)	Uygulama süresi (saat)	Uygulanan göz sayısı (adet)	Elde edilen tetraploid sayısı (adet)
Sm1 × St5	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm2 × St42	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm18 × St23	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm35 × St5	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm36 × St42	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm37 × St17	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0
Sm38 × St16	0.5	2	75	0
		4	75	0
	1	2	75	0
		4	75	0

4.2.2. Tetraploidlerde Çiçek Tozu Canlılığı ve Çimlenmesi

Elde edilen tetraploid bireylerde çiçek tozu canlılığı %9.60 ile %31.60 ile arasında değişmiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.2). En yüksek canlılık, %32.56 ile Sm18 × St23 no'lu kombinasyondan elde edilirken, en düşük çimlenme Sm37 × St17 no'lu kombinasyonda kaydedilmiştir. Çiçek tozu çimlenmesi ise %3.40 ile %9.60 arasında değişmiş, en yüksek canlılık Sm2 × St5 kombinasyonunda bulunurken, en düşük Sm37 × St17 kombinasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Çiçek tozu çimlenme ve canlılık değerlerinin, tetraploidi ile düşük düzeyde de olsa iyileştirildiği görülmektedir.

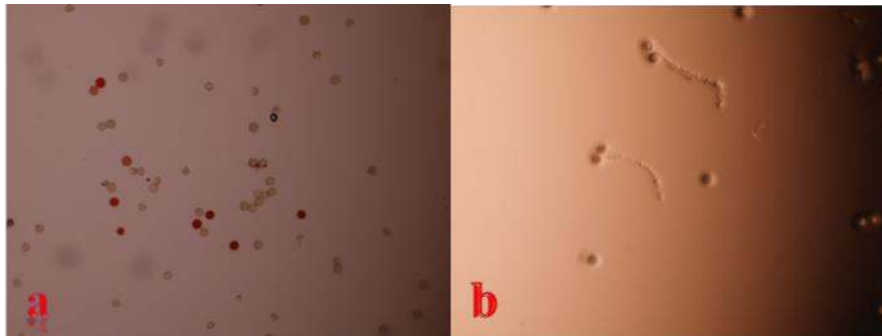
Aynı genotipte tetraploid ile diploid bireyler arasında, çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi açısından fark gözlemlenmektedir. Diploid bireyler daha yüksek çiçek tozu canlılığına sahipken, tetraploid bireyler daha düşük canlılık ve çimlenme değerleri göstermektedirler. Bu durumun, mayoz bölünmede rol alan genlerin daha az ifade edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle, tetraploidinin türler arası melezlerde mayozda kromozom eşleşememesi kaynaklı sterilete yönünden çiçek tozu canlılığına yapmış olduğu katkının yanı sıra; doğasından kaynaklanan nedenlerle çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesini azaltabilmektedir.

Rajasekaran (1971) steril olan *S. melongena* × *S. xanthocarpum* hibritlerinin polen canlılığını, kolhisin uygulaması ile %77.7'ye çıkararak fertil hale getirdiğini ve bu bitkilerden yeni döller alabildiğini bildirmiştir. Ali ve ark (1992) *S. melongena* × *S. integrifolium* amfidiploidlerinin, diploidlerde sırasıyla %9 ve %12 olan çiçek tozu canlılıklarının, amfidiploid melezlerde %70 ve %72'ye çıktığını belirlemişlerdir. Isshiki ve Taura (2003) *S. aethiopicum* × *S. melongena* diallel amfidiploid ve diploid hibritlerinde yaptıkları çalışmada, diploid hibritlerde düşük olan çiçek tozu canlılığının, *S. melongena*'nın ana olduğu amfidiploidlerde %66.8'e kadar çıktığını ve kendilenebildiğini, *S. aethiopicum* ana olarak kullanıldığı durumlarda ise amfidiploidlerde sterilitenin devam ettiğini tespit etmişlerdir. Khan ve ark (2013) *S. melongena* ve *S. macrocarpon* ile yaptıkları türler arası melezleme çalışmasından elde ettikleri F1'leri kromozom katlaması ile

amfidiploid hale getirmişler, 4 adet amfidiploid, ebeveynler ve diploid hibritlerde türler arası melezleri karşılaştırmışlar, ebeveynlerin canlılığının %90'ların üzerinde iken, diploid F1'lerde %1'in altında olduğunu belirtmişlerdir. Tetraploid bireylerin 2'si %3'ün altında çiçek tozu canlılığı gösterirken, ikisinin ise %40 civarında canlılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Limera ve ark (2016)'nın turpta yaptıkları çalışmada, diploidlerde %58.80 olan çimlenmenin, tetraploid bireylerde %19.24 olduğunu belirtmişlerdir. Çürük ve Dayan (2018) *S. melongena* × *S. torvum* melezlerinin diploidleri ile amfidiploidlerinin çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerlerini belirledikleri çalışmalarında, diploidlerde çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerlerini %0.23, amfidiploidlerin ise canlılığı %2.66, çimlenmeyi %2.17 olarak bulmuşlardır. Çeğil ve Çürük (2019) Faselis F1 patlıcan çeşidinin kromozom sayısını, kromozom katlama ajanları ile iki katına çıkarmışlar, katlanmış bireylerde polen canlılığının %97.83'den %86.41'e, polen çimlenmesinin ise %91.53'den %26.54'e düştüğünü bildirmişlerdir.

Çizelge 4.7. Tetraploidlerde çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerleri

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Çiçek tozu canlılığı (%)	Çiçek tozu çimlenmesi (%)
Sm2	St5	31.60	15.60
Sm1	St42	23.60	12.20
Sm18	St23	31.40	14.20
Sm37	St17	9.6	3.4



Şekil 4.2. Çiçek tozu canlılık gözlemleri (a) ve çiçek tozu çimlenme görüntüleri (b)

4.2.3. Tetraploidlerde Dihaplodizasyon Bulguları

4.2.3.1. Tetraplodilerde Anter Kültürü Bulguları

Üç farklı melezleme kombinasyonuna ait tetraploid bireyler kullanarak yapılan anter kültürü çalışmalarında (Çizelge 4.8), 3 farklı ortam kullanılmıştır. Tüm melez kombinasyonları ve uygulamalarında embriyo elde edilememiştir. Çalışmada kullanılan anter kültürü ortamları, literatürde kültür türü olan *S. melongena*'da denenmiş olup, yabancı türlerde denenmiş çok fazla besin ortamı bulunmamaktadır. Farklı genotiplerin farklı içsel bitki büyümeyi düzenleyicilere sahip olması, kültür türleri için geliştirilen anter kültürü ortamlarına tepkiyi farklılaştırabilir. Bu durumda, başarıyı olumsuz yönde etkileyebilir.

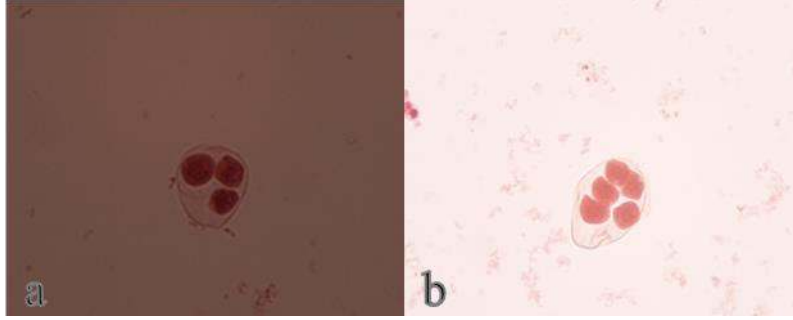
Mandal ve Gupta (1997) türler arası hibrit çeltik genotipleri kullanarak yaptıkları anter kültürü çalışmasında farklı basal ortamlar kullanmışlar, en yüksek kallus uyartımının %8.3 ile He2 ortamında, en düşük kallus uyartımının ise %3 ile MS ortamında gerçekleştiğini, kalluslardan sürgün oluşumunun ise en fazla %13 ile He2 ortamında görüldüğünü tespit etmişlerdir. Rizza ve ark (2002) farklı somatik *S. melongena* × *S. aethiopicum* Grup *gilo* türler arası melezleri kullanarak yaptıkları anter kültürü çalışmasında, farklı ortamlarda doğrudan embriyo oluşumunun %0.0 ile %9.6, kallus uyartımının ise %0.0 ile %9.4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rakha ve ark (2012) *C. pepo* × *C. maxima* melezleri kullanarak yaptıkları anter kültürü çalışmasında, farklı 2,4-D konsantrasyonlarını denemişler, kullanılan genotip ve dozlara göre başarının değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek kallus oluşumu %7.5, en düşük kallus oluşumu %0 olmuştur. Denli (2019) *C. annuum* ve *C. chinense* ve *C. frutesces* melezleri kullanarak yaptıkları anter kültürü çalışmasında, en yüksek embriyo oranını %13.5 ile *C. annuum* × *C. frutescens* melezinden elde ederken, *C. annuum* × *C. chinense* melezinde %0.26 ile %0.4 arasında değişmiştir. Sen ve Sing (2011) türler arası hibrit çeltik türlerinde yaptıkları anter kültürü çalışmasında, kallus oluşum frekansının %0.78 ile %5.77 arasında değiştiğini, sadece 1 adet kombinasyonda kallusların sürgün oluşturduğunu ve sürgün oluşturma oranının %8.95 olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.8. Tetraploid kullanılarak yapılan anter kültürü sonuçları

Genotip	Ortam	Ekilen anter sayısı (adet)	Canlı anter oranı (%)	Embriyo veren anter sayısı (adet)
Sm1 × St5	Ortam 1	425	23.53	0
	Ortam 2	550	22.91	0
	Ortam 3	300	20.00	0
Sm2 × St42	Ortam 1	425	29.41	0
	Ortam 2	440	27.27	0
	Ortam 3	480	27.08	0
Sm18 × St23	Ortam 1	520	35.96	0
	Ortam 2	550	27.27	0
	Ortam 3	531	33.15	0

4.2.3.2. Tetraploidlerde Mikrospor Kültürü Bulguları

Anter canlılığı iyileştirilen tetraploid F1'lerde mikrospor kültürü için, iki farklı ortam denenmiş, hem melezler hem de her iki ortamdan herhangi bir embriyo ve bitki oluşumu sağlanamamıştır (Çizelge 4.9). Kültürün 8. gününde, Sm18 × St23 tetraploid F1'den alınan örneklerden asotokarmen boyama yardımıyla yapılan incelemelerde, mikropsorlarda embrogenik yönde bölünmelerin başladığı çok çekirdekli yapılar görülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Mikrospor kültüründe gelişen pro-embriyolara ait görüntüler; 3 çekirdekli pro-embriyo görüntüsü (a), 5 çekirdekli embriyo görüntüsü (b)

Salas ve ark (2012) *S. melongena* ve yakın akraba türleri olan *S. incanum*, *S. macrocarpon*, *S. aethiopicum* ve *S. melongena* × *S. incanum*'da yaptıkları anter kültürü çalışmasında, *S. melongena* genotiplerinde embriyo oranının %0 ile %60.9

arasında değişirken, akraba türlerde kallus uyartımı gerçekleşmesine rağmen, embriyo elde edilemediğini bildirmişlerdir. Denli (2019) anter kültürüne iyi cevap veren *C. annum* L. biber genotipi 253 ve İnan3363 çeşidi ile düşük cevap veren *C. chinense* genotipi melezleri ile yaptığı anter kültürü çalışmasında, *C. annum* genotiplerinde %48 ve %3866 oranında embriyo oranı elde ederken, *C. chinense* genotipinde %0.26 embriyo oluşumu gerçekleşmiştir. Her iki *C. annum* kullanılarak yapılan türler arası hibritlerde ise %0.24 ve %0.26 embriyo oranı kaydedilmiştir.

Çizelge 4.9. Tetraploid kullanılarak gerçekleştirilen mikrospor kültürü sonuçları

Genotip	Ortam	Kültüre alınan petri Embriyo sayısı (adet)
Sm1 × St5	Ortam 1	250
	Ortam 2	245
Sm2 × St42	Ortam 1	244
	Ortam 2	235
Sm18 × St23	Ortam 1	246
	Ortam 2	267

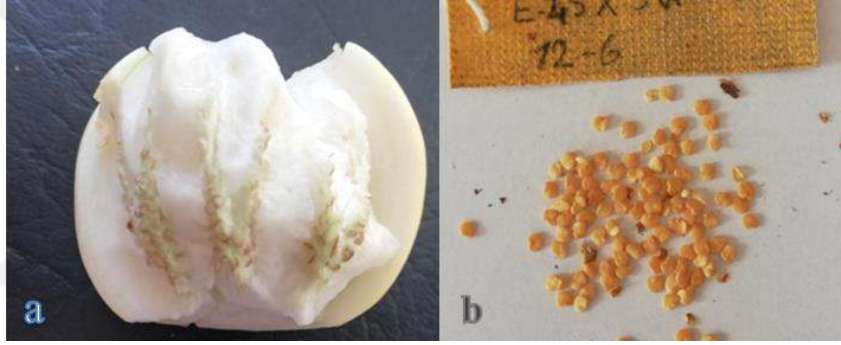
4.3. Köprü Melez Çalışmaları

4.3.1. *S. aethiopicum* Genotipleriyle Köprü Melez Çalışmaları

4.3.1.1. *S. aethiopicum* × *S. torvum* Melezleme Bulguları

S. aethiopicum × *S. torvum* kombinasyonunda, her bir kombinasyonda en az 30 çiçek melezlenmiştir (Çizelge 4.10). Melezlemeye konu olan bütün genotiplerde meyve tutumları değişik oranlarda gerçekleşirken, melez meyveler içerisindeki tohumlarda 13. günden itibaren embriyo görünmeden tohum dejenerasyonu meydana gelmeye başladığı, 16-17. günlerde tohumların tamamen dejenere olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Sadece Sae45 genotipi ile yapılan melezlemelerde tohum dejenerasyonu gerçekleşmezken (Şekil 4.4), elde edilen tohumların ekimi ile bitkiler elde edilmiş ve bu bitkilerin Sae45 ile aynı özellikte olduğu, yani hibrit olmadığı görülmüştür.

S. aethiopicum × *S. torvum* kombinasyonlarında embriyo oluşumu öncesi tohum dejenerasyonu ve döllenmenin meydana gelmemesi; tek döllenme (yumurtalık ana hücresi veya sinerjitlerin döllenmesi) ya da döllenme sonrası embriyo hücrelerinde baba kromozomların dejenerasyonu sonucu tohumlarda dejenerasyonun gerçekleşmiş olabileceği nedenleri ile olabilir. Birbirine uzak akraba türlerinin melezlenmesinde, bu durum ortaya çıkabilmektedir. Sae45 ile yapılan melezlemelerde, tamamen anaya benzeyen bireylerin elde edilmesi ise türler arası melezleme ile apomiksisin uyartılması sonucu, tamamen anaya benzeyen tohumların oluşumunun sağlanmış olabilmesi ile açıklanabilir.



Şekil 4.4. *S. aethiopicum* × *S. torvum* melezlemesinde embriyo dejenerasyonu başlamış meyve (a), dejenerasyon oluşmadan sağlıklı gelişen tohumlar (b)

Rao ve Roa (1984) yabani patlıcan genotiplerini kullanarak yaptıkları türler arası melezleme çalışmalarında; *S. torvum* × *S. indicum*, *S. tribalatum* × *S. melongena* ve *S. surattense* × *S. torvum* melezlemelerinden elde edilen tohumlardan oluşan bitkilerin tamamen ana ebeveyne benzeyen diploid bireyler olduğunu, bu durumun *S. tribalatum* × *S. sürattense* melezlemelerinden oluşan bitkilerde %90, *S. virginianum* (*S. surattense*) × *S. melongena* melezlemelerinde %1, *S. virginianum* × *S. multiflorum* (*S. indicum* var. *multiflorum*) melezlemelerinde %30 ve *S. virginianum* × *S. trilobatum* melezemelerinde %17 oranında

gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Söz konusu literatür, bu çalışma ile uyumlu görünmektedir.

Çizelge 4.10. *S. aethiopicum* × *S. torvum* melezleme sonuçları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Melezlenen çiçek sayısı	Tutan meyve sayısı	Tohum oluşumu
Sae24	St5	30	25	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	22	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	27	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	25	Tohum dejenerasyonu
Sae25	St5	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	26	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	25	Tohum dejenerasyonu
Sae26	St5	30	25	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	22	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	21	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	24	Tohum dejenerasyonu
Sae27	St5	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	26	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	29	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	30	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	21	Tohum dejenerasyonu
Sae28	St5	30	25	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	25	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	26	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	27	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	29	Tohum dejenerasyonu
Sae29	St5	30	27	Tohum dejenerasyonu
	St16	30	25	Tohum dejenerasyonu
	St17	30	24	Tohum dejenerasyonu
	St23	30	26	Tohum dejenerasyonu
	St42	30	22	Tohum dejenerasyonu
Sae45	St5	30	25	Tohum oluşumu gerçekleşti
	St16	30	24	Tohum oluşumu gerçekleşti
	St17	30	26	Tohum oluşumu gerçekleşti
	St23	30	28	Tohum oluşumu gerçekleşti
	St42	30	25	Tohum oluşumu gerçekleşti

4.3.1.2. *S. torvum* × *S. aethiopicum* Melezleme Bulguları

S. torvum'un ana ebeveyn, *S. aethiopicum*'un ise baba ebeveyn olduğu melezleme kombinasyonunda, herhangi bir meyve tutumu gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.11). Meyve tutumunun gerçekleşmemesinin sebepleri; polenlerin stigmada çimlenmemesi, anormal ve yetersiz çiçek tozu çim borusu gelişimi, yumurtalık ve/veya polar çekirdeklerin döllenenmemesi, meyve ve çiçek dökülmesi gibi döllene öncesi bariyerler olabilir.

