



**KESTANE ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNİN ÇİÇEK
TOZU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Yusuf ALTIN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KESTANE ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNİN ÇİÇEK TOZU KALİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

Yusuf ALTIN
0000 0001 7876 5394

Prof. Dr. Cevriye MERT
(Danışman)
0000 0003 3092 5023

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA-2022
Her Hakkı Saklıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KESTANE ÇEŞİT VE GENOTİPLERİNİN ÇİÇEK TOZU KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Yusuf ALTIN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevriye MERT

Bu çalışma, Bursa ekolojik koşullarında yetiştiriciliği yapılmakta olan farklı ekolojilerde seleksiyon çalışmaları ile belirlenmiş 9 yerli (*Castanea sativa* Mill.) ('N-7-3', 'Erfelek', 'Firdola', 'Gavuraşı', 'Karamehmet', 'Sarıaşlama', 'Serdar', 'Seyrekdişen' ve 'Tülü') ve 2 hibrit (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) ('Maraval' ve 'Marigoule') çeşit olmak üzere toplam 11 kestane çeşit/genotipinde çiçek tozu kalitesini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çiçek tozu canlılık düzeylerini belirlemek için Triphenyltetrazolium chlorid (TTC), çimlenme oranını belirlemek için 'petride agar' yöntemi kullanılmıştır. Çeşit ve genotiplerin anter ve çiçek tozu boyutları ölçülmüş ve bir anterdeki çiçek tozu üretim miktarı belirlenmiştir.

Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu canlılık, çimlenme oranları ile anter ve çiçek tozu boyutları bakımından da önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Çeşit/genotiplerin canlı çiçek tozu oranı %25,22 ile %40,86, yarı canlı %26,22 ile %43,73, cansız çiçek tozu %24,67 ile %37,51 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çiçek tozu çimlenme oranı %5'lik sakkaroz konsantrasyonunda %16,93 ile %35,35, %10'luk sakkaroz konsantrasyonunda %23,01 ile %36,63 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Bir antere düşen ortalama çiçek tozu en yüksek 'Seyrekdişen' (8000 adet), en düşük miktar 'Gavuraşı' (5111,11 adet) genotipinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kestane, dölleme biyolojisi, çiçek tozu, canlılık, çimlenme
2022, vii + 54 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

THE DETERMINATION OF POLLEN QUALITY IN CHESTNUT CULTIVARS AND GENOTYPES

Yusuf ALTIN

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Cevriye MERT

This study, a total of 11 chestnut cultivar/genotypes, including 9 local (*Castanea sativa* Mill.) ('N-7-3', 'Erfelek', 'Firdola', 'Gavuraşı', 'Karamehmet', 'Sarıaşılama', 'Serdar', 'Seyrekdişen' and 'Tülü') and two hybrids (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) ('Maraval' and 'Marigoule') cultivars which were cultivated under Bursa ecological conditions and distinguished by selection studies in different ecologies were determined for the pollen quality. Viability of pollens was determined by triphenyltetrazoliumchlorid (TTC), agar in petri method were used for pollen germination. Anther and pollen sizes of cultivars and genotypes were measured and the number of pollen grains per anther was determined.

It was determined that there were significant differences in pollen viability, germination rates, anther and pollen sizes of chestnut cultivars/genotypes. Cultivar/genotypes the average ratios of viable pollen from 25,22% to 40,86%, semi-viable from 26,22% to 43,73%; non-viable pollen was found to change in the ratio of 24,67% to 37,51%. It was determined that pollen germination rate ranged from 16,93% to 35,35% at 5% sucrose concentration, and from 23,01% to 36,63% at 10% sucrose concentration. The highest amounts of pollen per anther was 'Seyrekdişen' (8000) and the lowest amount was determined in 'Gavuraşı' (5111,11) genotype.

Key Words: Chesnut, fertilization biology, pollen, viability, germination
2022, vii + 54 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

“Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Çiçek Tozu Kalitesinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tez çalışması olarak kestane dölleme biyolojisine ve Ülkemiz kestane yetiştiriciliğine katkı sağlaması için hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans eğitimim ve Tez çalışmam boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tezimin yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emekleri olan desteğini her zaman hissettiğim danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cevriye MERT’e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın arazi ve laboratuvar aşamalarında yardımlarından dolayı Doktora öğrencisi Ziraat Yüksek Mühendisi Başak MÜFTÜOĞLU’na, Yüksek Lisans öğrencisi Ziraat Mühendisi Aslı Beyza SARI’ya ve emeği geçen tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim, öğretim ve hayatım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen babam Ramazan ALTIN’a, annem Hatice ALTIN’a, kardeşlerim Fatma Burcu DEMİR’e, Arife ŞAHİNER’e ve hayatıma girdiği ilk günden itibaren yaptığım her işte desteğini hissettiren ve yanımda olan kıymetli eşim can yoldaşım Medine ALTIN ve ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde çok büyük emeği olan dedem Ahmet ALTIN’ı rahmetle anıyor ve çalışmamı ona ithaf ediyorum.

Yusuf ALTIN

28/02/2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Kestanenin Çiçek Yapısı	5
2.2. Kestanenin Döllenme Biyolojisi	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Çiçek tozunun elde edilmesi	18
3.2.2. Çiçek tozu canlılık denemeleri.....	20
3.2.3. Çiçek tozu çimlendirme denemeleri.....	22
3.2.4. Anter ve çiçek tozlarında yapılan ölçümler	23
3.2.5. Çiçek tozu üretim miktarının saptanması	26
3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1.Çiçek Tozu Canlılık Oranları.....	28
4.2. Çiçek Tozu Çimlenme Oranları.....	32
4.3. Anter ve Çiçek Tozu Boyutları.....	37
4.4. Bir Antere Düşen Çiçek Tozu Miktarı	43
4.5. Anter ve Çiçek Tozu Boyutları İle Anterdeki Çiçek Tozu Sayısı Arasındaki İlişkiler	44
5. SONUÇ	50
KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	54

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

H_3BO_3
°

GA_3

H_2O_2

$CaCl_2$

%

Açıklamalar

Borik Asit

Derece

Giberellik Asit

Hidrojen Peroksit

Kalsiyum Klorür

Yüzde

Kısaltmalar

da

FAO

g

ha

pH

m

mg

ml

mm

mm^3

μm

°C

TÜİK

Açıklamalar

Dekar

Food and Agriculture Organization

Gram

Hektar

Hidrojen Konsantrasyonu (-) Logaritması

Metre

Miligram

Mililitre

Milimetre

Milimetreküp

Mikrometre

Santigrat derece

Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kestane erkek çiçekli ve karışık eşeyli püsküllerin görünümü (Foto: C. Mert, Orjinal).....	6
Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü kestane koleksiyon bahçesi.....	16
Şekil 3.2. Çiçek tozunun elde edilmesi aşamaları.....	20
Şekil 3.3. Çiçek tozu canlılık testinin (TTC) yapılış aşamaları	21
Şekil 3.4. Canlı, yarı canlı, cansız çiçek tozlarının görünümü	22
Şekil 3.5. Çiçek tozu çimlendirme denemesinin (Petride agar yöntemi) yapılış aşamaları	23
Şekil 3.6. Stereo mikroskop altında anter preparatların hazırlığı	25
Şekil 3.7. Mikroskopta ölçüm yapılan anter (A) ve çiçek tozu (B) görünümü. b=boy, e=en.....	25
Şekil 3.8. Çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesinde hemositometrik yöntem aşamaları	27
Şekil 4.1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı (%)	29
Şekil 4.2. N-7-3, Erfelek, Firdola, Gavuraşı, Karamehmet ve Maraval çeşit/genotiplerin TTC canlılık testi uygulanmış çiçek tozlarına ait görüntüler	31
Şekil 4.3. Marigoule, Sariaşlama, Serdar, Seyrekdiken ve Tülü çeşit/genotiplerin TTC canlılık testi uygulanmış çiçek tozlarına ait görüntüler	32
Şekil 4.4. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları	35
Şekil 4.5. N-7-3, Erfelek, Firdola, Gavuraşı, Karamehmet ve Maraval çeşit/genotiplerin petride agar yöntemi ile çimlendirilen çiçek tozlarına ait görüntüler	36
Şekil 4.6. Marigoule, Sariaşlama, Serdar, Seyrekdiken ve Tülü çeşit/genotiplerin petride agar yöntemi ile çimlendirilen çiçek tozlarına ait görüntüler	37
Şekil 4.7. N-7-3, Erfelek, Firdola ve Gavuraşı çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler	41
Şekil 4.8. Karamehmet, Maraval, Marigoule ve Sariaşlama çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler	42
Şekil 4.9. Serdar, Seyrekdiken ve Tülü çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler	43
Şekil 4.10. Kestane çeşit/genotiplerin bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Dünya kestane üretim alanı (ha) ve miktarı (ton)	2
Çizelge 1.2. İllere göre kestane meyve veren ağaç sayısı (adet), üretim alanı (dekar) ve miktarları (ton)	3
Çizelge 3.1. Kestane çeşit/genotiplerinde erkek çiçeklerin tam çiçeklenme zamanı	19
Çizelge 3.2. Anter ve çiçek tozu şekillerinin sınıflandırılması	24
Çizelge 4.1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı (%)	29
Çizelge 4.2. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları (%)	35
Çizelge 4.3. Kestane çeşit ve genotiplerinde anter ortalama boyuna ve enine uzunluk değerleri (μm), boyuna/enine uzunluk oranı (B/E) ve anter şekli	40
Çizelge 4.4. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu ortalama boyuna ve enine uzunluk değerleri (μm), boyuna/enine uzunluk oranı (B/E) ve çiçek tozu şekli	40
Çizelge 4.5. N7-3, Erfelek ve Firdola kestane çeşit/genotiplerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler	46
Çizelge 4.6. Gavuraşı, Karamehmet ve Maraval kestane çeşit/genotiplerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler	47
Çizelge 4.7. Marigoule, Sariaşlama ve Serdar kestane çeşitlerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler	48
Çizelge 4.8. Seyrekdiğer ve Tülü kestane çeşitlerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler	49

1. GİRİŞ

Kestane (*Castanea* sp.), meşe (*Quercus* sp.) ve kayın (*Fagus* sp.)'larla birlikte *Fagales* takımı *Fagaceae* (Kayıngiller) familyasına ait bir türdür. Botanik sınıflandırmada sert kabuklu meyve türlerinden olan kestane bitkisinin dünya üzerinde tespit edilen 13 türü vardır. Genellikle kuzey yarımkürede; Asya, Güney Avrupa ve Kuzey Amerika'nın ılıman iklim türleri içerisinde yer alır (Soylu, 2004).

Anadolu; birçok meyve türünde olduğu gibi, kestanenin de anavatanı ve en eski kültür alanlarından. Kestane Doğu Karadeniz'den başlayıp tüm Karadeniz boyunca yayılmaktadır, Marmara Bölgesinin çevresi ve Batı Anadolu'dan Antalya kıyı şeridine kadar ulaşmaktadır (Soylu, 2004).

Dünya'da kestane bitkisi, 2020 yılı verilerine göre 582 545 ha alanda yayılış göstermekte ve kestanenin üretim miktarı 2 321 780 tondur. Kestane üretim miktarları bakımından Çin birinci sırada olmak üzere, sırasıyla İspanya, Bolivya ve Türkiye ilk 4 ülke olarak üretimin büyük çoğunluğunu karşılamaktadır (Çizelge 1.1) (FAO, 2022).

Çizelge 1.1. Dünya kestane üretim alanı (ha) ve miktarı (ton)

Ülkeler	Alan (ha)	Üretim miktarı (ton)
Çin	305 254	1 743 354
İspanya	37 780	188 690
Bolivya	56 554	80 882
Türkiye	13 571	76 045
Güney Kore	32 188	54 352
İtalya	36 440	49 750
Portekiz	51 700	42 180
Yunanistan	10 240	34 080
Japonya	17 400	16 900
Kuzey Kore	5 387	12 363
Diğer	16 031	23 184
Toplam	582 545	2 321 780

Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre; meyve veren ağaç sayısı 2 469 625 adet ve toplu meyve alanı olarak 136 132 da alanda kestane üretimi yapılmakta olup 77 792 ton ürün alınmaktadır. İller bazında incelendiğinde ise; Aydın 23 673 ton üretim ile Ülke üretiminde %30,4’lük oranla ilk sırada, 21 721 ton üretim ile %27,9’lük oranla İzmir ikinci sırada olmak üzere bu iki ilde üretimin %58,3’ü yapılmaktadır ve sırasıyla Bartın, Sinop, Zonguldak ve Bursa illeri takip etmektedir (Çizelge1.2) (TÜİK, 2022).

Çizelge 1.2. İllere göre kestane meyve veren ağaç sayısı (adet), üretim alanı (dekar) ve miktarları (ton)

İller	Meyve Veren Yaştaki Ağaç (adet)	Alan (dekar)	Miktar (ton)
Aydın	731 480	78 491	23 673
İzmir	499 480	35 777	21 721
Bartın	197 512	0	5 203
Sinop	157 060	140	3 773
Zonguldak	203 638	0	3 414
Bursa	101 899	4 644	3 398
Kastamonu	89 147	3 252	3 132
Manisa	85 826	8 440	2 801
Kütahya	100 538	238	2 049
Denizli	68 310	1 318	1 790
Diğer	234 735	3 832	6 838
Toplam	2 469 625	136 132	77 792

Kestanelerde, çiçek açma evresi, haziran ayı içerisinde meydana gelmektedir. Çiçeklenmenin başlaması, Nisan ve Mayıs aylarındaki etkili sıcaklık toplamına göre değişkenlik göstermektedir. Çiçeklenme, Nisan ve Mayıs aylarının ortalama sıcaklıkların 13,5⁰C'den yüksek olduğu yıllarda erken başlamaktadır ve ortalama sıcaklıkların düşük olduğu yıllarda ise geç başlamaktadır (Soylu, 2004).

Genel olarak kendine uyumsuz olan kestane çeşit ve genotipleri ile bahçe kurulmasından önce, genetik bakımdan uyuşma sağlayan ve aynı dönemde çiçek açabilen çeşitlerin belirlenmesi gereklidir. Uzun stamenli çeşit ve genotipler çok miktarda çiçek tozu üretirler. Karşılıklı tozlaşma ile iyi sonuçlar sağlamak için, birbirine uyuşma sağlayan iki ve daha fazla çeşidin dikilmesi önemlidir. Kestanelerin tozlanmasında, genellikle rüzgar etkili olsa da böcekler ve arılarda rol oynarlar. Etkili bir döllenme için yüksek oranda çiçek tozu canlılığına, kalitesine ve çimlenme yeteneğine bağlıdır. Bunun sonucunda, üretimin ticari yapıldığında tozlayıcı çeşitlerin ve çeşit kombinasyonlarının belirlenebilmesi için çiçek tozlarının kalite

parametrelerinin incelenmesi zorunlu bir prosedür olmaktadır (Beyhan ve Serdar, 2008). Özellikle meyve sınıflandırmasında sert kabuklu meyve türleri olarak bilinen, tohumları yenilebilir bahçe bitkileri üretiminde, orantılı kapasitede meyve tutumunu sağlamak için bol, sağlıklı ve kaliteli çiçek oluşumu gereklidir. Ayrıca, sert kabuklu meyve türlerinin, uygun tozlayıcı çeşitlerle yüksek oranda başarılı bir tozlanma ve dölleme evresinin tamamlanması gerekmektedir. Tozlayıcı çeşitler, bol miktarda çiçek tozu oluşturmali, canlılık ve çimlenme gücünün oranı yüksek, iyi gelişim sağlamış, morfolojik homojenlik seviyesi ve çiçek tozu kalitesinin yüksek seviyelerde olması gerekmektedir (Sütyemez, 2007).

Kestane ağaçları genelde doğal olarak orman alanlarında yer almakta, bu nedenle çeşit/genotiplerin çiçek tozu kalitesi ile ilgili az sayıda çalışma yapılmıştır. Bölgemizde kapama bahçe sayısı çok azdır. Fakat son yıllarda meyve özellikleri ve verimi iyi kestane çeşitleri ile kapama bahçe kurma eğilimi artmıştır. Kestanelerde meyvenin yenen kısmı tohum, dölleme sonucu meydana geldiğinden tozlaşma ve dölleme koşullarının normal bir ürün elde etmede büyük önemi bulunmaktadır. Bu nedenle de kestaneliklerde iyi bir tozlaşmanın sağlanabilmesi için gerekli koşullar yerine getirilmelidir. Buda iyi bir tozlayıcı planının tatbik edilmesi ile mümkündür. Kestane çeşit genotiplerimizin çiçek tozu çimlenme oranları bilinmemektedir. Bu yüzden kestane çeşit/genotiplerimizin çiçek tozu canlılık oranlarının bilinmesi önem arz etmektedir. Bu tez çalışmasının amacı seleksiyon çalışmaları ile ön plana çıkan çeşit/genotiplerimiz ile bazı yabancı hibrit çeşitlerin çiçek tozu performanslarının belirlenmesidir. Çalışma Bursa ili Cumalıkızık mahallesinde bulunan kestane koleksiyon bahçesinde yer alan 11 kestane çeşit/genotipinde gerçekleştirilmiştir. Çeşitlerin çiçek tozlarında canlılık ve çimlenme oranları ve bir anterdeki çiçek tozu sayısı belirlenmiştir. Aynı zamanda anter ve çiçek tozu boyutları ölçülmüş ve böylelikle çeşit/genotiplerin tozlayıcı performansları saptanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Kestanenin Çiçek Yapısı

Kestaneler, botanik sınıflama olarak *Angiosperm*'lerin *Fagales* takımından *Fagaceae* familyasına girmektedirler. Bu familyaya giren bitki türlerinin çiçek durumları, püskül çiçek durumu gösteren bitki türleri (*Amentiferae*) içinde incelenmektedir. Taç yaprağı bulunmayan bu türlerde, çiçek örtüsünü oluşturan yapraklar farklılaşma göstermediklerinden 'tepale' adını almışlar; *tepallerden* oluşan çiçek örtüsüne de 'perigon' denilmiştir (Abbe, 1974). Çok sayıda çiçek bir araya gelerek çiçek kümelerini, bu kümeler de bir ana eksen boyunca dizilerek, başak veya başak-benzeri yapı gösteren çiçek püsküllerini oluşturmaktadırlar.

