

**KESTANE TOMURCUKLARINDA KESTANE GAL
ARISI TARAFINDAN İNDÜKLENEN GAL
GELİŞİMİNİN HİSTOLOJİK İNCELENMESİ**

Aslı Beyza SARI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KESTANE TOMURCUKLARINDA KESTANE GAL ARISI TARAFINDAN
İNDÜKLENEN GAL GELİŞİMİNİN HİSTOLOJİK İNCELENMESİ**

Aslı Beyza SARI
0000-0002-0567-152X

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA-2022
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Aslı Beyza SARI tarafından hazırlanan “Kestane Tomurcuklarında Kestane Gal Arısı Tarafından İndüklenen Gal Gelişiminin Histolojik İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Cevriye MERT

- | | | | |
|---------------|---|---|------|
| Başkan | : | Prof. Dr. Cevriye MERT
0000-0003-3092-5023
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı | İmza |
| Üye | : | Prof. Dr. Meryem İPEK
0000-0002-0609-3442
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı | İmza |
| Üye | : | Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül AKPINAR
0000-0002-4606-0645
Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, MeslekYüksekokulu,
Peyzaj ve Süs Bitkileri Anabilim Dalı | İmza |

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
25/08/2022

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

29/07/2022

ASLI BEYZA SARI

**TEZ YAYINLANMA
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI**

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı
Prof. Dr. Cevriye MERT
Tarih: 29/07/2022

Öğrencinin Adı-Soyadı
Aslı Beyza SARI
Tarih: 29/07/2022

İmza

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KESTANE TOMURCUKLARINDA KESTANE GAL ARISI TARAFINDAN İNDÜKLENEN GAL GELİŞİMİNİN HİSTOLOJİK İNCELENMESİ

Aslı Beyza SARI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cevriye MERT

Kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*), dünya çapında kestane ağaçlarını etkileyen önemli bir böcek zararlısıdır. Zararlı, kestane sürgünlerinde oluşturduğu galler ile sürgün gelişimi ve çiçeklenmeyi engellemekte ve meyve üretimini azaltmaktadır. Bu zararlıyla mücadele ve dayanım mekanizmasının aydınlatılmasına yönelik yapılacak çalışmalarda zararlı tarafında indüklenen gal gelişiminin ayrıntılı olarak bilinmesi önemlidir. Bundan dolayı bu tez çalışmasında yoğun gal oluşumu görülen ‘Alimolla’ ve hibrit çeşit olan ‘Marigoule’ çeşitlerinden bir yıl boyunca (kestane gal arısının tomurcuklara yumurta bırakması ile gal oluşumunun tamamlandığı dönem) periyodik aralıklarla alınan tomurcuk ve gal örneklerinde stereo mikroskop altında ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Böylelikle tomurcuk içinde gal dokusu oluşumunun başlama, gelişim-farklılaşma aşamaları ile yeni sürgünlerde galler görünür olduğunda farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları belirlenmiştir. İncelemeler öncelikle tomurcuklarda daha sonra yeni süren sürgünlerde görülen gallerde yapılmıştır. Gal gelişim evreleri bakımından çeşitler arasında bir farklılık görülmemiştir. Zararlı-bitki etkileşiminden kaynaklanan gal dokusunun oluşumu tomurcuklarda larva aşamasında başladığı ve sürgünler üzerinde görünür olduğunda hızlıca gelişip olgunlaşmasını tamamladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kestane, kestane gal arısı, gal farklılaşması, morfoloji, histoloji
2022, vii + 49 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

HISTOLOGICAL EXAMINATION OF GALL DEVELOPMENT INDUCED BY CHESTNUT GALL WASP IN CHESTNUT BUDS

Ash Beyza SARI

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

Supervisor: Prof. Dr. Cevriye MERT

The chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) is an important insect pest affecting chestnut trees worldwide. The pest prevents shoot development and flowering and reduces fruit production with galls formed on chestnut shoots. It is important to know in detail the gall development induced by the pest in the studies to be carried out to fight against this pest and to elucidate its resistance mechanism. Therefore, in this thesis study, detailed examinations were made under stereo microscope in the bud and gal samples taken at periodic intervals for one year (the period when the gall formation is completed by the chestnut gall bee laying eggs on the buds) from 'Alimolla' and the hybrid cultivar 'Marigoule' with intense gall formation. Thus, initiation, development-differentiation stages of gall tissue formation in the bud and differentiation and maturation stages when galls were visible in new shoots were determined. Investigations were made on galls, which were first seen on buds and then on newly emerging shoots. No difference has been between cultivars in terms of gal developmental stages. It has been determined that the formation of gall tissue resulting from the pest-plant interaction begins in the larval stage in the buds and quickly develops and completes its maturation when visible on the shoots.

Key Words: Chestnut, chestnut gall wasp, gall differentiation, morphology, histology
2022, vii + 49 pages

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması 1190431 No'lu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

“Kestane Tomurcuklarında Kestane Gal Arısı Tarafından İndüklenen Gal Gelişiminin Histolojik İncelenmesi” adlı tez çalışması Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tez çalışması olarak kestane gal arısının bitki dokusunda meydana getirdiği değişimleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca yüksek bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, tezimin yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emekleri olan kapısını ilk çaldığım günden bugüne kadar desteğini her zaman hissettiğim, göstermiş olduğu sabır ve her zaman kendisine hayran bırakan kişiliğiyle örnek aldığım, akademik çalışma ahlak ve disiplinini kazanmam da büyük emeği olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Cevriye MERT'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin desteklenmesine katkı sağlayan TUBİTAK (1190431)' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam ve TUBİTAK (1190431) projesinin yürütülmesinde beraber görev aldığımız, BAŞAK MÜFTÜOĞLU'na ve proje de görev alan, beraber çalıştığımız tüm ekip arkadaşlarıma ve desteğini esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Yusuf ALTIN ve Hilal ESER'e teşekkürlerimi sunarım.