Ellialtıoğlu (2010) türler arası melezlemelerdeki tek taraflı uyumsuzluğun sitoplazmik faktörler nedeniyle ortaya çıktığını ifade etmiş, sitoplazmik faktörlerin melezlemelerin çift yönlü (resiprokal) yapılmasını engelleyen çok kuvvetli bir bariyer olduğunu vurgulamıştır. Resiprokal melezlemelerde, tek taraflı uyumsuzluk olduğu belirlenmiştir. Tek taraflı uyumsuzluğun ise hücre çekirdeğindeki genlerle bağlantılı olarak sitoplazmik faktörlerin etkisiyle oluşan sitoplazmik çiçek tozu kısırlığı nedeniyle olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.11. *S. torvum* × *S. aethiopicum* melezleme sonuçları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı	Tutan meyve sayısı
St5	Sae24	50	0
	Sae25	50	0
	Sae26	50	0
	Sae27	50	0
	Sae28	50	0
	Sae29	50	0
	Sae45	50	0
St16	Sae24	50	0
	Sae25	50	0
	Sae26	50	0
	Sae27	50	0
	Sae28	50	0
	Sae29	50	0
	Sae45	50	0
St17	Sae24	50	0
	Sae25	50	0
	Sae26	50	0
	Sae27	50	0
	Sae28	50	0
	Sae29	50	0
	Sae45	50	0
St23	Sae24	50	0
	Sae25	50	0
	Sae26	50	0
	Sae27	50	0
	Sae28	50	0
	Sae29	50	0
	Sae45	50	0
St42	Sae24	50	0
	Sae25	50	0
	Sae26	50	0
	Sae27	50	0
	Sae28	50	0
	Sae29	50	0
	Sae45	50	0

4.3.1.3. *S. melongena* × *S. aethiopicum* Melezleme Bulguları

S. melongena'nın ana ve *S. aethiopicum*'un baba ebeveyn olarak kullanıldığı melezlemelerde, tüm kombinasyonlarda meyve tutumu sağlanmış ve tohum edilebilmiştir (Çizelge 4.12). Seçilen bazı kombinasyonlardan F1 bitkileri

yetiştirilerek (*S. melongena* × *S. aethiopicum*) × *S. torvum* melezlenmesinde kullanılmıştır. *S. melongena* 'nın ana olarak kullanıldığı türler arası *S. melongena* × *S. aethiopicum* melezlerinden bitki elde edilmesi birçok araştırmacı (Kirti ve Rao, 1982; Behera ve Singh, 2002; Callano ve ark, 2015; Oyelana ve Ugborogh, 2008) tarafından gerçekleştirilmiş, ancak bu bitkilerin kısmen veya tamamen erkek kısır olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4.12. *S. melongena* × *S. aethiopicum* melezleme sonuçları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı (adet)	Tutan meyve sayısı (adet)	Meyve tutma oranı (%)
Sm1	Sae24	25	21	84
	Sae25	25	20	80
	Sae26	25	21	84
	Sae27	25	20	80
	Sae28	25	18	72
	Sae29	25	21	84
	Sae45	25	23	92
Sm2	Sae24	25	22	88
	Sae25	25	21	84
	Sae26	25	20	80
	Sae27	25	21	84
	Sae28	25	16	64
	Sae29	25	21	84
	Sae45	25	24	96
Sm18	Sae24	25	21	84
	Sae25	25	24	96
	Sae26	25	24	96
	Sae27	25	23	92
	Sae28	25	19	76
	Sae29	25	20	80
Sm35	Sae45	25	20	80
	Sae24	25	18	72
	Sae25	25	21	84
	Sae26	25	20	80
	Sae27	25	19	76
	Sae28	25	18	72
	Sae29	25	21	84
Sm36	Sae45	25	20	80
	Sae24	25	24	96
	Sae25	25	23	92
	Sae26	25	21	84
	Sae27	25	20	80

	Sae28	25	16	64
	Sae29	25	21	84
	Sae45	25	20	80
Sm37	Sae24	25	24	96
	Sae25	25	22	88
	Sae26	25	22	88
	Sae27	25	19	76
	Sae28	25	16	64
	Sae29	25	23	92
	Sae45	25	21	84
Sm38	Sae24	25	20	80
	Sae25	25	20	80
	Sae26	25	21	84
	Sae27	25	23	92
	Sae28	25	16	64
	Sae29	25	21	84
	Sae45	25	22	88

4.3.1.4. *S. aethiopicum* × *S. melongena* Melezleme Bulguları

S. aethiopicum'un ana, *S. melongena*'nın baba olarak kullanıldığı melezlemelerde, tüm kombinasyonlarda meyve tutumu ve tohum elde edilmiştir (Çizelge 4.13). Seçilen bazı kombinasyonlardan F1 bitkileri yetiştirilerek, (*S. melongena* × *S. aethiopicum*) × *S. torvum* melezlemesinde kullanılmıştır. *S. aethiopicum*'un ana olarak kullanıldığı melezleme populasyonunda F1'lerin elde edilebildiği birçok araştırmacı tarafından teyit edilmiştir (Omidiji, 1979; Ano ve ark, 1989, 1990, 1991; Khan ve Isshiki, 2010). Ancak, bu çalışmalarda F1'ler genellikle yüksek veya düşük oranlarda erkek kısır olmuşlardır.

Çizelge 4.13. *S. aethiopicum* × *S. melongena* melezleme sonuçları

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Melezleme sayısı (adet)	Tutan meyve sayısı (adet)	Meyve tutma oranı (%)
Sae24	Sm1	25	21	84
	Sm2	25	20	80
	Sm18	25	19	76
	Sm35	25	21	84
	Sm36	25	24	96
	Sm37	25	23	92
	Sm38	25	24	96
Sae25	Sm1	25	21	84
	Sm2	25	19	76
	Sm18	25	18	72
	Sm35	25	21	84
	Sm36	25	23	92
	Sm37	25	21	84
	Sm38	25	18	72
Sae26	Sm1	25	16	64
	Sm2	25	21	84
	Sm18	25	23	92
	Sm35	25	18	72
	Sm36	25	17	68
	Sm37	25	21	84
	Sm38	25	23	92
Sae27	Sm1	25	18	72
	Sm2	25	18	72
	Sm18	25	23	92
	Sm35	25	24	96
	Sm36	25	21	84
	Sm37	25	24	96
	Sm38	25	21	84
Sae28	Sm1	25	16	64
	Sm2	25	15	60
	Sm18	25	18	72
	Sm35	25	19	76
	Sm36	25	20	80
	Sm37	25	18	72
	Sm38	25	19	76
Sae29	Sm1	25	24	96
	Sm2	25	21	84
	Sm18	25	20	80
	Sm35	25	21	84
	Sm36	25	23	92
	Sm37	25	20	80
	Sm38	25	21	84
Sae45	Sm1	25	24	96
	Sm2	25	23	92
	Sm18	25	22	88
	Sm35	25	24	96
	Sm36	25	23	92
	Sm37	25	22	88
	Sm38	25	21	84

4.3.1.5. *S. melongena* × *S. aethiopicum* Hibritlerinin *S. torvum* ile Melezleme Bulguları

S. melongena × *S. aethiopicum* ve *S. aethiopicum* × *S. melongena* F1 bitkileri ana, *S. torvum* baba olarak kullanıldığı köprü melez çalışmalarında, bütün kombinasyonlarda meyve tutumu elde edilmiştir. Ancak elde edilen meyvelerdeki tohumların büyük kısmının tohum kabuğu oluşmadan dejenere olduğu, bazı sertleşmiş tohum kabuğuna sahip tohumların embriyo veya endosperm içermeyen boş tohumlar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Embriyolar steril koşullarda, embriyo kurtarma ortamına ekilerek bitkiye dönüşüm sağlanmıştır.

S. melongena'nın ana olduğu melez kombinasyonunda, toplam 409 adet meyve steril koşullarda açılarak embriyo kurtarma yapılmış ve 4036 adet tohum sayılmıştır. Sayılan bu tohumlardan 1930 adedinde, tohum kabuğu sertleşmiş tohum bulunmuştur. Tohum kabuğu sertleşmemiş tohum sayısı 2262 adet olmuş ve bunlar embriyo içermemiştir. 1930 adet tohum kabuğu sertleşmiş normal gelişim gösteren tohumların 418 adedinde embriyo bulunmuş, embriyolu tohum oranı %10.36 olarak belirlenmiştir. En yüksek embriyolu tohum oranı %37.79 ile Sm37 no'lu genotipten, en düşük ise %7.76 ile Sm36 no'lu genotipten elde edilmiştir.

S. melongena'nın ana olduğu köprü melezleme çalışmalarında (Şekil 4.5), toplam 418 adet embriyo elde edilmiştir. Meyve başına embriyo sayısı ise ortama 1.08 adet olarak bulunmuştur. En yüksek embriyo sayısı 2.09 ile Sm2 no'lu genotipten elde edilirken, en düşük 0.78 ile Sm38 no'lu genotipde kaydedilmiştir.

Meyve içindeki toplam tohum sayısındaki düşüklüğün, üç farklı türün genomunun aynı hücre içerisinde birleşmesi sonucu, lethal genlerin birbiri ile daha fazla aktifleşmesi kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.



Şekil 4.5. *S. melongena* × *S. aethiopicum* hibrit (a), *S. torvum* genotipi (b), (*S. aethiopicum* × *S. melongena*) × *S. torvum* melezlemelerinden elde edilen üçlü hibrit (c) ile ikili hibrit (d) görüntüleri

Çizelge 4.14. Açılan (*S. melongena* × *S. aethiopicum*) × *S. torvum* meyve, tohum ve embriyo sayıları

AA	BA	T	AMS	TTS	TKS TS	TKSY TS	ES	MBD ES	ETO	
Sm1	Sea24	St5	15	117	115	2	7	0.47	5.98	
		St16	9	55	27	28	5	0.56	9.09	
		St17	9	47	42	4	4	0.44	8.51	
		St23	13	296	211	85	36	2.77	12.16	
		St42	8	41	30	11	2	0.25	4.88	
	Toplam		54	556	425	131	56	1.04	10.07	
	Sea45	St5	2	41	5	36	3	1.50	7.32	
		St16	2	0	0	0	0	0.00	0.00	
		St17	1	16	3	13	3	3.00	18.75	
		St23	2	17	5	13	4	2.00	23.53	
		St42	1	15	5	11	4	4.00	26.67	
		Toplam	8	89	18	71	14	1.75	15.73	
		Toplam		62	645	443	202	70	1.13	10.85
		Sm2	Sea24	St5	5	35	31	3	4	0.80
St16	1			32	16	16	6	6.00	18.75	
St23	9			208	76	119	20	2.22	9.62	
42	9			159	115	89	37	4.11	23.27	
Toplam	24		334	243	227	67	2.79	20.06		
Sea25	St5		3	88	24	66	3	1.00	3.41	
Sea27	St16		2	16	8	8	4	2.00	25.00	
	St17		5	0	0	0	0	0.00	0.00	
	St42		1	16	16	6	6	6,00	0.00	
	Toplam		8	32	24	8	10	0,31	0.00	
Toplam		32	366	267	235	77	2.40	18.31		
Sm3 6	Sae24	St5	5	7	1	6	1	0.20	14.29	
		St16	13	21	16	5	3	0.23	14.29	
		St17	4	9	1	8	1	0.25	11.11	
		St23	4	53	32	21	4	1.00	7.55	
		St42	16	577	282	290	81	5.06	14.04	
	Toplam	42	667	332	330	90	2.14	13.49		
	Sea26	St5	2	0	0	0	0	0.00	0.00	
		St16	4	8	0	2	0	0.00	0.00	
		St17	2	1	1	0	1	0.50	100.0	
		St23	6	23	4	19	3	0.50	13.04	
		St42	5	4	2	2	2	0.40	50.00	
		Toplam	19	36	7	23	6	0.32	16.67	
		Sea27	St17	5	12	4	8	2	0.40	16.67

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Atilla ATA

		St23	6	35	17	18	4	0.67	11.43
		St42	6	22	9	9	3	0.50	13.64
		Toplam	17	69	30	35	9	0.53	13.04
	Sea 28	St5	13	157	2	155	0	0.00	0.00
		St16	3	38	0	38	0	0.00	0.00
		St17	16	125	0	125	0	0.00	0.00
		St23	12	145	10	145	1	0.08	0.69
		St42	12	141	10	131	1	0.08	0.71
		Toplam	56	606	22	594	2	0.04	0.33
Toplam Sm3 7			134	1378	391	982	107	0.80	7.76
	Sea 26	St5	5	8	0	0	0	0.00	0.00
		St16	3	2	0	0	2	0.67	100.00
		St17	6	0	0	0	0	0.00	0.00
		St23	12	71	34	37	13	1.08	18.31
		St42	3	12	1	11	1	0.33	8.33
		Toplam	56	56	56	56	16	1.00	100.00
	Sea 45	St5	5	42	3	39	3	0.60	7.14
		St16	4	0	0	0	0	0.00	0.00
		St17	2	7	2	7	0	0.00	0.00
		St23	8	28	5	23	2	0.25	7.14
		St42	8	39	35	4	4	0.50	10.26
		Toplam	27	116	45	73	9	0.33	7.76
Sm3 8		Toplam	83	172	101	129	25	0.78	37.79
	Sea 24	St5	5	45	7	38	2	0.40	4.44
		St16	9	181	57	135	10	1.11	5.52
		St17	4	38	36	2	9	2.25	23.68
		St23	12	297	207	89	31	2.58	10.44
		St42	14	185	83	101	10	0.71	5.41
		Toplam	44	746	390	365	62	1.41	8.31
	Sea 26	St5	4	14	9	5	3	0.75	21.43
		St16	5	20	3	17	3	0.60	15.00
		St17	7	23	2	21	2	0.29	8.70
		St23	3	95	11	86	2	0.67	2.11
		St42	8	20	7	13	5	0.63	25.00
		Toplam	27	172	32	142	15	0.56	8.72
	Sae28	23	1	19	19	0	1	1.00	5.26
	Sae29	St5	8	115	110	6	8	1.00	6.96
		St16	3	49	45	4	4	1.33	8.16
		St17	9	281	119	117	11	1.22	3.91
		St23	3	35	11	24	6	2.00	17.14

St42	3	58	2	56	2	0.67	3.45
Toplam	26	538	287	207	31	1.19	5.76
Toplam	98	1475	728	714	109	1.11	7.39
Genel Toplam	409	4036	1930	2262	418	1.02	10.36

AA: Ana adı, BA: Baba adı, T: Tozlayıcı, AMS: Açılan Meyve Sayısı (adet), TTS: Toplam Tohum Sayısı (adet), TKSTS: Tohum Kabuğu Sertleşmiş Tohum Sayısı (adet), TKSYTS: Tohum Kabuğu Sertleşmemiş Tohum Sayısı (adet), ES: Embriyo Sayısı (adet), MBDES: Meyve Başına Düşen Embriyo Sayısı (adet), ETO: Embriyolu Tohum oranı (%)

4.3.1.6. *S. aethiopicum* × *S. melongena* Hibritlerinin *S. torvum* ile Melezleme Bulguları

S. aethiopicum'un ana olduğu melez kombinasyonunda, toplam 753 adet meyve steril koşullarda açılarak embriyo kurtarma yapılmış ve bu meyvelerden 6010 adet tohum elde edilmiştir. Sayılan bu tohumların 2095 adedinde, tohum kabuğu sertleşmiş tohum kaydedilmiştir. Tohum kabuğu sertleşmemiş tohum sayısı 3862 adet olmuş ve bu tohumlar embriyo içermemiştir. Tohum kabuğu sertleşmiş normal gelişim gösteren tohumların 795 adedinde embriyo bulunmuş, embriyolu tohum oranı %13.23 olarak kaydedilmiştir. En yüksek embriyolu tohum oranı %18.49 ile Sae27 no'lu genotipden elde edilirken, en düşük oran %8.18 ile Sae28 no'lu genotipde tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

S. aethiopicum'un ana olduğu köprü melezleme çalışmalarında, toplam 795 adet embriyo elde edilmiş, meyve başına embriyo sayısı ortalama 1.05 adet olarak bulunmuştur. En yüksek embriyo sayısı 1.25 ile Sae25 no'lu genotipde, en düşük sayı ise %0.70 ile Sae28 no'lu genotipde gözlemlenmiştir.

Hem *S. melongena* × *S. aethiopicum* hem de *S. aethiopicum* × *S. melongena* hibritlerinin *S. torvum* ile melezlenmesinde, *S. torvum* genomu taşıyan ve taşımayan bireyler elde edilmiştir.