Kestanelerde püsküller başak-benzeri bir yapı göstermekte ve başlıca iki çeşit püskül bulunmaktadır. Bunlardan ilki, üzerinde yalnızca erkek çiçeklerin bulunduğu erkek çiçekli (*staminate*) püsküller; ikincisi erkek ve dişi çiçeklerin birlikte bulundukları karışık eşeyli (*androgen*) püsküllerdir. Püsküller yıllık sürgünlerin yaprak koltuklarından çıkmakta, bunlardan karışık eşeyli olanlar *Castanea sativa* türünde sürgünlerin uç-uçaltı bölümlerinde bulunmaktadır. Karışık eşeyli püsküllerde alt kısımlarda dişi çiçek, üst kısımlarda erkek çiçek dizilişleri meydana gelir (Şekil 2.1) (Soylu, 2004; Mert, 2005).

Erkek çiçekler kümeler halinde oluşur ve püskül ekseninin etrafına dizilirler. Her küme dıştan itibaren üç kademeli olacak şekilde 6 brakte yaprak kuşatır. Erkek çiçekleri ise genel olarak 6 parçalı *tepale* yapraklar çevreler. Çiçeklenme zamanında erkek çiçeklerin başçıkları (anter) çiçek örtüsünün dışına çıkarak, parlak, sarı bir görünümle dikkat çekerler. Başçıkların patlamasıyla çiçek tozları çevreye dağılır. Böylece tozlaşma olayı meydana gelir. Ancak yetiştirilen bazı çeşitlerde, çiçeklenme zamanında başçıklar görülmezler. Kestane bitkisinin erkek çiçek özelliklerine göre stamensiz (*astaminate*), kısa stamenli (*brachistaminate*), orta boy stamenli (*mesostaminate*) ve uzun stamenli (*longistaminate*) yapılarda olmak üzere 4 gruba ayrılır. Stamensiz olan yapılarda, başçıklar ya hiç görülmez yada yapısal olarak anormal olarak oluşur ve çiçek örtülerinin

dışına çıkamazlar ve bunun sonucunda da tozlayıcılık kabiliyeti yoktur. Çiçek tozunun kalite ve miktarı dikkate alındığında, uzun stamenli çeşitler en uygun tozlayıcı olarak tavsiye edilmektedir (Soylu ve Ayfer, 1981, Mert, 2005).

Dişi çiçekler genellikle 3'ü bir arada olacak şekilde çiçek kümeleri oluştururlar. Bir karışık eşeyli püskül üzerinde bir veya birkaç tane dişi çiçek kümesi oluşabilir. Çok çiçek oluşturan çeşitlerde püsküller üzerinde 3. ve 4. kademelerde meydana gelen dişi çiçekler tam olgunlaşmadan sararıp dökülebilirler. Dişi çiçek kümelerinin çevresi primer ve sekondor brakte yapraklardan oluşan bir kapsül tarafından kuşatılmıştır. Bu kapsül büyüyerek dikenli yumakları (kirpi) meydana getirir. Her dişi çiçekte 6-9 karpel, her karpelde iki tohum taslağı vardır. Normal tozlaşma ve döllenme koşullarında yumak içindeki her üç meyve de gelişir. Ancak döllenmemiş çiçeklerde tohum bulunmadığından, bunlar gelişemezler, yalnızca meyve kabuğu (*perikarp*) halinde kalırlar. Bazı çeşitlerde bir yumak içinde 5-7 meyveye rastlandığı da olur (Soylu, 2004).



Şekil 2.1. Kestanede erkek çiçekli ve karışık eşeyli püsküllerin görünümü (Foto: C. Mert, Orjinal)

2.2. Kestanenin Döllenme Biyolojisi

Kestane çeşit/genotiplerinde kendiyle ve karşılıklı olarak tozlaşmada meyve tutma oranlarında değişiklik oluşur. Soylu (1981), tarafından genel olarak kendiyle tozlanan çeşitlerin (uyuşmazlık nedeniyle) meyve bağlayamadıkları ve bazı çeşitlerin tozlayıcı yeteneklerinin oluşmadığı bildirilmiştir. Bu faktörler göz önüne alındığında normal bir tozlaşma, döllenme ve meyve tutumunun oluşabilmesi için; çeşit/genotiplerin tozlayıcılık yeteneği açısından kısır olmamaları gerektiği, eğer çeşitlerden birinin erkek çiçeğin kısır olması durumların da ise, hem bu çeşidi ve hem de birbirini tozlayacak iki tozlayıcının uygun aralıklarla bahçeye yerleştirilmesi gerekmektedir (Soylu, 2004).

Genel olarak kendine uyuşmaz olan, kestane çeşitlerinin dikim aşamasından önce mutlaka genetik olarak uyuşabilen ve aynı zamanda çiçek açabilen çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Beyhan ve Serdar'a (2008) göre uzun stamenli çeşitler, bol miktarda çiçek tozu üretirler. İyi bir karşılıklı tozlaşma sağlamak için, birbiri ile uyuşabilen ikiden fazla çeşidin dikilmesi önemlidir. Kestanelerin tozlanmasında böcekler, özellikle de arılar rol oynamalarına rağmen genellikle rüzgar ile tozlanırlar. Başarılı bir döllenme; büyük oranda çiçek tozu kalitesine, canlılığına ve çimlenme kapasitesine bağlıdır.

Çiçek tozu canlılık ve çimlendirme testleri, meyve türlerinde tozlayıcı çeşit seçilirken, çiçek tozu muhafazasında, uyuşmazlık testlerinde, melezleme çalışmaları ve çiçek tozu - stigma arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılmakta ve bunun sonucunda özellikle ıslah çalışmaları kapsamında önemli bir yere sahip olup verimli bir yetiştiricilik konusunda katkı sunmaktadır (Dafni, 1992)

Çalışma ile ilgili kaynak özetleri altta sunulmuştur.

Soylu (1981), Marmara bölgesinde selekte edilen beş kestane genotipine 'Sarıaşlama' (51111), 'Firdola' (62309, 51109, 52113) ait çiçek tozlarının farklı sakkaroz konsantrasyonlarında (%0, %1, %5, %10 ve %15 sakkaroz) ve iki farklı pH (pH= 6,5 ve pH= 4,8) ortamında çiçek tozu çimlenme oranlarını 'asıllı damla' yöntemi ile

belirlemiştir. Tipler bazında değişmekle birlikte şeker oranları artarken çimlenme oranlarındaki artış olduğu bildirilmiştir. En yüksek çiçek tozu çimlenme oranları %10 ve %15 şeker konsantrasyonlarında saptandığı ve çimlenme oranlarının genelde %30'un üzerinde olduğu belirtilmiştir. Kestane genotiplerinin çiçek tozu çimlenme oranları %10 şeker konsantrasyonunda %29 ile %50 arasında, %15 şeker konsantrasyonunda ise %21 ile %57 arasında değiştiğini ve bazı genotipler %10 bazıları ise %15 sakkaroz konsantrasyonunda en yüksek çimlenme oranı elde edilmiştir. İki pH değerindeki çimlenme oranları bir birine yakın değerler vermiş, hafif asitli ortamların genellikle çimlenme üzerine zararlı etkileri saptanmamıştır.

Mert ve Soylu (2007), 4 erkek fertil (Firdola, Karamehmet, Sariaşlama, ve Hacıömer) ve 2 erkek steril (Osmanoğlu ve Vakit Kestanesi) kestane çeşit/genotipinde çiçek tozu çimlenme oranlarını, anter, çiçek tozu boyutlarını ve bir antere düşen ortalama çiçek tozu sayısını belirlemiştir. Fertil çeşitlerin çiçek tozu çimlenme oranları %11 ile %78 arasında değiştiğini saptamışlardır. Çeşitlerin çiçek tozu boy uzunluğunun 13,33 ile 21,30 µm, en uzunluğunun 8,72 ile 11,78 µm arasında değiştiğini ve çeşitlerin *prolate*, *perprolate* ve *subprolate* olmak üzere 3 farklı çiçek tozu şekline sahip olduğunu kayıt etmişlerdir. Bir başçığa düşen ortalama çiçek tozu sayısını 120 ile 5200 adet arasında değiştiği ve kısır çeşitler, fertil çeşitlerin ürettiği çiçek tozu sayısının %2,31 ile %4,81 oranı kadar çiçek tozu üretebildiğini bildirmişlerdir.

Beyhan ve Serdar (2008), Karadeniz Bölgesinden seleksiyon çalışmaları ile seçilmiş 'SE3-12', 'SE18-2', 'SE21-2', 'SE21-9', '552-8', '552-10', '554-142', '556-8', 'SA5-1' genotipleri ve 'Sariaşlama' çeşidine ait çiçek tozlarının canlılık (TTC testine göre) ve çimlenme oranlarını (petride agar yöntemi) incelemiştir. Çiçek tozu canlılığı, canlı ve yarı canlı çiçek tozları birlikte değerlendirildiğinde 2004 yılında %61,90 ile %87,80, 2005 yılında %68,27 ile %93,79, 2006 yılında ise %62,70 ile %91,14 oranları arasında değiştiği bildirilmiştir. Optimum sakkaroz ortamını belirlemek için (%0, %5, %10 ve %15) çiçek tozu çimlenme oranını 'petride agar' yöntemiyle belirlenmiştir. 2004 yılı verilerine göre %5 sakkaroz konsantrasyonunda %8,72 ile %42,53, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %16,44 ile %43,68, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %6,28 ile %28,93 ve %20 sakkaroz konsantrasyonunda ise %2,17 ile %17,62 oranları arasında

saptanmıştır. 2005 yılı verilerine göre %5 sakkaroz konsantrasyonunda %2,71 ile %23,85, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %3,18 ile %17,35, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %3,15 ile %17,34, ve kontrol ortamında ise %3,05 ile %31,97 oranları arasında değiştiği saptanmıştır. 2006 yılı verilerine göre ise %5 sakkaroz konsantrasyonunda %3,73 ile %29,05, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %6,19 ile %31,03, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %5,17 ile %26,50 ve kontrol ortamında ise %4,21 ile %21,92 oranları arasında tespit edilmiştir. Çalışmadaki tüm yıllara bakıldığında çiçek tozu çimlenmesinde en yüksek oranların %10 sakkaroz konsantrasyon ortamında belirlendiği bildirilmiştir.

Tural (2019), yabani kestane ağaçlarında yapılan surveyler ile seçilen altı tozlayıcı adayın (T2-1, T2-2, T4-1, T4-2, T5, T6) ve seleksiyon çalışması ile belirlenmiş iki genotipin (T3 (N-7-3) ve T4 (N-20-2)) tozlayıcılık özelliklerini incelemişlerdir. Çiçek tozu canlılığı için TTC ve FDA testleri, çimlenme güçlerinin belirlemek için ‘petride agar’-‘asılı damla’ yöntemi kullanılmıştır. 2018 yılı verilerine göre TTC testinde canlı çiçek tozu %9,75 ile %46,03, yarı canlı çiçek tozu %53,65 ile %82,44, cansız çiçek tozu %0,31 ile %17,53 oranları arasında değiştiği saptanmıştır. 2019 yılı TTC testinde canlı çiçek tozu %30,98 ile %61,70, yarı canlı çiçek tozu %29,57 ile %58,82, cansız çiçek tozu %3,16 ile %28,16 olarak belirlenmiştir. FDA testinde ise 2018 yılında canlı çiçek tozu %41,55 ile %79,59 ve 2019 yılında ise %58,41 ile %70,89 oranı arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çiçek tozu çimlenme oranları 2018 yılı verilerine göre %5 sakkaroz konsantrasyonunda %2,74 ile %14,38, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %9,75 ile %35,40, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %1,84 ile %23,90 oranları arasında belirlenmiştir. H₃BO₃ ortamında genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları %2,80 ile %38,90 arasında tespit edilmiştir. 2019 yılı verilerine göre %5 sakkaroz konsantrasyonunda %4,69 ile %52,13, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %15,00 ile %56,08, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %18,21 ile %42,46 arasında belirlenirken, H₃BO₃ ortamında ise %5,67 ile %35,50 arasında tespit edilmiştir. Çiçek tozlarının çimlenme gücünü belirlemek için değişik ortamlarda yapılan denemelerde 2018 yılı ‘petride agar’ ve ‘asılı damla’ yönteminde en iyi sonuç %10 sakkaroz ortamında elde edilmiştir. 2019 yılında ise ‘petride agar’ ve ‘asılı damla’ yöntemi %10 sakkaroz

ortamında benzer sonuçlar saptanmıştır. Genotiplerin bir anterdeki çiçek tozu üretim miktarı 6800 ile 15900 adet arasında bulunmuştur.

Kestane türlerinde (*C. henry*, *C. crenata*, *C. mollissima* ve S-8xJ hibridinde) yapılan ıslah çalışmalarına katkı sağlamak için polen çimlenme gücünü belirlemek için %2 ‘petride agar’ yöntemi kullanılarak sakkarozun %5, %10, %15 ve %20 dozları ile %0,001 ile %1 arasında borik asit dozları denenmiştir. Türler ve hibrit bazında polen çimlenme oranı %6,5 ile %54 arasında saptanmıştır. En yüksek polen çimlenme oranları %10 ile %15’lik sakkaroz konsantrasyonlarında elde edilmiştir. %1 yoğunluktaki borik asit çimlenmeyi geciktirmiş ve polen tüplerinin bozulmasına sebep olmuştur. %0,4 borik asit yoğunluğunda en iyi çimlenme elde edilmiştir. Araştırmacı polen çimlenme oranının artmasında sıcaklığında etkili olduğunu bildirmiş ve en iyi sonuçlar 28 ile 37⁰C’de tespit edilmiştir (Nienstaend, 1955).

Rutter ve ark. (1990), kestanelerin polen çimlenmesi, değişik oranlarda uygulanan sakkaroz konsantrasyonlarından etkilendiğini belirlemişler ve %1 sakkaroz konsantrasyonunun yeterli olabileceğini birdirmişlerdir. En yüksek polen çimlenme oranları ise %10 sakkaroz konsantrasyonundan elde edilmiştir.

Bounous ve ark. (1992), *Castanea crenata*, *C. sativa* türleri ile bunların hibrit çeşitlerinde çiçek tozu canlılığını (tetrazolium (TTC) testi) ve *in vitro* şartlarda sıvı ve katı kültür ortamlarında hem ışık hemde hem de floresan mikroskop kullanarak çimlenmekte olan poleni gözlemlemişlerdir. Araştırma bulgularına göre, çiçek tozu çimlendirme testlerinde kullanılan yöntemler sonucu başarılı veriler elde edildiği belirtilmiştir. Çiçek tozu boylarının uzunlukları 14 ile 18 µm ve en uzunlukları ise 10 ile 14 µm arasında olduğu saptanmıştır. Çiçek tozu çimlenmesi için genel olarak, hibrit ve Avrupa kestanelerinde %5-10 yüksek yoğunluklu sakkaroz konsantrasyonları olması gerektiği, Japon çeşitlerde ise %1-2 gibi düşük sakkaroz konsantrasyonlarının yeterli olacağı bildirilmiştir.

Vergano ve Gianotti (1993), çiçek tozlarının depolanmasının, ıslah ve germplazmın korunması için önem taşımakta olduğunu ifade etmektedir. *Castanea sativa* çiçek

tozlarının yaşama gücünün saptanması için çimlenme gücünü test etmişlerdir. Taze olarak toplanan çiçek tozlarının *in vitro* ortamda, sıvı azot içinde (-196°C) depolandıktan sonra 3 yıl boyunca canlılığı ve çimlenebilme yeteneklerini değerlendirilmiştir. Denemelere başlamadan önce soğuk muhafazaya alınmış çiçek tozlarının 2 saat süre içinde 24°C sıcaklıkta rehidrasyon haznesinde tutulmuştur. Çiçek tozu canlılığı için fluorochromatic reaksiyon (FCR) ve tetrazolium (TTC) yöntemi gerçekleştirilmiştir. Çiçek tozu çimlenme gücünün belirlenmesinde, 'asılı damla' yönteminde %10-20-30 gibi farklı sakkaroz konsantrasyonlar ve katı agar (%0,65) yönteminde H_3BO_3 (100 ppm), CaCl_2 (1 mM) ve %10-20-30 olacak şekilde farklı sakkaroz konsantrasyonları kullanılarak yapılmış ve çiçek tozlarının iki farklı sıcaklık da (24 ve 27°C) 24 saat inkübe edilmiş ve asetocarminle renklendirildikten sonra çimlenme oranı ve çiçek tozu tüpü uzunluğu belirlenmiştir. Çiçek tozlarının canlılık düzeylerini belirlemek için uygulanan yöntemlerde FCR yönteminde %94,4 ve TTC yönteminde ise %95,1 olarak elde edilmiştir. Çimlenme oranları ise 27°C sıcaklık ve %20 sakkaroz konsantrasyonunda en iyi çimlenme yüzdesi olarak 'asılı damla' yönteminde %58,2 oranında ve 'katı agar' yönteminde ise %50,1 olarak saptanmıştır. En yüksek çiçek tozu tüpü uzunluğunun 100 μm civarında olduğu belirlenmiştir. Muhafaza süresinin uzaması çiçek tozu canlılık düzeyi ve çimlenme gücü oranının azalmasına sebep olmuş olup 3 yıl sonunda LN_2 çiçek tozu canlılığı FCR yönteminde %79,2, TTC yönteminde %85,0 oranında saptanmış ve çimlenme gücü sonuçları 'asılı damla' yönteminde %60,3 oranında, 'katı agar' yönteminde %39,2 oranında belirlenmiş ve çiçek tozu tüpü uzunluğu ise 60-90 μm arasında olduğu belirlenmiştir.

