

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BAZİ HİBRİT KESTANE GENOTİPLERİNİN ANAÇLIK
POTANSİYELLERİNİN VE AŞI UYUŞMA DURUMLARININ BELİRLENMESİ**

BURAK AKYÜZ

DOKTORA TEZİ

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BAZI HİBRİT KESTANE GENOTİPLERİNİN ANAÇLIK
POTANSİYELLERİNİN VE AŞI UYUŞMA DURUMLARININ BELİRLENMESİ**

BURAK AKYÜZ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**SAMSUN
2019**

Her hakkı saklıdır.

Bu doktora tez çalışması TÜBİTAK BİDEB 2214A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma burs programı kapsamında 1059B141500731 numaralı proje ile 6 ay süreyle desteklenmiştir.

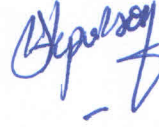
TEZ ONAYI

Burak AKYÜZ tarafından hazırlanan “Bazı Hibrit Kestane Genotiplerinin Anaçlık Potansiyellerinin ve Aşı Uyuşma Durumlarının Belirlenmesi” adlı tez çalışması 19/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Ümit SERDAR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Serra HEPAKSOY
Ege Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı



Üye Prof. Dr. Ümran ERTÜRK
Uludağ Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı



Üye Prof. Dr. Neriman BEYHAN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı



Üye Prof. Dr. Engin ERTAN
Adnan Menderes Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı



Üye Prof. Dr. Ümit SERDAR
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım. / /2019

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

.../.../2019

Burak AKYÜZ

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI HİBRİT KESTANE GENOTİPLERİNİN ANAÇLIK POTANSİYELLERİNİN VE AŞI UYUŞMA DURUMLARININ BELİRLENMESİ

Burak AKYÜZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ümit Serdar

Kestane yetiştiriciliğini tehdit eden hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek amacıyla ön plana çıkan A14, A25 ve A100 genotipleri ile bahçeler kurulması sonucu Avrupa kestanesi üzerine aşılanan bu çeşitlerde yaşama oranlarının düşük olduğu daha önce yapılan çalışmalar sonucunda saptanmıştır. Bu tez çalışması ön plana çıkan bu genotiplerin anaçlık potansiyellerini ve aşı uyuşma durumlarını belirlemek amacıyla 2013-2018 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama alanı, laboratuvarları ve seralarında, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü genetik kaynaklar parseli ve laboratuvarlarında ve Michigan State Üniversitesi laboratuvar ve seralarında yürütülmüştür. Çalışmada hem çeşit hem de anaç olarak ‘Marigoule’ çeşidi ve A14, A25 ve A100 genotipleri, sadece anaç olarak A41 genotipi kullanılmıştır. Çeşit ve genotiplerin generatif anaç özellikleri 3 yıl boyunca incelenmiştir. 2014 ve 2015 yıllarında generatif anaçlar üzerine ve 2015 yılında klon bitkiler üzerine yongalı göz aşısı yöntemiyle aşılama çalışması yapılmış, aşı başarısı (%), yaşama oranı (%), fidan boyu (cm), anaç çapı (mm), aşı bölgesi çapı (mm) ve kalem çapı (mm) incelenmiştir. 2016-2018 yılları arasında ise hibrit kestane çeşit ve genotiplerinin doku kültürü ile çoğaltılabilirlikleri belirlenmiştir. Araştırmada incelenen tüm çeşit ve genotipler generatif anaçlık özellikleri bakımından üstün bulunmuştur. Aşı başarısı ve yaşama oranı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda A25 ve A41 generatif anaçları ile oluşturulan kombinasyonlarda aşı uyuşması daha zayıf olmuştur. Araştırmamızda incelenen genotipler içerisinde aşı başarısı ve yaşama oranı bakımından en iyi generatif anaç A100 genotipi olmuştur. A100 genotipi hem kendisi (A100) hem de A14 ve A25 genotipleri ile iyi bir aşı uyuşmasına sahip olmuştur. ‘Marigoule’ çeşidi ise genel olarak kompleks hibritlerle şiddetli aşı uyuşmazlığı göstermiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise A25 genotipinin, kendisi (A25), A14 ve A100 genotipleri için; A41 genotipinin ise ‘Marigoule’ çeşidi için iyi bir klonal anaç adayı olduğu saptanmıştır. Hibrit kestane genotiplerinin doku kültürü ile çoğaltılabilirlikleri düşük olmuş ancak A25 ve A100 genotipleri protokole daha iyi tepki vermiştir.

Haziran 2019, 156 sayfa

Anahtar Kelimeler: Aşı uyuşmazlığı, *Castanea* spp., Doku kültürü, Hibrit genotipler

ABSTRACT

Doctoral Dissertation

DETERMINATION OF SEEDLING ROOTSTOCK POTENTIAL AND GRAFT COMPATIBILITY OF SOME HYBRID CHESTNUT GENOTYPES

Burak AKYÜZ

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ümit Serdar

In order to obtain resistant cultivars to the pest and diseases which threatens chestnut cultivation, hybridization studies were performed. As a result of previous studies, A14, A25 and A100 genotypes were selected as outstanding sources. With these genotypes, new orchards were established by grafting on European chestnut trees. However, the survival ratio of these grafts was found to be so low. For the purpose of to determine the rootstock potential of these genotypes and their graft compatibility with each other these studies were performed from 2013 to 2018 at various locations. In Turkey in the fields, laboratories and greenhouses of the Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture and the Black Sea Agricultural Research Institute and in the USA at Michigan State University. In the study ‘Marigoule’ cultivar and A14, A25 and A100 genotypes were used as scion and rootstock, A41 genotype was used as rootstock. Generative rootstock potentials were evaluated for 3 years. Genotypes were grafted on generative rootstocks in 2014 and 2015 and on clone plants in 2015 by the chip-budding method. In these plants, graft success (%), survival ratio (%), shoot length (cm), rootstock diameter (mm), graft area diameter (mm) and scion diameter (mm) were examined. Between the years 2016-2018 the reproducibility of hybrid chestnut genotypes with tissue culture method was also determined. In our study, the generative rootstock characteristics of genotypes were found to be superior. As a result of studies on graft success and survival ratio, the graft success and survival ratio were found lower in combination with A25 and A41 generative rootstocks. In clone plants, the A25 genotype was found to be a good clonal rootstock candidate for A14, A25 and A100 genotypes and also A41 genotype was found to be a good clonal rootstock candidate for ‘Marigoule’ cultivar. In our study, the genotype A100 was the best rootstock in terms of graft success and survival ratio among the genotypes examined. A100 genotype was found as a generative rootstock candidate for A14, A25 and A100. ‘Marigoule’ cultivar generally showed low graft success and survival ratio with hybrid genotypes. Hybrid chestnut genotypes’ reproducible with tissue culture was found low however A25 and A100 genotypes had a better response to the protocol than others.

June 2019, 156 pages

Key Words: Graft incompatibility, *Castanea* spp., Micropropagation, Hybrid genotypes

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik yaşantımın her aşamasında değerli fikirleri ile bana her zaman yol gösteren, tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde fikir ve önerileriyle yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Ümit SERDAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca katkı ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK'e, tez çalışmamı yürüttüğüm serayı bana tahsis eden rahmetli Prof. Dr. Sezgin UZUN'a teşekkür ederim.

Tezimin yürütülebilmesi için çok değerli katkı ve tavsiyelerde bulunan tez izleme komitesindeki hocalarım Prof. Dr. Neriman BEYHAN'a ve Prof. Dr. Engin ERTAN'a teşekkür ederim.

Doktora tezimin arazi ve laboratuvar çalışmalarında benden yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Şeydanur KILIÇASLAN'a, Ziraat Yüksek Mühendisi Caner KONDİLOĞLU'na, Ziraat Mühendisi İbrahim BAL'a, Doktora öğrencisi Adis LİZALO'ya, Ziraat Yüksek Mühendisi Ercan ER'e, Ziraat Yüksek Mühendisi Erol AYDIN'a, Hasan TAŞKIN'a ve 2013-2019 yılları arasında OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde/Anabilim Dalında lisans ve lisansüstü eğitim gören öğrencilere teşekkür ederim.

Çalışmamdaki bitki materyalinin ana bitkilerinin bulunduğu Karadeniz Tarımsal Araştırma enstitüsüne ve yardımlarından dolayı Dr. İdris MACİT'e teşekkür ederim.

Çalışmamın bir kısmında bana ev sahipliği yapan, Michigan State Üniversitesi'ne, Prof. Dr. Dennis W. FULBRIGHT'a, Dr. Carmen Medina MORA'ya ve çalışmanın doku kültürü ile ilgili kısmının kurgulanmasındaki desteklerinden dolayı Dr. Beatriz CUENCA'ya teşekkür ederim.

Çalışmamı 6 ay boyunca 2214A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Bursu kapsamında 1059B141500731 numaralı proje ile destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

5 yıl boyunca aynı odayı paylaştığım, yeri geldiğinde beraber üzüldüğümüz beraber sevindiğimiz, doktora boyunca her türlü desteklerini gördüğüm oda arkadaşlarım Araş. Gör. Şeyma SARIBAŞ ve Araş. Gör. Mehmet TÜTÜNCÜ'ye teşekkür ederim.

Eğitim-öğretim yaşamım boyunca birçok fedakârlık göstererek beni destekleyen, bana güç veren ve her zorlukta yanımda olan anneme ve babama; tezimin her aşamasında gerek fiilen gerek manevi destek olan eşim Ayşe AKYÜZ'e ve sevinç kaynağım olan, hayat ışığım oğlum Ali Ege AKYÜZ'e sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2019, Samsun

Burak AKYÜZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
2.1. Meyve Ağaçlarının Çoğaltılması.....	7
2.1.1. Anacın kalem üzerine etkileri.....	8
2.1.1.1. Anacın çeşidin bitki taç hacmi ve şekli üzerine etkisi.....	8
2.1.1.2. Anacın verim ve kalite üzerine etkisi.....	8
2.1.1.3. Anacın kalem üzerine dolaylı etkileri.....	9
2.1.2. Kalemın anaç üzerine etkisi.....	9
2.2. Kestanenin Çoğaltılması.....	9
2.2.1. Kestanenin generatif çoğaltılması.....	9
2.2.2. Kestanenin vejetatif çoğaltılması.....	9
2.2.2.1. Kestanenin aşısı ile çoğaltılması.....	10
2.2.2.1.1. Kestane de aşısı uyumsuzluğu.....	11
2.2.2.2. Kestanenin çelikle çoğaltılması.....	18
2.2.2.3. Kestanenin daldırma ile çoğaltılması.....	22
2.2.2.4. Kestanenin doku kültürü ile çoğaltılması.....	25
2.3. Kestane Anaçları.....	33
2.3.1. Çöğür anaçlar.....	33
2.3.2. Klonal anaçlar.....	33
2.3.3. Kestane de anaç ıslahı ve seleksiyonu.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	40
3.1. Materyal.....	40
3.1.1. A14, A25, A41 ve A100 genotipleri.....	40
3.1.2. Marigoule çeşidi.....	42
3.2. Yöntem.....	43
3.2.1. Generatif anaç eldesi.....	43
3.2.2. Generatif anaçlar üzerine aşılama lar.....	45
3.2.3. Klon bitkiler üzerine aşılama lar.....	50
3.2.4. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı.....	51
3.2.4.1. Bitkisel materyal ve eksplant kaynakları.....	51
3.2.4.2. Eksplantların yüzey sterilizasyonu.....	53
3.2.4.3. In vitro çoğaltımda kullanılan kültür ortamları ve hazırlanması.....	54
3.2.4.4. Eksplantların hazırlanması ve in vitro’da kültüre alınması.....	57
3.2.4.5. Eksplantların çoğaltma aşamasına alınması.....	58
3.2.4.6. Eksplantların sürgün aşamasına alınması.....	58
3.2.4.7. Eksplantların köklendirme aşamasına alınması.....	59
3.2.5. Çalışmada incelenen kriterler.....	59

3.2.5.1. Generatif anaç seleksiyonu ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler	59
3.2.5.2. Aşı başarısı ve yaşama oranı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler	61
3.2.5.3. Fidan ve aşı sürgünü boyu ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler	62
3.2.5.4. Anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler	62
3.2.5.5. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler	63
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	64
4.1. Generatif Anaç Seleksiyonu ile İlgili Değerlendirmeler	64
4.1.1. Çıkışla ilgili değerlendirmeler	64
4.1.2. Çöğür gelişimi ile ilgili değerlendirmeler	65
4.1.3. Anaç seçimine yönelik genel değerlendirme	67
4.1.4. Aşı yapılabilir tohum oranı	68
4.2. Aşı Başarısı ve Yaşama Oranı ile İlgili Değerlendirmeler	69
4.2.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	69
4.2.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	70
4.2.3. Kalem x anaç interaksiyonları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler	72
4.2.3.1. A14/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	75
4.2.3.2. A25/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	76
4.2.3.3. A100/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	77
4.2.3.4. Marigoule/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	78
4.2.3.5. A14/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	81
4.2.3.6. A25/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	82
4.2.3.7. A100/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	83
4.2.3.8. Marigoule/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	84
4.2.3.9. A14/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	86
4.2.3.10. A25/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	87
4.2.3.11. A41/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	90
4.2.3.12. A100/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	91
4.2.3.13. Marigoule/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	92
4.2.3.14. A14/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	93
4.2.3.15. A25/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	95
4.2.3.16. A100/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	96
4.2.3.17. Marigoule/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	97
4.2.3.18. A14/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	99
4.2.3.19. A25/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	102
4.2.3.20. A100/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	107
4.2.3.21. Marigoule/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler	110
4.2.3.22. Kombinasyonların aşı başarısı ve yaşama oranları ile ilgili genel değerlendirmeler	111
4.3. Fidan ve Aşı sürgünü Boyu ile İlgili Değerlendirmeler	113
4.3.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	113
4.3.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	114
4.3.3. Kalem x anaç interaksiyonları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler	115

4.3.3.1. Kombinasyonlarda fidan ve sürgün boyu ile ilgili genel değerlendirmeler	117
4.4. Anaç Çapı, Aşı Bölgesi Çapı ve Kalem Çapı ile İlgili Değerlendirmeler	122
4.4.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	122
4.4.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler	124
4.4.3. Kalem x anaç interaksiyonları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler	126
4.4.3.1. Kombinasyonlarda anaç çapı, aşı bölgesi çapı ve kalem çapı ile ilgili genel değerlendirmeler	131
4.5. Hibrit Çeşit ve Genotiplerin Doku Kültürü ile Çoğaltımı ile İlgili Değerlendirmeler	132
4.5.1. Michigan State Üniversitesi'nde yürütülen çalışma ile ilgili değerlendirmeler	132
4.5.1.1. Seri (cascade) aşılama sonu elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler	133
4.5.1.2. Epikormik sürgünlerden elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler	135
4.5.1.3. Yaz ortası aşılardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler	136
4.5.1.4. Genç fidanlardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler ..	136
4.5.1.5. Yaşlı ağaçlardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler ...	137
4.5.2. Türkiye'de yürütülen çalışma ile ilgili değerlendirmeler	137
4.5.3. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı ile İlgili genel Değerlendirmeler	139
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	141
KAYNAKLAR	145
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
g	Gram
kg	Kilogram
m	Metre
mg	Miligram
mm	Milimetre
l	Litre
pH	Çözeltinin asitlik, bazlık derecesini ifade eden ölçü birimidir.
ppm	Milyonda bir (mikro)
Te	Tellür
µm	Mikrometre
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

KISALTMALAR

2,4-D	Diklorofenoksiasetik asit
2,4,5-T	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic asit
2,4,5-Tp	2-propiyonik asit
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BA	Benzil adenin
BAP	Benzil adenin pürin
CuSO ₄	Bakır Sülfat
CO ₂	Karbondioksit
DKW	Driver and Kuniyuki kültür ortamı
FeSO ₄	Demir Sülfat
GA ₃	Giberellik asit
GD	Gresshoff and Doy kültür ortamı
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
IAA	Indol asetik asit
IBA	Indol bütirik asit
KNO ₃	Potasyum nitrat
MAP	Mono Amonyum Fosfat
MgNO ₃	Magnezyum Nitrat
MnSO ₄	Mangan sülfat
MS	Murashige and Skoog kültür ortamı
N	Azot
NAA	Naftalen asetik asit
NH ₄	Amonyum
NO ₃	Nitrat
PE	Polietilen
WPM	Woody Plant Medium kültür ortamı
ZnSO ₄	Çinko Sülfat

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Dünyada kestane yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgeler	1
Şekil 1.2.	Yıllara göre Türkiye'nin kestane üretim miktarı (ton)	5
Şekil 3.1.	A14 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü	41
Şekil 3.2.	A25 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü	41
Şekil 3.3.	A41 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü	41
Şekil 3.4.	A100 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü	42
Şekil 3.5.	A14, A25 A41 ve A100 kestane genotiplerinin meyvelerinin görünümü	42
Şekil 3.6.	'Marigoule' kestane çeşitinin ağaç ve meyve görünümü	43
Şekil 3.7.	Kestane tohumlarının dormansi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için plastik kasalarda katlama işlemine tabi tutulması	44
Şekil 3.8.	Katlamadan çıkan sağlam tohumların radisillerinin, saçak kök oluşumunu teşvik etmek amacıyla 1 cm kesilmesi işlemi.....	45
Şekil 3.9.	Aşılama işleminden önce anaçların görünümü	46
Şekil 3.10.	Yongalı göz aşının yapılış aşamaları	47
Şekil 3.11.	Aşılı fidanlarda görülen demir eksikliğinin yapraklardaki belirtisi	49
Şekil 3.12.	Aşılı fidanlarda <i>Metcalfa pruinosa</i> zararlısının, yapmış olduğu zararın görüntüsü	49
Şekil 3.13.	Kültüre alındıktan 24 saat sonra oluşan tanen salgısı.	58
Şekil 3.14.	Sürgün ortamına aktarılmış bir eksplantın görüntüsü	58
Şekil 4.1.	A14/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	76
Şekil 4.2.	A25/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	77
Şekil 4.3.	A25/A14 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi.....	77
Şekil 4.4.	A100/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	78
Şekil 4.5.	Marigoule/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	79
Şekil 4.6.	Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen yapraklarda renk açılmaları ve anormallikler.....	79
Şekil 4.7.	Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik	80
Şekil 4.8.	Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesinde ayrılma	80
Şekil 4.9.	Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı sürgünü ve anacın birlikte kuruması	80
Şekil 4.10.	A14/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	81
Şekil 4.11.	A25/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	82
Şekil 4.12.	A25/A25 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi.....	83
Şekil 4.13.	A100/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	84
Şekil 4.14.	Marigoule/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	85
Şekil 4.15.	Marigoule/A25 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik	85
Şekil 4.16.	Marigoule/A25 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen zayıf gelişim	86

Şekil 4.17. A14/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	86
Şekil 4.18. A14/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi ve çok kısa aşı sürgünü oluşumu	87
Şekil 4.19. A25/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	88
Şekil 4.20. A25/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi.....	89
Şekil 4.21. A25/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen çok kısa aşı sürgünü oluşumu	89
Şekil 4.22. A41/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	90
Şekil 4.23. A100/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	91
Şekil 4.24. Marigoule/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	92
Şekil 4.25. Marigoule/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik.....	93
Şekil 4.26. Marigoule/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik ve takip eden dönemde kuruma.....	93
Şekil 4.27. A14/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	94
Şekil 4.28. A14/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen dal kıran zararı.....	95
Şekil 4.29. A25/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	96
Şekil 4.30. A100/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	97
Şekil 4.31. Marigoule/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	98
Şekil 4.32. Marigoule/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik.....	98
Şekil 4.33. Marigoule/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen uçtan başlayarak aşı bölgesine kadar kuruma	99
Şekil 4.34. A14/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	99
Şekil 4.35. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik.....	100
Şekil 4.36. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen anaç ile kalemin aşı bölgesinden ayrılması	101
Şekil 4.37. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kısa ve bronz renkli yapraklara sahip sürgünler	101
Şekil 4.38. A25/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları	102
Şekil 4.39. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesinde şişkinlik.....	103
Şekil 4.40. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen anaçta aşı bölgesine kadar uçtan kuruma	103
Şekil 4.41. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kalemin aşı bölgesinden ayrılması	103
Şekil 4.42. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen çok kısa aşı sürgünleri	104
Şekil 4.43. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen bronz renkli yapraklara sahip sürgünler	104
Şekil 4.44. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı sürgününde ani kuruma	105

Şekil 4.45. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşırı dip sürgünü verme	106
Şekil 4.46. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşırı sürgününün çiçek açması	107
Şekil 4.47. A100/Marigoule kombinasyonuna göre aşırı başarı ve yaşama oranları	108
Şekil 4.48. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşırı bölgesinde şişkinlik	108
Şekil 4.49. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kısa boylu aşırı sürgünü	109
Şekil 4.50. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silmesi	109
Şekil 4.51. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen uçtan aşırı bölgesinin altına kadar kuruma	110
Şekil 4.52. Marigoule/Marigoule kombinasyonuna göre aşırı başarı ve yaşama oranları	110
Şekil 4.53. A14 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşırı sürgünü boyu (cm)	118
Şekil 4.54. A25 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşırı sürgünü boyu (cm)	119
Şekil 4.55. A100 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşırı sürgünü boyu (cm)	120
Şekil 4.56. Marigoule çeşidinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşırı sürgünü boyu (cm)	121
Şekil 4.57. Yüksek pH sonucu zarar görmüş eksplantın görünümü	134
Şekil 4.58. 'Marigoule' çeşidine ait ekplantta, köklenme aşamasının oluşan kökün görüntüsü	135
Şekil 4.59. Epikormik sürgünlerden hazırlanmış ekplantlarda görülen yoğun tanen akışı	136

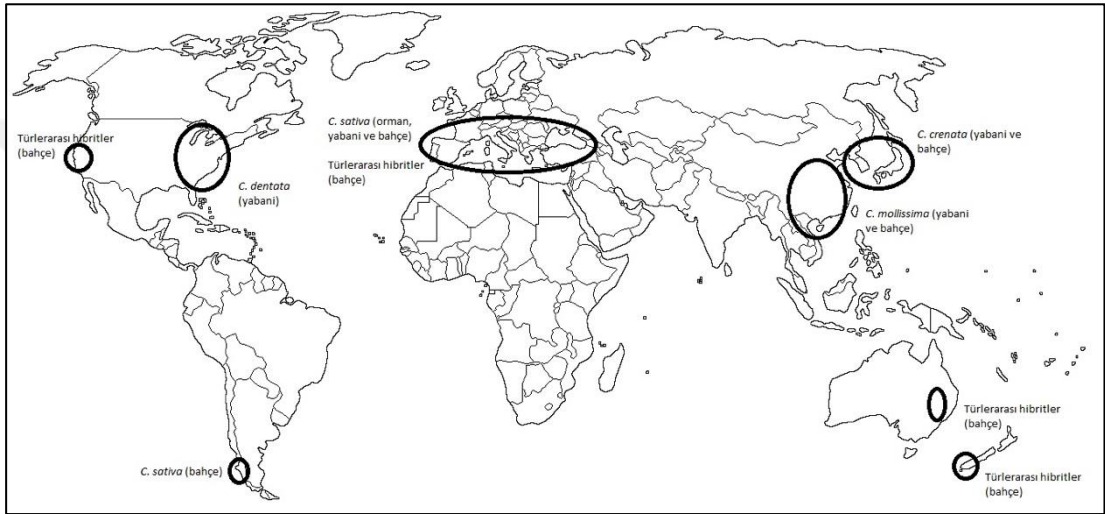
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Bazı kestane türlerinin ağaç ve meyve özellikleri ile hastalık ve zararlılara dayanımları.....	2
Çizelge 1.2.	Dünya kestane üretiminde bazı önemli ülkelerin üretim miktarları	4
Çizelge 2.1.	İspanya’da önerilen bazı anaçların özellikleri	36
Çizelge 3.1.	Yıllara göre kullanılan toprak karışımının özellikleri.....	44
Çizelge 3.2.	2014 yılında aşıl原因an kombinasyonlar	48
Çizelge 3.3.	2015 yılında aşıl原因an kombinasyonlar	48
Çizelge 3.4.	Aşılı fidanlarda demir eksikliğine karşı uygulanan yaprak gübresinin içeriğı	49
Çizelge 3.5.	Fidan gelişimini arttırmak amacıyla her yıl uygulanan gübrenin içeriğı.....	50
Çizelge 3.6.	Klonal bitkiler üzerine aşıl原因a kombinasyonları	50
Çizelge 3.7.	Modifiye edilmiş stok GD ortamının içeriğı.....	54
Çizelge 3.8.	1 litre GD besi ortamı hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları	55
Çizelge 3.9.	Modifiye edilmiş stok ½ NO ₃ MS ortamının içeriğı.....	55
Çizelge 3.10.	1 litre ½ NO ₃ MS besi ortamı hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları	56
Çizelge 3.11.	1/3 GD besi ortamının hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları (ml/L).....	57
Çizelge 3.12.	Çeşit ve genotiplerin anaçlık değerlerini belirlemede kullanılan tartılı derecelendirme puan cetveli	61
Çizelge 4.1.	Katlama sonrası genotiplere ait sağlam tohum oranları (%).....	64
Çizelge 4.2.	Genotiplerin saksılara dikilen tohumlarından elde edilen çıkış oranları	65
Çizelge 4.3.	2013, 2014 ve 2015 yıllarında generatif anaçlarda ölçülen çap (mm), çöğür çapı üniformitesi (CV) ve aşıl yapılabilir çöğür oranı (%) değerleri.....	66
Çizelge 4.4.	Genotiplerin “Tartılı-Derecelendirme” puanları.....	68
Çizelge 4.5.	Genotiplerin aşıl yapılabilir tohum oranları (%).....	68
Çizelge 4.6.	2014 yılında aşıl原因an generatif anaçlarda aşıl başarısl ve yaşama oranları.....	69
Çizelge 4.7.	2015 yılında aşıl原因an generatif anaçlarda aşıl başarısl ve yaşama oranları.....	70
Çizelge 4.8.	Klon bitkilere yapılan aşıl原因arda aşıl başarısl ve yaşama oranları	70
Çizelge 4.9.	2014 yılında generatif anaçlar üzerine aşıl原因an kalem genotiplerinde aşıl başarısl ve yaşama oranları	71
Çizelge 4.10.	2015 yılında generatif anaçlar üzerine aşıl原因an kalem genotiplerinde aşıl başarısl ve yaşama oranları	71
Çizelge 4.11.	Klon bitkiler üzerine aşıl原因an kalem genotiplerinde aşıl başarısl ve yaşama oranları.....	72
Çizelge 4.12.	2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşıl原因amalarda aşıl kombinasyonlarına göre aşıl başarısl ve yaşama oranları	73
Çizelge 4.13.	2015 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşıl原因amalarda aşıl kombinasyonlarına göre aşıl başarısl ve yaşama oranları	74

Çizelge 4.14. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılamalarda aşı kombinasyonlarına göre aşı başarısı ve yaşama oranları	75
Çizelge 4.15. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, anaç genotipine göre fidan boyları (cm)	113
Çizelge 4.16. Klon bitkilere yapılan aşılarda anaç genotipine göre aşı sürgünü boyları (cm)	114
Çizelge 4.17. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kalem genotipine göre fidan boyları (cm)	114
Çizelge 4.18. Klon bitkilere yapılan aşılarda kalem genotipine göre aşı sürgünü boyları (cm)	115
Çizelge 4.19. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kombinasyonlara göre fidan boyları (cm)	116
Çizelge 4.20. Klon bitkilere yapılan aşılarda kombinasyonlara göre aşı sürgünü boyları (cm)	117
Çizelge 4.21. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, anaç genotipine göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)	123
Çizelge 4.22. Klon bitkilere yapılan aşılarda, anaç genotipine göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm) ...	124
Çizelge 4.23. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kalem genotipine göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)	125
Çizelge 4.24. Klon bitkilere yapılan aşılarda, kalem genotipine göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm) ...	126
Çizelge 4.25. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kombinasyonlara göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)	128
Çizelge 4.26. Klon bitkilere yapılan aşılarda, kombinasyonlara göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm) ...	130
Çizelge 4.27. Seri (cascade) aşılama sonucu elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	134
Çizelge 4.28. Epikormik sürgünlerden elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	135
Çizelge 4.29. Yaz ortası aşılarından elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	136
Çizelge 4.30. Genç fidanlardan elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	137
Çizelge 4.31. Yaşlı ağaçlardan elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	137
Çizelge 4.32. Hibrit kestane genotiplerinde epikormik sürgünlerden elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)	138

1. GİRİŞ

Castanea cinsi kestane ve Chinkapin ile birlikte meşe ve kayını'da içeren *Fagacea* familyasında yer almaktadır (Pereira-Lorenzo vd, 2012). Kestane, doğal olarak kuzey yarım kürenin Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında yetişen sert kabuklu bir meyve türüdür. Son dönemlerde Şili, Arjantin, Yeni Zellanda ve Avusturalya'da da yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Dünyada kestane yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgeler (Pereira-Lorenzo vd, 2012)

Castanea cinsinin 13 türü bulunmakla beraber bunlardan 7'si 3 seksiyona ayrılmıştır (Johnson, 1988). Eucastanon seksiyonu kapsülde 3 meyve bulundurmasıyla tanımlanmaktadır. Bu seksiyonda Avrupa kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), Çin kestanesi (*Castanea mollissima* Blume), Japon kestanesi (*Castanea crenata* Sieb. & Zucc) ve Seguinii kestanesi (*Castanea seguinii* Dode) bulunmaktadır. Balanocastanon seksiyonu sadece Kuzey Amerika'nın güney batısında bulunmakla beraber, kapsülde tek meyve oluşturmasıyla karakterize edilir. Bu seksiyonda kesin olmamakla birlikte 6 tür yer almaktadır (Pereira-Lorenzo vd, 2012). Daha sonra yapılan araştırmalarda bu altı türün tek bir türde (*Castanea pumila* Miller) toplanması ve "var. *pumila*" ve "var. *ozarkensis*" olarak iki varyeteye ayrılması önerilmiştir (Johnson, 1988). Hypocastanon seksiyonu ise *Castanea henryi* Rehder ve Wilson' dan oluşmaktadır.

Günümüzde kestane yetiştiriciliği, meyvelerinin iri olması nedeniyle Avrupa kestanesi (*Castanea sativa*), Çin kestanesi (*Castanea mollissima*) ve Japon kestanesi (*Castanea crenata*) tür ve melezleri ile yapılmaktadır (Soylu, 2004; Pereira-Lorenzo vd, 2012). Çizelge 1.1’de önemli kestane türlerinin bazı özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1.1. Bazı kestane türlerinin ağaç ve meyve özellikleri ile hastalık ve zararlılara dayanımları (Pereira-Lorenzo vd, 2012)

Tür	Ağaç	Meyve	Dayanıklı (Day)/ Duyarlı (Duy)
<i>Castanea sativa</i>	Dal yapısı güçlü Kerestesi kaliteli	Meyvesi iri Bazı çeşitlerde tohum zarı tohuma yapışık	Kök Çürüklüğü (Duy) Kes. Kanseri (Duy) Gal Arısı (Duy)
<i>Castanea crenata</i>	Küçük boylu ağaçlar oluşturur (<15 m) Yüksek verimli Gençlik kısırlığı kısa Erken olgunlaşır	Tohum zarı tohuma yapışık Meyve tatlı değil, buruk, kekremsi	Kök Çürüklüğü (Day) Kes. Kanseri (Day) Gal Arısı (Duy) İlkbahar donları (Duy)
<i>Castanea mollissima</i>	Orta boylu ağaçlar oluşturur (<20 m) Yarı-dik büyüme karakterine sahiptir Hasat periyodu erkendir (Değişken) Periyodisite gösterir (Değişken) İyi bir tozlayıcıdır	Meyve boyutu çok değişken (10-30g) Meyvesi tatlı, aromalı ve protein içeriği fazla Tohum zarı tohum içine girmez Tohum zarı ince ve kolay soyulur	Kök Çürüklüğü (Day) Kes. Kanseri (Day) Gal Arısı (Duy)
<i>Castanea dentata</i>	Güçlü bir merkezi lider eşliğinde dik ve hızlı büyüme karakterindedir	Meyvesi tatlı, kekremsi değil Tohum zarının soyulması kolay Meyveleri çok küçük (300 meyve/kg)	Kes. Kanseri (Duy) Kıs soğukları (-35°C) (Day)
<i>Castanea seguinii</i>	Küçük-orta boyutlu ağaçlar meydana getirir. Gençlik kısırlığı kısa Yıl boyu ürün verir Bazı genotipler yılda iki kere ürün verir 10-20’li kapsül salkımı oluşturur.	Meyveleri küçük Çiçeklenme ve hasat periyodu uzun Meyveleri çok erken olgunlaşır	Kes. Kanseri (Day) Gal Arısı (Duy)

Çizelge 1.1 (devam)

Tür	Ağaç	Meyve	Dayanıklı (Day)/ Duyarlı (Duy)
<i>Castanea pumila</i>	Orta boyutlu ağaçlar meydana getirir. Çok sayıda dip sürgünü oluşturur. Kapsül dikenleri yumuşaktır.	Meyve boyutu çok küçük Kapsülde bir meyve oluşturur Çok erkenci Meyvesi tatlı ve aromalı	Kes. Kanseri (Day) (Kısmen) Kanserli dokuları hızlıca kapatma eğilimindedir.
<i>Castanea henryi</i>	Düzgün gövdeli Hızlı büyür Kerestesi kaliteli	Kapsülde tek meyve Meyve boyutu çok küçük	Kes. Kanseri (Day)

Kestane (*Castanea sativa* Mill.) bugün olduğu gibi, geçmişte de insan hayatını etkileyen en önemli bitki türlerinden birisi olmuştur (Conedera vd, 2004). Bazı tarihi dönemlerde, Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde, kestane kültürü, dağ topluluklarının hayatta kalması için o kadar vazgeçilmez olmuştur ki, bu kültürler “kestane medeniyetleri” olarak tanımlanmıştır (Gabrielli, 1994). Kestane çok yönlü bir bitki türüdür. Kestanenin meyvesinden, kerestesinden, balından ve peyzaj alanlarında ağacından yararlanılmaktadır.

Kestanenin ekonomik anlamda en önemli ürünü meyvesidir. 2017 yılı verilerine göre Dünya kestane üretimi 2.327.495 tondur (Anonim, 2019a). Çin, 1.939.719 ton ile birinci sırada yer almaktadır. Kestanenin anavatanlarından biri olan Türkiye ise 62.904 ton kestane üretimi ile dünya ikincisi ve Avrupa birincisidir (Çizelge 1.2).

Ülkemizde kestane yetiştiriciliği Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde yapılmakla beraber, Akdeniz bölgesinin yüksek kesimlerinde de doğal kestane ağaçlarına rastlanmıştır (Soylu, 2004). Ülkemizde kestane üretimi genel olarak ormanlarda kendiliğinden yetişen ağaçlardan ya da verimli çeşit veya genotiplerle aşılanarak elde edilen ağaçlardan sağlanmaktadır (Serdar vd, 2014).

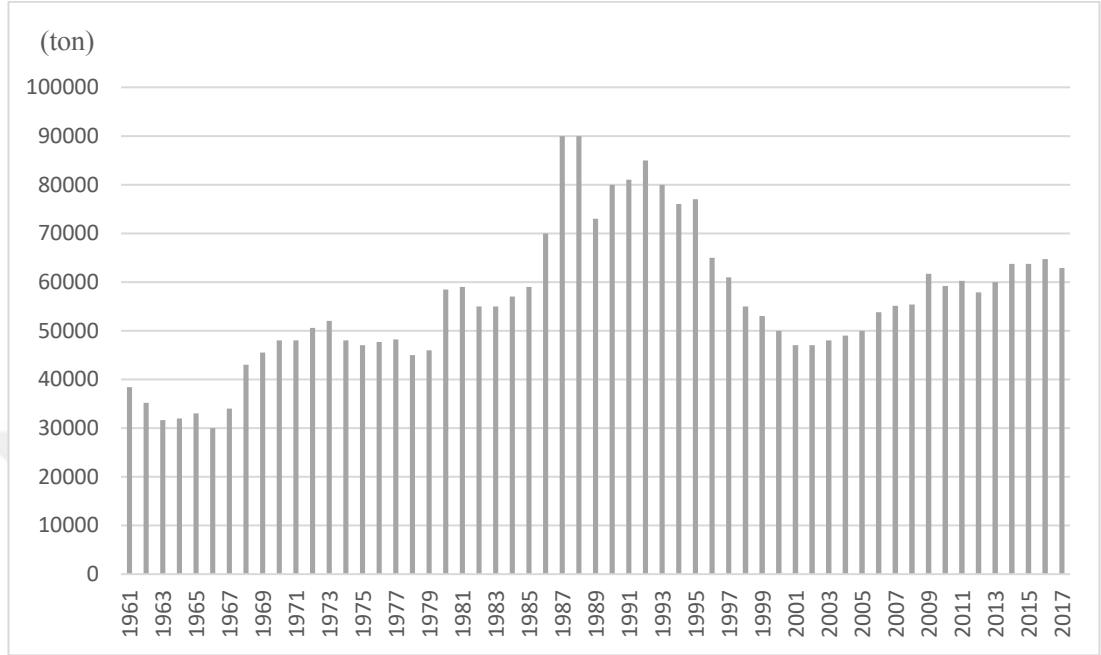
Çizelge 1.2. Dünya kestane üretiminde bazı önemli ülkelerin üretim miktarları

Ülke	Üretim Miktarı (ton)
Çin	1.939.719
Türkiye	62.904
Güney Kore	52.764
İtalya	52.356
Yunanistan	36.000
Portekiz	29.875
Japonya	18.700
İspanya	15.623
Kuzey Kore	12.540
Fransa	8.406
Dünya	2.327.495

Ülkemizde, meyve kalitesi ve verim yönünden üstün kestane bireylerinin belirlenmesine yönelik ıslah çalışmaları seleksiyon yöntemiyle 1975 yılında Marmara bölgesinde başlatılmıştır (Ayfer vd, 1977). Yapılan çalışmalar sonucunda 24 genotip ümitvar bulunmuş ve seleksiyonun ikinci aşamasına alınmıştır. 24 genotip içerisinde 11'i çeşit olmaya hak kazanmış ve tescil ettirilmiştir (Ayfer ve Soylu, 1995; Anonim, 2019b). Ege bölgesinde yürütülen kestane seleksiyonu çalışmalarında ise Özkarakaş vd (1995) 23, Ertan vd (2007) ise 5 genotipi ümitvar olarak belirlemişlerdir. Karadeniz bölgesinde ise kestane seleksiyonu ile ilgili çalışmalar 1992 yılında Sinop ve Samsun illerinde yapılan çalışmalarla başlamış ve 10 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Bu 10 genotip içerisinde 5'i ('Serdar', 'Erfelek', 'Eryayla', 'Ersinop', 'Ünal') 2009-2010 yıllarında çeşit olarak tescil edilmiştir (Serdar vd, 2011a, 2011b; Serdar vd, 2013; Anonim, 2019b). Ayrıca, Fransa da INRA araştırma istasyonunda yapılan ıslah çalışmaları sonucunda elde edilen 'Marigoule' çeşidi, sertifikalı fidan üretimi yapabilmek için 2010 yılında çeşit olarak tescil edilmiştir (Serdar vd, 2011a; Anonim, 2019b).

Avrupa kestanesinin meyve kalitesi çok iyi olmakla birlikte hastalık ve zararlılara dayanıklılığı doğu kökenli türlere (*C. mollissima* ve *C. crenata*) göre daha zayıftır. Özellikle, ilk kez 1967 yılında Marmara bölgesinde gözlenen kestane kanseri

(*Cryphonectria parasitica*) hastalığının etkisiyle 1988 yılında 90.000 ton olan Türkiye kestane üretimi, 2001 yılında 47.000 tona kadar düşmüştür (Şekil 1.2) (Anonim, 2019c).



Şekil 1.2. Yıllara göre Türkiye'nin kestane üretim miktarı (ton)

Halen ülkemizde kestane yetiştiriciliğini tehdit eden en önemli etmenler kestane kanseri (*Cryphonectria parasitica*) ve kök çürüklüğü (*Phytophthora cinnamomi*) hastalıkları ile gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) zararlısıdır.

Kestane üretimini tehdit eden bu hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek ve kestane genetik kaynaklarımızdaki varyasyonu genişletmek amacıyla 2004 yılında ABD'deki Connecticut Tarımsal Araştırma İstasyonu ile iş birliği yapılarak 'King Arthur' ve 'Lockwood' çeşitleri kontrollü olarak melezlenmiştir. 'King Arthur' çeşidi *mollissima/seguinii* melezi, 'Lockwood' çeşidi ise *crenata/sativa/dentata* melezidir. Melezleme sonucunda elde edilen 50 adet tohum 2005 yılında ABD'den ülkemize getirilmiş ve bir yıl saksılarda büyütüldükten sonra Şubat 2006'da Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde bulunan genetik kaynaklar parseline dikilmiştir. 2006-2014 yılları arasında genotipler bitki gelişimi, verimi ve bazı pomolojik özellikleri bakımından test edilmişlerdir. Bu amaçla gençlik kısırlığı süresi, kümülatif verim (dikimden sonraki dokuz yıl için), erkencilik, kapsüldeki meyve sayısı, meyve iriliği (adet/kg), kabuğun renk, parlaklık ve kalınlığı,

iç rengi, tohum zarının tohum içerisine girmesi (mm) ve tadı incelenmiştir. Ayrıca, genotiplerin boy, çap, ta çevresi vb. zellikleri de belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda A14, A25 ve A100 genotipleri meyve özellikleri bakımından; A25 ve A41 genotipleri ise bodur gelişimleriyle ön plana çıkmıştır.

Kestane kanserine dayanım konusunda yapılan gözlemler devam etmekle beraber şu ana kadar yapılan çalışmalar bu genotiplerin kestane kanserine karşı daha dayanıklı olabileceklerini göstermiştir. Genotiplerin gal arısı zararlısına karşı dayanımını belirlemek amacıyla Türkiye’de gal arısının ilk defa 2014 yılında tespit edildiği Yalova’nın Gacık köyünde bulunan üretici bahçesinde 2015-2018 yılları arasında bir yüksek lisans tezi yürütülmüştür. Yapılan alışma sonucunda A14 genotipinin gal arısına karşı tam dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (il, 2018). Genotiplerin kök rklğne dayanımı konusundaki çalışmalar ise devam etmektedir.

Meyve zellikleri bakımından üstün görülen hibrit genotipler hem aşı kalemi eldesi hem de ileriki yıllarda yapılacak çeşit tescil çalışmalarına temel oluşturması amacıyla doğal olarak yetişmiş 3-8 yaşlı Avrupa kestanesi anaçlarına 2012 yılında aşılanmıştır. Bu çalışmalarda anaç ve kalemlerin tür bazında farklı olmasından dolayı aşı başarısı ve yaşama oranı değişkenlik göstermiştir (Serdar vd, 2014). Bu durum “bu üstün hibrit genotipler ile bahçe kurulması durumunda hangi anacın kullanılabileceği” sorusunu ortaya çıkarmıştır.

Bu tez çalışmasında üstün özellikleriyle ön plana çıkmış bazı hibrit kestane genotiplerinin anaçlık potansiyellerinin ve aşı uyuşma durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Meyve Ağaçlarının Çoğaltılması

Bitkilerin çoğaltılmasında generatif ve vejetatif yöntemler kullanılır. Generatif üretimde çoğaltım materyali tohumdur. Tohum, erkek ve dişi gametlerin birleşmesiyle meydana gelir. Tohum oluşumunda iki farklı eşey söz konusu olduğundan, ortaya çıkacak yeni birey anne ya da baba ebeveyne benzeyebileceği gibi her ikisine de benzemeyebilir. Bu yöntem ile elde edilen fidanlarla kurulan bahçelerde birbirinden farklı özelliklere sahip bitkiler olacağı için, homojen bir üretimin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle meyve bahçesi tesisinde vejetatif yöntemlerle çoğaltılmış fidanlar tercih edilir. Fidan üretiminde aş, çelik, daldırma ve doku kültürü yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler arasında en yaygın kullanılan yöntem aş ile çoğaltmadır. Aş ile çoğaltma farklı iki bitki parçasının birleştirilerek tek bir bitki olarak yaşamını devam ettirmesini sağlayan yöntemdir. Bu çoğaltma yönteminde kalem ağacın taç kısmını oluştururken, anaç ise kök sistemini oluşturur. Meyvecilikte anaçlar generatif ve vejetatif yöntemlerle çoğaltılırlar. Her ne kadar generatif çoğaltma yöntemi kolay bir yöntem olsa da, belirli özellikleri (bodurluk, değişik hastalık ve zararlılara dayanım vb.) nedeniyle seçilen anaçların söz konusu özelliklerin devamlılığının sağlanması için vejetatif yöntemlerle çoğaltılmaları gerekir. Çoğu sert ve yumuşak çekirdekli meyve türlerinde klonal anaçların kullanılmasına rağmen, sert kabuklu meyve türlerinde vejetatif çoğaltmada başarının düşük olması nedeniyle, genellikle generatif (çöğür) anaçlar kullanılmaktadır.

Anaçlar sadece aşlanmış bitkinin kök sistemini değil, aynı zamanda aş sürgününün büyüme ve gelişimini de etkiler. Dolayısıyla anaçlar, çeşidin fenotipik yapısını farklı yollarla değiştirebilir. Ancak en önemli değişim çeşidin büyüme ve gelişmesi üzerine etkisidir. Bunun yanı sıra çeşidin meyve iriliği ve kalitesi üzerine de anaçların etkisi vardır.

2.1.1 Anacın kalem üzerine etkileri

2.1.1.1. Anacın çeşidin bitki taç hacmi ve şekli üzerine etkisi

Anacın kalem üzerindeki en önemli etkilerinden biri bazen şekil değişikliklerini de içeren, ağacın büyüme kuvveti üzerine olan etkisidir. Bununla birlikte ağaç taç hacmi ve boyutu üzerine anacın yanı sıra genetik ve çevre faktörlerinin de etkisi söz konusudur. Bodur ağaçlara olan ilgi çok eski zamanlara dayanmaktadır. Bu ilgi özellikle bodur ağaçlarda hasatın ve kültürel işlemlerin daha kolay yapılabilmesinden ve birim alandan daha fazla verim elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle elmada East Malling (M) ve Malling Merton (MM) anaçlarının seçiminde bodurluk önemli bir kriter olmuştur. Bugün günümüzde birçok meyve türü için hala bodurluk aranılan bir özelliktir (Hartmann vd, 2014).

2.1.1.2. Anacın verim ve kalite üzerine etkisi

Anaçlar, üzerine aşılanmış olan çeşitlerin gençlik kısırlığı süreleri, meyve gözü oluşumu, meyve tutumu ve verimi üzerine etki edebilir. Gençlik kısırlığı genellikle bodur anaçlar üzerine aşılanmış çeşitlerde kuvvetli anaçlar üzerine aşılanmış olanlara göre daha kısadır. Gençlik kısırlığının kısa olmasının yanı sıra, bodur ağaçlar ağaç gövdesine daha çok ışık alır ve iç kısımda oluşan gölge alan daha dardır. Bu durum meyvelerde kuru madde içeriğini de olumlu yönde etkilemektedir (Preston, 1967; Strong ve Miller-Azarenko, 1991).

Anacın meyve kalite ve boyutu üzerine olan etkisi meyve türlerine göre farklılık göstermektedir. Bununla birlikte anacın, çeşidin meyve özellikleri üzerine tamamen bir etkisi yoktur. Örneğin armutta bodur anaç olarak kullanılan ayvanın meyvesi mayhoş ve buruk bir tada sahip olmasına rağmen, bu özellikler ayvaya geçmez. Ayrıca şeftali de kayısıya anaç olarak kullanılmakla beraber kayısı meyvesinde şeftali meyvesinin karakter özellikleri görülmemektedir. Ancak anaçlar çeşitlerin meyve kalitesini olumlu ya da olumsuz etkileyebilir. Örneğin turunç (*Citrus aurantium*)’un anaç olarak kullanıldığı durumlarda mandarin, altıntop ve portakalın meyveleri ince kabuklu, sulu, düzgün şekilli olur ve depo ömrü daha uzundur. Ancak anaç olarak limon (*Citrus limon*)’un kullanıldığı durumlarda meyveler kalın kabuklu, büyük ve

kaba olur. Ayrıca bu meyvelerin şeker ve asit içerikleri de düşüktür (Kaşka ve Yılmaz, 1974).

2.1.1.3. Anacın kalem üzerine dolaylı etkileri

Anaçlar dolaylı yoldan çeşitlerin soğuğa (Gardner ve Horanic, 1963), uygun olmayan toprak koşullarına (Ranney, 1994; Ranney ve Whitman, 1995) ve bazı hastalık ve zararlılara (Pereira-Lorenzo ve Fernández-López, 2001) dayanımı konusunda da etkiye sahiptir.

2.1.2. Kalemin anaç üzerine etkisi

Kalemler de anaçlar gibi büyüme üzerine etkili olabilir. Kuvvetli ya da zayıf büyüme kuvvetine sahip olan kalemler anaçların gelişimini de aynı doğrultuda etkiler. Bodur büyüme karakterine sahip olan bir kalem, üzerine aşılanmış olduğu anacında büyüme kuvveti üzerinde etkili olacaktır. Bu durum bodur anacın, bodurlaştırıcı etkisinin kalemde görülmesiyle aynıdır (Kaşka ve Yılmaz, 1974).