Çizelge 4. 15. Açılan (*S. aethiopicum* × *S. melongena*) × *S. torvum* meyve, tohum ve embriyo sayıları

AA	BA	T	AMS	TTS	TKST S	TKSYT S	ES	MBDE S	ETO
Sae25	Sm2	St5	2	3	0	3	0	0	0.00
		St16	4	95	35	40	7	1.75	7.37
		St17	4	39	14	25	13	3.25	33.33
		St23	2	25	1	24	1	0.5	4.00
		St42	4	57	27	30	7	1.75	12.28
		Toplam	16	219	77	122	28	1.75	12.79
Sae26	Sm2	St5	1	7	2	5	1	1	14.29
		St16	5	48	32	16	21	4.2	43.75
		St17	4	71	46	25	15	3.75	21.13
		St23	3	24	7	17	7	2.33	29.17
		St42	8	74	27	49	6	0.75	8.11
		Toplam	21	224	114	112	50	2.38	22.32
	Sm36	St5	7	21	10	8	2	0.28	9.52
		St16	4	39	13	20	2	0.5	5.13
		St17	8	29	11	18	3	0.37	10,34
		St23	12	82	24	58	4	0.33	4.88
		St42	11	98	46	52	8	0.72	8.16
		Toplam	42	269	104	156	19	0.45	7.06
	Sm37	St5	6	4	4	0	0	0	0.00
		St16	6	19	0	19	0	0	0.00
		St17	3	4	1	3	1	0.33	25.00
		St23	7	67	12	49	2	0.28	2.99
		St42	2	17	1	16	1	0.5	5.88
		Toplam	24	111	18	87	4	0.17	3.60
	38	St17	2	26	0	26	0	0	0.00
	Toplam		89	630	236	381	73	0.82	11.9
Sae27	Sm1	St5	4	4	4	0	2	0.5	50.00
		St16	5	23	10	13	3	0.6	13.04
		St17	7	23	4	19	4	0.57	17.39
		St23	4	21	10	11	5	1.25	23.81
		St42	6	41	25	16	6	1	14.63
		Toplam	26	112	53	59	20	0.77	17.86
	Sm36	St5	4	11	5	6	3	0.75	27.27
		St16	3	4	2	0	2	0.67	50.00
		St17	11	45	14	32	9	0.81	20.00

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Atilla ATA

		St23	9	30	15	10	7	0.78	23.33
		St42	4	16	10	6	9	2.25	56.25
		Toplam	31	106	46	54	30	0.97	28.30
	Sm37	St5	5	29	9	17	6	1.2	20.69
		St16	9	39	9	30	5	0.56	12.82
		St17	7	69	8	61	1	0.14	1.45
		St23	13	44	22	22	8	0.62	18.18
		St42	12	39	31	8	11	0.92	28.21
		Toplam	46	220	79	138	31	0.67	14.09
	Toplam		103	438	178	251	81	0.77	18.49
Sae28	Sm1	St5	14	123	1	119	0	0	0.00
		St16	16	125	0	125	0	0	0.00
		St17	5	42	0	0	42	8.4	100.00
		St42	8	80	0	0	80	10	100.00
		Toplam	43	370	1	244	122	2.84	32.97
	Sm2	St5	4	57	27	30	3	0.75	5.26
		St16	2	28	15	13	0	0	0.00
		St23	4	44	1	43	0	0	0.00
		St42	7	68	0	68	0	0	0.00
		Toplam	17	197	43	154	3	0.18	1.52
	Sm35	St16	11	110	30	78	9	0.82	8.18
		St17	14	58	2	58	0	0	0.00
		St23	1	5	0	5	0	0	0.00
		St42	6	7	1	6	1	0.17	14.29
		Toplam	49	377	76	301	13	0.27	3.45
	Sm36	St16	18	154	3	151	3	0.17	1.95
		St17	14	58	2	56	0	0	0.00
		St23	16	185	60	125	4	0.25	2.16
		St42	20	225	40	185	4	0.2	1.78
		Toplam	68	622	105	517	11	0.1	1.77
	Sm37	St5	8	66	0	66	0	0	0.00
		St16	12	147	40	107	2	0.17	1.36
		St17	10	32	31	1	0	0	0.00
		St23	3	16	0	16	0	0	0.00
		St42	3	18	0	18	0	0	0.00
		Toplam	36	279	71	208	2	0.056	0.72
Toplam			213	1845	296	1424	151	0.71	8.18

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Atilla ATA

Sae29	Sm2	St5	4	31	9	18	8	2	25.81
		St16	2	11	4	7	2	1	18.18
		St17	4	61	35	26	6	1.5	9.84
		St23	5	102	44	58	12	2.4	11.76
		St42	6	64	13	51	8	1.3	12.50
		Toplam	21	269	105	160	36	1.71	13.38
	Sm35	St5	3	39	10	29	10	3.3	25.64
		St16	1	8	2	6	2	2	25.00
		St17	1	11	5	6	4	4	36.36
		St23	3	43	15	28	13	4.3	30.23
		St42	4	48	21	27	15	3.75	31.25
		Toplam	12	149	53	96	44	3.67	29.53
	Sm36	St5	6	10	5	5	1	0.17	10.00
		St16	3	15	5	10	4	1.33	26.67
		St17	3	83	22	51	3	1	3.61
		St23	13	60	9	51	3	0.23	5.00
		St42	1	0	0	0	0	0	0.0
		Toplam	26	168	41	117	11	0.42	6.55
	Sm38	St5	5	63	42	25	4	0.8	6.35
		St16	8	93	40	53	31	3.88	33.33
		St17	6	28	10	18	8	1.33	28.57
		St23	20	226	125	107	12	0.6	5.31
		St42	10	99	10	89	8	0.8	8.08
		Toplam	49	509	227	292	63	1.26	12.38
Toplam		108	1095	426	665	154	1.43	14.06	
Sae45	Sm1	St5	9	119	79	35	14	1.56	11.76
		St16	7	50	37	13	14	2.00	28.00
		St17	8	24	6	18	5	0.62	20.83
		St23	10	67	12	55	6	0.60	8.96
		St42	13	127	47	80	26	2.00	20.47
		Toplam	47	387	181	201	65	1.38	16.80
	Sm2	St5	8	80	50	28	10	1.25	12.50
		St16	4	38	2	36	1	0.25	2.63
		St17	7	56	2	54	2	0.29	3.57
		St23	4	50	7	43	5	1.25	10.00
		St42	2	24	24	0	8	4	33.33
		Toplam	25	248	85	161	26	1.04	10.48
	Sm18	St5	2	25	4	11	4	2	16.00

	St16	4	3	0	3	0	0	0.00
	St17	6	21	8	17	8	1.33	38.10
	St23	2	26	3	23	3	1.5	11.54
	St42	1	1	0	1	0	0	0.00
	Toplam	15	76	15	55	15	1	19.74
Sm35	St5	18	160	125	57	23	1.28	14.38
	St16	13	44	39	25	10	0.77	22.73
	St17	16	38	12	26	8	0.5	21.05
	St23	2	26	3	23	3	1.5	11.54
	St42	5	55	6	49	5	1	9.09
	Toplam	54	323	185	180	49	0.91	15.17
Sm36	St5	6	42	39	2	4	0.67	9.52
	St16	11	61	17	44	3	0.27	4.92
	St23	16	82	23	59	16	1	19.51
	St42	12	90	79	11	15	1.25	16.67
	Toplam	45	275	158	116	38	0.84	13.82
Sm38	St5	14	212	90	122	61	4.36	28.77
	St16	8	11	28	83	17	2.13	154.5
	St17	5	71	34	37	14	2.8	19.72
	St23	7	135	94	31	13	1.86	9.63
	St42	4	45	12	33	10	2.5	22.22
	Toplam	38	474	258	306	115	3.03	24.26
	Toplam	224	1783	882	1019	308	1.36	17.27
Toplam		753	6010	2095	3862	795	1.06	13.23

AA: Ana adı, BA: Baba adı, T: Tozlayıcı, AMS: Açılan Meyve Sayısı (adet), TTS: Toplam Tohum Sayısı (adet), TKSTS: Tohum Kabuğu Sertleşmiş Tohum Sayısı (adet), TKSYS: Tohum Kabuğu Sertleşmemiş Tohum Sayısı (adet), ES: Embriyo Sayısı (adet), MBDES: Meyve Başına Düşen Embriyo Sayısı (adet), ETO: Embriyolu Tohum oranı (%)

4.3.1.7. (*S. melongena* × *S. aethiopicum*) × *S. torvum* ve (*S. aethiopicum* × *S. melongena*) × *S. torvum* Üçlü Hibrit Bulguları

S. melongena × *S. aethiopicum* diallel hibritleriyle *S. torvum* arasında yapılan melezlemeler sonucunda, hem kullanılan üç farklı türünde genomunu taşıyan üçlü hibritler, hem de baba olarak kullanılan *S. torvum* genomunun etkisinin gözlemlenmediği ikili hibritler elde edilmiştir (Çizelge 4.16). Embriyo kurtarma ile

elde edilen 1213 adet embriyodan, doku kültürü koşullarında 125 adet bitki kaydedilmiştir. Bu bitkilerden 96 adedi üçlü hibritken, 29 adedi ise *S. torvum* genomu taşımayan ikili hibrit olarak belirlenmiştir.

S. torvum'a ait karakterleri göstermeyen hibritlerin varlığı, kromozom eliminasyonundan veya döllenme olmaksızın embriyo oluşumu olan apomiksisden kaynaklanabilir. Kromozom eliminasyonu, uzak akraba türlerin melezlenmesinde ortaya çıkan döllenmeden sonra kromozomların bölünme aşamasında senkronize olmamasından kaynaklanan, zigot hücresinde sadece ana veya babaya ait genomların kalarak diğerinin dejenere olarak embriyo oluştuğu durumlarıdır. Apomiksis ise doğal olarak veya uyartım yoluyla kromozom sayısı yarıya indirgenmiş veya indirgenmemiş dişi gamet hücresinin veya gamet hücreleri etrafındaki hücrelerin gelişip tohumu oluşturmasıdır.

Tsai ve ark (2010) Ascande ve Phalaenopsis orkide türleri ile yaptıkları melezleme çalışmasında, embriyo kurtama ile farklı görünüşte bitkiler elde etmişler, yaptıkları ribozomal DNA (PCR-RLFP) analizinde 59 bitki biparantel olurken, bir bitki maternal diploid olmuştur.

Hem *S. melongena* × *S. aethiopicum* hem de *S. aethiopicum* × *S. melongena* hibritlerinin *S. torvum* ile melezlenmesinde, *S. torvum* genomu taşıyan ve taşımayan bireyler elde edilmiştir. Bu durum, bu karakter veya karakterlerin stoplazmik değil, çekirdek kökenli kalıtım gösterdiği ve başka genotiplere aktarılabilirliğini göstermektedir. Sae45 hariç, diğer *S. aethiopicum* × *S. torvum* melezlemelerinde, %100 tohum dejenerasyonu görülmektedir. Ancak, *S. aethiopicum* × *S. melongena* diallel hibritlerinin *S. torvum* ile melezlenmesinde de ikili hibritler elde edilmiştir. Bu durum, ilgili karakter *S. melongena*'da olmasa bile, bu ilgili karakterin ortaya çıkmasını sağlayan bir veya birkaç genin *S. melongena*'da varlığına işaret etmektedir.

Çizelge 4.16. (*S. melongena* × *S. aethiopicum*) × *S. torvum* ile (*S. aethiopicum* × *S. melongena*) × *S. torvum* melezlerinden elde edilen üçlü ve ikili hibrit sayıları (adet)

Melez kombinasyonu	Elde edilen embriyo sayısı	Elde edilen bitki sayısı	Üçlü hibrit bitki sayısı	İkili hibrit bitki sayısı
Sm1 × Sae24	56	5	4	1
Sm1 × Sae45	14	2	2	0
Sm2 × Sae24	67	6	5	1
Sm2 × Sae25	3	1	1	0
Sm2 × Sae27	10	1	1	0
Sm36 × Sae24	90	11	8	3
Sm36 × Sae26	6	0	0	0
Sm36 × Sae27	9	1	1	0
Sm36 × Sae28	2	0	0	0
Sm37 × Sae26	16	2	1	1
Sm37 × Sae45	9	2	1	1
Sm38 × Sae24	62	5	4	1
Sm38 × Sae26	15	0	0	0
Sm38 × Sae28	1	0	0	0
Sm38 × Sae29	31	2	1	1
Sae25 × Sm2	28	3	3	0
Sae26 × Sm2	50	2	2	0
Sae26 × Sm36	19	1	1	1
Sae26 × Sm37	4	0	0	0
Sae27 × Sm1	20	2	2	0
Sae27 × Sm36	54	6	5	1
Sae27 × Sm38	31	5	5	0
Sae28 × Sm1	122	11	7	4
Sae28 × Sm2	3	0	0	0
Sae28 × Sm35	13	2	0	0
Sae28 × Sm36	11	1	1	0
Sae28 × Sm37	2	0	0	0
Sae29 × Sm2	36	4	2	2
Sae29 × Sm35	44	3	3	0
Sae29 × Sm36	11	3	1	2
Sae29 × Sm38	63	5	5	0
Sae45 × Sm1	65	7	6	1
Sae45 × Sm2	26	4	4	0
Sae45 × Sm18	15	4	2	2
Sae45 × Sm35	49	8	4	4
Sae45 × Sm36	38	6	1	3
Sae45 × Sm38	115	14	10	4
Toplam	1213	125	96	29

Bitkiye dönüşen üçlü hibritlerin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumları test edilmiştir (Çizelge 4.17). Bitkiye dönüşen 96 adet üçlü hibridin 15 adedi hiç

çiçek tozu oluşturmazken, 81 adedi çiçek tozu oluşturmaya rağmen, canlılık ve çimlenme elde edilmemiştir.

Çizelge 4. 17. Üçlü hibritlerin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumları

Çiçek tozu üreten üçlü hibrit sayısı	Çiçek tozu üretmeyen üçlü hibrit sayısı (adet)	Çiçek tozu canlılığına sahip üçlü hibrit sayısı (adet)	Çiçek tozu çimlenmesine sahip üçlü hibrit sayısı (adet)
81	15	0	0

4.3.2. *S. americanum* Genotipleriyle Köprü Melez Çalışmaları

4.3.2.1. *S. melongena* × *S. americanum* Melezleme Bulguları

S. melongena × *S. americanum* ve *S. americanum* × *S. melongena* melezlemesinde sadece Sm37 no'lu *S. melongena* genotipi ile Sa30 no'lu *S. americanum* melezleri arasında yapılan melezlemelerde meyve tutumu gerçekleşmiş, tutan meyvelerde partenokarpik ve normal meyve oluşumu ve tohum bağlama gerçekleşmiştir (Çizelge 4.18). Hibrit olarak düşünülen bitkiler ise ana ebeveynin aynısı olmuştur. F1 hibrit olmama durumu, apomiksisin uyartımı ya da melezleme yapılırken gerçekleşen bireysel hatalardan kaynaklanmış olabilir. Melezlemelerde genel olarak meyve tutmama ve tohum oluşmama ise türler arası melezleme bariyeri sebebi ile olabilir. Türler arası melezleme bariyerleri, kendine uyumsuzluk mekanizması kaynaklı olabileceği gibi, HT proteinleri ve S-Rnase bağımsız polen reddinden de kaynaklanabileceği, Tovar-Mendéz ve ark (2017) tarafından bildirilmiştir.

Pushpangadhan ve ark (2018)'nın bildirdiğine göre, Nishio ve ark (1984) 11 farklı patlıcan genotipini 3 gruba ayırmışlar; birinci grupta *S. melongena*, *S. incanum* ve *S. macrocarpon*; ikinci grupta *S. integrifolium*, *S. gilo* ve *S. nodiflorum*; üçüncü grupta ise *S. indicum*, *S. mammosum*, *S. torvum*, *S. symbrifolium* ve *S. toxicarium* yer almış, ilk ve ikinci gruptaki türlerin birbiri ile kolay melezlenemediğini, üçüncü gruptaki türlerin ise melezlenemediğini tespit etmişlerdir. Ancak, söz konusu yayında, melezlerin adına doğruluğu ile ilgili

herhangi bir bilgi sunulmamıştır. Kaynaklarda, *Solanum nodiflorum* ile *Solanum amaricanum*'un sinonim olduğu belirtilmektedir (<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/tro-29600095>). Yani çalışma ile elde edilen sonuçlar, literatür ile uyumlu görünmektedir.

Çizelge 4.18. *S. melongena* × *S. americanum* melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı	Tutan meyve sayısı
Sm1	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm2	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm18	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm35	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm36	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm37	Sa30	50	21
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
Sm38	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0

4.3.2.2. *S. americanum* × *S. melongena* Melezleme Bulguları

S. americanum × *S. melongena* melezlemelerinde, sadece Sm37 no'lu *S. melongena* genotipi ile Sa30 no'lu *S. americanum* melezleri arasında yapılan

melezlemelerde meyve tutumu gerçekleşirken, tutan meyvelerde partenokarpik olmuştur (Çizelge 4.19).

Pushpangadhan ve ark (2018)'nın bildirdiğine göre Nishio ve ark (1984) 11 farklı patlıcan genotipini 3 gruba ayırmışlar; birinci grupta *S. melongena*, *S. incanum* ve *S. macrocarpon*; ikinci grupta *S. integrifolium*, *S. gilo* ve *S. nodiflorum*; üçüncü grupta ise *S. indicum*, *S. mammosum*, *S. torvum*, *S. sysymbriifolium* ve *S. toxicarium* yer almış, ilk ve ikinci gruptaki türlerin birbiri ile kolay melezlenebildiği, ancak üçüncü gruptaki türlerin melezlenemediği vurgulanmıştır. Ancak, melezlerin adına doğruluğu ile ilgili herhangi bir bilgi verilmemiştir. *Solanum nodiflorum* ile *Solanum amaricanum*'un sinonim olduğu düşünülecek olursa, elde edilen sonuçlar literatür ile uyumlu görünmektedir.

Çizelge 4.19. *S. americanum* × *S. melongena* melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı	Tutan meyve sayısı
Sa30	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	15
	Sm38	50	0
Sa31	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	8
	Sm38	50	0
Sa31	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
Sa32	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0
Sa33	Sm1	50	0
	Sm2	50	0
	Sm18	50	0
	Sm35	50	0
	Sm36	50	0
	Sm37	50	0
	Sm38	50	0

4.3.2.3. *S. torvum* × *S. americanum* Melezleme Bulguları

Tüm *S. torvum* × *S. americanum* melezleme kombinasyonlarında, meyve tutumu gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.20). Bu durum, bu iki türün birbirine çok uzak akraba olması nedeni ile yaşanan uyumsuzluk nedeni ile olabilir.