Botta ve ark. (1995), kestanede çiçek biyolojisi ve embriyo gelişimini (*Castanea sativa* Mill.) incelemişlerdir. Çiçek tozlarının çimlenebilme yeteneği 'asılı damla' (%20 sakkaroz) ve 'petride agar' (%0,7 agar, %20 sakkaroz, 100 ppm H_3BO_3 ile 1mM CaCl_2 'dan oluşan katı ortam) yöntemi ile saptanmıştır. Hazırlanan ortamlar 1 gün boyunca 27°C 'de tutulmuşlardır. Çiçek tozu sayımları, çiçek tozu tüpünün uzunluğu çiçek tozu tanesinin çapına eşit veya daha büyük olduğunda çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çiçek tozu canlılık flokramatik yöntemle göre %81,3 bulunmuştur. Çiçek tozu çimlenme yüzdesi 'asılı damla' yönteminde ortalama %58,2, agar ortamında ise %50,1 olarak saptanmıştır.

Fernando ve ark. (2006), Amerikan kestanelerinde (*Castanea dentata*) erkek üreme yapılarının gelişimini belirlemek ve reproduktif davranışların tanımlanması üzerine çalışma yapmışlardır. Erkek çiçek püsküllerini küçük parçalara keserek ve üzerlerinden ezilerek eşit oranda dağılımı sağlanmış ve fazla miktarda çiçek tozu elde edilmesi sağlanmıştır. Çiçek tozu canlılığını optimum şartlara getirmek için, *in vitro* koşullarda çimlenmesinin sağlanması için çeşitli depolama koşullarının etkilerini de inceleyen araştırmacılar; 4⁰C’de 2 hafta depolanan çiçek tozlarının, taze toplanmış, -20⁰C ve 80⁰C’de depolanan çiçek tozlarına oranla çimlenme yüzdesinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. En iyi değer 4⁰C’de 2 hafta depolanan çiçek tozlarında %48 oranında elde edilmiştir, sırasıyla elde edilen diğer sonuçlar; taze toplanmış çiçek tozlarında %33 oranında, -80⁰C’de 2 hafta depolanan çiçek tozlarında %32 oranında, -20⁰C’de 2 hafta depolanan çiçek tozlarında %20 oranında, -80⁰C’de 1 yıl depolanan çiçek tozlarında %19 oranında çimlenme başarısı elde edilmiştir. En düşük çimlenme oranı ise -20⁰C’de 1 yıl depolanan çiçek tozlarında %8 olarak saptanmıştır.

Kılınç (2014), 2012 yılında Aydın İli Nazilli İlçesinde yapılan seleksiyon çalışması sonucu belirlenmiş olan ‘N-2-5’, ‘N-3-4’, ‘N-23-1’, ‘N-7-3’ ve ‘N-20-2’ kestane (*Castanea sativa* Mill.) genotiplerinde erkek çiçek yapılarını incelemiştir. ‘N-7-3’, ‘N-20-2’ genotipleri için sırasıyla anter boyunu 603,84 µm ve 467,71, anter enini 484,30 ve 330,50 µm, bir anterdeki çiçek tozu sayısını 2300 adet ve 1200 adet arasında değiştiği saptanmıştır. ‘N-7-3’ genotipinde çiçek tozu boy uzunluğu 14,93 µm en uzunluğu 10,08 µm olarak belirlenmiştir.

Aydın İli Nazilli İlçesinde 2012 yılında kestane genotiplerinde erkek çiçek yapılarının incelenmesine yönelik çalışma yürütülmüştür. Çiçeklenme döneminde alınan erkek çiçeklerde; püskül boyu, püsküldeki erkek çiçek küme sayısı, erkek organların *tepale* göre boyları, püskül üzerinde bulunan kümelerde çiçek sayıları, çiçek içerisinde erkek organ sayıları, anterlerin boyutları gibi özelliklere ilişkin ölçüm ve mikroskop altında incelemeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda. ‘N-2-5’, ‘N-3-4’ ve ‘N-23-1’ genotiplerinin anter oluşturmadaıkları için stamensiz tip olarak nitelendirildiği ve bu nedenle kısır (steril) oldukları için tozlayıcılık yeteneğinin bulunmadığı belirlenmiştir. Denemede yer alan ‘N-7-3’ genotipinin orta stamenli ve ‘N-20-2’ genotipinin ise uzun

stamenli olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin ortalama püskül boyu 7,35-15,16 cm aralığında değıştiği, erkek çiçeklerdeki ortalama küme sayıları 42,30 ile 79,09 adet arasında elde edilmiştir. Erkek çiçekteki ortalama çiçek sayısı 6,42 ile 4,52 adet tespit edilmiştir (Kılınç ve Ertan, 2016).

Luo ve ark. (2020), Çin’de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan kestane (*Castanea mollissima* Blume) ve Çin Chinquapin’in de (*Castanea henryi* Skam) (Rehder & Wilson) polen canlılığı ve çimlenmesi üzerinde araştırma yapılmıştır. Çalışmada polen çimlenmesi için en uygun ortamı belirlemek ve boyama ve canlılık sonuçlarına dayalı bir dizi korelasyon analizi kullanarak canlılığı tahmin etmek için bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır. Polen canlılığını belirlemede 2,3,5-trifenil tetrazolyum klorür (TTC), 2,5-difenilmonotetrazolium bromür (MTT), asetik karmin, benzidin-H₂O₂, mavi mürekkeple boyama (*blue ink dyeing*), metilen mavisi, I₂-KI, inorganik asit ve peroksit boyama yöntemleri kullanılmıştır. Çimlenme testleri için farklı konsantrasyonlarda sakkaroz, borik asit (H₃BO₃), kalsiyum klorür (CaCl₂) ve giberellin (GA₃) kullanılmıştır. Benzidin-H₂O₂ ve MTT boya ları polen canlılık testi için uygun olduğu belirlenmiştir. *C. mollissima* ve *C. henryi* için en uygun çimlenme ortamı %5 sakkaroz, %0,01 H₃BO₃ ve %0,005 GA₃ ancak CaCl₂ miktarları sırasıyla 0,01 ve %0,005 değışmiştir. *C. mollissima* için en uygun ortam bileşimi %5 sakkaroz + %0,01 H₃BO₃ + %0,01 CaCl₂ + %0,005 GA₃ olarak belirlenirken *C. henryi* için ise %5 sakkaroz + %0,01 H₃BO₃ + %0,005 CaCl₂ + %0,005 GA₃ olarak belirlenmiştir. Farklı çimlenme ortamlarında çimlenme oranları *C. mollissima*’da *staminate* çiçeklerde %36,66-%60,82, karışık eşeyli püsküllerde %36,44 ile %61,96 arasında değışim gösterirken *C. henryi*’de ise *staminate* çiçeklerde %29,87-%49,85, karışık eşeyli püsküllerde %29,95 ile %53,61 arasında değışim göstermiştir. MTT testi ile polen canlılığı *staminate* çiçeklerde *C. mollissima*’da %59,44, *C. henryi*’de %41,25, karışık eşeyli (*bisexual*) püsküllerde *C. mollissima*’da %59,30, *C. henryi*’de %46,25 olarak saptanmıştır.

Silva ve ark. (2020), 9 Japon kestane çeşidi ve 2 hibrit çeşitte olmak üzere 11 çeşitte çiçek tozunun kalitesinin belirlenmesi için *in vitro* şartlarda boyama ile çiçek tozu canlılığı ve çiçeklenme tipine ilişkin canlılığının yüzde olarak belirlenmesini hedeflemişlerdir. Çeşitler için gözlemlenen en iyi sonuçlar ‘Morioase’ %34,04,

‘Tamatsukuri’ %29,99, ‘Senri’ %26,88 çeşitlerinde ve hibrit çeşit olarak ‘KM2’ %20,59 olarak belirlemişlerdir. Geri kalan çeşitler %4 ila %16 arasında çimlenme yüzdelерini elde etmişlerdir. Anterdeki çiçek tozu sayılarını hesaplamışlardır ve en yüksek sonuçları hibrit çeşit olan ‘KM1’ (2083,23), ve Japon çeşitler olarak ‘Isumo’ (1553,23) ve ‘Senri’ (1174,09) çeşitlerinde elde etmişlerdir.

Mert ve Soylu (2006), çeşitlerin erkek çiçek yapıları üzerine anter, çiçek tozlarının yüzeysel yapıları, şekil ve boyutları olmak üzere anatomik yapıları incelemiş ve çeşitler arasındaki farklılıkları belirlemiştir. Yapmış oldukları çalışmada anter boy değerlerini 164,5 ile 464,6 µm, en değerlerini 208,8 ile 443,0 µm olarak tespit etmişlerdir. Bir anterdeki polen sayısını 120 ile 5200 adet arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Müftüoğlu (2017), Farklı ekolojilerden seleksiyon çalışmaları ile öne çıkan 17 kestane (*Castanea sativa* Mill.) çeşit/genotipi ve iki hibrit (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) çeşit olmak üzere toplam 19 kestane tomurcuk, erkek ve dişi çiçeklerinde fenolojik gelişim dönemlerini incelenmiş ve erkek çiçeklerde ayrıntılı incelemeler yaparak aralarındaki farklılıkları belirlenmiştir. Çeşit/genotipler bazında erkek çiçek ortalama püskül boyu 6,41 cm ile 20,06 cm, bir püsküldeki ortalama erkek çiçek küme sayısı 61,85 ile 154,35 adet, çiçek kümesindeki ortalama çiçek sayıları 3,21 ile 8,68 adet, çiçekteki stamen sayısı 7,36 ile 11,61 adet arasında değiştiğini kayıt etmiştir. Kestane çeşitlerinde stamen yapıları bakımından önemli farklılıklar saptanmış; 5 çeşit stamensiz (astamine), 1 çeşit kısa stamenli (brachistamine), 4 çeşit orta boyda stamenli (mezostamine) ve 9 çeşit uzun stamenli (longistamine) olarak sınıflandırılmıştır. Çeşit/genotiplerin ortalama anter boy ve en uzunluğunun 366,03-732,60 µm ile 365,59 - 609,11 µm arasında değiştiği ve *oblate spheroidal*, *prolate spheroidal* ve *subprolate* olmak üzere 3 farklı anter şekline sahip olduğu saptanmıştır. Çeşit/genotiplerin ortalama çiçek tozu boy uzunluğu 13,14 µm ile 21,38 µm, en uzunluğu 10,23 µm ile 12,55 µm arasında değiştiği ve *prolate*, *subprolate* olmak üzere 2 farklı şekle sahip olduğunu belirlemiştir.

Sarıyar (2019), Aydın İli Nazilli İlçesinde 2018 ve 2019 yıllarında seleksiyon çalışması sonucu seçilmiş olan, kestane genotiplerinin tozlayıcılarının erkek çiçek yapılarının incelenmesi amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çiçeklenme döneminde alınan erkek çiçek püsküllerinde; erkek organ sayıları, anterlerin boyutlarına ilişkin ölçümler ve mikroskop altında incelemeler yapılmıştır. Bunun yanı sıra, tozlayıcı genotiplerde başçık ve çiçek tozlarının yüzeysel yapıları, anatomileri ile şekilleri incelenmiş ve aralarındaki farklılıklar belirlenmiştir. Erkek çiçeklerde anter ve çiçek tozu incelemelerinde 2018 yılı verilerine göre anter boy uzunluğunun 413,72 ile 498,54 μm , en uzunluğunun 419,40 ile 527,01 μm arasında değiştiği belirlenmiş, çiçek tozu boy uzunluğunun 78,94 ile 94,67 μm , en uzunluğunun 49,69 ile 62,48 μm arasında değiştiği saptanmıştır. 2019 yılı verilerine göre anter boy uzunluğunun 473,60 ile 547,00 μm , en uzunluğunun 453,80 ile 565,00 μm arasında değiştiği belirlenmiş, çiçek tozu boy uzunluğunun 14,87 ile 20,61 μm , en uzunluğunun 9,92 ile 13,81 μm arasında değiştiği tespit edilmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında anter ve çiçek tozlarının *prolate*, *subprolate* olmak üzere 2 farklı şekle sahip olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, 2021 yılında Bursa ili sınırları içerisindeki Yıldırım merkez ilçesinde bulunan Cumalıkızık mahallesindeki Kestane Koleksiyon Bahçesinde ve Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Sitoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Farklı ekolojilerden seleksiyon çalışmaları ile öne çıkan 9 kestane (*Castanea sativa* Mill.) çeşit/genotipi ve 2 hibrit (*Castanea sativa* x *Castanea crenata*) çeşit olmak üzere toplam 11 kestane çeşit/genotipte çalışılmıştır.

Kestane çeşit /genotiplerin yer aldığı bahçe 345 m rakımda yer almakta, bahçe toprağı organik madde bakımından yeterli düzeyde, %40-46 tınlı toprak yapısı ve pH 6,4-6,7 aralığındadır. Şekil 3.1'de kestane koleksiyon bahçesinin uydu ve genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü kestane koleksiyon bahçesi

Çalışmada yer alan çeşit/genotipler hakkında bilgi aşağıda verilmiştir.

'N-7-3': Aydın Nazilli yöresinde yetiştirilmektedir. Erkek çiçekler orta stamenli yapıya sahiptir (Kılınç, 2014). Tozlayıcılık yönünden verimlidir. Ekimin ortasından sonra hasat edilir. Meyveleri büyük yapıdadır Ağaçların tac oluşumu yayvan büyüme eğilimindedir.

Meyve kabuğu bakımından mat-parlak, açık kahverengi, meyve iç rengi krem beyaz, tohum kabuğu kolay soyulabilir yapıdadır (Ertan ve Kılınç, 2005).

‘Erfelek’: Sinop il’inden selekte edilmiştir. Erkek çiçekler uzun stamenli yapıya sahiptir Çiçek tozu yayma süresi uzundur ve bu özelliği bakımından tozlayıcı çeşit olarak verimlidir (Müftüoğlu, 2017). Meyve ağırlığı 9,3 g’dır. Meyve kabuğu parlak ve koyu kahverengidir. Ekim başında hasat edilir. Tohum kabuğu, embriyoya yapışmaz ve soyulabilirliği kolaydır. Tek embriyolu olup meyve iç rengi beyazdır. Gençlik kısırlık periyodunun süresi kısa olup kestane kanserine dayanımı orta derecededir. Verimli bir çeşittir (Eser, 2019).

‘Firdola’: Orjin yeri Yalova/Karamürsel. Erkek çiçekler uzun stamenli yapıya sahiptir Çiçeklenme başlangıcı erkendir ve çiçek tozu yayma süresi 16-17 gün olarak uzundur bu özellikleri tozlayıcılık zamanını artırmaktadır. Meyveleri yuvarlağa yakın, kabuğu az parlak koyu renkli ve kalın yapıda olup iç rengi kremdir. Çok verimli olan bu çeşidin her yıl meyve verme özelliği vardır (Soylu, 2004).

‘Gavuraşı’: Bursa Fidyekızık’dan seleksiyonu yapılmış ve genel olarak bu yörede yetiştirilmektedir. Erkek çiçekler orta stamenli yapıdadır Çiçeklenme süresi orta derecededir ve çiçek tozu yayma süresi 10-14 gündür (Müftüoğlu, 2017).

‘Karamehmet’: Karamürsel yöresinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Erken çiçeklenen çeşitler arasında ve erkek çiçekleri uzun stamenli olduğu ve tozlayıcılık yeteneği yönünden verimli olduğu bildirilmektedir. Meyveleri yuvarlağa yakın, meyve kabuğu bakımından koyu renkli ve kalındır. Meyvenin içi krem renginde ve küçük boyutludur (Soylu, 2004).

‘Maraval’: *Castanea sativa* (Avrupa kestanesi) ve *Castanea crenata* (Japon kestanesi) melezi Fransa orijinli bir çeşittir. Meyve özellikleri mahun kırmızı renklidir (Soylu, 2004).

‘Marigoule’: *Castanea sativa* (Avrupa kestanesi) ve *Castanea crenata* (Japon kestanesi) melezi Fransa orijinli bir çeşittir. Erkek çiçek yapısı bakımından uzun stamenli ve tozlayıcılık kabiliyeti yüksektir. Orta-erkenci özellik gösterir. Bursa ekolojisinde Eylül ayının ortasında hasat edilir (Müftüoğlu, 2017).

‘Sarışlama’: Bursa yöresinde yetiştiriciliği yapılmakta olup diğer yörelerde de azda olsa yetiştirilmektedir. Haziran ayının ortalarında çiçeklenir. Erkek çiçekleri orta stamenli bir yapıya sahip olup tozlayıcılık kabiliyeti yüksektir. Meyveleri yuvarlağa yakın oval, meyve ucuna doğru hafif üçgen yapıda ve tabanı düzdür, içi krem rengindedir (Müftüoğlu, 2017)

‘Serdar’: Samsun il’inden seleksiyonu yapılmıştır. (Serdar ve Soylu, 1999). Çiçeklenme dönemi erken çeşitler arasındadır. Erkek çiçekleri uzun stamenli yapıya sahiptir Çiçek tozu yayma süresi 17 gündür ve tozlayıcılık yönünden verimlidir (Müftüoğlu, 2017).