Tanıdığım ilk günden bugüne hayatımın her alanında bana destek olan UĞUR ve İNCİ ERYILMAZ' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmem de büyük emeği olan aileme ve bana her zaman inanan, her konuda arkamda duran desteğini hiç esirgemeyen manevi ailem Başta Meryem TANILKAN, Buğra TANILKAN' a ve TANILKAN ailesine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aslı Beyza SARI

29/07/2022

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.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Sürgün ve gal örneklerinin alımı.....	16
3.2.2. Açma metodu ile tomurcukların incelenmesi.....	19
3.2.3. Gal gelişiminin incelenmesi.....	19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	21
4.1. Tomurcukta mikroskobik incelemeler.....	23
4.2. Gallerde mikroskobik incelemeler.....	35
5. SONUÇ.....	43
KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	49

SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler
%

Açıklamalar
Yüzde

Kısaltmalar
da
FAO
ha
m
KGA
°C
TÜİK
EPPO

Açıklamalar
Dekar
Food and Agriculture Organization
Hektar
Metre
Kestane gal arısı
Santigrat derece
Türkiye İstatistik Kurumu
Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil.2.1.	<i>Dryocosmus kuriphilus</i> 'un Dünyadaki güncel yayılışı	8
Şekil 2.2	<i>D. kuriphilus</i> 'un yaşam döngüsü	9
Şekil 3.1.	Tez çalışmasının yürütüldüğü kestane koleksiyon bahçesi	15
Şekil 3.2.	Tuzak görüntüleri.....	17
Şekil 3.3	Sürgün ve gal örnek alımları.....	18
Şekil 3.4.	Yapılan incelemere ait genel görünüm	19
Şekil 3.5.	Gal tipleri ve gal dokularının incelenmesi	20
Şekil 4.1.	Alimolla kestane çeşitinin tomurcuklarının stereo mikroskop görünümü	23
Şekil 4.2.	KGA'nın yumurtalarının bulunduğu yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü.	24
Şekil 4.3.	KGA ile enfekteli tomurcuk ve yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü	25
Şekil 4.4.	KGA ile enfekteli tomurcuk ve yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü.	26
Şekil 4.5.	Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü	27
Şekil 4.6.	Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü	28
Şekil 4.7.	Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü.	29
Şekil 4.8.	Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki galerin stereo mikroskop görünümü	30
Şekil 4.9.	Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki galerin stereo mikroskop görünümü	31
Şekil 4.10.	Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki galerin stereo mikroskop görünümü.....	32
Şekil 4.11.	Tomurcuk içinde yaprak taslakları ve galerin stereo mikroskop görünümü	34
Şekil 4.12.	Yeni gelişen sürgünler ve galerin görünümü.....	36
Şekil 4.13.	Gal kesitlerinin stereo mikroskop görüntüleri	37
Şekil 4.14.	Gal görüntüleri	38
Şekil 4.15.	Gal kesitlerinin stereo mikroskop görünümü.....	39
Şekil 4.16.	Gal kesitlerinin görünümü	40
Şekil 4.17.	Olgun gal kesitlerinin görünümü	41
Şekil 4.18.	Olgun gal kesitlerinin stereo mikroskop görünümü.....	42

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

1.GİRİŞ

Kestane (*Castanea* sp.) *Fagales* (2n=24) takımı altında, meşe (*Quercus* sp.) ve kayın (*Fagus* sp.)'larla birlikte *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 sayılır. Dünyada kültüre alınmış kestane yetiştiriciliğinin 6.000 yıl öncesine kadar uzandığı tahmin edilmektedir. Kestane kültürünün Anadolu'da başlayıp, M.Ö. 5. yüzyılda Yunanistan'a ve buradan da İtalya'ya götürüldüğüne dair tarihi kayıtlar bulunmaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen genetik çalışmaları, İtalyan kestane çeşitleri ile Batı Anadolu'daki çeşitlerin birbiriyle akraba olduğunu göstermekte ve tarihi kayıtların doğruluğuna delil sunmaktadır. Kestanenin Karadeniz kıyılarından, özellikle de Kastamonu dolaylarında insanlar tarafından çeşitli şekillerde götürüldüğü düşünülmekte ve bu şehrin adıyla bağlantılı olarak *Castanea* cins (genus) adının buradan aldığı bilinmektedir (Özçağırın ve ark., 2007; Soylu, 2004).

Dünya'da kestane bitkisi, 2020 yılı verilerine göre 572 305 ha alanda yayılış göstermekte ve kestanenin üretim miktarı 2 287 700 tondur. Kestane üretiminde Çin birinci sırada yer almakta bunu sırasıyla İspanya, Bolivya, Türkiye, Güney Kore, İtalya, Portekiz takip etmektedir (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
Japonya	17 400	16 900
Kuzey Kore	5 387	12 363
Diğer	16 031	23 184
Toplam	572 305	2 287 700

Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre; meyve veren ağaç sayısı 2 469 625 adet ve 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

Kestanenin bilinen 13 türü doğal yayılış alanı olan kuzey yarım kürede; beşi Doğu Asya (Çin, Kore, Japonya), biri Avrupa ve yedisi Kuzey Amerika kıtasında bulunmaktadır. Kısmen de olsa son yıllarda Güney yarım kürede bulunan Şili, Arjantin, Avustralya ve Yeni Zelanda da kestane bahçelerinin kurulduğu görülmektedir (Burnham ve ark., 1986; Lorenzo ve ark., 2006).

Castanea crenata Sieb. ve Zucc. (Japon kestanesi), *Castanea mollissima* Bl. (Çin kestanesi), *Castanea sativa* Mill. (Avrupa kestanesi), *Castanea dentata* Borkh. (Amerikan kestanesi) kestanenin bilinen ve ticari üretimde kullanılan 4 türü olup, en yaygın yetiştiriciliği yapılan türlerdir. (Soylu, 2004).

Kestane hastalıkları ve zararlılarından dolayı önemli verim kayıpları yaşanmaktadır. Kestanenin en önemli hastalıkları mürekkep hastalığı (*Phytophthora cambivora* (Petri)), kestane dal kanseri (*Cryphonectria parasitica* Murr.), kestane meyvesine doğrudan zarar veren kestane iç kurdu (*Cydia splendana* Hbn) ve kestane hortumlu böceği (*Curculio*

elephas Gyll.)’nin zararı da oldukça fazladır. Bu zararlıların larvaları hasattan sonrada meyvede kalıp zarar vermeye devam etmektedir. Kestane iç kurdu’nun, Marmara Bölgesinin birçok yerinde yayıldığı ve zarar oranlarının %15-41 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır (Seçkin, 1981, Çoşkuncu ve Mert 2011). Kestanenin en önemli zararlısı ise kestane gal arısı (KGA), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) dur. Bu zararlı Çin orjinli olup, dünya çapında kestaneliklerde büyük zarara sebep olmaktadır. Aynı zamanda, Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu tarafından bir karantina etmeni olarak sınıflandırılmaktadır (EPPO, 2005).