Çizelge 4.20. *S. torvum* × *S. americanum* melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı	Tutan meyve sayısı
St5	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
St16	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
St17	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
St23	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0
St42	Sa30	50	0
	Sa31	50	0
	Sa32	50	0
	Sa33	50	0

4.3.2.4. *S. americanum* × *S. torvum* Melezleme Bulguları

S. americanum × *S. torvum* melez populasyonlarından, sadece Sa30 ve Sa31 genotiplerinin ana olduğu kombinasyonlarda, 50 adet melezlemede 1-12 adet meyve tutumu gerçekleşmiş, tutan meyvelerin büyük çoğunluğu partenokarpik olmuştur (Çizelge 4.21). Bu melezlemelerde tohum elde edilebilse bile, bu tohumlar ana ebeveyne benzer özellikler göstermiştir. Bu durum, apomiksis veya melezleme esnasında yapılan bireysel hatalar kaynaklı olabilir.

S. americanum × *S. torvum* melezlemelerinden hibrit bireylerin elde edilememesi, melezleme öncesi bariyerlerden olan döllenmenin gerçekleşmemesi sebebi ile olabilir. Yapılan tozlamalar, meyve tutumu için uyartımı sağlamış ve uyartımda partenokarpik meyve oluşumuna neden olmuş olabilir.

Çizelge 4.21. *S. americanum* × *S. torvum* melezleri ve tutan meyve sayıları (adet)

Ana ebeveyn	Baba ebeveyn	Yapılan melez sayısı	Tutan meyve sayısı
Sa30	St5	50	0
	St16	50	0
	St17	50	0
	St23	50	0
	St42	50	1
Sa31	St5	50	0
	St16	50	0
	St17	50	0
	St23	50	0
	St42	50	12
Sa32	St5	50	0
	St16	50	0
	St17	50	0
	St23	50	0
	St42	50	0
Sa33	St5	50	0
	St16	50	0
	St17	50	0
	St23	50	0
	St42	50	0

4.4. Patlıcan Anaçlarında Dihaplodizasyon Çalışmaları

Patlıcan anaçları ile yapılan anter kültürü çalışmasında, kültüre alınan anterlerin hemen hemen hepsinde somatik hücre kökenli kallus gelişimi gözlemlenirken, embriyogenik kallus gelişimi ve embriyo oluşumu kaydedilmemiştir (Çizelge 4.22). Bu durum, kullanılan anter kültürü ortamlarının *S. melongena*'ya uygun olması ve türler arası melezlerde çalışmamasından kaynaklanmış olabilir.

Salas ve ark. (2012) *S. melongena* ve yakın akraba türleri olan *S. incanum*, *S. macrocarpon*, *S. aethiopicum* ve *S. melongena* × *S. incanum*'da yaptıkları anter kültürü çalışmalarında, *S. melongena* genotiplerinde embriyo oranı %0 ile %60.9 arasında değişirken, akraba türlerde kallus uyartımı gerçekleşmesine rağmen,

embriyo elde edilememiştir. Denli (2019) anter kültürüne iyi cevap veren *C. annum* L. biber genotipi 253 ve İnan3363 çeşidi ile düşük cevap veren *C. chinense* genotipi melezleri ile yaptığı anter kültürü çalışmasında, *C. annum* genotiplerinde %48 ve %38.66 oranında embriyo oranı elde ederken, *C. chinense*'de oran %0.26 olmuştur. Her iki *C. annum* kullanarak yapılan türler arası hibritlerde ise %0.24 ve %0.26 oranında embriyo kaydedilmiştir.

Çizelge 4.22. Patlıcan anaçlarında ekilen anter sayıları

Çeşit	Ortam	Ekilen anter sayısı (adet)	Canlı anter oranı (%)	Embriyo veren anter sayısı (adet)
Köksal F ₁	Ortam 1	950	94,74	0
	Ortam 2	680	95,59	0
	Ortam 3	770	90,13	0
AGR 703.1 F ₁	Ortam 1	850	93,29	0
	Ortam 2	980	89,90	0
	Ortam 3	880	85,80	0

4.4.1. Patlıcan Anaçlarında Kendileme ve Karakterizasyon Çalışmaları

Her iki patlıcan anacı da anter kültüründe dihaploid hatların elde edilememesi nedeni ile kendilenerek F2 bireylerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan kendilemelerden tutan meyve sayıları ve tohum miktarları Çizelge 4.23'de sunulmuştur. AGR 703.1 F₁ anacında yapılan kendilemelerde meyve tutumları gerçekleşirken, meyveler partenokarpik olarak belirlenmiş ve herhangi bir tohum elde edilememiştir. Köksal F₁ anacından ise tohumlar elde edilebilmiştir. Bu tohumlardan 97 adet F2 bitkisi seralara ekilerek 96'sından veri alınmış, 1 adedi ise yeterli miktarda gelişmediği için veri alınamamıştır. Denemelerde elde edilen, 97 F2 bitkisinin 55 adedinden tohum alınabilmiş, geriye kalan 43 adedinden ise tohum elde edilmesi mümkün olmamıştır.

Çizelge 4.23. Patlıcan anaçlarında yapılan kendileme, elde edilen meyve ve tohum sayıları (adet)

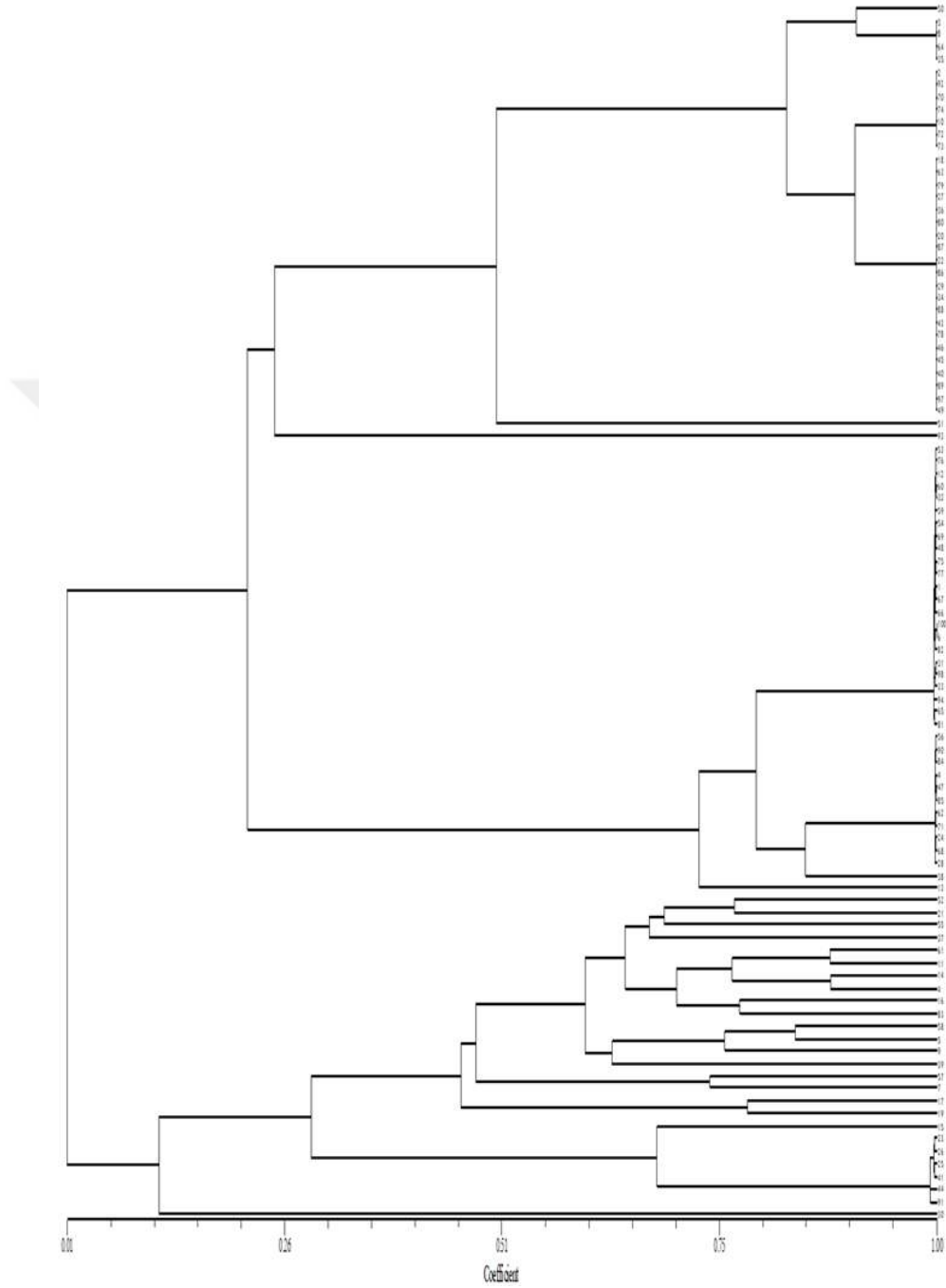
Çeşit	Yapılan kendileme sayısı	Tutan meyve sayısı	Elde edilen tohum sayısı
AGR 703.1 F ₁	100	65	0
Köksal F ₁	100	5	304

4.4.2. Köksal F₁ Çeşidinde Karakterizasyon

Şekil 4.6’da sunulan F2 populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendogram incelendiğinde, toplam 96 patlıcan bitkisinden oluştuğu görülmektedir. Benzerliği korelasyon matrisine göre, kümeleme de SAHN’da UPGMA katsayısı kullanılarak çizilen bu dendogramın katsayı ortalaması (benzerlik ortalaması) 0.51 olmuştur. Dendogram genel olarak incelendiğinde, 2 ana gruptan oluştuğu görülmektedir. Her iki ana grubun da 3 adet yan gruba ayrıldığı saptanmıştır. Benzerlik indeksinin dendogramı temsil ettiği değer, $r = 0.93$ olmuştur. İlk üç eigen değerine göre kümülatif varyans %82.38 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Köksal F₁ çeşidine ait F2 populasyonunda korelasyon matriksi ilk üç eigen değeri

Eigen değeri	Varyans (%)	Kümülatif varyans (%)
40.09958421	41.3398	41.3398
24.88054616	25.6500	66.9898
14.92899967	15.3907	82.3805



Şekil 4.6. Korelasyon matrisi kullanılarak UPGMA'ya göre elde edilmiş Köksal F2 populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendrogram

Şekil 4.7’de sunulan F3 populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendogram incelendiğinde, toplam 466 patlıcan bitkisinden oluştuğu görülmektedir. Benzerliğin korelasyon matrisine göre kümelenmesinde SAHN’da UPGMA katsayısı kullanılarak çizilen bu dendogramın katsayı ortalaması (benzerlik ortalaması) 0.48 olmuştur. Dendogram genel olarak incelendiğinde, 2 ana gruptan oluştuğu görülmektedir. Her iki ana grubun da, 3 adet yan gruba ayrıldığı saptanmıştır. Benzerlik indeksinin dendogramı temsil ettiği değer, $r = 0.93$, ilk üç eigen değerine göre kümülatif varyans %75.65 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Köksal F₁ çeşidine ait F3 populasyonunda korelasyon matrisi ilk üç eigen değeri

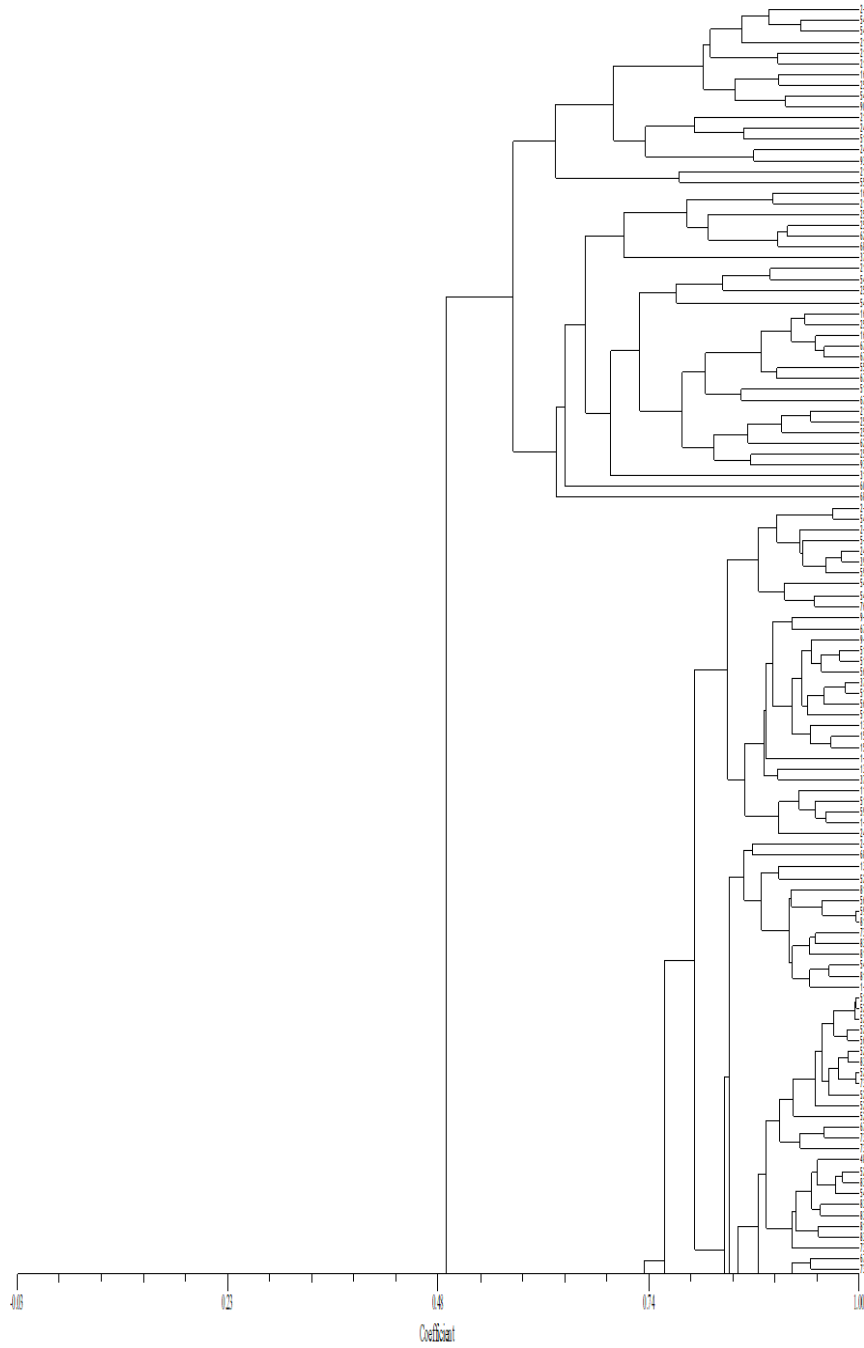
Eigen değeri	Varyans (%)	Kümülatif varyans (%)
221.59565239	47.5527	47.5527
107.15655481	22.9950	70.5477
23.80511189	5.1084	75.6561

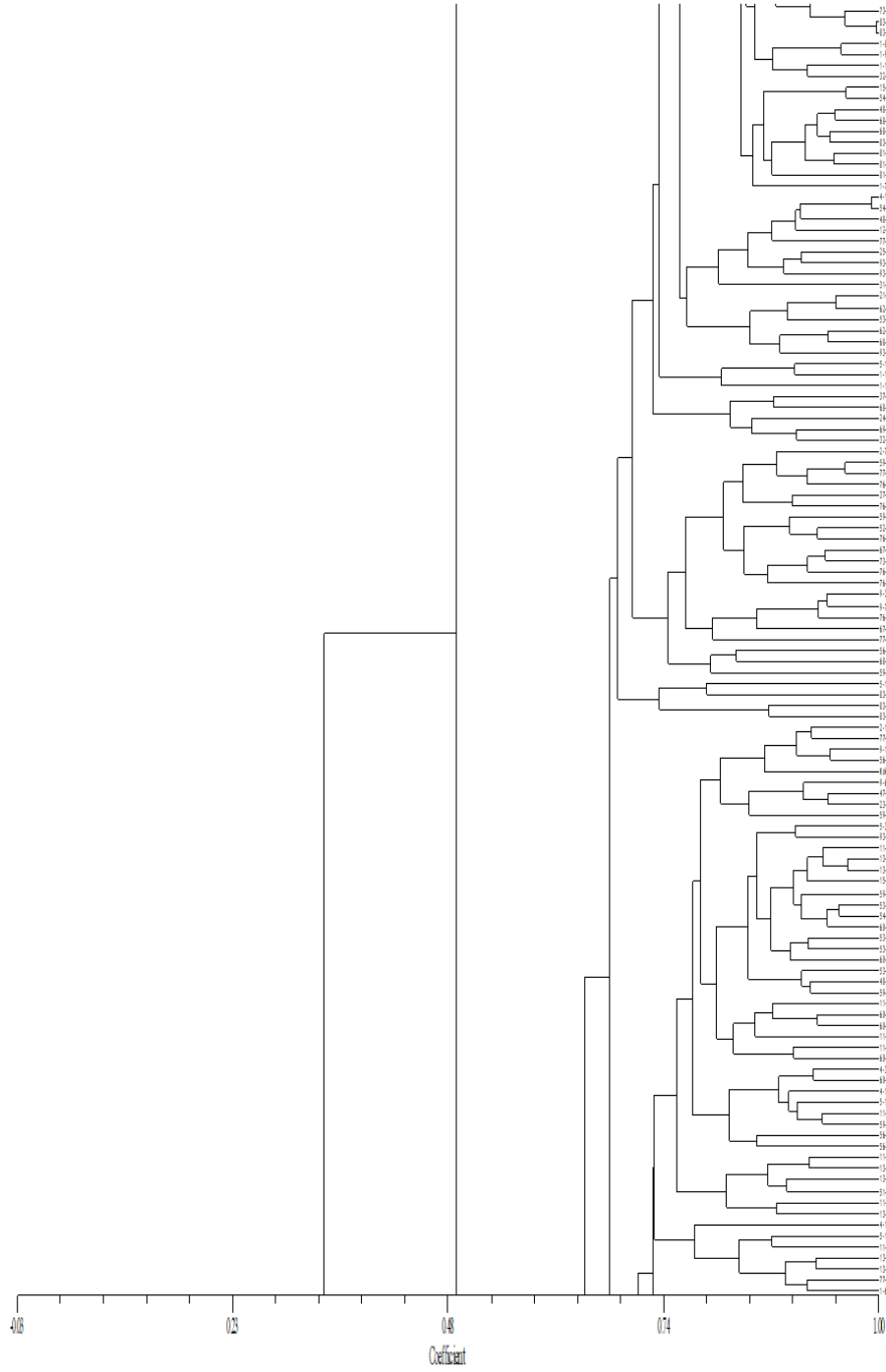
Patlıcanda kullanılan aşı anaçları, genellikle türler arası melez F₁’lerdir. Bu F₁’ler bitki gücü açısından, aşılandığı çeşide verim ve kalite yönünden avantaj sağlamakla birlikte, düşük sıcaklıklarda performans kayıpları gibi dezavantajları da mevcuttur. Daha üstün nitelikli aşı anaç çeşitlerinin geliştirilmesi için, bu türlerdeki üstün karakterlerin bir araya toplanması ve istenmeyen karakterlerinde uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu durum ancak, bu F₁’lerden saf hatların elde edilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu yolla, anaç ıslahı yönünden üstün karakterlerin 2 ve daha fazla yabancı türlerden alınarak tek bir çeşitte toplanması mümkün olabilir. İki farklı yabancı türün melezlemesi sonucu elde edilen F₁ Hibrit patlıcan anacından elde edilen F₂ populasyonları göstermiştir ki varyasyon çok geniştir. Bu varyasyon, populasyondan elde edilen dendogramlar yardımıyla birbirine daha az benzeyen heterosis gücü yüksek genotiplerin seçilmesi ve anaç ıslahında kullanılması için fırsatlar sunmaktadır.