2.2. Kestanenin Çoğaltılması

2.2.1. Kestanenin generatif çoğaltılması

Kestane doğal olarak generatif yöntemle çoğalan bir meyve türüdür. Generatif çoğaltma ile elde edilen çöğürler orman alanlarında doğrudan kullanılabileceği gibi; aşılama için anaç olarakta kullanılabilir. Çöğürler, döllenme sonucu oluşan tohumlardan meydana geldiği için ebeveynlerden farklı özellikler gösterirler. Doğal popülasyonda bu durum istenen bir özellik olup, farklı iklim koşulları ile hastalık ve zararlılara dayanım konusunda avantaj sağlar. Ancak bu çoğaltım yöntemi modern bahçelerde bir örnekliği bozacağı için istenmeyen bir durumdur. Dolayısıyla bahçe tesisinde fidanların vejetatif yöntemler ile çoğaltılması uygun olacaktır.

2.2.2. Kestanenin vejetatif çoğaltılması

Kestanenin vejetatif çoğaltılmasında i) aşılama, ii) çelikle çoğaltma, iii) daldırmayla çoğaltma ve iv) doku kültürü yöntemleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte en yaygın

kullanılan yöntem aşı ile çoğaltmadır. Daldırma ve çelikle çoğaltma daha çok klonal anaç eldesinde kullanılmakla beraber doğrudan üretim amacıyla da kullanılabilir. Doku kültürü ile çoğaltma ise potansiyeli ve çoğaltma katsayısı yüksek olan bir yöntemdir. Günümüzde doku kültürü ile ilgili protokoller yeni yeni oluşturulmaya başlanmış ve bazı kuruluşlarda ticari olarak üretime geçilmiştir.

2.2.2.1. Kestanenin aşı ile çoğaltması

Kestanenin vejetatif çoğaltılmasında en yaygın kullanılan yöntem aşı ile çoğaltmadır. İki farklı bitkinin bir araya getirilerek tek bir bitkiymiş gibi büyümesini sağlayan tüm işlemlere aşılama denir (Soylu, 2012). Aşılama da başarıyı sınırlandıran en önemli faktör genetik faktördür (MacDaniels, 1955). Bitki türlerinin botanik akrabalık dereceleri birbirlerine ne kadar yakın ise aşı başarı oranı o kadar fazladır (Hartmann vd, 2014). Kestanede generatif çoğaltma hala en yaygın anaç temin etme yöntemi olduğu için, çöğür eldesinde seçilen tohumun oldukça büyük önemi vardır. Aşı kalemi ile anacın aynı türden olması aşı uyuşmasını arttırmaktadır (Soylu, 1990). Hatta iyi bir aşı uyuşması için aşılacak çeşit ile anacın aynı iklim koşullarında yetişmesi de tercih edilir (Oraguzie vd, 1998).

Kestane yetiştiriciliğini tehdit eden bazı hastalık ve zararlılara karşı birçok ıslah ve seleksiyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar sadece tür içinde değil, ayrıca türler arası melezlemeler ile elde edilen bitkilerde de yapılmıştır. Özellikle doğu kökenli olan Çin ve Japon kestaneleri kök çürüklüğüne toleranslarının diğer türlere göre daha iyi olması dolayısıyla anaç ıslahında en çok kullanılan türler olmuşlardır. Türler arası melezlerin de kestane yetiştiriciliğine dahil olmasıyla beraber aşı uyuşmazlığı sorunu artış göstermeye başlamıştır. Kestanede aşı uyuşmazlığı erken ve gecikmiş uyuşmazlık olmak üzere ikiye ayrılabilir. Erken uyuşmazlık aşından sonraki ilk iki yıl içerisinde görülebilirken, gecikmiş uyuşmazlık aşından sonraki 5-7 yıl içerisinde dahi görülebilir (Oraguzie vd, 1998). Aşı başarısında çevre ve stres faktörlerinin önemli bir rolü olmasına rağmen aşı uyuşmazlığı büyük oranda genetik olarak kontrol edilir. Genetik kontrolün sadece tek bir genden ziyade farklı genlerin dominant etkisiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir (Andrews ve Marquez, 1993).

2.2.2.1.1. Kestanede aşı uyuşmazlığı

Aşı uyuşmazlığı, aşılanan iki bitkinin ortak bir doku oluşturamaması sonucunda kalemin ya da kalemle beraber anacın yaşamayı sürdürememesi olayına denir (Santamour, 1988). Aşı uyuşmazlığı aşı bileşenleri arasında oluşan olumsuz fizyolojik tepkiler, virüs ya da fitoplazmaların aşı bileşenleri arasında taşınımı ya da aşı bileşenleri arasındaki kallus ve vasküler dokularda oluşan anatomik anormallikler sonucunda oluşur (Hartmann vd, 2014). Diğer bir deyişle aşı uyuşmazlığı, düzgün bir kırılmayla sonuçlanan kambiyal ve vasküler devamlılıkta meydana gelen kesintilerdir (Dogra vd, 2018).

Aşı uyuşması ve uyuşmazlığı arasındaki çizgi her zaman bu kadar net değildir. Başta başarılı olarak görülebilen aşılarda zamanla yavaş yavaş uyuşmazlık belirtileri ortaya çıkabilir, aşı başarısız olabilir ya da ağaç anormal büyüyebilir. Uyuşmazlık Citruslarda ve Monterey çamında 15 yıl ve sonrasında ortaya çıkabilir. Nelson'un 1968 yılında yapmış olduğu uyuşmazlık anketi sonucunda uyuşmazlığın aşağıdaki belirtileri ortaya konulmuştur.

- Aşı başarısının çok düşük olması
- Büyüme döneminin sonuna doğru yapraklarda sararma, takiben erken yaprak dökümü.
- Vejetatif büyümede gerileme, sürgünlerde geriye doğru kuruma, genel olarak hastalıklı görünüm ve su stresi belirtileri
- Küçük bitkilerin aşıdan 1 ya da 2 yıl sonra ölümü
- Anaç ile kalemin büyüme kuvvetleri arasındaki farklılıklar
- Anaç ile kalemin vejetatif büyümeye başlama zamanları arasındaki farklılıklar
- Aşı bölgesinin üstünde veya altında aşırı büyüme
- Anacın çok sayıda dip sürgün vermesi
- Aşı bileşenlerinin aşı bölgesinden parçasız şekilde ayrılması

Yukarıda belirtilen maddelerden bir veya ikisinin görülmesi her zaman uyuşmazlık belirtisi olarak görülmeyebilir. Ancak aşı bileşenlerinin aşı bölgesinden ayrılması durumu aşı uyuşmazlığına özgüdür (Hartmann vd, 2014).

Keys (1978)' e göre Kains ve McQuesten (1967), Chinkapin kestaneleri üzerine neredeyse tüm kestane türlerinin aşılanaileceğini aynı zamanda chinkapin anacının kalem üzerinde bodurlaştırıcı etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Avrupa keşanesi anacı üzerine Avrupa keşanesi, Çin keşanesi ve Japon x Çin keşanesi melezinin aşılandığı bir çalışmada aşılamının tür içi ve türler arası olmasına göre başarı büyük değişiklik göstermiştir. Avrupa keşanesi üzerine Avrupa keşanesi aşılandığı durumda aşı başarısı % 81.7, Çin keşanesi aşılandığında % 83.3 ve Japon x Çin keşanesi melezi aşılandığında % 25 aşı başarısı elde edilmiştir (Tokar ve Kovalovsky, 1971).

Viéitez ve Viéitez (1982), *C. sativa* ve *C. crenata* türlerinin anaç olarak kullanıldığı çalışmada, *C. sativa* türü ve *C. sativa* x *C. crenata* melezini kalem olarak kullanmıştır. *C. crenata* anacı üzerine aşılamada aşı başarısı % 38, *C. sativa* üzerine aşılamada ise % 40 olarak tespit edilmiştir. En kötü aşı başarısı ise % 12 ile *C. crenata* anacı üzerine *C. sativa* türüne ait 'Nana' çeşidinin aşılanaşısıyla elde edilmiştir.

Kambiyal peroksidaz izoenzimlerinin aşı uyuşmasında önemli bir rol oynayabileceğini belirten Santamour vd (1986), yapmış oldukları çalışmada 10 kestane türünde 3 ana bant grubunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda *C. dentata*, *C. alnifolia*, *C. ashei*, *C. ozarkensis* ve *C. pumila* türlerinin A izoenzim bandına, *C. crenata* ve *C. seguinii*'nin B izoenzim bandına, *C. sativa*'nın A, B ve AB izoenzim bandına, *C. henryii*'nin A ve B izoenzim bandına ve *C. mollissima*'nın A, AB, B ve BC izoenzim bandına sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar farklı izoenzim bandına sahip bitkilerin aşılanaşmasının aşı uyuşmazlığına yol açabileceğini ve bu konuda detaylı çalışmaların yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Santamour vd (1986), yapmış oldukları çalışmada Çin keşanesinde tür içi uyuşmazlık olduğunu ve bu uyuşmazlık mekanizmasının kambiyal peroksidaz izoenzim bant grupları ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Santamour (1988), bu hipotezini test etmek için Çin keşanesi anaçları üzerine yine aynı türe ait kalemlerle aşılama yapmıştır. Çalışma 200 çöğürde yürütölmüş olup, çöğürlerin kambiyal peroksidaz izoenzim bant grupları A (5 adet), AB (98 adet), B (89 adet) ve BC (8 adet) olarak belirlenmiştir. Çöğürler yine aynı çöğürlerden elde edilen kalemlerle farklı ve aynı izoenzim bantlarına sahip olacak şekilde bilezik aşı ile aşılanmıştır. Anaç ile

kalemin izoenzim bant gruplarının eşlendiği durumlarda, aşı bölgesinde tam bir kambiyum halka oluşmuş ve vasküler ksilemin devamlılığı sağlanmış, ancak farklı izoenzim bant gruplarının aşılandığı durumda vasküler devamlılık sağlanamamıştır. Bazı durumlarda anaç ile kalemin kambiyum hücreleri az sayıda yeni hücre oluşturmuş ancak canlılığını sürdürememiştir. Kambiyum dokusu meristem olarak fonksiyonunu sürdürdüğünde ise sadece parankimatik hücrelerin oluştuğu saptanmıştır. Aynı izoenzim bant gruplarına sahip anaç ve kalemin aşılandığı durumda aşından bir yıl sonraki yaşama oranı % 75 iken farklı gruplar arasındaki aşılama bu oran % 49.3 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda Çin kestanesinde farklı izoenzim bandına sahip bitkilerin aşılmasında aşı uyumsuzluğunun gözlenebileceği belirtilmiştir.

Huang vd (1994)'e göre Liu vd (1988), Seguin kestanesini (*C. seguinii*) anaç olarak kullandığı çalışmada Çin kestanesini kalem olarak kullanmış, ancak aşılar başarısız olmuştur.

Tür içi ve türler arası aşılamanın aşı başarısına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada *C. sativa* ve *C. crenata* anaçları üzerine farklı tür ve melezler ile aşılamalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda *C. sativa* nın tür içi aşılmasında % 42-46, *C. sativa* üzerine *C. sativa* x *C. crenata* melezi aşılandığında % 54-55, *C. sativa* üzerine *C. crenata* veya *C. mollissima* aşılandığında % 56, *C. crenata* üzerine *C. sativa* x *C. crenata* melezi aşılandığında ise % 46-81 arasında değişen aşı başarısı elde edilmiştir (Chapa vd, 1990).

Huang vd (1994), Çin kestanesindeki aşı uyumsuzluğunu değerlendirmek, floem lif yığınlarının aşı başarısı üzerini etkisini ortaya koymak, Amerikan ve Japon kestanelerinin Çin kestaneleri üzerindeki uyuma durumunu belirlemek ve kambiyal peroksidaz izoenzim bant grupları ile aşı uyumsuzluğu arasındaki ilişkiyi test etmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada iki farklı Çin kestanesi anacı üzerine, 15 Çin kestanesi çeşidi, 9 Amerikan kestanesi genotipi, 6 Japon kestanesi çeşidi ve Japon kestanesi hibriti olduğu düşünülen 2 bitki aşılanmıştır. Çalışma sonucunda ikinci büyüme sezonu sonunda Çin kestanesinin tür içi aşılama oranının % 80 olduğu tespit edilmiştir. Aşı başarısında floem lif yığınlarının yerinin belirlenmesinin önemli olduğu ve aşılamının floem lif yığınlarının bulunmadığı alana yapılması gerektiği belirtilmiştir. Türler arası aşılamada 7 Amerikan ve 5 Japon kestanesi aşılanmış ve % 70'in üzerinde aşı başarısı elde etmişlerdir. Japon kestanesi hibriti

olduğu düşünölen 2 bitkinin aşısı başarısı ise % 51'den düşük olmuştur. Aşısı uyuşmazlığı belirgin olarak bir Japon/Çin ve iki Amerikan/Çin aşısı kombinasyonlarında gözlenmiştir. Aşısı uyuşmazlığı tespit edilen bu kombinasyonlarda aşısı noktasında anormallikler, çatlama lezyonları, aşısı noktasından düzgün kırılma veya yaprakların erken dökölmesi belirtileri görölmüştür. Tutan ve tutmayan aşılarda kambiyal peroksidaz izoenzim bant grupları incelendiğinde ise sonuçların Santamour (1988)'un sonuçları ile uyuşma göstermediği tespit edilmiştir.

İspanya'da yürütölen bir çalışmada 9 hibrit İspanyol anacı ve 'Marigoule' üzerine İspanya'da yetiştirilen bazı çeşitler (*C. sativa*) farklı dönemlerde ve 5 farklı yöntem kullanılarak aşılannmıştır. Çalışmada 'Marigoule' ile İspanyol çeşitler arasında şiddetli aşısı uyuşmazlığı tespit edilmiştir. Aşısı uyuşmazlığı özellikle üçüncü büyüme yılında çiçeklenme zamanında gözlenmiş ve aşısı sürgünü kurumuştur (Pereira-Lorenzo ve Fernández-López, 1997).

1988-1996 yılları arasında Yeni Zelanda'da yapılan bir çalışmada ölkede yetişen kestane genotiplerinin (*Castanea spp.*) aşısı uyuşabilirlikleri incelenmiştir. Bu genotiplerin, serbest tozlanmaları sonucunda oluşmuş *C. crenata* x *C. sativa* hibridi oldukları düşünölmektedir. Çalışma sonucunda aşısı başarısı genotiplere göre farklılıklar göstermiştir. Aşısı başarısızlığından en çok North Island'dan selekte edilen 1002 ve 1007 genotipleri dışında kalan genotipler etkilenmiştir. Genotiplerin aşısı birleşim noktalarından alınan enine kesitler aşısı başarısızlığının değişik formları olduğunu göstermiştir. 1005 anacında aşısı başarısızlığı erken ve geç olarak 2'ye ayrılmıştır. Erken aşısı başarısızlığı aşılamaadan hemen sonra başlamış ve 9. ayda pik noktasına ulaşşıp 19. ay sonuna kadar devam etmiştir. Gecikmiş aşısı başarısızlığı ise aşısından 32 ay sonra başlamıştır. 1005, 1015 ve Don Whelan seleksiyonları geç aşısı başarısızlığı; Long Bay 1, Long Bay 2, Crewenna 2 ve Crewenna 3 hem erken hem de geç aşısı başarısızlığı göstermiştir. Crewenna 1, genotipi ise herhangi bir sınıfa girmemiştir. Aşısı birleşme noktasındaki enine kesitlerde sağlıklı bir fidanda kısmi veya az bir çatlaklık; sağlıklı fidanlarda çok büyük çatlama ve gövde içerisinde odun ve kabuğun siyah renk alması gibi kriterlerle aşısı uyuşabilirliğinin değişik dereceleri tespit edilmiştir (Oraguzie vd, 1998).

Craddock ve Bassi (1999), kök çürüklüğüne dayanıklı Avrupa x Japon melezi olan 'Marsol', 'Maraval', 'Ferosacre', 'Marigoule' ve 'Marlhac' klon anaçları ve bazı

hibrit anaçların çöğürleri üzerine ‘Marrone di ChiusaPesio’, ‘Marrone di Marradi’, ‘Marrone di Castel del Rio’ ve ‘Marrone di San Mauro Saline’ çeşitlerini aşılayarak uyuşma durumlarını incelemişlerdir. Sonuç olarak ‘Marsol’ anacı tüm çeşitlerle iyi bir (% 31-100) uyuşma göstermiştir. ‘Marigoule’ anacı aşı başarısı (% 23-84) bakımından ‘Marsol’ anacından sonra gelse de tüm kestane çeşitleri ile uyumlu bir aşı bölgesi oluşturmuştur. ‘Ferrosacre’ (% 0-63) ve ‘Marlhac’ (% 0-7) anaçları ise aşılanan çeşitlerle iyi bir aşı başarısı gösterememiştir.

Ufuk ve Soylu (1999) 1995-1998 yılları arasında yürüttükleri çalışmada Marmara bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Avrupa kestaneleri ‘Osmanoğlu’, ‘Sarıaşlama’, ‘Vakit K.’, ‘Dursun K.’ kestane çeşitleri ile Avrupa x Japon kestanesi melezi olan ‘Maraval’ ve ‘Marigoule’ anaçlarının aşı uyuşabilirliğini incelemişlerdir. Bu durumu belirlemek için aşı bölgesinden 2, 6, 12 ve 16 ay sonra kesitler alınmış ve anatomik olarak dokuların birleşme durumları ile kambiyal devamlılığın sağlanıp sağlanmadığı belirlenmiştir. Ayrıca aşı sürgününün büyüme ve gelişim özellikleri incelenmiş ve anaç ve kaleme ait dokularda nişasta birikimlerinin olup olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda anaçlar ve çeşitler arasında herhangi bir uyuşmazlık belirtisi görülmemiş, çeşitlerin bu anaçlar ile iyi uyuşabildikleri bildirilmiştir.

Desvignes (1999), kestane mozaik virüsünün anaç-kalem uyuşmazlığına neden olabildiğini bildirdiği çalışmasında, bazı Avrupa kestanesi çeşitleri ve Avrupa x Japon kestanesi melezlerinden alınan gözlerin bir kısmını virüsle inoküle etmiştir. Maraval anacı üzerine inoküle edilmiş ve edilmemiş gözlerle yaptığı aşılamalarda yaklaşık % 95 aşı tutma oranı elde edilmiştir. Virüsten ari gözlerle yapılan aşılarda herhangi bir uyuşmazlık belirtisi görülmemişken, virüsle bulaşık olanlarda, aşıdan 1-2 yıl sonra aşı birleşme yerlerinde nekrotik alanlar ve aşırı şişkinlikler ortaya çıktığını belirtmiştir.

Dayong vd (2004), kestanede aşı başarısı ile anaç ile kalemin fenolik içeriklerinin ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmada Çin kestanesi üzerine Japon kestanesini aşılamışlardır. Sonuç olarak Japon kestaneleri Çin kestaneleri üzerine aşılandığı zaman aşı başarısı düşük olmuş ancak fenolik içerikler ile aşı başarısı arasında doğrudan bir ilişki tespit edilememiştir.

Serdar ve Soylu (2005), Avrupa kestanesinde aşı bölgesinin anatomik yapısını inceledikleri çalışmada, 554-14 genotipinin tohumlarından elde ettikleri çöğürler

üzerine SA 5-1 ve SE 21-9 genotiplerini T, ters T ve dilcikli aşı yöntemleriyle aşılamışlardır. Aşıdan 2, 6 ve 12 ay sonra aşı bölgesinden örnekler alınmıştır. Aşıdan 2 ay sonraki örneklerde kallus köprüsünün oluştuğu, aşı bölgesindeki kallusun farklılaşmasıyla kambiyum dokusunun ve yeni kambiyum, ksilem ve floem dokularının oluştuğu belirlenmiştir. Ancak araştırmacılar devamlı kambiyal birleşmenin tamamen sağlanması için 12 ay'a ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada aşı uyuşması bakımından SE 21-9 genotipi, SA 5-1 genotipine göre daha iyi bir uyuşma göstermiştir.

Dangxun vd (2007), yapmış oldukları çalışmada Çin kestanelerini *Castanea heryi* ve *Castanea seguinii* anaçları üzerine aşılamıştır. Çalışma sonucunda yaşama oranı *Castanea heryi* üzerine aşıllı olan çeşitlerde *Castanea seguinii* üzerine aşıllı olanlara göre daha yüksek olmuştur.

Brezilya'da yürütülen bir çalışmada, farklı anaçlar üzerine aşılanmış farklı çeşitlerin aşı uyuşması ve yaşama durumu incelenmiştir. Aşılamalar 1986 yılında, 11 kestane çeşit ve hibritinin karşılıklı aşılanmasıyla yapılmış, toplamda 110 kombinasyon oluşmuştur. Aşıdan 15 yıl sonra, yaşayan kombinasyonlarda en az 3 bitkide bitki uzunluğu, aşı bölgesinin altı ve üstünün çapı ve aşı uyuşması incelenmiştir. Aşılamadan 6 ay sonra 110 kombinasyondan 78'inde iyi bir aşı uyuşması tespit edilmiştir. 78 kombinasyondan 47 tanesi toprağa şaşırtma sonrasında aşı uyuşmazlığı göstermiş ve kombinasyonlara göre % 25-100 arasında geriye doğru kuruma ve ölümler görülmüştür. Bu nedenle 78 kombinasyondan 26 tanesi denemeye alınabilmiştir. Sonuç olarak bitki uzunluğu ile aşı bölgesinin altı ve üstünün çapı kombinasyonlara göre önemli farklılıklar göstermiştir. En uzun bitki boyu (6 m) 'Moriowase' ve 'Tamatsukuri' anaçlarına aşıllı bitkilerden elde edilmiştir. Bu anaçlar ayrıca diğer çeşitlerle iyi bir uyuşma göstermiştir (Bueno vd, 2009).

Samsun'da 2003-2009 yılları arasında yürütülen bir çalışmada Karadeniz bölgesinden selekte edilen Avrupa kestanesi genotiplerinin aşı uyuşma durumları incelenmiştir. Çalışmada SA 5-1, SE 21-9 ve 554-14 genotipleri hem anaç hem de kalem olarak kullanılmıştır. Aşı uyuşma durumlarını belirlemek amacıyla aşı başarısı, yaşama oranı, aşı sürgünün gelişimi ve aşı bölgesindeki anormallikler incelenmiştir. Aşı başarısı yönünden 9 kombinasyonda önemli farklılıklar gözlenmiştir. En yüksek aşı başarısı % 90 ile SE 21-9/554-14 ve % 85 ile SA5-1/SA 5-1 kombinasyonlarından

elde edilmiştir. En düşük aşı başarısı ise 554-14/SA 5-1 kombinasyonunda % 32 olarak belirlenmiştir. En yüksek yaşama oranı ise SE 21-9/554-14 ve 554-14/554-14 kombinasyonunda elde edilmiş olmakla beraber en düşük yaşama oranı SA 5-1/554-14 kombinasyonunda görülmüştür. Sonuç olarak 554-14 ve SE 21-9 anaçlarının SA 5-1 genotipi için uygun bir anaç olmadığı özellikle SA 5-1'in 554-14 üzerine aşılandığı koşullarda kuvvetli uyumsuzluğun görüldüğü belirtilmiştir (Serdar vd, 2010).

Çin kestanesinde sıkça görülen aşı başarısızlığının nedenlerinin belirlenmeye çalışıldığı bir araştırmada, araştırmacılar ikincil floem demetlerinin yerinin ve anacın bulunduğu ortamın nem durumunun etkisini araştırmışlardır. İkincil floem demetlerinin durumunu belirlemek amacıyla anaçta aşının en sık yapıldığı 3. ve 5. boğum arasındaki bölgeden örnekler alınmıştır. Bölgelerden 10µm kalınlığında alınan örnekler toluidin mavisi veya safranin ile boyanmıştır. Anatomik incelemeler sonucunda 1 yaşlı Çin kestanesi çöğürlerinde vasküler kambiyumun 5 loblu silindir içerisinde düzenli dağıldığı, ilk floem demetlerinin kesintili bir halka oluşturduğu, ikincil floem demetlerinin ise kambiyumun dışında lobların arasında kümелendiğı belirlenmiştir. Aşılama ikincil floemlerin yapısına dikkat edilerek, anaç ile kalemin kambiyumları karşılaştırıldığı zaman başarılı olmuştur. Ayrıca her ne kadar kanama olayı gözlenirse de ortam nemi ile aşı başarısı arasında ters ilişki tespit edilmiştir (Warmund vd, 2012).

2005-2007 yılları arasında yürütölen çalışmada kestanesinin meşe üzerine aşılabilirliğı ve kaynaşmanın anatomik gelişimi ile meşenin mevsimsel flavan içeriğindeki değişimler saptanmıştır. Çalışmada, T göz, yongalı göz ve diltiksiz aşı yöntemleri denenmiş, sadece diltiksiz aşidan başarı elde edilmiştir. Aşılı bitkilerde aşı kaynaşmasının anatomik ve histolojik gelişimini incelemek amacıyla, aşılama 30, 60, 90, 120, 150 ve 210 gün sonra aşı bölgesinden enine-boyuna kesitler alınarak incelenmiştir. Anaç ve kalemden kallus dokusunun oluşumu aşidan 30 gün sonra başlamış, kambiyal devamlılık 150 gün sonra sağlanmış (Ada ve Ertan, 2013).

Chinkapin kestanesinin (*Castanea ozarkensis*) Çin kestanesi üzerine aşılabilirliğinin araştırıldığı çalışmada, farklı ekolojik koşullarda (Mt Vernon ve Mountain Grove), farklı aşı yöntemleriyle (yongalı göz ve diltikli) ve farklı kalem kaynaklarıyla (Ittner ve Schoolhouse) aşı yapılmıştır. Denenen iki ekolojik koşulda ve aşı yöntemleri arasında aşı başarıları yönünden istatistiksel farklılık bulunmamış olup,

dilcikli aşı (% 61.9) yongalı göz aşısına (% 50.0) göre daha iyi bir başarı sağlamıştır. Ittner'den alınan aşı kalemleri (% 75.0) Schoolhouse'dan (% 38.1) alınan kalemlere göre daha başarılı olmuştur. Bu durum Ittner'den alınan kalemlerin, ağaçların durumundan dolayı öncesinde yapılan sert budamaya bağlanmıştır. Araştırmacılar ağaçların yaşama durumunu 7 yıl boyunca gözlemlemiş ve Çin kestanesinin Chinkapin kestanesine anaç olarak kullanılabileceğini saptamışlardır (Thomas vd, 2015).

2.2.2.2. Kestanenin çelikle çoğaltması

Kestane genel olarak zor köklenen bir tür olarak kabul edilir. Ancak köklendirme ortamlarında nemlendirme sistemlerinde meydana gelen değişimler bu durumun değişmesini sağlamıştır. İspanya'da bulunan The Forest Research Centre of Lourizán (CIF Lourizán) araştırma istasyonu yarı odunsu kestane çeliklerini IBA solüsyonu yardımıyla köklendirmek için bir protokol geliştirmiştir (Fernández-López vd, 1992). Günümüzde sınırlı sayıda firma geliştirilen bu protokolü uygulayarak çelikle çoğaltılmış kestane fidanı üretmektedir. Çelikle çoğaltmada, daldırma ile çoğaltmaya göre daha iyi bir kök sistemi ile daha fazla sayıda fidan elde edilmektedir. Ayrıca köklenen çelikler saksılara aktarıldığı için ortam kontrolü ve içeriklerin ayarlanması daha kolaydır. Bu çoğaltma yönteminde iyi bir alt yapıya sahip köklendirme ünitesine ihtiyaç vardır. Bazı bitkilerde obur dallardaki gibi boğum aralarında fazla mesafe ve kuvvetli dik büyüme görülebilir. Çöğürlere göre kök sistemi zayıftır. Üretim aşamasında yapılacak çeşit değiştirme işlemi zor ve pahalıdır (Cuenca ve Majada, 2012).

Çeliklerin adventif köklenme kapasitesini biyokimyasal ve anatomik faktörler ile çevresel etmenler etkileyebilir. Genç karakterli bitkilerde köklenme için daha fazla uyarıcı ve daha az engelleyici hormon vardır. Olgun karakterli ağaçlarda bulunan vanilik asit, 4-hidroksibenzoik asit, salisilik asit, siringik asit, alifatik asit ve elaiik asit gibi bileşikler bitki bünyesinde bulunan IAA'yi baskılar ve köklenme oranını azaltır. Çeliklerin belli bir süre suda bekletilmesi bu kimyasalların yıkanmasını ve dolaylı olarak köklenmenin artmasını sağlar. Çeliklerin anatomik yapısı da köklenme başarısını etkileyen faktörlerden birisidir (Beakbane, 1961; Vazquez vd, 1978; Edwards ve Thomas, 1980; Viéitez, 1981; Viéitez vd, 1987; Viéitez ve Ballester, 1988; Viéitez ve Ballester, 1989). Bir yıllık dallarda, büyüme dönemi sonunda 5 adet

kesintisiz sklerankima halkasının oluşması çeliklerin anatomik olarak köklenme başarısını düşürmektedir. Etiyolleştirme uygulaması ise, bu sklerankima halkalarının oluşumunu azaltmakta ve içsel oksin ile fenolik kofaktör miktarını artırarak kök oluşumunu teşvik etmektedir (Rinallo vd, 1987; Viéitez ve Ballester, 1989). Gençliğin yanı sıra etiyolleştirme uygulamaları, dışsal köklendirme uyartıcılarının uygulanması ile mikoriza uygulaması köklenmeyi arttırabilir (Bounous ve Torello Marinoni, 2004).

Çelikle çoğaltma için ihtiyaç duyulan genç karakterli bitkiler ana ağaçlardan elde edilirler. Ana ağaçlar, daha önce klonal olarak çoğaltılmış, ancak bazı uygulamalarla generatif aşamaya geçişine izin verilmeyen, hep vejetatif aşamada tutulan bitkilerdir. Bu nedenle köklenme kapasitesinin korunabilmesi için ana bitkinin hep vejetatif aşamada tutulması, yani sert budanması gerekir (Bonga ve Durzan, 1982). Diğer taraftan ana bitkilerin kestane mozaik virüsü hastalığından (ChMV) ari olması gerekmektedir. Bu nedenle genellikle seralarda ve saksılarda büyütülürler (Mellano vd, 2018).

Yarı odunsu kestane çeliklerinin köklenme başarısı, genotipe, çeliğin genç karakterli olmasına, çelik alma zamanına ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterir. Diğer türlere göre Avrupa x Japon kestanesi melezleri daha yüksek köklenme başarısı gösterir. Ayrıca, Avrupa kestanesine ait genç ana bitkilerden alınan çelikler de yüksek köklenme başarısı gösterebilirler (Cuenca vd, 2005).

Üretim aşamasında yarı odunsu çelikler, serada büyük saksılarda yetiştirilmiş olan ana ağaçlardan Haziran ayı içerisinde kesilirler. Çelikler 10-15 cm uzunluğunda, 1-3 göz içerecek şekilde hazırlanırlar. Her zaman gözlerden biri dipte, diğeri ise yukarıda olmalıdır. Köklenme için gerekli oksin sentezini arttırmak için üst yaprağın tamamı veya yarısı çelik üzerinde bırakılmalıdır. Oksin sentezi yapraklar dışında gözlerden de yapılmaktadır. Bu yüzden çeliklerde yeni köklerin alt gözün olduğu kısımdan oluşması beklenmektedir. Hazırlanan çeliklerin dip kısmı, genotip ya da çeliğe göre değişmekle beraber 1000-4000 ppm arasında hazırlanmış oksin çözeltisine 1-2 dakika boyunca batırılır. Çelikler daha sonra torf ile doldurulmuş viyollere şaşırtılarak iklim kontrollü odalara ya da seralara yerleştirilirler. Yapraklardan oluşabilecek nem kaybının önüne geçmek için ilk hafta ortam nemi % 100 olarak ayarlanır ve her hafta kademeli olarak azaltılır. Ayrıca köklenme oranını arttırmak için dip kısmı elektrik kablolarıyla ya da sıcak su boruları yardımıyla ısıtılarak minimum

15 °C civarında tutulur. Köklenme süresince oluşabilecek küflenme sorununa karşı fungusit uygulanabilir. Köklenme optimum iklim koşullarında 60-70 gün içerisinde tamamlanır. İyi bir köklendirme ortamı (perlit-torf ya da torf-çam ibresi karışımları gibi) geniş gözeneklere ve iyi bir drenaja sahip olmalıdır (Bounous, 2014; Donno vd, 2014). Yeni köklendirilmiş olan bitkiler kök gelişimini arttırmak için fidanlıklara ya da saksılara şaşırtılır. 2 L'lik saksılara şaşırtılan fidanlar ertesi yıl aşılabilir büyüklüğe gelirler.

Çelikle çoğaltma kitlesel üretim için en ekonomik yöntem olmasına rağmen belli çeşitler dışında başarı düşüktür. Köklenmedeki başarı genetik yapının yanı sıra, çoğaltılmak istenen bitkinin genç karakterli olup olmamasıyla doğrudan ilişkilidir (Viéitez vd, 1987; Rinallo ve Mariotti, 1993).

Mellano ve Donno, (2015) İtalya'da bulunan "Chestnut Research and Development" araştırma istasyonunda uyguladıkları rutin metot ile 'Marsol' ve 'Maraval' çeşitlerinde % 40-80 oranında köklenme başarısı elde ettiklerini belirtmişlerdir.

İspanya'da TRAGSA firmasında Avrupa x Japon kestanesi melezi olan Fransız çeşitleri ile firmanın ıslah programı sonucu elde etmiş olduğu anaç genotipleri çoğaltılmaktadır (Ocaña vd, 2001; Rodriguez vd, 2005). Firma çelikle çoğaltma yöntemi ile yılda yaklaşık 50.000 adet klonal anaç üretmektedir.

Hunter ve Norton (1985), Çin kestanesi türüne ait 'AU-Leader', 'AU-Homestead' ve 'AU-Cropper' çeşitlerinin çelikle çoğaltılmasına yönelik yapmış oldukları çalışmada epikormik sürgünlerin üst ve dip kısmından, uç sürgünlerin ise bir önceki yıldan 2-3 cm parça içerecek şekilde dip kısımlarından çelik hazırlamışlardır. Çeliklerin dip kısmına 3000 ppm veya 6000 ppm IBA çözeltisi 5 saniye boyunca uygulanmıştır. Sonuç olarak köklenme sadece epikormik sürgünlerin dip kısmından alınan çeliklerden elde edilmiştir. Köklenme oranı 3000ppm IBA uygulanan çeliklerde 'AU-Leader' çeşidinde % 33.5 'AU-Homestead' çeşidinde % 5.0 ve 'AU-Cropper' çeşidinde % 1.6; 6000ppm IBA uygulanan çeliklerde 'AU-Leader' çeşidinde % 35.0 'AU-Homestead' çeşidinde % 6.7 ve 'AU-Cropper' çeşidinde % 3.3 olarak tespit edilmiştir.

Serada açık mistleme, PE örtü altında (alçak plastik tünel) mistleme ve çeliklerin üzerine direkt PE örtü çekildiği bir denemede % 0.25 NAA + % 3 Captan uygulanmış yeşil çelikler köklendirmeye alınmıştır. En yüksek köklenme başarısı % 47.2 ile kapalı mistlemeden elde edilmiştir (Jinks, 1995).

Çin kestanesinin çelikle çoğaltılması üzerine yapılan bir çalışmada, araştırmacıların kendi hazırladıkları ve IPGC ismini verdikleri kimyasal çeliklere püskürtülmüştür. Çalışmada en yüksek köklenme başarısı % 98.0 ile 1 yaşlı çöğürlerden elde edilen çeliklerden tespit edilmiştir. Köklenme oranı 3 yaşlı ana ağaçlardan elde edilen çeliklerde % 76.0, 6 yaşlı ana ağaçlardan elde edilen çeliklerde ise % 51.0 olarak belirlenmiştir (Zhixiang vd, 1998).

Çelik uzunluğunun köklenme üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada iki farklı çelik uzunluğunun (15 ve 50 cm) köklenme üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. 2004 yılında yürütülen çalışmada 'Marsol' ve 'Maraval' çeşitlerine ait çelikler kullanılmıştır. Çelikler köklendirme ortamına dikilmeden önce % 0.5 IBA çözeltisine batırılmıştır. Köklendirme ortamı olarak 3:1 oranında nemli torf kum karışımı ile yavaş salınımlı 16+11+11+3 mg+Te gübre kullanılmıştır. Köklenme ortamının pH'sı 4.0'e ayarlanmıştır. 10 Haziran'da alınan çelikler ısıtmasız ancak sisleme ünitesine ait serada 15 Kasım 2004 tarihine kadar bekletilmişlerdir. Çalışma sonucunda 50 cm uzunluğunda olan çeliklerin, 20 cm uzunluğunda olan çeliklerden % 20 oranında daha iyi köklendiği tespit edilmiştir (Osterc ve Stampar, 2008).

Japon kestanesinin yeşil çelik ile çoğaltılmasına yönelik bir çalışmada 4 genotipe ait, 5, 10 ve 20 cm uzunluğundaki çelikler 3000 ppm IBA çözeltisine batırılmıştır. Çelikler Metro-Mix® isimli ticari ortama ve volkanik tuf ortamına haziran, temmuz ve ağustos aylarında olmak üzere 3 farklı zamanda dikilmiştir. 4 genotipte de 5 ve 10 cm (% 37 ve % 43 sırasıyla) uzunluğundaki çelikler 20 cm (% 19) olanlara göre daha iyi bir köklenme başarısı göstermiştir (Tetsumura vd, 2008).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise hidrojen peroksit, yaralama ve IBA uygulamalarının kestane çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada Avrupa kestanesi olan 51111 (Sarıaşılama 1 nolu klon) ve 51205 (Sarıaşılama 2 nolu klon) genotipleri kullanılmıştır. 10-15 cm boyutunda hazırlanan çeliklere yaralama, 10 saniye boyunca 12000 ppm IBA, yaralama + 10

saniye boyunca 12000 ppm IBA ve 30 saniye boyunca % 3.5 H₂O₂ + 10 saniye boyunca 12000 ppm IBA uygulamaları yapılmıştır. Uygulamalardan 88 gün sonra köklenme düzeyleri incelenmiştir. Sonuç olarak uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiş olup, en yüksek köklenme oranı % 3.3-3.5 ile 51111 genotipinde H₂O₂ + 12000 ppm IBA uygulamasından, 51205 genotipinde ise aynı oranda köklenme oranı ile yaralama uygulamasından tespit edilmiştir (Ertürk ve Çetin, 2010).

Bage (2012) yapmış olduğu çalışmada Çin kestanesi çeliklerini 0, 30, 60 ve 90 dakika boyunca manyetik alana tabi tutmuştur. Araştırmada en yüksek köklenme oranını % 14 ile 30 dakikalık uygulamadan elde edilmiştir.

Dantas vd (2016) IBA'nın Avrupa kestanesi melezlerinin mini çeliklerinin köklenmesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada hendek daldırma yöntemiyle çoğaltılmış olan 5 farklı klondan elde edilen 3-4 gözlü mini çelikler kullanılmıştır. Mini çeliklerin dipteki 1 cm lik kısımları 0, 2500, 5000, 7500 ve 10000 ppm IBA hormonuna 10 saniye boyunca batırılmıştır. Mini çelikler hormon uygulamasından sonra 2:1 torf- perlit karışımıyla hazırlanmış 40 gözlü ve her bir gözü 110 ml hacme sahip olan viyollere şaşırtılmıştır. Çelikler % 90 neme sahip, 25±2 °C sıcaklığa sahip ve 450 Wm⁻² ışıma değerine sahip serada 60 gün boyunca tutulmuştur. 60 günün sonunda viyoller dış koşullara alıştırmak amacıyla gölgeleme yapılan bir seraya taşınmış ve burada 30 gün boyunca tutulmuşlardır. Çalışma sonucunda IBA uygulamasının köklenme üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Köklenme düzeyi genotiplere ve IBA düzeylerine bağlı olarak % 6.7-52.5 arasında değişmiştir.

2.2.2.3. Kestanenin daldırma ile çoğaltması

Bu çoğaltma yönteminin en önemli avantajları, teknolojik bir altyapıya ve tecrübeli kişilere ihtiyaç duyulmamasıdır. Ayrıca bu yöntemle bir yılda üretim yapılabilir. Ancak bu yöntemin avantajlarının yanı sıra birçok dezavantajı da vardır. Daldırma ile çoğaltmada diğer vejetatif çoğaltma yöntemlerine göre daha geniş alanlara ve yoğun iş gücüne ihtiyaç duyulur. Bu çoğaltma yöntemi sonucunda elde edilen klonal anaçlar ancak kış dinlenme döneminde satılabilirler ve çıplak köklüdürler. Çoğaltım aşamasında çeşit değişikliği yapmak oldukça zor ve pahalıdır. Klonların kök yapısı

diğer yöntemlerle üretilenlere göre zayıftır ve güçlenene kadar desteğe ihtiyaç duyarlar (Cuenca ve Majada, 2012).

Daldırma ile çoğaltmada genç bitkinin ana dalları neredeyse toprak seviyesinden kesilir. Böylece ana dallar yeni genç sürgünler üretirler. Yeni oluşan sürgünlerin dip kısmı kök oluşumunu teşvik etmek amacıyla toprakla örtülür. Bu ana bitkiler her yıl aynı şekilde kesilirler. Yeni sürgünler büyüdüğü zaman aralarından en iyileri seçilir. Zayıf olanlar diğerleri ile rekabete girmemeleri için uzaklaştırılır. İlkbaharda seçilen sürgünlerin dip kısımlarında bulunan yapraklar koparılır ve gövdenin toprak altında kalan kısmı dipten 2 cm boyunca hafifçe çizilir. Köklenme oranını arttırmak için çizilen kısma genellikle % 0.4-0.8 oranında IBA çözeltisi sürülür. Hormon sürülen kısmın altına karbonhidrat birikmesi için bir tel yardımıyla boğma uygulaması yapılır. Genç sürgünlerde köklenme oranı daha iyi olmaktadır. Ayrıca toprağın çok nemli ve sıkışık olmaması da köklenme oranının artmasına yardımcı olmaktadır. Köklenmiş bitkiler, yapraklarını döktüğü zaman Kasım ortası gibi sökülürler. Sökülen bitkilerde seyrek kök ve ana bitkiye birleşim yerlerinde kıvrım olması oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Bu bitkiler 1 yıl daha fidanlıkta büyütülerek daha kuvvetli olması sağlanır.

1952 yılında İspanya’da yürütülen, kestanenin hava daldırması ile çoğaltılmasının denendiği bir çalışmada 3-4 yaşlı kestane ağaçlarının 1 yaşlı sürgünlerine lanolin içerisinde IAA, NAA, beta indole propiyonik asit, IBA, 2,4-D ve 2,4,5-T’nin değişik dozları ve kombinasyonları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en iyi köklenme ilkbaharda yapılan, 10 mg/g IBA, 4 mg/g IAA + 4 mg/g 2,4-D ve 5 mg/g IAA + 5 mg/g NAA +1 mg/g 2,4-D uygulamalarından elde edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar 2,4-D ve 2,4,5-T’nin dozlarının iyi ayarlanması gerektiğini, yoğun dozların bitkiye zarar verdiğini belirtmişlerdir (Viéitez, 1953)

Ichii (1959), yapmış olduğu çalışmada Japon ve Çin kestanelerinin daldırma ile çoğaltılma potansiyellerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda IBA ve 2,4,5-Tp ile sadece 2,4,5-Tp nin IBA’ya göre daha iyi bir köklenme başarısı elde ettiği belirlenmiştir. Ayrıca 2,4,5-Tp nin daldırma sırasında yapraklara uygulanması da kuvvetli kök oluşumunu teşvik etmiştir.

Viéitez (1973)'e göre Shreve ve Miles Çin kestanelerini hava daldırma yöntemiyle çoğaltmaya çalışmışlardır. Çalışmada değişik yaştaki dalların dip kısmına 5000 ppm IBA uygulanmıştır. Çalışma sonucunda köklenmenin dal yaşına göre büyük farklılıklar gösterdiği tespit edilmiş, en iyi köklenme bir yıllık dallardan elde edilmiştir.

İspanya'da yürütülen başka bir çalışmada ise daha önce hendek daldırması yöntemiyle çoğaltılmış olan bir klonda, hava daldırma ile çoğaltmanın etkisini incelemiştir. Mayıs ayı sonunda 4 mg IBA+ 4 mg NAA+1g vazelin karışımından hazırlanmış karışım sürgünün alt, orta ve üst kısmına 15 cm aralık ile sürülmüş ve sürülen kısım alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Karışım önce sürgünün alt kısmına sürülmüş, orta ve üst kısmana ise 1 ay ara ile uygulanmıştır. Sonuç olarak sürgünlerin alt kısmından % 87.0, orta kısmından % 100.0, üst kısmından % 79.0 ve kontrol sürgünlerinden % 41.0 köklenme başarısı elde edilmiştir. Sürgünün üst kısmındaki köklenme oranındaki düşüklüğün sebebi, bu kısmın yumuşak, yeterince odunlaşmamış olması ve uygulama yapılan bölgede, uygulamaya bağlı nekrotik alanların oluşması olarak belirtilmiştir (Viéitez, 1973).

Fabbri vd (1992), kestane hava daldırma ile çoğaltılmasına yönelik yapmış oldukları çalışmada 10 yaşlı 'Marigoule' (*C. crenata* x *C. sativa*) kestane çeşidinin 1 yaşlı sürgünlerine boğma, etiyolleştirme ve boğma + etiyolleştirme uygulamalarının köklenme üzerine etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak en yüksek köklenme oranı boğma + etiyolleştirme uygulamasından (% 69.3) elde edilmiştir.

Gardiman vd (1993), Marrone del Brenta (*C.sativa*) çeşidinde yürüttükleri çalışmada kök seviyesinin 8-10 cm yukarısında boğma + kök seviyesinden 30-35 cm kısma da ince kum ile etiyolleştirme uygulaması yapmışlardır. Araştırmada bu uygulama sonucunda % 76 köklenme elde edilmiş, sadece etiyolleştirme yapıldığında ise köklenme başarısı sadece % 9'a düşmüştür.

Kestane hava daldırma ile çoğaltılması konusunda yapılan bir araştırmada *Agrobacterium rhizogenes* 1855 ve *Agrobacterium tumefaciens* ORF11 ırkları sürgünlerin dip kısımlarına haziran ve temmuz ayında inoküle edilmiştir. *A. rhizogenes* 1855 genellikle kallüs üretmiş ancak kök oluşturma üzerinde etkisiz olmuştur. *A. tumefaciens* ORF11 ırkının Haziran'da inoküle edilmesi ile etiyolleştirme

yapılmış ve büyümeyi düzenleyicilerin uygulandığı çeliklerde bir ay içerisinde hızlı ve kaliteli bir köklenme meydana gelmiştir. Bu köklenmiş sürgünler hava daldırmasına alınmışlar ve dört ay içerisinde iyi bir kök sistemi oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda bu metodun verim çağındaki ağaçların klonal çoğaltılması için pratik bir uygulama olabileceği savunulmuştur (Rinallo ve Mariotti, 1993).

Avrupa x Japon kestanesi olan ‘Marigoule’ çeşidinin daldırma ile çoğaltma potansiyelinin araştırıldığı bir çalışmada boğma ve etiyolleştirme uygulamaları ayrı ayrı ve birlikte uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek köklenme başarısı % 70 ile boğma + etiyolleştirme uygulamasından elde edilmiş olup, diğer uygulamalardan herhangi bir başarı elde edilememiştir (Biricolti vd, 1994).

2.2.2.4. Kestanenin doku kültürü ile çoğaltması

Birçok araştırma grubu kestanenin doku kültürü ile çoğaltılmasıyla ilgili farklı protokoller geliştirmişlerdir (Viéitez ve Viéitez, 1982; San José ve Viéitez, 1984; Viéitez vd, 1989; Sánchez ve Viéitez, 1991; Ballester vd, 1992; Miranda ve Fernández- López, 1992; Cuenca vd, 2005; Cuenca vd, 2009; Oakes vd, 2013; Vidal vd, 2015; Cuenca vd, 2017). Kestane doku kültürü olgun ve genç karakterli bitkiler kullanılarak başarılabileceği de (Viéitez ve Vietiez, 1980; Sánchez vd, 1997) başarıdaki en büyük değişken genotiptir.

Kestanenin doku kültürü ile çoğaltılması 4 farklı aşamada oluşur ve her aşamada farklı büyümeyi düzenleyiciler ön plana çıkar. Bu 4 aşama sırasıyla; hazırlık, çoğaltma, uzama ve köklenme olarak sıralanır. Ortamdaki sitokin/oksin oranının birden büyük olması çoğaltma aşamasını, birden küçük olması ise köklendirme aşamasını teşvik eder. Hazırlık aşaması için iki farklı yöntem izlenebilir. İlk yöntem kış dinlenme döneminde genç karakterli sürgünlerin alınması ve kontrollü ortamda sürmeye zorlanmasıdır. Diğer yöntemde ise genç karakterli bitkiden haziran ortasında sürgünlerin alınmasıdır. İlk yöntem, genç karakterli bitkinin olmaması durumunda tercih edilen yöntemdir. Bu yöntemde alınan kalemler çamaşır suyu çözeltisi ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulurlar. Süren yeşil sürgünler bir göz içerecek şekilde ortama aktarılırlar. Birkaç alt kültürden sonra, sürme yeteneği az olan ve kontamine olan sürgünler elenir. Böylece çoğaltma katsayısı dengeli bir hal alır. Çoğaltma aşamasında dipte kallus ve bu kallustan oluşmuş yeni sürgünler elde edilir. Uzama aşamasında ise

yeni sürgün oluşumu durur, var olan sürgünler büyümeye başlar. Sürgünler yeterince büyüdüğü zaman köklendirme aşamasına geçilir. Köklendirme aşamasında sürgünün dip kısmı steril 1 g/L konsantrasyonundaki oksin çözeltisine batırılır ve köklenmeye bırakılır. Köklenen ve artık bulunduğu kaba sığmayan bitkiler son olarak alıştırma aşamasına alınır. Bu aşamada köklenen bitkiler heterotrof aşamadan ototrofik aşamaya geçiş için alıştırılır. Tüm bu işlemlerin en zor aşamaları köklendirme ve alıştırma. Her ne kadar bugüne kadar birçok kestane tür ve hibritleri köklendirilmiş ve alıştırma aşamasında başarıyla dış ortama aktarılmış olsa da (Viéitez vd, 1989; Seabra ve Pais, 1998; Gonçaves vd, 1998; Oakes vd, 2013) köklendirme oranları ile alıştırma aşamasından başarıyla dış ortama aktarılmış bitki oranı yeterince yüksek değildir. Doku kültüründe oluşan köklerin genellikle su ve mineral maddeleri alma oranları düşüktür. Bazı araştırmacılar sadece doku kültürü sırasında üretilmiş olan köklerle alıştırma aşamasını tamamlamaya çalışan bitkilerin bu aşamadan başarıyla çıkmasının oldukça zor olduğunu belirtmişlerdir (Gonçaves vd, 1998; Tetsumura ve Yamashita, 2004). Köklenme sırasında ve sonrasında kök oluşumun teşvik edilmesinde görülen problemler ve sürgünün fizyolojik durumu köklenme aşamasını olgun karakterli kestaneler için en kritik ve önemli aşaması yapmaktadır.