‘Seyrekdiğer’: İzmit ilçesinin Yenice, Balaban yörelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Haziran ayının ortalarında çiçeklenme görülür. Erkek çiçekleri yapısı bakımından uzun stamenlidir ve verimli çeşitler arasındadır. Meyveleri dikdörtgen yapıda olup çanta şeklinde oluşur ve içi krem rengindedir (Soylu, 2004).

‘Tülü’: Bursa yöresinde selekte edilmiştir, daha çok bu ekolojide yetiştiriciliği yapılmaktadır (Eser, 2019). Erkek çiçekleri uzun stamenlidir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çiçek tozunun elde edilmesi

Çalışmada yer alan çeşit/genotiplerde Haziran ayı başından itibaren fenolojik gözlem yapılmıştır. Püsküllerde tam çiçeklenme görüldüğünde yani başçıkların, gelişimlerini tamamladıkları dönemde (Çizelge 3.1)(Şekil 3.2.A), erkek çiçek püskülleri ayrı kutulara toplanmıştır (Şekil 3.2.B). Laboratuvar ortamına getirilen püsküller siyah bir eliş kağıdı üzerinde oda sıcaklığında 24-48 saat tutulup, püsküllerden çiçek tozları ve başçıkların

ayrılması sağlanmıştır (şekil 3.2.C). iek tozları ve başçıklar petri kaplarına konulup (şekil 3.2.D), bir desikatör içinde 24 saat süreyle nemi ektirilmıştır (şekil 3.2.E). Daha sonra başçıklar tl elekten geirilmış ve çimlenme ve canlılık testleri yapılmıştır (şekil 3.2.F).

Çizelge 3.1. Kestane çeşit/genotiplerinde erkek çiçeklerin tam çiçeklenme zamanı

eşit/Genotip	Erkek iek Pskllerinin Tam ieklenme Zamanı
N-7-3	21 Haziran
Erfelek	06 Haziran
Firdola	10 Haziran
Gavuraşı	21 Haziran
Karamehmet	06 Haziran
Maraval	10 Haziran
Marigoule	10 Haziran
Sarıaşlama	21 Haziran
Serdar	10 Haziran
Seyrekdiken	06 Haziran
Tülü	21 Haziran



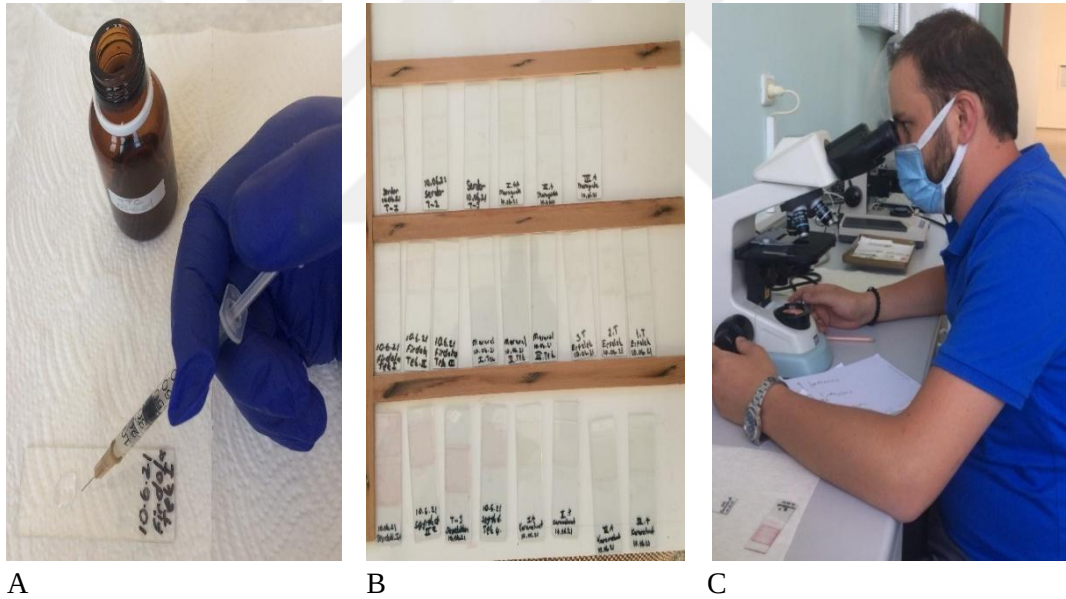
Şekil 3.2. Çiçek tozunun elde edilmesi aşamaları

3.2.2. Çiçek tozu canlılık denemeleri

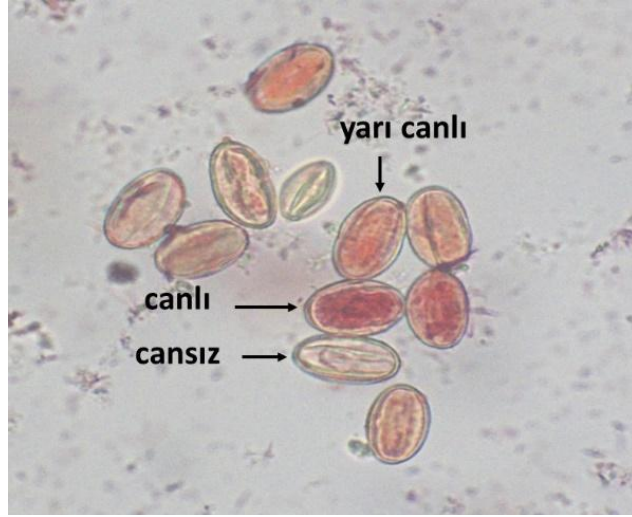
Çiçek tozlarının canlılık düzeylerini saptayabilmek için, TTC (2-3-5-trifenil tetrazolium klorid) çözeltisi kullanılmıştır. 10 ml TTC çözeltisi hazırlamak için önce 0,1 g TTC tartılmış ve 1 ml saf su içinde eritilmiştir. Ayrıca 6 g sakkaroz 9 ml saf su içinde eritilmiştir. Ayrı ayrı hazırlanan bu iki karışım birbiri üzerine eklenerek boya hazırlanmıştır. TTC boya çözeltisi ışık almaması için kahverengi cam şişe içine konulmuş ve buzdolabında muhafaza edilmiştir (Mert, 2009). Hazırlanan TTC boya

çözeltisinden bir damla alınıp bir lam üzerine damlatılmış (Şekil 3.3.A) ve önceden elde edilmiş olan çiçek tozları sulu boya fırçası yardımıyla damla üzerine ekilmiştir. Ekim yapıldıktan sonra damlanın üzeri lamelle kapatılmış, doğrudan güneş ışığı almayan normal ışıklı bir ortamda 3-4 saat bekletilmiştir (Şekil 3.3.B). Bu sürenin sonunda hazırlanan preparatlar ışık mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 3.3.C). Mikroskopta sayım yapılarak, kırmızıya boyanan çiçek tozları canlı, pembe renge boyanan çiçek tozları yarı canlı ve boyanmayan çiçek tozları cansız olarak kayıt edilmiştir (Şekil 3.4) (Mert, 2009).

Her çeşit için 3'er lam ve her lamda 5'er alanda sayım yapılmıştır. Her alanda ortalama 100'er adet çiçek tozu sayılmış, bir çeşit/genotipte ortalama 1500 çiçek tozu sayılarak canlılık oranı % olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Çiçek tozu canlılık testinin (TTC) yapılış aşamaları



Şekil 3.4. Canlı, yarı canlı, cansız çiçek tozlarının görünümü

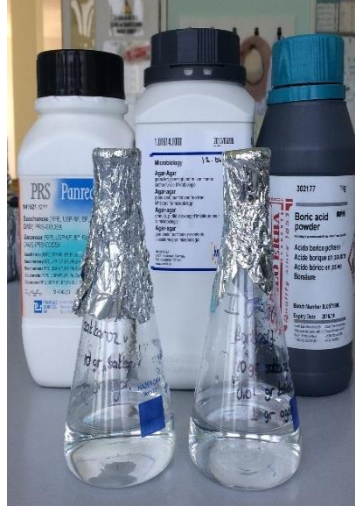
3.2.3. Çiçek tozu çimlendirme denemeleri

Çiçek tozu çimlendirme testleri 'petride agar' yöntemine göre yapılmıştır. Literatürde bildirilen kestane çiçek tozu çimlenme oranı yüksek ortam konsantrasyonları kullanılmıştır (Bounous ve ark., 1992; Beyhan ve Serdar, 2008; Silva ve ark., 2020). Agar ortamının hazırlanması için; 100 ml saf su ısıtıcıya konulmuş (Şekil 3.5.A), içerisine 1 g agar, konsantrasyonuna göre 5 ve 10 g sakkaroz ve 0,4 mg borik asit ilave edilmiştir (Şekil 3.5.B). Ortam kaynamaya yakın berrak bir renk alınca ısıtıcıdan indirilmiştir. Hazırlanan agar ortamı, petri kabının tüm taban yüzeyine ince bir tabaka halinde (yaklaşık 2 mm kadar) dökülmüş (Şekil 3.5.C), soğuduktan sonra çiçek tozları yumuşak samur fırça yardımı ile ekilmiştir (Şekil 3.5.D). Petri kabının kapaklarına ortamın nemini sağlamak üzere iki kat filtre kağıdı yerleştirilerek saf su ile nemlendirilmiş ve kapaklar kapatılmıştır (Şekil 3.5.E). Bu şekilde hazırlanan preparatlar, 24-25°C sıcaklıkta, 24-48 saat süreyle çimlenmeye tabi tutulmuş ve bu sürenin sonunda çiçek tozu sayımı yapılmıştır (Şekil 3.5.F). Çiçek tozu borusu yaklaşık çiçek tozu kadar büyümüş olan çiçek tozları çimlenmiş kabul edilmiştir.

Her çeşit ve doz için üç petri kabı hazırlanmış ve her petride 5'er alanda çimlenen ve çimlenmeyen çiçek tozları sayılmış ve çimlenme oranları % olarak hesaplanmıştır.



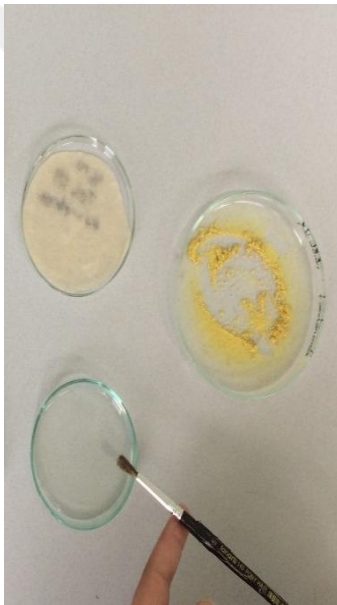
A



B



C



D



E



F

Şekil 3.5. Çiçek tozu çimlendirme denemesinin (Petride agar yöntemi) yapılış aşamaları

3.2.4. Anter ve çiçek tozlarında yapılan ölçümler

Çalışmada yer alan çeşit/genotiplerde anter ve çiçek tozunda; boyuna uzunluk (μm), enine uzunluk (μm), ölçülmüş ve boyuna uzunluk/enine uzunluk oranı (μm) (B/E) hesaplanmış ve Erdtman' a (1966) göre çiçek tozu, şekil indeksleri belirlenmiştir (Çizelge 3.2). Ölçümler yatay konumda olan 30 adet çiçek tozu ve anterlerde yapılmıştır.

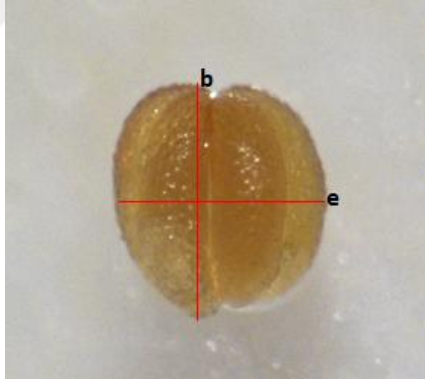
Anter preparatların hazırlığı için öncelikle stereo mikroskop altında erkek çiçeklerden anterler izole edilmiş ve üzerine gliserin damlatılmış bir lam üzerine konulmuştur (Şekil 3.6). DP-20 dijital sistem kullanılarak anterler fotoğraflanmış ve en-boy ölçümleri yapılmıştır. Çiçek tozu preparatların hazırlığı için anterlerden elde edilen çiçek tozları üzerine gliserin damlatılmış bir lam üzerine samur fırça yardımı ile ekilmiş ve üzeri lamelle kapatılmıştır. Işık mikroskop altında DP-20 dijital sistem kullanılarak fotoğraflanmış ve çiçek tozu en-boy ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3.7).

Çizelge 3.2. Anter ve çiçek tozu şekillerinin sınıflandırılması

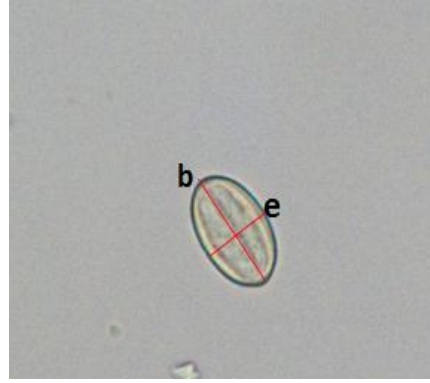
Anter/Çiçek Tozu Şekli	Anter/Çiçek Tozu Boy/En Oranı	Anter/Çiçek Tozu Boy/En Oranı
Peroblate	<4/8	<0,5
Oblate	4/8-6/8	0,50-0,75
Subspherodial	6/8-8/6	0,75-1,33
Sboblade	6/8-7/8	0,75-0,88
Oblate spheroidal	7/8-8/8	0,88-1,00
Prolate spheroidal	8/8-8/7	1,00-1,11
Subprolate	8/7-8/6	1,14-1,33
Prolate	8/6-8/4	1,33-2,00
Perprolate	>8/4	>2,00



Şekil 3.6. Stereo mikroskop altında anter preparatların hazırlığı



A



B

Şekil 3.7. Mikroskopta ölçüm yapılan anter (A) ve çiçek tozu (B) görünümü. b=boy, e=en

3.2.5. Çiçek tozu üretim miktarının saptanması

Çalışmada yer alan çeşit ve genotiplerin, bir anterdeki çiçek tozu miktarını belirlemek amacıyla Hemositometrik yöntem kullanılmıştır (Mert, 2005).

Bu amaçla, Stereo mikroskop altında çalışmada yer alan çeşit ve genotiplere ait erkek çiçeklerden henüz patlamamış 30 adet anter izole edilerek küçük cam şişeler içerisine konulmuştur. Şişeler ağzı açık olacak şekilde 48-72 saat oda koşullarında tutularak kuruyup patlamaları sağlanmıştır. Daha sonra her bir şişe içerisine 2 ml saf su ve çok az miktarda sulandırılmış sıvı deterjan konulmuştur (Şekil 3.8.A). Süspansiyon haline getirilen sıvı içerisindeki anterler, cam baget yardımıyla iyice ezilmiştir. Bu süspansiyonlar 1 gün bekletildikten sonra Hemositometrik lam üzerindeki iki sayma odacıklarına birer damla damlatılmış (Şekil 3.8.B) ve üzeri özel lamelle kapatılmıştır. Bir çeşit/genotipte iki şişe hazırlanmış, bir şişeden alınan süspansiyonda iki sayma odacığında sayım yapılmıştır (Şekil 3.8.C). Her sayma odacığında sayım işlemi yapılarak bunların her biri tekerrür olarak değerlendirilmiştir. Bu işlem ile bir anterdeki ortalama çiçek tozu miktarı belirlenmiştir. Hemositometrik lam üzerindeki sayma odacıkları, lam yüzeyinden 0,1 mm derinlikte bulunmaktadır. Süspansiyon hazırlamak için 2 ml (2000 mm³) su kullanılmıştır. Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısını hesaplamak için; bir tekerrürdeki ortalama çiçek tozu sayısı süspansiyon miktarı (2000 mm³) ile çarpılıp, hemositometrik lam lamel arası açıklığa (0,1 mm) bölünmüş ve bu değer süspansiyonda bulunan anter sayısına (30 adet) bölünerek, anterdeki çiçek tozu sayısı belirlenmiştir.

Bir anterdeki çiçek tozu miktarının hesaplanması;

$$A = ((n \times B)/k)/N$$

A= bir anterdeki çiçek tozu sayısı

B= süspansiyon miktarı

n= sayılan çiçek tozu miktarı

k= hemositometrik lam-lamel arası açıklık.

N= süspansiyon içinde kaç başçık bulunduğu



A

B

C

Şekil 3.8. Çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesinde hemositometrik yöntem aşamaları

3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Denemelerden elde edilen bulgular, SPSS istatistik programında, tesadüf parselleri deneme desenine göre değerlendirilerek varyans analizi yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılıp istatistiksel farklılıkların ortaya konması için ise %5 hata olasılığına sahip ‘DUNCAN’ testi kullanılmıştır ($P<0,05$). Denemede elde edilen bulguların birbiri ile ilişkisinin incelenmesinde ‘Pearson Korelasyon Testi’ kullanılmıştır ($P<0,05$ - $P<0,01$).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada yer alan kestane çeşit/genotiplerinin bir anterdeki çiçek tozu miktarı, anter ve çiçek tozu boyutları, çiçek tozu canlılık oranı ile çiçek tozu çimlenme oranı saptanmıştır. Böylelikle kestane çeşit/genotiplerin tozlayıcılık durumu belirlenmiştir.