Bitki ıslahının başarısında önemli yeri olan genetik varyasyonlar, kültüre almayı takiben yine modern bitki ıslahıyla azaltılmaya devam edilmiştir (Tanksley ve McCouch, 1997). Türler arası melezlemelerin, genetik çeşitliliği ve heterosisi arttırdığı bilinmektedir. Bu amaçla yürütülen çalışmada, türler arası melezlemelerden kaynaklanan genetik varyasyon hesaplanmıştır. Genotipler arasında genetik çeşitliliğin ortaya konmasında günümüzde modern moleküler yöntemler tercih edilirken, agro-morfolojik karakterizasyon, tanımlanmanın temeli ve ilk basamağını oluşturmaktadır (Smith ve Smith, 1989).

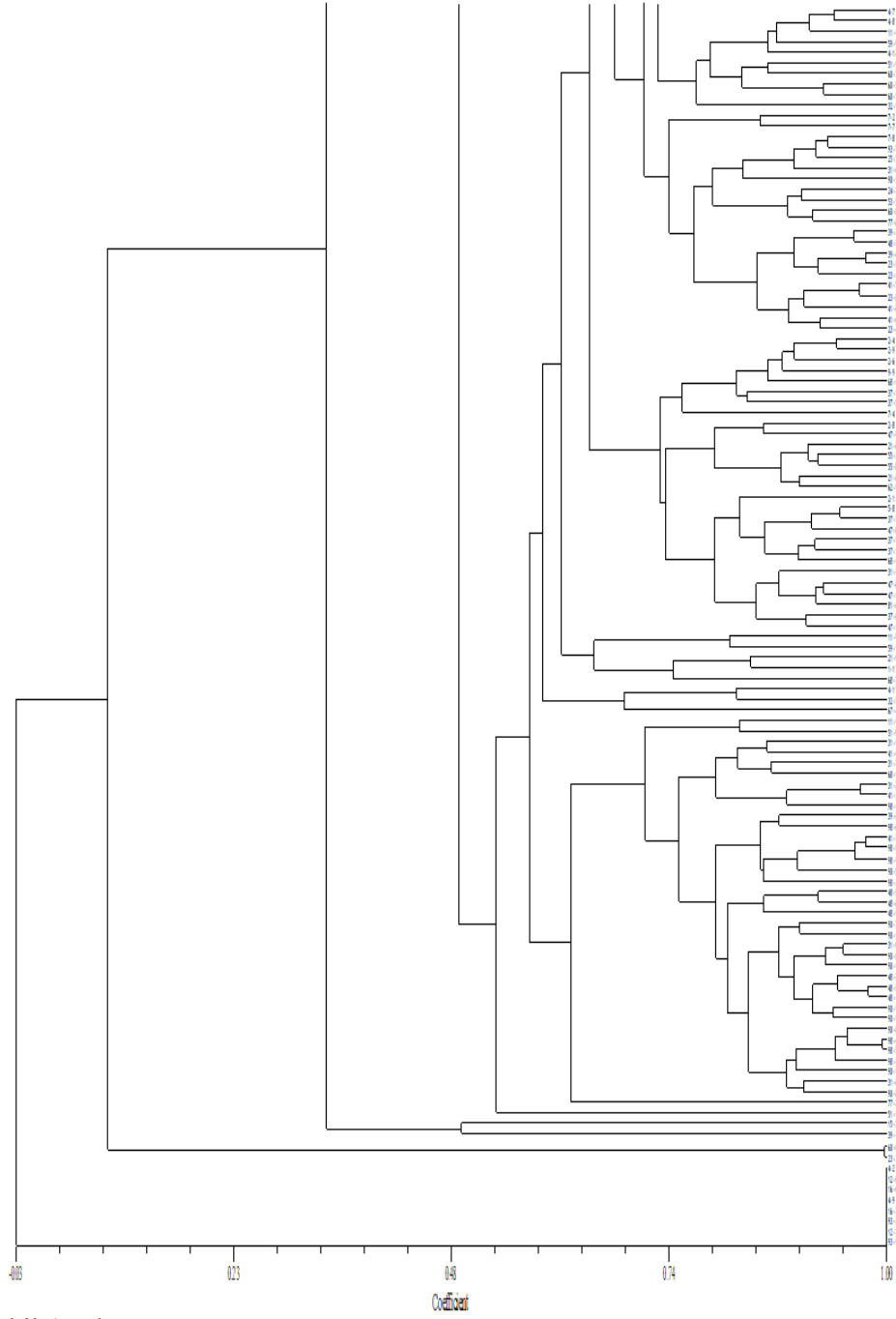
Çeşitlerin bitki ve meyve özelliklerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında kümeleme analizi yaygın olarak kullanılmakta, bu veriler ile oluşturulan dendogramlar ile incelenen özellik bakımından çeşitlerin hangi gruba girdikleri belirlenebilmektedir (Panayotov ve ark, 2000).

Ürün geliştirme büyük ölçüde genetik çeşitliliğin varlığına, var olan genetik varyasyonun derecesine ve gelişme derecesi de kullanılabilir faydalı genetik değişkenliğin büyüklüğüne bağlıdır (Uma Jyothi ve ark, 2011). Türler arası melezlemeler, farklı türler arasında genlerin transferini mümkün kılar ve genetik açıdan üstün genotipler geliştirilmesine olanak sağlar (Bosland ve Votava, 1999).

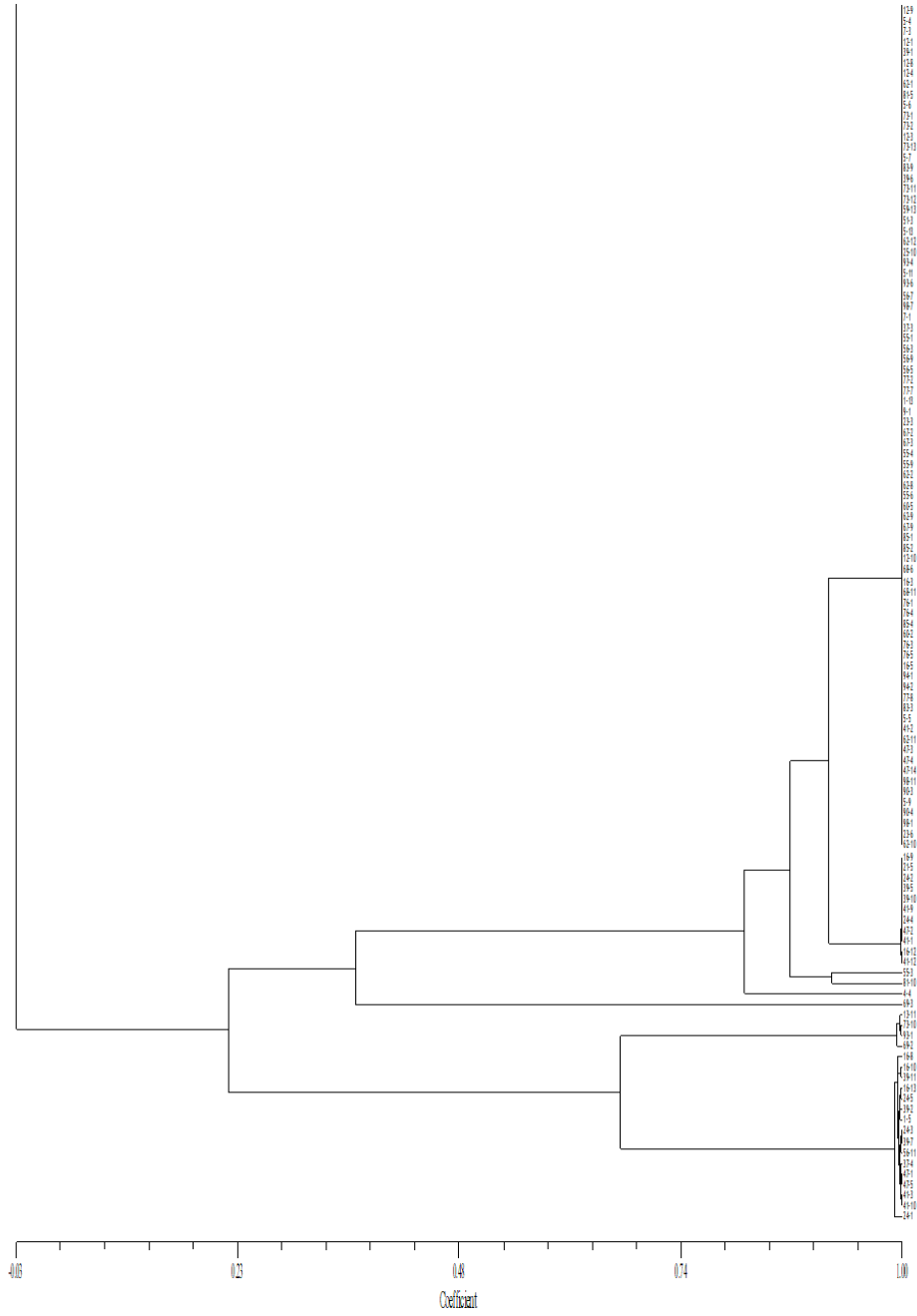




Şekil 4.7. devamı



Şekil 4.7 devamı



Şekil 4.7. Korelasyon matrisi kullanılarak UPGMA'ya göre elde edilmiş Köksal F3 populasyonundaki patkilerine ait dendrogram



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sunulan bu çalışma süresince, fertil *S. melongena* × *S. torvum* melez populasyonlarının elde edilmesi için 3 farklı yöntem uygulanmıştır:

1. yöntem olarak; farklı *S. melongena* × *S. torvum* melez kombinasyonları kullanılarak fertil bireylerin elde edilmesi araştırılmıştır.
2. yöntemde, *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinde kromozom sayısı katlanarak tetraploid fertil bitkilerin ve bu bitkilerden androgenesis yardımıyla fertil diploid bitkilerin elde edilmesi araştırılmıştır.
3. yöntemde, *S. torvum* ile *S. melongena* arasında gen akışını sağlayabilecek *S. aethiopicum* ve *S. americanum*'un köprü olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Ayrıca patlıcanda anaç olarak kullanılan AGR 703.1 F₁ ve Köksal F₁ çeşitlerinin androgenesis yoluyla dihaploidizasyon olanakları ve kendileme ile hat elde edilmesi araştırılmıştır.

Denemeler süresince, 35 adet *S. melongena* × *S. torvum* melezleme kombinasyonunun tamamında meyve tutumu mümkün olurken, elde edilen meyvelerden fizyolojik olumda alınan tohumlardan herhangi bir bitki oluşumu gerçekleşmemiştir. Doku kültüründe steril şartlarda açılan tohumlardan embriyolar, embriyo kurtarma ortamına alınmış ve 33 kombinasyonda bitki gelişimi mümkün olmuştur. Dış koşullara alıştırılan bitkilerin çiçek tozlarında TTC ve petride agar yardımıyla çiçek tozu canlılık ve çimlenme testleri yapılmış, ancak ilk yıl fertil kombinasyonlar elde edilememiştir. Bir kışı atlatan Sm1 × St5 melez kombinasyonuna ait bireylerde ilkbahar aylarında yapılan çiçek tozu canlılık ve çimlenme testlerinde, fatalitenin restore olduğu, %18.8 canlılık ve %9.2 çimlenme değerlerine ulaşıldığı görülmüştür.

Çiçek tozu kısmen fertil hale gelen bireyler kullanılarak yapılan geri melezleme ve kendileme çalışmalarında, sadece *S. melongena*'nın ana olarak kullanıldığı kombinasyonlarda meyve tutumu gerçekleşirken, bu meyvelerden elde edilen tohumların geri melez olmadığı, tamamen ana ebeveyne benzediği

belirlenmiştir. *S. torvum* 'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı tüm *S. torvum* × *S. melongena* melezlemelerinde, meyve tutumu ve tohum elde edilmesi mümkün olmamıştır.

Tetraploid *S. melongena* × *S. torvum* hibritlerinin elde edilmesi için Sm2 × St5 kombinasyonunda 1 ve 2 saat süre ile *in vitro* kolhisin uygulaması yapılmış, %1'lik dozun iki saat uygulamasından 1 adet tetraploid birey elde edilmiştir. Katlamanın yeterli olmaması sebebiyle dozlar değişmeden uygulama süresi, 2 ve 4 saat olarak değiştirilerek diğer genotiplere uygulanmıştır. Bu uygulamalardan, Sm18 × St23 ve Sm2 × St42 kombinasyonlarında %0.5 ve %1 dozları ve 4 saat uygulamasında birer adet olmak üzere toplam 2 adet, Sm37 × St17 melez kombinasyonunda ise toplam 2 adet olmak üzere, çok düşük oranda tetraploid bireyler elde dilmiştir. *In vivo* koşullarda yapılan uygulamalardan ise sonuç alınamamıştır. Tetraploid bireylerde çiçek tozu canlılık değerleri %31.60 ile %9.60, çimlenme değerleri ise %3.4 ile %15.60 arasında değişmiştir. Tetraploid bitki elde edilmesi ile polen sterilitesi kısmen de olsa iyileştirilmiştir.

S. melongena ile *S. torvum* arasında köprü olabilecek türlerden olan *S. americanum* ile yapılan melezlemelerde, *S. torvum*'un ana ebeveyn olduğu kombinasyonlarda meyve tutumu gerçekleşmemiştir. *S. torvum*'un polen kaynağı olarak kullanıldığı melezlemelerde ise sadece Sa30 no'lu genotip ile yapılan melezlemelerde meyve tutumu gerçekleşirken, genellikle partenokarpik meyve oluşumu gözlemlenmiş, azda olsa elde edilen tohumlar ana ebeveynin aynısı olmuştur.

S. melongena × *S. americanum* melezlemelerinde ise *S. americanum*'un ana ebeveyn olduğu durumlarda meyve tutumu gerçekleşmezken, *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonlarda, meyve tutumu ve tohum elde edilmesi kısmen de olsa gerçekleşmiştir. Bu meyvelerden elde edilen tohumlar hibrit olmamış, ana ebeveyn olarak kullanılan genotip ile aynı özellikleri göstermiştir.

S. melongena × *S. aethiopicum* diallel melezlemelerinde, meyve tutumu ve tohum elde edilmesi gerçekleşmiştir.

S. torvum × *S. aethiopicum* melezleme kombinasyonlarında *S. aethiopicum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı melezleme kombinasyonlarında, meyve tutumu gerçekleşmiştir. Melezlemelerde kullanılan Sae45 genotipi hariç, diğer *S. aethiopicum* × *S. torvum* melez kombinasyonlarında hava sıcaklıklarına bağlı olarak, 13. günden itibaren meyve içindeki tohumlarda dejenerasyon başlamış ve embriyo görünür olamadan tüm tohum taslakları dejenere olmuştur. Sae45 no'lu genotipde ise herhangi bir dejenerasyon gerçekleşmeden, sağlıklı tohumların olduğu belirlenmiştir. Bu tohumlardan elde edilen bitkilerin %100'nün, ana ebeveyn olarak kullanılan genotipe benzediği belirlenmiştir.

S. melongena × *S. aethiopicum* F1 bitkilerinin ana ebeveyn, *S. torvum*'un baba ebeveyn olarak kullanıldığı köprü melez çalışmasında, bütün kombinasyonlarda meyve tutumları gerçekleşmiştir. Ancak, elde edilen meyvelerdeki tohumların büyük bir kısmı tohum kabuğu oluşmadan dejenere olmuş, bazı sertleşmiş tohum kabuğuna sahip tohumların ise embriyo veya endosperm içermeyen boş tohumlar olduğu belirlenmiştir. Embriyolar, steril koşullarda embriyo kurtarma ortamına ekilerek bitkiye dönüşüm sağlanmıştır. *S. melongena*'nın ana ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonunda, toplam 409 adet meyve steril koşullarda açılarak embriyo kurtarma yapılmış ve 4036 adet tohum sayılmıştır. Sayılan bu tohumlardan 1930 adedinde tohum kabuğu sertleşmiştir. Tohum kabuğu sertleşmemiş tohum sayısı 2262 adet olmuş ve bunlar embriyo içermemiştir. 1930 adet tohum kabuğu sertleşmiş normal gelişim gösteren tohumlardan 418 adedinde embriyo bulunmuş ve embriyolu tohum oranı %10.36 olarak belirlenmiştir. En yüksek embriyolu tohum oranı %37.9 ile Sm37 no'lu genotipden elde edilirken, en düşük oran %7.76 ile Sm36 no'lu genotipde kaydedilmiştir. *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu köprü melezleme çalışmalarında, toplam 418 adet embriyo gözlemlenmiştir. Meyve başına embriyo sayısı ise ortama 1.08 adet olarak bulunmuştur. En yüksek embriyo sayısı 2.09 ile Sm2 no'lu genotipden elde edilirken, en düşük oran ise 0.78 ile Sm38 no'lu genotipde tespit edilmiştir.