İspanyol araştırmacılar, köklenme ve alıştırma aşamasında karşılaşılan sorunları çözmek için sıvı ortamda geçici daldırma sistemi'ni (Temporary Immersion Systems (TIS)) geliştirmişlerdir. Bu tip sistemlerde sıvı ortamı barındıran özel kaplar ile 0.2 µm filtrenden hava üfleyen bir pompa kullanılır. Gelen havanın iki önemli görevi vardır. İlki sıvı ortamın yukarı çıkarak bitkinin dip kısmına ulaşmasının sağlanması, diğeri ise ortamdaki atmosferi yenileyerek bitkinin stomalarının fonksiyonel tutulmasıdır (Vidal vd, 2013; Vidal vd, 2015). Bu yöntemle sürgün aşamasını geçirmiş olan bitkiler hem köklenme hem de alıştırma aşamasına aynı anda başlamış olur.

Doku kültüründeki başarı için önemli faktörlerden biri de ortamın nemi ve sıcaklığıdır. Eğer ortam nemi yüksek ve sıcaklık 25° C civarında tutulabilirse başarı da artacaktır. Son yıllarda bazı araştırmacılar bu konu üzerine yoğunlaşmış ve fotoototrofik doku kültürü (Photoautotrophic micropropagation (PAM)) adını verdikleri yeni bir sistem geliştirmişlerdir (Cuenca vd, 2017; Aldrey vd, 2018). Bu system de TIS sisteminden farklı olarak ortam ışığı ve ortama verilen karbondioksit (CO₂) seviyeleri kontrol edilmektedir. Doku kültürünün tüm aşamaları bu sistemde

tamamlanabilir, ancak PAM sistemi özellikle köklenme aşamasında oldukça başarılıdır. İspanya’da bu yöntemle yılda yaklaşık 30.000 bitki çoğaltılmaktadır.

Kestanenin çoğaltılmasındaki en önemli problemlerden bir tanesi de bitkinin içerdiği fenolik maddelerdir. Fenolik maddeler bitkinin genç ya da olgun karakterli olmasıyla yakından ilişkilidir. Chauvin ve Salesse (1988) yapmış oldukları çalışmada fenolik maddelerin olumsuz etkisini azaltmak için en uygun çoğaltma materyalini belirlemeye çalışmışlardır. Çoğaltma işlemi meristem ve yan tomurcuk kültürü kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada tomurcuk gelişiminin genotip, eksplantın alındığı zaman ve bitkinin gençlik durumuna göre değiştiği belirlenmiştir. Sürgün oluşumu sadece BAP, IBA ve GA₃ ortamı içeren meristem kültürlerinden elde edilmiştir. Uygun dönemde alınan eksplantlarda, ortama askorbik asit ilave edilmesi fenolik maddelerin ortamda oluşturduğu olumsuz etkiyi azaltmıştır. Ayrıca araştırmacılar doku kültüründe elde edilen sürgünlerin dip kısmını 10 saniye boyunca 1000 ppm IBA çözeltisine batırarak ve iyi bir köklenme elde etmişlerdir.

Farklı N ve NH₄⁺ oranlarına sahip modifiye MS ortamlarının sürgün çoğaltma oranı ve vitrifikasyon üzerine etkilerini belirlemeye yönelik bir çalışmada, in vitroda gelişen Avrupa kestanesi klonu olan Marrone di Chiusa Pesio ve HL ile H13 Avrupa x Japon kestanesi melezleri materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda çoğaltma ve vitrifikasyon oranı ile N ve NH₄⁺/NO₃⁻ konsantrasyonunun ters orantıya sahip olduğu belirlenmiştir (Piagnani ve Eccher, 1988).

Olgun karaktere sahip 5 kestane klonunun (*C. sativa* Mill. ve *C. sativa* x *C. crenata*) bazal sürgünleri ile taç kısmından elde edilen sürgünlerin doku kültüründe çoğaltılabilirliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada bazal sürgünlerin taç kısmından elde edilen sürgünlere göre daha iyi çoğaltıldıkları tespit edilmiştir (Sánchez ve Viéitez, 1991).

Xing vd (1997) Amerikan kestanesi mikroçeliklerini çoğaltmak için 3 aşamalı bir protokol geliştirmişlerdir. Bitki materyali olarak olgun karakterli 21 m uzunluğundaki ‘B ville’ genotipinden elde edilen sürgünlerle, ‘Iowa #2’ ve ‘VDW’ genotiplerinin 1 yaşındaki çöğürlerinden elde edilen sürgünler kullanılmıştır. Protokolün ilk aşamasında sürgünler 0,89 µM BA içeren McCown Woody Plant ortamına (WPM) yerleştirilmiştir. Sürgünler bu aşamada 4-8 hafta boyunca 2-3 cm’ye

ulaşana kadar tutulmuştur. İstenilen boyuta ulaşan şürgünlerin dip kısmında 2 mm uzunluğundaki alana yaralama yapılmış ve 1 dk boyunca 5 ve 10 µM IBA çözeltilisine tabi tutulmuşlardır. şürgünler 2 g/L aktif kömür içeren yarı konsantrasyonlu MS ortamında 2 hafta boyunca tutulmuştur. 2 hafta sonunda köklenen şürgünler daha iyi gelişme gösterebilmeleri için 3 hafta boyunca 0,22 ve 0,89 µM BA şürgün uzama ortamına konulmuştur. Çalışma sonucunda ‘B ville’ genotipinde 5 µM IBA uygulamasında (% 75.0), ‘Iowa #2’ ve ‘VDW’ genotiplerinde ise 10 µM IBA uygulamasından (sırasıyla % 77.0 ve % 56.0) en iyi köklenme elde edilmiştir.

Olgun karakterli *C. sativa* ve *C. sativa* x *C. crenata* melezlerinin doku kültürü yeteneklerini geliştirmeye yönelik yürütölen bir çalışmada ağacın farklı yerlerinden elde edilen şürgün ve boğum eksplantlarının mikro çoğaltımı denenmiştir. Başlangıç ve şürgün aşamasında GD ortamının kullanıldığı çalışmada, başlangıç aşamasında BA düzeyi 0.5 mg/L, şürgün aşamasında ise 0.2 mg/L olarak ayarlanmıştır. Köklenme aşamasında ise 2 farklı uygulama denenmiştir. İlk uygulamada eksplantlar ilk 5 günü karanlıkta olmak üzere toplamda 7 gün boyunca 3 mg/L IBA içeren 1/3 GD ortamda; ikinci uygulamada ise 24 saat boyunca 25-50 mg/L IBA içeren ortamda tutulmuştur. Çalışma sonucunda köklenme oranı % 17.6-96.4 arasında değişmiştir. Araştırmada köklenme için en iyi uygulamanın çeliklerin 25-50 mg/L IBA ilave edilmiş ortamda 24 saat bekletilmesi olduğu belirtilmiş, ayrıca % 1 kömür ilavesinin bazı klonlarda köklenmeyi artırdığı tespit edilmiştir (Sánchez vd, 1997).

Gonçalves vd (1998) olgun karakterli *C. sativa* x *C. crenata* melezlerinin köklenme prosedürünü daha iyi anlamak ve yaşama oranını arttırmak için farklı köklendirme uygulamalarını karşılaştırmışlardır. şürgünler ilk uygulamada 1 g/L IBA çözeltilisine 1 dakika boyunca batırılmış, diğer uygulamada ise 3 mg/L IBA çözeltilisi içeren agar ortamında 5 gün boyunca tutulmuştur. Uygulama sonrasında ortam etkisini gözlemek için şürgünler oksin içermeyen agar ortamına (in vitro) ve torf perlit (ex vitro) karışımına aktarılmıştır. Sonuç olarak in vitro ortamda (% 97) ex vitro (% 77) ortama göre daha iyi bir köklenme başarısı elde edilmiştir. Agar içerisinde IBA uygulamasında köklenme oranının istatistiksel olarak etkilenmediği tespit edilmiştir (in vitroda % 93, ex vitroda % 87). Ex vitro koşullarda köklenen şürgünler, in vitro’da köklenen şürgünlere göre alıştırma aşamasında daha yüksek yaşama oranı göstermişlerdir (Ex vitroda % 100, in vitroda % 50).

Ülkemizde 1994-1998 yılları arasında yürütülen bir çalışmada bazı kestane hibritleri ile yerel çeşit ve genotiplerin sürgün ucu ve yan tomurcuk kültürleri ile çoğaltılabilirlikleri çalışılmıştır. Çalışmanın farklı aşamalarında MS, $\frac{1}{2}$ NO₃ MS ve WPM ortamları kullanılmıştır. Yıllara göre değişmekle beraber ortamlarda kullanılan BAP içeriği 0,05-10 mg /L arasında değişiklik göstermiştir. Bazı durumlarda tomurcuk patlamasını kolaylaştırmak için ortama 0,1 mg/L Thidiazuron (TDZ) ilave edilmiş, köklenme için ise IBA hormonu kullanılmıştır. Sonuç olarak yıllara göre farklılıklar göstermekle beraber yan tomurcuk kültüründen olumlu sonuçlar alınmasına rağmen, sürgün ucu kültüründe başarı elde edilememiştir. Serada bulunan 1 yaşlı ya da 2-3 aylık bitkilerden alınan eksplantlar tomurcuk patlatmış, sürgün oluşturmuş ve ortamda çoğaltılabilmektedir. Ancak arazide yetişen 5-7 yaşlı ağaçlardan farklı dönemlerde alınan eksplantlar iyi sonuç vermemiştir. Bu eksplantlar tomurcuk patlatmamış ancak bazı durumlarda sadece kallus oluşturmuşlardır. Çalışmada araştırmacılar kestanenin doku kültürü ile çoğaltılmasındaki başarıyı etkileyen en önemli faktörün ekplant alınan bitkinin olgun ya da genç karakterli olması olduğunu belirtmişlerdir (Soylu ve Ertürk, 1999).

Seri aşılamanın kestanenin doku kültürü ile çoğaltılması üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Avrupa kestanesi olan 'Montemarano' çeşidine ait sürgünler ve aynı çeşidin 10 aylık çöğürleri üzerine 4. seri aşılması sonucunda elde edilen sürgünler kullanılmıştır. Sürgünlerden elde edilen sürgün uçları ve boğumlar, başlangıçta 1,0 mg/L BA+ 0,01 mg/L IBA içeren WPM ortamına, sürgün çoğaltma aşamasında ise 0,1 mg/L BA içeren WPM ortamına aktarılmıştır. Köklendirme ortamı ise 1/3 makro element düzeyine sahip 3 mg/L IBA içeren WPM ortamı olarak hazırlanmıştır. Sürgünler köklendirme ortamında 5 gün boyunca karanlıkta tutulmuş, daha sonra oksin içermeyen besin ortamına aktarılmış ve köklenme başarısı incelenmiştir. Çalışma sonucunda 4. seri aşılama sonucunda elde edilen sürgünlerin çoğaltma katsayısının daha yüksek olduğu ve daha uzun sürgünler verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca olgun karakterli ağaçlardan alınan sürgünlerin köklenme oranının % 0, seri aşılama ile gençleştirilmiş sürgünlerin ise % 65,5 olduğu belirlenmiştir. Köklenen bitkilerin % 40'ı alıştırma aşamasını başarıyla tamamlamıştır (Giovannelli ve Giannini, 1999).

Tetsumura ve Yamashita (2004), farklı besin ortamlarının, büyüme düzenleyicilerin ve uygulamaların Japon kestanesinde (*C. crenata*) boğum kültürü ile çoğaltmaya olan etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Materyal olarak soğuklama ihtiyacını karşılamış olan ‘Tanzawa’ ve ‘Ginyose’ çeşitlerinin tohumları kullanılmıştır. Dikilen tohumlar 2 ay boyunca iklim odasında tutulmuş ve elde edilen çöğürlerin boğumları kullanılmıştır. Çalışmada sitokinin kaynağı olarak BA, TDZ ve zeatin’in farklı dozları dokları tek veya kombinasyon olarak Sato’s medium (BW), ½ Broad Leaf Tree (BT), ½ WPM, Driver Kniryuki walnut (DKW) ve ½ NO₃ MS ortamlarıyla beraber denenmiştir. Başlangıç aşamasında sitokinin kaynağı olarak 5µm zeatinin aynı miktardaki BA ve TDZ’den daha iyi sonuç verdiği ve BW ortamının ½ NO₃ MS ortamı kadar etkili olduğu belirlenmiştir. DKW ortamında elde edilen sürgünler diğer ortamda elde edilenlere göre daha fazla vitrifikasyon göstermiştir. Köklenme 15 µM IBA içeren ½ BW ortamında 5 gün süre tutulup ardından vermikülit ilave edilmiş ve Gellan sakızı ile yarı katı hale getirilmiş ½ BW ortamında daha iyi olmuştur. Sonuç olarak Gellan sakızı ile katılaştırılmış ve vermikülit eklenmiş ortam ile sadece vermikülit eklenmiş ortamda köklenen bitkiler vermikülit eklenmemiş ortamda köklenenlere göre alıştırma aşamasını daha başarılı olarak tamamlamıştır.

Slovenya’da yetişen Avrupa kestanesi ‘Sobota’ çeşidinin doku kültürü ile çoğaltılma potansiyelinin araştırıldığı çalışmada başlangıç ortamı olarak WPM kullanılmıştır. Çoğaltma ortamında ise sitokinin kaynağı olarak BA ve zeatinin, ortam olarak ise ½ NO₃ MS ile BW ortamlarının etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak sitokinin kaynağı olarak BAP’ın kullanılması zeatine göre daha iyi sonuç vermiş, sürgün sayısını artırmış ve sürgün boyunu uzatmıştır. Ortam olarak ½NO₃ MS ortamı BW ortamına göre daha iyi bir sonuç vermiştir. ½NO₃ MS ortamındaki sürgünlerin % 84 ü, BW ortamındaki sürgünlerin ise % 71,25 i çoğaltım için uygun sürgün vermiştir (Osterc vd, 2005).

Mert ve Soylu (2009) 2007 ve 2008 yıllarında yürütmüş oldukları çalışmada, Avrupa kestanesi olan ‘Sarıaşılama’, ‘Osmanoğlu’ ve ‘Hacıömer’ çeşitlerinin sürgün kültürü ile çoğaltılabilirliklerini araştırmışlardır. İlk yıl başlangıç aşaması için 0,1 mg/L GA₃ + 0,1 mg/L IBA ve 0,5 ya da 1 mg/L BAP içeren ½NO₃ MS ve DKW ortamları kullanılmıştır. İkinci yıl ise BAP’nin sadece 1mg/L’lik dozu kullanılmıştır. Çoğaltma aşamasında ilk yıl 0,5, 1, 1.5 mg/L BAP içeren ½NO₃ MS ortamı, ikinci yıl

ise aynı ortamın 1 mg/L BAP içeren dozu kullanılmıştır. Köklendirme aşamasında ise 2017 yılında 1 mg/L IBA içeren $\frac{1}{2}$ NO₃ MS ortamı, 2018 yılında ise 2 mg/L IBA ve % 1 aktif kömür içeren $\frac{1}{2}$ NO₃ MS ortamı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda sürgün oluşumu bakımından her iki yılda da $\frac{1}{2}$ NO₃ MS ortamı DKW ortamına göre daha iyi bir sonuç vermiştir. Ayrıca DKW ortamında $\frac{1}{2}$ NO₃ MS ortamına göre daha yüksek oranda vitrifikasyon gözlenmiştir. Çalışmada sürgünlerde kallus oluşmuş, ancak köklenme gözlenememiştir.

Yang vd (2009) Amerikan kestanelerinin in vitroda çoğaltılmasında WPM ortamında oksin ve sitokininlerin farklı dozlarının sürgün oluşturma kapasitesine, kallus oluşumuna ve köklenmeye olan etkisini araştırmışlardır. Çalışmada sitokinin kaynağı olarak kinetin, zeatin, TDZ ve CPPU ‘nun 0.1, 0.5, 1.0 ve 2.0 mg/L’lik dozları, oksin kaynağı olarak da IBA, NAA, 2,4-D ve 2,4,5,-T ‘nin 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 mg/L’lik dozları denenmiştir. Sonuç olarak CPPU ve TDZ nin düşük dozları daha fazla sürgün oluşumunu teşvik etmiştir. Oksinler arasında 2,4-D ve 2,4,5,-T kallus oluşumunda en etkili hormonlar olmuş, köklenme 2,4-D, 2,4,5,-T ve NAA ilave edilmiş ortamlarda tespit edilmiştir.

11 Çin keşanesi (*C. mollissima*) çeşitinde (‘Anyi’, ‘Hongli’, ‘Huafeng’, ‘Huaguang’, ‘Jiaozha’, ‘Jiu Jiazhong’, ‘Shao Shiba’, ‘Shifeng’, ‘Tangqiao’ ve ‘Xingtian’) yürütölen araştırmada, farklı ortam (WPM, MS, Heller+Nitsch ve White), BA konsantrasyonu (0.2, 0.5, 1.0 ve 1.5 mg/L), NAA konsantrasyonu (0, 0.1, 0.2, 0.5 ve 1.0 mg/L) ve ekplant kaynağının (boğum, yaprak sapı, yaprak ve embriyo) kalluslenme, sürgün çoğaltma ve köklenme üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak kallus oluşumu sadece WPM ve MS ortamlarında ve ‘Tangqiao’, ‘Xingtian’, Shao Shiba’, ‘Huaguang’ ve ‘Hongli’ çeşitlerinde gözlenmiştir. En yüksek başkalaşım oranı ise % 75 ile embriyolardan elde edilmiştir. Ayrıca yaprak sapı ve yapraklar en az miktarda kallus oluşturmuşlardır. Araştırmacılar Çin keşanesi için en iyi kombinasyonun sitokinin kaynağı olarak 0.5 mg/L BA ve oksin kaynağı olarak 0.2 mg/L NAA ilavesi olduğunu belirtmişlerdir (Jian-Hua vd, 2009).

Yunanistan’da Avrupa keşanesinin doku kültürü ile çoğaltılmasına yönelik bir çalışmada farklı yaşlarda bulunan ağaçlardan sürgünler alınmıştır. Ağaçların en genci 47, en yaşlısının ise 500 yaşında olduğu belirtilmiştir. Yunanistan’ın 2 farklı bölgesinden, 8 farklı genotipten elde edilen sürgünlerden elde edilen eksplantlar 3

farklı şekilde modifiye edilmiş MS ortamı ve 3 farklı BA konsantrasyonunda kültüre alınmıştır. Çalışmada sürgün çoğaltma oranı, en uzun sürgün uzunluğu ve protokole tepki veren eksplant oranı incelenmiştir. Genotiplere göre değişmekle beraber çoğaltma aşamasında en iyi çoğaltma oranı MS + 0.2 mg/L BAP içeren ortamdan elde edilmiştir. P-2 genotipi mikro çoğaltmaya en iyi tepki veren genotip olarak belirlenmiş olup, bu genotipte %56 köklenme başarısı elde edilmiştir (Tchatchoua vd, 2014).

Ege bölgesinde meyve kalitesi yönüyle ön plana çıkmış N-3-4, N-23-1 ve N-7-3 nolu genotiplerin doku kültürü ile çoğaltılabilirliğinin belirlenmeye çalışıldığı bir araştırmada GD+ MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ve MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) yarı-katı ortamları karşılaştırılmıştır. Genotiplerin kültüre alınmasında iki farklı yol izlenmiştir. İlk olarak ocak ayında alınan gözler önce 6 hafta boyunca GD ortamında tutulmuş, daha sonra MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ortamına transfer edilmiş ve burada 6 hafta boyunca kalmıştır. Diğer uygulamada ise gözler Mart ayı içerisinde direk MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ortamına alınmış ve bu ortamda 6 hafta tutulmuştur. Sonuç olarak sürgün oluşumu MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ortamında % 41.48, GD+ MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ortamında ise % 25.51 olarak tespit edilmiştir. En yüksek başarı % 37.21'lik bir oranla N-3-4 genotipinin dip sürgünlerinden MS ($\frac{1}{2}$ NH₄NO₃ ve KNO₃) ortamından elde edilmiştir (Algül ve Dalkılıç, 2014).

Transgenik Amerikan kestanesi sürgünlerinin doku kültüründe köklenme ve uç kuruma oranını iyileştirmeye yönelik yapılan bir çalışmada, kültüre alınan kabın, hormonun, aktif kömür konsantrasyonunun ve vermikülit kullanımının etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda köklenme aşamasında en iyi köklenme ve en az sürgün ucu kuruması 2 g/L aktif kömür ve 500 mg hümkik asit içeren ortamdan elde edilmiştir. Katılaştırıcı kullanılmadan vermikülit kullanıldığı durumlarda ise ortama 2 g/L aktif kömür eklemenin tercih edilen yöntem olduğu belirtilmiştir (Oakes vd, 2016).

Kestanenin mikroçoğaltımında kullanılan bir diğer yöntem ise somatik embriyogenesistir. Bu konuda birçok çalışma bulunmasına rağmen genetik yapıya bağlı olarak değişken sonuçlar elde edilmiştir (Viéitez vd, 1990; Merkle vd, 1991; Carraway ve Merkle 1997; Xing vd, 1999; San José vd, 2001; Şan vd, 2007; Corredoira vd, 2008).

2.3. Kestane Anaçları

Kestane anaçları tohumla ya da vejetatif yöntemlerle klonal olarak çoğaltılabilirler. Tohumla çoğaltmada, özellikle 10 g'dan büyük tohumların kullanılması kg'daki tohum sayısının azalmasına ve anaç maliyetinin artmasına neden olmaktadır. Ancak, küçük tohumlardan oluşan çöğürler, büyük tohumlardan oluşana göre daha zayıf gelişim gösterirler (Okada, 1969). Dolayısıyla, anaç maliyetinin önemli olmadığı durumda çöğür eldesinde büyük tohumların kullanılması (yaklaşık 20 g) tavsiye edilir (Okada, 1969).

2.3.1. Çöğür anaçlar

Çöğür eldesinde üretim materyali tohumdur. Tohumlarda yüksek çimlenme oranı elde etmek için, kullanılacak tohumların iyi olgunlaşmış, orta boyutlu, poliembriyoni göstermeyen, sağlıklı ve küften arı olması gerekmektedir. Ayrıca tohumlar olgunlaşıp yere düştükten sonra hemen toplanmalı ve yerde uzun süre bekletilmemelidir. Hasat edilen tohumlarda bulunan engelleyici hormonların uzaklaştırılarak, homojen bir çimlenme sağlanabilmesi için soğuk ve nemli ortamda katlanması gerekmektedir. Kestane için optimum katlama süresi yaklaşık 90 gündür. Çimlenme sırasında, tohumlar ortamda bulunan yüksek miktardaki su ve oksijeni bünyesine alır ve kotiledonlarda biriktirilmiş olan karbonhidratları büyüme ucuna transfer eder. Katlama sonrasında tohumlar çöğür yastıklarına ya da saksılara yatay olarak dikilirler. Ortam olarak iyi drene olan yumuşak yapıda bir karışım kullanılır. İyi bakım koşullarında çöğürler 8-12 mm kalınlığa ve 100-150 cm uzunluğa ulaşırlar. Bu çöğürler Ağustos sonu ya da Eylül başında ya da takip eden ilkbaharda aşılabilirler.

2.3.2. Klonal anaçlar

Kestane fidanlarının iyi bir gelişime sahip, genetik olarak uniform, kök çürüklüğü ve kestane kanseri hastalıklarına dayanıklı ve yoğun tarıma uygun olması istenmektedir (Beccaro vd, 2018). Bunun için kendi kökleri üzerinde yetişen bitkilere ihtiyaç vardır. Bu konuda ilk çalışmalar 20. Yüzyılın ortasında İspanya'da *Phytophthora* 'ya dayanıklı hibritlerin üretilmesi için yapılmıştır (Bounous, 2014). Kendi kökleri

üzerinde yetiştirilen bitkiler daldırma, yeşil ya da odun çelikleri ve doku kültürü ile çoğaltılabilirler (Beccaro vd, 2018).

2.3.3. Kestanede anaç ıslahı ve seleksiyonu

Kestane anaç ıslahında çimlenme ve çıkış oranı, çöğür çapı ve boyu, köklenme kapasitesi ile *Phytophthora* spp. ve kuraklığa dayanım gibi özellikler ön plana çıkmaktadır (Solignat ve Chapa, 1975; Ferrini vd, 1993; Ertan, 1999; Soylu vd, 1999; Soylu ve Serdar, 2000).

Kestanede en yaygın kullanılan anaçlar generatif yani çöğür anaçlarıdır. Ancak çöğür anaçları kullanıldığı zaman *Phytophthora* gibi hastalıklara olan dayanım genetik yapıdan dolayı değişim göstermektedir. Avrupa ve Amerika'daki kestane plantasyonlarının büyük bir kısmı kök çürüklüğü (*Phytophthora* spp.) ve kestane kanseri (*Cryphonectria parasitica*) hastalıkları sonucunda yok olmuş veya zararlanmıştır. Avrupa'da kestane yetiştiriciliğinin devamlılığının sağlanması için kök çürüklüğüne dayanıklı doğu kökenli türler olan *C. crenata* ve *C. mollissima* 1917-1940 yılları arasında Avrupa'ya ithal edilmiş ve bu genotiplerle kendi kökleri üzerinde yetişen bahçeler kurulmuştur. İlerleyen yıllarda bu genotiplerin, meyve kalitelerinin düşük, ilkbahar geç donları ve kuraklığa hassasiyetlerinin yüksek ve bazı bölgelerde iklim koşullarına adaptasyonlarının düşük olduğu tespit edilmiştir (Pereira-Lorenzo ve Fernández- López, 2001). Ancak Fransa'nın Bask özerk bölgesinde denenen Japon kestaneleri iyi adaptasyon göstermiş ve bu genotipler arasında üstün olanları seçilerek 'Ipharra' ve 'Marki' isimleriyle tescil edilmişlerdir (Pereira-Lorenzo vd, 2016). İlerleyen yıllarda genotiplerin bazıları anaç olarak da denenmiş ancak aşı uyumsuzluğu sorunuyla karşılaşmıştır.

Doğu kökenli türlerin meyve ve kereste kalitelerinin düşük bulunması nedeniyle Fransa, Portekiz ve İspanya'da Avrupa kestaneleri ile Japon kestaneleri arasında melezleme çalışmaları başlatılmıştır (Pereira-Lorenzo vd, 2016). Türler arası melezleme ile ilgili ilk çalışmalar meyve kalitesini iyileştirmeye yönelik olarak; Amerika'da 1884 yılında Van Fleet, İspanya'da 1926 yılında Gallastegui ve Fransa'da Couderc tarafından yapılmıştır. Japonya'da ise 1929 yılında melezleme çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmalarda *C. pumila* x *C. sativa*, *C. pumila* x *C. dentata*, *C. sativa*

x *C. dentata*, *C. pumila* x *C. crenata*, *C. crenata* x *C. sativa*, *C. sativa* x *C. crenata* ve *C. sativa* x *C. mollissima* melezlemeleri yapılarak hibritler elde edilmiştir.

1946 yılında, Fransa’da kök çürüklüğüne dayanıklılık için aday bazı hibritler *P. cinnamomi* ve *P. cambivora* ile bulaşık ormanlık alanlara dikilmiş ve daha sonraki yıllarda yaşama oranları belirlenmiştir (Schad vd, 1952). Bu çalışma sonucunda hibrit kestanelerin saf Avrupa kestanelerine (*C. sativa*) göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışma kontrolsüz koşullarda yürütüldüğü için farklı etmenlerin de kurumaya yol açabileceği düşünülmüş ve 1950 yılından itibaren kontrollü inokülasyonlar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda *C. crenata* x *C. sativa* doğal melezi olan ‘Bournette’, ‘Marigoule’, ‘Ferosacre’, ‘Marsol’, ‘Maraval’ ve ‘Précoce Migoule’ çeşitleri elde edilmiştir (Breisch, 1995; Breisch ve Hennion, 2004). ‘Bournette’ ve ‘Précoce Migoule’ meyve üretimi için, ‘Marsol’ ve ‘Maraval’ ise anaç olarak kullanılmaya başlanmıştır. ‘Marigoule’ çeşidi hızlı bir büyüme gösterdiği için ilk başta ormanlaştırma çalışmalarında kullanılmış, ilerleyen yıllarda ise anaç olarak tercih edilmiştir. Günümüzde bu çeşitler popüler hale gelmiş ve birçok ülkede hem anaç hem de çeşit olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmaların devamı olarak kontrollü melezlemelere devam edilmiştir. Bu çalışmalar iki ana amaç üzerine odaklanmıştır. İlk amaç kestane kanserine ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı, tohum zarı kolay soyulan, meyve kalitesi yüksek genotiplerin belirlenmesi; ikinci amaç ise kök çürüklüğüne ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı ve üzerine aşılana çeşitlerle iyi uyuşma gösteren anaçların belirlenmesidir. Kontrollü melezlemeler sonucunda 20.000 birey elde edilmiş ve bunlardan 6’sı çeşit, 30’u ise anaç olarak ümitvar bulunmuştur. Bu 6 çeşit içerisinde kök çürüklüğüne ve gal arısına dayanıklı, kestane kanserine ise tolerant olan ‘Bouche de Betizac’ çeşiti de bulunmaktadır. Çalışmaların paralelinde kök çürüklüğüne dayanıklı ‘Maridonne’ ve ‘Marlac’ anaçları da elde edilmiştir (Pereira-Lorenzo vd, 2016).

Benzer bir ıslah programı İspanya’da Avrupa ve Japon kestanesi melezleri arasında Gallastegui tarafından 1926 yılında başlatılmış ve Urquijo tarafından devam ettirilmiştir. ‘Plan de Mejora y Regeneración del Castaño’ isimli çalışma boyunca 263.000 genotip kök çürüklüğüne dayanım için test edilmiş, bunlardan 12.000 tanesinin dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda kök çürüklüğüne dayanıklı ve aşı uyuşması iyi olan 111-1, 7521 ve 1483 genotipleri seçilmiştir (Pereira-Lorenzo ve Fernández- López, 1997). Diğer ümitvar anaçlar ise; ‘CHR-151’ (‘HS’),

‘CHR-137’ (‘125’), ‘CHR-168’ (‘110’), ‘CHR-161’ (‘100’), ‘CHR-31’ (‘2’), ‘CHR-149’ (‘90025’), ‘CHR-147’ (‘431’), ‘CHR-167’ (‘19’) ve ‘776’ ‘dir. Bu anaçlardan bazıları daha önce Urquijo tarafından da önerilmiştir (Pereira-Lorenzo ve Ramos-Cabrer, 2004). Ayrıca ‘125’, ‘7521’ ve ‘90025’ nolu genotipler kuvvetli büyüme karakterine sahip oldukları için kereste üretimi amacıyla tavsiye edilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. İspanya’da önerilen bazı anaçların özellikleri (Pereira-Lorenzo vd, 2012)

Anaç İsmi	Kök çürüklüğüne dayanım	İlkbahar geç donlarına dayanım	Aşı Uyuşması	Aşılı çeşiti büyüme kuvveti	Orjin Ülke	Uyuşabilir hibritler
Ferosacre CA90	3*	0	2	5	Fransa	Precoce Migoule Bouche de Betizac Bournette Maridonne
Maraval CA74	2	2	1	2	Fransa	Precoce Migoule Bournette Maridonne
Marigoule CA15	3	2	1	4	Fransa	Precoce Migoule Maridonne
Marlhac CA118	2	1	2	3	Fransa	Precoce Migoule Bouche de Betizac Marigoule Maridonne
Marsol CA07	1	2	2	4	Fransa	Bouche de Betizac Marigoule Maridonne Bournette
CHR-162 (7521)	3	2	3	5	İspanya	-
CHR-151 (HS)	2	2	3	4	İspanya	-
CHR-168 (110)	2	2	3	5	İspanya	-
CHR-161 (100)	2	2	3	-	İspanya	-

*0 en kötü, 5 en iyi

Kök çürüklüğü (*Phytophthora cincamomi*) hastalığı Portekiz’de ilk olarak 1830’lu yıllarda gözlenmiştir. Hastalık o yıllarda binlerce Avrupa kestanesinin ölümüne neden olmuştur. Portekiz’ de ilk melezleme çalışması 1947 yılında Bernardino Barros Gomes tarafından yapılmıştır. Çalışmada, Avrupa kestanesinin dişi çiçekleri üzerine Japon kestanesi olan ‘Tamba’ çeşidine ait polenler ile İspanya’dan getirilen Çin kestanelerine ait çiçek tozları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bazı hibritler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Costa vd, 2011). Son

dönemdeki strateji ise Portekiz’de yetiştirilen çeşitler ile iyi bir uyuşma sağlayan ‘Ferosacre CA 90’ anacının kullanılmasıdır.

İtalya’da doğu kökenli kestane türlerine ait çöğürlerin kullanılması 1920-1930’lu yıllara dayanmaktadır. Ülkede 1970’li yılların başında Arboriculture Enstitüsünde (şu an DISAFA) Japon kestaneleriyle başlatılan ıslah çalışmasında kök çürüklüğüne ve kestane kanserine dayanıklı, meyve kalitesi yüksek çeşitler elde etmeye odaklanmıştır. Sonuç olarak bazı anaçlar geliştirilmiş ancak yaygınlaştırılamamıştır (Paglietta 1986; 1992; Sartor vd, 2015). Son yıllarda ise genellikle *C. sativa* ya da hibritleri anaç olarak kullanılmaktadır. İtalya’da popüler olan ‘Marrone’ çeşidi ‘Marsol’ ve ‘Marlhac’ anaçları ile iyi bir aşı uyuşması sağlamış ve bu anaçlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Beccaro vd, 2017). Ayrıca bodur kestane anaçlarının doku kültürü ile çoğaltılmasıyla ilgili çalışmalar da devam etmektedir.

Avusturalya’da önceleri tohum kaynağına dikkat edilmeden çöğür elde edilirken; aşı uyumsuzluğunun sebep olduğu ekonomik sorunlar nedeniyle daha sonra aşılacak çeşidin kendi çöğürleri anaç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ülkede 1990’lı yılların başında kök çürüklüğüne dayanıklı anaç elde etmek için çalışmalar yürütülmüş, çalışmaların sonucunda Avrupa x Japon melezi ‘Menzies’ çeşidinin daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Günümüzde Avusturalya’da kestane anacı olarak bu çeşidin çöğürleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Wilkinson, 2005; Casey ve Casey, 2009).

Asya’da Çin ve Japon kestaneleri kök çürüklüğü ve kestane kanseri hastalığına karşı daha dayanıklı olmalarına rağmen gal arısına karşı aynı dayanımı gösterememişlerdir. Gal arısı Çin, Kore ve Japonya’daki birçok aşı ve aşısız ağaçta büyük zarara neden olmuştur. Japonya’da ilk yıllarda anaç olarak ‘Shibaguri’ çeşidinden elde edilen çöğürler kullanılmıştır. Ancak gal arısının saldırıları sonucunda ‘Shibaguri’ çeşidine ait ağaçlar zarar görmüş ve elde edilen tohum sayısı oldukça düşmüştür. Son yıllarda aşılacak olan çeşidin tohumlarından elde edilen çöğürler anaç olarak kullanılmaya başlanmıştır (Pereira-Lorenzo vd, 2012).

Çin ve Amerika’da ise bodur kestane anacı elde etmeye yönelik ıslah çalışmaları yürütülmektedir (Pereira-Lorenzo vd, 2012). Amerika’da kök çürüklüğüne karşı Japon

kestanelerinin kullanılabileceği ancak çeşitlerin ticari olarak çoğaltılmasındaki en büyük problemin aşısı uyumsuzluğu olduğu belirtilmiştir (Grauke ve Thompson, 2003).

Brezilya’da Portekiz ve İspanya’da getirilen çeşitlerle yetiştiricilik yapılmakla beraber son yıllarda bu çeşitlerin tesadüf çöğürlerinden elde edilen yeni genotiplerle de yetiştiricilik yapılmaya başlanmıştır (Pio vd, 2017). Bu genotiplerden olan KM1 ve KM2 genotipleri ayrıca anaç olarak ta kullanılmaya başlanmıştır (Bueno ve Pio, 2014).

Romanya’da yapılan bir çalışmada ise ‘Casval’ isimli çöğür anacı tescil edilmiştir. Çalışmada ‘Casval’, tohumlarının çimlenme oranının % 78,5, aşısı yapılabilir çöğür oranının % 85’in üzerinde olduğu ve bu anacın Fransız ve Romen çeşitleri ile iyi bir aşısı uyumu gösterdiği belirlenmiştir (Botu vd, 2014).

Ülkemizde kestane anaç seleksiyonu ile ilgili çalışmalar Marmara bölgesinde Soylu vd (1999) tarafından 1992 yılında başlatılmıştır. Araştırmacılar 56 kestane genotip/çeşidinin generatif anaç potansiyelini araştırmışlar, bu amaçla genotip/çeşitlerin çıkış oranı, çöğür gelişimi ve kuraklığa dayanımlarını incelemişlerdir. Çalışmada ortalama çıkış oranı % 17.6-86.6, anaç çapı 3.6-6.8 mm ve anaç boyu ise 12.7-32.1 cm arasında değişmiştir. Çalışma sonucunda 52112, 52114, 51101, 51104, 51205, 76 ve 60 nolu genotipler generatif anaç adayları olarak tavsiye edilmişlerdir.

Ege bölgesinden seleksiyon yoluyla belirlenmiş kestane genotiplerinin anaçlık özelliklerini belirlemeye yönelik yürütülen bir çalışmada, 7 ilden seçilen 21 genotip incelenmiştir. Çalışmada tohumlarda çimlenme oranı, çöğür boyu, çapı, gövde ve kök yaş ağırlığı, kazık kök uzunluğu, en uzun saçak kök uzunluğu, kök çapı, yan köklerdeki dallanma sayısı ve gövde ve kök kuru ağırlığı incelenmiştir. Ayrıca çöğürlerin aşısı gelme, aşısı tutma ve aşısı kaynaşma durumu da belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 3501, 3203 ve 4501 numaralı genotipler anaçlık özellikleri açısından üstün bulunmuşlardır (Ertan, 1999).

Karadeniz bölgesinde ise Soylu ve Serdar (2000) 1997 ve 1998 yılları arasında Samsun ve Sinop’ta belirledikleri 23 kestane genotipinin anaçlık potansiyellerini belirlemişlerdir. Çalışmada çimlenme ve çıkış oranı, çöğür boyu ve çapı, dip sürgün verme ve poliembriyoni oranı, düzgün gövdelilik ve aşılabilir çöğür oranı incelenmiştir. Ortalama çıkış oranı genotiplere göre değişmekle beraber % 51.6-97.3

arasında, çöğür çapı 4.87-7.83 mm ve çöğür boyu ise 31.3-70.7 cm arasında değişmiştir. Aşı yapılabilir çöğür oranı ise % 20.6-88.9 arasında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda 554-1, SE 18-2, SE 21-9, SE 23-9 ve SA 5-1 nolu genotipleri ön plana çıkmıştır. Bu genotiplerin kuraklığa toleransını belirlemek için, 1998 yılının Ağustos ayında sulamaya son verilmiş ve 27 gün boyunca bitkilerin vermiş olduğu tepkiler ve ölümler takip edilmiştir. Sonuç olarak SE 21-9-1 ve 554-1-11 isimli çöğürler kurak koşullara daha iyi tepki göstermişlerdir.

Ülkemizde son yıllara kadar kestane fidanı üretiminde anaç olarak Avrupa kestanesi çöğürleri kullanılmıştır. Ancak günümüzde ‘Marigoule’ çöğürlerinin hem kestane kanseri hastalığına hem de kök çürüklüğüne karşı Avrupa kestanelerine göre daha tolerant olduğu düşünüldüğü için popülerliği artmıştır.

Kestane anaç ıslahı konusunda yapılan çalışmaların amacı her ne kadar ülkelere göre farklılık göstermiş olsa da ortak amaç *Phytophthora* spp.’ye dayanıklı anaç elde etmek olmuştur. Çalışmalar sonucunda *Phytophthora* spp.’ya dayanıklı bazı anaçlar elde edilmiş, ancak bu anaçlar vejetatif çoğaltılmalarında yaşanan problemler ve aşı uyumsuzluğu nedeniyle yeterince yaygınlaştırılamamıştır. Kestane anaçları klonal olarak daldırmayla, çelikle ve doku kültürü ile çoğaltılabilir. Ancak bu yöntemler hala kitlesel çoğaltım için yeterli değildir ve bitkinin genetik yapısına göre oldukça büyük bir varyasyon göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2013-2018 yılları arasında Türkiye’de Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarları ile seralarında ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü genetik kaynaklar parseli ve laboratuvarlarında, 01.07.2016-01.01.2017 tarihleri arasında Amerika Birleşik Devletleri’nde Michigan State Üniversitesi laboratuvar ve seralarında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Araştırmada orjin bitkileri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde bulunan A14, A25, A41 ve A100 genotipleri ile Terme’nin Kocaman ilçesinden tohum ve kalemleri elde edilen Avrupa (*Castanea sativa*) x Japon (*Castanea crenata*) kestanesi melezi ‘Marigoule’ çeşidi kullanılmıştır.

3.1.1. A14, A25, A41 ve A100 genotipleri

2004 yılında Connecticut Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde ‘King Arthur’ (*C. mollissima*/*C. seguin*e melezi) ve ‘Lockwood’ (*C. crenata*/*C. sativa*/*C. dentata* melezi) çeşitlerinin kontrollü melezlenmesiyle elde edilmişlerdir. Melezlenme sonucu elde edilen tohumlar 2005 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından ithal edilmiş ve Ziraat Fakültesine ait seralarda saksılarda büyütülmüştür. 1 yıl saksıda büyütülen bitkiler, 2006 yılı şubat ayı içerisinde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait Bitki Genetik Kaynakları Ulusal Arazi Gen Bankasına dikilmişlerdir (Serdar ve Macit, 2010). Genotiplerin 2006-2014 yılları arasında bitki gelişimi, verimi ve bazı pomolojik özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda verim ve meyve özellikleri üstün bulunan A14, A25 ve A100 genotipleri çeşit adayları olarak; bodur gelişimleri nedeniyle A25 ve A41 genotipleri ise anaç adayları olarak ümitvar bulunmuşlardır (Şekil 3.1-3.5) (Pereira-Lorenzo vd, 2016).



Şekil 3.1. A14 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü



Şekil 3.2. A25 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü



Şekil 3.3. A41 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü



Şekil 3.4. A100 kestane genotipinin ağaç ve meyve görünümü



Şekil 3.5. A14, A25 A41 ve A100 kestane genotiplerinin meyvelerinin görünümü

3.1.2. Marigoule çeşidi

Fransa’da INRA Araştırma Enstitüsünde doğal melezleme ile (*C. sativa* var. Migoule (dişi) x *C. crenata* (erkek)) elde edilmiştir (Chapa ve Verlhac, 1978). Kestane kanserine toleransı yüksek bir çeşittir (Şekil 3.6) (Hennion, 2010). Meyve ağırlığı 15-20 g aralığındadır. Orta erkenci bir çeşittir. Bu nedenle yüksek fiyatla alıcı bulur. Taze tüketime uygun, verimli bir çeşittir. Ülkemizde bu çeşitten sertifikalı fidan üretimi yapılabilmesi amacıyla Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından yapılan çalışmalar sonucunda 2010 yılında çeşit olarak tescil edilmiştir (Serdar vd, 2011a; Anonim, 2019b).



Şekil 3.6. 'Marigoule' kestane çeşitinin ağaç ve meyve görünümü

3.2. Yöntem

3.2.1. Generatif anaç eldesi

2013, 2014 ve 2015 yıllarında genotiplerin generatif anaçlık özellikleri belirlenmiş ve aynı zamanda aşı çalışmaları için anaç elde edilmiştir. A14, A25, A41 ve A100 kestane genotiplerine ait tohumlar Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü genetik kaynaklar parselinde bulunan orjinal ağaçlardan; 'Marigoule' çeşidine ait tohumlar ise Samsun ili Terme ilçesi, Kocaman köyünde bulunan 1992 yılında aşılınmış olan ağaçlardan elde edilmiştir.

Üç yılda da hasat edilen kestaneler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait laboratuvara getirilmiş ve burada % 1'lik çamaşır suyu çözeltisi ile 2 dakika süreyle muamele edilmiştir. Çamaşır suyu ile muamele işleminden sonra tohumlar kurutma kâğıdı üzerine serilmiş ve 2 gün kurutulmuştur. Daha sonra tohumlar soğuklama ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için plastik kasalarda katlama işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 3.7). Katlama ortamı olarak nemli perlit kullanılmıştır. Bu işlemde perlit ayrı bir kapta, ele alındığında su akıtmayacak kıvamda nemlendirilmiştir. Katlanan tohumlardan oluşabilecek nem kaybını azaltmak için işlem sonunda kasaların üzeri naylon torba ile kapatılmıştır. Kasalara etiket takılarak

Ondokuz Mayıs Üniversitesi KİTAM’da bulunan 2-4 °C dereceye ayarlanmış soğuk hava deposuna konulmuştur. Katlama işlemi tohumlarda radisil çıkışının gözlenmesiyle (yaklaşık 2,5-3 ay sonra) sonlandırılmıştır. Katlamadan çıkan sağlam tohumların radisilleri, saçak kök oluşumunu teşvik etmek amacıyla çimlenen tohumlarda kazık kök uç kısmından 1 cm kesilmiştir (Şekil 3.8). Sağlam tohumlar, 5:1:1 oranında toprak, perlit ve torf karışımıyla hazırlanmış 5,5 L’lik saksılara dikilerek sera ünitesinde, açık bir alana yerleştirilmişlerdir. Bitkiler burada ertesi yılın mart ayına kadar bekletilmiştir. Yıllara göre kullanılan toprak karışımının özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Her üç yılda da kullanılan karışım geçirgen özellikte ve kumlu tınlı yapıda olmuştur. Karışımın pH sı 7.60’ın üzerinde olsada kireç oranı düşük olduğu için yetiştiricilikle ilgili büyük bir sorunla karşılaşılmamıştır. Ayrıca karışımların organik madde içerikleri de fazla olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.1. Yıllara göre kullanılan toprak karışımının özellikleri

	2013	2014	2015
Bünye	Kumlu Tın	Kumlu Tın	Kumlu Tın
pH 1:1	7.64	7.64	7.66
EC dS/m	0.35	0.35	0.32
%CaCO₃	2.57	2.57	2.77
%Organik Madde	3.1	3.1	4.03
Total N %	0.13	0.13	0.25
P ppm	31.66	31.66	22.15
K ppm	16.47	16.47	20.67
Na me/100g	1.72	1.72	1.63



Şekil 3.7. Kestane tohumlarının dormansi ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için plastik kasalarda katlama işlemine tabi tutulması



Şekil 3.8. Katlamadan çıkan sağlam tohumların radisillerinin, saçak kök oluşumunu teşvik etmek amacıyla 1 cm kesilmesi işlemi.

3.2.2. Generatif anaçlar üzerine aşılamlar

Aşılama çalışmalarında erken sürgün döneminde yongalı göz aşısı yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla aşısı kalemleri kış dinlenme döneminde Şubat ayı içerisinde alınmıştır. A14, A25, A41 ve A100 genotiplerine ait aşısı kalemleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde bulunan ana ağaçlardan ve 'Marigoule' çeşidine ait olanlar ise Samsun ili Terme ilçesi, Kocaman köyünde bulunan 'Marigoule' çeşidine ait ağaçlardan elde edilmiştir. Alınan aşısı kalemleri hemen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait laboratuvara getirilmiş ve burada 20-25 cm 'lik parçalara bölünerek %1'lik çamaşır suyu çözeltisi ile 2 dakika süreyle muamele edilmiştir. Bu işlemden sonra aşısı kalemleri tohumlarda olduğu gibi nemli perlit içerisinde plastik kasalara yerleştirilmiştir. Daha sonra kasalar Ondokuz Mayıs Üniversitesi KİTAM'da bulunan 2-4 °C dereceye ayarlanmış soğuk hava deposuna konulmuştur. Aşısı kalemleri aşısı gününe kadar soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir.

Açıktaki saksılarda yetiştirilen bir yaşlı anaçlar her iki deneme yılında da mart ayı içerisinde seraya taşınmıştır. Taşıma işleminden önce seranın zemini, ot çıkışını önlemek için siyah, agroteks örtü ile kaplanmıştır. Bitkilere eşit bir sulama yapabilmek için seraya ahtapot damla sulama sistemi döşenmiştir. Tıkanmalara karşı sisteme filtre

konulmuş ve her sulamadan sonra bitkiler tek tek gezilerek sorunlu damlama uçları değiştirilmiştir.