Türkiye’deki ilk tespiti ise 2014 yılının Nisan ayında Yalova ve Bursa civarında yapılmıştır (Çetin ve ark. 2014). İlk tespitinden bu yana kestane ormanlarında yayılmaya devam eden zararlının tespitinden sonra ülkemizde 11 ilde (Yalova, Bursa, İstanbul, Sakarya, Kocaeli, Balıkesir, Bilecik, Düzce, Giresun, Bartın, Zonguldak) yayılış yaptığı kayıt edilmiştir (Yıldız, 2020).

KGA kestane sürgünlerindeki tomurcuk ve yapraklarda oluşturduğu galler ile sürgün gelişimi ve çiçeklenmeyi engellemekte ve meyve üretiminde % 50-70 arası verim kayıplarına neden olmaktadır. Popülasyon yoğunluğu fazla olduğunda genç ağaçlarda ölümlere yol açmaktadır. Bu zararlı ile mücadelede başarılı olmak için bitki-zararlı ilişkisinin iyi bilinmesi gereklidir. Kestane gal arıları yumurta bırakmalarına bağlı olarak Haziran/Temmuz aylarında dişi erginleri gallerden çıkar ve bu dönemde kestane ağaçlarında yeni oluşan tomurcuklara yumurta bırakırlar baharı takriben yeni vejetasyon döneminde galler gelişerek fotosentezi ve meyve üretimini azaltır (Cho ve Lee, 1963; Kato ve Hijii, 1997; Reale ve ark., 2014).

Bir tomurcuğa birden fazla ergin, yumurta bırakabilir. Kış aylarında kestane tomurcukları, yumurtlama izleri dışında herhangi bir makroskopik gal yapıcı enfeksiyon belirtisi göstermediğinden, genellikle kestane tomurcuklarında kışlayan gal arısı larvalarının, tomurcuklar erken büyümeye başlayana kadar aktif büyümeyi başlatmadığına inanılır. Bu zararlıya karşı yapılacak mücadele ve dayanıklı çeşit ıslahı çalışmalarında zararlı tarafından indüklenen gal gelişiminin ayrıntılı incelenmesi önemlidir. Zararlı-bitki etkileşimi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmakta ve gal gelişim mekanizması tam bilinmemektedir.

Bu amaçla bu tez çalışmasında yoğun gal oluşunu görülen ‘Alimolla’ ve hibrit çeşit olan ‘Marigoule’ çeşitlerinden bir yıl boyunca (kestane gal arısının tomurcuklara yumurta bırakması ile gal oluşunun tamamlandığı dönem) periyodik aralıklarla alınan tomurcuk ve gal örneklerinde stereo mikroskop altında ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Böylelikle tomurcuk içinde gal dokusu oluşunun başlama, gelişim-farklılaşma aşamaları ile yeni sürgünlerde galler görünür olduğunda farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları da incelenerek belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kestane ağaçları Ülkemiz de Doğu Karadeniz'den başlayarak tüm Karadeniz Bölgesi boyunca yayılmakta, Marmara çevresi ve Batı Anadolu'dan Antalya kıyılarına kadar ulaşmaktadır. Avrupa'da ve Ülkemizde Anadolu kestanesi olarak bilinen ve latince adı *Castanea sativa* Mill. olan tür çift çenekli ve kapalı tohumlu olan bir bitkidir. Kestane türleri arasında meyve, ağaç ve yaprak özellikleri bakımından farklılıklar olurken aynı tür içinde yer alan çeşitler arasında da farklılıklar bulunmaktadır. *Castanea sativa* Mill (Avrupa kestaneleri) genellikle dik büyüyen ve uzun ağaçları olan bu türün değişik formları, bu arada bodur formlarıda görülmüştür. Avrupa kestanelerinin yaprakları kenarları testere dişli ve alt yüzeyi tüylüdür. Bir yaşlı dalları kuvvetli büyür, tomurcukları diğer türlerinkinden daha iri, koyu kırmızı, yuvarlak veya ovaldir (Soylu, 2004; Soylu, 2006).