S. aethiopicum'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı melez kombinasyonunda, toplam 753 adet meyve steril koşullarda açılarak embriyo kurtarma yapılmış ve bu meyvelerden 6010 adet tohum elde edilmiştir. Sayılan bu tohumlardan 2095 adedinde tohum kabuğu sertleşmiştir. Tohum kabuğu sertleşmemiş tohum sayısı, 3862 adet olmuş ve bunlar embriyo içermemiştir. Tohum kabuğu sertleşmiş normal gelişim gösteren tohumlardan 795 adedinde embriyo bulunmuş ve embriyolu tohum oranı %13.23 olarak belirlenmiştir. En yüksek embriyolu tohum oranı %18.49 ile Sae27 no'lu, en düşük oran ise %8.18 ile Sae28 no'lu genotipten elde edilmiştir. *S. aethiopicum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı köprü melezleme çalışmalarında, toplam 795 adet embriyo elde edilmiştir. Meyve başına embriyo sayısı ise ortama 1.05 adet olarak bulunmuştur. En yüksek embriyo sayısı 1.25 ile Sae25 no'lu genotipten elde edilirken, en düşük embriyo oranı %0.70 ile Sae28 no'lu genotipden tespit edilmiştir.

S. melongena × *S. aethiopicum* diallel hibritlerinin *S. torvum* ile melezlenmesi sonucunda, kullanılan 3 farklı türünde genomunu taşıyan üçlü hibritler elde edilirken, baba olarak kullanılan *S. torvum* genomunun etkisinin görülmediği ikili hibritler de tespit edilmiştir. Embriyo kurtarma ile elde edilen 1213 adet embriyodan, doku kültürü koşullarında 125 adet bitki elde edilebilmiştir. Bu bitkilerden 96 adedi üçlü hibrit, 29 adedi ise *S. torvum* kanı taşımayan ikili hibrit olarak belirlenmiştir. Bitkiye dönüşen üçlü hibritlerin çiçek tozu canlılık ve çimlenme durumları test edilmiştir. Bitkiye dönüşen 96 adet üçlü hibritin 15 adedi hiç çiçek tozu oluşturmazken, 71 adedi çiçek tozu oluşturmaya rağmen, canlılık ve çimlenme gözlemlenmemiştir.

S. americanum genotipleri kullanılarak yapılan köprü melezleme çalışmalarında, *S. melongena*'nın ana ebeveyn olduğu kombinasyonlarda, sadece Sm37 genotipinde meyve tutumu ve tohum oluşumu gerçekleşirken, bu tohumlardan elde edilen bitkilerin tamamen ana ebeveyne benzedikleri belirlenmiştir. *S. americanum* × *S. torvum* melez kombinasyonunda, sadece Sa30 ve Sa31 kodlu *S. americanum* genotiplerinde meyve tutumu gerçekleşmiş olup, bu

meyvelerin partonakarpik olduğu belirlenmiştir. Tohum içeren meyvelerden elde edilen bitkiler, ana ebeveyne benzer özellikler göstermiştir. *S. torvum*'un ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda ise meyve tutumu gerçekleşmemiştir.

Patlıcan anaçları ile yapılan anter kültürü çalışmasında, kültüre alınan anterlerin hemen hemen hepsinde somatik hücre kökenli kallus gelişimi gözlemlenirken, embriyogenik kallus gelişimi ve embriyo oluşumu sağlanamamıştır.

Agr 703.1 F₁ anacında tohum elde edilemezken, Köksal F₁ anacında tohum oluşmuştur. Bu tohumlardan 97 adet F₂ bitkisi seralara ekilmiş ve 97 F₂'nin 96'sından morfolojik veriler alınarak, kendilenmiştir. Bu kendilemeler sonucu, 97 F₂ bitkisinin 55 adedinden tohum alınabilmiş, geriye kalan 43 adedinden ise tohum elde edilmesi mümkün olmamıştır.

F₂ populasyonundaki 96 adet patlıcan bitkilerine ait dendogram incelendiğinde, katsayı ortalaması (benzerlik ortalaması) 0.51 olmuş, her biri üç adet yan gruba ayrılan iki ana gruptan oluşan bir dendogram elde edilmiştir. Benzerlik indeksinin dendogramı temsil ettiği değer $r = 0.93$, ilk üç eigen değerine göre kümülatif varyans %82.38 olmuştur.

F₃ populasyonundaki patlıcan bitkilerine ait dendogram toplam 466 patlıcan bitkisinden oluşmuş, katsayı ortalaması (benzerlik ortalaması) 0.48, benzerlik indeksinin dendogramı temsil ettiği değer $r = 0.93$ ve ilk üç eigen değerine göre kümülatif varyans %75.65 olmuştur. Dendogram yine her biri üç yan gruba ayrılan iki ana gruptan oluşmuştur.

Tüm bu sonuçlar ışığında, daha sonra bu konuda yapılacak çalışmalar için aşağıdaki tavsiyeler verilebilir:

Polen canlılığı iyileştirilen *S. melongena* ile *S. torvum* hibritlerinden fertil döller elde edebilmek için uyumsuzluğu engelleyen kimyasallar denenebilir.

Kısır *S. melongena* $\times$ *S. torvum* hibritlerinde tetraploidinin uyartımı için uygulama doz, süre ve yöntemleri ayrıntılı araştırılarak, en uygun yöntem belirlenmeye çalışılabilir.

Canlılığı kısmen iyileştirilmiş olan tetraploid bireylerden diploid hatların geliştirilmesi için, özellikle mikrospor kültüründe yeni ortamların denenmesine ağırlık verilebilir.

S. melongena ile *S. torvum* arasında gen akışını sağlayabilecek türlerin belirlenmesi için, daha fazla sayıda farklı türlerle köprü melezleme çalışmaları yapılabilir.

S. aethiopicum $\times$ *S. torvum* melezlemesinde ortaya çıkan ana ebeveyne benzeme durumunun oluşma nedenleri, ilgili karakteri kontrol eden genlerin sayısı ve haritalanması, ıslahta veya tohum üretiminde kullanım olanaklarının ortaya konulması için çalışmalar yapılabilir.

Köksal F₁ çeşidinden elde edilen hatlar, patlıcan için anaç geliştirilmesi çalışmalarında kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abak, K., Güler, H.Y., and Eti, S., 1993. Studies on the pollen viability and germination ability estimation techniques in eggplant. Doğa Tr. Agric. Forestry.
- Adalid, A.M., Rosello, S., and Nuez F., 2010. Evaluation and selection of tomato accessions (*Solanum* section *Lycopersicon*) for content of lycopene, b-carotene and ascorbic acid. J. Food Compos. Anal. 23:613-618.
- Afful, N.T., Nyadanu, D., Akromah, R., Amoatey., H.M., Annor, C., and Diawouh, R..G., 2018. Evaluation of crossability studies between selected eggplant accessions with wild relatives *S. torvum*, *S. anguivi* and *S. aethopicum* (Shum group). Journal of Plant Breeding and Crop Science, 10(1):1-12. doi:10.5897/JPBCS2017.0695
- Aleza, P., Juárez, J., Ollitrault, P., and Navarro, L., 2009. Production of tetraploid plants of non-apomictic *Citrus* genotypes. Plant Cell Rep. 28:1837-46. doi:10.1007/s00299-009-0783-2
- Ali, M., and Fujieda, K., 1990. Cross compatibility between eggplant (*Solanum* and wild Relatives *S. melongena* L.). J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 58(4):977-984.
- _____, Matsuzoe, N., Okubo, N., and Fujieda, K., 1992. Resistance of non-tuberous *Solanum* to root-knot nematode. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 60(4):921-926.
- Alpsoy, H.C., and Şeniz, V., 2007. Researches on the *in vitro* androgenesis and obtaining haploid plants in some eggplant genotypes. Acta Hortic. 729:137-141.
- Ano, G., Prior, P., Manyri, J., and Vincent, C., 1989. Stratégies de l'amélioration de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) pour la résistance au fletrissement bactérien causé par *Pseudomonas solanacearum* E.F.S (L. Degras editor). Proceedings of the XXVth Annual Meeting Caribbean Food Crop Society, Guadeloupe, pp. 570-579.

- _____, 1990. Amélioration de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) pour la résistance au flétrissement bactérien causé par *Pseudomonas solanacearum* E.F. S. Journées maraichères CIRAD-ORSTOM-INRA:570-579.
- _____, Hébert, Y., Prior, P., and Messiaen, C.M., 1991. A new source of resistance to bacterial wilt of eggplant obtained from a cross: *Solanum aethiopicum* L. × *Solanum melongena* L. *Agronomie*, 11:555-560.
- Anonim, 1990. Descriptor for eggplant (IPGRI). International Board of Genetics Reseources.https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Descriptors_for_eggplant_Descripteurs_pour_l_aubergine_401.pdf. 22.11.2019
- Bal, U., Ellialtıoğlu, S., and Abak, K., 2009. Induction of symmetrical nucleus division and multi-nucleate structures in microspores of *Solanum melongena* L. cultured *in vitro*. *Sci. Agric.* 66(4):535-539.
- Barchi, L., Lanteri, S., Portis, E., Stägel, A., Valè, G., Toppino, L., and Rotino, G.L., 2010. Segregation distortion and linkage analysis in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Genome*, 53:805-815.
- Başay, S., 2006. Patlıcan (*Solanum melongena* L.)'da *Verticillium dahliae* Kleb.'e dayanıklı hatların geliştirilmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 125 s.
- _____, Ellialtıoğlu, Ş., ve Şeniz, V., 2010. Yerli ve yabancı patlıcan çeşitlerinde anter kültürü yoluyla haploid embriyo oluşumu. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 23-26 Haziran 2010, Van, ss. 588-590.
- _____, Şeniz, V., and Ellialtıoğlu, Ş., 2011. Obtaining dihaploid lines by using anther culture in the different eggplant cultivars. *J. Food Agric. Environ.* 9(2):188-190.
- _____, and Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2013. Effect of genotypical factors on the effectiveness of anther culture in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Turk. J. Biol.* 37:499-505.

- Behera, T.K., and Singh, N., 2002. Inter-specific crosses between eggplant (*Solanum melongena* L.) with related *Solanum* species. *Sci. Hortic.* 95(1-2):165-172. [https://doi.org/10.1016/s0304-4238\(02\)00019-5](https://doi.org/10.1016/s0304-4238(02)00019-5)
- Bletsos, F.A., Roupakias, D.G., Tsaktsira, M.L., Scaltsojannes, A.B., and Thanassouloupoulos, C.C., 1998. Interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars and two wild species (*Solanum torvum* Sw. and *Solanum sisymbriifolium* Lam.). *Plant Breeding*, 117:159-164.
- _____, Roupakias, D., Maria Tsaktsira, M., and Scaltsoyannes, A., 2004. Production and characterization of interspecific hybrids between three eggplant (*Solanum melongena* L.) Cultivars and *Solanum macrocarpon* L. *Sci. Hortic.* 101:11-21.
- Bosland, P.W., and Votava, E., 1999. Peppers: Vegetable and spice *Capsicums*. CAB International, United Kingdom.
- Bourgin, J.P., and Nitsch, J.P., 1967. Obtention de *Nicotiana* haploïdes à partir d'étamines cultivées *in vitro* (Production of haploid *Nicotiana* from excised stamen). *Ann. Physiol. Veg.* 9:377-382.
- Boyacı, H.F., Yılmaz, S., Çelik, İ., ve Yeşilova, Ö., 2006. Patlıcanda (*Solanum melongena* L.) kullanılan bazı anaçların verim ve verim bileşenlerine Etkisi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül 2006, Kahramanmaraş, ss. 253-258.
- Bukenya, Z.R., and Carasco, J.F., 1995. Crossability and cytological studies in *Solanum macrocarpon* and *Solanum linnaeanum* (Solanaceae). *Euphytica*, 86(1):5-13. doi:10.1007/bf00035933
- Bushell, C., Spielman, M., and Scott, R. J., 2003. The basis of natural and artificial postzygotic hybridization barriers in *Arabidopsis* species. *Plant Cell*, 15(6):1430-1442. doi:10.1105/tpc.010496
- Callano, K.J.L., Huelgas, V.C., and Mendiolo, M.S., 2015. Cytogenetics of *Solanum aethiopicum* L., *S. melongena* L. and their F-1 hybrids and the

- mechanism of hybrid sterility and breakdown. Crop Protection Newsletter, 40(2):33-44.
- Corral-Martínez, P., and Seguí-Simarro, J.M., 2014. Refining the method for eggplant microspore culture: effect of abscisic acid, epibrassinolide, polyethylene glycol, naphthaleneacetic acid, 6-benzylaminopurine and arabinogalactan proteins. Euphytica, 195:369-382. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1001-4>
- Cappelli, C., Stravato, V.M, Rotino, G.L, and Buonauro, R., 1995. Sources of resistance among *Solanum* spp. to an Italian isolate of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*. 9th Meeting on Genetics and Breeding on *Capsicum* and Eggplant of EUCARPIA, Budapest, Hungary, pp. 221-224.
- Chetelat, R.T., 2015. Overcoming sterility and unilateral incompatibility of *Solanum lycopersicum* × *S. sitiens* hybrids. Euphytica, 207(2):319-330.
- Clain, C., Da Silva, D., Fock, I., Vaniet, S., Carmeille, A., Gousset, C., Sihachakr, D., Luisetti, J., Kodja, H., and Besse, P., 2004. RAPD genetic homogeneity and high levels of bacterial wilt tolerance in *Solanum torvum* Sw. (*Solanaceae*) accessions from Reunion Island. Plant Sci. 166(6):1533-1540.
- Cohen, D., and Yao, J.L., 1996. *In vitro* chromosome doubling of nine *Zantedeschia* cultivars. Plant Cell Tiss. Org. 47:43-9. doi:10.1007/BF02318964
- Cui, Y., Hou, L., Li, X., Huang, F., Pang, X., and Li, Y., 2017. *In vitro* induction of tetraploid *Ziziphus jujuba* Mill. var. *spinosa* plants from leaf explants. Plant Cell Tiss. Org. 131:175-182. doi: 10.1007/s11240-017-1274-8
- Çağlar, G., ve Bağcı, S., 2004. Bazı *Cucumis* türleri arasındaki melezlemelerde embriyo kurtarma yoluyla *in vitro* hibrit bitki regenerasyonu. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2):175-182.
- Çeçil, İ., and Çürük, S., 2019. The effect of different oryzalin and colchicine concentrations supplemented to *in vitro* regeneration medium on tetraploid

- plant production in eggplant. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 7(4):606-616. doi: 10.24925/turjaf.v7i4.606-616.2305
- Çürük, S., and Dayan, A., 2018 Production of diploid and amphidiploid interspecific hybrids of eggplant and *Solanum torvum* and pollen fertility. J. Anim. Plant Sci. 28(5):1485-1492.
- Daunay, M.C., 2008. Eggplant (J. Prohens, F. Nuez editors), Handbook of Plant Breeding: Vegetables II, Springer, New York, USA, pp. 163-220.
- _____, Lester, R.N., and Laterrot, H., 1991. The use of wild species for the genetic improvement of brinjal egg-plant (*Solanum melongena*) and tomato (*Lycopersicon esculantum*) (J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee, N. Estrada editors). Solanaceae III Taxonomy, Chemistry, Evolution, Kew: The Royal Botanic Gardens, pp. 389-412.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, A., King, S.R., and Zhang, X.P., 2008a. Grafting effects on vegetable quality. HortScience, 43:1670-1672.
- _____, Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C., Sun, Z., Miguel, A., King, S., Cohen, R., and Lee, J.M., 2008b. Cucurbit Grafting. Crit. Rev. Plant Sci. 27:50-74.
- Dempewolf, H., Baute, G., Anderson, J., Kilian, B., Smith, C., and Guarino, L., 2017. Past and future use of wild relatives in crop breeding. Crop Sci. 57(3):1070-1087. doi:10.2135/cropsci2016.10.0885
- Denli, N., 2019. Türler arası melezleme ile biberde (*Capsicum annuum*) genetik tabanın genişletilmesi ve androgenesisin kalıtımının belirlenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 170 s.
- Devi, C.P., Munshi, A.D., Behera, T.K., Choudhary, H., Vinod Gurung, B., and Saha, P., 2015. Cross compatibility in interspecific hybridization of eggplant, *Solanum melongena*, with its wild relatives. Sci. Hortic. 193:353-358. doi: 10.1016/j.scienta.2015.07.024

- Diaz, J., Schmiediche, P., and Austin, D.F., 1996. Polygon of crossability between eleven species of *Ipoea*: section Batatas (*Convolvulaceae*). *Euphytica*, 88:189-200.
- Dujardin, M., and Hanna, W., 1984. Cytogenetics of double cross hybrids between *Pennisetum americanu* —*P. purpureum* amphiploids and *P. americanum* × *Pennisetum squamulatum* interspecific hybrids. *Theor. Appl. Genet.* 69(1):97-100. doi: 10.1007/BF00262551
- Dumas De Vault, R., and Chambonnet, D., 1982. Stimulation of plant production in eggplant (*Solanum melongena* L.) anther culture by treatment at +35°C and low growth substance concentrations. *Agronomie*, 2(10):983-988.
- Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2000. Haploid bitkilerin bitki ıslahı programlarında kullanımı. Biki Islahı Kursu, Seminer Notları (Yayımlanmamış), Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun.
- _____, ve Tıprıdamaz, R., 2000. Patlıcan anter kültüründe içsel absizik asit miktarını azaltıcı uygulamaların androgenetik embriyo oluşumuna etkisi. *Biyoteknoloji (Kükem) Dergisi*, 24(1):23-32.
- _____, Ş., Başay, S., ve Kuşvuran, Ş., 2006. Anter kültüründen elde edilen haploid patlıcanların katlanması amacıyla kullanılan *in vitro* ve *in vivo* kolhisin uygulamalarının karşılaştırılması. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül 2006, Kahramanmaraş, ss:386-390.
- _____, 2010. Patlıcan ıslahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Notları. http://www.agri.ankara.edu.tr/bahce/1099_patlican_islahi.pdf
- Emiroğlu, Ü., and Gürel, A., 1993. Modern biotechnology in plant breeding. The biotechnology revolution. Short course. Organised by Ege University Biotechnology Centre and Faculty of Agriculture, Department of Crop Science, 8-12 February 1993, Bornova-İzmir.