Aşılama işlemi 2014 yılında 10 Nisan ve 2015 yılında 16 Nisan'da yapılmıştır. Aşıya hazırlık amacıyla çöğürlerin toprak seviyesinden 15 cm'lik kısmında bulunan tomurcuklar elle kopararak uzaklaştırılmıştır. Aşılama işlemine geçmek için anaçlarda bir miktar uyanmanın gerçekleşmesi beklenmiştir. Anaçlardaki en uzun yaprak 3-5 cm'ye ulaştığı zaman aşılamanın yapılmasına karar verilmiştir (Şekil 3.9). Aşı işleminden sonra aşı gözleri açıkta kalacak şekilde plastik aşı bağlanmışlar ve gözlerdeki nem kaybını azaltmak için parafilm ile tek kat sarılmışlardır (Şekil 3.10). Aşı başarısı üzerine olumsuz etkisi olmaması için aşıdan sonraki dört gün sulama yapılmamıştır. Aşıdan sonraki 10 gün içerisinde aşı gözlerinde kabarmanın gözlenmesiyle beraber, aşı bölgesinin 15 cm üzerinden kesim yapılmıştır. Kesim yapılırken anaçta 1 ya da 2 sürgünün bırakılmasına özen gösterilmiş ancak bu sürgünlerin büyümesini yavaşlatmak için uçları kırılmıştır. Aşı sürgünleri 15 cm boya ulaştığında (aşıdan yaklaşık 1 ay sonra), aşı bölgesinin 1 cm üzerinden eğimli kesim yapılmış ve anaç üzerinde sadece aşı gözü bırakılmıştır. Kesim yapılan yüzeye aşı macunu sürülmüştür. Aşı sürgünü 20-25 cm uzunluğa ulaştığında aşı bağı bıçak yardımıyla aşı bölgesinin arkasından zemine dik kesim yapılarak çıkarılmıştır. Ayrıca bu dönemde fidanların dik büyümesi için yanlarına destek olarak bambu veya fındık dip sürgünü konulmuş ve fidanlar bu desteklere bağlanmıştır.



Şekil 3.9. Aşılama işleminden önce anaçların görünümü

Yaz aylarında havanın sıcak gitmesiyle beraber seraya % 50 ışık kesen gölgeleme materyali yerleştirilmiştir. Aralık ayı sonunda aşılı fidanlar 15 L'lik saksılardan 45 L'lik saksılara aktarılmıştır. Fidanlar seranın yanında hazırlanan açık alana tesadüfi olarak yerleştirilmiştir. Sera yanındaki alanda, ot çıkışını engellemek amacıyla zemine siyah agroteks örtü serilmiştir.



Şekil 3.10. Yongalı göz aşının yapılış aşamaları

2014 yılında Çizelge 3.2’te belirtilen kombinasyonlarla aşılama yapılmıştır. 2014 yılında yapılan aşılar da aşı başarısı yönünden sorun yaşanan bazı kombinasyonlarda 2015 yılında da aşı çalışmaları tekrar edilmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.2. 2014 yılında aşılanan kombinasyonlar

KOMBİNASYONLAR (Kalem/Anaç)				
A14/A14	A14/A25	A14/A41	A14/A100	A14/MAR
A25/A14	A25/A25	A25/A41	A25/A100	A25/MAR
A100/A14	A100/A25	A100/A41	A100/A100	A100/MAR
MAR/A14	MAR/A25	MAR/A41	MAR/A100	MAR/MAR
A41/A41				

Çizelge 3.3. 2015 yılında aşılanan kombinasyonlar

KOMBİNASYONLAR (Kalem/Anaç)				
A14/A14	A14/A25	A14/A41	A14/A100	A14/MAR
A25/A14		A25/A41	A25/A100	A25/MAR
A100/A14	A100/A25	A100/A41	A100/A100	A100/MAR
MAR/A14			MAR/A100	
A41/A41				

Her iki yılda da aşından 2-2,5 ay sonra bazı fidanların yaprak ayalarında, damarlar dışında sararma görülmüştür (Şekil 3.11). OMÜ Toprak ve Bitki besleme bölümü ile görüşülerek tüm aşıllı fidanlara Çizelge 3.4’te verilen oranlarda yaprak gübresi uygulanmıştır. Takip eden dönem içerisinde serada *Metcalfa pruinosa* zararlısı tespit edilmiş (Şekil 3.12) ve OMÜ Bitki Koruma bölümünün tavsiyesi ile ilaçlama yapılmıştır.



Şekil 3.11. Aşılı fidanlarda görülen demir eksikliğinin yapraklardaki belirtisi

Çizelge 3.4. Aşılı fidanlarda demir eksikliğine karşı uygulanan yaprak gübresinin içeriği

Gübre	Miktar (15 L için)
CuSO_4	100 g
FeSO_4	250 g
ZnSO_4	150 g
MnSO_4	150 g



Şekil 3.12. Aşılı fidanlarda *Metcalfa pruinosa* zararlısının, yapmış olduğu zararın görüntüsü

Bitki gelişimini arttırmak için hem 2015 hem de 2016 yıllarının Nisan ayı içerisinde 45 L'lik her saksıya Çizelge 3.5'te verilen gübre karışımından 250 ml

verilmiştir. Bu süre boyunca yabancı ot temizliği yapılmış, dip sürgünleri temizlenmiş, sulama vb bakım işleri yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Fidan gelişimini arttırmak amacıyla her yıl uygulanan gübrenin içeriği

Gübre	Miktar (100 L için)
Üre	11 kg
MAP	1,6 kg
KNO ₃	4,44 kg
MgNO ₃	5,53 kg
CuSO ₄	240 g
FeSO ₄	380 g
ZnSO ₄	453,3 g
MnSO ₄	313 g

3.2.3. Klon bitkiler üzerine aşılamlar

Tohumla çoğaltma generatif bir çoğaltma yöntemi olduğu için, bu yöntem ile çoğaltılan anaçlarda açılım gözlenebilmekte ve hem aşı başarısı hem de uyuşma bakımından farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Denememizde kontrol amacıyla 2015 yılında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ndeki orijinal bitkilerin dallarına Çizelge 3.6' da belirtilen kombinasyonlarla aşılar yapılmıştır.

Çizelge 3.6. Klonal bitkiler üzerine aşılama kombinasyonları

KOMBİNASYONLAR (Kalem/Anaç)				
A14/A14	A14/A25	A14/A41	A14/A100	A14/MAR
A25/A14	A25/A25	A25/A41	A25/A100	A25/MAR
A100/A14	A100/A25	A100/A41	A100/A100	A100/MAR
MAR/A14	MAR/A25	MAR/A41	MAR/A100	MAR/MAR
A41/A41				

Bu amaçla 6 Mayıs 2015 tarihinde yongalı göz aşısı yöntemiyle 2015 yılı şubat ayında alınan kalemler ile aşılama yapılmıştır. Aşı gözünden oluşabilecek nem kaybını azaltmak için aşı bölgesi parafilm ile bir kat sarılmıştır. Aşıdan bir hafta sonra, aşı bölgesinin 1 cm üzerinden eğimli kesim yapılmış ve aşı bölgesinin üst kısmı aşı macunu sürülerek kapatılmıştır. İleride aşı kaynaşması ve ağacın büyümesi ile beraber

aşı bölgesinin tespit edilmesinde zorluk yaşanabileceği düşünülerek, aşı yapılan dalların dip kısmına bol bir şekilde plastik kelepçeler takılmıştır.

3.2.4. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı

3.2.4.1. Bitkisel materyal ve eksplant kaynakları

Çalışmada hibrit kestane genotiplerinin doku kültüründe çoğaltılabilirlikleri iki aşamalı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında hibrit kestane genotipleri için uygun eksplant kaynağının bulunması ve protokolün öğrenilmesi hedeflenmiştir. Bu aşama ABD’de Michigan State Üniversitesi’nde Dr. Dennis Fulbright’in laboratuvarında 01.07.2016-01.01.2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışmaya uzun yıllar kestane *in vitro* çoğaltımında çalışan ve bu alanda uzman olan Dr. Beatriz Cuenca’nın danışmanlık yapmıştır. Çalışmanın Amerika’da yürütülen kısmında sadece ülkemizde bulunan hibrit kestane genotipleri yasal nedenlerden dolayı götürülemediği için kullanılamamıştır. Bu nedenle, çalışmada ‘Colossal’, ‘Maraval’, ‘Marsol’ ve ‘Precoce Migoule’ çeşitleri ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından tescil edilmiş ve ülkemizde kestane kanserine toleransından dolayı sıklıkla tercih edilen; ayrıca çalışmamızda kontrol çeşidi olan “Marigoule” çeşidi kullanılmıştır. Kestane *in vitro* çoğaltımında eksplantlar (seri (cascade) aşılama, epikormik sürgünler, yaz ortası aşılı, genç fidanlar ve yaşlı ağaçlar) farklı kaynaklardan elde edilmiştir.

Seri (cascade) aşılama ile elde edilen sürgünler

Çalışmada seri aşılama sonucu daha önce elde edilerek kültüre alınmış olan 4 Avrupa x Japon kestanesi melezi; (*C. sativa* x *C. crenata*) ‘Marigoule’, ‘Marsol’, ‘Maraval’, ve ‘Precoce Migoule’ çeşitlerine ait eksplantlar kullanılmıştır.

Epikormik sürgünlerden elde edilen sürgünler

2016 yılı Temmuz ayı başında 20-25 yaşındaki ‘Marigoule’ çeşidine ait ağaçlardan doku kültürü için uygun olan epikormik sürgünler toplanmış ve hızlıca laboratuvara getirilerek yüzey sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur.

Yaz ortası aşılardan elde edilen sürgünler

2016 yılı Temmuz ayı başında Michigan State Üniversitesi uygulama alanında bulunan 12-15 yaşlı ‘Marigoule’ çeşidine ait kestane ağaçlarına kabul altı aşı yöntemiyle ‘Marigoule’ ve ‘Collasol’ çeşitleri aşılanmıştır. 3 hafta sonra elde edilen sürgünlerden doku kültürü için uygun olanlar hızlıca laboratuvara getirilmiş ve yüzey sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur.

Genç fidanlardan elde edilen sürgünler

2016 yılı Temmuz ayı başında 1 yaşlı ‘Marigoule’, ‘Precoce Migoule’ ve ‘Colossal’ çeşitlerine ait fidanlardan doku kültürü için uygun yıllık sürgünler alınmıştır. Alınan sürgünler hızla laboratuvara getirilmiş ve yüzey sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur.

Yaşlı ağaçlardan elde edilen sürgünler

2016 yılı Temmuz ayı başında Michigan State Üniversitesi uygulama alanında bulunan ‘Marigoule’, ‘Maraval’ ve ‘Colossal’ çeşitlerine ait 20-25 yaşlı ağaçlardan doku kültürü için uygun yıllık sürgünler toplanmıştır. Toplanan sürgünler hızla laboratuvara getirilmiş ve yüzey sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur.

‘Colossal’: Avrupa x Japon (*C. crenata* x *C. sativa*) kestanesi melezi olan çeşidin meyveleri kirpideki konumuna göre yuvarlak ya da üçgenimsidir. Kilogramdaki meyve sayısı 40 ile 60 arasında değişiklik göstermektedir. Michigan koşullarında hasat tarihi Ekim ayının ilk haftasıdır. Hasattan hemen sonra tüketildiğinde tatsız olan çeşit bekletilerek kebablık olarak tüketilebilir. Yaygınlaşmasında karşılaşılan en büyük engel çeşidin kestane kanseri hastalığına karşı hassasiyetidir (Anonim, 2019d).

‘Maraval’: Avrupa x Japon kestananesi melezi olan bu çeşidin orijini Fransa’dır. Orta geçci olan çeşidin meyveleri iridir. Büyüme karakteri olarak Avrupa kestaneleri gibi dik büyüme eğilimindedir. Kestane kanseri ve kök çürüklüğü hastalıklarına karşı, Avrupa kestanelerine göre daha dayanıklıdır (INRA, 1998).

‘Marsol’: Fransa orjinli Avrupa x Japon kestanesi melezi olan çeşidin meyveleri iri ile çok iri arasında değişmektedir. Büyüme karakteri olarak dik büyüme karakterine sahiptir. Erken uyanan bir çeşit olduğu için ilkbahar geç don riski olan yerler için

önerilmez. En önemli özelliği kök çürüklüğü hastalığına karşı dayanıklı olmasıdır (INRA, 1998).

‘Precoce Migoule’: Fransa orjinli Avrupa x Japon melezidir. Dik ve kuvvetli büyüyen ağaçlar meydana getirmektedir. Erkencidir. Hasat zamanı Colossal’dan 2 hafta daha erkendir. Daha çok tozlayıcı olarak tercih edilen bir çeşittir (Anonim, 2019d).

Doku kültürü ile çoğaltımın ikinci aşaması Türkiye’de yürütülmüş olup Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait genetik kaynaklar parselinde bulunan A14, A25, A41 ve A100 kestane genotipleri ile ‘Marigoule’ çeşidine ait 1 yaşlı epikormik sürgünler eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu çeşit ve genotipler ile ilgili bilgiler daha önce yukarıda verildiği için tekrar bahsedilmemiştir.

Epikormik sürgünlerden elde edilen sürgünler

2018 yılı Temmuz ayı başında 13 yaşındaki A14, A25, A41 ve A100 genotipleri ile ‘Marigoule’ çeşidine ait ağaçlardan doku kültürü için uygun olan epikormik sürgünler toplanmış ve hızlıca laboratuvara getirilerek yüzey sterilizasyon aşamalarına tabi tutulmuştur.

Hem Türkiye’de hem de Amerika’da aynı doku kültürü işlem aşamaları takip edilmiştir.

3.2.4.2. Eksplantların yüzey sterilizasyonu

Eksplant kaynağı olarak kullanılan sürgünler üzerlerinde bulunan toz ve diğer yüzeysel mikroorganizmalardan arındırılmak amacıyla 30 dakika boyunca akan musluk suyu altında tutulmuşlardır. Daha sonra örnekler 500 ml’lik steril kavanozlara alınarak steril kabin içerisine getirilmiştir. Yüzey sterilizasyon işleminin bundan sonraki aşamaları steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Eksplantlar % 70’lik etanol ile 10 dakika boyunca çalkalanmıştır. Etil alkolden çıkartılan örnekler steril saf su ile birkaç kez durulanmıştır. Durulama sonrasında içerisinde birkaç damla Tween-20 damlatılan % 0.8’ lik ticari hipoklorit çözeltisinde 10 dk. hafifçe çalkalanarak sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Çamaşır suyunu uzaklaştırmak için örnekler steril saf su ile durulanmıştır. Bu işlem 3 defa çamaşır suyu ve steril saf su olacak şekilde tekrar edilmiştir. Yüzey sterilizasyon işlemi tamamlanan eksplantlar steril kavanozlara aktararak steril saf su içerisinde bekletilmiştir.

3.2.4.3. In vitro çoğaltımda kullanılan kültür ortamları ve hazırlanması

Çalışmada başlangıç ve çoğaltma ortamı olarak 0.1 mg/L BAP içeren modifiye edilmiş GD (Gresshoff ve Doy, 1972) ortamı kullanılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen modifiye GD ortamı ilk olarak stok çözelti halinde hazırlanmıştır. Stok olarak hazırlanan ortamın içeriği Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Modifiye edilmiş stok GD ortamının içeriği

GD (Gresshoff & Doy) stok çözeltisi	
Makro Besin Elementleri	g/L
Potasyum Nitrat (KNO_3)	100
Kalsiyum Klorür Dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	15
Magnezyum Sülfat Heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	25
Amonyum Sülfat (NH_4) $_2\text{SO}_4$	20
Sodyum Fosfat Dihidrat (Na_2HPO_4)	3
Potasyum Klorür (KCl)	30
Sodyum Fostat Monohidrat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	9
Mikro Besin Elementleri	mg/L
Magnezyum Fosfat Monohidrat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	1000
Çinko Sülfat Heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	300
Bakır Sülfat Pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	25
Kobalt Sülfat Heksahidrat ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)	25
Potasyum İyodür (KI)	75
Borik Asit (H_3BO_3)	300
Sodyum MolibdatDihidrat ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	25
Demir	g/L
Demir Sülfat Yedihidrat ($\text{Fe}_3\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	2,79
Na_2EDTA	3,73
Vitaminler	mg/500 ml
thiamin hidroklorür	50
nikotinik asit	5
pridoksin hidroklorür	5
glisin	20

GD besi ortamının hazırlanmasında makro stok solüsyonları ile demir bileşenleri ayrı ayrı hazırlanırken, mikroelementleri içeren stok solüsyon beraber hazırlanmıştır. 1 litre besi ortamı hazırlamak için stok solüsyonlardan alınan miktar Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. 1 litre GD besi ortamı hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları

Kimyasallar	Miktar
KNO ₃	10 ml
CaCl ₂ 2H ₂ O	10 ml
MgSO ₄ 7H ₂ O	10 ml
(NH ₄) ₂ SO ₄	10 ml
Na ₂ HPO ₄	10 ml
KCl	10 ml
NaH ₂ PO ₄ H ₂ O	10 ml
Mikro Besin Elementi	10 ml
Demir	10 ml
Vitamin	10 ml
m-inositol	100 mg
Sakkaroz (% 3)	30 g
Agar Difco (% 0.7)	7 g
BAP (0.1 mg/L)	1 ml
pH	5.5-5.7

Çalışmada sürgün aşamasında 0.1 mg/L BAP içeren ½ NO₃ MS (Murashige ve Skoog, 1962) ortamı kullanılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen ½ NO₃ MS ortamı ilk olarak stok çözelti halinde hazırlanmıştır. Stok olarak hazırlanan ortamın içeriği Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Modifiye edilmiş stok ½ NO₃ MS ortamının içeriği

½ NO₃ MS (Murashige ve Skoog) stok çözeltisi	
Makro Besin Elementleri	g/L
Potasyum Nitrat (KNO ₃)	190
Kalsiyum Klorür Dihidrat (CaCl ₂ 2H ₂ O)	44
Magnezyum Sülfat Heptahidrat (MgSO ₄ 7H ₂ O)	37
Potasyum Dihidrojen Fosfat (KH ₂ PO ₄)	17
Amonyum Nitrat (NH ₄ NO ₃)	165
Mikro Besin Elementleri	mg/L
Magnezyum Fosfat Monohidrat (MnSO ₄ H ₂ O)	16900
Çinko Sülfat Heptahidrat (ZnSO ₄ 7H ₂ O)	8600
Bakır Sülfat Pentahidrat (CuSO ₄ 5H ₂ O)	25
Kobalt Sülfat Heksahidrat (CoCl ₂ 6H ₂ O)	25
Potasyum İyodür (KI)	830
Borik Asit (H ₃ BO ₃)	6200
Sodyum MolibdatDihidrat (Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O)	250

Çizelge 3.9. (devam)

Demir	g/L
Demir Sülfat Yedihidrat ($\text{Fe}_3\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	2,79
Na_2EDTA	3,73
Vitaminler	mg/500 ml
thiamin hidroklorür	5
nikotinik asit	25
pridoksin hidroklorür	25
glisin	100
askorbik asit	100

$\frac{1}{2}$ NO_3 MS besi ortamının hazırlanmasında makro stok solüsyonları ile demir bileşenleri ayrı ayrı, mikroelementleri içeren stok solüsyon ise beraber hazırlanmıştır. 1 litre besi ortamı hazırlamak için stok solüsyonlardan alınan miktar Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. 1 litre $\frac{1}{2}$ NO_3 MS besi ortamı hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları

Kimyasallar	Miktar
KNO_3	5 ml
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	10 ml
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10 ml
KH_2PO_4	10 ml
NH_4NO_3	5 ml
Mikro Besin Elementi	1 ml
Demir	10 ml
Vitamin	10 ml
m-inositol	100 mg
Sakkaroz (% 3)	30 g
Agar Difco (% 0.7)	7 g
BAP (0.1 mg/L)	1 ml
pH	5.5-5.7

Köklendirme aşamasında ise $\frac{1}{3}$ GD (Gresshoff ve Doy, 1972) ortamı kullanılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen $\frac{1}{3}$ GD ortamı ilk olarak stok çözelti halinde hazırlanmıştır. Stok olarak hazırlanan ortamın içeriği Çizelge 3.7'de verilmiştir.

$\frac{1}{3}$ GD besi ortamının hazırlanmasında makro stok solüsyonları ile demir bileşenleri ayrı ayrı, mikroelementleri içeren stok solüsyon ise beraber hazırlanmıştır. Köklendirme hormonu olarak kullanılan IBA ise sürgünlere 2 dk boyunca dışsal olarak

uygulanmıştır. 1 litre besi ortamı hazırlamak için stok solüsyonlardan alınan miktar Çizelge 3.11’de verilmiştir.

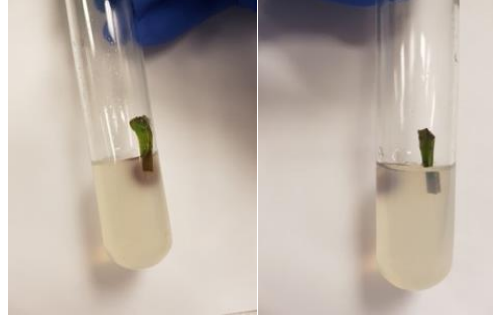
Çizelge 3.11. 1/3 GD besi ortamının hazırlanmasında kullanılan stok solüsyon miktarları (ml/L)

Kimyasallar	Miktar
KNO ₃	3.3 ml
CaCl ₂ 2H ₂ O	3.3 ml
MgSO ₄ 7H ₂ O	3.3 ml
(NH ₄) ₂ SO ₄	3.3 ml
Na ₂ HPO ₄	3.3 ml
KCl	3.3 ml
NaH ₂ PO ₄ H ₂ O	3.3 ml
Mikro Besin Elementi	10 ml
Demir	10 ml
Vitamin	10 ml
m-inositol	100 mg
Sakkaroz (% 1)	10 g
Agar Difco (% 0.7)	0 g
IBA 1mg/ml	
pH	5.5-5.7

3.2.4.4. Eksplantların hazırlanması ve in vitro’da kültüre alınması

Eksplantların ortama aktarılmasından önce steril kabin etanol ile silinerek temizlenmiştir. 10’arlı paketler şeklinde çift kat alüminyum folyo ile sarılmış olan filtre kağıtları açılmış, her açılan kattan sonra etanol püskürtülmüştür. Açılan filtre kağıtları el değmeden steril kabinin orta kısmına konulmuş ve pens yardımıyla bir adet kâğıt alınmış ve çalışma alanına yerleştirilmiştir. Yüzey sterilizasyonu işleminden geçirilmiş olan sürgünlerden 3-4 tanesi alınmış ve filtre kâğıdı üzerine konulmuştur. Sürgünler, üzerinde 1 tomurcuk barındıracak ve 2,5 cm’den uzun olmayacak şekilde kesilmiştir. Sürgünün üst kısmında kesim yapılırken tomurcuğun ters istikametinde çapraz kesim yapılmıştır. Kesilen sürgünler 25 x 150 mm boyutunda ve 15 ml başlangıç ortamı içeren tüplere dip kısmından 1 cm’si ortamda kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Bulaşmanın önüne geçmek amacıyla tüp ile kapağın birleşim yerine 1,5 cm uzunluğunda tek kat parafilm sarılmıştır. Tüpler 21 °C’de 18/6 fotoperiyot ve 150 microMol/M-2S kontrollü koşullara sahip iklim odasında kültüre alınmıştır. Özellikle kesimden sonra kestanede tanen akıntısının fazla olması nedeniyle ilk

transferden 24 saat sonra sürgünler aynı tüp içerisinde farklı bir yere taşınmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kültüre alındıktan 24 saat sonra oluşan tanen salgısı.

3.2.4.5. Eksplantların çoğaltma aşamasına alınması

Hazırlık aşamasından 4 hafta yada tomurcuktan büyüyen sürgün 4 cm'ye ulaştıktan sonra, yeni oluşan sürgün 1 yada 2 göz içerecek ve 2,5 cm den uzun olmayacak şekilde kesilmiştir. Sürgünler elde edilen yeni eksplant sayısına göre 80 ml GD çoğaltma ortamı içeren kavanozlara ya da 15 ml ortam içeren tüplere aktarılmış ve tekrar büyüme odasına konmuştur. Bu ortamda eksplantlar 4-5 hafta kalmıştır.

3.2.4.6. Eksplantların sürgün aşamasına alınması

Çoğaltma aşaması sonucunda elde edilen en uzun sürgün, üzerinde 1 yada 2 göz kalacak şekilde kesilmiştir. Buradan elde edilen sürgünler tekrar çoğaltma protokollerine göre çoğaltma ortamına aktarılmıştır. Kallus içeren sürgün ise sürme ortamına ($\frac{1}{2}$ NO₃ MS) aktarılmıştır (Şekil 3.14). Sürgünlerin bu ortamda 4-6 hafta uzamasına izin verilmiştir.



Şekil 3.14. Sürgün ortamına aktarılmış bir eksplantın görüntüsü

3.2.4.7. Eksplantların köklendirme aşamasına alınması

Sürgün aşaması sonunda yapraklı ve 12,5 cm uzunluğa ulaşmış sürgünler köklendirme aşamasına alınmıştır. Sürgünlerin dip kısmına 2 dakika boyunca 1mg/ml dozunda IBA uygulanmıştır. IBA uygulaması sonrası sürgünler filtre kağıdına konulmuş ve bir süre (30 saniye) bekletilmiştir. Sürgünler tüplere yada P/F bioreaktörlere aktarılmıştır. Tüpler yada P/F bioreaktörler 21 °C deki 18/6 fotoperiyot ve 150 microMol/M⁻²S kontrollü koşullara sahip büyüme odasına yerleştirilmiş ve sürgünlerin köklenmesi beklenmiştir.

3.2.5. Çalışmada incelenen kriterler

3.2.5.1. Generatif anaç seleksiyonu ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler

Genotiplerin anaçlık değerlerinin belirlenmesi amacıyla 2012, 2013 ve 2014 yıllarında hasat edilen tohumlar sayılmış ve aynı yıllarda katlamaya alınmıştır. 2-2,5 ay sonra çimlenmenin başlamasıyla beraber tohumlar katlamadan çıkarılmış ve aşağıda belirtilen kriterler incelenmiştir.

- **Sağlam tohum oranı (%):** Katlama sonunda küflü olmayan sağlam tohum sayısının, katlamaya alınan tohum sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Sağlam tohum oranının belirlenmesinde tohumlar katlamadan çıkarılırken 3 tekerrürlü olarak çıkarılmıştır. Genotiplerden elde edilebilen tohum sayısının farklı olması nedeniyle tekerrürdeki tohum sayıları birbirinden farklılık göstermiştir. Tekerrürdeki tohum sayıları 2013 yılında A14, A100 ve 'Marigoule'de 140, A25 ve A41'de 85; 2014 yılında A14'de 120, A25'te 30, A41'de 70, A100'de 140 ve 'Marigoule'de 90; 2015 yılında ise A14, A100 ve 'Marigoule'de 140, A25'te 100 ve A41 de 20 adet olarak belirlenmiştir.

- **Çıkış oranı (%):** Çıkış yapan çöğür sayısının, katlamadan çıkan sağlam tohum sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Çıkış oranının belirlenmesinde sağlam tohumların dikildiği saksılar 3 tekerrürlü olarak yerleştirilmiştir. Genotiplerden elde edilebilen sağlam tohum sayısının farklı

olması nedeniyle tekerrürdeki tohum sayıları birbirinden farklılık göstermiştir. Tekerrürdeki tohum sayıları 2013 yılında A14, A100 ve ‘Marigoule’de 125, A25 ve A41’de 70; 2014 yılında A14’de 100, A25’te 30, A41’de 60, A100’de 125 ve ‘Marigoule’de 70; 2015 yılında ise A14, A100 ve ‘Marigoule’de 120, A25’te 90 ve A41 de 20 adet olarak belirlenmiştir.

- **Aşı yapılabilir tohum oranı (%):** Çıkış yapan çöğür sayısının, katlamaya alınan tohum sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Araştırmamızda elde edilen çöğürler, diğer anaçlık özelliklerinin (çöğür çapı, aşı yapılabilir çöğür oranı) belirlenebilmesi için sera içerisine, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yerleştirilmiştir. Genotiplerden elde edilebilen çöğür sayısının farklı olması nedeniyle tekerrürdeki bitki sayıları birbirinden farklılık göstermiştir. Tekerrürdeki bitki sayıları 2013 yılında A14, A100 ve ‘Marigoule’de 100, A25 ve A41’de 60; 2014 yılında A14’de 84, A25’te 30, A41’de 45, A100’de 100 ve ‘Marigoule’de 54; 2015 yılında ise A14, A100 ve ‘Marigoule’de 100, A25’te 75 ve A41 de 15 adet olarak belirlenmiştir.

- **Çöğür çapı (mm):** Çöğürlerde 3 yılda da vejetasyon dönemi sonunda toprak seviyesinin 5 cm üzerinden kumpas yardımıyla ölçülmüştür.
- **Çöğür çap üniformitesi (Çap CV) (%):** Soylu (1986)’nın belirttiği gibi çap ölçümlerinin standart sapma değerlerinin ortalamalara bölünerek yüzde şeklinde ifade edilmesiyle bulunmuştur.
- **Aşı yapılabilir çöğür oranı (%):** Çap değeri 6 mm ve üzerinde (Soylu ve Serdar, 2000) olan çöğür sayısının genotipteki toplam çöğür sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Sağlam tohum oranı, çıkış oranı, çöğür çapı ve aşı yapılabilir çöğür oranı verileri SPSS 17.0 paket programında istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Uygulamalarda yüzde olarak hesaplanan değerlere açi ($\arcsin\sqrt{x}$) transformasyonu uygulanmıştır (Tosun, 1991). Ortalamalar arasındaki farkların önem düzeyi “Duncan Multiple Range Testi” ile ortaya koyulmuştur.

Çeşit ve genotiplerin anaçlık potansiyelleri ile ilgili genel bir değerlendirme yapabilmek için Çizelge 3.12’de belirtilen tartılı derecelendirme puan cetveli kullanılarak kıyaslama yapılmıştır.

Çizelge 3.12. Çeşit ve genotiplerin anaçlık değerlerini belirlemede kullanılan tartılı derecelendirme puan cetveli (Ertan, 1999'dan modifiye edilmiştir)

Karakterler	Relatif Puanlar	Sınıf Değer Aralıkları
1. Katlaması sonrası sağlam tohum oranı (%)	20	≤ 50 %: 1, 51-60 %: 3, 61-70 %: 5, 71-80 %: 7, 81-90 %: 9, ≥ 91 %: 10
2. Çıkış oranı (%)	20	≤ 50 %: 1, 51-60 %: 3, 61-70 %: 5, 71-80 %: 7, 81-90 %: 9, ≥ 91 %: 10
3. Çöğür çapı (mm)	20	≤ 5 mm: 1, 5.1-5.5 mm: 3, 5.6-6.0 mm: 5, 6.1-6.5 mm: 7, 6.6-7.0 mm: 9, ≥ 7.1 mm: 10
4. Çapın varyasyon katsayısı	20	≥ 29: 1, 25-28: 3, 21-24: 5, 18-20: 7, 15-17: 9, ≤ 14: 10
5. Aşı yapılabilir çöğür oranı	20	≤ 60 %: 1, 61-68 %: 3, 69-76 %: 5, 77-84 %: 7, 85-92 %: 9, ≥ 93 %: 10
Toplam	100	

3.2.5.2. Aşı başarısı ve yaşama oranı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler

Generatif anaçlar üzerine yapılan aşı çalışmaları tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekererrürlü olarak düzenlenmiştir. Genotiplerden elde edilebilen aşı yapılabilir çöğür sayısına göre tekerrürdeki bitki sayıları değişmiştir. Kombinasyonlarda tekerrürde bulunan bitki sayıları anaçlar bakımından 2014 yılında A14, A100 ve 'Marigoule'de 20, A25 ve A41'de 12; 2015 yılında A14'de 18, A25'te 14, A41'de 10, A100'de 20 ve 'Marigoule'de 15 adet olarak belirlenmiştir.

Klon bitkilerden hem kalem hem tohum alındığı ve aşı yapılabilir dal sayısı az olduğu için her kombinasyon için 9 aşı yapılmıştır. Klon bitkilere yapılan aşılarla aşı sayısı az olduğu için aşı başarısı ve yaşama oranı ile ilgili istatistiksel değerlendirme yapılmamıştır.

- **Aşı başarısı (%):** Aşılamadan 30 gün sonra aşı gözünden sürgün oluşturmuş fidan ya da dal sayısının, başlangıçta aşılana çöğür ya da dal sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.
- **Yaşama oranı (%):** Her vejetasyon yılı sonunda yaşayan fidan ya da aşı sürgünü sayısının başlangıçta aşılana fidan ya da aşı sürgünü sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Uygulamalarda yüzde olarak hesaplanan değerlere açı ($\arcsin\sqrt{x}$) transformasyonu, tekerrürlerde 0'lı değerler olduğunda $\sqrt{x+1}$ transformasyonu uygulanmıştır (Tosun, 1991). Generatif anaçlardan elde edilen veriler SPSS 17.0 paket

programında istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkların önem düzeyi “Duncan Multiple Range Testi” ile ortaya koyulmuştur.

3.2.5.3. Fidan ve aşı sürgünü boyu ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler

- **Fidan boyu (cm):** Generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar da her gelişme periyodu sonunda toprak seviyesinden fidanın en uç kısmının metre yardımıyla ölçülen uzunluğudur.

Elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkların önem düzeyi “Duncan Multiple Range Testi” ile ortaya koyulmuştur.

- **Aşı sürgünü boyu (cm):** Klon bitkilerde aşı noktasından aşı sürgünün en uç kısmının metre yardımıyla ölçülen uzunluğudur.

Klon bitkilerde yapılan aşı sayısı az olduğu için aşı sürgünü boyu ile ilgili istatistiksel değerlendirme yapılmamış, aşı sürgünü boyu sadece metrik olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.4. Anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler

- **Anaç çapı (mm):** Her gelişme periyodu sonunda generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar da yaşayan fidanlar da toprak seviyesinin 5 cm üzerinden, klon bitkilere yapılan aşılar da aşı bölgesinin 5 cm altından kumpas yardımıyla ölçülmüştür.
- **Aşı bölgesi çapı (mm):** Her gelişme periyodu sonunda, yaşayan fidanlar da aşı bölgesinden kumpas yardımıyla ölçülmüştür.
- **Kalem çapı (mm):** Her gelişme periyodu sonunda, yaşayan fidanlar da aşı bölgesinin 5 cm üzerinden kumpas yardımıyla ölçülmüştür.

Elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkların önem düzeyi “Duncan Multiple Range Testi” ile ortaya koyulmuştur.

Klon bitkilerde yapılan aşı sayısı az olduğu için anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ile ilgili istatistiksel değerlendirme yapılmamış, anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı metrik olarak ifade edilmiştir.

3.2.5.5. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı ile ilgili incelenen parametreler ve istatistiksel analizler

ABD’de yürütülen çalışmada ekplant kaynaklarına göre yaşayan eksplant adeti aylara ve bulundukları aşamaya göre belirlenmiştir. Türkiye’de yürütülen çalışmada ise epikormik sürgünlerden elde edilen eksplantların adeti bulundukları ay ve aşamaya göre belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Generatif Anaç Seleksiyonu ile İlgili Değerlendirmeler

4.1.1. Çıkışla ilgili değerlendirmeler

Araştırmada katlama işlemi sonunda sağlam tohum oranı 2013 yılında % 89.0-100.0, 2014 yılında % 86.5-100.0, 2015 yılında ise % 90.0-100.0 arasında değişmiştir. Her üç yılda da en düşük sağlam tohum oranı ‘Marigoule’ çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek sağlam tohum oranı % 100 ile 2013 ve 2015 yılında A41 genotipinde, 2014 yılında ise A14 genotipinde elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Katlama sonrası genotiplere ait sağlam tohum oranları (%)

Genotip	Sağlam tohum oranı (%)		
	2013	2014	2015
A14	97.1 b*	100.0 a	96.9 c
A25	98.9 a	96.8 b	96.5 c
A41	100.0 a	93.8 c	100.0 a
A100	91.7 c	91.1 d	98.1 b
Marigoule	89.0 d	86.5 e	90.0 d
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Araştırmada generatif anaçlarda saksılara dikilen tohumlardan çıkış oranı 2013 yılında % 79.6-95.4, 2014 yılında % 80.1-96.8 ve 2015 yılında % 81.1-93.9 arasında değişmiştir. En düşük çıkış oranı 3 yılda da ‘Margioule’ çeşidinde 2013 yılında % 79.6, 2014’de % 80.1 ve 2015’de % 81.1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). ‘Marigoule’ çeşidinde görülen bu durumun çeşidin katlama sonrasında sağlam tohum oranının düşük olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim her üç yılda da katlama sonrasında en düşük sağlam tohum oranı ‘Marigoule’ çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek çıkış oranı 2013 ve 2014 yıllarında sırasıyla % 95.4 ve % 96.8 ile A25 genotipinde, 2015 yılında ise % 93.9 ile A14 genotipinde elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Genotiplerin saksılara dikilen tohumlarından elde edilen çıkış oranları

Genotip	Çıkış oranı (%)		
	2013	2014	2015
A14	93.1 b*	93.6 b	93.9 a
A25	95.4 a	96.8 a	81.8 d
A41	92.6 b	84.6 c	88.6 c
A100	88.0 c	82.9 d	92.3 b
Marigoule	79.6 d	80.1 e	81.1 e
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Çalışmamızda 2013-2015 yıllarında çıkış oranı çeşit ve genotiplere göre % 79.6-96.8 arasında değişmiştir. Soylu vd (1999) Marmara Bölgesi kestanelerinde kestanede anaç seleksiyonu ile ilgili yaptıkları çalışmalarda çıkış oranlarının genotiplere göre % 32.5-86.6 arasında değiştiğini ve en yüksek çıkış oranının % 100 olduğunu belirtmişlerdir. Aynı amaçla Karadeniz Bölgesinde yapılan çalışmada ise çıkış oranlarının genotiplere göre ise % 51.6-97.3 arasında değiştiği bildirilmiştir (Soylu ve Serdar, 2000).

4.1.2. Çöğür gelişimi ile ilgili değerlendirmeler

Çalışmada 2013 yılında çöğür çapları 6.21-7.76 mm, 2014 yılında 4.35-6.34 mm ve 2015 yılında 6.20-7.89 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Her 3 yılda da çöğür çapları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve en yüksek çap değeri ‘Marigoule’ çeşidine ait çöğürlerde ölçülmüştür. Zayıf gelişme karakterine sahip olduğu düşünülen A25 genotipinde tahmin edildiği gibi anaç çapı daha ince olmuştur. 2013 ve 2014 yıllarında en kalın çöğürler Marigoule’den sonra A14 genotipinden elde edilirken, 2015 yılında A41 genotipinden elde edilmiştir. 2014 yılında A41 genotipinden aş kalem eldesi amacıyla biraz daha kuvvetli budama yapıldığından az sayıda tohum hasat edilebilmiştir. Bu durum 2015 yılında dikilen tohumların iriliğini pozitif yönde etkilemiştir. Macit vd (2018) A41 genotipinin tohum ağırlığını 8.3 g olarak belirtmişlerdir. Oysa 2015 yılında dikilen tohumların ortalama ağırlığı 12.3 g olarak belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar tohum iriliği ile çöğür gelişimi arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Soylu, 1986; Cicek ve Tilki, 2007). Dolayısıyla, 2015 yılında A41 genotipine ait çöğür çapının daha kalın olmasının bu yıl dikilen tohumlarda tohum iriliğinin daha fazla olmasından ileri geldiği ifade edilebilir.

Çap CV değeri çöğür çapının uniformitesini belirtmektedir. Bu değer ne kadar düşük ise çöğür çapının o kadar uniform olduğu anlaşılır. Çöğür çapının CV değerleri yıllara göre değişkenlik göstermiş olup, 2013 yılında % 12.7-14.1, 2014 yılında % 12.1-21.8 ve 2015 yılında % 15.3-20.2 arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Çalışmamızda kullanılan anaçlar tohumla çoğaltıldığı yıllara göre varyasyon değişmiştir.

Çıkış yapan bitkilerde aşı yapılabilir çöğür oranı 2013 yılında % 92.8-94.6, 2014 yılında % 93.9-97.2 ve 2015 yılında % 91.6-95.7 arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Her üç yılda da aşı yapılabilir çöğür oranları arasında istatistiksel farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 4.3. 2013, 2014 ve 2015 yıllarında generatif anaçlarda ölçülen çap (mm), çöğür çapı üniformitesi (CV) ve aşı yapılabilir çöğür oranı (%) değerleri

Genotip	2013			2014			2015		
	Çöğür Çapı (mm)	Çap CV (%)	Aşı Yapılabilir Çöğür Oranı (%)	Çöğür Çapı (mm)	Çap CV (%)	Aşı Yapılabilir Çöğür Oranı (%)	Çöğür Çapı (mm)	Çap CV (%)	Aşı Yapılabilir Çöğür Oranı (%)
A14	6.89 b*	13.8	93.7	5.48 b	12.1	93.9	6.65 c	17.5	95.1
A25	6.21 d	12.7	92.8	4.35 d	15.7	96.6	6.45 c	20.2	95.7
A41	6.75 bc	12.7	93.2	4.81 cd	21.8	97.2	7.28 b	18.1	91.6
A100	6.46 cd	12.8	94.6	5.13 bc	14.8	93.9	6.20 c	15.3	95.1
Marigoule	7.76 a	14.1	94.1	6.34 a	20.4	96.5	7.89 a	16.2	92.9
P	≤0.01		ÖD	≤0.01		ÖD	≤0.01		ÖD

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

ÖD: Önemli değil

Araştırmamızda yıllara göre değişmekle birlikte çöğür çapı 4.35-7.89 mm, çap CV si % 12.1-21.8 ve aşı yapılabilir çöğür oranı % 91.6-97.2 arasında değişmiştir. Bilgener ve Serdar (1995), yapmış oldukları çalışmada genotipe, katlama ortamına, katlama durumuna ve yıllara göre değişmekle beraber çöğür çapını 3.13-7.21 mm arasında ölçmüşlerdir. Ertan (1999) ise yürüttüğü çalışmada çöğür çaplarının 6.56-10.74 mm, çöğür çapı üniformitesinin (CV) ise % 4.15-35.75 arasında değiştiğini tespit etmiş, aşı yapılabilir çöğür oranını ise % 0.0-24.28 olarak belirlemiştir. Soylu vd (1999) ise çalışmanın ilk yılında çöğür çaplarının 4.3-6.5 mm, ikinci yılında ise 3.6-6.8 mm arasında olduğunu, çöğür çapı üniformitesinin (CV) de % 18.60-36.65 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Soylu ve Serdar (2000), yürüttükleri çalışmada 2 yılın ortalamasını almış ve çöğür çapını 4.87-7.83 mm arasında ölçmüş ve çöğür çapı üniformitesini (CV) % 12.5-32.1 arasında hesaplamışlardır. Ayrıca aynı çalışmada aşı yapılabilir çöğür oranı da % 20.6-88.9 arasında değişmiştir. Ertan (1999)'ın belirttiği

üzere Jaynes kestanede büyüme kuvveti ve ağaç formunun poligenetik kalıtımla kontrol edildiğini belirtmiş ve bu durumun, çevresel etmenlerin büyüme üzerine önemli etkiler yapabileceği sonucuna varmıştır. Çalışmamızda aşı yapılabilir çöğür oranı belirlenirken 6 mm ve üzeri kalınlıktaki çöğürler sayılmış, Ertan (1999) ise 10 mm ve üzeri kalınlıktaki çöğürleri aşı yapılabilir olarak kabul etmiştir. Bu yüzden ilgili literatür ile aşı yapılabilir çöğür oranı değerleri arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmamızda görülen farklılıkların genotipin genetik yapısından, ekolojiden ve genotip x ekoloji interaksyonundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.3. Anaç seçimine yönelik genel değerlendirme

Çalışmada, generatif anaç yönünden en üstün olan çeşit veya genotiplerin belirlenebilmesi için elde edilen tüm veriler “Tartılı-Derecelendirme” yöntemi esas alınarak değerlendirilmiştir.

2013 yılında tartılı derecelendirme yöntemine göre en yüksek puanı 980 ile A14 ve A41 genotipleri almıştır. Bu iki genotipi A25 genotipi 940 puan ile takip etmiştir (Çizelge 4.4). 2014 yılında ise en yüksek tartılı derecelendirme puanı 860 ile A14 genotipinden elde edilmiştir. Bu genotipi 820 puan ile A100 genotipi takip etmiştir. 2015 yılında A14 genotipi ve ‘Marigoule’ çeşidi 960 ile en yüksek tartılı derecelendirme puanını almışlardır.

Ortalama tartılı derecelendirme puanları incelendiğinde A14 genotipi 933 ile en yüksek puanı almıştır. A14 genotipini ‘Marigoule’ çeşidi 893 puan ile takip etmiştir. A14 genotipi (Macit vd, 2018) ve ‘Marigoule’ (Serdar vd, 2011a) çeşidinin tohum iriliğinin diğer genotiplere göre daha fazla olması anaç çapının diğerlerine göre daha kalın olmasını sağladığı düşünülmektedir. Bir genotipin anaçlık değeri için anaç çapı ve aşı yapılabilir çöğür oranı oldukça önemlidir. Ülkemizde ‘Marigoule’ çöğürlerinin anaç olarak kullanılmasına yönelik ilgi her geçen gün artmaktadır. Serdar vd (2011a) yapmış oldukları çalışmada ‘Marigoule’ çeşidinin tohum iriliğini kilogramda 61 meyve olarak belirlemişlerdir. Bu değer yaklaşık olarak A14 ile aynı olmakla birlikte ‘Marigoule’ çeşidinin tohumlarının çürüme oranının yüksek ve aşı yapılabilir tohum oranının düşük olması çeşidin tartılı derecelendirme puanının A14 genotipinin gerisinde kalmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.4. Genotiplerin “Tartılı-Derecelendirme” puanları

YIL	Genotipler				
	A14	A25	A41	A100	Marigoule
2013	980	940	980	920	920
2014	860	800	700	820	800
2015	960	860	900	920	960
Ortalama	933	867	860	887	893

Araştırmamızda kontrol çeşidi olarak incelenen ‘Marigoule’ 06.04.2010 tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından tohum anacı olarak tescil ettirilmiştir (Anonim, 2019b). Çalışmada kullanılan hibrit kestane genotiplerinden A14 ‘Margioule’ çeşidinden daha iyi bir tartılı derecelendirme puanı almış, diğer genotipler ise ‘Marigoule’ çeşidine yakın puanlar almışlardır.

4.1.4. Aşı yapılabilir tohum oranı

Çalışmamızda aşı yapılabilir çöğür oranının yanı sıra aşı yapılabilir tohum oranı da materyal ve yöntemde belirtildiği gibi hesaplanmıştır. Aşı yapılabilir tohum oranı alınan tohumların kaçının aşı yapılabilir çöğüre dönüştüğünü belirtmektedir. 2013 ve 2014 yıllarında en yüksek aşı yapılabilir tohum oranı sırasıyla % 88.5 ve % 93.6 ile A25 genotipinden elde edilmiştir. En düşük aşı yapılabilir tohum oranı ise ‘Marigoule’ çeşidinden sırasıyla % 74.9 ve % 77.2 olarak tespit edilmiştir. 2015 yılında en yüksek aşı yapılabilir tohum oranı % 89.2 ile A14 genotipinde, en düşük oran ise % 71.4 ile A41 genotipinde elde edilmiştir. Çeşit ve genotipler dikkate alındığı zaman 3 yılın ortalamasına göre en yüksek ortalama % 88.0 ile A14 genotipinden, en düşük ortalama ise % 76.2 ile ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Genotiplerin aşı yapılabilir tohum oranları (%)

Genotip	2013	2014	2015	Ortalama
A14	87.3	87.9	89.2	88.0
A25	88.5	93.6	78.3	84.6
A41	86.3	82.2	71.4	83.0
A100	81.8	77.9	87.7	80.3
Marigoule	74.9	77.2	75.3	76.2
Ortalama	82.2	79.7	79.2	

Aşı yapılabilir tohum oranı bakımından hibrit kestane genotiplerimizin tamamı ‘Marigoule’ çeşidinden fazla puan alarak anaçlık potansiyellerini ortaya koymuşlar ve generatif anaç adayı olarak seçilmişlerdir.