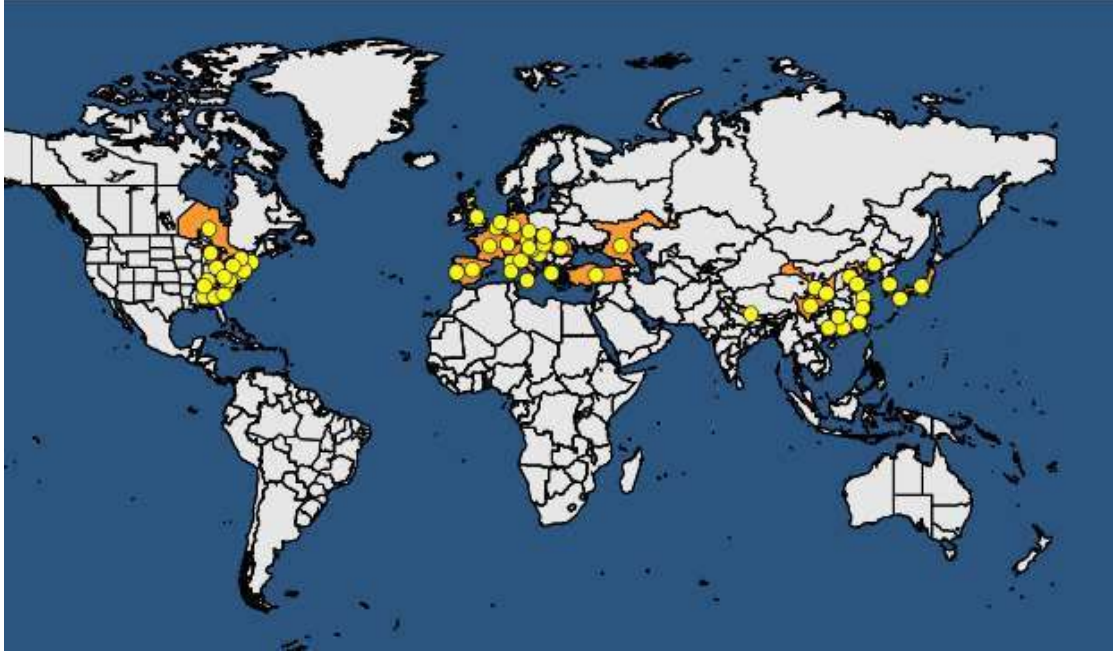
Kestane yaklaşık 20-25 metreye kadar boylanabilmektedir. Yüksek taç oluşturur. Çok yıllık kestane ağaçlarının kabuklarında derin çatlaklar yer alır. Ağaç yapısı olarak; yayvan, dik veya orta dik şekilde büyüme eğilimi gösterir. Gövdenin dallanma şekli, botanik olarak simpodial (büyümesi yanlara doğru) dallanma türündedir. Çapı 2 m'yi aşabilmektedir Yan dallar meydana geldikten sonra ana eksen kendi büyümesini durdurmakta, yan dallardan birkaçı gelişerek ana eksenin yerini almakta ve zengin bir dallanma şekli görünmektedir. Genç dallar kızıl-kahverengi bir durum alır. Genç sürgünler hafif tüylüdür. Üzerinde bol sayıda beyaz gözenekler (lenticeller) bulunur. Bir yaşını aşan dalların rengi açılır ve üzerleri parçalı, girintili çıkıntılı kabukla örtülür Çiçeklenme yaz başında başlar ve birkaç ay sürer. Meyveler kirpi içinde bir veya üç adet bulunabilmektedir. Meyveler 3-7 cm çapında top görünümündedir. Meyve oluşumu Ekim-Kasım aylarında tamamlanır. Kazık kök tipine sahip olan kestane güneşi ve nemi seven fakat don olayına karşı duyarlı olan bir türdür. 1500 m rakıma kadar yayılış gösterebilmektedir. Tohumla ve aşılama ile üretilen kestane bitkisi sonbaharda ya da ilkbaharda ekilir. Dayanıklı odun yapısına sahip olduğundan peyzaj çalışmalarında, gemi/tekne7 yapımında kullanılmaktadır. Asıl önemi ise meyvesinin ticari değerinden gelmektedir (Bounous, 1999; Bounous ve ark., 1992; Soylu, 2004).

Kestanelerin tomurcukları ise karışık tomurcuk tipindedir. Hem sürgünleri hem de sürgünler üzerinde çiçek püsküllerini oluşturur. Önce sürgün büyür. Kestane yıllık sürgünler üzerinde vejetatif ve karışık tomurcuklar aşağı yukarı eşit oranda bulunmaktadır. Karışık tomurcuklar *C. sativa* da uç-uç altında, *C. Crenata*, *C. Mollissima* BL. ve onların hibritlerinde uç altı-orta kısmında oluşmakta ve bu tomurcukların sürmesi ile erkek ve dişi çiçekler meydana gelmektedir (Bounous, 1999; Bounous ve ark., 1992; Soylu, 2004).

Başta meyvesi olmak üzere çok çeşitli yönlerden yararlanılan bu meyve türünün ağaçlarında hastalık ve zararlılar önemli düzeyde ürün kayıplarına ve hatta ölümlere neden olmaktadır. Son yıllarda dünya çapında kestane üretiminde önemli kayıplara neden olan bir zararlıdan söz edilmektedir. Kestane gal arısı, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), olarak adlandırılan bu zararlı Çin orijinli olup, dünya çapında kestaneliklerde büyük zarara sebep olmaktadır. Zararlı, kestane tomurcuklarına yumurtalarını bırakarak oluşturduğu galler ile sürgün gelişimi ve çiçeklenmeyi engellemekte ve meyvede % 50-70 arası verim kayıplarına neden olmakta, yoğun popülasyonları ağaç ölümlerine yol açmaktadır. Aynı zamanda, Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu tarafından bir karantina etmeni olarak sınıflandırılmaktadır (EPPO, 2005; Yasumatsu, 1951; Murakami, 1980).

Zararlı ilk kez 1929 yılında Çin’de tespit edilmiş ve *Biorhiza* sp. olarak isimlendirilmiş, *Dryocosmus kuriphilus* olarak ise ilk kez 1951 yılında K. Yasumatsu tarafından isimlendirilmiştir (Yasumatsu, 1951, Murakami, 1980). Zararlı doğal yayılış bölgesi olan Çin’in dışında ilk kez 1941 yılında Japonya’da tespit edilmiş. 1950 yıllarında ülkedeki tüm kestane alanlarına yayılmış ve meyve üretiminde önemli kayıplara sebep olmuştur (Shiraga,1951; Oho ve Shimura, 1970; Murakami ve ark., 1980; Moriya ve ark., 2002). İlerleyen yıllarda ise yayılmaya devam etmiş 1958 yılında Kore (Cho ve Lee, 1963), Asya kıtası dışında da ilk kez 1974 yılında ABD-Georgia (Payne ve ark., 1975), daha sonra ikinci kayıt ise 2012 yılında Kanada’dan bildirilmiştir (Huber ve Read., 2012). 1999’da Nepal’de (Ueno, 2006) tespit edilmiştir. Avrupa’da ise ilk kez 2002 yılında İtalya’da zararlının varlığı bildirilmiş daha sonra (Brussino ve ark., 2002). Slovenya (Knapič ve ark., 2010), İsviçre (Forster ve ark., 2009), Hollanda (Eppo, 2010), Hırvatistan (Matosevic ve ark., 2010), Slovakya (Pástor ve ark., 2017) yayılış göstermiştir.