- Eti, S., 1991. Bazı meyve tür ve çeşitlerinde değişik *in vitro* testler yardımıyla çiçek tozu canlılık ve çimlenme yeteneklerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1):69-80.
- Ewald, D., Ulrich, K., Naujoks, G., and Schröder, M.B., 2009. Induction of tetraploid poplar and black locust plants using colchicine: chloroplast number as an early marker for selecting polyploids *in vitro*. Plant Cell Tiss. Org. 99(3):353-357.
- FAOSTAT, 2017. Tarım İstatistikleri İnternet Veritabanı. <http://faostat.fao.org/> (22.11.2019)
- Feng, H., Wang, M., Cong, R., and Dai, S., 2016. Colchicine- and trifluralin-mediated polyploidization of *Rosa multiflora* Thunb. var. *inermis* and *Rosa roxburghii* f. *normalis*. J. Hortic. Sci. Biotech. 92(3):1-9. doi: 10.1080/14620316.2016.1249964
- Fukuoka, H., Yamaguchi, H., Nunome, T., Negoro, S., Miyatake, K., and Ohyama, A., 2010. Accumulation, functional annotation and comparative analysis of expressed sequence tags in eggplant (*Solanum melongena* L.), the third pole of the genus *Solanum* species after tomato and potato. Gene, 450(1-2):76-84.
- Gisbert, C., Prohens, J., Raigón, M.D., Stommel, J.R., and Nuez, F., 2011. Eggplant relatives as sources of variation for developing new rootstocks: Effects of grafting on eggplant yield and fruit apparent quality and composition, Sci. Hortic. 128(1):14-22.
- Gousset, C., Collonnier, C., Mulya, K., Mariska, I., Rotino, G.L., Besse, P., Servaes, A., and Sihachakr, D., 2005. *Solanum torvum*, as a useful source of resistance against bacterial and fungal diseases for improvement of eggplant (*S. melongena* L.). Plant Sci. 168:319-327.
- Gresshoff, P.M., and Doys, C.H., 1972. Development and differentiation of haploid *Lycopersicon esculentum* (tomato). Planta, 107:161-170.

- Gu, X.F., Yang, A.F., Meng, H., and Zhang, J.R., 2005. *In vitro* induction of tetraploid plants from diploid *Zizyphus jujuba* Mill. cv. Zhanhua. Plant Cell Rep. 24(11):671-6. doi: doi.org/10.1007/s00299-005-0017-1
- Gudeva, L.K., and Trajkova, F., 2012. Anther culture of pepper: morphological characteristics of fruits of androgenetic pepper lines (*Capsicum annuum* L.). Journal of Research in Agriculture, 1(2):136-145.
- Guha, S., and Maheshwari, S.C., 1964. *In vitro* production of embryos from anthers of *Datura*. Nature, 204:497.
- Han, Y., Pan, J., Thammaphichai, P., Li, Z., and Weng, Y., 2016. Asynchronous meiosis in *Cucumis hystris*–Cucumber synthetic tetraploids resulting in low male fertility. The Crop Journal, 4(4):275-279.
- Hao, M., Liu, M., Luo, J., Fan, C., Yi, Y., Zhang, L., Yuan, Z., Ning, S., Zheng, Y., and Liu, D., 2018. Introgression of powdery mildew resistance gene Pm56 on rye chromosome arm 6RS into wheat. Front Plant Sci. 9:1040. doi: 10.3389/fpls.2018.01040.
- Hatipoğlu, R., 1993. Biyoteknolojiye Giriş. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Adana, No:129.
- Hermesen, J.G.T., and Ramanna, M.S., 1973. Double-bridge hybrids of *Solanum bulbocastanum* and cultivars of *Solanum tuberosum*. Euphytica, 22:457-466. doi: 10.1007/BF00036641
- Ho, J.Y., Weide, R., Ma, H.M., Van Wordragen, M.F., Lambert, K.N., Koornneef, M., Zabel, P., and Williamson, V.M., 1992. The root-knot nematode resistance gene (Mi) in tomato: construction of a molecular linkage map and identification of dominant cDNA markers in resistant genotypes. Plant J. 2:971-982.
- Inomata, N., 2003. Production of intergeneric hybrids between *Brassica juncea* and *Diploaxis virgata* through ovary culture, and the cytology and crossability of their progenies. Euphytica, 133:57-64.

- Isouard, G., Raquin, C., and Demarly, Y., 1979. Obtention de plantes haploïdes et diploïdes par culture *in vitro* d'anthères d'aubergine (*Solanum melongena* L.). Comptes Rendus de l' Academie de Sciences de Paris, 288:987-989.
- Isshiki, S., and Taura, T., 2003. Fertility restoration of hybrids between *Solanum melongena* L. and *S. aethiopicum* L. *Gilo* Group by chromosome doubling and cytoplasmic effect on pollen fertility. Euphytica, 134(2):195-201.
- Jaiki, M., and Chin, S.W., 2007. Study of pollen-pistil relationship between eggplant (*Solanum melongena* L.) and its wild relative *Solanum torvum* S.W. Journal of International Cooperation, 2(2):90-106.
- Ji, Y., Schuster, D.J., and Scott, J.W., 2007. *Ty-3*, a begomovirus resistance locus near the *Tomato yellow leaf curl virus* resistance locus *Ty-1* on chromosome 6 of tomato. Mol. Breeding, 20(3):271-284. doi:10.1007/s11032-007-9089-7
- Kadota, M., and Niimi, Y., 2002. *In vitro* induction of tetraploid plants from a diploid Japanese pear cultivar (*Pyrus pyrifolia* N. cv. Hosui). Plant Cell Rep. 21(3):282-286.
- Kalda, T.S., Swarup, V., and Chowdhary, B., 1976. Studies on resistance to phomopsis blight in eggplant (*Solanum melongena* L.). Vegetable Science, 3:65-70.
- Kaloo, G., 1986. Vegetable Breeding. Volume III. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, pp. 136-140.
- _____, 1993. Genetic Improvement of Vegetable Crops (G. Kaloo, B.O. Bergh editors). Elsevier Ltd. ISBN: 978-0-08-040826-2.
- Kanchanapoom, K., and Koarapatchaikul, K., 2012. *In vitro* induction of tetraploid plants from callus cultures of diploid bananas (*Musa acuminata*, AA group) 'Kluai LebMu Nang' and 'Kluai Sa'. Euphytica, 183:111-117.
- Karakullukçu, Ş.Ş., 1991. Değişik patlıcan genotiplerinde *in vitro* androgenesis ve haploid bitki oluşumunu uyarıcı bazı etmenler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 136 s.

- Karakullukcu, Ş., and Abak K. 1993. Studies on anther culture in eggplant. I. determination of suitable bud development stage. *Doğa Turkish Agriculture and Forestry*; 17:801-810.
- Kashyap, V., Vinod Kumar, S., Collonnier, C., Fusari, F., Haicour, R., Rotino, G.L., Sihachakr, D., and Rajam, M.V., 2003. Biotechnology of Eggplant. *Sci. Hort.* 97(1):1-25.
- Kennet, R., Barkai-Golan, R., Chorin, M., Dishon, I., Katan, Y., Netzer, D., Palti, J., and Volcani, Z., 1970. A revised checklist of fungal and bacterial diseases of vegetable crops in Israel. Volcani Institute of Agricultural Research, Bet Dagan, p. 39.
- Kermani, M.J., Sarasan, V., Roberts, A.V., Yokoya, K., Wentworth, J., and Sieber, V.K., 2003. Oryzalin-induced chromosome doubling in rosa and its effect on plant morphology and pollen viability. *Theor. Appl. Genet.* 107(7):1195-200. doi:10.1007/s00122-003-1374-1
- Khan, M.M.R., and Isshiki, S., 2010. Development of the male-sterile line of eggplant utilizing the cytoplasm of *Solanum aethiopicum* L. Aculeatum Group. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 79(4):348–353. doi:10. 2503/jjshs1.79.348
- _____, Hasnunnahar, Mst., and Isshiki, S. 2013. Production of amphidiploids of the hybrids between *Solanum macrocarpon* and eggplant. *HortScience*, 48(4):422-424.
- Khatun, F., Meah, M.B., and Nasiruddin, K.M., 2006. Regeneration of eggplant through anther culture. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(1):48-53.
- Khrustaleva, L.I., and Kik, C., 1998. Cytogenetical studies in the bridge cross *Allium cepa* × (*A. fistulosum* × *A. roylei*). *Theor. Appl. Genet.* 96:8-14.
- Kim, M., Jang, I., Kim, J.A., Park, E.J., Yoon, M., and Lee, Y., 2008. Embryogenesis and plant regeneration of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) through isolated microspore culture. *Plant Cell Rep.* 27:425-34. 10.1007/s00299-007-0442-4

- King, S.R., Davis, A.R., Liu, W., and Levi, A., 2008. Grafting for disease resistance. *HortScience*, 43:1673-1676.
- _____, Davis, A.R., Zhang, X., and Crosby, K., 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for *Solanaceae* and *Cucurbitaceae*. *Sci. Hortic.* 127:106-111.
- Kirti, P.B., and Rao, B.G.S., 1982. Cytological studies on F1 hybrids of *Solanum integrifolium* with *Solanum melongena* and *Solanum melongena* var. *insanum*. *Genetica*, 59(2):127-131. doi: 10.1007/bf00133296
- Kouassi, B., Prohens, J., Gramazio, P., Kouassi, A.B., Vilanova, S., Galan-Avila, A., Herraiz, F.J., Kouassi, A., Segui-Simarro, J.M., and Plazas, M., 2016. Development of backcross generations and new interspecific hybrid combinations for introgression breeding in eggplant (*Solanum melongena*). *Sci. Hortic.* 213:199-207. doi: 10.1016/j.scienta.2016.10.039
- Kumar, S., Singh, M., Prabhavathi, K., and Mathews, A., 2003. *In vitro* induction of haploid in eggplant (*Solanum melongena* L.). *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 22:147-150.
- Kumchai, J., Wei, Y.C., Lee, C.Y., Chen F.C., and Chin S.W., 2013. Production of interspecific hybrids between commercial cultivars of the eggplant (*Solanum melongena* L.) and its wild relative *S. torvum*. *Genet. and Mol. Res.* 12(1):755-764.
- Külahlıoğlu, İ., ve Çürük, S., 2017. Effect of different oryzalin and colchicine applications in liquid medium on tetraploid plant production in eggplant. *Uygulamalı Biyoloji Bilimleri Dergisi*, 11(3):42-47.
- Kwiatek, M., Majka, M., Wiśniewska, H., Apolinarska, B., and Belter, J. 2015. Effective transfer of chromosomes carrying leaf rust resistance genes from *Aegilops tauschii* coss. into hexaploid triticales (X *Triticosecale* Witt.) using *Ae. tauschii* × *Secale cereale* amphiploid forms. *J. Appl. Genet.* 56(2):163-168. doi:10.1007/s13353-014-0264-3

- Lal, O.P., Sharma R.K., Verma T.S., and Chandel, J., 1976. Resistance in brinjal to shoot and fruit borer in *Leucinodes orbonalis*. *Vegetable Science*, 3:111-115.
- Leblanc, O., Duenas, M., Hernandez, M., and Bello, S., 1995. Chromosome doubling in *Tripsacum*: the production of artificial, sexual tetraploid plants. *Plant Breeding*, 114:226-230.
- Lee, J.M., 1994. Cultivation of grafted vegetables I: current status, grafting methods and benefits. *HortScience*, 29:235-239.
- _____, and Oda, M., 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hortic. Rev.* 28:61-124.
- Lester, R.N., and Hasan, S.M.Z., 1991. Origin and domestication of the brinjal-eggplant, *Solanum melongena*, from *S. incanum* in Africa and Asia (J.H. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee, N. Estrada editors). *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry and Evolution*. Kew: Royal Botanic Gardens.
- _____, 1998. Genetic resources of capsicum and eggplants. Xth EUCARPIA Meeting on Genetic and Breeding of Capsicum and Eggplant, 7-11 September 1998, Avignon, France, pp. 25-30.
- Limera, C., Wang, K., Xu, L., Wang, Y., Zhu, X., Feng, H., Sha, Y., Gong, Y., and Liu L., 2016. Induction of autotetraploidy using colchicine and its identification in radish (*Raphanus sativus* L.). *J. Hortic. Sci. Biotech.* 91:63-70.
- Liu, G., Li, Z., and Bao, M., 2007. Colchicine-induced chromosome doubling in *Platanus acerifolia* and its effect on plant morphology. *Euphytica*, 157:145-154. doi: 10.1007/s10681-007-9406-6
- Luc, M., Sikera, R.A., and Bridge, J., 2005. Reflections on nematology in subtropical and tropical agriculture (M. Luc, R.A. Sikera, J. Bridge editors). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, 2nd Edition.

- Mandal, N., and Gupta, S., 1997. Anther culture of an interspecific rice hybrid and selection of fine grain type with submergence tolerance. *Plant Cell Tiss. Org.* 51:79-82.
- Manzur, J.P., Fita, A., Prohens, J., and Rodríguez-Burruezo, A., 2015. Successful wide hybridization and introgression breeding in a diverse set of common peppers (*Capsicum annuum*) using different cultivated ají (*C. baccatum*) accessions as donor parents. *PlosOne*, doi: 10.1371/journal.pone.0144142
- Marillonnet, S., 1987. Etude et diversification des descendantes du croisement *Solanum melongena* L. × *S. torvum* Sw.: Interet de la modification du niveau de ploïde. Memoire DEA-DAA. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des industries Nancy, France, 41 p.
- Matsubara, S., Hu, K., and Murakami, K., 1992. Embryoid and callus formation from pollen grains of eggplant and pepper by anther culture. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.* 61(1):66-77.
- Miyoshi, K., 1996. Callus induction and plantlet formation through culture of isolated microspores of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Plant Cell Rep.* 15:391-395.
- Monma, S., Sato, T., and Matsunaga, H., 1996. Evaluation of resistance to bacterial, *Fusarium* and *Verticillium* wilt in eggplant and eggplant- related species collected in Ghana. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 16:71-72.
- Montvid, P.Y., 2011. Age dependency of the meiotic process in an F1 interspecific hybrid of *Solanum linnaeum* L. × *Solanum incanum* L. *Cytol. Genet.* 45(5):288-292.
- Murashige, T., and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- Mutlu, N., Boyacı, H.F., Göçmen M., and Abak, K., 2008. Development of SRAP, SRAP-RGA, RAPD and SCAR markers linked with a *Fusarium* wilt resistance gene in eggplant. *Theor. Appl. Genet.* 117:1303-1312.