4.2. Aşı Başarısı ve Yaşama Oranı ile İlgili Değerlendirmeler

4.2.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılamalarda aşı başarısı % 55.2-71.3; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 50.6-66.0; 2. yıl sonunda yaşama oranı % 40.1-60.0 ve 3. yıl sonunda yaşama oranı % 31.7-47.0 arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). 1. yıl sonu hariç, aşı başarısı, 2. ve 3. yıl sonu yaşama oranları arasında anaçlar arasında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. En yüksek aşı başarısı % 71.3 ile A14 ve A100 anacına aşılana kalemelerden elde edilirken, en düşük aşı başarısı ise % 55.2 ile A41 anacı üzerine aşılana kalemelerden elde edilmiştir. 3. yıl sonunda en iyi yaşama oranı % 47.0 ile A100 anacı üzerine aşılana kalemelerden elde edilmiş olup, en düşük yaşama oranı ise % 31.7 ile A41 anacı üzerine aşılana kalemelerden elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. 2014 yılında aşılana generatif anaçlarda aşı başarısı ve yaşama oranları

Generatif Anaçlar	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)		
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14	71.3 a*	66.0	45.0 c	40.3 b
A25	61.6 b	59.4	52.9 b	32.2 c
A41	55.2 c	50.6	40.1 d	31.7 d
A100	71.3 a	63.4	60.0 a	47.0 a
Marigoule	67.5 ab	62.4	48.9 bc	38.5 bc
P	≤0.05	ÖD	≤0.01	≤0.01

*Aynı sutunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

ÖD: Önemli değil

2015 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda aşı başarısı % 73.8-94.6; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 64.4-90.0 ve 2. yıl sonunda yaşama oranı % 46.8-83.3 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7). 2015 yılında aşılana anaçlarda anaç genotipi aşı başarısını, 1. ve 2. yıl sonu yaşama oranını istatistiksel olarak etkilemiştir. En yüksek aşı başarısı A100 (% 94.6) ve A14 (% 92.4) anaçları üzerine aşılana kalemelerden elde edilmiştir. En düşük aşı başarısı ise % 73.8 ile A41 anacı üzerine aşılana

kalemlerden elde edilmiştir. 2. yıl sonunda en yüksek yaşama oranı ise % 83.3 ile A100 genotipinden elde edilmiştir. En düşük yaşama oranı ise % 46.8 ile A41 genotipinde gözlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. 2015 yılında aşılanan generatif anaçlarda aşı başarısı ve yaşama oranları

Generatif Anaçlar	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)	
		1. Yıl	2. Yıl
A14	92.4 a*	85.9 ab	75.7 ab
A25	79.1 bc	66.8 c	53.6 c
A41	73.8 c	64.4 c	46.8 d
A100	94.6 a	90.0 a	83.3 a
Marigoule	85.1 ab	78.4 bc	66.8 b
P	≤0.05	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarla ise aşı başarısı % 82.9-98.0; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 80.0-87.0; 2. yıl sonunda % 44.9-80.7; 3. yıl sonunda % 16.3-79.0 ve 4. yıl sonunda yaşama oranı % 16.3-79.0 arasında değişmiştir. Her ne kadar en yüksek aşı başarısı % 98.0 ile ‘Marigoule’ anacından elde edilmiş olsa da 4. yıl sonunda en düşük yaşama oranı % 16.3 ile yine ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Yaşama oranındaki bu düşüş özellikle 2. yıl sonunda gözlenmiştir. Bu durum ‘Marigoule’ in kompleks hibrit genotipler için uygun bir anaç olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla uyuşma durumunun belirlenmesinde sadece aşı başarısının değerlendirilmesi yanıltıcı bir durum olabilir.

Çizelge 4.8. Klon bitkilere yapılan aşılarla aşı başarısı ve yaşama oranları

Klon bitkiler	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)			
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14	91.3	87.0	63.0	58.7	50.0
A25	82.9	80.0	77.1	77.1	71.4
A41	84.4	84.4	75.0	70.3	67.2
A100	96.5	86.0	80.7	79.0	79.0
Marigoule	98.0	85.7	44.9	16.3	16.3

4.2.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarla aşı kalemi yönünden aşı başarısı % 2.7- 86.3; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-75.7; 2. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-59.5 ve 3. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-48.6 arasında değişmiştir

(Çizelge 4.9). Aşı başarısı ve yaşama oranları bakımından kalem genotipleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. En yüksek aşı başarısı % 86.3 ile ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilirken, en düşük aşı başarısı ise % 2.7 ile A41 genotipinden elde edilmiştir. 3. yıl sonunda en yüksek yaşama oranı % 48.6 ve % 48.4 ile sırasıyla ‘Marigoule’ çeşidi ile A100 genotipinden elde edilmiş olup, en düşük yaşama oranı ise % 0.0 ile A41 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. 2014 yılında generatif anaçlar üzerine aşılanan kalem genotiplerinde aşı başarısı ve yaşama oranları

Genotipler	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)		
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14	59.4 c*	55.5 b	48.3 b	31.7 b
A25	56.1 c	52.2 b	39.7 c	29.4 b
A41	2.7 d	0.0 c	0.0 d	0.0 c
A100	70.3 b	68.2 a	59.5 a	48.4 a
Marigoule	86.3 a	75.7 a	58.2 a	48.6 a
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

2015 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda aşı başarısı % 44.4-95.5; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 44.4-87.6 ve 2. yıl sonunda yaşama oranı % 44.4-76.7 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Kalem genotiplerine göre, aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranları arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanırken, 2. yıl yaşama oranları arasında farklılık bulunmamıştır. En yüksek aşı başarısı % 95.5 ile ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilirken, en düşük aşı başarısı ise % 44.4 ile A41 genotipinden elde edilmiştir. 2. yıl sonunda genotipler arasında istatistiksel olarak farklılık olmasa da, oransal olarak en yüksek yaşama değeri % 76.7 ile ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. 2015 yılında generatif anaçlar üzerine aşılanan kalem genotiplerinde aşı başarısı ve yaşama oranları

Genotipler	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)	
		1. Yıl	2. Yıl
A14	90.4 ab*	86.0 a	70.0
A25	90.3 ab	81.9 a	64.9
A41	44.4 c	44.4 c	44.4
A100	81.7 b	70.5 b	64.7
Marigoule	95.5 a	87.6 a	76.7
P	≤0.01	≤0.01	ÖD

* Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

ÖD: Önemli değil

Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da ise aşı başarısı % 18.2-100.0 arasında değişmiştir. Yaşama oranları ise 1. yıl sonunda % 18.2-98.3; 2. yıl sonunda % 18.2-86.7, 3. yıl sonunda % 18.2-75.0 ve 4. yıl sonunda % 18.2-73.3 arasında değişmiştir. En yüksek aşı başarısı % 100 ile ‘Marigoule’ çeşidinden, en düşük aşı başarısı ise % 18.2 ile A41 genotipinden elde edilmiştir. 4. yıl sonu yaşama oranında da aşı başarısında olduğu gibi en yüksek oran A100 genotipinden, en düşük oran ise A41 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Klon bitkiler üzerine aşılanan kalem genotiplerinde aşı başarısı ve yaşama oranları

Genotipler	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)			
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14	93.8	91.7	68.8	62.5	60.4
A25	96.3	87.7	69.1	58.0	54.3
A41	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
A100	100.0	98.3	86.7	75.0	73.3
Marigoule	84.3	78.4	62.8	60.8	54.9

4.2.3. Kalem x anaç interaksionları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılar da aşı kombinasyonlarına göre aşı başarısı % 2.60-93.9; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-87.9; 2. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-70.0 ve 3. yıl sonunda yaşama oranı % 0.0-60.0 arasında değişmiştir (Çizelge 4.12). Aşı başarısı ve yaşama oranları bakımından kalem/anaç kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. En iyi aşı başarısı % 93.9 ile Marigoule/A41 ve % 91.7 ile Marigoule/A14 kombinasyonlarından elde edilirken, en düşük aşı başarısı ise % 2.60 ile A41/A41 aşı kombinasyonundan elde edilmiştir. 3. yıl sonunda en iyi yaşama oranı % 60.0 ile Marigoule/A100, % 59.2 ile A100/A100 ve % 57.2 ile Marigoule/Marigoule kombinasyonlarından elde edilmiş olup, en düşük yaşama oranı ise % 0.0 ile A41/A41 kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. 2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılamalarda aşı kombinasyonlarına göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)		
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14/A14	63.8 c-e*	63.8 b-e	49.0 b-e	44.8 a-c
A25/A14	56.5 de	52.1 d-f	25.8 g	21.4 f
A100/A14	73.3 b-d	73.3 a-c	63.3 ab	53.3 ab
Marigoule/A14	91.7 a	75.0 a-c	41.7 d-f	41.7 a-c
A14/A25	51.5 e	51.5 ef	51.5 b-e	24.3 d-f
A25/A25	53.0 e	53.0 d-f	38.2 ef	35.4 cd
A100/A25	64.5 c-e	61.7 b-e	61.7 a-c	37.8 b-d
Marigoule /A25	82.8 ab	71.2 a-c	60.1 a-d	31.3 c-f
A14/A41	51.0 e	45.5 f	42.7 d-f	23.0 ef
A25/A41	58.3 de	58.3 c-f	50.0 b-e	44.5 a-c
A41/A41	2.60 f	0.0 g	0.0 h	0.0 h
A100/A41	64.1 c-e	61.5 b-e	46.2 b-f	38.5 bc
Marigoule /A41	93.9 a	87.9 a	61.8 ab	52.8 ab
A14/A100	65.0 c-e	58.3 c-f	55.0 a-e	33.3 c-e
A25/A100	57.7 de	52.6 d-f	52.6 a-e	35.6 b-d
A100/A100	72.6 b-d	67.5 b-e	62.5 ab	59.2 a
Marigoule /A100	90.0 ab	75.0 a-c	70.0 a	60.0 a
A14/ Marigoule	63.3 c-e	61.7 b-e	43.3 c-f	33.3 c-e
A25/ Marigoule	55.0 e	45.0 f	31.7 fg	10.0 g
A100/ Marigoule	76.7 a-c	76.7 ab	63.3 ab	53.3 ab
Marigoule / Marigoule	78.4 a-c	69.6 a-d	57.2 a-d	57.2 a
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

2015 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda aşı başarısı % 44.4-98.3; 1. yıl sonunda yaşama oranı % 43.5-98.3 ve 2. yıl sonunda yaşama oranı % 27.8-91.7 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.13). Aşı başarısı ve yaşama oranları bakımından kalem/anaç kombinasyonları arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. 2. yıl sonunda en yüksek yaşama oranı % 91.7 ile A100/A100 kombinasyonundan, en düşük yaşama oranı ise % 27.8 ile A100/A41 kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. 2015 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılamalarda aşı kombinasyonlarına göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)	
		1. Yıl	2.Yıl
A14/A14	94.3 a*	90.7 a	77.9 ab
A25/A14	94.6 a	78.2 a	63.5 b-d
A100/A14	86.3 a	86.3 a	84.5 ab
MAR/A14	94.3 a	88.5 a	76.8 ab
A14/A25	97.4 a	82.8 a	65.9 a-d
A100/A25	60.8 b	50.9 b	41.2 e
A14/A41	81.5 a	77.8 a	48.1 de
A25/A41	91.7 a	91.7 a	66.7 a-d
A41/A41	44.4 c	44.4 b	44.4 e
A100/A41	77.8 a	43.5 b	27.8 f
A14/A100	98.3 a	98.3 a	88.3 ab
A25/A100	90.0 a	81.7 a	76.7 ab
A100/A100	93.3 a	93.3 a	91.7 a
Marigoule /A100	96.7 a	86.7 a	76.7 ab
A14/ Marigoule	80.4 a	80.4 a	69.6 a-c
A25/ Marigoule	84.8 a	76.3 a	52.5 c-e
A100/ Marigoule	90.0 a	78.3 a	78.3 ab
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise aşı başarısı % 18.2-100.0; yaşama oranları 1. yıl sonunda % 18.2-100.0; 2. yıl sonunda % 11.1-100.0; 3. ve 4. yıl sonunda ise % 0.0-100.0 arasında değişmiştir. En yüksek aşı başarısı % 100.0 ile A100/A14, A14/A25, A25/A25, A100/A25, A25/A41, A100/A41, Marigoule/A41, A100/A100, Marigoule/A100, A14/Marigoule, A100/Marigoule ve Marigoule/Marigoule kombinasyonlarından, en düşük aşı başarısı ise % 18.2 ile A41/A41 kombinasyonundan elde edilmiştir. 4. yıl sonunda en yüksek yaşama oranı ise % 100.0 ile A25/A25, A100/A25 ve A100/A100 kombinasyonlarından, en düşük yaşama oranı ise % 0.0 ile Marigoule/A14, Marigoule/A25, A14/Marigoule ve A25/Marigoule kombinasyonlarından elde edilmiştir (Çizelge 4.14).

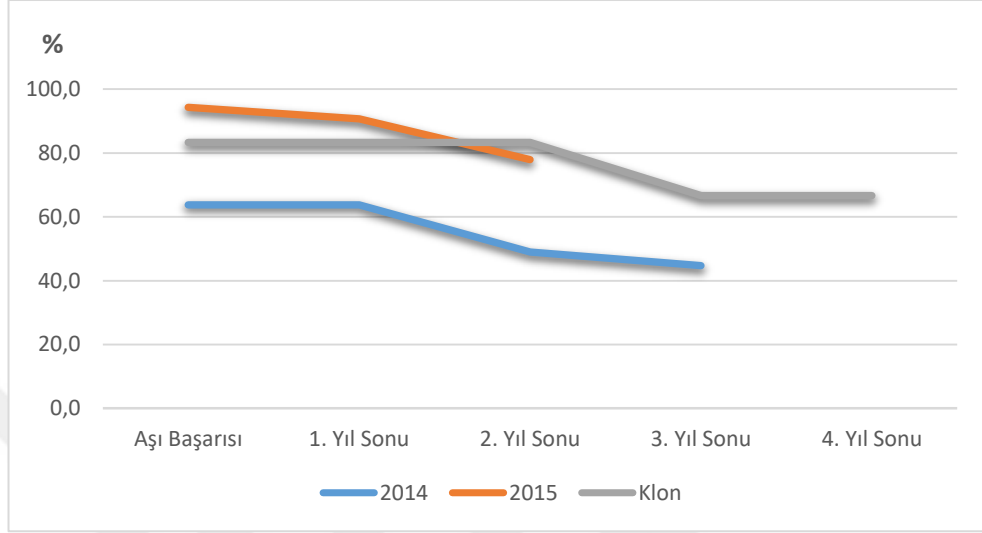
Çizelge 4.14. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılamalarda aşı kombinasyonlarına göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Aşı Başarısı (%)	Yaşama Oranı (%)			
		1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14/A14	83.3	83.3	83.3	66.7	66.7
A25/A14	93.3	93.3	80.0	73.3	66.7
A100/A14	100.0	93.3	80.0	60.0	53.3
Marigoule/A14	80.0	70.0	30.0	30.0	0.0
A14/A25	100.0	100.0	100.0	100.0	88.9
A25/A25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
A100/A25	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Marigoule/A25	33.3	22.2	11.1	11.0	0.0
A14/A41	88.9	88.9	55.6	55.6	55.6
A25/A41	100.0	100.0	94.1	94.1	82.4
A41/A41	18.2	18.2	18.2	18.2	18.2
A100/A41	100.0	100.0	92.9	78.6	78.6
Marigoule/A41	100.0	100.0	92.3	84.6	84.6
A14/A100	92.9	92.9	85.7	85.7	85.7
A25/A100	95.0	80.0	75.0	70.0	70.0
A100/A100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Marigoule/A100	100.0	100.0	92.3	92.3	92.3
A14/ Marigoule	100.0	90.0	20.0	0.0	0.0
A25/ Marigoule	95.7	78.3	30.4	0.0	0.0
A100/ Marigoule	100.0	100.0	90.0	40.0	40.0
Marigoule / Marigoule	100.0	83.3	66.7	66.7	66.7

4.2.3.1. A14/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A14/A14 kombinasyonu A14 anacına aşılana diğer genotip ve çeşitler için kontrol kombinasyonu olarak değerlendirilmiştir. A14/A14 kombinasyonunda, 2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 63.8 olmuş, 2. yıl sonunda % 49.0'a ve 3. yıl sonunda % 44.8'e düşmüştür (Şekil 4.1; Çizelge 4.12). Daha önce belirtildiği gibi kalemler dikkate alındığında 2014 yılında A14 kaleminin aşı başarısı % 59.4 olarak tespit edilmiş, yaşama oranları 1. yıl sonunda % 55.5, 2. yıl sonunda % 48.3 ve 3. yıl sonunda % 31.7 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.9). A14/A14 kombinasyonun hem aşı başarısı hem de yaşama oranı değerleri kalem faktörü ortalamasının üzerinde olmuştur. 2015 yılında yapılan aşılarda ise aşı başarısı % 94.3, 1. yıl sonu yaşama oranı % 90.7 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 77.9 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Kalemler dikkate alındığında 2015 yılında A14 kaleminin aşı başarısı % 90.4, 1. yıl sonu yaşama oranı % 86,0 ve 2. yıl sonunda % 70,0 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.10). Bu yılda da A14/A14 kombinasyonun tüm değerleri kalem ortalamasının üzerinde olmuştur. Klon bitkiler üzerinde yapılan aşılamalarda aşı başarısı, 1 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 83.3 olarak belirlenmiş, 3

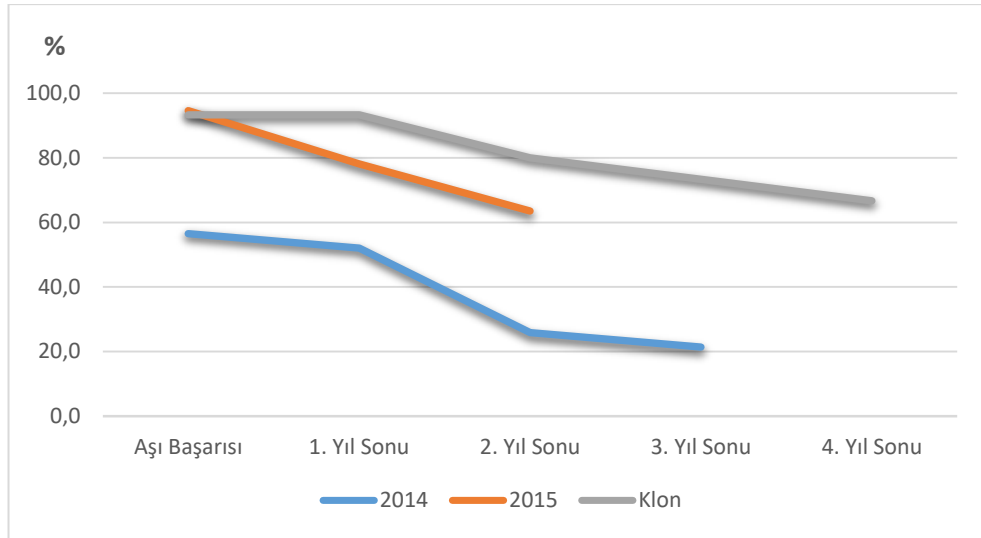
ve 4. yıl sonunda ise bu oran % 66.7 ye düşmüştür (Çizelge 4.14). Her ne kadar kalemler dikkate alındığında aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı ortalamanın altında kalsa da, 2. 3. ve 4. yıl sonu yaşama oranları kalem faktörü ortalamasının üzerinde yer almıştır (Çizelge 4.11).



Şekil 4.1. A14/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

4.2.3.2. A25/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A25/A14 kombinasyonunda 2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar da aşı başarısı % 56.5, 1. yıl sonu yaşama oranı % 52.1, 2. yıl sonu yaşama oranı % 25.8 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 21.4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar da ise aşı başarısı % 94.6, 1. yıl sonu yaşama oranı % 78.2 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 63.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 93.3, 2. yıl sonu yaşama oranı % 80.0, 3. yıl sonu yaşama oranı % 73.3 ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 66.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.2).



Şekil 4.2. A25/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Genel olarak bu kombinasyonda hem generatif anaçlar hem de klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda yaşama oranında negatif bir eğilim tespit edilmiştir. Bazı aşılar sürmüştür, ancak yeterince gelişmeyerek kurumuşlardır. Ayrıca bu aşılarda tomurcuk silkmesi de gözlenmiştir (Şekil 4.3). Bu kombinasyonun aşı uyuşmasının düşük olduğu düşünülmektedir.

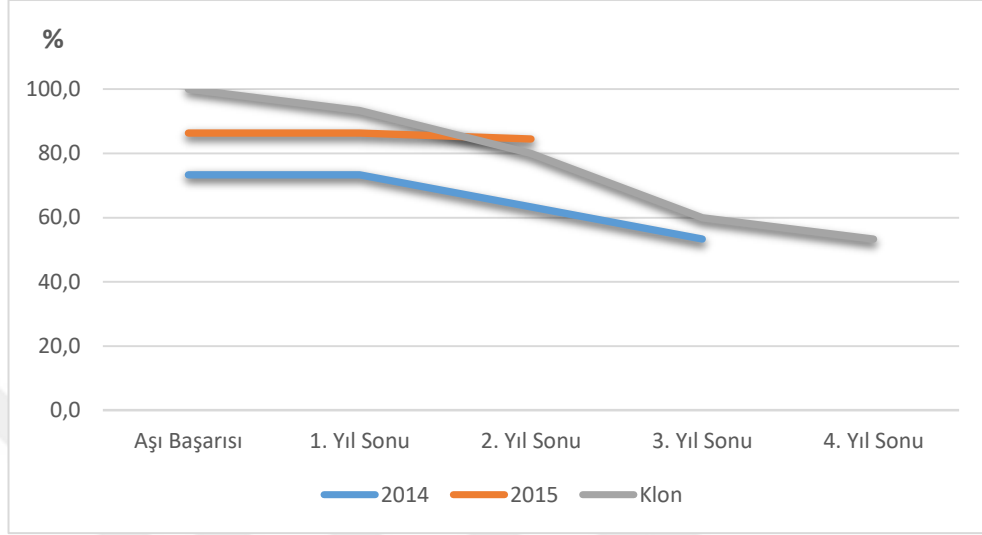


Şekil 4.3. A25/A14 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi

4.2.3.3. A100/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A100/A14 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 73.3, 2. yıl sonu yaşama oranı % 63.3 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 53.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarda ise aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 86.3 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 84.5 olarak tespit

edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı % 100.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 93.3, 2. yıl sonu yaşama oranı % 80.0, 3. yıl sonu yaşama oranı % 60.0 ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 53.3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.4).



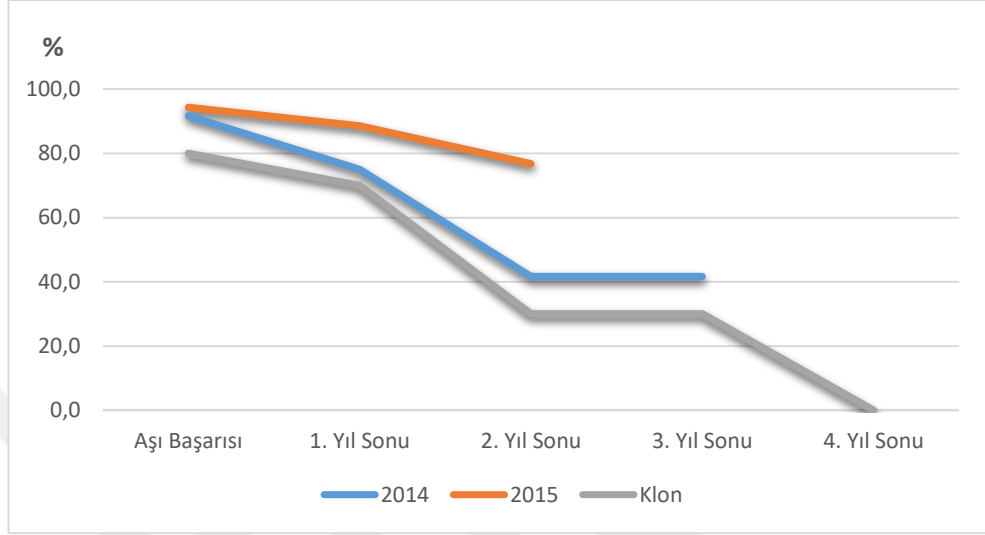
Şekil 4.4. A100/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2014 yılı aşıları ile klon bitkiler üzerine yapılan aşıların sonuçları birbirine paralellik göstermektedir. 2015 yılındaki aşılar da ise hem aşı başarısı hem de 1. ve 2. yıl sonu yaşama oranları oldukça yüksek bulunmuştur. Bu durum generatif anaçların etkisinden olabilir. Kestane eşeysel olarak kendine uyumsuz bir bitki türü olduğu için mutlak nispette yabancı tozlanmaktadır. Bu durumda da anaçlar arasında genetik farklılıklar olması söz konusudur. Bu durum çöğürlerin elde edildiği yıllarda tozlayıcı çeşitlerin farklı olmasından ileri gelebilir. 2014 yılı ve klon bitkilere yapılan aşılar da bakılarak bu kombinasyonun da başarısız bir kombinasyon olduğu söylenebilir.

4.2.3.4. Marigoule/A14 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Marigoule/A14 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılar da aşı başarısı % 91.7, 1. yıl sonu yaşama oranı % 75.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 41.7 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 41.7 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar da ise aşı başarısı % 94.3, 1. yıl yaşama oranı % 88.5 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 76.8 olarak

tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı % 80.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 70.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 30.0, 3. yıl sonu yaşama oranı % 30.0 ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 0.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.5).

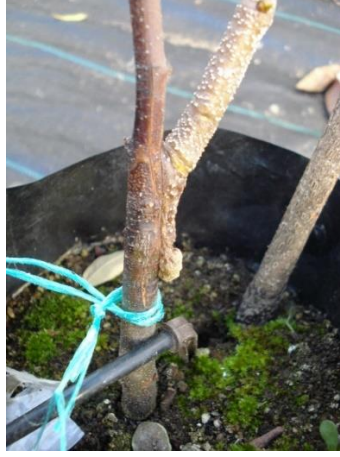


Şekil 4.5. Marigoule/A14 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

2014 yılında en yüksek aşı başarısı bu kombinasyondan elde edilmiş olmasına rağmen ilerleyen yıllarda yaşama oranında sert düşüşler gözlenmiştir. Bu kombinasyondaki bazı fidanlarda yapraklarda renk açılmaları ve anormallikler (Şekil 4.6), aşı yerlerinde şişkinlik (Şekil 4.7), aşı bölgesinde ayrılma (Şekil 4.8), aşı sürgünü ve anacın birlikte kuruması (Şekil 4.9) gözlenmiştir.



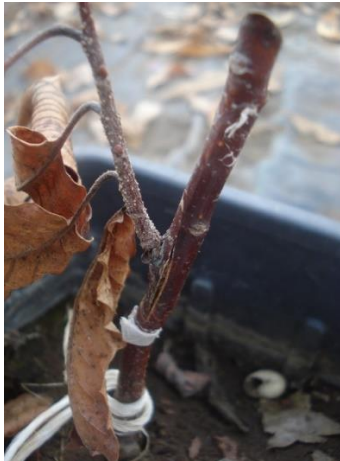
Şekil 4.6. Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen yapraklarda renk açılmaları ve anormallikler



Şekil 4.7. Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik



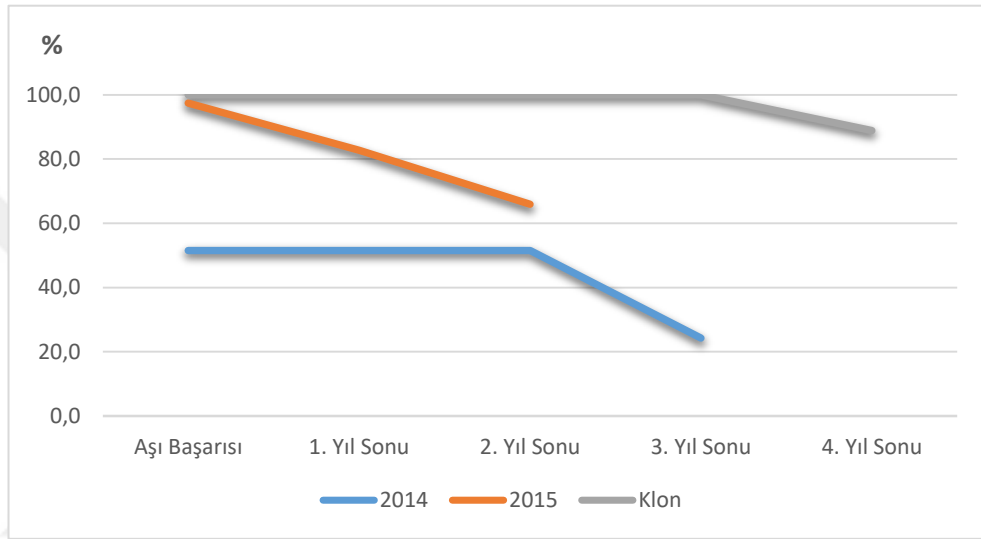
Şekil 4.8. Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesinde ayrılma



Şekil 4.9. Marigoule/A14 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı sürgünü ve anacın birlikte kuruması

4.2.3.5. A14/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A14/A25 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı, 1. yıl ve 2. yıl yaşama oranı % 51.5, 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 24.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı % 97.4, 1. yıl yaşama oranı % 82.8 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 65.9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı, 1.yıl, 2. yıl ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 100.0, 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 88.9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.10).

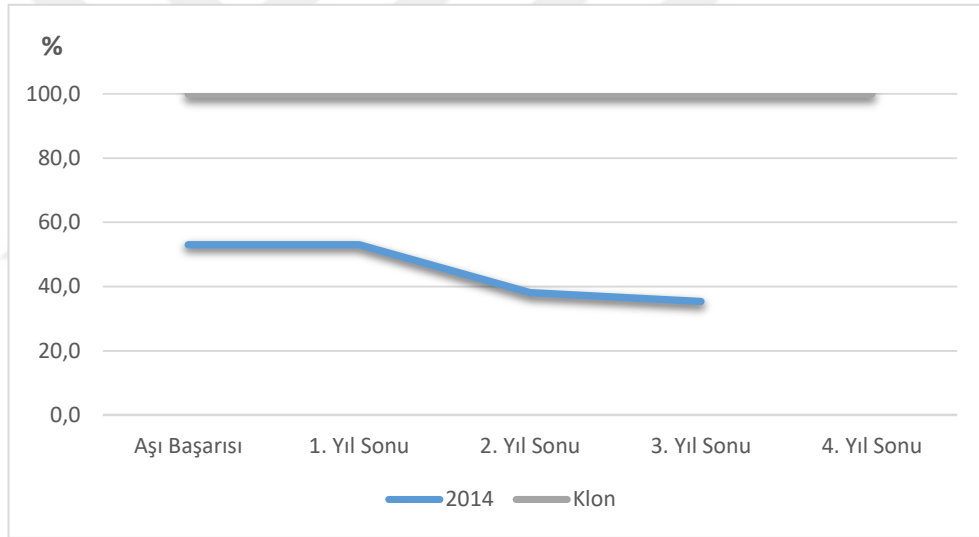


Şekil 4.10. A14/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

2014 yılında aşıl原因an fidanlarda aşı başarısı her ne kadar düşük olsa da, 2. yıl sonuna kadar yaşayan fidan sayısında bir değişiklik olmamıştır. Ancak 3. yıl başında bazı bitkilerin dal kıran zararı nedeniyle uyanmadığı tespit edilmiştir. Yazıcı böcekler çalışmada kullanılan çeşit ve genotipler arasında en çok A14 genotipini tercih etmişlerdir (Toksöz vd, 2017). Özellikle bu zarar A25 gibi zayıf gelişen anaçlar üzerine aşıl原因mış A14 fidanlarında daha fazla olmuştur. 2014 yılında 3. yıl sonu yaşama oranında meydana gelen bu ani düşüşün nedeninin dal kıran zararı olduğu düşünülmektedir. 2015 yılında ise herhangi bir sorunla karşılaşılmamasına rağmen yaşama oranında düşüşler gözlenmiştir. Bu durum generatif anaçların genetik yapılarının birbirinden farklı olmasından kaynaklanabilir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında ise hem aşı başarısı hem de yaşama oranları oldukça yüksek olmuştur.

4.2.3.6. A25/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A25/A25 kombinasyonu A25 anacına aşılanan diğer genotip ve çeşitler için kontrol kombinasyonudur. A25/A25 kombinasyonunda 2015 yılında aşılama yapılmamıştır. Bu kombinasyonda 2014 yılında yapılan aşılar da aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 53.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 38.2 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 35.4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da aşı başarısı, 1. yıl, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 100.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.11). Kalem dikilme zamanında 2014 yılında A25 kaleminin aşı başarısı % 56.1, 1. yıl sonu yaşama oranı % 52.2, 2. yıl sonunda % 39.7 ve 3. yıl sonunda % 29.4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). A25/A25 kombinasyonun aşı başarısı ve 2. yıl sonu yaşama oranı kalem ortalamasının üzerinde olup, 1. yıl yaşama oranı az farkla ortalamasının altında kalmıştır (Çizelge 4.10).



Şekil 4.11. A25/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2015 yılında yeterli sayıda anaç elde edilememiş olması nedeniyle 2015 yılında aşılama yapılmamıştır. 2014 yılı aşılarında, ilerleyen yıllarda fidanlarda zayıf gelişme ve tomurcuk silkmesi gözlenmiştir (Şekil 4.12) ve bazı fidanlarda kurumalar tespit edilmiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da ise ana bitkinin kök yapısının daha kuvvetli olması ve ağacın diğer dallarında başka kombinasyonların da aşı olması nedeniyle fotosentez sekteye uğramamıştır. Bu nedenle klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da herhangi bir sorunla karşılaşılmadığı

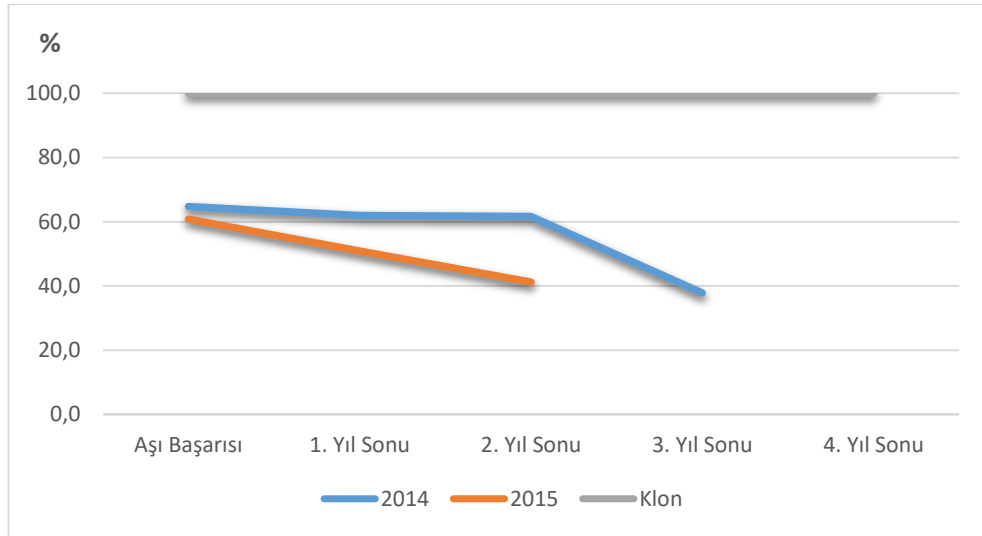
düşünülmektedir. Oraguzie vd (1998) aynı ağaçtan hasat edilen tohumlardan elde edilen çöğürler üzerine aynı ağaçtan kesilen kalemleri aşılamışlardır. Çalışma sonucunda yaşama oranı % 0-100 arasında değişilmiştir. Çalışmamızda 2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarla elde edilen bulgular ilgili literatürle uyum göstermektedir.



Şekil 4.12. A25/A25 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi

4.2.3.7. A100/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A100/A25 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarda aşı başarısı % 64.5, 1. yıl ve 2. yıl yaşama oranı % 61.7, 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 37.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarla ise aşı başarısı % 60.8, 1. yıl yaşama oranı % 50.9 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 41.2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarla aşı başarısı, 1. yıl, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 100.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.13).

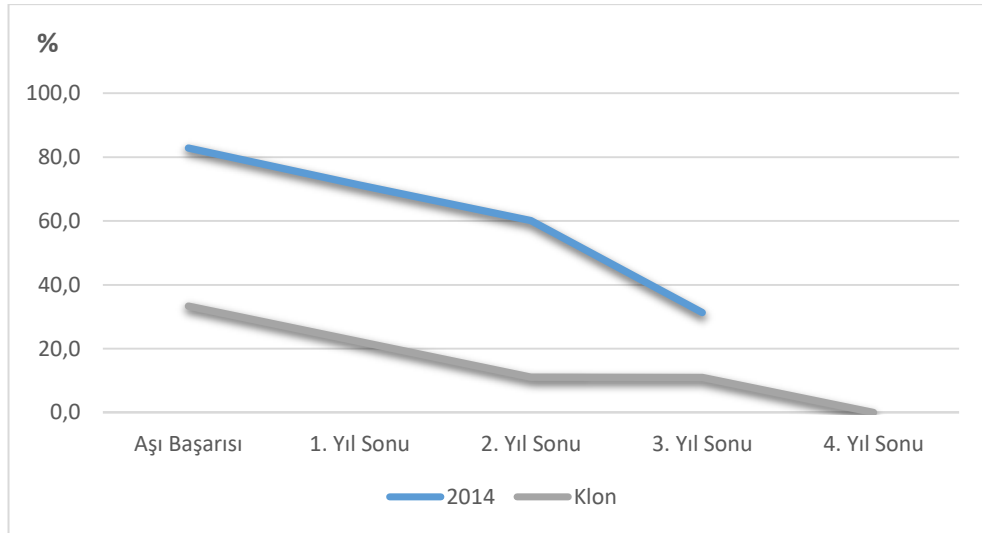


Şekil 4.13. A100/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2014 yılı aşılarında 2. yıl sonu ile 3. yıl sonunda yaşama oranları arasında % 23.9 luk bir düşüş olmuştur. Bu düşüşün o yıl meydana gelen dal kıran zararından olduğu düşünülmektedir. Dalkıran özellikle A25 gibi bodur gelişen anaçlar üzerindeki bitkilerde daha fazla zarar vermiştir. 2015 yılı aşılarında ise aşı başarısı ve yaşama oranları arasında kademeli bir düşüş gözlenmiştir. Bu durumun generatif anaçlarda meydana gelen uyumsuzlıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2015 yılı aşılarının aksine klon bitkilere yapılan aşılarında aşı başarısı ve yaşama oranı oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı durum A14/A25 kombinasyonunda da gözlenmiştir. 2015 yılında aşılanan anaçların elde edildiği bitkiyi hangi genotiplerin tozladığı bilinmemekle beraber uyumsuzluğun tozlayıcı çeşitten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.3.8. Marigoule/A25 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Marigoule/A25 kombinasyonunda 2015 yılında yeterli sayıda anaç elde edilememiş olması nedeniyle 2015 yılında aşılama yapılmamıştır. Bu kombinasyonda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 82.8, 1. yıl sonu yaşama oranı % 71.2, 2. yıl yaşama oranı % 60.1 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 31.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı % 33.3, 1. yıl sonu yaşama oranı % 22.2, 2. yıl ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 11.1 ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 0.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Marigoule/A25 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyon uyumsuzluğun şiddetli olduğu kombinasyonlardan biridir. 2014 yılı aşılarında aşı başarısı her ne kadar % 80' in üzerinde olsa da üçüncü yıl sonunda yaşama oranı oldukça düşmüştür. Bu kombinasyona ait bazı fidanlarda aşı bölgesinde şişkinlik (Şekil 4.15), bazı fidanlarda ise zayıf gelişme gözlenmiştir (Şekil 4.16). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise hem aşı başarısı hem de yaşama oranı düşük olmuş, 4. yıl sonunda bu kombinasyonda yaşayan aşı sürgünü kalmamıştır. Bu kombinasyon ile aşıllı bazı dallarda uyumsuzluk sonucunda aşı yapılan dal aşı bölgesinin altına kadar kurumuştur.



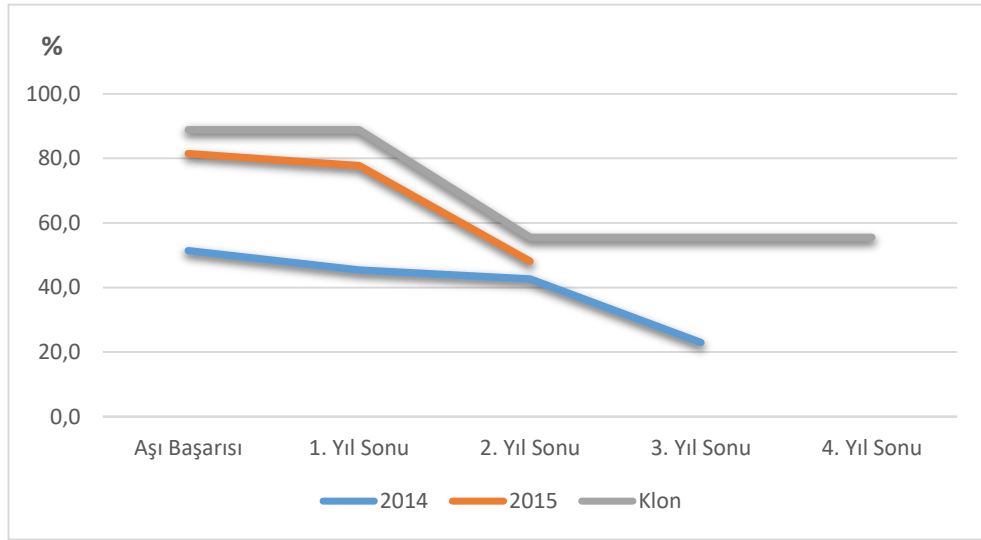
Şekil 4.15. Marigoule/A25 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik



Şekil 4.16. Marigoule/A25 kombinasyonunda bazı fidanlarda görülen zayıf gelişim

4.2.3.9. A14/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A14/A41 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 51.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 45.5, 2. yıl yaşama oranı % 42.7 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 23.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı % 81.5, 1. yıl yaşama oranı % 77.8 ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 48.1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 88.9, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı % 55.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.17).



Şekil 4.17. A14/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2015 yılında ve klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında 1. yıl sonunda yaşama oranında önemli bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum bu kombinasyonda

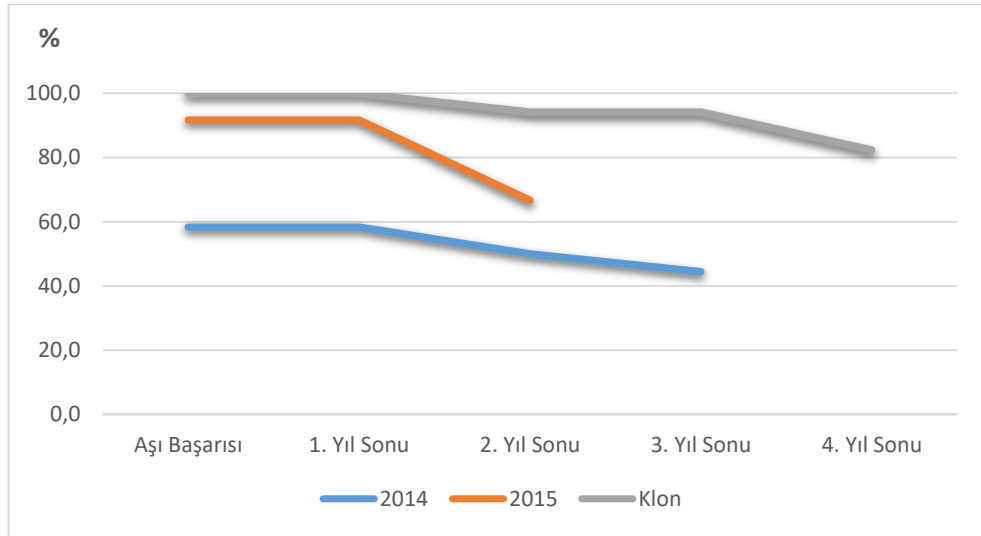
aşı uyuşmasının iyi olmadığını göstermektedir. Ayrıca bazı fidanlarda tomurcuk silkmesi ve çok kısa aşı sürgünü oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.18). 2014 yılında yapılan aşılar da ise 2. yıl ile 3. yılda yaşama oranları meydana gelen düşüşün dal kıran zararından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.18. A14/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi ve çok kısa aşı sürgünü oluşumu

4.2.3.10. A25/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A25/A41 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılar da aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 58.3, 2. yıl yaşama oranı % 50.0 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 44.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar da ise aşı başarısı ve 1. yıl yaşama oranı % 91.7, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 66.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 100.0, 2. yıl ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 94.2 ve 4. yıl sonu yaşama oranı % 82.4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.19).



Şekil 4.19. A25/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyona ait fidanlarda 2014 yılı aşılarında aşı başarısının düşük olmasına rağmen 2015 yılı ve klon bitkilere yapılan aşılarında aşı başarısı yüksek olmuştur. 2014 yılı aşıları ve klon bitkilere yapılan aşılarında yaşama oranlarında ani düşüşler olmazken 2015 yılında yapılan aşılarında ise 1. yıl sonu yaşama oranı ile 2. yıl sonu yaşama oranı arasında sert bir düşüş gözlenmiştir. Bu durum 2015 yılı aşılarında A41/A41 kombinasyonu hariç A41 in anaç olarak kullanıldığı tüm kombinasyonlarda gözlenmiştir. Aynı 2015 yılında aşılanan A25 genotipine ait generatif anaçlarda olduğu gibi A41 genotipine ait generatif anaçlarda da yabancı tozlanmadan kaynaklı açılmaya bağlı uyumsuzluk gözlenmiş olabilir. Bu durum hem A25 hemde A41 genotiplerinin “kseniden” etkilenme oranlarının diğer genotiplere göre daha yüksek olmasından da kaynaklanabilir. Ayrıca bu kombinasyona ait bazı fidanlarda tomurcuk silkmesi (Şekil 4.20) ve çok kısa boylu aşı sürgünü oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.21).



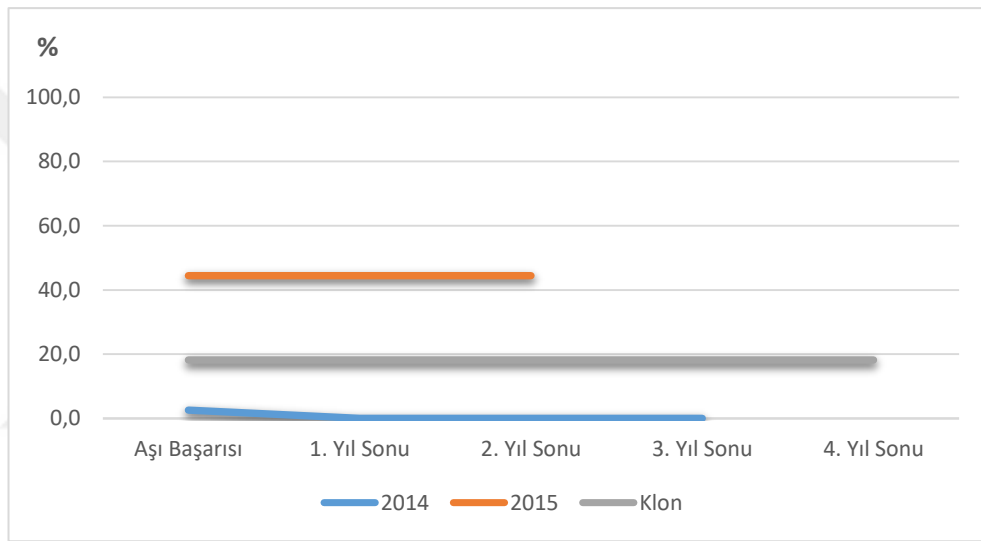
Şekil 4.20. A25/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi



Şekil 4.21. A25/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen çok kısa aşı sürgünü oluşumu

4.2.3.11. A41/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Çalışmamızda A41 genotipi sadece A41/A41 kombinasyonunda kontrol amaçlı kalem olarak kullanılmıştır. Meyve kalitesi diğer genotiplere göre daha düşük olduğu için çeşit olarak çoğaltılması düşünülmemiştir. Bu kombinasyonda 2014 yılında yapılan aşılar aşı başarısı % 2.6, 1. yıl, 2. yıl ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 0.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar aşı başarısı, 1. yıl ve 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 44.4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar aşı başarısı, 1. yıl, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 18.2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.22).



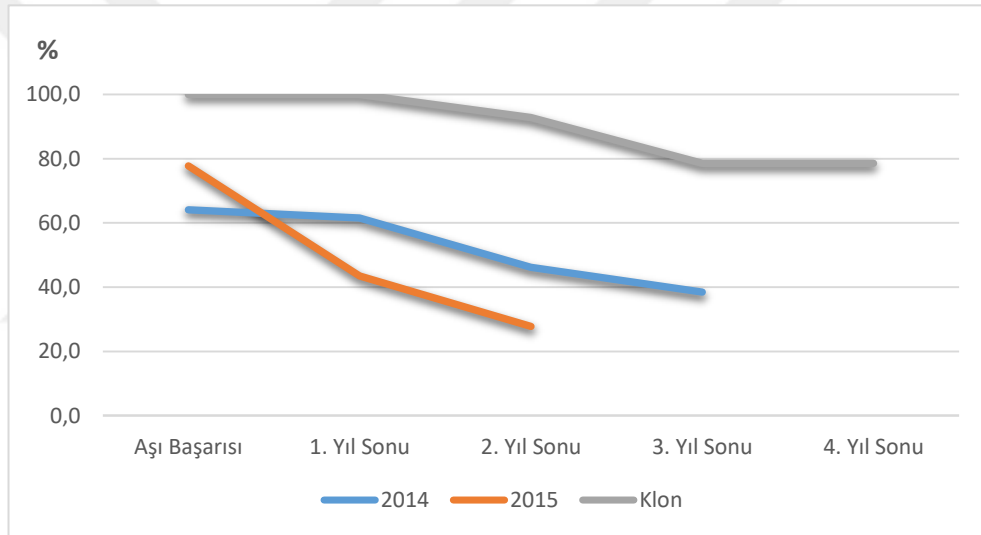
Şekil 4.22. A41/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyon A41 genotipi üzerine aşılanan diğer kombinasyonlar için kontrol kombinasyonu olmasına rağmen tüm aşılar en düşük aşı başarısı elde edilmiştir. Ancak aşıları tutan bitkilerin neredeyse hepsi yaşamış ve herhangi bir uyumsuzluk belirtisi göstermemişlerdir. Ayrıca aynı yıllarda farklı denemelerde kullanılmak üzere A41 kalemleri farklı ilçelerde bulunan Avrupa kestaneleri üzerine aşılanmış ancak aşı başarısı oldukça düşük bulunmuştur. Bu durumun A41 kalemlerinde yoğun olarak bulunan lif yığınlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Huang vd (1994) kestanede aşılarını anaçlarda lif yığınlarının üzerine ve lif yığını olmayan bölgelere yapmış, lif yığınları üzerine yapılan aşılar aşı başarısı oldukça düşük olmuştur. Dolayısıyla, A41 kalemlerinde meydana gelen düşük aşı

başarısının genetik uyumsuzlıktan ziyade A41 kalemlerinde bulunan lif yığınlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.3.12. A100/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A100/A41 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılar aşı başarıları % 64.1, 1. yıl sonu yaşama oranı % 61.5, 2. yıl sonu yaşama oranı % 46.2 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 38.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar aşı başarıları % 77.8, 1. yıl sonu yaşama oranı % 43.5, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 27.8 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar aşı başarıları ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 100.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 92.9 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 78.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.23).