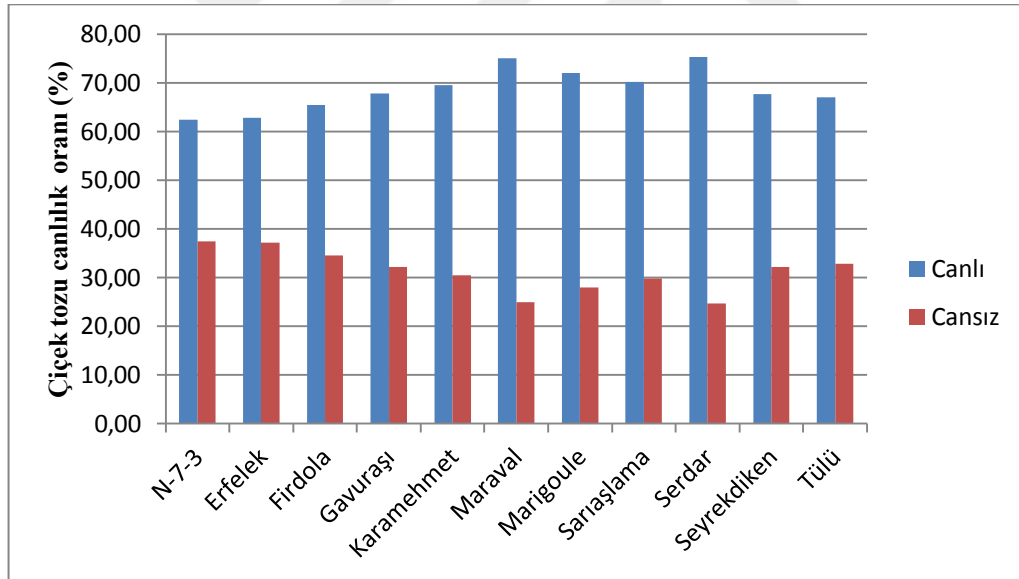
4.1.Çiçek Tozu Canlılık Oranları

Kestane çeşit/genotiplerin TTC testine göre çiçek tozu canlılık değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Çeşit/genotiplere ait çiçek tozlarında yapılan TTC testinden elde edilen canlı, yarı canlı ve cansız çiçek tozu oranları arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Çeşit/genotiplerin canlı çiçek tozu oranları %25,22 ile %40,86, yarı canlı çiçek tozu %26,22 ile %43,73, cansız çiçek tozu %24,67 ile %37,51 arasında değişim göstermiştir. Çiçek tozu canlılık oranı en yüksek aynı harf grubunda yer alan 'Tülü' (%40,86) ve 'Maraval' (%40,21) çeşidinde saptanmış, bunu %38,87 ile 'Gavuraşı', %38,12 ile 'Sarıaşılama' ve %37,79 ile 'Marigoule' çeşidi takip etmiştir. En düşük çiçek tozu canlılık oranı %25,22 değeri ile 'N-7-3' genotipinde belirlenmiş bunu 'Firdola' (%27,05) ve 'Erfelek' (%28,56) çeşitleri takip etmiştir. En yüksek yarı canlı çiçek tozu oranı %43,73 ile 'Serdar' çeşidinde saptanmış bunu %38,40 ile 'Firdola', %37,25 ile 'N-7-3' ve 37,19 ile 'Karamehmet' çeşitleri izlemiş, en düşük yarı canlı çiçek tozu oranı 'Tülü' (%26,22) genotipinde belirlenmiştir. En yüksek cansız çiçek tozu oranı aynı grupta yer alan 'N-7-3' genotipi (%37,51) ve 'Erfelek' (%37,13) çeşidinde saptanmış bunu %34,54 ile 'Firdola' çeşidi takip etmiştir. En düşük cansız çiçek tozu oranı %24,67 ile 'Serdar', %24,91 ile 'Maraval' ve %27,97 ile 'Marigoule' çeşitlerinde kayıt edilmiştir.

Canlı ve yarı canlı çiçek tozu oranları birlikte değerlendirildiğinde 'Serdar' (%75,73), 'Maraval' (%75,07), 'Marigoule' (%72,02) ve 'Sarıaşılama' (%70,13) çeşitlerinde çiçek tozu canlılık oranlarının yüksek, cansız çiçek tozu oranının ise düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı (%)

Çeşit/Genotip	Canlı	Yarı Canlı	Cansız
N-7-3	25,22 d	37,25 ab	37,51 a
Erfelek	28,56 cd	34,30 bc	37,13 a
Firdola	27,05 cd	38,40 ab	34,54 ab
Gavuraşı	38,87 ab	28,94 cd	32,19 bc
Karamehmet	32,32 bc	37,19 ab	30,47 c
Maraval	40,21 a	34,86 bc	24,91 d
Marigoule	37,79 ab	34,23 bc	27,97 cd
Sarıaşılama	38,12 ab	32,01 bcd	29,85 c
Serdar	31,60 bc	43,73 a	24,67 d
Seyrekdiğer	32,78 bc	34,95 bc	32,26 bc
Tülü	40,86 a	26,22 d	32,91 bc

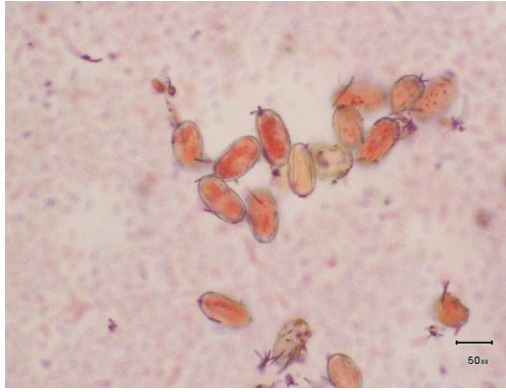


Şekil 4.1. Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozu canlılık oranı (%)

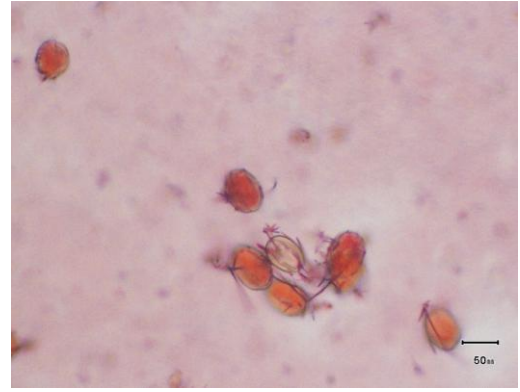
Tural (2019) yabani kestane ağaçlarında yapılan surveyler ile seçilen altı tozlayıcı adayın (T2-1, T2-2, T4-1, T4-2, T5, T6) çiçek tozu canlılık oranlarını TTC ve fluoresceindiacetat (FDA) testi ile oran tespit etmiştir. TTC testi ile genotiplerin canlı çiçek tozu oranı %30,98 ile %61,70, yarı canlı %29,57-%58,82, cansız çiçek tozu oranını %3,16-%28,16, FDA testi ile canlı çiçek tozu oranını %41,55 ile %79,59

arasında değiştiğini saptamıştır. Luo ve ark. (2020) MTT testi ile polen canlılığı erkek iek pskllerinde (*staminate*) *C. mollissima*’da %59,44, *C. henryi*’de %41,25, karışık eşeyli (*bisexual*) püsküllerde *C. mollissima*’da %59,30, *C. henryi*’de %46,25 olarak saptanmıştır. Beyhan ve Serdar (2008), Karadeniz Bölgesinden seleksiyon çalışmaları ile seçilmiş ‘SE3-12’, ‘SE18-2’, ‘SE21-2’, ‘SE21-9’, ‘552-8’, ‘552-10’, ‘554-14’, ‘556-8’, ‘SA5-1’ genotiplerinde ve ‘Sarıaşlama’ çeşidine ait iek tozlarında TTC testine göre canlılık oranları belirlenmiştir. Canlı ve yarı canlı iek tozları birlikte değerlendirildiğinde 2004 yılında %61,90 ile %87,80, 2005 yılında %68,27 ile %93,79, 2006 yılında ise %62,70 ile %91,14 oranları arasında canlılık tespit edilmiştir yıllar geneli baz alındığında ortalama %75,18 ile %86,74 oranlarında belirlenmiştir. Çalışmadaki çeşitlerden biri olan ‘Sarıaşlama’ eşidinde yıllar bazında %87,80, %68,50 ve %87,27 oranında canlılık tespit edilmiştir. Araştırmacıların yaptığı çalışmanın sonucu yapmış olduğumuz çalışma ile canlı ve yarı canlı oranlar birlikte değerlendirildiğinde uyum göstermektedir.

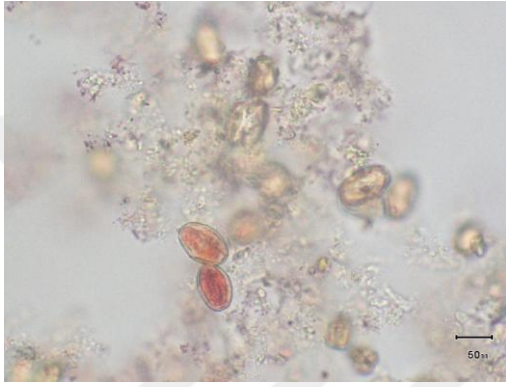
eşit/genotipler bazında TTC canlılık testi uygulanmış iek tozlarına ait görüntüler şekil 4.2 ile şekil 4.3 arasında verilmiştir.



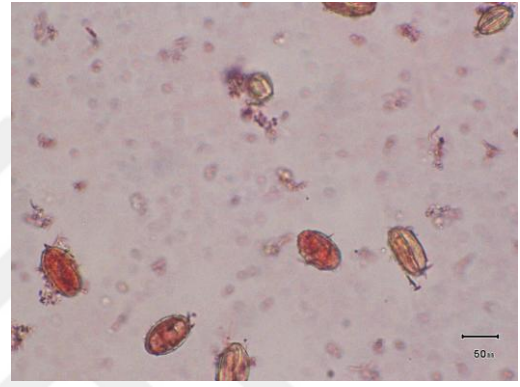
N-7-3



Erfelek



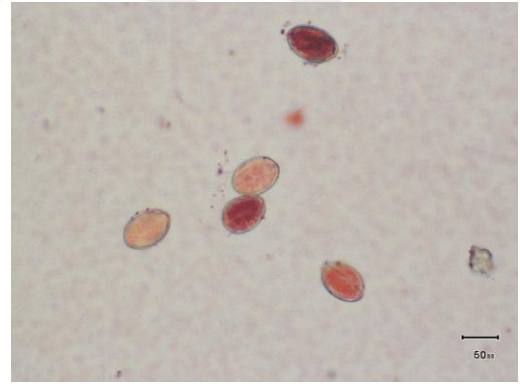
Firdola



Gavuraşı

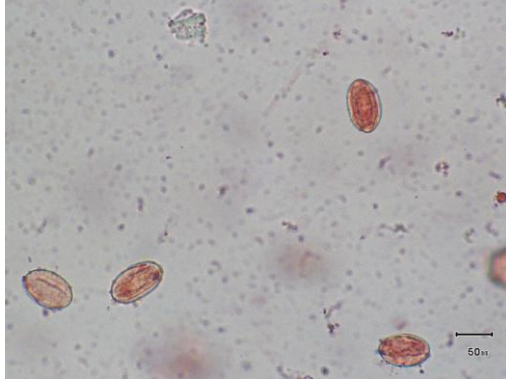


Karamahmet

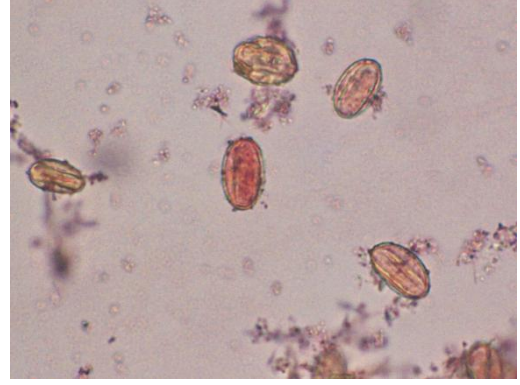


Maraval

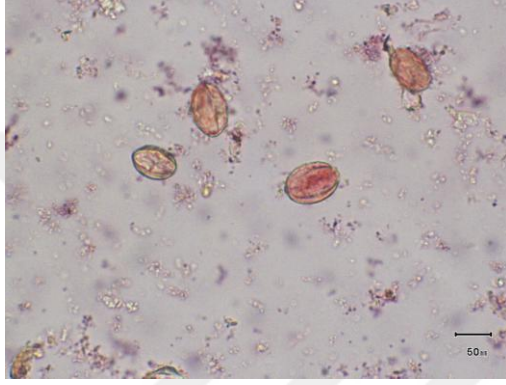
Şekil 4.2. N-7-3, Erfelek, Firdola, Gavuraşı, Karamahmet ve Maraval çeşit/genotiplerin TTC canlılık testi uygulanmış çiçek tozlarına ait görüntüler



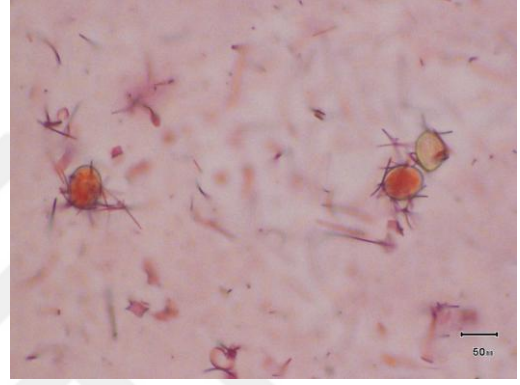
Marigoule



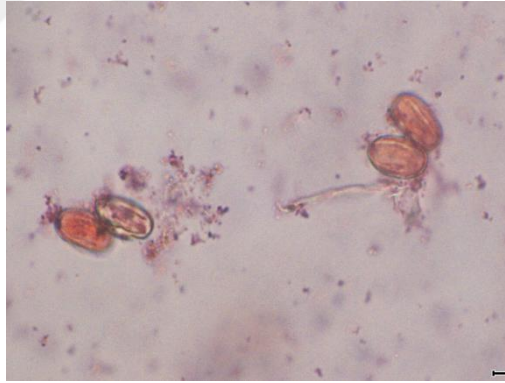
Sariaşlama



Serdar



Seyrekdiken



Tülü

Şekil 4.3. Marigoule, Sariaşlama, Serdar, Seyrekdiken ve Tülü çeşit/genotiplerin TTC canlılık testi uygulanmış çiçek tozlarına ait görüntüler

4.2. Çiçek Tozu Çimlenme Oranları

Kestane çeşit/genotiplerinin çiçek tozlarının yapay ortamlardaki çimlenme güçleri ‘petride agar’ yöntemi ile saptanmış, çiçek tozu çimlenme oranları (%) Çizelge 4.2 ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Çimlendirme çalışması yapılmış çeşit/genotiplerin çiçek tozlarından görüntüler Şekil 4.5 ile Şekil 4.6’da verilmiştir.

Çeşitler arasında çimlenme oranları bakımından farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Çeşit/genotipler bazında çiçek tozu çimlenme oranı %5'lik sakkaroz konsantrasyonunda %16,93 ile %35,35 oranı, %10'luk sakkaroz konsantrasyonunda %23,01 ile %36,63 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları genelde %10'luk sakkaroz konsantrasyonunda daha yüksek bulunmuştur. Nitekim diğer araştırmacılar tarafından da en iyi pollen çimlenme oranlarını %10 sakkaroz konsantrasyonunda elde ettiğini bildirmişlerdir. (Bounous ve ark.1992, Beyhan ve Serdar 2008, Rutter ve ark. 1990).