Şekil 2.1’de *Dryocosmus kuriphilus*’un Dünya’daki güncel yayılışı verilmiştir (EPPO, 2022). Çek Cumhuriyeti (EPPO, 2012), Almanya (EPPO, 2012), İspanya (Pujade-Villar ve Torrell, 2013), Avusturya (EPPO, 2013), Romanya (Radócz ve ark., 2016), Portekiz (EPPO, 2014), Türkiye (Çetin ve ark., 2014), Yunanistan (Michaelakis ve ark., 2016), Bosna Hersek (Delalic, 2016), İngiltere (Malumphy, 2015), Belçika (EPPO, 2016) ve Rusya’dan Kuzey Kafkasya’ya (Gninenko ve ark., 2017) yayılmıştır.



Şekil 2.1. *Dryocosmus kuriphilus*’un Dünyadaki güncel yayılışı (EPPO, 2022).

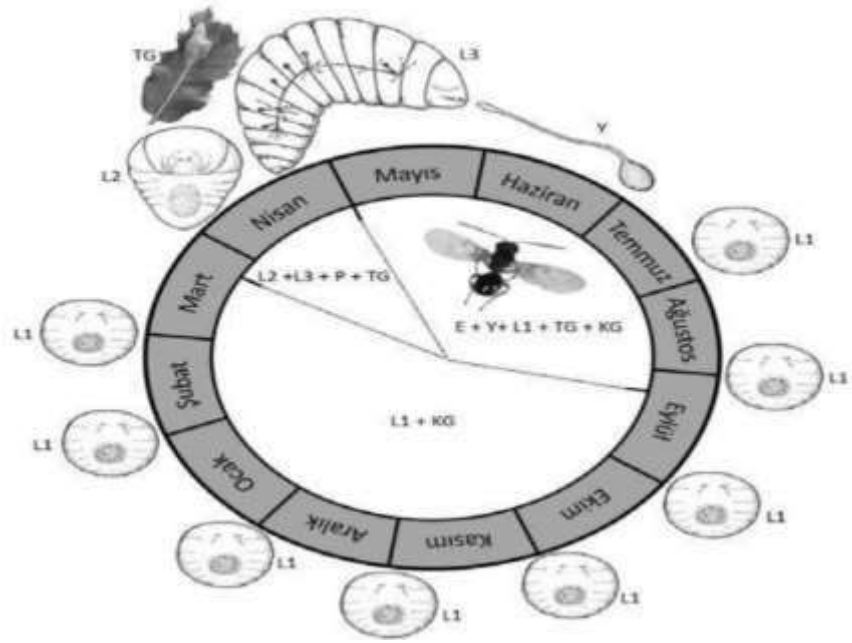
Kestane gal arısı olarak ta adlandırılan bu zararlı dünyadaki kestane ağaçlarının en önemli zararlısı olarak kabul edilir (Moriya ve ark., 1989; Brussino ve ark., 2002; Aebi ve ark., 2006).

Kestane Gal Arısının Yaşam Döngüsü ve Zararı

D. kuriphilus’un yaşam döngüsü, yetişkinlerin Mayıs-Temmuz aylarında yeni gelişmiş sürgünlerde bulunan tomurcukların içine yumurta bırakmasıyla başlar (Itô ve ark., 1962; Warmund, 2013). Larvalar yumurtlamadan 30 ila 40 gün sonra yumurtadan çıkar ancak tomurcukların büyümeye başladığı bir sonraki bahara kadar tomurcuklarda kalır (Brussino ve ark., 2002; Viggiani ve Nugnes, 2010). Warmund (2013) İlkbaharda tomurcuk patlamasından sonra, tomurcukların gelişimi ile eş zamanlı olarak larvalar gelişir. Kestane gal arısı univoltin bir türdür, yani yılda sadece bir nesil üretir. Üreme çiftleşme

olmadan (partenogenesis) sağlanır (Bernardo ve ark., 2013). Larvalar pupa olmadan önce gallerin içinde 20-30 gün beslenirler. Pupa dönemi, konuma ve kestane çeşitlerine bağlı olarak, Mayıs ayı ortasından Temmuz ayı ortasına kadar sürmektedir. Gallerden ergin çıkışları Mayıs ayının sonundan Temmuz ayının sonuna kadar devam etmektedir. Yapılan çalışmalarda erginlerin hepsinin dişi olduğu tespit edilmiş, bu türün erkeklerine rastlanmamıştır. Dişiler tomurcukların içine ortalama 3-5 yumurta bırakır. KGA'nın ömür uzunluğu kısadır yaklaşık 10 gün sürer. Yumurtalar 30-40 günde gelişmeye başlar (EPPO, 2005).

D. kuriphilus'un yaşam döngüsü Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2. *D. kuriphilus*'un yaşam döngüsü. E: Ergin; Y: Yumurta; P: Pupa; L1, L2, L3. Sırasıyla; birinci, ikinci ve üçüncü larva dönemleri; TG: Taze gal KG: Kuru gal (İpekdağ ve ark., 2014).

Yetişkin dişiler yaz başında tomurcukların içine yumurta bırakır. Yumurtalar kısa süre sonra gelişmeye başlar, ancak larvalar hareketsiz kalır. Larva büyümesi, bir sonraki baharda, gövde, yaprak sapı veya yaprak gallerinin hızlı oluşumunu indüklediğinden tomurcuklarda başlar. Bu galler, larva (üç larva dönemi) ve pupa evreleri boyunca gelişen gal arısının dış etkenlere karşı korumasını sağlar. Erginler yaz başında gallerden çıkar ve gelecek nesiller için kestane tomurcuklarına yumurtalarını bırakmak amacıyla yeni kestane sürgünleri bulur. Sonbaharda, terkedilmiş kestane gali yaşlanır, ancak bir veya iki yıl daha ağaçta kalır, bu arada gal arısı tarafından istila edilmiş dalların uçları ölür. KGA tarafından istilaya uğramış dallar bir sonraki yıl kestane üretmezler yani yeni sürgün oluşturmazlar (Quacchia, 2008; Warmund, 2013; Payne, 1978).

Oluşan galler tek renkli ya da çok renkli, 5-20 mm çapında, yeşil ya da pembemsi renkte olabilirler. Galler genç sürgünlerde, yaprak petiollerinde ya da yaprakların orta damarında gelişir, erginlerin çıkışından sonra, kurur ve odunumsu bir hal alır. Galler yapraklarda ya da gelişmiş tomurcuklarda görülebilirken, yeni sürmekte olan tomurcukların içinde bulunan gal arısının yumurta ve ilk dönem larvaları çıplak gözle kontrolde belirlenemez (EPPO, 2005).