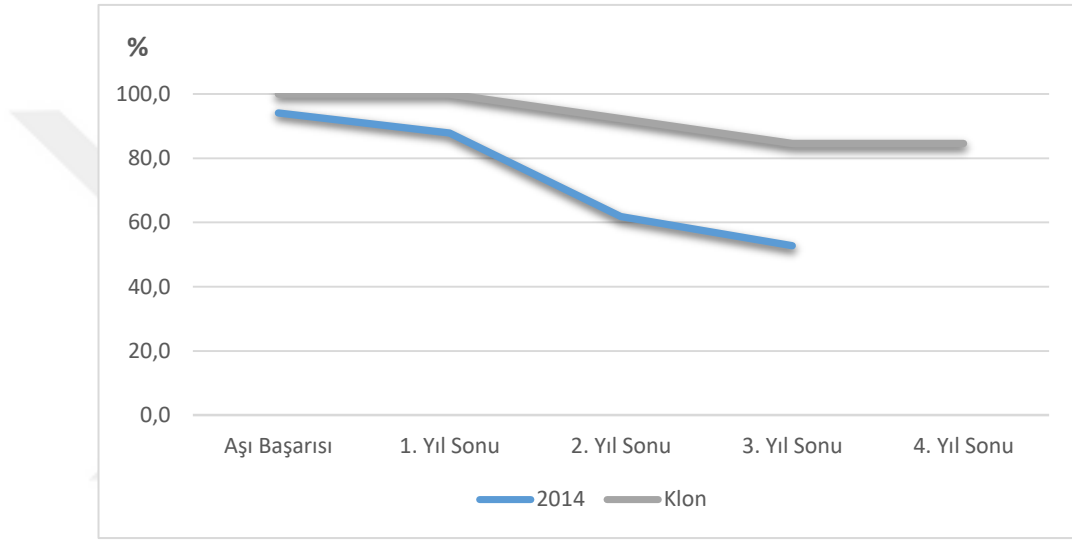


Şekil 4.23. A100/A41 kombinasyonuna göre aşı başarıları ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda tüm aşılamalarda yaşama oranı negatif bir eğilime sahip olmuştur. 2014 yılı ile klon bitkilere yapılan aşıların aşı başarıları ve yaşama oranı eğilimleri benzer iken 2015 yılı aşılarının eğilimi daha farklı olmuştur. A14/A41 ve A25/41 kombinasyonlarında olduğu gibi bu kombinasyonda da 2015 yılında aşılanan anaçlarda 1. yıl ile 2. yıl sonu arasında yaşama oranı oldukça düşmüştür. Bu durum daha önce de belirtildiği gibi o yıl A41' i tozlayan genotipten kaynaklanmış olabilir. Ayrıca bazı uyumsuz fidanlarda uyumsuzluk belirtisi olarak sürgünlerde bronz renkli yapraklar görülmüştür.

4.2.3.13. Marigoule/A41 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Marigoule/A41 kombinasyonunda 2015 yılında yeterli sayıda anaç elde edilememiş olması nedeniyle 2015 yılında aşılama yapılmamıştır. Bu kombinasyonda 2014 yılında yapılan aşılarda aşı başarısı % 93.9, 1. yıl sonu yaşama oranı % 87.9, 2. yıl yaşama oranı % 61.8 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 52.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 100.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 92.3 ve 3. yıl ile 4. yıl sonu yaşama oranı % 84.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Marigoule/A41 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2014 yılı aşılarda iyi bir aşı başarısı elde edilmesine rağmen ilerleyen yıllarda yaşama oranı düşmüş, hatta bazı fidanlarda aşı bölgesinde şişkinlikler (Şekil 4.25) ve takip eden yıllarda ölümler (Şekil 4.26) gözlenmiştir. Ancak klon bitkilere yapılan aşılarda hem aşı başarısı hem de yaşama oranı daha yüksek olmuştur. Bu durum 2014 yılında aşılanan anaçların generatif olmasından kaynaklı olabilir.



Şekil 4.25. Marigoule/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik

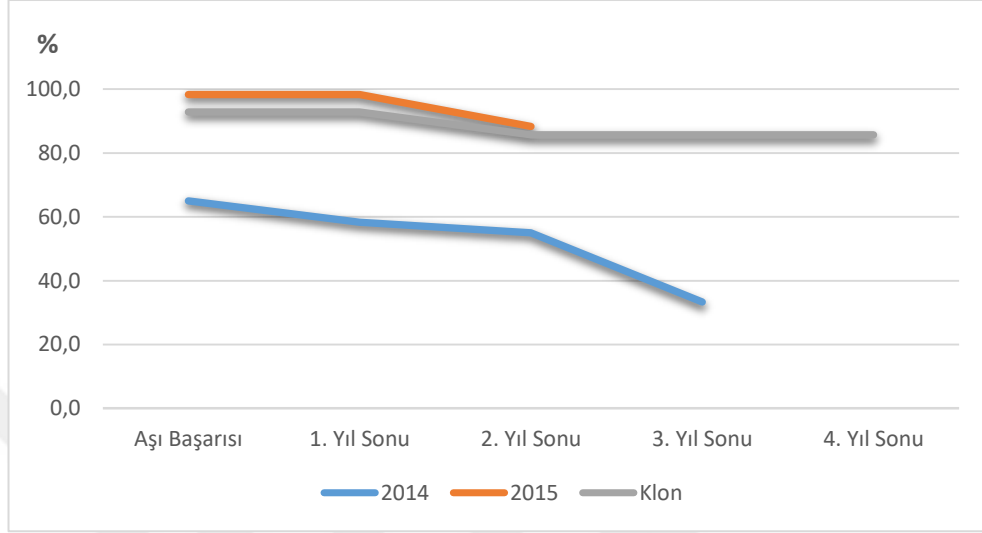


Şekil 4.26. Marigoule/A41 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik ve takip eden dönemde kuruma

4.2.3.14. A14/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A14/A100 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılar aşı başarısı % 65.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 58.3, 2. yıl yaşama oranı % 55.0 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 33.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar aşı

başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 98.3, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 88.3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 92.9, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı % 85.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.27).



Şekil 4.27. A14/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

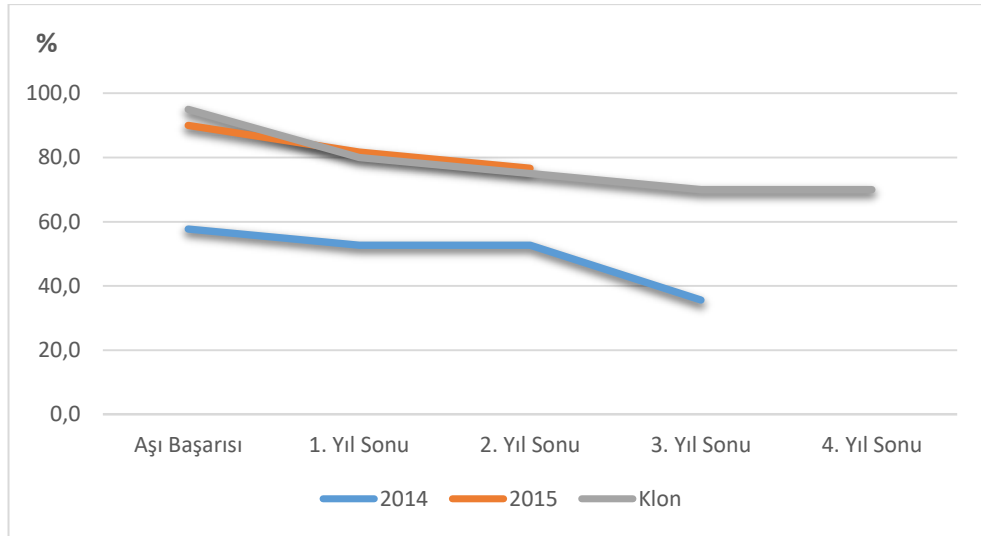
Bu kombinasyonda 2015 yılı ve klon bitkilere yapılan aşılarda yüksek bir aşı başarısı elde edilmiş, yaşama oranında ise anormal bir dalgalanma görülmemiştir. 2014 yılı aşılarında ise aşı başarısı ile 2. yıl sonu yaşama oranı arasında anormal bir dalgalanma görülmemesine rağmen, 2. yıl ile 3. yıl sonu arasındaki yaşama oranında düşüş gözlenmiştir. Bu düşüşün bu yıl bu parselde görülen dal kıran zararından (Şekil 4.28) kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.28. A14/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen dal kırıcı zarar

4.2.3.15. A25/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A25/A100 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 57.7, 1. yıl ve 2. yıl sonu yaşama oranı % 52.6 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 35.6 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı % 90.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 81.7, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 76.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı % 95.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 80.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 75.0, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 70.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.29).



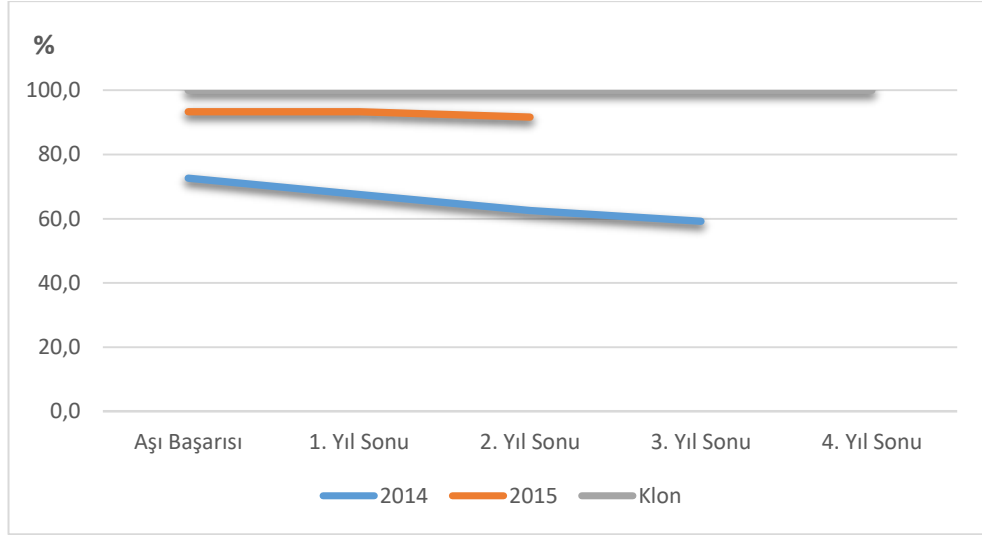
Şekil 4.29. A25/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda tüm aşılamlarda aşı başarısına oranla yaşama oranı yüksek olmuştur. 2014 yılı aşılarında 2. yıl ile 3. yıl sonu arasındaki yaşama oranındaki düşüşün bu yıl bu parselde görülen dal kıran zararından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.3.16. A100/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A100/A100 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 72.6, 1. yıl sonu yaşama oranı % 67.5, 2. yıl sonu yaşama oranı % 62.5 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 59.2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 93.3, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 91.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı, 1. yıl, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 100.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.30).

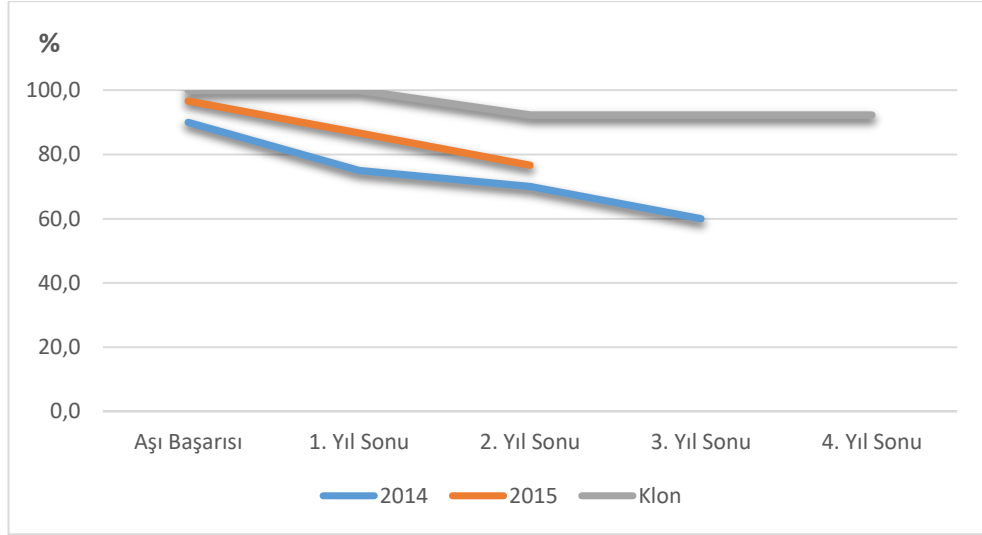
Bu kombinasyonda 2015 yılı aşıları ve klon bitkilere yapılan aşılarında aşı başarısı yüksek olmuş ve yaşama grafiğinde herhangi bir dalgalanma görülmemiştir. 2014 yılı aşılarında ise aşı başarısı ve 3. yıl sonu yaşama oranı arasında bir miktar farklılık gözlenmiştir. Klon bitkilere yapılan aşılarında görülmeyen bu farklılığın, generatif anaçlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. A100/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

4.2.3.17. Marigoule/A100 kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Marigoule/A100 kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 90,0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 75,0, 2. yıl yaşama oranı % 70,0 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 60,0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı % 96,7, 1. yıl sonu yaşama oranı % 86,7 ve 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 76,7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 100,0, 2. yıl, 3. yıl ile 4. yıl sonu yaşama oranı % 92,3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Marigoule/A100 kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda 2014 ve 2015 yılı aşı başarıları % 90' ın üzerine olmasına rağmen yaşama oranlarında bir düşüş eğilimi gözlenmiştir. Ayrıca, bu anaçlar üzerine aşıllı bazı fidanlarda aşı bölgesinde şişkinlik (Şekil 4.32) ve uçtan başlayarak aşı bölgesine kadar kuruma (Şekil 4.33) tespit edilmiştir. Klon bitkilerde ise hem aşı başarısı hem de yaşama oranı yüksek seviyelerde olmuştur.



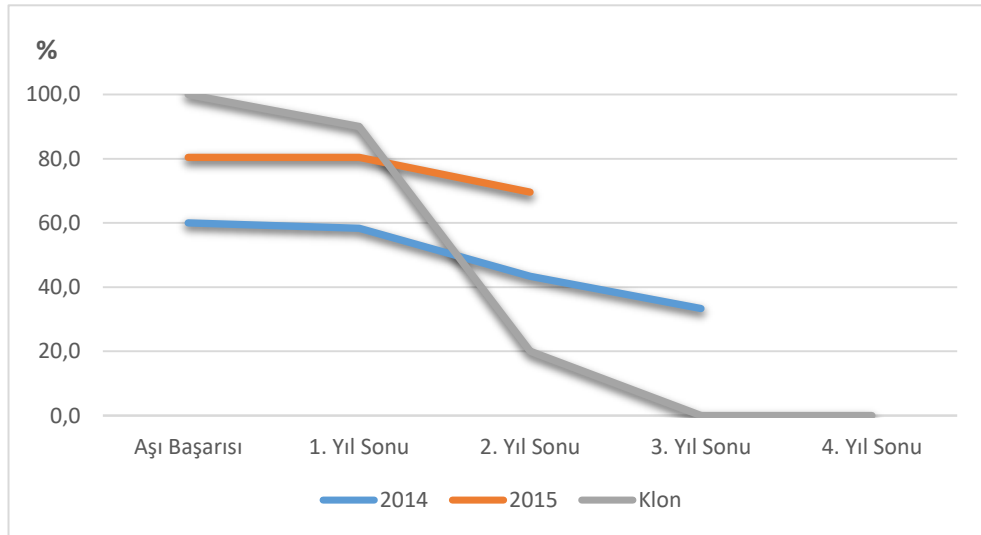
Şekil 4.32. Marigoule/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik



Şekil 4.33. Marigoule/A100 kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen uçtan başlayarak aşı bölgesine kadar kuruma

4.2.3.18. A14/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A14/Marigoule kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılar aşı başarısı % 63.3, 1. yıl sonu yaşama oranı % 61.7, 2. yıl sonu yaşama oranı % 43.3 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 33.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılar aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 80.4, 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 69.6 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar aşı başarısı % 100.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 90.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 20.0 ve 3. yıl sonu yaşama oranı % 0.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.34).



Şekil 4.34. A14/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyon uyumsuzluk belirtilerinin en çok görüldüğü kombinasyonlardan bir tanesidir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı % 100.0 iken bu oran 4. yıl sonunda % 0.0'a kadar düşmüştür. 2014 yılı ve 2015 yılı aşılarında generatif anaçlar kullanıldığı için uyumsuzluk tepkisi klon bitkilere yapılan aşılardaki kadar sert olmamış ancak negatif yönde bir eğilim tespit edilmiştir. Hem klon bitkilere yapılan aşılarda hem de 2014 yılı ile 2015 yılında yapılan aşılarda aşı bölgelerinde şişkinlik (Şekil 4.35), anaç ile kalemin aşı bölgesinden ayrılması (Şekil 4.36), kısa ve bronz renkli yapraklara (Şekil 4.37) sahip sürgünler uyumsuzluk belirtileri olarak gözlenmiştir.



Şekil 4.35. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesindeki şişkinlik



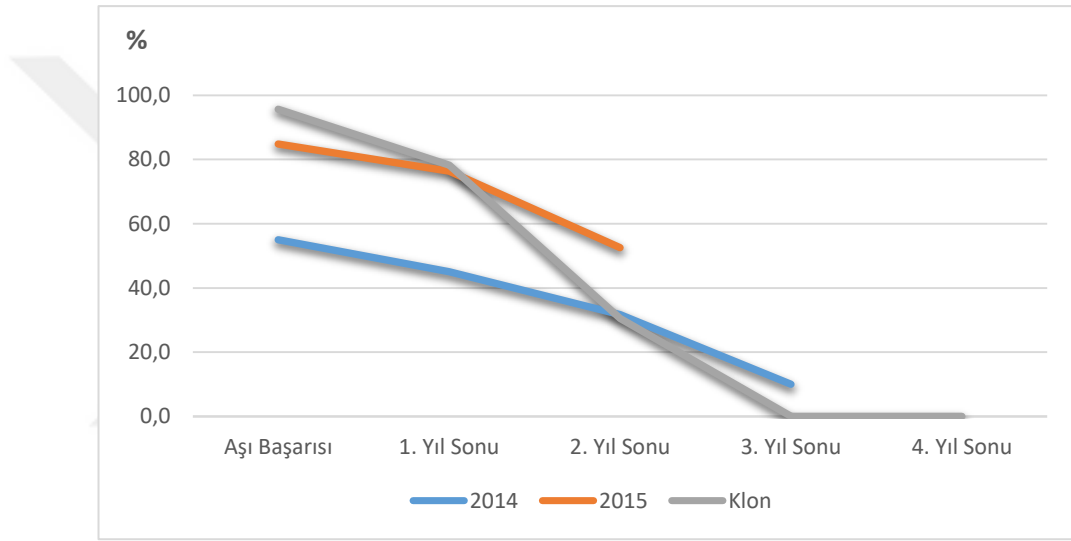
Şekil 4.36. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen anaç ile kalemin aşı bölgesinden ayrılması



Şekil 4.37. A14/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kısa ve bronz renkli yapraklara sahip sürgünler

4.2.3.19. A25/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A25/Marigoule kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarında aşı başarısı % 55.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 45.0, 2. yıl yaşama oranı % 31.7 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 10.0 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarında ise aşı başarısı % 84.8, 1. yıl sonu yaşama oranı % 76.3 ve 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 52.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarında aşı başarısı % 95.7, 1. yıl sonu yaşama oranı % 78.3, 2. yıl sonu yaşama oranı % 30.4 ve 3. yıl ile 4. yıl sonu yaşama oranı % 0.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.38).



Şekil 4.38. A25/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyon çalışmamızda uyumsuzluğun en şiddetli görüldüğü kombinasyondur. Hem klon bitkilere yapılan aşılarında hem de 2014 yılı ile 2015 yılında yapılan aşılarında, aşıdan sonraki yıllarda yaşama oranlarında hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Bu kombinasyona ait aşı fidanlarda uyumsuzluk belirtisi olarak; aşı bölgesinde şişkinlik (Şekil 4.39), aşı yapılan anaçta aşı bölgesine kadar uçtan kuruma (Şekil 4.40), kalemin aşı bölgesinden ayrılması (Şekil 4.41), çok kısa aşı sürgünleri (Şekil 4.42), bronz renkli yapraklara sahip sürgünler (Şekil 4.43), aşı sürgününde ani kuruma (Şekil 4.44), aşı fidanda aşırı dip sürgünü verme (Şekil 4.45) ve aşı sürgünün çiçek açması (Şekil 4.46) gibi belirtiler görülmüştür.



Şekil 4.39. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesinde şişkinlik



Şekil 4.40. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen anaçta aşı bölgesine kadar uçtan kuruma



Şekil 4.41. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kalemin aşı bölgesinden ayrılması



Şekil 4.42. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen çok kısa aşı sürgünleri



Şekil 4.43. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen bronz renkli yapraklara sahip sürgünler



Şekil 4.44. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı sürgününde ani kuruma



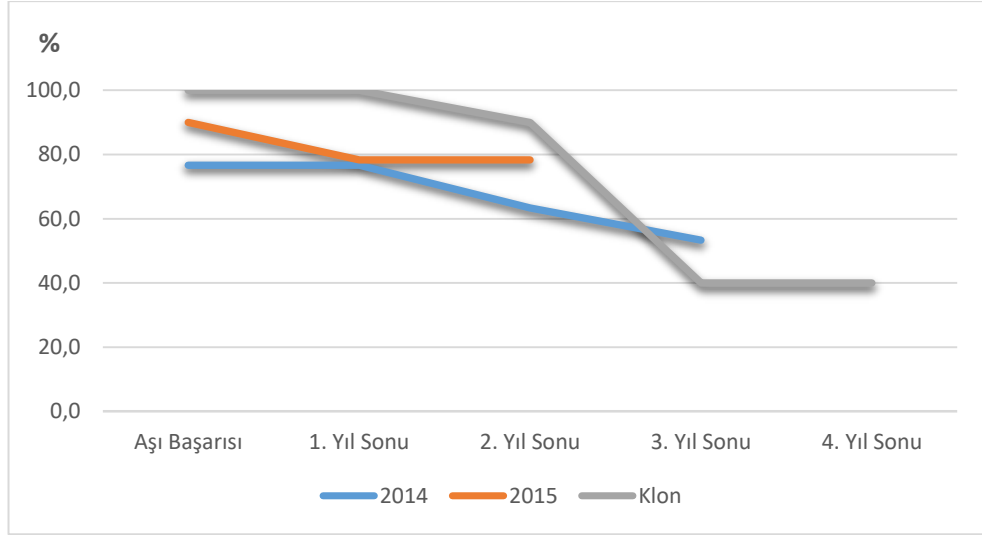
Şekil 4.45. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşırı dip sürgünü verme



Şekil 4.46. A25/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı sürgününün çiçek açması

4.2.3.20. A100/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

A100/Marigoule kombinasyonunda 2014 yılında yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 76.7, 2. yıl yaşama oranı % 63.3 ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 53.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). 2015 yılında yapılan aşılarda ise aşı başarısı % 90.0, 1. yıl ve 2. yıl sonu yaşama oranı ise % 78.3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı ve 1. yıl sonu yaşama oranı % 100.0, 2. yıl sonu yaşama oranı % 90.0 ve 3. yıl ile 4. yıl sonu yaşama oranı % 40.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.47).



Şekil 4.47. A100/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyonda aşı başarıları ve yaşama oranları Marigoule/A100 kombinasyonuna göre daha düşük olmuştur. Bu durumun uyumsuzlıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu kombinasyonda uyumsuzluk A14/Marigoule ve A25/Marigoule kadar sert olmamakla beraber yine de yaşama oranı hem 2014 yılı aşılarında hem de klon bitkilere yapılmış aşılarında düşüş eğilimindedir. Ayrıca tüm yıllarda da bazı aşılarında aşı bölgesinde şişkinlik (Şekil 4.48), kısa boylu aşı sürgünü (Şekil 4.49), tomurcuk silkmesi (Şekil 4.50) ve uçtan aşı bölgesinin altına kadar kuruma (Şekil 4.51) tespit edilmiştir.



Şekil 4.48. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen aşı bölgesinde şişkinlik



Şekil 4.49. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen kısa boylu aşı sürgünü



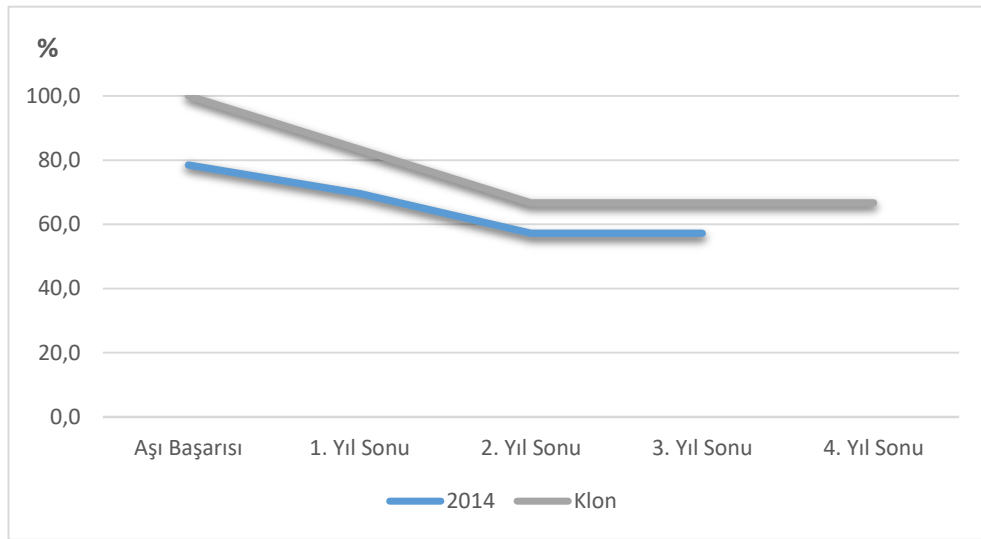
Şekil 4.50. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen tomurcuk silkmesi



Şekil 4.51. A100/Marigoule kombinasyonuna ait bazı fidanlarda görülen uçtan aşı bölgesinin altına kadar kuruma

4.2.3.21. Marigoule/Marigoule kombinasyonu ile ilgili değerlendirmeler

Marigoule/Marigoule kombinasyonunda 2015 yılında yeterli sayıda anaç elde edilememiş olması nedeniyle 2015 yılında aşılama yapılmamıştır. Bu kombinasyonda 2014 yılında yapılan aşılarda aşı başarısı % 78.4, 1. yıl sonu yaşama oranı % 69.6, 2. yıl ve 3. yıl sonu yaşama oranı ise % 57.2 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı % 100.0, 1. yıl sonu yaşama oranı % 83.3, 2. yıl, 3. yıl ve 4. yıl sonu yaşama oranı ise % 66.7 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Marigoule/Marigoule kombinasyonuna göre aşı başarısı ve yaşama oranları

Bu kombinasyon Marigoule üzerine aşılı bitkiler için kontrol kombinasyonu olmasına rağmen klon bitki üzerine yapılan aşıda aşı başarısı yüksek ancak yaşama oranı diğer kombinasyonlara göre düşük olmuştur. 2014 yılı aşılı bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı başarısı ve yaşama oranı grafikleri birbirine benzerdir.

4.2.3.22. Kombinasyonların aşı başarısı ve yaşama oranları ile ilgili genel değerlendirmeler

Çalışmamızda tüm yıllar incelendiği zaman aşı başarısı % 2.60-100.00 arasında değişmiştir. Huang vd (1994), yaptıkları çalışmada aşı başarısını % 6-100, Oraguzie vd (1998) % 0-100, Ertan (1999) % 0-100, Serdar (2000) % 10-100, Bueno vd (2009) % 25-100 ve Serdar vd (2010) % 32-90 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamız sonuçları ile literatür sonuçları benzerlik göstermektedir. Hem çalışmamızda hem de literatürde belirtilen çalışmalarda aşı başarısı varyasyonu oldukça yüksek olmuştur.

Oraguzie vd (1998) aşı uyumsuzluğunu erken (aşıdan sonraki ilk 15 ay) ve geç (aşıdan 32 ay sonra başlayan) uyumsuzluk olarak 2 ye ayırmışlardır. Çalışmamızda 2014 yılı aşılarda 1. yıl sonu ile 2. yıl sonu arasında A25/A14 ve Marigoule/A14 kombinasyonlarında, 2. ve 3. yıl sonunda ise A14/A25, Marigoule/A25, A14/A41 ve A25/Marigoule kombinasyonlarında yaşama oranlarında ani düşüşler gözlenmiştir. 2. ve 3. yıl sonunda ise A14/A25 ve A14/A41 kombinasyonlarında meydana gelen düşüşün o yıl meydana gelen dal kıran zararından olduğu düşünülmektedir. Ancak diğer kombinasyonlardaki yaşama oranlarındaki düşüşün uyumsuzluktan kaynaklandığı düşünülmektedir. 2014 yılı aşılarda Oraguzie vd (1998)'e göre A25/A14 ve Marigoule/A14 kombinasyonlarında erken, Marigoule/A25 ve A25/Marigoule kombinasyonlarında ise geç uyumsuzluk gözlenmiştir. 2015 yılında yapılan aşılarda ise 2 yıl boyunca izlenebildiği için sadece 1. ve 2. yıl sonu arasında görülen ani ölümler gözlenebilmiştir. Bu aşılarda A14/A41, A25/A41, A100/A41 ve A25/Marigoule kombinasyonlarında yaşama oranlarında ani düşüşler belirlenmiştir. A14/A41, A25/A41 ve A100/A41 kombinasyonlarındaki bu düşüşlerin 2015 yılında aşılardan A41 genotipine ait generatif anaçlarda da yabancı tozlanmadan kaynaklı açılıma bağlı uyumsuzluk gözlenmiş olabilir. Klonal bitkilere yapılan aşılarda ise 1. yıl sonu ile 2. yıl sonu arasında Marigoule/A14, A14/A41, A14/Marigoule ve A25/Marigoule kombinasyonlarında yaşama oranlarında ani düşüşler tespit edilmiştir.

Marigoule/A25 Kombinasyonunda ise aşı başarısı oldukça düşük bulunmuştur. Bu durumda Marigoule/A14, Marigoule/A25, A14/A41, A14/Marigoule ve A25/Marigoule kombinasyonlarında erken uyuşmazlık gözlemlendiğinden bahsedilebilir.

Çalışmamızda kullanılan genotiplerden A14, A25 ve A41 genotipleri her ne kadar ‘King Arthur’ (*C. mollissima*/*C. seguin*e melezi) ve ‘Lockwood’ (*C. crenata*/*C. sativa*/*C. dentata* melezi) çeşitlerinin kontrollü melezlenmesiyle elde edilmiş olan kompleks hibritler olsalar da büyüme karakteri bakımından Çin kestanesi özelliklerini daha fazla göstermektedirler. Bu durum 2014 yılı aşılarında A25/A14, A14/A25 ve A14/A41, 2015 yılı aşılarında A14/A41, A25/A41 ve A100/A41 ile klonal bitkilere yapılan aşılardaki A14/A41 kombinasyonunda görülen uyuşmazlıkların sebebi olabilir. Huang vd (1994) Çin kestanesinin tür içi aşılama oranının % 80 olduğu tespit edilmiştir. Zhang vd (1987) Çin de bulunan Çin kestanelerinin % 0.5 genetik uyuşmazlığa sahip olduğunu, Santamour (1988), Çin kestanesinde tür içi uyuşmazlık olduğunu ve bu uyuşmazlık mekanizmasının kambyal peroksidaz izoenzim bant grupları ile ilişkili olabileceğini, Huang vd (1994) ve Warmund vd (2012) Çin kestanesinde yoğun olarak bulunan floem demetlerinin aşı başarısı üzerinde olumsuz etki yapabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kontrol çeşidi olarak kullanılan ‘Marigoule’ çeşidi Avrupa x Japon melezidir. Daha önce belirtildiği üzere A14, A25 ve A41 genotipleri ise Çin kestanesi özelliklerini daha fazla yansıtmaktadırlar. Tokar ve Kovalovsky (1971), yaptıkları çalışmada Avrupa kestanesi anacı üzerine Avrupa kestanesi, Çin kestanesi ve Japon x Çin kestanesi melezini aşılama ve çalışma sonucunda Avrupa kestanesi üzerine Japon x Çin kestanesi melezinin aşı başarısı oldukça düşük olmuştur. Huang vd (1994) ise Japon kestanesi olan ‘Kiasheng’ çeşidi ile Çin kestanesi anacı olan AU-17 arasında şiddetli uyuşmazlık olduğunu, bu kombinasyona ait fidanlarda zayıf gelişme, anaç ve kalem arasında gelişme farklılıkları ve yapraklarda erken döküm olduğunu belirtmişlerdir. Dayong vd (2004), Japon kestanelerinin Çin kestaneleri üzerine aşılandığı zaman aşı başarısının düşük olduğunu belirtmişlerdir. ‘Marigoule’ çeşidi ile A14 ve A25 genotipleri arasında görülen şiddetli uyuşmazlığın bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Marigoule/A41 genotipinde ise her ne kadar 2014 yılında generatif anaçlar üzerinde bazı fidanlar üzerinde uyuşmazlık belirtileri görülmüş olsa da klonal bitkiler üzerine yapılan aşılarda tatmin edici sonuçlar elde

edilmiştir. Bu durum A41 anacının kseniden etkilenme oranının yüksek olmasıyla açıklanabilir.

4.3. Fidan ve Aşı sürgünü Boyu ile İlgili Değerlendirmeler

4.3.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda fidan boyları anaçlar itibariyle 1. yıl sonunda 41.2-56.1 cm, 2. yıl sonunda 70.2-86.3 cm ve 3. yıl sonunda 98.7-122.0 cm arasında değişmiştir. Fidan boyu bakımından anaç genotipleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. 1. 2. ve 3. yıl sonunda en uzun fidan boyu A100 anacı üzerine aşılanan genotiplerden elde edilirken; en kısa fidan boyu ise A25 anacı üzerine aşılanan genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, anaç genotipine göre fidan boyları (cm)

Anaç Genotipleri	Fidan boyu (cm)		
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14	50.2 bc*	82.6 ab	110.0 b
A25	41.2 d	70.2 c	98.7 c
A41	47.6 c	79.1 b	108.3 b
A100	56.1 a	86.3 a	122.0 a
Marigoule	51.6 b	77.8 b	110.8 b
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klonal bitkiler üzerine yapılan aşılarda fidan boyları 1. yıl sonu 22.0-65.5 cm, 2. yıl sonu 36.6-101.3 cm, 3. yıl sonu 100.0-126.8 cm ve 4. yıl sonu 113.2-136.6 cm arasında değişmiştir. 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda en uzun aşı sürgünleri A14 klonu üzerine aşıları genotiplerden elde edilirken, en kısa aşı sürgünleri ‘Marigoule’ klonu üzerine aşıları genotiplerden elde edilmiştir. Hartmann vd (2014) ün belirttiği üzere uyumsuzluk belirtilerinden bir tanesi de aşı sürgünlerinin çok kısa olmasıdır. Özellikle A14 ve A25 genotipleri ile ‘Marigoule’ çeşiti arasında görülen uyumsuzluk sonucunda ilk yıllarda çok kısa aşı sürgünleri elde edilmiş; ilerleyen yıllarda da bu aşılar kurumuştur. Kuvvetli bir anaç olan ‘Marigoule’ klonu üzerine aşılanan genotiplerden kısa boylu aşı sürgünlerinin elde edilme nedeni hibrit genotipler ile arasında meydana gelen uyumsuzluktan kaynaklanmış olabilir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Klon bitkilere yapılan aşılarda anaç genotipine göre aşı sürgünü boyları (cm)

Anaç Genotipleri	Aşı Sürgünü boyu (cm)			
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14	65.5	101.3	126.8	136.6
A25	57.7	92.2	108.9	131.2
A41	57.0	89.5	110.2	132.8
A100	49.2	83.7	109.1	117.3
Marigoule	22.0	36.6	100.0	113.2

4.3.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda fidan boyları kalemler yönünden 1. yıl sonunda 44.4-57.6 cm, 2. yıl sonunda 72.8-86.5 cm ve 3. yıl sonunda 99.5-131.2 cm arasında değişmiştir. Fidan boyu bakımından kalem genotipleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. 1. 2. ve 3. yıl sonunda en uzun fidan boyu ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilirken; en kısa fidan boyu ise A25 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kalem genotipine göre fidan boyları (cm)

Kalem Genotipleri	Fidan boyu (cm)		
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14	49.6 b*	76.8 bc	100.0 bc
A25	44.4 c	72.8 c	99.5 c
A100	45.9 c	80.7 b	109.0 b
Marigoule	57.6 a	86.5 a	131.2 a
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klonal bitkiler üzerine yapılan aşılarda aşı sürgünü boyları 1. yıl sonu 37.0-62.6 cm, 2. yıl sonu 62.0-92.4 cm, 3. yıl sonu 89.7-126.0 cm ve 4. yıl sonu 104.0-144.1 cm arasında değişmiştir. 1. ve 2. yıl sonunda en uzun aşı sürgünleri A100 genotipinden 3. ve 4. yıl sonunda ise ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir. En kısa aşı sürgünleri ise A25 genotipinden elde edilmiştir. Bu durum A25 genotipinin diğer çeşit ve genotiplere kıyasla daha zayıf gelişme karakterine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. 4. yıl sonunda en zayıf gelişen A25 genotipi en kuvvetli gelişen ‘Marigoule’ çeşidine kıyasla % 27,8 daha kısa aşı sürgünleri oluşturmuştur (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Klon bitkilere yapılan aşılarda kalem genotipine göre aşı sürgünü boyları (cm)

Kalem Genotipleri	Aşı Sürgünü Boyu (cm)			
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14	59.8	81.4	118.2	132.3
A25	37.0	62.0	89.7	104.0
A41	52.0	78.0	96.0	107.0
A100	62.6	92.4	114.6	134.2
Marigoule	42.8	89.1	126.0	144.1

4.3.3. Kalem x anaç interaksiyonları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda fidan boyları kombinasyonlar itibariyle 1. yıl sonunda 34.2-66.0 cm, 2. yıl sonunda 62.3-92.4 cm ve 3. yıl sonunda 84.1-140.2 cm arasında değişmiştir. Fidan boyu bakımından kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. 1. yıl sonunda en uzun fidan boyu 66 cm ile Marigoule/A100 ve 63.2 cm ile Marigoule/Marigoule, 2. yıl sonunda 92.4 cm ile Marigoule/A100 ve 3. yıl sonunda 140.2 cm ile Marigoule/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir. En kısa boylu fidanlar ise 1. ve 2. yıl sonunda A25/A25 kombinasyonundan (sırasıyla 34.2 ve 62.3 cm), 3. yıl sonunda ise 84.1 cm ile A14/A41 ve 85.0 cm ile A100/A25 kombinasyonlarından elde edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kombinasyonlara göre fidan boyları (cm)

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Fidan boyu (cm)		
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl
A14/A14	51.7 c-f*	85.3 a-c	109.0 c-g
A14/A25	44.5 f-ı	69.1 e-g	91.3 ij
A14/A41	43.4 g-ı	66.3 fg	84.1 j
A14/A100	49.4 d-g	79.3 b-e	110.4 c-g
A14/ Marigoule	58.8 a-c	84.2 a-d	105.2 e-i
A25/A14	45.4 f-h	73.6 d-g	92.7 h-j
A25/A25	34.2 j	62.3 g	94.6 g-j
A25/A41	40.9 h-j	70.9 e-g	103.2 f-i
A25/A100	53.8 b-e	87.7 ab	117.7 c-f
A25/ Marigoule	47.6 d-h	69.6 e-g	90.0 ij
A100/A14	53.7 b-e	86.0 a-c	117.7 c-f
A100/A25	37.4 ij	73.5 d-g	85.0 j
A100/A41	46.1 e-h	90.3 ab	109.9 c-g
A100/A100	55.1 b-d	85.7 a-c	124.5 bc
A100/ Marigoule	36.9 ij	67.8 e-g	107.9 d-h
Marigoule /A14	49.8 d-g	85.5 a-c	120.6 b-e
Marigoule /A25	48.8 d-h	75.9 c-f	123.9 b-d
Marigoule /A41	60.2 ab	88.7 ab	136.0 ab
Marigoule /A100	66.0 a	92.4 a	135.4 ab
Marigoule / Marigoule	63.2 a	89.8 ab	140.2 a
Ortalama	49.3	79.2	110.0
P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klonal bitkilere yapılan aşılarda kombinasyonlar yönünden incelendiği zaman 1. yıl sonu aşı sürgünü boyu 9.00-94.0 cm, 2. yıl sonunda 14.5-134.1 cm, 3. yıl sonunda, 71.4-144.0 cm ve 4. yıl sonunda 89.3-171.6 cm arasında değişmiştir. 1. 2. ve 3. yıl sonunda en uzun aşı sürgünü boyu sırasıyla 94.0, 134.1 ve 144.0 cm olarak A14/A25 kombinasyonundan; 4. yıl sonunda ise 171.6 cm ile Marigoule/A41 kombinasyonundan elde edilmiştir. En kısa aşı sürgünleri ise 1. yıl ve 2. yıl sonunda A25/Marigoule kombinasyonundan (sırasıyla 9.00 ve 14.5 cm), 3. ve 4. yıl sonunda ise 71.4 ve 89.3 cm ile A25/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

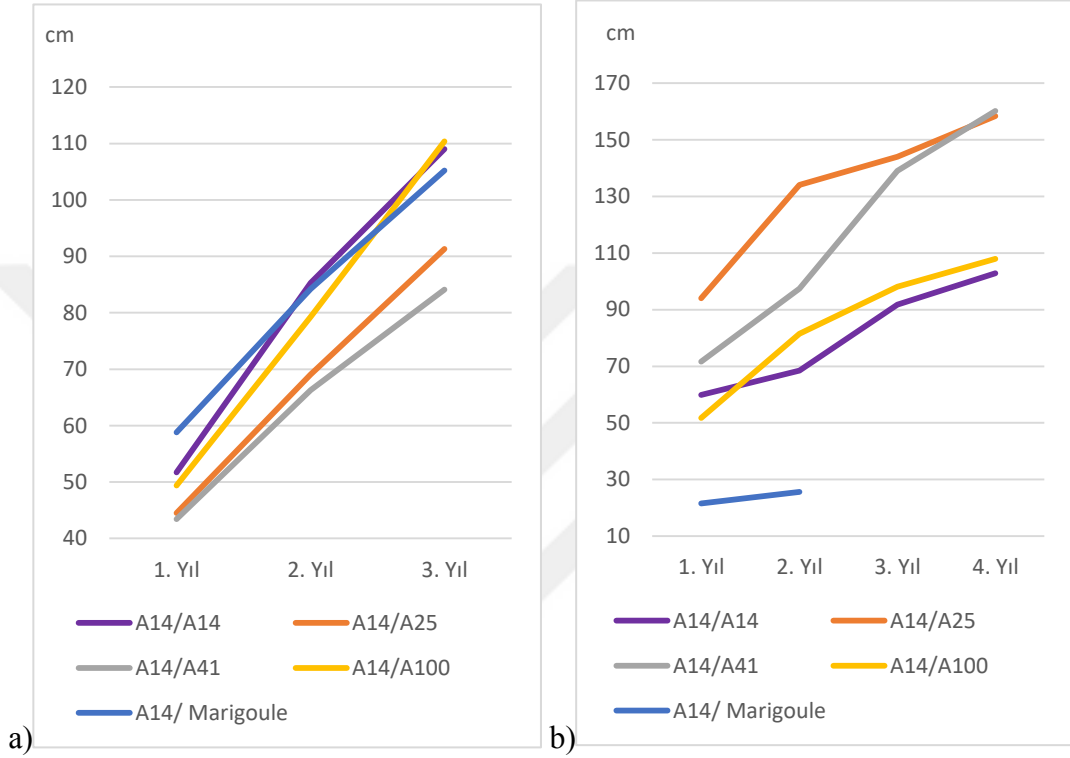
Çizelge 4.20. Klon bitkilere yapılan aşılarda kombinasyonlara göre aşı sürgünü boyları (cm)

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Aşı Sürgünü boyu (cm)			
	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl
A14/A14	59.9	68.5	91.8	102.8
A14/A25	94.0	134.1	144.0	158.4
A14/A41	71.6	97.4	139.0	160.2
A14/A100	51.8	81.5	98.1	107.9
A14/ Marigoule	21.6	25.6	-	-
A25/A14	65.0	96.4	109.0	125.2
A25/A25	36.2	63.5	71.4	89.3
A25/A41	35.3	65.6	80.6	100.3
A25/A100	39.8	70.1	97.9	101.3
A25/ Marigoule	9.00	14.5	-	-
A41/A41	52.0	78.0	96.0	107.0
A100/A14	84.8	124.7	138.2	158.6
A100/A25	79.2	108.1	124.3	145.9
A100/A41	58.7	86.0	91.4	125.0
A100/A100	59.1	91.2	124.0	134.0
A100/ Marigoule	30.9	52.0	95.0	107.3
Marigoule /A14	52.3	115.7	138.3	-
Marigoule /A25	21.5	63.0	96.0	-
Marigoule /A41	67.5	120.3	144.0	171.6
Marigoule /A100	46.2	91.9	116.4	125.8
Marigoule / Marigoule	26.7	54.4	105.0	119.0
Ortalama	50.6	81.1	110.5	125.9

4.3.3.1. Kombinasyonlarda fidan ve sürgün boyu ile ilgili genel değerlendirmeler

A14 ün kalem olarak kullanıldığı kombinasyonlar incelendiği zaman generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda A14/A25, A14/A41 ve A14/Marigoule kombinasyonlarında 3. yıl sonu fidan boyu A14/A14 kombinasyonuna kıyasla daha kısa olmuştur. A14/A100 kombinasyonu ise A14/A14 kombinasyonuna yakın fidan boyu değerleri vermiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise A14/A25 ve A14/A41 kombinasyonları generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda olduğu gibi zayıf gelişim göstermemiş, aksine bu kombinasyonlardan uzun boylu aşı sürgünleri elde edilmiştir (Şekil 4.53). Bu durum klon bitkilerin farklı dallarında farklı aşıların olmasından ve böylece fotosentez dengesinin sekteye uğramamasından kaynaklanmış olabilir. A14/A100 generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda olduğu gibi klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda da A14/A14 kombinasyonuna benzer aşı sürgünü boyu

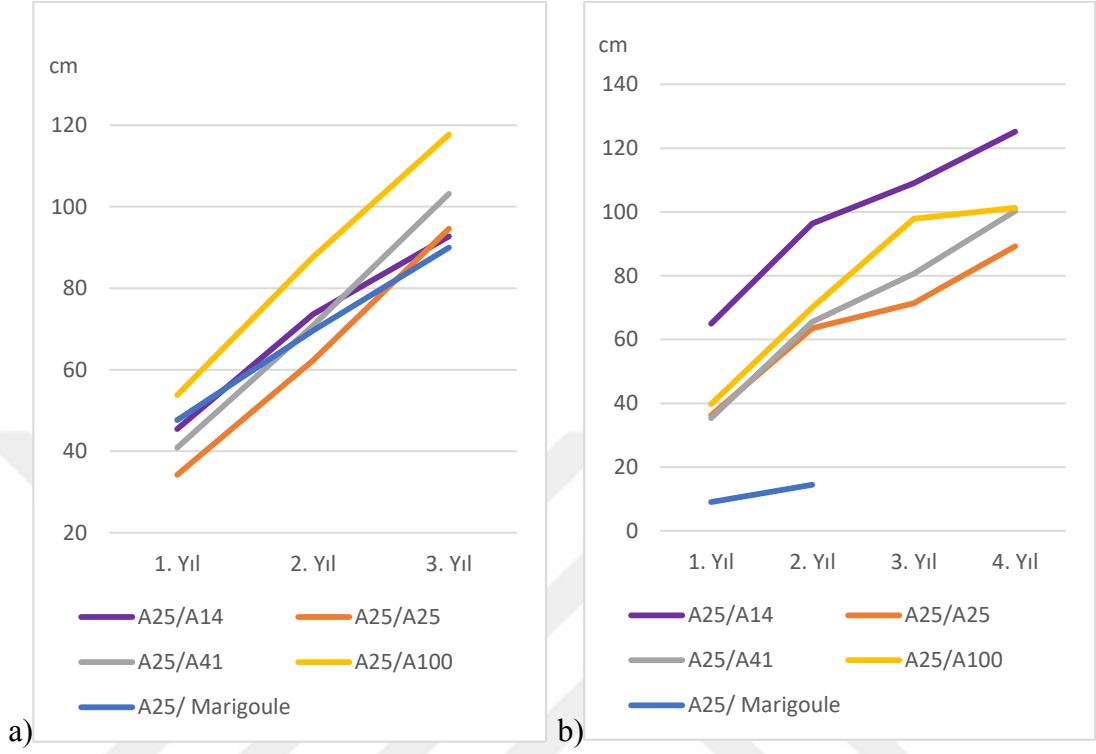
oluşturmuştur. Aşı başarısı ve yaşama oranının değerlendirildiği kısımda daha önce belirtildiği üzere A14/Marigoule kombinasyonu birçok uyumsuzluk belirtisinin bir arada görüldüğü ve yaşama oranının düşük olduğu bir kombinasyondur. Bu kombinasyonunda klon bitkiler üzerine yapılan aşılar 1. ve 2. yıl sonunda aşı sürgünü boyu çok kısa olmuş, 3. ve 4. yıl sonunda ise tüm aşılar kuruduğu için ölçüm yapılamamıştır.