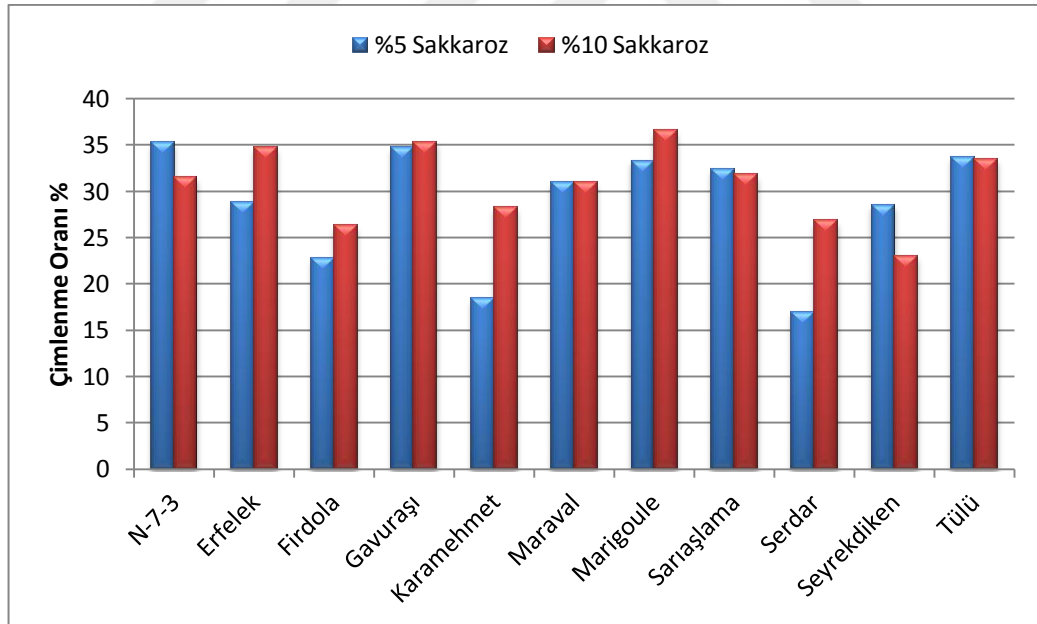
'Maraval', 'Marigoule', 'Gavuraşı', 'Sarıaşlama', 'Tülü', 'N-7-3' çeşit/genotiplerinin çiçek tozu çimlenme oranı iki sakkaroz konsantrasyonunda 'Erfelek' çeşidinde ise %10 sakkaroz konsantrasyonunda %30'un üzerinde olduğu saptanmıştır. En düşük çiçek tozu çimlenme oranları 'Firdola', 'Karamehmet' 'Serdar' çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Karadeniz bölgesinden seleksiyon çalışması ile seçilmiş 'SE 3-12', 'SE 18-2', 'SE 21-2', 'SE 21-9', '552-8', '552-10', '554-14' kestane genotipleri ile 'Sarıaşlama' çeşidine ait çiçek tozlarında en iyi polen çimlenme oranı ve polen tüpü büyümesi %10'luk sakkaroz konsantrasyonunda, en yüksek çimlenme oranı ise %35,80 ile '554-14' kestane genotipinde belirlenmiştir. 'Sarıaşlama' çeşidinde sakkaroz konsantrasyonlarına göre çimlenme oranının %23,91 ve %26,50 arasında değiştiği saptanmıştır (Beyhan ve Serdar, 2008). Aydın bölgesinde tozlayıcı olarak seçilen 6 genotipin (T2-1, T2-2, T-3, T4-1, T4-2, T5, T6) iki yıllık verileri dikkate alındığında çiçek tozu çimlenme oranları %5 sakkaroz konsantrasyonunda %2,74 ile %52,13, %10 sakkaroz konsantrasyonunda %9,75 ile %56,08, %15 sakkaroz konsantrasyonunda %1,84 ile %42,46 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmadaki genotiplerden biri olan T3 (N-7-3) genotipinde 2019 yılı çimlenme oranları farklı sakkaroz konsantrasyonlarında ve borik asit ortamında %16,06 ile %35,70 arasında saptanmıştır (Tural, 2019). Marmara bölgesinde selekte edilen beş kestane genotipinde çiçek tozu çimlenme oranları %10 şeker konsantrasyonunda %29 ile %50 arasında, %15 şeker konsantrasyonunda ise %21 ile %57 arasında değiştiğini saptamıştır (Soylu 1981). Mert ve Soylu (2007), 4 kestane çeşit/genotipte çiçek tozlarının *in vitro* ortamdaki çimlenme oranları %11 (Sarıaşlama) ile %78 (Karamehmet) arasında, Nienstaend (1955), türler ve hibrit bazında polen

Çimlenme oranı %6,5 ile %54, Silva ve ark. (2020), 9 Japon (*Castanea crenata*) kestane çeşidi ve 2 hibrit çeşitte iek tozlarının *in vitro* ortamdaki çimlenme oranları %3,69 ile %32,04 arasında değiştini saptarken, Fernando ve ark. (2006) Amerikan (*Castanea dentata*) kestanelerinde ortalama iek tozu çimlenme oranını %48 olarak tespit etmiştir. Yapılan çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde iek tozu çimlenme oranının tür, çeşit bazında ve kullanılan ortam konsantrasyonlarına göre değiştii görülmektedir.

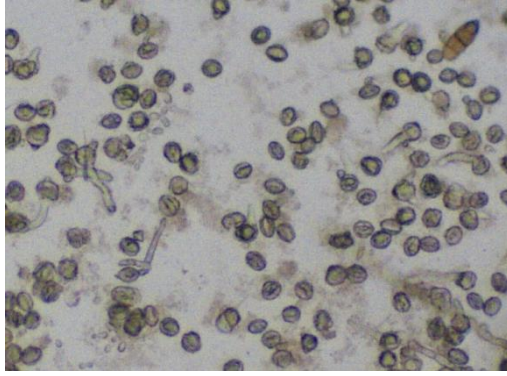


Çizelge 4.2. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları (%)

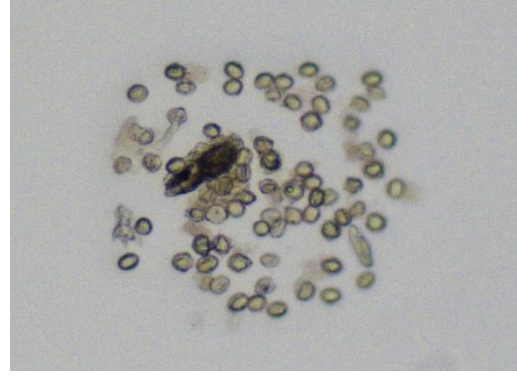
Çeşit/Genotip	Çiçek Tozu Çimlenme Oranı (%)	
	%5 Sakkaroz	%10 Sakkaroz
N-7-3	35,20 a	31,50 abcd
Erfelek	28,78 ab	34,73 abc
Firdola	22,80 bc	26,28 de
Gavuraşı	34,77 a	35,28 ab
Karamehmet	18,40 c	28,28 bcde
Maraval	31,02 a	31,02 abcd
Marigoule	33,31 a	36,63 a
Sarıaşılama	32,35 a	31,78 abcd
Serdar	16,93 c	26,81 cde
Seyrekdiğer	28,49 ab	23,01 e
Tülü	33,70 a	33,53 abcd



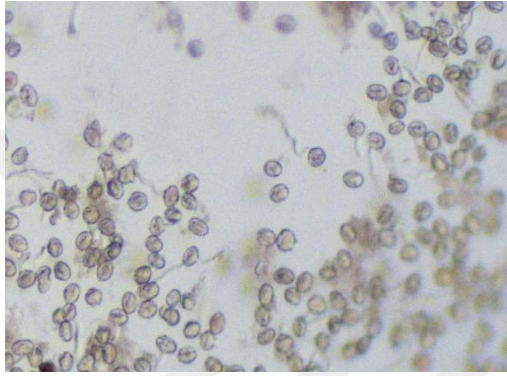
Şekil 4.4. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranları



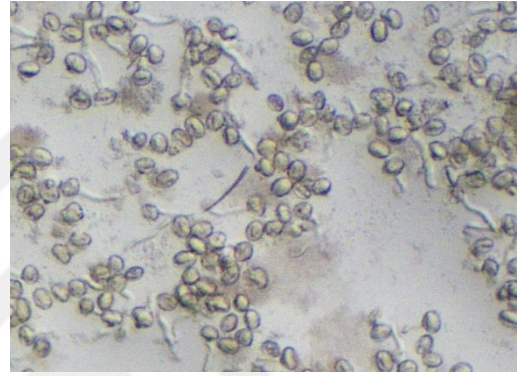
N-7-3



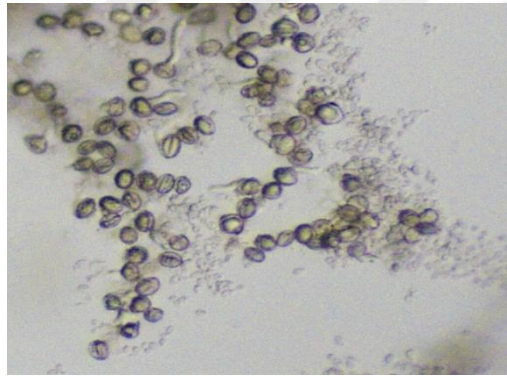
Erfelek



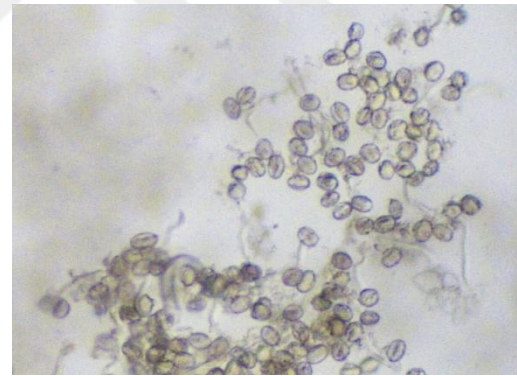
Firdola



Gavuraşı

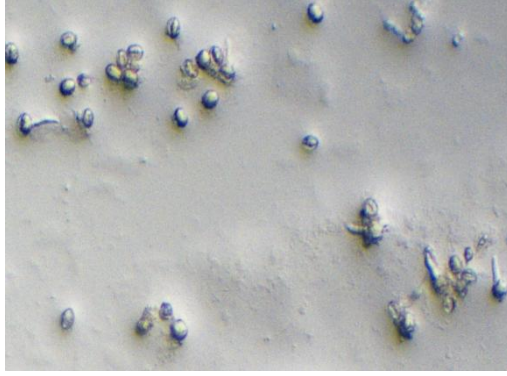


Karamehmet



Maraval

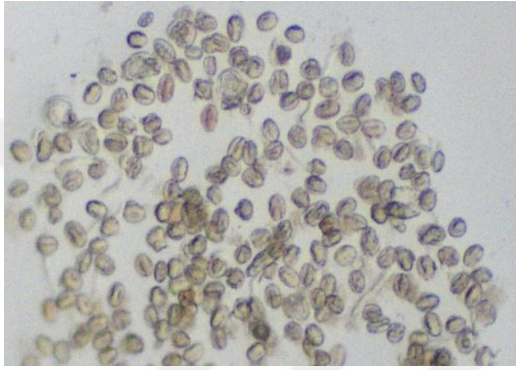
Şekil 4.5. N-7-3, Erfelek, Firdola, Gavuraşı, Karamehmet ve Maraval çeşit/genotiplerin petride agar yöntemi ile çimlendirilen çiçek tozlarına ait görüntüler



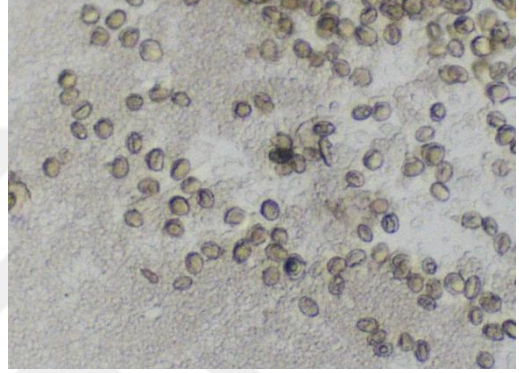
Marigoule



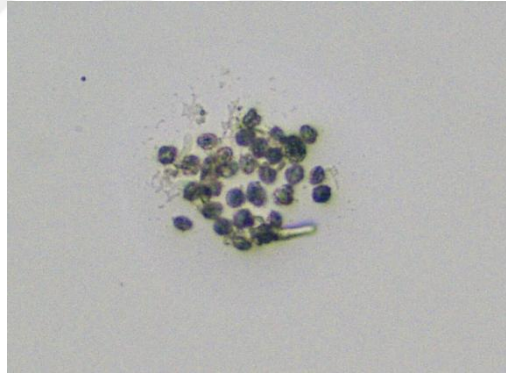
Sariaşlama



Serdar



Seyrekdişken



Tülü

Şekil 4.6. Marigoule, Sariaşlama, Serdar, Seyrekdişken ve Tülü çeşit/genotiplerin petride agar yöntemi ile çimlendirilen çiçek tozlarına ait görüntüler

4.3. Anter ve Çiçek Tozu Boyutları

Kestane çeşit/genotiplerin anterlerinin boyuna ve enine uzunlukları ölçülmüş, boyuna/enine uzunluk oranları hesaplanmış bu değerler ve anter şekli Çizelge 4.3'de verilmiştir. Anter boyutlarında çeşit/genotipler bazında farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Çeşit/genotipler

bazında ortalama anter boy uzunluğu 421,36 µm ile 629,15 µm, en uzunluğu 409,72 µm ile 535,39 µm arasında değiştiği saptanmıştır. Anterlerin ortalama boyuna uzunluk değeri en yüksek aynı harf grubunda yer alan ‘Karamehmet’ (629,15 µm) ve ‘Firdola’ (627,11 µm), en düşük ‘Marigoule’ (421,36 µm) ve ‘Gavuraşı’ (438,78 µm) çeşidinde tespit edilmiştir. En değeri en yüksek ‘Karamehmet’ (535,39 µm) çeşidinde elde edilmiş bunu ‘Tülü’ (521,03 µm), ‘Firdola’ (504,02) çeşitleri takip etmiştir. Anter en değeri en düşük ‘Serdar’ (409,72 µm) çeşidinde tespit edilmiş ve bunu ‘Marigoule’ (421,69 µm), ‘Gavuraşı’ (437,99 µm), ‘Sarıaşlama’ (457,66 µm), ve ‘N-7-3’ (464,42 µm) çeşit/genotipleri takip etmiştir. Anter boyutları ‘Karamehmet’, ‘Firdola’, ‘Tülü’, ‘Seyrekdiğer’ ve ‘Erfelek’ çeşit/genotiplerinde büyük, ‘Gavuraşı’, ‘Marigoule’ ve ‘Serdar’ çeşitlerinde küçük olduğu belirlenmiştir. Çeşit ve genotiplerin, anterlerinin boyuna ve enine uzunluk oranları hesaplanmış ve bu oranlardan çeşit ve genotiplerin *oblate spheroidal*, *prolate spheroidal* ve *subprolate* olmak üzere 3 farklı şekle sahip olduğu belirlenmiştir. ‘Gavuraşı’ (1,00), ‘Maraval’ (1,00), ‘Tülü’ (1,01), ‘N-7-3’ (1,10) ve ‘Sarıaşlama’ (1,13) çeşit/genotiplerinin *prolate spheroidal*; ‘Marigoule’ (0,99) çeşidi *oblate spheroidal* ve diğer çeşitler ‘*subprolate*’ şekle sahip olduğu saptanmıştır. Mert ve Soylu (2006), bazı fertil ve steril kestane çeşitlerinin anter en değerlerini 208,8- 443,0 µm boy değerlerini 164,5 – 464,6 µm olarak tespit etmişlerdir. Müftüoğlu (2017), seleksiyon çalışması ile öne çıkan 11 kestane çeşit/genotip ile iki hibrit (*C. sativa* ve *C. crenata*) çeşidinde anter boy uzunluğunun 366,03 µm ile 732,60 µm, en uzunluğunun 365,59 µm ile 609,11 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. Anter boy ve en değerlerini sırasıyla ‘Sarıaşlama’ çeşidinde 401,46 µm - 418,15 µm, ‘Firdola’ çeşidinde 732,60 µm - 599,52 µm, ‘N-7-3’ genotipinde 494,38 µm - 454,98 µm, ‘Erfelek’ çeşidinde 539,97 µm - 458,74 µm, ‘Serdar’ çeşidinde 501,18 µm - 449,24 µm, ‘Marigoule’ çeşidinde 485,88 µm - 475,42 µm, olarak tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca çeşit/genotipler bazında *oblate spheroidal*, *prolate spheroidal* ve *subprolate* olmak üzere 3 farklı anter şekli olduğu belirlenmiştir. Kılınç (2014), ‘N-7-3’ genotipinin anter boy uzunluğunu 603,84 µm, en uzunluğunu 484,30 µm olarak belirlemiştir. Sarıyar (2019), anter boy uzunluğunun 413,72 ile 547,00 µm, en uzunluğunun 419,40 ile 565,00 µm arasında değiştiğini belirlemiştir. ‘N-7-3’ genotipinde anter boy uzunluğunu 547,00 µm, en uzunluğunu 461,25 µm olarak belirlenmiştir. Çalışmada yer alan çeşitlerin anter boyutları ve şekilleri bu araştırmaların verileri ile genelde uyum içindedir. Bazı çeşit genotiplerde

(Sarıaşılama, Marigoule) daha büyük yada küçük boyut ölçümleri kayıt edilmiştir. Bununla iklim ve bakım koşulları ile örneklemelerden kaynaklanacağı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında yer alan kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozlarının boyuna ve enine uzunlukları ölçülmüş, boyuna/enine uzunluk oranları hesaplanmış bu değerler ve çiçek tozu şekli Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çeşit/genotipler bazında ortalama çiçek tozu boy ve en değerlerinde farklılıkların bulunduğu ve bu farklılıkların istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$). Çeşit/genotiplerin ortalama çiçek tozu boy uzunluğu 16,53 μm ile 19,41 μm , en uzunluğu 10,68 μm ile 14,52 μm arasında değiştiği belirlenmiştir. Çiçek tozu ortalama boy uzunluğu en yüksek ‘Tülü’ (19,41 μm), en düşük ‘Maraval’ (16,53 μm); en uzunluğu en yüksek aynı harf grubunda yer alan ‘Marigoule’ (13,96 μm) ve ‘Tülü’ (14,52 μm), en düşük ‘N-7-3’ (10,68 μm) genotipinde belirlenmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda çiçek tozu boy ve en değerlerini sırasıyla Bounous ve ark. (1992), bazı *Castanea* türlerinin çeşitlerinde, 14–18 μm ve 10–14 μm ; Mert ve Soylu (2007), bazı kestane çeşitlerinde, 13,33–21,30 μm ve 8,72 – 11,78 μm ; Müftüoğlu (2017) 13,14 μm ile 21,38 μm ve 10,43 μm ile 12,73 μm , Sarıyar (2019) 14,87 ile 20,61 μm ve 9,92 ile 13,81 μm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Sonuçlarımız diğer araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çeşit ve genotiplere ait çiçek tozlarının boyuna ve enine uzunluk oranları hesaplanmış ve bu oranlardan çeşit ve genotiplerin *prolate* ve *subprolate* olmak üzere 2 şekle sahip olduğu belirlenmiştir. ‘Tülü’ (1,33) ve ‘Marigoule’ (1,24) çeşit/genotiplerinin *subprolate*, diğer çeşitlerin ise *prolate* şekilde olduğu bulunmuştur. Yapılan önceki çalışmalarda da çiçek tozlarının *prolate*, *subprolate* şekillerinde olduğunu kayıt etmiştir (Mert ve Soylu 2007, Müftüoğlu 2017, Sarıyar 2019).