Kestane Gal Arılarının, bulaşık olmayan bölgelere yayılması;

- 1) Çoğaltmak amacıyla kullanılan bulaşık bitki materyalinin üreticiler arasında bir yerden başka yere taşınması ile
- 2) Rüzgar yoluyla, ergin böcek uçuşlarıyla,
- 3) KGA durgun dönemde gözle görülemediği için insanlar tarafından tesadüfen taşınması şeklinde olmaktadır. Avrupa Birliği, zararlıların girişine engel olmak amacıyla alınacak acil önlemleri yayınlamıştır. Zararlının bulunduğu bölgelerden getirilen bitki materyallerinin yasaklanması, bölgenin izlenmesi ve zararlının bulunduğu bölgenin sınırlandırılması gibi tedbirler alınmaktadır (Graziosi ve Santi, 2008).

Gal arıları (*Hymenoptera: Cynipidae*), bitkilerle etkileşime giren ve gal adı verilen özel bitki doku yapılarını indükleyen böceklerdir. Gal anatomisi çalışmaları, 1800'lerde gal başlangıcından olgunluğa kadar olan değişiklikleri göstermek için klasik histolojik

teknikleri kullanan araştırmacılar tarafından başlatılmıştır. Galler tamamen bitki dokularından oluştuğu için, gal oluşumu ve büyümesi konukçu-bitki özellikleri ve çevresel faktörler tarafından etkilenir. Normal bitki gelişimi, bitki meristemleri tarafından belirlenen morfogenetik yapıyı takip eder. Bazı durumlarda bitki dokusunda değişikliğe sebep olan gal oluşumu uyaranları tarafından bu sistem değiştirilir. Gal dokularının yeniden düzenlenmesi, genç büyüme noktasını düzenleyen, meristem ve prokambiyum gibi meristematik dokularda başlayarak bazı anatomik yapıların aşırı farklılaşmasına, inhibisyonuna ve bazen hücrenin yeniden farklılaşmasına yol açar (Jara-Chiquito, 2021; Stone ve ark., 2002).

Larva odasını kaplayan besleyici doku katmanları, gal indüksiyonu başladıktan hemen sonra oluşmaya başlar. Gallerde bulunan besleyici dokular, yoğun sitoplazmalı, belirgin çekirdekli ve beslenme bölgelerinin yakınında birincil metabolitlerin birikimi olan özel parankim dokular tarafından oluşturulur. Larva beslenmesi devam ettikçe ve gal olgunlaştıkka, genellikle besleyici dokuların çevresinde bir sklerenkima kılıfı gelişir. Gal dokuları farklılaştığında larvalar gelişimlerini tamamlayıp galleri tamamen terk edene kadar beslenmeye devam eder ve gal gelişimi durur (Jara-Chiquito ve ark., 2021).

Galler, böcekler, akarlar, nematodlar veya mikroorganizmalar gibi organizmalar tarafından indüklenen, neoformlu bitki yapılarıdır. Gal indükleyiciler, özellikle böcekler ve akarlar, genellikle konukçu bitki türlerine özgüdür. Safra morfotiplerinin anatomisi ve metabolizması, hem gal indükleyicisinin türü hem de konukçu bitkisinin türü ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Gal başlatma süreci ve sinipid indkleyicilerin bitki büyümesini nasıl kontrol ettiği hakkında hala çok az Őey bilinmektedir. Bazı sinyal moleküllerinin bitki hcreni gelişiminde ilk değişikliklere neden olduğu bilinmektedir (Ferreira ve ark., 2019; Cambier ve ark., 2019; Hearn ve ark., 2019). Galler, gelişen larva için hem besin hem de barınak sağladığı gibi ayrıca doğal düşmanlara ve zorlu evre koşullarına karşı koruma sağlayabilmektedir (Price ve ark., 1987; Stone ve Schönrogge, 2003; lvarez ve ark., 2009).

Bitki kaynaklarının gallere nasıl yönlendirildiğini değerlendirmek için konukçu organlardaki morfojenetik değişikliklerin anlaşılması önemlidir.

Reale ve ark. (2014) Yaptıkları bir çalışmada zararlı ile mücadele de başarılı olmak ve gal indüksiyonu ve farklılaşmasını belirleyen mekanizmaları daha iyi anlamak için farklı mevsimlerde istila edilmiş bitki dokularının modifikasyonlarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bitki materyali, ilk olarak 2009 yılında *D. kuriphilus* tarafından istila edilen ve İtalya da bulunan bir kestane bahçesinde Haziran 2009'un başından Haziran 2010'un sonuna kadar aylık olarak toplanmıştır. Bu bahçede *D. kuriphilus* Haziran ortasında ortaya çıkmıştır ve ergin uçuş dönemi bir aydan fazla sürmüştür. Çalışmanın her ayında beş ağaçtan rastgele toplam 50 tomurcuk toplanmıştır. Bunlardan 25'i morfolojik gözlemler ve lignin içeriğinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır ve 25'i sitohistolojik ve histokimyasal gözlemler için kullanılmıştır. Larvaların beslenmelerine hücrelerin modifikasyonlarına odaklanılmış ve kış aylarında, tomurcukların bitki dokularında dışarıdan larva gelişimi belirtisi göstermediğini ancak larva gelişiminin dış larva mevcudiyeti belirtisi göstermediği zamanlarda meydana geldiği belirtilmiştir. Çalışmacılar, çözünür şekerlerin larva odasını çevreleyen dokulara yakın hücrelerde depolanan nişastadan kaynaklanabileceğini öne sürmüştür. Nişasta, tomurcuğun yaprak taslaklarında "dinlenme " döneminde bol miktarda bulunurken aynı zamanda genç larva odasının yakınındaki modifiye dokularda bol miktarda bulunmuştur.