Şekil 4.53. A14 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşı sürgünü boyu (cm)

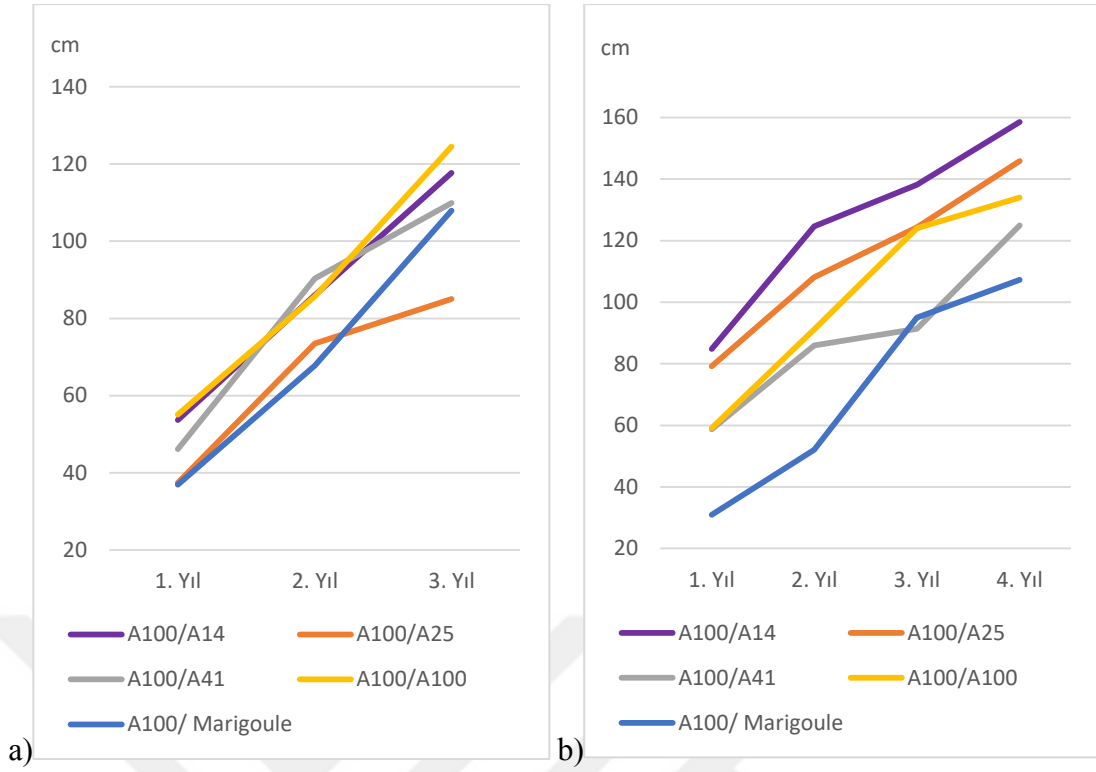
A25'in kalem olarak kullanıldığı kombinasyonlar incelendiği zaman generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar A25/A14 ve A25/Marigoule kombinasyonlarında 3. yıl sonu fidan boyu A25/A25 kombinasyonuna kıyasla daha kısa olmuştur. A25/A41 ve A25/A100 kombinasyonlarında ise fidan boyu A25/A25 kombinasyonuna kıyasla daha uzun olmuştur. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar A25/A14, A25/A41 ve A25/A100 kombinasyonlarının aşı sürgünü boyları A25/A25 kombinasyonuna göre daha uzun olmuştur (Şekil 4.54). A14/Marigoule kombinasyonunda olduğu gibi, A25/Marigoule kombinasyonunda şiddetli uyumsuzluk görülmüş ve klon bitkiler üzerine yapılan aşılar 1. ve 2. yıl sonunda aşı sürgünü boyu çok kısa olmuş, 3. ve 4. yıl sonunda ise tüm aşılar kuruduğu için ölçüm yapılamamıştır. Ayrıca her ne kadar

klon bitkiler üzerinde A25/A14 kombinasyonuna ait aşı sürgünleri uzun boylu olmuş olsada yaşama oranının düşük olması bu kombinasyonun seçilebilirliğini düşürmektedir.



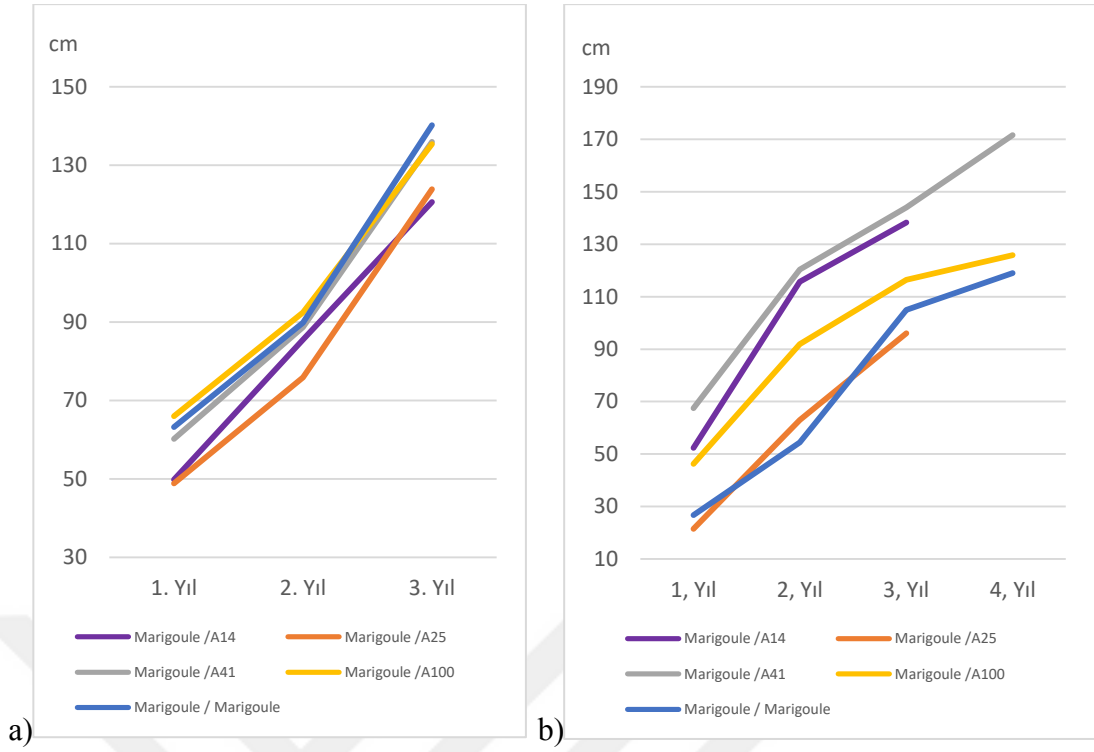
Şekil 4.54. A25 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşı sürgünü boyu (cm)

A100'ün kalem olarak kullanıldığı kombinasyonlar incelendiği zaman generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar A100/A14, A100/A25, A100/A41 ve A100/Marigoule kombinasyonlarında 3. yıl sonu fidan boyu A100/A100 kombinasyonuna kıyasla daha kısa olmuştur. En uzun fidan boyu A100/A100 kombinasyonundan elde edilmiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar ise A100/A41 ve A100/Marigoule kombinasyonlarının aşı sürgünü boyları A100/A100 kombinasyonuna göre daha kısa olmuştur. A100/A14 ve A100/A25 kombinasyonlarında ise aşı sürgünü boyları A100/A100 kombinasyonuna kıyasla daha uzun olmuştur (Şekil 4.55). Zayıf gelişme karakterine sahip olduğu düşünülen A25 anacı generatif aşılar üzerinde en kısa fidan boyunu verirken, klon bitkiler üzerine yapılan aşılar bu durum gözlenmemiştir. Ayrıca her ne kadar A100/A14 kombinasyonunda uzun boylu aşı sürgünleri elde edilmiş olsada yaşama oranlarında negatif bir eğilim olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.55. A100 genotipinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşı sürgünü boyu (cm)

‘Marigoule’ çeşidinin kalem olarak kullanıldığı kombinasyonlar incelendiği zaman generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda Marigoule/A14, Marigoule/A25, Marigoule/A41 ve Marigoule/A100 kombinasyonlarında 3. yıl sonu fidan boyu Marigoule/Marigoule kombinasyonuna kıyasla daha kısa olmuştur. En uzun boylu fidanlar Marigoule/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise Marigoule/A41 ve Marigoule/A100 kombinasyonlarının aşı sürgünü boyları Marigoule/Marigoule kombinasyonuna göre daha uzun olmuştur (Şekil 4.56). Marigoule/A14 ve Marigoule/A25 kombinasyonlarında ise uyumsuzluk tepkisi resiprokal kombinasyonlarına göre daha az olmakla beraber 4. yıl sonunda yaşayan aşı bulunamamıştır. ‘Marigoule’ çeşidinin A41 klonu üzerindeki gelişimi, diğer genotiplere kıyasla dikkat çekici bulunmuştur. Marigoule/A41 kombinasyonunda her ne kadar 2014 yılında generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda uyumsuzluk belirtileri gözlenmiş olsa da klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda yaşama oranı yüksek olmuştur. Ayrıca klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda en uzun aşı sürgünleri yine bu kombinasyondan elde edilmiştir.



Şekil 4.56. Marigoule çeşidinin kalem olduğu kombinasyonlarda a) generatif anaçlar üzerindeki fidan boyu b) klon bitkiler üzerindeki aşı sürgünü boyu (cm)

Çalışmada fidan boyları yıllara ve kombinasyonlara göre farklılık göstermiştir. Bu durum fidan boyunun ekolojik koşullardan da etkilendiğini ve tek başına güvenilir bir uyumsuzluk belirtici olmadığını göstermektedir. Çalışmada generatif anaçlar üzerine yapılan aşılarda bazı uyumsuz kombinasyonlarda 1. yıl sonunda kısa boylu fidanlar elde edilmişken ilerleyen yıllarda fidan boylarındaki artış miktarı çok fazla olmuştur. Bu durum generatif anaçların açılım göstermesi ve genetik yapının birbirinden farklı olmasına bağlı olarak uyuşma oranındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Bu kombinasyonlarda uyumsuzluk görülen fidanlar kuruduktan sonra uyuşur ya da kısmen uyuşur fidanlar yaşamaya devam etmiştir ve 3. yıl sonunda uyumsuz kombinasyonlarda dahi uzun boylu fidanlar elde edilmiştir (Marigoule/A14 ve Marigoule/A25). Bu durumda fidan boyunun yanı sıra aşı başarısı ve yaşama oranına da dikkat edilmelidir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşılarda ise uyumsuzluğun şiddetli görüldüğü kombinasyonlarda ilk yıllarda çok kısa aşı sürgünleri görülmüş ve gelişim yavaş olmuştur. Bu sürgünlerin bazıları hızla çiçek açmış ve ilerleyen yıllarda bu aşılar kurumuştur.

4.4. Anaç Çapı, Aşı Bölgesi Çapı ve Kalem Çapı ile İlgili Değerlendirmeler

4.4.1. Anaç faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda 1. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 8.16-10.2 mm, aşı bölgesi çapı 9.92-11.3 mm ve kalem çapı 5.40-6.08 mm arasında değişmiştir. Anaç genotipleri anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. En kalın anaç çapı ‘Marigoule’ anacı üzerine aşıli genotiplerden elde edilirken, en ince anaç çapı A25 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı ise en kalın ‘Marigoule’ ve A41 genotipinden, en ince anaç çapı ise A25 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler A41 ve A100 genotiplerine ait anaçlar üzerine aşıli genotiplerden elde edilirken, en ince kalemler A25 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

2. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 13.4-14.7 mm, aşı bölgesi çapı 15.9-18.7 mm ve kalem çapı 9.99-11.6 mm arasında değişmiştir. Anaç genotipleri anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Anaç çapı en kalın A41 ve ‘Marigoule’ anacı üzerine aşıli genotiplerden elde edilirken, en ince anaç çapı A25 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı ise en kalın A14 genotipinden, en ince A25 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler A100, A14 ve A41 genotiplerine ait anaçlar üzerine aşıli genotipleriden elde edilirken, en ince kalemler A25 ve ‘Marigoule’ anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

3. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 16.0-18.1 mm, aşı bölgesi çapı 20.8-22.0 mm ve kalem çapı 18.2-19.2 mm arasında değişmiştir. Anaç genotipleri anaç çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. İstatistiksel olarak, en ince anaç çapı A14 anacı üzerine aşıl原因 genotiplerden elde edilmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, anaç genotipine göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Anaç Genotipleri	Anaç Çapı			Aşı Bölgesi Çapı			Kalem Çapı		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
A14	8.99 b*	14.2 ab	16.0 b	10.6 b	18.7 a	20.8	5.80 ab	11.3 a	18.2
A25	8.16 d	13.4 c	17.3 a	9.92 c	15.9 d	21.4	5.40 c	10.1 b	18.2
A41	8.92 b	14.7 a	17.4 a	11.3 a	18.3 ab	21.7	6.07 a	11.0 a	19.2
A100	8.60 c	13.8 bc	18.1 a	10.7 b	17.0 c	22.0	6.08 a	11.6 a	18.8
Marigoule	10.2 a	14.6 a	17.2 a	11.3 a	17.6 bc	21.7	5.64 bc	9.99 b	18.4
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	ÖD	<0.01	<0.01	ÖD

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

ÖD: Önemli değil

Klonal bitkilere yapılan aşılarda 1. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 9.75-11.0 mm, aşı bölgesi çapı 10.5-13.5 mm ve kalem çapı 3.69-6.74 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı A100 genotipinden, en ince anaç çapı ise ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı A14 genotipinde, en ince aşı bölgesi çapı ise ‘Marigoule’ çeşidinde ölçülmüştür. En kalın kalem çapı ise A14 genotipinden elde edilirken, en ince kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

2. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 10.9-14.7 mm, aşı bölgesi çapı 11.7-17.6 mm ve kalem çapı 5.29-11.6 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı A25 genotipinden, en ince anaç çapı ise ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı A14 genotipinde, en ince aşı bölgesi çapı ise ‘Marigoule’ çeşidinde ölçülmüştür. En kalın kalem çapı A14 genotipinden elde edilirken, en ince kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

3. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 15.3-17.7 mm, aşı bölgesi çapı 16.6-21.0 mm ve kalem çapı 11.4-16.1 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı, aşı bölgesi çapı ve kalem çapı A14 genotipinden, en ince anaç çapı, aşı bölgesi çapı ve kalem çapı değerleri ise ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir. (Çizelge 4.22).

4. yıl sonunda anaçlar yönünden anaç çapı 17.2-19.9 mm, aşı bölgesi çapı 18.7-22.3 mm ve kalem çapı 13.7-17.2 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı A41 genotipinden, en ince anaç çapı ise A14 genotipinden elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı A41 genotipinde, en ince aşı bölgesi çapı ise ‘Marigoule’

çeşidinde ölçülmüştür. En kalın kalem çapı A41 genotipinden elde edilirken, en ince kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Klon bitkilere yapılan aşılarda, anaç genotipine göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Anaç Genotipleri	Anaç Çapı				Aşı Bölgesi Çapı				Kalem Çapı			
	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl
A14	10.8	14.6	17.7	17.2	13.5	17.6	21.0	19.2	6.74	11.6	16.1	14.8
A25	10.7	14.7	16.3	18.5	12.2	17.0	20.0	20.5	6.02	10.0	13.1	15.3
A41	10.8	13.6	16.7	19.9	12.7	15.8	18.9	22.3	6.70	10.7	13.6	17.2
A100	11.0	13.5	15.9	17.5	12.3	15.5	18.0	19.7	6.38	10.3	13.3	15.0
Marigoule	9.75	10.9	15.3	17.7	10.5	11.7	16.6	18.7	3.69	5.29	11.4	13.7

4.4.2. Kalem faktörü bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda 1. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 8.66-9.26 mm, aşı bölgesi çapı 9.92-11.2 mm ve kalem çapı 5.33-6.39 mm arasında değişmiştir. Kalem genotipleri anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Anaç çapı en kalın A14 genotipinden elde edilirken, en ince anaç çapı A100 genotipinden elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı ise en kalın A14 ve A25 genotipleri ile ‘Marigoule’ çeşidinden, en ince aşı bölgesi çapı ise A100 genotipinden elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler ‘Marigoule’ genotipinden elde edilirken, en ince kalemler A25 ve A100 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

2. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 13.8-14.4 mm, aşı bölgesi çapı 16.9-18.3 mm ve kalem çapı 10.3-11.9 mm arasında değişmiştir. Kalem genotipleri aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Aşı bölgesi çapı en kalın ‘Marigoule’ çeşidinden, en ince A100 genotipinden elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilirken, en ince kalemler A14, A100 ve A25 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

3. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 16.2-17.9 mm, aşı bölgesi çapı 20.8-22.5 mm ve kalem çapı 17.3-19.7 mm arasında değişmiştir. Kalem genotipleri anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Anaç çapı en kalın ‘Marigoule’ çeşidi ve A25 genotipinden elde edilirken, en ince anaç çapı A100 genotipinden elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı en

kalın ‘Marigoule’ çeşidi ile A25 genotipinden, en ince ise A100 ve A14 genotiplerinden elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler A100 genotipi ile ‘Marigoule’ çeşidinden elde edilirken, en ince kalemler A25 ve A14 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. 2014 yılında aşılanan generatif anaçlarda, kalem genotipine göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Anaç Genotipleri	Anaç Çapı			Aşı Bölgesi Çapı			Kalem Çapı		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
A14	9.26 a*	13.8	17.0 b	11.2 a	17.6 ab	20.8 b	5.98 b	10.5 b	17.3 b
A25	9.11 ab	14.2	17.8 a	11.0 a	17.3 bc	22.0 a	5.52 c	10.3 b	17.9 b
A100	8.66 c	14.2	16.2 c	9.92 b	16.9 c	20.9 b	5.33 c	10.5 b	19.7 a
Marigoule	8.91 bc	14.4	17.9 a	10.9 a	18.3 a	22.5 a	6.39 a	11.9 a	19.3 a
P	<0.01	ÖD	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

*Aynı sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

ÖD: Önemli değil

Klonal bitkilere yapılan aşılarda 1. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 9.77-10.9 mm, aşı bölgesi çapı 11.7-13.0 mm ve kalem çapı 5.37-6.24 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı A14 ve A100 genotiplerinden, en ince anaç çapı ise A41 genotipinden elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı ‘Marigoule’ çeşidinde, en ince aşı bölgesi çapı ise A25 genotipinde ölçülmüştür. En kalın kalem çapı ise A100 genotipinden elde edilirken, en ince kalem çapı A25 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

2. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 12.3-14.8 mm, aşı bölgesi çapı 13.8-18.3 mm ve kalem çapı 7.93-11.0 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden, en ince anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ise A25 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

3. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 14.8-17.9 mm, aşı bölgesi çapı 16.7-23.0 mm ve kalem çapı 11.8-16.2 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden, en ince anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ise A25 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

4. yıl sonunda kalemler yönünden anaç çapı 16.5-21.2 mm, aşı bölgesi çapı 18.6-23.9 mm ve kalem çapı 13.7-18.7 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın

anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ‘Marigoule’ çeşidinden, en ince anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ise A25 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Klon bitkilere yapılan aşılarda, kalem genotipine göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Anaç Genotipleri	Anaç Çapı				Aşı Bölgesi Çapı				Kalem Çapı			
	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl
A14	10.9	13.2	16.3	18.5	12.1	14.7	18.6	20.8	6.03	8.96	13.3	15.6
A25	10.3	12.3	14.8	16.5	11.7	13.8	16.7	18.6	5.37	7.93	11.8	13.7
A41	9.77	12.4	16.1	17.3	12.2	15.2	17.5	20.0	6.03	10.8	12.7	15.1
A100	10.9	13.9	16.7	18.2	12.2	15.4	18.2	19.5	6.24	10.3	13.2	15.1
Marigoule	10.7	14.8	17.9	21.2	13.0	18.3	23.0	23.9	6.10	11.0	16.2	18.7

4.4.3. Kalem x anaç interaksiyonları (kombinasyonlar) bakımından yapılan değerlendirmeler

Çalışmada 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşılarda 1. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 7.90-10.9 mm, aşı bölgesi çapı 9.59-12.9 mm ve kalem çapı 4.29-6.84 mm arasında değişmiştir. Kombinasyonlar anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Anaç çapı en kalın A14/Marigoule kombinasyonundan elde edilirken, en ince anaç çapı A25/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı ise en kalın A14/A41 kombinasyonundan, en ince aşı bölgesi çapı ise A25/A25 ve A100/Marigoule kombinasyonlarından elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler Marigoule/A100 ve A14/A41 kombinasyonlarından elde edilirken, en ince kalemler A100/Marigoule ve A25/A25 kombinasyonlarından elde edilmiştir (Çizelge 4.25).

2. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 12.5-15.3 mm, aşı bölgesi çapı 14.8-19.8 mm ve kalem çapı 8.56-13.1 mm arasında değişmiştir. Kombinasyonlar anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Aşı bölgesi çapı en kalın A100/A41 ve Marigoule/A14 kombinasyonlarından (sırasıyla 15.3 ve 15.2 mm), en ince aşı bölgesi çapı ise A25/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı en kalın 19.8 mm ile A14/Marigoule ve 19.6 mm ile Marigoule/A14 kombinasyonlarından, en ince aşı bölgesi çapı ise 14.8 mm ile A14/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir. Kalem

apında ise en kalın kalemler Marigoule/A100 kombinasyonundan elde edilirken, en ince kalemler A25/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir (izelge 4.25).

3. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 14.4-19.6 mm, aşı bölgesi çapı 19.6-23.9 mm ve kalem çapı 14.5-21.2 mm arasında değişmiştir. Kombinasyonlar anaç çapı, aşı bölgesi ve kalem çapı bakımından istatistiksel olarak farklılıklar oluşturmuştur. Aşı bölgesi çapı en kalın Marigoule/A25, A14/A100 ve Marigoule/A100 kombinasyonlarından (sırasıyla 19.6, 19.3 ve 19.0 mm), en ince aşı bölgesi çapı ise 14.4 mm ile A14/A14 kombinasyonununundan elde edilmiştir. Aşı bölgesi çapı en kalın 23.9 mm ile A25/Marigoule ve 23.7 mm ile Marigoule/A25 kombinasyonlarından, en ince aşı bölgesi çapı ise A14/A25, A100/A100, A14/A14 ve A100/A14 kombinasyonlarından (sırasıyla 19.6, 19.8, 19.9 ve 20.0 mm) elde edilmiştir. Kalem çapında ise en kalın kalemler A25/A100 kombinasyonundan elde edilirken, en ince kalemler A25/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir (izelge 4.25).

Çizelge 4.25. 2014 yılında aşılana generatif anaçlarda, kombinasyonlara göre 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Anaç Çapı			Aşı Bölgesi Çapı			Kalem Çapı		
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl
A14/A14	8.79 fg*	13.6 a-e	14.4 f	10.5 e-1	18.9 a-c	19.9 d	5.58 cd	10.8 d-h	17.0 ef
A25/A14	9.44 de	14.9 ab	16.6 c-e	10.9 c-g	18.3 a-d	21.5 a-d	5.78 b-d	11.9 a-d	19.2 a-e
A100/A14	8.72 fg	13.2 b-e	15.7 d-f	10.3 f-1	18.1 a-d	20.0 d	5.67 b-d	10.0 f-1	18.1 c-e
Marigoule/A14	9.01 ef	15.2 a	17.2 b-d	10.7 d-h	19.6 a	21.8 a-d	6.26 a-c	12.6 ab	18.5 b-e
A14/A25	8.20 gh	12.7 de	17.2 b-d	10.2 f-1	14.8 h	19.6 d	6.04 a-d	10.2 e-1	14.9 fg
A25/A25	7.90 ı	12.5 e	15.2 ef	9.67 ı	15.6 f-h	20.4 cd	4.29 e	8.56 j	16.8 e-g
A100/A25	8.40 f-h	14.5 a-c	17.1 b-e	9.85 hı	16.4 d-h	22.0 a-d	5.34 d	11.6 b-e	20.9 ab
Marigoule/A25	8.13 gh	13.8 a-e	19.6 a	9.94 g-1	16.9 d-g	23.7 a	5.94 b-d	10.2 e-1	20.1 a-d
A14/A41	9.83 cd	14.7 a-c	18.5 ab	12.9 a	18.0 a-d	21.1 b-d	6.83 a	10.6 d-1	18.8 a-e
A25/A41	9.02 ef	14.9 ab	16.1 d-f	11.1 c-f	18.0 a-d	20.6 cd	5.50 cd	10.6 d-1	17.9 de
A100/A41	8.37 f-h	15.3 a	17.0 b-e	9.94 g-1	17.5 c-e	21.8 a-d	5.60 cd	10.5 d-1	20.4 a-c
Marigoule/A41	8.48 f-h	13.7 a-e	18.1 a-c	11.3 c-e	19.5 ab	23.4 ab	6.34 a-c	12.4 a-c	19.6 a-d
A14/A100	8.59 fg	13.7 a-e	19.3 a	10.9 c-f	16.7 d-g	21.8 a-d	5.82 b-d	11.0 c-h	16.8 e-g
A25/A100	8.77 fg	13.9 a-e	18.5 ab	11.0 c-f	16.6 d-g	23.5 ab	6.10 a-d	11.4 b-f	21.2 a
A100/A100	8.28 gh	13.0 c-e	15.6 d-f	9.90 hı	15.1 gh	19.8 d	5.58 cd	10.8 d-h	18.1 c-e
Marigoule/A100	8.77 fg	14.7 a-c	19.0 a	11.0 c-f	19.4 ab	22.8 a-c	6.84 a	13.1 a	19.3 a-e
A14/Marigoule	10.9 a	14.2 a-e	15.5 d-f	11.6 b-d	19.8 a	21.5 a-d	5.62 cd	9.71 h-j	19.1 a-e
A25/Marigoule	10.4 ab	14.1 a-e	15.5 d-f	12.2 ab	17.7 c-e	23.9 a	5.93 b-d	9.22 ij	14.5 g
A100/Marigoule	9.52 de	15.0 ab	15.4 d-f	9.59 ı	17.2 c-f	20.8 cd	4.45 e	9.82 g-j	20.8 ab
Marigoule/Marigoule	10.1 b	14.3 a-d	15.7 d-f	11.7 bc	15.8 e-g	20.8 cd	6.56 ab	11.2 b-g	19.0 a-e
P	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

*Aynı sutunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur.

Klonal bitkilere yapılan aşılarda 1. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 8.77-12.0 mm, aşı bölgesi çapı 9.77-16.7 mm ve kalem çapı 2.18-8.24 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı A14/A25 kombinasyonundan, en ince anaç çapı ise Marigoule/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı Marigoule/A14 kombinasyonundan, en ince aşı bölgesi çapı ise A25/Marigoule kombinasyonundan ölçülmüştür. En kalın kalem çapı ise Marigoule/A41 kombinasyonundan elde edilirken en ince kalem çapı A25/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

2. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 9.82-16.7 mm, aşı bölgesi çapı 9.82-22.0 mm ve kalem çapı 2.71-14.3 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç çapı Marigoule/A41 kombinasyonundan, en ince anaç çapı ise A25/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir. En kalın aşı bölgesi çapı Marigoule/A14 kombinasyonundan, en ince aşı bölgesi çapı ise A25/Marigoule kombinasyonundan ölçülmüştür. En kalın kalem çapı ise Marigoule/A41 kombinasyonundan elde edilirken, en ince kalem çapı A25/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

3. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 12.9-22,0 mm, aşı bölgesi çapı 14.6-29.8 mm ve kalem çapı 10.2-22.9 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı Marigoule/A14 kombinasyonundan, en ince anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ise A25/A25 kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.26).

4. yıl sonunda kombinasyonlar yönünden anaç çapı 15.4-25.2 mm, aşı bölgesi çapı 16.6-28.7 mm ve kalem çapı 12.1-23.1 mm arasında değişmiştir. Sayısal olarak en kalın anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı Marigoule/A41 kombinasyonundan, en ince anaç çapı A25/A25 kombinasyonundan, en ince aşı bölgesi ve kalem çapı ise A100/Marigoule kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 4.26)

Çizelge 4.26. Klon bitkilere yapılan aşılarda, kombinasyonlara göre 1. 2. 3. ve 4. yıl sonunda anaç, kalem ve aşı bölgesi çapları (mm)

Kalem/Anaç Kombinasyonu	Anaç Çapı				Aşı Bölgesi Çapı				Kalem Çapı			
	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	4.Yıl	1.Yıl	2. Yıl	3.Yıl	4.Yıl
A14/A14	10.1	12.7	14.5	16.1	11.8	14.3	16.5	18.7	6.02	8.80	12.3	13.1
A25/A14	10.8	14.6	16.6	17.1	12.8	16.9	18.6	19.4	6.82	10.6	14.1	15.1
A100/A14	10.9	15.5	17.8	18.2	12.7	17.2	19.2	19.4	6.72	12.9	15.0	16.1
Marigoule/A14	11.6	15.8	22.0	-	16.7	22.0	29.8	-	7.39	14.2	22.9	-
A14/A25	12.0	16.3	17.9	18.9	13.6	17.8	20.2	21.4	7.58	12.4	14.0	16.1
A25/A25	10.3	11.6	12.9	15.4	11.3	13.3	14.6	17.9	5.46	8.47	10.2	12.6
A100/A25	11.9	15.6	19.0	21.2	13.6	17.3	20.2	22.2	7.41	11.6	15.3	17.3
Marigoule/A25	8.77	15.4	15.5	-	10.5	19.6	25.0	-	3.62	7.61	12.8	-
A14/A41	11.7	13.8	18.4	22.9	13.2	16.1	21.2	24.8	7.05	10.2	15.2	20.1
A25/A41	10.3	11.9	14.3	16.0	12.0	13.5	15.6	17.7	6.07	8.41	10.6	13.0
A41/A41	9.77	12.4	16.1	17.3	12.2	15.2	17.5	20.0	6.03	10.8	12.7	15.1
A100/A41	10.6	13.1	15.2	18.3	11.9	14.6	17.3	20.1	6.14	9.68	11.1	14.6
Marigoule/A41	11.8	16.7	19.8	25.2	14.3	19.7	23.0	28.7	8.24	14.3	18.4	23.1
A14/A100	10.2	12.8	14.4	16.2	11.4	14.4	16.3	18.1	5.93	9.42	11.8	13.1
A25/A100	11.3	13.6	15.7	17.4	12.4	15.3	18.0	19.1	6.33	9.48	12.4	14.2
A100/A100	11.4	13.9	16.8	17.5	12.6	15.5	18.0	19.2	6.63	10.6	13.8	15.2
Marigoule/A100	11.0	13.8	16.8	18.9	12.5	16.6	19.9	22.3	6.61	11.6	15.2	17.6
A14/Marigoule	10.4	10.3	-	-	10.6	10.8	-	-	3.58	4.04	-	-
A25/Marigoule	9.10	9.82	-	-	9.77	9.82	-	-	2.18	2.71	-	-
A100/Marigoule	9.51	11.3	14.9	15.8	10.3	12.3	16.1	16.6	4.32	6.86	10.9	12.1
Marigoule/Marigoule	10.0	12.3	15.7	19.5	11.1	13.6	17.0	20.7	4.66	7.55	11.8	15.4

4.4.3.1. Kombinasyonlarda anaç çapı, aşı bölgesi çapı ve kalem çapı ile ilgili genel değerlendirmeler

Uyuşmazlığın yoğun olarak gözleendiği Marigoule/A14 kombinasyonunda hem 2014 yılı aşılarında hem de klonal bitkilere yapılmış aşılarında 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı anaç faktörü ortalamlarının üzerinde bulunmuştur. Özellikle bu durum klonal bitkiler üzerine yapılan aşılarında daha belirgin gözlenmiştir.

Marigoule/A25 kombinasyonunda 2014 yılı aşılarında 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı değerleri anaç ortalamasına göre yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Özellikle 3. yıl sonunda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Bu durum uyumsuzluk gösteren fidanlar öldükten sonra yaşıyan fidanlarda problem gözlenmemesinden kaynaklanmaktadır. Ancak daha önce belirtildiği gibi bu kombinasyona ait yaşama oranı oldukça düşüktür. Klonal bitkilerde ise anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı değerleri yıllara göre farklılıklar göstermiştir ancak aşı bölgesi çapı anaç ortalamlarının üzerinde, kalem çapı ise anaç ortalamasının altında bulunmuştur.

A14/Marigoule kombinasyonunda benzer şekilde 2014 yılı aşılarında 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı değerleri anaç ortalamasına göre yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Klonal bitkilerde ise aşı bölgesinde şişkinlik görülmemesine rağmen kısa boylu ve ince çaplı sürgünler elde edilmiştir. Bu kombinasyona ait klonal bitkiler üzerine yapılan aşıların hepsi 2. yıl sonunda kurumuştur.

A25/Marigoule kombinasyonu uyumsuzlığın en şiddetli görüldüğü kombinasyondur. Bu kombinasyonda da A14/Marigoule kombinasyonunda olduğu gibi 2014 yılı aşılarında 1. 2. ve 3. yıl sonunda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı değerleri anaç ortalamasına göre yıllara göre farklılıklar göstermiştir. Klonal bitkiler üzerinde ise anaç ve aşı bölgesi çapı arasında önemli bir farklılık gözlenmemiş ancak kalem çapı kombinasyonlar içerisinde en düşük değeri vermiştir. Bu kombinasyonda klonal bitkiler üzerine yapılan aşılarında 2. yıl sonunda tüm aşılar kuruduğu için 3. ve 4. yıl sonunda ölçüm yapılamamıştır.

Çalışmamızda Marigoule/A14, Marigoule/A25, Marigoule/A41, Marigoule/A100, A14/Marigoule, A25/Marigoule ve A100/Marigoule kombinasyonlarında aşı bölgelerinde şişkinlik gözlenmiştir. Serdar vd (2010) uyumsuzluğun yoğun olarak görüldüğü bazı kombinasyonlarda aşı bölgelerinde şişkinlik olabileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte aşı bölgesinde görülen şişkinlik uyumsuzluk belirtilerinden sadece bir tanesidir. Ayrıca her şişkinlik uyumsuzluk belirtisi de olmayabilir (Hartmann vd, 2014). Nitekim çalışmamızda bazı kombinasyonlarda aşı bölgesinde herhangi bir anormallik görülmemesine rağmen farklı uyumsuzluk belirtileri gözlenmiş ya da dışsal hiçbir belirti gözlenmeden aşılarda kurumıştır. Oraguzie vd (1998), kestanede bazı aşılarda dışsal hiçbir belirti göstermeden kurduğunu, bu aşılarda incelendiği zaman aşı bölgelerinde fiziksel bir ayrım tabakası olduğunu belirtmişlerdir. Ancak aynı çalışmada uyumsuzluğun yoğun olarak görüldüğü bazı kombinasyonlarda da kalem çapı ile anaç çapı arasında büyük farklılıklar tespit edilmiştir. Ishibashi vd (1983) uyumsuz kombinasyonlarda aşı bölgesi çapının anaç ve kalem çapından çok farklı olduğunu Huang vd (1994) ise uyumsuz Kiansheng/AU-17 kombinasyonunda anaç ile kalemin büyüme kuvvetleri arasında farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da benzer şekilde klonal bitkilerde yapılan aşılarda, uyumsuzluğun şiddetli görüldüğü Marigoule/A25, A14/Marigoule ve A25/Marigoule kombinasyonlarında anaç çapı ile kalem çapı arasında büyük farklılıklar tespit edilmiştir.

4.5. Hibrit Çeşit ve Genotiplerin Doku Kültürü ile Çoğaltımı ile İlgili Değerlendirmeler

4.5.1. Michigan State Üniversitesi'nde yürütülen çalışma ile ilgili değerlendirmeler

ABD'de yürütülen çalışmada farklı eksplant kaynaklarının bazı hibrit kestane genotiplerinin doku kültüründe çoğaltılabilirlikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada eksplant kaynağı olarak seri (cascade) aşılama, epikormik sürgünler, yaz ortası aşılı, genç fidanlar ve yaşlı ağaçlardan elde edilen sürgünler kullanılmıştır.

4.5.1.1. Seri (cascade) aşılama sonu elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler

Haziran ayında başlangıç aşamasına ‘Marigoule’, ‘Marsol’, ‘Maraval’ çeşitlerinden 20 ekplant, ‘Precoce Miguole’ çeşidinden ise 10 ekplant alınmıştır.

Temmuz ayında ‘Marigoule’ çeşidinden 15, ‘Marsol’ çeşidinden 20, ‘Maraval’ çeşitlerinden 35, ‘Precoce Miguole’ çeşidinden 5 ekplant çoğaltma aşamasına; ‘Marigoule’ çeşidinden 16, ‘Marsol’ çeşidinden 16, ‘Maraval’ çeşitlerinden 50, ‘Precoce Miguole’ çeşidinden 6 ekplant ise sürgün aşamasına alınmıştır.

Ağustos ayında ‘Marigoule’ ve ‘Marsol’ çeşitlerine ait ekplantlarda kontaminasyon gözlenmiştir. Bu ay çoğaltma aşamasında ‘Marigoule’ çeşidinden 5, ‘Marsol’ çeşidinden 5, ‘Maraval’ çeşitlerinden 35, ‘Precoce Miguole’ çeşidinden 0 ekplant; sürgün aşamasında ise ‘Marigoule’ çeşidinden 6, ‘Marsol’ çeşidinden 4, ‘Maraval’ çeşitlerinden 14, ‘Precoce Miguole’ çeşidinden 2 ekplant kalmıştır.

Eylül ayında çift distile saf su cihazında önemli bir problem ile karşılaşmıştır. Bu problem sonucunda kullanılan çift distile saf suyun pH’sı 8.5’in üzerine çıkmıştır. Bu su ile hazırlanmış ortamın pH’ ısı otoklav ile sterilizasyondan önce düzgün bir şekilde ayarlanmış olsa bile otoklavdan sonra pH’da ani değişimler gözlenmiştir. Çalışmamızın her aşamasında kullanılan tüm ortamlarda pH’nın 5.5 ile 5.7 arasında olması istenmiştir. Ancak otoklav sonrası pH’ ın oldukça yükselmesiyle beraber ekplantlarda ani yanmalar gözlenmiştir (Şekil 4.57). Bu problem filtrenin ve su kaynağının değiştirilmesiyle ortadan kalmış ancak çok sayıda ekplantın ölmesiyle sonuçlanmıştır. Bu aşamada ‘Marsol’ ve ‘Precoce Miguole’ çeşitlerine ait tüm aşamalarındaki ekplantlar, ‘Marigoule’ ve ‘Maraval’ çeşitlerinin ise köklenme aşamasındaki ekplantları zarar görmüştür. Çoğaltma ve sürgün aşamasındaki ‘Marigoule’ ve ‘Maraval’ çeşitlerine ait ekplantların diğer çeşitlere kıyasla pH değişimine daha dayanıklı olabileceği gözlenmiştir.



Şekil 4.57. Yüksek pH sonucu zarar görmüş eksplantın görünümü

Ekim ayında ‘Marigoule’ çeşidinden çoğaltma ve sürgün aşamasında 5’er eksplant kalmıştır. ‘Maraval’ çeşidinde ise çoğaltma aşamasında 10, sürgün aşamasında ise 6 eksplant kalmıştır.

Aralık sonu itibariyle çoğaltma aşamasında ‘Marigoule’ çeşidinden 22, ‘Maraval’ çeşidinden ise 48 eksplant, sürgün aşamasında ise ‘Marigoule’ çeşidinden 3, ‘Maraval’ çeşidinden ise 6 eksplant ile denemeye devam edilmiştir. Köklendirme aşamasında ise ‘Marigoule’ çeşidinden 4, ‘Maraval’ çeşidinden ise 8 eksplant yer almıştır. Sonuç olarak Aralık sonu itibariyle ‘Marigoule’ çeşidinden 3, ‘Maraval’ çeşidinden ise 5 eksplant başarıyla köklendirilmiş ve alıştırma aşamasına alınmıştır (Çizelge 4.27; Şekil 4.58).

Çizelge 4.27. Seri (cascade) aşılama sonucu elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

		Çoğaltma Aşaması						Sürgün Aşaması						Köklendirme Aşaması					
Çeşit	Hazır	Aylar																	
		T	A	Ey	Ek	K	A	T	A	Ey	Ek	K	A	T	A	Ey	Ek	K	A
Marigoule	20	15	5	5	5	5	22	16	6	-	5	6	3	-	-	1	-	-	4
Marsol	20	20	5	5	-	-	-	16	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maraval	20	35	35	35	10	19	48	50	14	-	6	9	6	-	-	4	2	-	8
P.Miguole	20	5	-	-	-	-	-	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 4.58. ‘Marigoule’ çeşidine ait ekplantta, köklenme aşamasın oluşan kökün görüntüsü

4.5.1.2. Epikormik sürgünlerden elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler

Epikormik sürgünlerden 271 adet eksplant hazırlık ortamına aktarılmıştır. Temmuz ayı sonunda ise 271 adet eksplanttan sadece 86 tanesi çoğaltma ortamına aktarılabilmiştir. Epikormik sürgünlerden elde edilen bu eksplantlarda yoğun bir tanen akışı gözlenmiş ve Ağustos ayı sonunda çoğaltma aşamasında sadece 19 eksplant yaşamını sürdürebilmiştir (Şekil 4.59). Yoğun tanen akışı epikormik sürgünlerin elde edildiği ağaçların yeterince genç karakterli olmamasından kaynaklanmış olabilir. Eylül ayında meydana gelen pH problemi yüzünden ise geriye kalan diğer eksplantlar da kaybedilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Epikormik sürgünlerden elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

Çeşit	Hazırlık	Çoğaltma Aşaması					
		Aylar					
		Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Marigoule	271	86	19	19	-	-	-



Şekil 4.59. Epikormik sürgünlerden hazırlanmış ekplantlarda görülen yoğun tanen akışı

4.5.1.3. Yaz ortası aşılardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler

Yaz ortası aşılardan hazırlık aşamasına ‘Marigoule’ çeşidinden 58, ‘Collasol’ çeşidinden ise 41 adet eksplant alınabilmektedir. Ağustos sonunda ‘Marigoule’ çeşidinden 32, ‘Colossal’ çeşidinden ise 20 eksplant çoğaltma aşamasına aktarılmıştır (Çizelge 4.29). Ancak Eylül ayında meydana gelen sudaki pH dengesizliği yüzünden tüm bitkiler kaybedilmiştir.

Çizelge 4.29. Yaz ortası aşılardan elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

Çeşit	Hazırlık	Çoğaltma Aşaması					
		Aylar					
		Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Marigoule	58	32	10	10	-	-	-
Colossal	41	20	8	8	-	-	-

4.5.1.4. Genç fidanlardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler

Genç fidanlardan elde edilen sürgünlerden ‘Marigoule’ çeşidinden 20, ‘Precoce Migoule’ çeşidinden 28 ve ‘Colossal’ çeşidinden 19 tanesi hazırlık aşamasına alınmış; ancak her çeşitten 16 tane eksplant çoğaltma ortamına aktarılabilmektedir (Çizelge 4.30). Bu yöntem ile elde edilen eksplantların hepsi kontaminasyon ve yoğun tanen akışından

dolayı kaybedilmiştir. Aşılamada kullanılan aşı kalemi olgun karakterli bir ağaçtan alındığı için tek bir aşılamamanın olgunluğu azalmadığı, buna bağlı olarak yoğun tanen akışının gözlemlendiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.30. Genç fidanlardan elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

Çeşit	Hazırlık	Çoğaltma Aşaması					
		Aylar					
		Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Marigoule	20	16	-	-	-	-	-
P.Migoule	28	16	-	-	-	-	-
Colossal	19	16	-	-	-	-	-

4.5.1.5. Yaşlı ağaçlardan elde edilen sürgünler ile ilgili değerlendirmeler

Yaşlı ağaçlardan elde edilen sürgünlerden ‘Marigoule’ çeşidinden 22, ‘Maraval’ çeşidinden 17 ve ‘Colossal’ çeşidinden 15 tanesi hazırlık aşamasına alınmıştır. Ağustos başında çoğaltma aşamasına ise ‘Marigoule’ çeşidinden 13, ‘Maraval’ çeşidinden 9 ve ‘Colossal’ çeşidinden 7 tanesi alınmıştır. Ancak Ağustos ayı içerisinde gözlenen yoğun tanen akışına bağlı olarak tüm ekplantlar kurumuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Yaşlı ağaçlardan elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

Çeşit	Hazırlık	Çoğaltma Aşaması					
		Aylar					
		Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
Marigoule	22	13	-	-	-	-	-
Maraval	17	9	-	-	-	-	-
Colossal	15	7	-	-	-	-	-

4.5.2. Türkiye’de yürütülen çalışma ile ilgili değerlendirmeler

Temmuz ayında başlangıç aşamasına, A14, A25, A41, A100 ve ‘Marigoule’ çeşit ve genotiplerinden 21 ekplant alınmıştır.

Temmuz ayı sonunda çoğaltma aşamasında A14 genotipinden 9, A25 genotipinden 21, A41 genotipinden 19, A100 genotipinden 20 ve ‘Marigoule’

çeşidinden 15 eksplant kalmıştır. Bu aşamada A14 genotipi ile ‘Marigoule’ çeşidine ait eksplantlarda kontaminasyon ve yoğun bir tanen akışı gözlenmiştir.

Ağustos ayında çoğaltma aşamasında A14 genotipinden 3, A25 genotipinden 21, A41 genotipinden 10, A100 genotipinden 17 ve ‘Marigoule’ çeşidinden 5 eksplant kalmıştır. Ağustos ayı ortasında eksplantlardan bazıları sürgün aşamasına aktarılacak boyuta ulaşmışlardır. A25 ve A100 genotiplerinde bu boyuta ulaşmış olan eksplantlar sürgün aşamasına aktarılmış, geriye kalan kısımları ise tekrar çoğaltma aşamasında yeni bir ortama aktarılmıştır.

Eylül ayında ‘Marigoule’ çeşidine ait yaşayan hiçbir eksplant kalmamıştır. Eksplantların hepsi yoğun tanen akışına bağlı olarak kurumuşlardır. Çoğaltma aşamasında A14 genotipinden 2, A25 genotipinden 28, A41 genotipinden 5 ve A100 genotipinden 13 eksplant, sürgün aşamasında ise A25 genotipinden 18 ve A100 genotipinden 12 eksplant kalmıştır.

Ekim ayında sadece A25 ve A100 genotipine ait eksplantlar kalmıştır. Çoğaltma aşamasında A25 genotipinden 13 ve A100 genotipinden 11 eksplant, sürgün aşamasında ise A25 genotipinden 9 ve A100 genotipinden 7 eksplant kalmıştır. Bu aşamada tüm eksplantlardan yoğun bir tanen akışı gözlenmeye başlanmıştır. Kasım sonu itibariyle hiçbir genotip ve çeşitten doku kültüründe yaşayan eksplant kalmamıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Hibrit kestane genotiplerinde epikormik sürgünlerden elde edilen eksplantlarla ilgili değerlendirmeler (adet)

		Çoğaltma Aşaması					Sürgün Aşaması				
Çeşit	Hazırlık	Aylar									
		Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas
A14	21	9	3	2	-	-	-	-	-	-	-
A25	21	21	21	28	13	-	-	-	18	9	-
A41	21	19	10	5	-	-	-	-	-	-	-
A100	21	20	17	13	11	-	-	-	12	7	-
Marigoule	21	15	5	-	-	-	-	-	-	-	-

4.5.3. Hibrit çeşit ve genotiplerin doku kültürü ile çoğaltımı ile ilgili genel Değerlendirmeler

Eksplant kaynakları içerisinde, seri (cascade) aşılama, epikormik sürgünler ve yaz ortası aşılması umut verici yöntemler olarak belirlenmiştir. Bu yöntemler içerisinde seri aşılama en umutvar yöntem olarak bulunmuştur. Bu yöntem ile daha fazla eksplant doku kültürünün farklı aşamalarına aktarılabilmiş ve köklenme sadece bu eksplant kaynağından elde edilen sürgünlerde gözlenmiştir. Epikormik sürgünlerde tanen akışının fazla olmasına rağmen sağlıklı eksplantlar elde edilebilmiştir. Ancak bu yöntem pH probleminden etkilenmiş ve ileriki aşamaları gözlenememiştir. Çalışmada en başarısız sonuç olgun ağaçlardan elde edilen sürgünlerde gözlenmiştir. Olgun ağaçların sürgünlerinde kontaminasyon ve yoğun tanen akışı olmuştur. Bu yöntem ile elde edilen eksplantlar pH problemi ortaya çıkmadan önce kaybedilmiştir. Sudaki pH probleminin ortaya çıkmasından sonra, otoklavla sterilizasyon sonunda en az iki tüpte tekrar pH ölçümü yapılmaya başlanmıştır. Giovannelli ve Giannini (1999) olgun karakterli ağaçlardan alınan sürgünlerden elde edilen eksplantlarda % 0; 4 defa seri aşılama sonrasında elde ettiği sürgünlerden alınan eksplantlarda ise % 65.5 köklenme başarısı elde etmiştir.