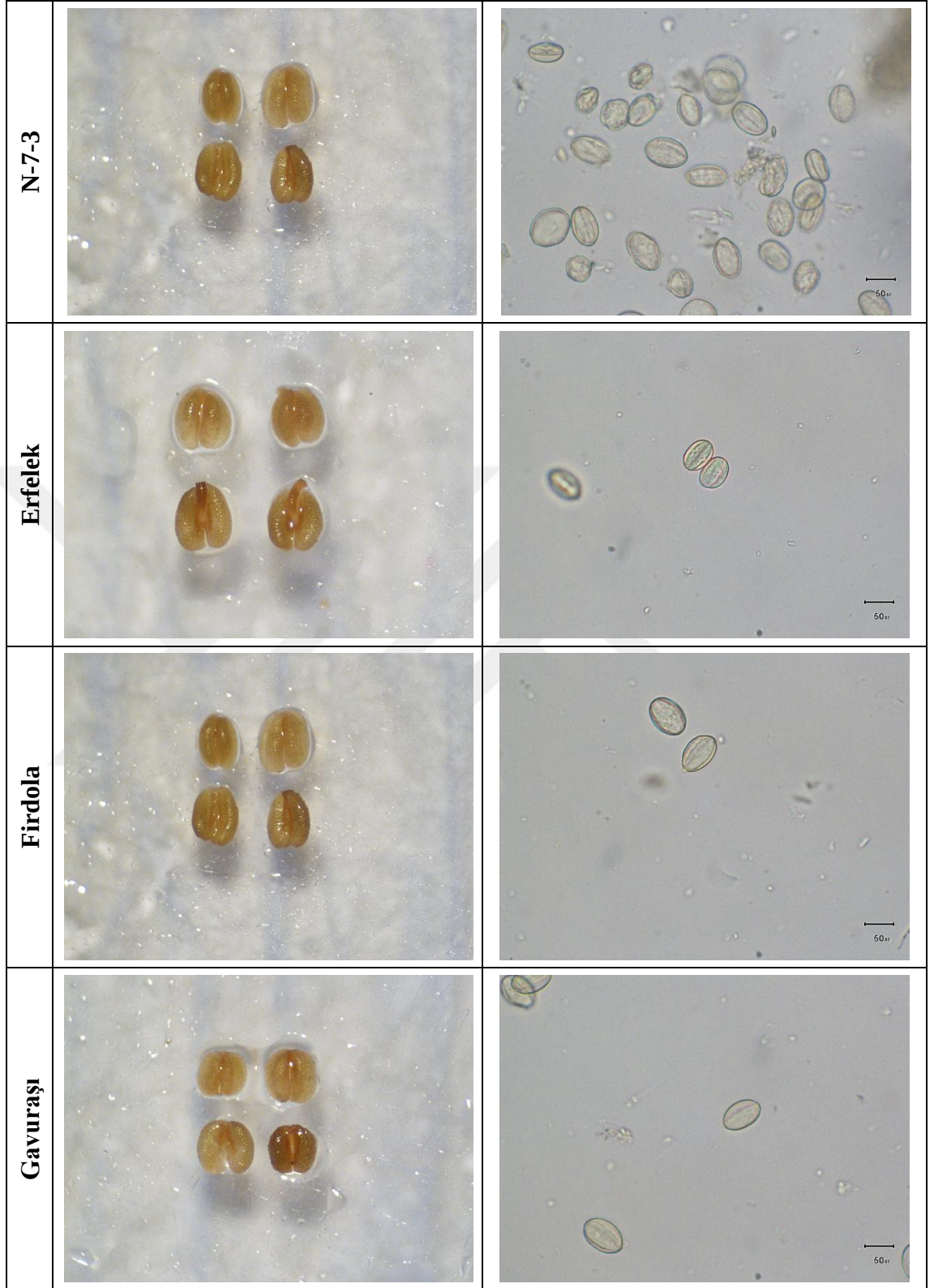
Çeşit/genotipler bazında anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler Şekil 4.7 ile Şekil 4.9 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kestane çeşit ve genotiplerinde anter ortalama boyuna ve enine uzunluk değerleri (µm), boyuna/enine uzunluk oranı (B/E) ve anter şekli

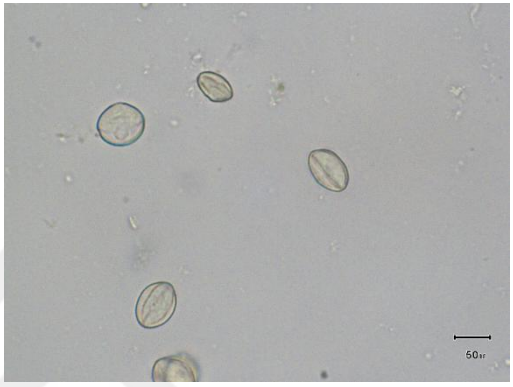
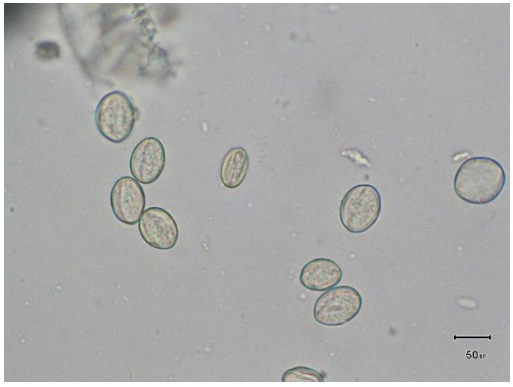
Çeşit/Genotip	Anter Boyutları		B/E	Anter Şekli
	Boy (µm)	En (µm)		
N-7-3	513,02 de	464,42 def	1,10	Prolate spheroidal
Erfelek	552,96 c	475,86 cde	1,16	Subprolate
Firdola	627,11 a	504,02 bc	1,24	Subprolate
Gavuraşı	438,78 g	437,99 fg	1,00	Prolate spheroidal
Karamehmet	629,15 a	535,39 a	1,17	Subprolate
Maraval	472,66 f	469,39 de	1,00	Prolate spheroidal
Marigoule	421,36 g	421,69 gh	0,99	Oblate spheroidal
Sarıaşılama	516,94 d	457,66 ef	1,13	Prolate spheroidal
Serdar	491,26 ef	409,72 h	1,19	Subprolate
Seyrekdişen	598,95 b	489,22 cd	1,22	Subprolate
Tülü	526,93 d	521,03 ab	1,01	Prolate spheroidal

Çizelge 4.4. Kestane çeşit/genotiplerin çiçek tozu ortalama boyuna ve enine uzunluk değerleri (µm), boyuna/enine uzunluk oranı (B/E) ve çiçek tozu şekli

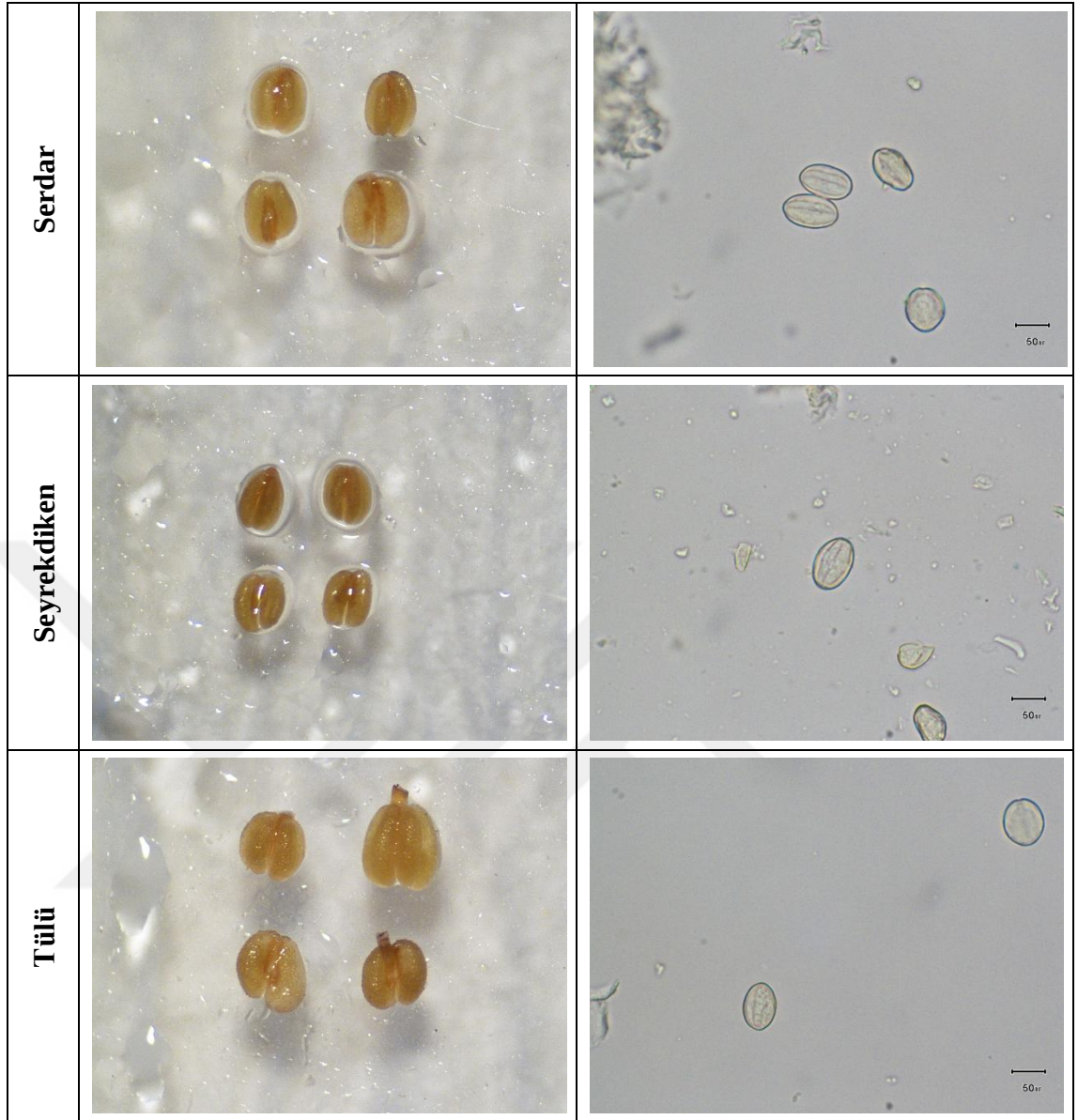
Çeşit/Genotip	Çiçek Tozu Boyutları		B/E	Çiçek Tozu Şekli
	Boy (µm)	En (µm)		
N-7-3	16,73 efg	10,68 c	1,56	Prolate
Erfelek	16,59 fg	12,17 b	1,36	Prolate
Firdola	16,93 defg	11,56 b	1,46	Prolate
Gavuraşı	17,94 bc	11,71 b	1,53	Prolate
Karamehmet	17,34 cdef	12,11 b	1,43	Prolate
Maraval	16,53 g	12,16 b	1,35	Prolate
Marigoule	17,36 cde	13,96 a	1,24	Subprolate
Sarıaşılama	17,31 cdef	12,13 b	1,42	Prolate
Serdar	18,12 b	12,29 b	1,47	Prolate
Seyrekdişen	17,63 bcd	11,67 b	1,51	Prolate
Tülü	19,41 a	14,52 a	1,33	Subprolate



Şekil 4.7. N-7-3, Erfelek, Firdola ve Gavuraşı çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler

Karamehmet		
Maraval		
Marigoule		
Sarıaşılama		

Şekil 4.8. Karamehmet, Maraval, Marigoule ve Sarıaşılama çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler

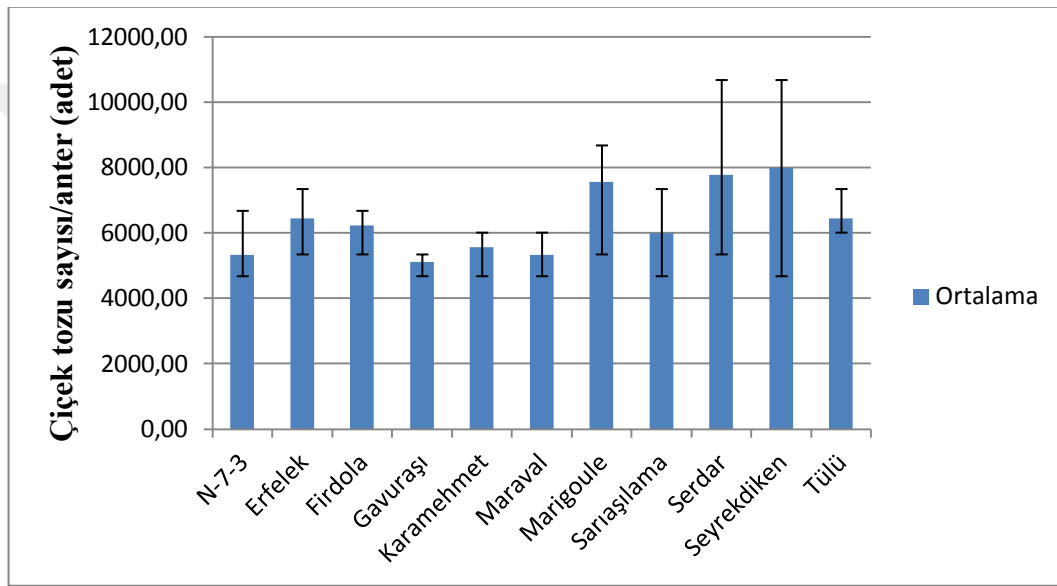


Şekil 4.9. Serdar, Seyrekdikken ve Tülü çeşit/genotiplerin anter ve çiçek tozlarına ait görüntüler

4.4. Bir Antere Düşen Çiçek Tozu Miktarı

Çalışmada yer alan çeşitlerde bir antere düşen ortalama çiçek tozu sayısı Şekil 4.10’da verilmiştir. Çeşit/genotipler arasında bir antere düşen ortalama çiçek tozu sayısı farklı olmuş fakat bu farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Çeşit/genotiplerin bir antere düşen ortalama çiçek tozu miktarı 5111,11 ile 8000 arasında değişim göstermiş, en yüksek çiçek tozu sayısı ‘Seyrekdikken’ (8000 adet), ‘Serdar’ (7777 adet), ‘Marigoule’ (7555,56 adet) çeşitlerinde saptanırken en düşük miktar ‘Gavuraşı’

(5111,11 adet), ‘N-7-3’ (5333,33 adet), ‘Maraval’ (5333,33 adet) ve ‘Karamehmet’ (5555,56 adet) çeşit/genotiplerinde tespit edilmiştir. Mert ve Soylu (2006), bir antere düşen çiçek tozu miktarını ‘Firdola’ çeşidinde 5100 adet, ‘Karamehmet’ çeşidinde 5200, ‘Şariaşlama’ çeşidinde 4700 adet, ‘Hacıömer’ çeşidinde 3850 adet olarak tespit etmiştir. Kılınç (2014), bir antere düşen çiçek tozu sayısını ‘N-7-3’ genotipinde 2300 adet, ‘N-20-2’ genotipinde 1200 adet olarak belirlemiştir. Tural (2019), yedi genotipte bir antere düşen çiçek tozu sayısını 6800-15900 adet arasında değiştiği ve ‘N-7-3’ genotipinde 15900 adet, ‘N-20-2’ genotipinde 10300 adet olarak tespit etmiştir.



Şekil 4.10. Kestane çeşit/genotiplerin bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı

4.5. Anter ve Çiçek Tozu Boyutları İle Anterdeki Çiçek Tozu Sayısı Arasındaki İlişkiler

Çalışmada yer alan kestane çeşitlerinin anter en ve boy, çiçek tozu en ve boy, bir anterdeki çiçek tozu arasındaki ilişkiler Çizelge 4.5 ile Çizelge 4.8 arasında verilmiştir. Bir anterdeki çiçek tozu sayısı ile anter en ve boy değeri arasında ‘Gavuraşı’, ‘Serdar’ ve ‘Seyrekdiğer’, anter boy değeri ile ‘N-7-3’, ‘Firdola’ ve ‘Marigoule’, anter en değeri ile ‘Erfelek’ ve ‘Karamehmet’ çeşit/genotiplerinde negatif yönlü önemsiz ilişki görülmüş olup ‘N-7-3’ genotipinde ise önemli düzeyde negatif ilişki saptanmıştır ($r=-0,997^*$). Bir anterdeki çiçek tozu sayısı ile çiçek tozu en ve boy değeri arasında

‘Firdola’, ‘Serdar’ ve ‘Sarıaşılama’, çiçek tozu boy değeri ile ‘Maraval’ ve ‘Tülü’ ve çiçek tozu en değeri ile ‘Erfelek’ ve ‘Marigoule’ çeşitlerinde negatif yönlü önemsiz ilişki görülmüştür. Çiçek tozu boy değeri ile anter en değeri arasında ‘N-7-3’ ve ‘Maraval’ çeşit/genotipleri, ‘Firdola’, ‘Gavuraşı’ ve ‘Tülü’ çeşit/genotiplerinde ise anter boy değeri ile negatif yönlü önemsiz ilişki saptanmıştır. Çiçek tozu en değeri ile anter en ve boy değerleri ‘N-7-3’, ‘Gavuraşı’, ‘Sarıaşılama’ ve ‘Seyrekdişken’ çeşit/genotipleri ve ‘Marigoule’ ve ‘Tülü’ çeşit/genotiplerinde ise anter boy değeri ile negatif yönlü önemsiz ilişki belirlenmiştir. Diğer parametreler arasında pozitif ilişki görülürken çiçek tozu en ve çiçek tozu boy arasındaki ilişki önemli düzeyde olduğu ‘N-7-3’ ($r = 0,547^{**}$), ‘Erfelek’ ($r = 0,377^{**}$), ‘Firdola’ ($r = 0,490^{**}$), ‘Gavuraşı’ ($r = 0,612^{**}$), ‘Karamehmet’ ($r = 0,363^{**}$), ‘Marigoule’ ($r = 0,827^{**}$), ‘Sarıaşılama’ ($r = 0,391^{**}$), ‘Serdar’ ($r = 0,319^{**}$), ‘Seyrekdişken’ ($r = 0,625^{**}$) ve ‘Tülü’ ($r = 0,575^{**}$) çeşit/genotiplerinde çiçek tozu en değeri artıkça çiçek tozu boy değerinin arttığı saptanmıştır. ‘Sarıaşılama’ ($r = 0,474^{*}$) ve ‘Serdar’ ($r = 0,638^{**}$) çeşitlerinde anter en ve anter boy arasındaki pozitif yönlü önemli ilişki olduğu görülmüş anter en değeri artıkça anter boy değerinin arttığı saptanmıştır.