Warmund ve ark. (2013) *D. kuriphilus* Yasumatsu'nun Çin kestanesi ağaçlarında (*C. mollissima* Blume) tomurcukların, gövde ve yaprak gallerinin değişmiş dokularını karakterize etmek ve gali tanımlamak için çalışmalar yapmışlardır. Mantua'da yetişen kestane ağaçlarından sırasıyla 2 Mart ve 3 Mayıs 2012 tarihlerinde tomurcuk ve gal örnekleri toplanmış ve bir kısmı mikroskopta incelemek için ayrılmıştır. Tomurcuklarda ve sürgün gallerinde oda başına bir *D. kuriphilus* larvası içeren tek ve çok gözlü larva odaları gözlenmiştir. Tomurcuk patlamasından önce, *D. kuriphilus* larvaları iki kat hipertrofik (dokunun fazla büyümesi) hücre oluşumunu indüklemiştir. Larva odaları çevresinde larva beslenmesi devam ettikçe ve gal olgunlaştıkça, genellikle besleyici dokuların çevresinde bir sklerenkima kılıfı gelişmiştir. Tomurcuk patlamasından sonra galler oluşmuş ve besleyici bir depo görevi görmüştür.

Matsui ve ark. (1969) hassas ve dayanıklı çeşitler arasındaki morfolojik ve sitokimyasal farklılıkları belirlemek amacıyla kestane gal arısı indüksiyonunu ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Duyarlı ve dayanıklı çeşitler arasında gal arısı boyutlarında dikkate değer farklılıklar bulunmuştur ve larvaların sadece hassas çeşitlerde değil, dayanıklılarda da önemli ölçüde yaşamaya devam ettiğini belirlemişlerdir. Çekirdekler, nükleoller ve sitoplazma, gallerin bölünme tabakası bakımından zenginken, artan dayanıklılıkla bu eğilim azalmıştır. Hassas çeşitlerde hücre duvarında selüloz birikiminin zayıf olduğu bildirilmiştir. Katekol tanenleri, nispi dayanıklı çeşitlerde % 50'den fazla ve dayanıklı çeşitlerde % 90'ın üzerinde meydana geldiği belirlenmiştir.

Jara-Chiquito ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışma Katalonya'da (İspanya) bulunan farklı doğal kestane yetiştirme alanlarında yapılmıştır. *C. sativa*'nın yapraklarında *D. kuriphilus*'un neden olduğu histolojik özelliklerdeki değişiklikleri, yaprak sapları ve orta damarlar üzerinde indüklenen olgun gallerin anatomisini karşılık gelen yapılarla karşılaştırarak değerlendirilmiştir. Taze, yakın zamanda genişlemiş yapraklar Mayıs 2018'de, gallerin tam büyümüş larvaları içerdiği zaman, konakçı *C. sativa*'nın alt dallarından rastgele toplanılmıştır. Hücre katmanlarındaki ve hacmindeki artış, gal dokularında parankima, kollenkima ve apikal meristemden kaynaklanan sklerenkimada belirgindir. Gallerin hızlı büyüme oranları, muhtemelen gal bölgelerine artan su temini ile desteklenmiştir. Larva odalarının sitoplazmik olarak yoğun ve metabolik olarak aktif besleyici doku, larvalar için tek besin kaynağıdır. Besleyici hücreler zengin bir vasküler doku ile korunur. Besleyici dokuyu çevreleyen mekanik dokunun yeniden farklılaşması da enerji gerektirir. *D. kuriphilus* larvasını pupa dönemine kadar korur. Bu vasküler değişiklikler, yaprağın distal bölgelerindeki normal doku oluşumunu etkiler ve bu da kestane ağaçlarının üretkenliğini azaltır.

Kaya (2019) Bursa ili Yıldırım ilçesi Cumalıkızık köyünde aynı ekolojik koşullarda yetiştiriciliği yapılan çeşit/genotiplerde tomurcuk boyutları ve nem oranı ölçülmüş tomurcuk yapısını incelemiştir. Yapılan ölçüm incelemelerde *D. kuriphilus* Yasumatsu'nun yumurta bırakmak için tomurcuk seçiminde tomurcuk boyutlarının nem içeriğinin ve tomurcuğun yapısal özelliklerinin bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu tez çalışması 2021-2022 tarihleri arasında Bursa ili Yıldırım ilçesi Cumalıkızık mahallesinde bulunan Kestane Koleksiyon Bahçesinde ve Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Sitoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışmada yoğun gal oluşumu görülen “Alimolla” ve “Marigoule” kestane çeşitlerinde çalışılmıştır. Şekil 3.1’de kestane koleksiyon bahçesinin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3.1. Tez çalışmasının yürütüldüğü kestane koleksiyon bahçesi

Çalışmada yer alan çeşit/genotipler hakkında bilgi aşağıda verilmiştir.

“**Marigoule**”: *C. sativa* (Avrupa kestanesi) ve *C. crenata* (Japon kestanesi) melezi Fransa kökenli bir kestane çeşitidir. Kabuğu ince parlak kırmızımsı kahverenginde, iç kabuğu orta derece de soyulur. Tohum rengi beyazdır. Meyveleri büyük ve çok büyük grubunda yer alır. 1 kilogramında 50-55 adet meyve bulunur. Meyveleri oldukça lezzetli, tohum kabuğu soyulabilir. Verimli bir çeşittir ve bir kirpi içerisinde üç adet kestane bulunur. Erkek çiçek yapısı uzun stamenli ve tozlayıcılık açısından verimlidir. Orta-erkenci bir çeşittir. Bursa yöresinde Eylülün iki ya da üçüncü haftasından sonra hasat edilir (Eser, 2019).