- Nisha, P., Abdul Nazar, P., and Jayamurthy, P., 2009. A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. Food Chem. Toxicol. 47(10):2640-2644. doi: 10.1016/j.fct.2009.07.026
- Nishio, T., Mochizuki, H., and Yamakawa, K., 1984. Interspecific crosses between eggplant and related species. Bull. Veg. Ornam. Crops. Res. Sta., A12:57-61.
- Olivera, P.D., Rouse, M.N., and Jin, Y., 2018. Identification of new sources of resistance to wheat stem rust in *Aegilops* spp. in the tertiary genepool of wheat. Front. Plant Sci. 9:1719. doi: 10.3389/fpls.2018.01719
- Omidiji, M.O., 1979. Crossability relationships between some species of *Solanum*, *lycopersicon* and *Capsicum* cultivated in Nigeria (J.G. Hawkes, R.N. Lester, A.D. Skelding editors). The Biology and Taxonomy of the Solanaceae. Academic Press for the Linnaean Society of London, pp. 599-604.
- Oyelana, O.A., and Ugborogho, R.E., 2008. Phenotypic variation of F-1 and F-2 populations from three species of *Solanum* L. (*Solanaceae*). Afr. J. Biotechnol. 7(14):2359-2367.
- Panayotov, N., Gueorguiev, V., and Ivanova, I., 2000. Characteristics and grouping of F1 pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids on the basis of cluster analysis by morphological characteristics of fruits. Capsicum Eggplant Newsletter, 19:62-65.
- Pessarakli, M.M., and Ramdane, D., 2004. Pollination and breeding of eggplant. J. Food Agric. Environ. 2(1):218-219.
- Plazas, M., Vilanova, S., Gramazio, P., Rodriguez-Burruezo, A., Fita, A., Herraiz, F., Ranil, R., Fonseca, R., Niran, L., Fonseca, H., Kouassi, B., Kouassi, A., Kouassi, A., and Prohens, J., 2016. Interspecific hybridization between eggplant and wild relatives from different genepools. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 141:34-44. doi:10.21273/JASHS.141.1.34

- Podwyszyńska, M., Sowik, I., Machlańska, A., Kruczynska, D., and Dyki, B., 2017. *In vitro* tetraploid induction of *Malus × domestica* Borkh. using leaf or shoot explants. Sci. Hortic. 226:379-388. doi: 10.1016/j.scienta.2017.08.042
- _____, Trzewik, A., and Marasek-Ciolakowska, A., 2018. *In vitro* polyploidisation of tulips (*Tulipa gesneriana* L.) — Phenotype assessment of tetraploids. Sci. Hortic. 242:155-163. doi: 10.1016/j.scienta.2018.07.007
- Praça, M., Carvalho, C., and Clarindo, W., 2009. A practical and reliable procedure for *in vitro* induction of tetraploid tomato. Sci. Hortic. 122:501-505. doi: 10.1016/j.scienta.2009.05.032
- Prohens, J., Plazas, M., Raigon, M.D., Seguí-Simarro, J.M., Stommel, J.R., and Vilanova, S., 2014. Characterization of interspecific hybrids and first backcross generations from crosses between two cultivated eggplants (*Solanum melongena* and *S. aethiopicum* Kumba group) and implications for eggplant breeding. Euphytica, 186(2):517-538. doi: 10.1007/s10681-012-0652-x
- _____, Gramazio, P., Plazas, M., Dempewolf, H., Kilian, B., Díez, M., Fita, A., Herraiz, F., Rodríguez-Burruezo, A., Soler, S., Knapp, S., and Vilanova, S., 2017. Introgressiomics: a new approach for using crop wild relatives in breeding for adaptation to climate change. Euphytica, 213:158. doi: 10.1007/s10681-017-1938-9
- Pushpangadhan, A., Rajasekharan, P.E., and Singh, T.H., 2018. A review on availability, utilization and future of egg plant genetic resources in India. Journal of Plant Development Sciences, 10(12):645-657.
- Questel, P., 1986 Obtention et étude des descendants du croisement interespécifique *Solanum melongena* × *S. torvum* Sw.; utilisation des cultures *in vitro*. Mémoire de DAA école Nationale Supérieure Agronomique, 34060 Montpellier, France, 47 p.

- Rahman, M.A., Rashid, M.A., Hossain, M.M., Salam, M.A., and Masum, A.S.M.H., 2002. Grafting compatibility of cultivated eggplant varieties with wild *Solanum* species. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5:755-757.
- Raina, S.K., and Iyer, R.D., 1973. Differentiation of haploid plants from pollen callus in anther culture of *Solanum melongena* L. *Z. Pflanzenzucht*, 70:275-280.
- Rajasekaran, S., 1971. Cytological studies on the F1 hybrid (*Solanum anthocarpum* Schrad. and Wendl. $\times$ *S. melongena* L.) and its amphidiploid. *Caryologia*, 24(3):261-267. doi: 10.1080/00087114.1971.10796434
- Rakha, M.T., Metwally, E.I., Moustafa, S.A., Etman, A.A., and Dewir, Y.H., 2012. Evaluation of regenerated strains from six *Cucurbita* interspecific hybrids obtained through anther and ovule *in vitro* cultures. *Aust. J. Crop. Sci.* 6(1):23-30.
- Rao, S.V., and Rao, B.G.S., 1984. Studies on the crossability relationships of some spinous *Solanums*. *Theor. Appl. Genet.* 67(5):419-426.
- Rivero, R.M., Ruiz, J.M., Romero, L., 2003. Role of grafting in horticultural plants understress conditions. *J. Food Agric. Environ.* 1:70-74.
- Rizza, F., Mennela, G., Collonnier, C., Sihachakr, D., Kashyap, V., Rajam, M.V., Prester, M., and Rotino, G.L., 2002. Androgenic dihaploids from somatic hybrids between *Solanum melongena* and *Solanum aethiopicum* group *Gilo* as a source of resistance to *Fusarium oxysporum* f sp. *melongenae*. *Plant Cell Rep.* 20:1022-1032.
- Rotino, G.L., 1996. Haploidy in eggplant. *In vitro* haploid production in higher plants. Kluwer Academic Publisher, Important Selected Plants, Vol. 3, pp. 114-141.
- _____, G.L., Sunseri, F., Acciari, N., Arpaia, S., Mennella, G., Spena, A., and Zottini, M., 2002. Transgenic parthenocarpic and insect resistant eggplant (G.G. Khachatourians, D. Lydiate, A. McHughen, R. Scorza, Wai-Kit Nip

- editors) Handbook of Transgenic Food Crops, Publisher, Marcel Dekker, Inc., CRC Press, New York, pp. 587-601. doi: 10.1201/9780203910979.ch40
- Rubuluza, T., Nikolova, R.V., Smith, M.T., and Hannweg, K., 2007. *In vitro* induction of tetraploids in *Colophospermum mopane* by colchicine. South Afr. J. Bot. 73(2):259-261.
- Salam, M.A., Rashid, M.A., Rahman, M.A., Masud, M.A.T., Masum, A.S.M.H., and Hossain, M.M., 2002. Performance of some grafted eggplant genotypes on wild *Solanum* rootstocks against root-knot nematode. Journal of Biological Sciences, 2(7):446-448.
- Salas, P., Prohens, J., and Seguí-Simarro, J.M., 2011. Evaluation of androgenic competence through anther culture in common eggplant and related species. Euphytica, 182:261-274.
- _____, Rivas-Sendra, A., Prohens, J., and Seguí-Simarro, J.M., 2012. Influence of the stage for anther excision and heterostyly in embryogenesis induction from eggplant anther cultures. Euphytica, 184:235-250.
- Schaff, D.A., Jelenkovic, G., Boyer, C.D., and Pollack, B.L., 1982. Hybridization and fertility of hybrid derivatives of *Solanum melongena* L. and *Solanum macrocarpon* L. Theor. Appl. Genet. 62:149-153.
- Sekara, A., Cebula S., and Kunicki, E., 2007. Cultivated eggplants—origin, breeding objectives and genetic resources, a review. Folia Horticulturae Ann. 19(1): 97-114.
- Sen, C., and Singh, R.P., 2011. Anther culture response in boro rice hybrids. Asian Journal of Biotechnology, 3:470-477.
- Smith, J.S.C., and Smith, O.S., 1989. The description and assessment of distances between inbred lines of maize: the utility of morphological, biochemical and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines. Maydica, 34:151-161.

- Singh, M., Kumar, S., Srivastava, K., Banerjee, M.K., and Kalloo, G., 2002. Wide hybridization of eggplant (*Solanum* spp.). Capsicum and Eggplant Newsletter, 21:89-92.
- Singh, R.J., and Nelson, R.L., 2015. Intersubgeneric hybridization between *Glycine max* and *G. tomentella*: production of F1, amphidiploid, BC1, BC2, BC3, and fertile soybean plants. Theor. Appl. Genet. 128:1117-36. doi: 10.1007/s00122-015-2494-0
- Song, Z., Dai, S., Jia, Y., Zhao, L., Kang, L., Liu, D., and Yan, Z., 2019. Development and characterization of *Triticum turgidum*–*Aegilops umbellulata* amphidiploids. Plant Genet. Resour-C, 17(1):24-32. doi:10.1017/S1479262118000254
- Sudheesh, S., Sandhya, C., Sarah Koshy, A., and Vijayalakshmi, N.R., 1999. Antioxidant activity of flavonoids from *Solanum melongena*. Phytother. Res. 13(5):393-396.
- Sun, Q., Sun, H., Li, L., and Bell, R.L., 2009. *In vitro* colchicine-induced polyploid plantlet production and regeneration from leaf explants of the diploid pear (*Pyrus communis* L.) cultivar, 'Fertility'. J. Hortic. Sci. Biotech. 84(5):548-552. doi: 10.1080/14620316.2009.11512564
- Sundar, A.N., and Jawahar, M., 2010. Efficient plant regeneration via somatic embryogenesis from anthers of *Datura stramonium* L. Journal of Agricultural Technology, 6(4):741-745.
- Supena, E.D.J., Suharsono, S., Jacobsen, E., and Custers, J.B.M., 2006. Successful development of a shed-microspore culture protocol for doubled haploid production in Indonesian hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Plant Cell Rep. 25:1-10.
- Swamynathan, B., Nadanakunjidam, S., Ramamurti, A., Sindhu, K., and Ramamoorthy, D., 2010. *In-vitro* plantlet regeneration through somatic embryogenesis in *Solanum melongena* (Thengaithittu Variety). Academic Journal of Plant Sciences, 3(2):64-70.

- Taher, D., Solberg, S.Ø., Prohens, J., Chou, Y.Y., Rakha, M., and Wu, T.H., 2017. World Vegetable Center Eggplant Collection: origin, composition, seed dissemination and utilization in breeding. *Front. Plant. Sci.* 8:1484. doi:10.3389/fpls.2017.01484
- Tang, Z., Chen, D., Song, Z., He, Y., and Cai, D., 2010. *In vitro* induction and identification of tetraploid plants of *Paulownia tomentosa*. *Plant Cell Tiss. Org.* 102:213-220.
- Tanksley, S.D., and Mccouch, S.R., 1997. Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science*, 277:1063-106.
- Taşkın, H., 2005. Bazı biber genotiplerinde anter kültürü ile haploid embriyo uyartımında embriyo kalitesinin artırılmasına yönelik bazı uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Toppino, L., Vale, G., and Rotino, G.L., 2008a. Inheritance of *Fusarium* wilt resistance introgressed from *Solanum aethiopicum* Gilo and *Aculeatum* groups into cultivated eggplant (*S. melongena*) and development of associated PCR-based markers. *Mol. Breeding*, 22(2):237-250. doi: 10.1007/s11032-008-9170-x
- _____, Mennella, G., Rizza, F., D'Alessandro, A., Sihachakr, D., and Rotino, G.L., 2008b. ISSR and isozyme characterization of androgenetic dihaploids reveals tetrasomic inheritance in tetraploid somatic hybrids between *Solanum melongena* and *Solanum aethiopicum* gr Gilo. *J. Hered.* 99(3):304-15. doi:10.1093/jhered/esm122
- Tovar-Méndez, A., Lu, L., and McClure, B., 2017. HT proteins contribute to S-RNase-independent pollen rejection in *Solanum*. *Plant J.* 89(4):718-729.
- Tsai, C.C., Chiang, Y.C. Huang, S.C., Liu, W.L., and Chou, C.H., 2010. Intergeneric hybridization, embryo rescue and molecular detection for intergeneric hybrids between *Ascocenda* and *Phalaenopsis*. *Acta Hort.* 829:413-416. doi:10.17660/ActaHortic.2009.829.67

- Uma Jyothi, K., Surya Kumari, S., and Venkata Ramana, C., 2011. Variability studies in chilli (*Capsicum annuum* L.) with reference to yield attributes. J. Hort. Sci. 6(2):133-135.
- Van Raamsdonk, L.W.D., Van Eijk, J.P., and Eikelboom, W., 1995. Crossability analysis in subgenus *Tulipa* of the genus *Tulipa* L. Bot. J. Linn. Soc. 117(2):147-158.
- Verba, V.M., Mamedov, M.I., Pyshnaya, O.N., Suprunova, T.N., and Shmykova, N.A., 2010. Isolation of eggplant interspecific hybrids by the method of embryo culture. CyberLeninka, 5:66-71.
- Veremis, J.C., and Roberts, P.A., 1996. Differentiation of *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria* novel resistance phenotypes in *Lycopersicon peruvianum* and derived bridge-lines. Theor. Appl. Genet. 93:960-967. doi: 10.1007/BF00224099
- Vural, G.E., Ari, E., Zengin, S., and Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2019. Development of Androgenesis Studies on Eggplant (*Solanum melongena* L.) in Turkey from Past to Present (M. Hasanuzzaman editor). Sustainable Crop Production, ISBN 978-1-78985-318-6, pp: 1-27. doi: 10.5772/intechopen.88299
- Wang, J., Le, S., Song, S., Tian, J., and Kang X., 2013. Tetraploid production through zygotic chromosome doubling in *Populus* doubling. Silva Fenn. 47(2). doi: 10.14214/sf.932
- Wang, Y., Scarth R., and Campbel, C., 2002 Comparison between diploid and tetraploid forms of *Fagopyrum homotropicum* in intraspecific and interspecific crossability and cytological characteristics. Fagopyrum, 19:23-29.
- Williams, E.G., and Lautour, G., 1981. Production of tetraploid hybrids between *Ornithopus pinnatus* and *O. sativus* using embryo culture. New Zeal. J. Bot. 19(1):23-30. doi: 10.1080/0028825X.1981.10425186

- Wondracek-Lüdke, D., Custodio, A., Simpson, C., and Valls, J., 2015. Crossability of *Arachis valida* and B genome *Arachis* species. Genet. Mol. Res. 14(4):17574-86. doi: 10.4238/2015
- Wu, Y., Yang, F., Zhao X., and Yang, W., 2011. Identification of tetraploid mutants of *Platycodon grandiflorus* by colchicine induction. Caryologia, 64(3):343-349. doi: 10.1080/00087114.2011.10589801
- _____, and Li, M., 2013. Induction of tetraploid plants of *Pogostemon cablin* (Blanco) and its quality evaluation. Pharmacogn. Mag. 5(6):281-285.
- Yamakawa, K., and Mochizuki, H., 1979. Nature and inheritance of *Fusarium* wilt resistance in eggplant cultivars and related wild *Solanum* species. Bull. Vegetable and Ornamental Crops, Station A (Yasai Shibenko Hokoku, A), No.6: 19.
- Yermishin, A.P., Polyukhovich, Y.V., Voronkova, E.V., and Savchuk. A.V., 2014. Production of hybrids between the 2EBN bridge species *Solanum verrucosum* and 1EBN diploid potato species. Am. J. Potato Res. 91:610-617. doi:10.1007/s12230014-9385-9
- Yoon, J.B., and Park, H.G., 2005. Trispecies bridge crosses (*Capsicum annuum* × *C. chinense*) × *C. baccatum*, as an alternative for introgression of anthracnose resistance from *C. baccatum* into *C. annuum*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:5-9.
- Yoshida, T., Monma, S., Matsunaga, H., Sakata, Y., Saito, T., Saito, A., and Yamada, T., 2004. Newrootstock 'Eggplant Ano 2 with highly resistance to bacterial wilt and *Fusarium* wilt. Proc. 12th EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, 17-19 May 2004, Noordwijkerhout, The Netherlands, p. 98.
- Yu, X., Zhao, Z., Zheng, X., Zhou, J., Kong, W., Wang, P., Bai, W., Zheng, H., Zhang, H., Li, J., Liu, J., Wang, Q., Zhang, L., Liu, K., Yu, Y., Guo, X., Wang, J., Lin, Q., Wu, F., Ren, Y., Zhu, S., Zhang, X., Cheng, Z., Lei, C., Liu, S., Liu, X., Tian, Y., Jiang, L., Ge, S., Wu, C., Tao, D., Wang, H., and

- Wan, J., 2018. A selfish genetic element confers non-Mendelian inheritance in rice. *Science*, 360(6393):1130-1132.
- Yücel, N.K., Boyacı, H., ve Büyükalaca, S., 2017. *Solanum melongena* ve *Solanum torvum*'un çiçek tozu çimlenme ve canlılıklarının belirlenmesi ve *Solanum melongena* × *Solanum torvum* melezlerinden *in vitro* koşullarda bitki elde edilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(7):836-840. doi:10.24925/turjaf.v5i7.836-840.1187
- Zahedi, A.A., Hosseini, B., Fattahi, M., Dehghan, E., Parastar, H., and Madani, H., 2014. Overproduction of valuable methoxylated flavones in induced tetraploid plants of *Dracocephalum kotschy* Boiss. *Bot. Stud.* 55:22. doi:10.1186/1999-3110-55-22
- Zamir, D., Ekstein-Michelson, I., Zakay, Y., Navot, N., Zeidan, M., Sarfatti, M., Eshed, Y., Harel, E., Pleban, T., Van-Oss, H., Kedar, N., Rabinowitch, H.D., and Czosnek, H., 1994. Mapping and introgression of a tomato yellow leaf curl virus tolerance gene, Ty-1. *Theor. Appl. Genet.* 88:141-146. doi: 10.1007/BF00225889
- Zhang, L., Pickering, R.A., and Murray, B.G., 2001. *Hordeum vulgare* × *H. bulbosum* tetraploid hybrid provides useful agronomic introgression lines for breeders. *New Zeal. J. Crop Hort.* 29(4):239-246.
- Zhang, Q., Yu, E., and Medina, A.A., 2012. Development of Advanced interspecific-bridge lines among *Cucurbita pepo*, *C. maxima*, and *C. moschata*. *HortScience*, 47(4):452-458.
- ZhiQiang, S., LingJuan, G., JianBing, H., and WeiQiang, O., 2009. Effects of different culture factors on callus rate of eggplant anthers. *Guizhou Agricultural Sciences*, 4:20-23.

ÖZGEÇMİŞ

01.08.1974 tarihinde Mersin Mut'ta doğdu. İlkokulu Ballı Köyü İlkokulu'nda, Ortaokulu Silifke Esenbel Ortaokulu'nda ve Lise öğrenimini Çumra Ziraat Meslek Lisesi'nde tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde başladığı Lisans eğitimini, 1997 yılında tamamlayarak Ziraat Mühendisi ünvanını almaya hak kazandı. Aynı yıl T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bingöl Tarım İl Müdürlüğü'nde Ziraat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2002 yılında Karaman Tarım İl Müdürlüğü'ne, 2006 yılında ise Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü'ne atandı. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda başladığı Yüksek Lisans eğitimini, 2011 yılında tamamladı. Halen Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Islah ve Genetik Bölümü'nde çalışmalarını sürdürmektedir. Evli, iki kız ve bir erkek çocuk babasıdır.