Canlılık ve çimlenme sonuçlarının kendi aralarında ve diğer parametreler ile olan ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. N7-3, Erfelek ve Firdola kestane çeşit/genotiplerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler

Çeşit/Genotip	Korelasyon Testi Sonuçları		Çiçek Tozu En	Çiçek Tozu Boy	Anter En	Anter Boy
N-7-3	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,547**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	-,151	-,049		
		Sig.(Anlamlılık)	,525	,839		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,002	,371	,117	
		Sig.(Anlamlılık)	,993	,108	,624	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,853	,007	-,997*	-,557
		Sig.(Anlamlılık)	,350	,996	,049	,624
Erfelek	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,377**			
		Sig.(Anlamlılık)	,007			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,084	,128		
		Sig.(Anlamlılık)	,725	,592		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	,206	,110	,235	
		Sig.(Anlamlılık)	,384	,645	,318	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	-,263	,959	-,577	,255
		Sig.(Anlamlılık)	,831	,182	,608	,836
Firdola	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,490**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,100	,180		
		Sig.(Anlamlılık)	,676	,449		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	,110	-,020	,394	
		Sig.(Anlamlılık)	,644	,933	,086	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	-,337	-,147	,754	-,039
		Sig.(Anlamlılık)	,781	,906	,456	,975

*p≤0,05, **p≤0,01 olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.6. Gavuraşı, Karamehmet ve Maraval kestane çeşit/genotiplerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler

Çeşit/Genotip	Korelasyon Testi Sonuçları		Çiçek Tozu En	Çiçek Tozu Boy	Anter En	Anter Boy
Gavuraşı	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,612**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	-,117	,214		
		Sig.(Anlamlılık)	,623	,365		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,201	-,073	,342	
		Sig.(Anlamlılık)	,397	,759	,141	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,468	,771	-,580	-,974
		Sig.(Anlamlılık)	,690	,439	,606	,145
Karamehmet	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,363**			
		Sig.(Anlamlılık)	,010			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,335	,218		
		Sig.(Anlamlılık)	,149	,357		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	,045	,345	,314	
		Sig.(Anlamlılık)	,850	,136	,178	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,947	,081	-,678	,055
		Sig.(Anlamlılık)	,208	,948	,526	,965
Maraval	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,210			
		Sig.(Anlamlılık)	,144			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,100	-,132		
		Sig.(Anlamlılık)	,676	,578		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	,080	,306	-,053	
		Sig.(Anlamlılık)	,737	,189	,824	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,199	-,296	,053	,949
		Sig.(Anlamlılık)	,872	,808	,966	,203

*p≤0,05, **p≤0,01 olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.7. Marigoule, Sariaşlama ve Serdar kestane çeşitlerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler

Çeşit/Genotip	Korelasyon Testi Sonuçları		Çiçek Tozu En	Çiçek Tozu Boy	Anter En	Anter Boy
Marigoule	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,827**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,280	,393		
		Sig.(Anlamlılık)	,232	,087		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,011	,090	-,050	
		Sig.(Anlamlılık)	,965	,707	,836	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	-,192	,830	,381	-,559
		Sig.(Anlamlılık)	,877	,377	,751	,622
Sariaşlama	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,391**			
		Sig.(Anlamlılık)	,005			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	-,205	,029		
		Sig.(Anlamlılık)	,385	,904		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,027	,186	,474*	
		Sig.(Anlamlılık)	,911	,433	,035	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	-,924	-,521	,471	,967
		Sig.(Anlamlılık)	,250	,651	,688	,165
Serdar	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,319*			
		Sig.(Anlamlılık)	,024			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,089	,360		
		Sig.(Anlamlılık)	,710	,119		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	,342	,329	,638**	
		Sig.(Anlamlılık)	,140	,156	,002	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	-,997	-,811	-,984	-,953
		Sig.(Anlamlılık)	,052	,398	,113	,196

*p≤0,05, **p≤0,01 olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4.8. Seyrek diken ve Tülü kestane çeşitlerinin anter ve çiçek tozu boyutları ile anterdeki çiçek tozu sayısı arasındaki ilişkiler

Çeşit/Genotip	Korelasyon Testi Sonuçları		Çiçek Tozu En	Çiçek Tozu Boy	Anter En	Anter Boy
Seyrek diken	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,625**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	-,190	-,148		
		Sig.(Anlamlılık)	,423	,535		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,079	,060	,294	
		Sig.(Anlamlılık)	,742	,801	,208	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,885	,883	-,461	-,881
		Sig.(Anlamlılık)	,308	,311	,695	,313
Tülü	Çiçek Tozu Boy	Korelasyon katsayısı	,575**			
		Sig.(Anlamlılık)	,000			
	Anter En	Korelasyon katsayısı	,368	,058		
		Sig.(Anlamlılık)	,110	,807		
	Anter Boy	Korelasyon katsayısı	-,195	-,436	,397	
		Sig.(Anlamlılık)	,409	,055	,083	
	Çiçek Tozu Sayısı/Anter	Korelasyon katsayısı	,162	-,973	,760	,996
		Sig.(Anlamlılık)	,896	,147	,450	,054

*p≤0,05, **p≤0,01 olarak ifade edilmiştir.

5. SONUÇ

Kestane monoik bir bitkidir, yabancı tozlaşmaya ihtiyaç duyar. Yabancı tozlanan meyve ağaçlarının verimliliğinde tozlayıcı olarak kullanılan çeşitlerin çiçek tozu üretim miktarları yanında çiçek tozlarının canlılığı ve çimlenme durumları oldukça önemli etkiye sahip olmaktadır. Yeni çeşit geliştirme, hastalık ve zararlılara dayanım ıslahı ve meyve oluşumu için çiçek tozu kalitesinin bilinmesi de önem arz etmektedir. Bundan dolayı bu çalışma da aynı ekolojik koşullarda yetiştiriciliği yapılan seleksiyon çalışmaları ile öne çıkmış 11 kestane çeşit/genotipin çiçek tozu canlılık, çimlenebilme oranları belirlenmiş, anter ve çiçek tozu boyutları ölçülmüş ve bir anterdeki çiçek tozu miktarı tespit edilmiştir. Yapılan ölçüm, analiz ve hesaplamalar neticesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çeşit/genotiplerin canlı çiçek tozu oranları %25,22 ile %40,86, yarı canlı çiçek tozu %26,22 ile %43,73, cansız çiçek tozu %24,67 ile %37,51 arasında değişim göstermiştir. Çiçek tozu canlılık oranı en yüksek 'Tülü' (%40,86), 'Maraval' (%40,21), 'Gavuraşı' (%38,87), 'Sarıaşılama' (%38,12) ve 'Marigoule' (%37,79) çeşitlerinden saptanırken, canlı ve yarı canlı çiçek tozu oranları birlikte değerlendirildiğinde 'Serdar' (%75,73) ve yine 'Maraval' (%75,07), 'Marigoule' (%72,02), 'Sarıaşılama' (%70,13) çeşitlerinde çiçek tozu canlılık oranlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşit/genotipler bazında çiçek tozu çimlenme oranı %5'lik sakkaroz konsantrasyonunda %16,93 ile %35,35 oranı, %10'luk sakkaroz konsantrasyonunda %23,01 ile %36,63 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. 'Maraval', 'Marigoule', 'Gavuraşı', 'Sarıaşılama', 'Tülü', 'N-7-3' çeşit/genotiplerinin çiçek tozu çimlenme oranı iki sakkaroz konsantrasyonunda 'Erfelek' çeşidinde ise %10 sakkaroz konsantrasyonunda %30 un üzerinde olduğu saptanmıştır. En düşük çiçek tozu çimlenme oranları 'Firdola', 'Karamehmet' 'Serdar' ve 'Seyrekdiğer' çeşitlerinde olduğu tespit edilmiştir.

Çeşit/genotiplerin ortalama anter boy uzunluğu 421,36 µm ile 629,15 µm, en uzunluğu 409,72 µm ile 535,39 µm arasında değiştiği ve *oblate spheroidal*, *prolate spheroidal* ve *subprolate* olmak üzere 3 farklı şekle sahip olduğu belirlenmiştir. 'Karamehmet', 'Firdola', 'Seyrekdiğer' ve 'Tülü' çeşit/genotiplerinin anter boyutları daha büyük, hibrit

çeşitler (Maraval ve Marigoule) ve Serdar çeşidinin anter boyutlarının daha küçük olduğu saptanmıştır. Çiçek tozu ortalama boy uzunluğu 16,53 µm ile 19,41 µm, en uzunluğu 10,68 µm ile 14,52 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. Çiçek tozu boyutları en yüksek 'Tülü' genotipinde kayıt edilmiştir. Çeşit/genotiplerin bir antere düşen ortalama çiçek tozu miktarı 5111,11 adet ile 8000 adet arasında değişim göstermiş, en yüksek çiçek tozu sayısı 'Seyrekdiğer' (8000 adet), 'Serdar' (7777 adet), 'Marigoule' (7555,56 adet) çeşitlerinde saptanırken en düşük miktar 'Gavuraşı' (5111,11 adet), 'N-7-3' (5333,33 adet), 'Maraval' (5333,33 adet) ve 'Karamahmet' (5555,56 adet) çeşit/genotiplerinde tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan kestane çeşitlerinin anter en ve boy, çiçek tozu en ve boy, bir anterdeki çiçek tozu arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Bir anterdeki çiçek tozu sayısı ile anter en, boy, çiçek tozu en ve boy değeri arasında negatif yönlü önemsiz ilişki görülmüştür. Çiçek tozu boy değeri ile anter en ve boy değeri ile ve çiçek tozu en değeri ile anter en ve boy değerleri arasında negatif yönlü önemsiz ilişki belirlenmiştir. Diğer parametreler arasında pozitif ilişki görülürken çiçek tozu en ve çiçek tozu boy arasındaki ilişki önemli düzeyde olduğu çiçek tozu en değeri artıkça çiçek tozu boy değerinin arttığı saptanmıştır. Anter en ve anter boy arasında pozitif yönlü önemli ilişki olduğu görülmüş ve anter en değeri artıkça anter boy değerinin arttığı saptanmıştır. Canlılık ve çimlenme sonuçlarının kendi aralarında ve diğer parametreler ile olan ilişkisi önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak incelenen tüm çeşit/genotiplerin tozlayıcılık niteliğinin olduğu fakat aralarında çiçek tozu kalitesi ve üretim miktarı bakımından farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Elde edilen bilgilerin tozlayıcı çeşit seçimine katkı sunacağı ve tespit edilen veri ve analizlerin daha sonra kestane konusunda yapılabilecek ıslah çalışmalarına ön bilgi olabilmesi ve tüm bunların sonucunda kestane bitkisinde dölleme biyolojisine katkı sağlayabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abbe, A.C. (1974). Flowers and Inflorescences of the 'Amentiferae'. *The Botanical Review*, 40 (2):159-261.
- Beyhan, N. ve Serdar, Ü. (2008). Assessment of Pollen Viability and Germinability in Some European Chestnut genotypes (*Castanea sativa* Mill.). *Hort. Sci. (Prague)*, 35 (4): 171-178.
- Botta, R., Vergano, G., Me, G. and Vallania, R. (1995). Floral Biology and Embryo Development in Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Hortscience*, 30 (6): 1283-1286.
- Bounous, G., Paglietta, R. and Peano, C. (1992). Methods for Observing Chestnut Pollen Viability, Germinability and Pollen Tube Growth. Proc. Of the Int. Chestnut Conference, p. 76-78, Morgantown, West Virginia, July 1014, 1992.
- Dafni, A. (1992). *Pollination Ecology: a Practical Approach*. Oxford University Press, Oxford. 250 pp.
- Erdtman, G. (1966). Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. New York.
- Eser, H. (2019). *Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Kestane Çeşit ve Genotiplerin Meyvelerinde Morfolojik Karakterizasyon ve Kimyasal İçeriğin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ertan, E. ve Kılınç, S.S. (2005). Seleksiyon ile belirlenmiş kestane genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve biyokimyasal özellikleri. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 67-77
- Fernando, D., Richards, J. and Kikkert, J. (2006). In vitro germination and transient GFP expression of American chestnut (*Castanea dentata*) pollen. *Plant Cell Reports*, Volume 25, No: 5, pp. 450-456.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2022). www.fao.org (Erişim tarihi: 28.02.2022).
- Kılınç, Ö. (2014). *Seleksiyonla belirlenmiş kestane (Castanea sativa Mill.) genotiplerinin erkek çiçek yapıları üzerinde araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Kılınç, Ö. ve Ertan E. (2016). Seleksiyonla Belirlenmiş Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Genotiplerinin Erkek Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar. *BAHÇE Özel Sayı: VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri - Cilt I: Meyvecilik*, 930- 937.
- Luo S., Zhang K., Zhong W-P., Chen P., Fan X-M. and Yuan D-Y. (2020). Optimization of in vitro pollen germination and pollen viability tests for *Castanea mollissima* and *Castanea henryi*. *Scientia Horticulturae* 271, 2020 109481, 1-10.
- Mert, C. (2005). *Bazı Fertil ve Steril Kestane Çeşitlerinin Polen Ve Anter Yapıları Üzerinde Araştırmalar* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Mert, C. (2009). Temperature Responses of Pollen Germination in Walnut (*Juglans regia* L.). *J. BIOL. ENVIRON. SCI.* 2009, 3(8), 37-43
- Mert, C. ve Soylu, A. (2006). Flower and Stamen Structures of Male-Fertile and Male-Sterile Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Cultivars. *J. Amber. International Society for Horticultural Science*. SCI.131 (6):752-759.
- Mert, C. ve Soylu, A. (2007). Morphology and Anatomy of Pollen Grains from Male-Fertile and Male Sterile Cultivars of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*,. 82(3): 474-480.

- Müftüoğlu, B. (2017). *Bazı Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojileri Ve Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar* (Yüksek Lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Nienstaend, H. (1955). Receptivity of the Pistillate Flowers and Pollen Germination Tests in Genus Castanea. Lake States Forest. Experiment Station, St. Paul Campus, St. Paul 1, Minn 40-45.
- Rutter P.A., Miller G. and Payner J.A. (1990). Chestnuts (Castanea). In: MOORE J.N., BALLINGTON J.R. Jr. (eds), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. *Acta Horticulturae*, 290: 761–788.
- Sarıyar, R. (2019). *Kestane (Castanea sativa Mill.) Genotiplerinde Çiçek Yapıları ve Polen Morfolojisi Üzerine Araştırmalar* (Yüksek Lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, , Aydın.
- Serdar, Ü. ve Soylu, A. (1999). Selection of chestnuts (*C. sativa* Mill.) in Samsun vicinity. *Acta. Hortic.*, 494: 333-338.
- Silva, D. M., Zambon, C.R., Techio, V. H. and Pio, R. (2020). Floral Characterization and Pollen Germination Protocol for Castanea Crenata Siebold & Zucc. *South African Journal of Botany*. 130: 389-395.
- Soylu, A. (1981). *Marmara Bölgesinde Yetiştirilmekte Olan Bazı Önemli Kestane Çeşitlerinin Çiçek Yapıları ve Meyve Tutmaları Üzerinde Araştırmalar* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Soylu, A. (2004). *Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri* (Genişletilmiş II. Baskı). Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 64 s. İstanbul.
- Soylu, A. ve Ayfer, M. (1981). Studies on floral biology and fruit setting of some important chestnut cultivars (*Castanea sativa* Mill.) grown in Marmara region (in Turkish with English abstract). *Bahçe* 10:45-65.
- Sütyemez, M. (2007). Determination of Pollen Production and Quality of Some Local and Foreign Walnut Genotypes in Turkey, *Türk J Agric For.*, 31:109-114.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2022). www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 28.02.2022).
- Tural, E. (2019). *Seleksiyonla Belirlenmiş Kestane Genotiplerinin Tozlayıcılarının Saptanması Üzerine Araştırmalar* (Yüksek Lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Vergano, G. and Gianotti, C. (1993). Viability and Germinability of Fresh and Stored Pollen of Castanea sativa Mill. Proceeding of International Congress on Chestnut. October 20-23.