ABD’de yürütülen çalışma sonucunda seri aşılama yöntemi en başarılı yöntem olarak bulunmuştur. Ancak bu yöntem olgun karakterli ağaçlarda kontrollü koşullarda seri olarak yeni çöğürlere aşılama üzerine dayanmaktadır. Bu yüzden uzun zaman alan bir yöntemdir. Çalışmamızda zaman sınırlaması olduğu için ve Türkiye’de çoğaltılmak istenilen ağaçların tohumdan yetişmiş ana bitkiler olmasından dolayı Dr. Beatriz Cuenca’nın tavsiyesi doğrultusunda çalışmanın Türkiye’de yürütülen kısımda eksplant kaynağı olarak epikormik sürgünler kullanılmıştır.

Çalışmanın Türkiye’de yürütülen kısmında ana ağaçlarda epikormik sürgünler Temmuz başında doku kültürüne alınabilir duruma gelmiştir. Çalışmada ‘Marigoule’ çeşidine ait eksplantlar diğer genotiplere kıyasla daha erken kurumuştur. Bu durum eksplant kaynağı olarak kullanılan ‘Marigoule’ çeşidinin ağaçlarının diğer genotiplere kıyasla daha olgun karakterli olmasından kaynaklanmış olabilir. Hibrit genotiplerden A14 ve A41 genotiplerinin protokole olan tepkileri çok düşük olmuştur. Bu durum bu genotiplerin diğer hibrit genotiplere kıyasla daha olgun karakterli olmasından

kaynaklanabilir. Soylu ve Ertürk (1999), benzer şekilde sürgün kültüründen elde edilen eksplantlardan başarı elde edememiş ve kestanenin doku kültürü ile çoğaltılmasındaki başarıyı etkileyen en önemli faktörün ekplant alınan bitkinin olgun ya da genç karakterli olması olduğunu belirtmişlerdir. Soylu ve Mert (2009) in bulgularıda çalışmamızla paralellik göstermiştir. Çalışmalarında eksplantlarda kallus oluşumu gözlenmiş ancak köklenme gözlenmemiştir.

A25 ve A100 genotiplerine ait eksplantlar protokole daha iyi tepki vermiş ancak ilerleyen aylarda yoğun tanen akışına bağlı olarak kurumalar ve vitrifikasyon görülmüştür. Çalışmamızda tanen akışının önüne geçebilmek için sürgün ortamına askorbik asit ilavesi yapılmıştır. Bu durum protokoldeki askorbik asit miktarının A25 ve A100 genotipinden olan tanen akışını kesmekte yeterli olmamasından kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmamızda incelenen çeşit ('Marigoule') ve genotipler (A14, A25, A41 ve A100) generatif anaç özellikleri (çimlenme ve çöğür gelişimi) bakımından değerlendirilmiş ve tamamı üstün bulunmuşlardır. Ancak aşı başarısı ve yaşama oranı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda özellikle A25 ve A41 generatif anaçları ile oluşturulan kombinasyonlarda aşı uyuşması daha zayıf olmuştur. Ayrıca generatif anaçlar üzerine yapılan aşılar da bu genotipler üzerinde aşı başarısı yıllara göre geniş bir varyasyon göstermiştir. Bu durum bu genotiplerin ekolojiden ya da kseniden diğer genotiplere göre daha fazla etkilendiğini göstermiştir. Dolayısıyla generatif anaç kullanımının zorunlu olduğu meyve türlerinde anaç seleksiyonunda, anaç adaylarının kseniden etkilene durumlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar da yapılmalıdır.

A14 genotipi çimlenme ve çöğür gelişimi bakımından en yüksek tartılı derecelendirme puanına sahip olmasına rağmen sadece kendi genotipi için uygun bir generatif anaç adayı olarak seçilebilmiştir. Bu genotipte A41'de olduğu kadar net bir sorun gözlenmemiş olsa da floem lif yığınlarının varlığının aşı başarısı üzerindeki etkisi detaylı olarak incelenmelidir. Dolayısıyla A14 genotipinin aşılmasında en uygun aşı yöntemi de belirlenmelidir.

İncelenen genotipler içerisinde aşı başarısı ve yaşama oranı bakımından en iyi anaç adayı A100 genotipi olmuştur. Bu genotip hem kendisi (A100) hem de A14 ve A25 genotipleri ile iyi bir aşı uyuşmasına sahip olarak bu genotipler için generatif anaç adayı olmuştur. Bu kombinasyonlarla bahçe kurularak ileriki yıllardaki performansları da incelenmelidir.

Klon bitkiler üzerine yapılan aşılar da ise A25 genotipinin, kendisi (A25), A14 ve A100 genotipleri için iyi bir klonal anaç adayı olduğu, diğer taraftan A41 genotipinin ise 'Marigoule' çeşidi için iyi bir klonal anaç adayı olduğu saptanmıştır. Ön plana çıkan bu genotiplerin farklı vejetatif yöntemlerle çoğaltılmasına yönelik çalışmalar da yürütülmelidir.

'Marigoule' çeşidi genel olarak kompleks hibritlerle şiddetli aşı uyuşmazlığı göstermiştir. Özellikle Marigoule/A14, Marigoule/A25, A14/Marigoule ve A25/Marigoule kombinasyonları şiddetli aşı uyuşmazlığına sahip olmuştur. Bununla birlikte A100/Marigoule kombinasyonu başarısız bir kombinasyon olduğu halde,

Marigoule/A100 kombinasyonu daha başarılı bir kombinasyon olmuştur. Kestane ara anaç kullanımının aşu uyuşma durumu üzerine etkisi daha detaylı olarak araştırılmalı ve uyuşmazlık tipleri ortaya konulmalıdır.

Çalışmamızda bazı kombinasyonlarda aşu başarısı yüksek olmasına rağmen ilerleyen yıllarda yaşama oranı düşük bulunmuştur. Bu kapsamda aşu uyuşmasında aşu başarısından ziyade yaşama oranı daha büyük önem taşımaktadır. Uyuşmazlığın belirlenmesinde sadece aşu başarısına bakılarak değil, ilerleyen yıllardaki yaşama oranları da dikkate alınarak karar verilmelidir.

Şiddetli aşu uyuşmazlığının gözlemlendiği kombinasyonlarda fidan boyu ve/veya aşu sürgünü çok kısa olmuştur. Ancak generatif anaçlar üzerine yapılan aşıllarda, anaçların genetik açılım göstermesine bağlı olarak uzun boylu fidanlar da elde edilebilmiştir. Klon bitkiler üzerine yapılan aşıllarda ise kısa boylu aşu sürgünü oluşumu daha net gözlemlenmiştir. Bu açıdan özellikle generatif anaçlar üzerine yapılan aşıllarda fidan boyu uyuşmazlığın belirlenmesinde tek başına kullanılabilecek bir kriter değildir. Fidan boyu ile beraber aşu başarısı ve yaşama oranı da incelenmelidir. A25 genotipinin bazı uyuşmaz kombinasyonlarında kısa boylu aşu sürgünü ile birlikte tomurcuk silkmesi de gözlemlenmiştir. Kestane de kısa aşu sürgünü oluşumu ve tomurcuk silkmesi erken uyuşmazlık belirtilerinden bir tanesi olabilir. Bu konu ile ilgili daha detaylı araştırmalar yapılmalıdır.

Çalışmamızda diğer genotiplere göre daha zayıf gelişim gösteren A25 ve A41 genotiplerinin anaç olarak bodurlaştırıcı etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bu genotiplerin zayıf gelişiminin sadece kalem olarak kullanıldığında ortaya çıktığı, üzerine aşıllı diğer kuvvetli çeşitlerde bodurlaştırıcı etki yapmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda kombinasyonların fidan boyu ile ilgili değerlendirmeler kombinasyonların ilk yıllardaki gelişimlerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Her ne kadar fidanlar 2. yıldan itibaren 45 L'lik saksılara alınmış olsalar da gelişim alanları sınırlı olmuştur. Bu açıdan fidanların gelişme kuvvetleri ile ilgili detaylı değerlendirmelerin arazi koşullarına aktarılmış fidanlarda daha uzun yıllar yapılması gerekmektedir.

Aşu uyuşmasının zayıf olduğu bazı kombinasyonlarda aşu bölgesi ölçümlerinde herhangi bir anormallik görülmemiş olsa bile aşu başarısı ve yaşama oranları düşük

olmuştur. Bu durum anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ile ilgili ölçümlerin ya da diğer bir ifade ile sadece aşı bölgesinde şişkinlik olup olmamasının uyumsuzluğun belirlenmesinde tek başına yeterli olmadığını ancak yardımcı kriter olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte özellikle uyumsuzluğun şiddetli olduğu kombinasyonlarda kalem çapları diğer kombinasyonlara göre oldukça ince ve takip eden yıllarda anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı gelişimleri de çok zayıf olmuştur.

Generatif anaçlarda görülen genetik açılımdan dolayı meydana gelen farklılıkların önüne geçebilmek için anaçların vejetatif olarak çoğaltılması büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla çalışmamızda hibrit kestane genotipleri doku kültürü ile çoğaltılmaya çalışılmıştır. Her genotipin genetik yapısı farklı olduğu için çalışmada denenen tüm genotiplerden aynı protokol ile aynı başarı elde edilememiştir. Her ne kadar Türkiye’de yürütülen kısımda hiçbir genotip sürgün aşamasından ileri gidememiş olsa da A25 ve A100 genotipleri doku kültürü ile çoğaltılmaya ‘Marigoule’ çeşidi ile A14 ve A41 genotiplerine göre daha iyi tepki vermişlerdir. Bu amaçla A25 ve A100 genotiplerinin doku kültürü ile çoğaltılması ile ilgili daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır. ‘Marigoule’ çeşidi ve A41 genotipi ise ABD’de başarılı bulunan seri aşılama yöntemiyle birkaç kez aşılama yapıp daha genç karakterli bitkiler elde edildikten sonra in vitroya alınmalıdır. Seri aşılama işleminin serada, daha temiz bir ortamda yapılması ilerde karşılaşılabilecek endopatojen riskini de azaltacaktır.

Çalışmamızda eksplantlarda meydana gelen kayıpların bir çoğu yoğun tanen akışına bağlı olmuştur. Tanen akışını kontrol altına alabilmek için protokole daha fazla askorbik asit ya da aktif kömür ilave edilebilir. Bu konuda protokolün hibrit genotiplere göre optimizasyonu ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Diğer taraftan doku kültürü ile çoğaltmada farklı ortam + sitokinin doz ve kombinasyonları da denenmelidir.

Fındık bahçelerinin varlığının fazla olması nedeniyle daha çok Karadeniz bölgesinde görülen dal kıran zararına karşı genotiplerin hassasiyet derecesi kaleme göre belirlenmiş ancak kombinasyon bazında değerlendirilmemiştir (Toksöz vd, 2017). Kombinasyonların uyuşma derecesine bağlı olarak dal kıran zararlısının zarar seviyesi değişiklik gösterebilir. Uyuşmanın zayıf olduğu kombinasyonlarda gelişmede zayıflıklar olabileceği için dal kıran bu kombinasyonları tercih edebilir. Bu nedenle

farklı aşı kombinasyonlarında dal kıran zararlısına karşı hassasiyet seviyeleri de belirlenmelidir.

Başta çalışmamız sonucunda generatif anaç adayı olarak ön plana çıkan A100 genotipinde olmak üzere diğer tüm genotiplerin kök çürüklüğüne karşı hassasiyet dereceleri belirlenmelidir. Dayanıklı bitkilerin tespit edilmesi durumunda, bitki olgunluk aşamasına geçmeden önce hızlıca doku kültürüne alınmalıdır.



KAYNAKLAR

- Ada, S. and Ertan, E. 2013. Histo-cytological study of the graft union of the chestnut (*Castanea sativa* Mill.) / oak (*Quercus vulcanica* Boiss). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2:2, 110-115. doi: 10.11648/j.aff.20130202.18
- Aldrey, A., Blanco, B., Bogo, B., Cuenca, B., Sánchez, C., Luquero, L., Ocaña, L., Mandujano, M. and Vidal, N. 2018. Photomixotropic and photoautotrophic micropropagation of *Phytophthora* resistant chestnut genotypes using liquid media. *Acta Horticulturae*, 1220, 177-184.
- Algül, B. and Dalkılıç, G. 2014. Micropropagation of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in semi-solid culture. *Acta Horticulturae*, 1043, 205-209.
- Andrews, P.K. and Marquez, C.S. 1993. Graft incompatibility. *Horticulture Reviews*, 15, 183-231.
- Anonim. 2019a. Dünya kestane üretimi.
<http://www.fao.org/faostat/en/> (Erişim tarihi: 10.05.2019).
- Anonim. 2019b. Tescilli çeşitler listesi.
<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=87> (Erişim tarihi: 10.05.2019).
- Anonim. 2019c. Türkiye kestane üretimi.
www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 10.05.2019).
- Anonim. 2019d. Cultivars for Michigan.
http://msue.anr.msu.edu/topic/chestnuts/horticultural_care/cultivars_for_michigan (Erişim tarihi: 20.05.2019).
- Ayfer, M. and Soylu, A. 1995. Selection of chestnut cultivars (*Castanea sativa* Mill.) in Marmara Region of Turkey. *Proc Int Congr on Chestnut*, 285-289.
- Ayfer, M., Soylu, A. ve Çelebioglu, G. 1977. Marmara Bölgesi kestanelerinin seleksiyon yoluyla ıslahı. *TUBITAK VI. Bilim Kongresi TOVAG*, 84, 123-133.
- Bage, S.A. 2012. Effects of magnetic field exposure on seed and vegetative cutting propagation of select woody species. Master's Thesis, 45, University of Missouri.
- Ballester, A., Sánchez, M.C. and Viéitez, A.M. 1992. New strategies for in vitro propagation of chestnut. *Proceedings of the World Chestnut Industry Conference*, 32-40, Morgantown, USA.
- Beakbane, A.B. 1961. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, 192, 954-955.

- Beccaro, G.L., Mellano, M.G. and Bounous, G. 2017. Advances in high density chestnut plantations and clonal rootstocks: re-thinking a *Castanea sativa* cultivation model. 6th International Chestnut Symposium, 7, Book of Abstracts.
- Beccaro, G.L., Mellano, M.G., Rossi, J., Chiavazza, P.M. and Donno, D. 2018. Evoluzione della castanicoltura intensiva con portinnesti ibridi clonali. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 3, 60-62.
- Bilgener, Ş. ve Serdar, Ü. 1995. Bazı uygulamaların kestane (*Castanea sativa* Mill.) tohumlarının çimlenme ve çöğür gelişimleri üzerine etkileri. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 3-6 Ekim, 1, 515-519, Adana.
- Biricolti, S., Fabbri, A., Ferrini, F. and Pisani, P.L. 1994. Adventitious rooting in chestnut: an anatomical investigation. *Scientia horticulture*, 59:4, 197-205.
- Bonga, J.M. and Durzan, D. 1982. *Tissue culture in forestry*. Springer Science and Business Media.
- Botu, M., Achim, G., Baci, A., Alecu, A. and Manthos, I. 2014. 'Romval' and 'Casval'-one cultivar and one rootstock for sweet chestnut. *Acta Horticulturae*, 1043, 139-144.
- Bounous, G. 2014. *II Castagno*. Edagricole, 432, Torino.
- Bounous, G. and Torello Marinoni, D. 2004. Chestnut: Botany, Horticulture, and Utilization. *Horticultural Reviews*, 31, 291-347.
- Breisch, H. 1995. *Châtaignes et Marrons*. Ctifl monographie, 240, Paris.
- Breisch, H. and Hennion, B. 2004. Les porte-greffe du châtaignier, vers plus de résistance. *Infos 662 CTIFL* 198, 35-38.
- Bueno, S.C.S. and Pio, R. 2014. Castanha tipo portuguesa no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36:1, 16-22. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-442/13>
- Bueno, S.C.S., Tokunaga, T., Berti, A.J., Coutinho, E.L., Maia, A.H. and Yamanishi, O.K. 2009. Grafting compatibility among eleven chestnut cultivars and hybrids. *Acta Horticulturae*, 844, 127-132.
- Carraway, D.T. and Merkle, S.A. 1997. Plantlet regeneration from somatic embryos of American chestnut. *Canada Journal Forest Research*, 27, 1805-1812.
- Casey, J. and Casey, B. 2009. *Australia. Following chestnut footprints (Castanea spp.) cultivation and culture, folklore and history, tradition and uses*. ISHS, 14-19, Leuven.
- Chapa, J. and Verlhac, A. 1978. *Principales varietes fruitieres de chataigner cultivees en France*. INRA, 33, Centre de Recherches de Bordeaux
- Chapa, J., Chazerans, P. and Coulie, J. 1990. Multiplication végétative du châtaignier. *L'Arboriculture Fruitière*, 43, 41-48.

- Chauvin, J.E. and Salesses, G. 1988. Advances in chestnut micropropagation (*Castanea* sp.). *Acta Horticulturae*, 227, 340-345.
- Cicek, E. and Tilki, F. 2007. Seed size effects on germination, survival and seedling growth of *Castanea sativa* Mill. *Journal of Biological Sciences*, 7:2, 438-441.
- Conedera, M., Manetti, M.C., Giudici, F. and Amorini, E. 2004. Distribution and economic potential of the Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe. *Ecological Mediterranean*, 30:2, 179-193.
- Corredoira, E., Valladares, S., Viéitez, A.M. and Ballester, A. 2008. Improved germination of somatic embryos and plant recovery of European chestnut. *Biology-Plant*, 44:4, 307-315.
- Costa, R., Santos, C., Tavares, F., Machado, H., Gomes-Laranjo, J., Kubisiak, T. and Nelson, C.D. 2011. Mapping and transcriptomic approaches implemented for understanding disease resistance to *Phytophthora cinammomi* in *Castanea* sp. *BMC Proc*, 5:7, 18.
- Craddock, J.H. and Bassi, G. 1999. Effect of clonally propagated interspecific hybrid chestnut rootstocks on short-term graft compatibility with four cultivars of Italian “Marrone”. II International Symposium on Chestnut, 494, 207-212.
- Cuenca, B. and Majada, J. 2012. *Castanea sativa* Mill. García, J. P., Navarro Cerrillo, R., Nicolás Peragón, J. L., Prada Sáez, M. A. ve Serrada Hierro, R. (Eds). Producción y manejo de semillas y plantas forestales, Tomos I y II. Organismo autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Cuenca, B., Ocaña, L., Salinero, C., Pintos, C., Mansilla, J.P. and Rial, C. 2009. Selection of *Castanea sativa* Mill. for resistance to *Phytophthora cinnamomi*: Micropropagation and testing of selected clones. In I European Congress on Chestnut-*Castanea*, 866, 111-119.
- Cuenca, B., Rodriguez, L., Cámara, M.J. and Ocaña, L. 2005. Micropropagación de ejemplares adultos de *Castanea sativa* Mill. seleccionados por resistencia a *Phytophthora cinnamomi*. Actas de la VI Reunión de la Sociedad Española de Cultivo in vitro de Tejidos Vegetales, 11-13.
- Cuenca, B., Sánchez, C., Aldrey, A., Bogo, B., Blanco, B., Correa, B. and Vidal, B. 2017. Micropropagation of axillary shoots of hybrid chestnut (*Castanea sativa* x *C. crenata*) in liquid medium in a continuous immersion system. *Plant Cell Tiss Organ Cult*, 131, 307–320.
- Çil, Y. 2018. Bazı kestane çeşit ve genotiplerinin gal arısı hassasiyetlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 19, Samsun.
- Dangxun, L.I., Changzhu, L.I., Peiwan, L.I. and Jianjun, Y. U. 2007. Study on grafting affinity of chestnut varieties. *Hunan Forestry Science & Technology*, 4.

- Dantas, Â.K., Majada, J., Dantas, F.K., Delatorre, C., Granda, V., Vallejo, P. and Feito, I. 2016. Rooting of minicuttings of *Castanea sativa* Mill. hybrid clones. *Revista Árvore*, 40:3, 465-475.
- Dayong, G.U.O., Qi, T.A.N. and Renxue, X.I.A. 2004. Studies on relationship between phenol content and graft compatibility in chestnut. *Huazhong Nongye Daxue Xuebao*.
- Desvignes, J. 1999. Sweet chestnut incompatibility and mosaics caused by the chestnut mosaic virus (ChMV). II International Symposium on Chestnut, 494, 451-458.
- Dogra, K., Kour, K., Kumar, R., Bakshi, P. and Kumar, V. 2018. Graft-incompatibility in horticultural crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7:02, 1805-1820.
- Donno, D., Beccaro, G.L., Maghenzani, M., Mellano, M.G., Cerutti, A.K. and Bounous, G. 2014. Nuove tecniche per la propagazione agamica mediante talea di ibridi di *Castanea* spp, *Corylus & Co*, 1-33.
- Edwards, R.A. and Thomas, M.B. 1980. Observations on physical barrier to root formation in cuttings. *Plant Propagation*, 26, 6-8.
- Ertan, E. 1999. Seleksiyon ile belirlenmiş Ege bölgesi kestane (*Castanea sativa* Mill.) tiplerinin anaçlık özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 132, Aydın.
- Ertan, E., Seferoğlu, G., Dalkılıç, G.G., Tekintaş, F.E., Seferoğlu, S., Babaeren, F., Önal, M. and Dalkılıç, Z. 2007. Selection of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.) grown in Nazilli District, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31:2, 115-123.
- Ertürk, Ü. and Çetin, M. 2010. Effects of different treatments on rooting of European chestnut hardwood cuttings. *Acta Horticulturae*, 866, 321-324.
- Fabbri, A., Ferrini, F., Masia, A. and Pisani, P.L. 1992. Enzyme activity during adventitious rooting of stoolbed propagated chestnut, Proceeding of the International Chestnut Conference, 10-14 July, 89-92, Morgantown.
- Fernández-López, J., Miranda-Fontañá, M.E. and Pereira-Lorenzo, S. 1992. Fog and substrate conditions for chestnut propagation by leafy cuttings, En: Proceeding Mass production technology for genetically improved fast-growing forest tree species I. AFOCEL/IUFRO, 379-383, Bordeaux.
- Ferrini, F., Mattii, G.B., Nicese, F.P. and Pisani, P.L. 1993. A breeding program for chestnut rootstocks: preliminary results, Proc. International Congress on Chestnut, 20-23 October, Spoleto, 365-367, Italy.
- Gabrielli, A. 1994. *La Civiltà del Castagno*. Monti Boschi, 256, Torino.

- Gardiman, M., Masia, A. and Ponchia, G. 1993. Some biochemical aspects of adventitious rooting of stooling propagated chestnut (*Castanea sativa* Mill.). Proceedings of the International Congress on Chestnut, 20-23 October, 191-194, Spoleto.
- Gardner, F.E. and Horanic, G.H. 1963. Cold tolerance and vigor of young citrus trees on various rootstocks. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 76, 105–110.
- Giovannelli, A. and Giannini, R. 1999. Effect of serial grafting on micropropagation of chestnut. *Acta Horticulturae*, 494, 243-246.
- Gonçalves, J.C., Diogo, G. and Amâncio, S. 1998. In vitro propagation of chestnut (*Castanea sativa* x *C. crenata*): Effects of rooting treatments on plant survival, peroxidase activity and anatomical changes during adventitious root formation. *Scientia Horticulture*, 72, 265–275, Amsterdam.
- Grauke, L. and Thompson, T.E. 2003. Rootstock development in temperate nut crops. *Acta Horticulturae*, 553-566.
- Gresshoff, P.M. and Doy, C.H. 1972. Development and differentiation of haploide *Lycopersicum esculentum*. *Planta*, 107, 161-170.
- Hartmann, H.T., Kester, D. and Davies, F.T. 2014. *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Pearson New International Edition: Principles and Practices*. Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, 928, New Jersey.
- Hennion, B. 2010. Chestnut production in France, *Acta Horticulturae*, 866, 493-497.
- Huang, H., Norton, J., Boyhan, G. and Abrahams, B. 1994. Graft compatibility among chestnut (*Castanea*) species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119:6, 1127-1132.
- Hunter, A.G. and Norton, J.D. 1985. Rooting stem cuttings of chinese chestnut. *Scientia Horticulturae*, 26:1, 43-45.
- Ichii, T. 1959. Propagation of chestnut by layering. II. Rooting abilities of some cultivated varieties. *Journal of horticultural Association Japan*, 28: 183-187.
- INRA, 1998. *Nut varieties*. INRA, 20, Bordeaux.
- Ishibashi, H., Watanabe, S. and Ino, Y. 1983. Studies on the graft compatibility in 'Tamathukuri' Chestnut Trees. *Bull, Chiba Faund, Seed & St. Farm*, 15-27.
- Jian-Hua, C., Dong-Mei, S., Fan, Z., Li-Hua, L. and Ding-Hai, Y. 2009. Tissue culture from various explants of Chinese chestnut cultivars. *Acta Horticulturae*, 844, 333-338.

- Jinks, R.L. 1995. The effects of propagation environment on the rooting of leafy cuttings of ash (*Fraxinus excelsior* L.), sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), and sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *New Forests*, 10, 183-195.
- Johnson, G.P. 1988. Revision of *Castanea* sect. *Balanocastanon* (Fagaceae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 69, 25-49.
- Kains, M.G. and McQuesten, L.M. 1967. *Propagation of plants*. Orange Judd yayıncılık, 367, New York.
- Kaşıka, N. ve Yılmaz, M. 1974. *Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 79, Adana.
- Keys, R.N. 1978. Prospects of vegetative propagation in the genus *Castanea*. Proceeding of the American Chestnut Symposium, 4-5 January, 10-16. West Virginia.
- Liu, L., Cai, J.H. and Zhang, Y.H. 1988. *Chestnuts*. Scientific publishing house, 33, China.
- MacDaniels, L.H. 1955. Stock-scion incompatibility in nut trees. *Annual Report of the Northern Nut Growers Association*, 46, 92-97.
- Macit, I., Serdar, U., Er, E. and Akyuz, B. 2018. Some chestnut interspecific hybrids from Turkey. *Acta Horticulturae*, 1220, 67-70.
- Mellano, M.G. and Donno, D. 2015. Chestnut Regional Center: new techniques for the propagation, *Castanea*, 3, 8-9.
- Mellano, M.G., Torello Marinoni, D., Boccacci, P., Donno, D., Cerutti, A.K. and Beccaro, G.L. 2018. Ex situ conservation and characterization of the genetic diversity of *Castanea* spp.. *Acta Horticulturae*, 1220, 1-6.
- Merkle, S.A., Wiecko, A.T. and Watson-Pauley, B.A. 1991. Somatic embryogenesis in American chestnut. *Canada Journal Forest Research*, 21, 1698-1701.
- Mert, C. and Soylu, A. 2009. Shoot apex culture of dormant buds in chestnut. *Acta Horticulturae*, 844, 145-152.
- Miranda, E. and Fernandez, J. 1992. Micropropagation as nursery technique in chestnut compared with stooling. World Chestnut Industry Conference, Morgantown, 54-60, West Virginia.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497.
- Oakes, A.D., Desmarais, T.R., Powell, W.A. and Maynard, C.A. 2016. Ex vitro rooting of American chestnut improves acclimatization survival and plantlet quality. *Journal of Environmental Horticulture*, 34:3, 75-79.

- Oakes, A.D., Powell, W.A. and Maynard, C.A. 2013. Doubling acclimatization survival of micropropagated american chestnuts with darkness and shortened rooting induction time. *Journal of Environmental Horticulture*, 31, 77–83.
- Ocaña, L., Santos, M.I., Gómez, J.A. and Cuenca, B. 2001. Reproducción en vivero de castaños híbridos resistentes a la tinta mediante estaquillado semiherbáceo. In *Congresos Forestales*.
- Okada, Y. 1969. Investigation on the grafting rootstock of chestnut. *Okayama Forest*, 9, 128-131.
- Oraguzie, N., McNeil, D. and Thomas, M. 1998. Examination of graft failure in New Zealand chestnut (*Castanea* spp) selections. *Scientia Horticulturae*, 76:2, 89-103.
- Osterc, G., Fras, M.Z., Vodenik, T. and Luthar, Z. 2005. The propagation of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) nodal explants. *Acta Agriculturae, Slovenica*, 85, 411-418.
- Osterc, G. and Stampar, F. 2008. Initial cutting length modifies polyphenol profile in *Castanea* cuttings during the root formation process. *European Journal of Horticultural Science*, 73:5, 201-204.
- Özkarakaş, İ., Gönülşen, N., Ulubelde, M., Özakman, N. ve Önal, K. 1995. Ege Bölgesi kestane (*Castanea sativa* Mill.) çeşit seleksiyonu çalışmaları. II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt: I, 505-509, Adana.
- Paglietta, R. 1986. ‘Primato’ Nuova cultivar precoce di castagno euro-giapponese. Giornate di studio sul castagno. Caprarola (Viterbo) 6 7 November 1986. Comunità Montana dei Cimini, Caprarola (VT): 65-70.
- Paglietta, R. 1992. ‘Lusenta’ a new early ripening Euro Japanese chestnut. World Chestnut Industry Conference, July 8 10, 1992, Morgantown, West Virginia. Chestnut Marketing Association, 10-11, Alachua, Florida, USA.
- Pereira-Lorenzo, S., Ballester, A., Corredoira, E., Viéitez, A.M., Agnastakis, S., Costa, R., Bounous, G., Botta, R., Beccaro, L.G., Kubisiak, L.T., Conedera, M., Krebs, P., Yamamoto, T., Sawamura, Y., Takada, N., Gomes-Laranjo, J. and Ramos-Cabrera, M. 2012. *Chestnut, Fruit Breeding*, 729-769. Springer, Boston, MA.
- Pereira-Lorenzo, S., Costa, R., Anagnostakis, S., Serdar, U., Yamamoto, T., Saito, T., Ramos-Cabrera, M., Ling, Q., Barreneche, T., Robin, C., Botta, R., Contessa, C., Conedera, M., Martin, A., Gomes-Laranjo, J., Villani, F. and Carlson, J.E. 2016. *Interspecific Hybridization of Chestnut. Polyploidy and Hybridization for Crop Improvement*, 377-407.
- Pereira-Lorenzo, S. and Fernández-López, J. 1997. Propagation of chestnut cultivars by grafting: methods, rootstocks and plant quality. *Journal of Horticultural Science*, 72:5, 731-739.

- Pereira-Lorenzo, S. and Fernández-López, J. 2001. Castaño. *La Horticultura Española. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*, 282–286.
- Pereira-Lorenzo, S. and Ramos-Cabrera, A.M. 2004. Chestnut, an ancient crop with future. *Practices and Quality Assessment of Food Crops*, 1,105-161, Springer, Dordrecht.
- Piagnani, C. and Eccher, T. 1988. Factors affecting the proliferation and rooting of chestnut in vitro. *Acta Horticulturae*, 227, 384-386.
- Pio, R., Melo, E.T., Bueno, J.P.S., Silva, L.F.O., Peche, P.M. and Curi, P.N. 2017. Semiferous propagation in the selection of chestnut tree rootstocks. *Ciência Rural*, 47:(11), 1-5.
- Preston, A.P. 1967. Apple rootstock studies: Fifteen years' results with some M.IX crosses. *Journal of Horticultural Science*, 42, 41–50.
- Ranney, T.G. 1994. Differential tolerance of eleven *Prunus* taxa to root zone flooding. *Journal of Environmental Horticulture*, 12, 138–141.
- Ranney, T.G. and Whitman II, E.P. 1995. Growth and survival of 'Whitespire' Japanese birch grafted on rootstocks of five species of birch. *Horticultural Science*, 30, 521–522.
- Rinallo, C. and Mariotti, D. 1993. Rooting of *Castanea sativa* Mill. shoots: Effect of *Agrobacterium rhizogenes* T-DNA genes. *Journal of Horticultural Science*, 68:3, 399-407.
- Rinallo, C., Gellini, R. and Fabbri, A. 1987. Studies on rhizogenesis in *Castanea sativa* Mill. Cuttings. *Advances in Horticultural Science*, 27-33.
- Rodríguez, L., Cuenca, B. and Pato, B. 2005. Producción in vitro y mediante estaquillado semiherbáceo de híbridos de castaño en un vivero comercial: Coste y eficiencia de ambos sistemas. In *Congresos Forestales*.
- San José, M.C., Ballester, A. and Viéitez, A.M. 2001. Effect of thidiazuron on multiple shoot induction and plant regeneration from cotyledonary nodes of chestnut. *Journal of Horticulture Science and Biology*, 76:5, 588-595.
- Sánchez, M.C. and Viéitez, A.M. 1991. In vitro morphogenetic competence of basal sprouts and crown branches of mature chestnut. *Tree Physiology*, 8, 59–70.
- Sánchez, M.C., San-José, M.C., Ferro, E., Ballester, A. and Viéitez A.M. 1997. Improving micropropagation conditions for adult-phase shoots of chestnut. *Journal Horticulture Science*, 72, 433–443.
- San José, M.C. and Viéitez, E. 1984. Morfogénesis en secciones de plántulas de castaño cultivadas in vitro. *Anales Edafología y Agrobiología*, 43, 587–597.

- Santamour Jr, F.S. 1988. Graft incompatibility related to cambial peroxidase isozymes in Chinese chestnut. *Journal of Environmental Horticulture*, 6:2, 33-39.
- Santamour Jr, F.S., McArdle, A.J. ve Jaynes, R.A. 1986. Cambial isoperoxidase patterns in *Castanea*. *Journal of Environmental Horticulture*, 4:1, 14-16.
- Sartor, C., Machado, H., Correia, I., Gomes, F., Gomes-Laranjo, J. and Costa, R. 2015. Phenotyping *Castanea* hybrids for *Phytophthora cinnamomi* resistance. *Plant pathology*, 64:4, 901-910.
- Schad, C., Solignat, G., Grente, J. and Venot, P. 1952. Recherches sur le châtaignier à la Station de Brive. *Annales de l'Amélioration des plantes*, 3, 369-458.
- Seabra, R.C. and Pais, M.S. 1998. Genetic transformation of European chestnut. *Plant Cell Reports*, 17, 177-182.
- Serdar, Ü. 2000. Kestanelerde değişik aşı yöntem ve zamanlarının aşılı fidan üretimi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 137, Samsun.
- Serdar, Ü. and Macit, İ. 2010. New advances in chestnut growing in the Black Sea Region, Turkey. *Acta Horticulturae*, 866, 303-308.
- Serdar, Ü. and Soylu, A. 2005. The effect of grafting time and methods on chestnut nursery tree production. *Acta Horticulturae*, 693, 187-194.
- Serdar, Ü., Akyüz, B. and Fulbright, W.D. 2014. Graft success of hybrids on European chestnut rootstock and development of chestnut blight disease. 2nd Symposium of Turkey Forest Entomology and Pathology, 7-9 April, 127-131, Antalya, Turkey.
- Serdar, Ü., Demirsoy, H., Macit, I. and Ertürk, U. 2010. Graft compatibility in some Turkish chestnut genotypes (*C. sativa* Mill.). *Acta Horticulturae*, 866, 285-290.
- Serdar, Ü., Demirsoy, H. and Demirsoy, L. 2011a. A morphological and phenological comparison of chestnut (*Castanea*) cultivars 'Serdar' and 'Marigoule'. *Australian Journal of Crop Science*, 5:11, 1311-1317.
- Serdar, Ü., Demirsoy, H. and Demirsoy, L. 2011b. Morphological and phenological characteristics of Ersinop and Eryayla chestnut cultivars. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10:4, 684-691.
- Serdar, Ü., Demirsoy, H. and Demirsoy, L. 2013. Two new sweet chestnut cultivars from the Anatolian region: 'Unal' and 'Erfelek'. *Journal of the American Pomological Society*, 67:3, 175-181.
- Solignat, G. and Chapa, J. 1975. *Les porte-greffes du chataignier Castanea sativa*. INRA, No.393.

- Soylu, A. 1986. Bazı önemli kestane çeşitleri arasındaki melezlemelerden elde edilmiş çöğürlerin gelişme kriterleri. Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, *Bahçe Dergisi*, 15:1, 22-23.
- Soylu, A. 1990. *Meyve yetiştirme ilkeleri*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakùltesi. Ders Notları, 20, 178, Bursa.
- Soylu, A. 2004. *Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri* (Genişletilmiş II. Baskı). HASAD Yayıncılık Ltd. Şti., 64, İstanbul.
- Soylu, A. 2012. Meyve yetiştiriciliğinin temel ilkeleri. Hasat Yayıncılık, 200, İstanbul.
- Soylu, A. and Ertürk, Ü. 1999. Researches on micropropagation of chestnut. *Acta Horticulturae*, 494, 247-250.
- Soylu, A., Eris, A., Özgür, M. and Dalkiliç, Z. 1999. Researches on the rootstock potentiality of Chestnut Types (*Castanea sativa* Mill.) grown in Marmara region. *Acta Horticulturae*. 494, 213-222.
- Soylu, A. and Serdar, U. 2000. Rootstock selection on chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the middle of black sea region in Turkey. *Acta Horticulturae*, 538, 483-487.
- Strong, D. and Miller-Azarenko, A. 1991. Dry matter partitioning in ‘Starkspur supreme delicious’ on nine rootstocks. *Fruit varieties journal*, 45, 238-41.
- Şan, B., Sezgin, M., Dumanoğlu, H. and Köksal, A.İ. 2007. Somatic embriyogenesis from immature cotyledons of some european chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars. *Turk Journal of Agriculture and Forest*, 31, 175-179.
- Tchatchoua, D.T., Barbas, E. and Filippos, A. 2014. Micropropagation of elite genotypes of *Castanea sativa* Mill. *Journal of Advances In Biotechnology*, 3:2.
- Tetsumura, T. and Yamashita, K. 2004. Micropropagation of Japanese chestnut (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) seedlings. *Horticulture Science*, 39:7, 1684-1687.
- Tetsumura, T., Honsho, C. and Yamashita, K. 2008. Propagation by softwood cuttings for Japanese chestnut. In *XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Asian Plants with Unique Horticultural* 769, 211-215.
- Thomas, A.L., Avery, J.D., Byers, P.L., Easter, S. and Hunt, K. 2015. Ozark chinkapin demonstrates compatibility as a scion grafted to Chinese chestnut rootstocks: implications for ex situ conservation. *Native Plants Journal*, 16:2, 117-125.
- Tokar, F. and Kovalovsky, D. 1971. Grafting of *Castanea sativa* in the open air. *Pol’nohospodarstvo Agriculture*, Rocnik XVII, Cislo, 3, 164-172.

- Toksöz, S., Akyüz, B., Saruhan, İ., Akça, İ. and Serdar, U. 2017. Determination of the damage ratios of Ambrosia beetles (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) on Hybrid Chestnuts. *The Journal of Zoology Studies*, 4:5, 19-22.
- Tosun, F.1991. Tarımda Uygulamalı İstatistik Metotları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:1, 256.
- Ufuk, S. and Soylu, A. 1999. Researches on stock-scion compatibility between some important chestnut cultivars and hybrid rootstocks. *Acta Horticulturae*, 494, 223-230.
- Vazquez, A., Gesto, M.D.V. and Viéitez, E. 1978. A growth inhibitor from *Castanea sativa* Mill., cuttings. *Biologia Plantarum*, 20, 146-148.
- Vidal, N., Blanco, B. and Cuenca, B. 2015. A temporary immersion system for micropropagation of axillary shoots of hybrid chestnut. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 123:2, 229-243.
- Vidal, N., Correa, B., Rial, E., Regueira, M., Sánchez, C. and Cuenca, B. 2013. Comparison of temporary and continuous immersion systems for micropropagation of axillary shoots of chestnut and willow. *Acta Horticulturae*, 1083, 227-233.
- Viéitez, A.M. 1973. Vegetative propagation of chestnut. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 4:2, 242-252.
- Viéitez, A.M. and Viéitez, E. 1980. Plantlet formation from embryonic tissue of chestnut grown in vitro. *Physiol Plant*, 50, 127-131.
- Viéitez, A.M., Sánchez, C. and San José, C. 1989. Prevention of shoot - tip necrosis in shoot cultures of chestnut and oak. *Scientia Horticulture*, 41, 151-159.
- Viéitez, E. 1953. Studies on vegetative propagation of the sweet chestnut-1. The use of growth promoting hormones (substances) to induce rooting in marcots. *An Edof Fis Veg*, 12, 337-356.
- Viéitez, E. 1981. Current knowledge of the physiology of the vegetative propagation of chestnut. International Union of Forest Research Organizations XVII IUFRO World Congress Proceeding, 17:2, 61-71.
- Viéitez, F.J. and Ballester, A. 1988. Effect of etiolation and shading on the formation of rooting inhibitors in chestnut trees. *Phyton*, 48:1, 13-19.
- Viéitez, F.J. and Ballester, A. 1989. Effect of etiolation and shading on the formation of rooting inhibitors in chestnut trees. *Horticulture*, 59, 46-50.
- Viéitez, F.J., San José, M.C., Ballester, A. and Viéitez, A.M. 1990. Somatic embriyogenesis in cultured immature zygotic embryos in chestnut. *Journal Plant Phsiology*, 136, 253-256.

- Viéitez, J., Kingston, D.G.I., Ballester, A. and Viéitez, E. 1987. Identification of two compound correlated with lack of rooting capacity of chestnut cuttings. *Tree Physiology*, 3:3, 247-255.
- Viéitez, M.L. and Viéitez, A.M. 1982. Observaciones sobre el injerto juvenil del castano. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 41:9, 1999-2002.
- Warmund, M.R., Cumbie, B.G. and Coggeshall, M.V. 2012. Stem Anatomy and Grafting Success of Chinese Chestnut Scions on 'AU-Cropper' and 'Qing' Seedling Rootstocks. *HortScience horts*, 47:(7), 893-895.
- Wilkinson, J. 2005. *Nut grower's guide: the complete handbook for producers and hobbyists*. Landlinks Press, 53, Australia.
- Xing, Z., Powell, W.A. and Maynard, C.A. 1999. Development and germination of American chestnut somatic embryos. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 57, 47-55.
- Xing, Z., Satchwell, M.F., Powell, W.A. and Maynard, C.A. 1997. Micropropagation of American chestnut: increasing rooting rate and preventing shoot-tip necrosis. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 33, 43-48.
- Yang, G., Zhongge, L., Asante, T.M. and Read, P.E. 2009. In vitro responses of American chestnut to plant growth regulators in culture medium. *Acta Horticulturae*, 844, 229-234.
- Zhang, Y.H., Wang, F.D., Gao, X.Y. and Zao, Y.X. (eds.) 1987. *Chestnuts*. China Forestry Publishing House, 42, Beijing.
- Zhixiang, Z., Shuyuan, Z. and Junlin, Tu. 1998. Study on the Shoot Cutting of *Castanea mollissima*. *Forest Research*, 6, 8-13.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Burak AKYÜZ
Doğum Yeri : Konya
Doğum Tarihi : 20.06.1987
Yabancı Dili : İngilizce
E-Posta : burakakyuz87@gmail.com
burak.akyuz@omu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Ataköy Cumhuriyet Lisesi, (2004)
Lisans : Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
(2010)
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe
Bitkileri Anabilim Dalı (Eylül 2011-Temmuz 2013).

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Aralık 2010-Haziran 2011 Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir Meslek Yüksek Okulu,
Tarımsal İşletmecilik Bölümü, Öğretim Görevlisi

Ağustos 2011-..... Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri
Bölümü, Araştırma Görevlisi

Yayınlar

1. Serdar, Ü., **Akyüz, B.**, Ceyhan, V., Hazneci, K., Mert, C., Er E., Ertan, E.,
Çoşkuncu, K.S., Uylaşer, V., 2012. An overview of chestnut production in
Turkey. V International Chestnut Symposium. 4-8 Eylül 2012. Sözlü Sunum.
Tam Metin Bildiri.
2. Serdar, U., **Akyuz, B.**, Fulbright, D.W., 2014. Graft success of hybrids on
European chestnut rootstock and development of chestnut blight disease. 2nd
Symposium of Turkey Forest Entomology and Pathology, 7-9 April 2014.
Symposium Proceeding. 127-131. Sözlü Sunum. Tam Metin Bildiri.

3. **Akyüz, B., Öztürk, A., Serdar, Ü.,** 2014. The Effects of Cutting Time of The Rootstock's Top on Graft Success in Walnut. Balkan Agriculture Congress. 8-11 Eylül 2014. Sözlü Sunum. Özet Bildiri.
4. Serdar, Ü., Macit, İ., Er, E., **Akyüz, B.,** 2015. Bazı Türler Arası Hibrit Kestane Genotipleri. V. Bahçe Bitkileri Kongresi. 8-11 Eylül 2015. Özet Bildiri.
5. **Akyüz, B.,** Serdar, Ü., Fulbright, W.D., Yılmaz, M., Çil, Y., 2016. Kestane Çeşit Değiştirme Aşılarında Bazı Uygulamaların Kestane Kanseri Bulaşıklığı Üzerine Etkisi. BAHÇE, 45, 1041-1044.
6. **Akyüz, B., Öztürk, A., Serdar, Ü.,** 2016. The effects of cutting times of the rootstock's top and rootstock's stem thickness on graft success in walnut for topworking graft. Anadolu Journal of Agricultural Science, 31(2): 179-182.
7. Özcan, M., Yazıcıoğlu E., **Akyüz, B.,** Serdar, Ü., 2017. Kestanelerde Farklı Sıcak Su Uygulamalarının Muhafaza Süre ve Kalitesine Etkileri. Meyve Bilimi, 1(Özel), 108-113.
8. Er, E., **Akyüz, B., Öztürk, A., Serdar, Ü.,** 2017. Cevizde Çeşit Değiştirme: Kabukaltı Aşısı. BAHÇE, 46(2), 307-312.
9. **Akyüz, B.,** Serdar, Ü., 2017. Tüplü Ceviz Fidanı Üretiminde Farklı Sürgün Aşı Yöntem ve Zamanlarının Aşı Başarısına Etkisi. BAHÇE, 46(2), 267-272.
10. Özcan, M., Serdar, Ü., Yazıcıoğlu, E., **Akyüz, B.,** 2017. Effects of Different Soaking Time on Storage Time and Fruit Quality in Chestnut. 6th International Chestnut Symposium. 9-13 Ekim 2017. Poster sunum. Özet Bildiri.
11. Akça, İ., Toksöz, Ş., Saruhan, İ., **Akyüz, B.,** Serdar, Ü., 2017. Determination on Damage Ratios of Ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Hybrid Chestnuts. 6th International Chestnut Symposium. 9-13 Ekim 2017. Sözlü sunum. Özet Bildiri.
12. Serdar, Ü., Gülser, C., **Akyüz, B.,** Balta, A., Çil, Y., Figen, Y.F., 2017. A New Method to Manage Hazelnut Suckers: Liquid Nitrogen Applications. IX. International Congress on Hazelnut. 15-19 Ağustos 2017. Sözlü sunum. Özet Bildiri.
13. Macit, İ., Serdar, Ü., Er E., **Akyüz, B.,** 2017. Some Interspecific Hybrid Chestnut Genotypes From Turkey. 6th International Chestnut Symposium. 9-13 Ekim 2017. Sözlü sunum. Özet Bildiri.
14. Serdar, Ü., Bounous, G., Ertürk, Ü., **Akyüz, B.,** Fulbright, W.D., 2017. Evaluation of The Descriptive Characteristics of Chestnut. 6th International Chestnut Symposium. 9-13 Ekim 2017. Sözlü sunum. Özet Bildiri.
15. Serdar, Ü., **Akyüz, B.,** 2017. Sucker Management Methods In Hazelnut. IX. International Congress on Hazelnut. 15-19 Ağustos 2017. Poster sunum. Özet Bildiri.

16. Serdar, U., Gülser, C., **Akyüz, B.**, Balta, A., Çil, Y., Figen Y.F., 2017. Azotlu çözeltili ile dip sürgünü temizliğinin fındıkta verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Anadolu Journal of Agricultural Science*, 32(3): 279-283.
17. Toksöz, S., **Akyüz, B.**, Saruhan, İ., Akça, İ., Serdar, U., 2017. Determination of the damage ratios of Ambrosia beetles (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) on Hybrid Chestnuts. *The Journal of Zoology Studies*, 4(5), 19-22.
18. **Akyüz, B.**, Serdar, U., 2017. The Relationship Between Environmental Factors and Rootstock Growth Stage with Graft Success in Walnut. *Journal of the American Pomological Society*, 71(4): 220-225.
19. Serdar, Ü., **Akyüz, B.**, Ceyhan, V., Hazneci, K., Mert, C., Er, E., Ertan, E., Çoskuncu Savaş, K.S., Uylaşer, V., 2018. Horticultural Characteristics of Chestnut Growing in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60(3): 239-245.
20. **Akyüz, B.**, Öztürk, A., Er, E., Serdar, Ü., 2018. The Effect of Grafting Periods on Graft Success in Topworking of Walnut. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(9): 183-186.
21. **Akyüz, B.**, Öztürk, A., Er, E., Serdar, Ü., 2018. The Effect of Grafting Periods on Graft Success in Topworking of Walnut. 2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies Symposium. 2-5 April 2018. Sözlü Sunum. Özet Bildiri.
22. Öztürk, G., Serdar, Ü., **Akyüz, B.**, 2018. Effect of Different Temperatures on Callus Formation and Graft Success in Walnut. 2nd International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies Symposium. 2-5 April 2018. Sözlü Sunum. Özet Bildiri.
23. Yıldız, G.F., Serdar, Ü., **Akyüz, B.**, 2018. Effects of seed soaking and stratification treatments on germination and seedling development in chestnut. 4th Non-Wood Symposium. 4-6 Ekim 2018. Sözlü Sunum. Özet Bildiri.