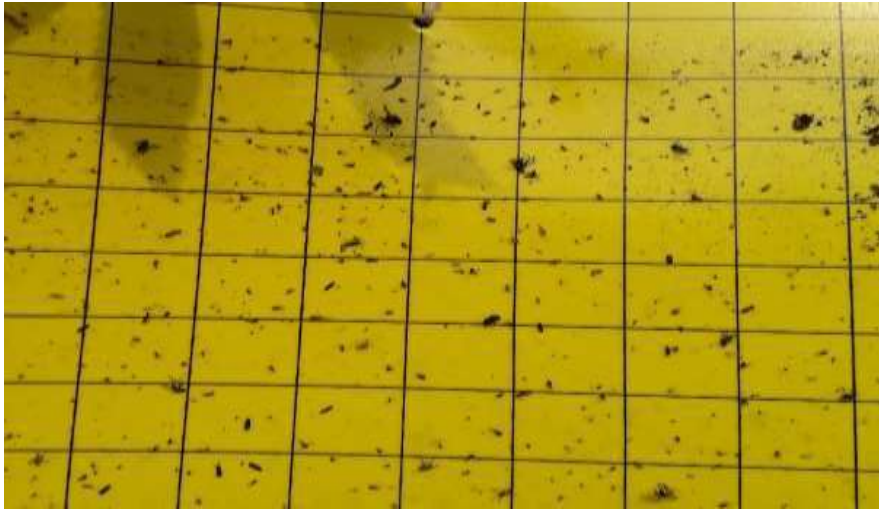
“**Alimolla**”: Bursa Cumalıkızık yöresinde yetiştirilmektedir. Meyveleri orta irilikte ve ortalama 66 adet/kg ve meyveleri geniş yassıdır. Meyve kabuğu siyahımsı kahverengi, parlak ve incedir. İç krem renginde, tohum zarının tohuma girme derecesi ortadır. Erkek çiçek yapısı asitamedir, tozlayıcılık yönünden verimsizdir. Bahçe kurulumunda mutlaka tozlayıcı kullanılmalıdır. Eylülün üçüncü haftası ve Ekim başında hasadı yapılır. (Soylu, 2004; Müftüoğlu, 2017)

3.2. Yöntem

3.2.1. Sürgün ve gal örneklerinin alımı

Öncelikle KGA'nın kestane tomurcuklarına ilk yumurta bırakma zamanını tespit için çalışmada yer alan çeşitlerin bulunduğu kestane koleksiyon bahçesine Mayıs ayında sarı yapışkan tuzaklar asılmıştır (Şekil 3.2). Sarı yapışkan tuzaklarda zararlıların varlığı saptandığında yeni gelişen sürgünlerden örnek alımları başlanmıştır. Sabah erken saate alınan sürgünler soğuk tutucu içinde sitoloji laboratuvarına getirilmiştir. Aynı gün içerisinde stereo mikroskop altında en az 15 tomurcukta açma yöntemi ile inceleme gerçekleştirilmiştir. Sürgün alımları Haziran ile Eylül ayları arasında 10-15 günde, Eylül ile Mart ayları arasında ise 20 günde bir yapılmıştır.

Mayıs ayında tomurcukların sürmesiyle galler görünür hale geldiğinde gallerin olgunlaşmasına kadar 10 gün ara ile gal örnekleri alınmaya başlanmıştır (Şekil 3.3). Her çeşitten alınan en az 30 gal de kesitler alınarak stereo mikroskop altında gal dokusu gelişimi ve farklılaşması incelenmiştir.



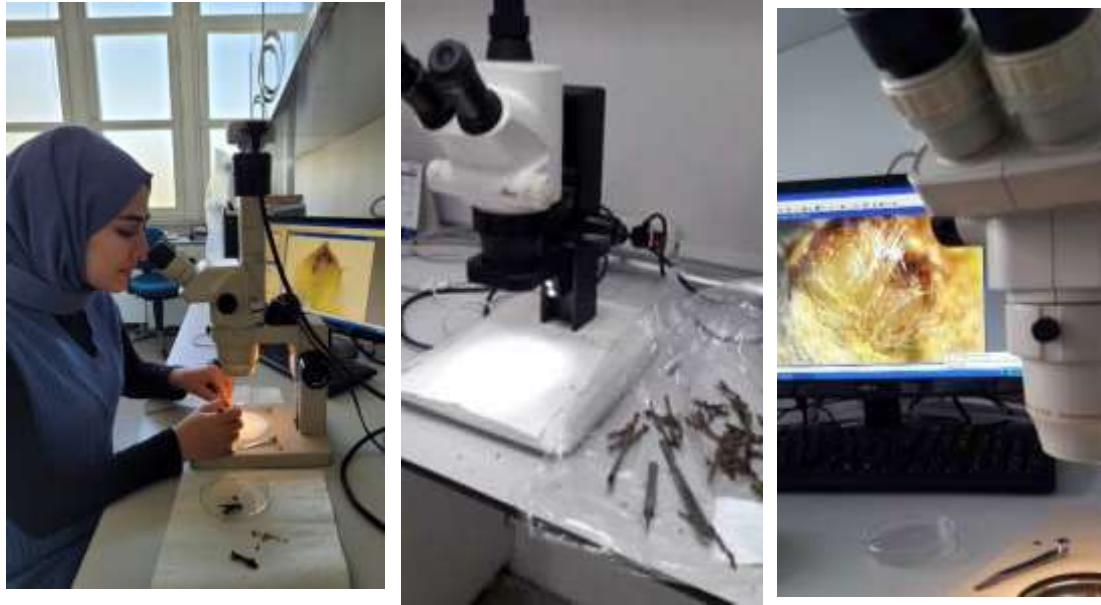
Şekil 3.2. Tuzak görüntüleri



Şekil 3.3. Sürgün ve gal örnek alımları **A), B), C)** Tomurcuk örneklerinin alımı **D), E)** Gal örneklerinin alımı

3.2.2. Açma metodu ile tomurcukların incelenmesi

Laboratuvar ortamına getirilen tomurcuk örneklerinde açma metodu tekniği ile stereo mikroskop altında incelemeler yapılmıştır. Tomurcuklardaki yaprak taslakları ince uçlu pens yardımıyla tek tek açılarak gözlenmiş, zararlının tomurcuk içindeki gelişim dönemleri kayıt edilmiş, DP20 görüntü aparatının bulunduğu stereo mikroskop kullanılarak fotoğraflanmıştır. Mikroskop incelemeleri sırasındaki genel görünüm Şekil 3.4.' te verilmiştir.



Şekil 3.4. Yapılan incelemelere ait genel görünüm

3.2.3. Gal gelişiminin incelenmesi

Mayıs ayında tomurcukların sürmesiyle galler görünür hale geldiğinde gallerin olgunlaşmasına kadar 10 gün ara ile gal örnek alımı yapılmıştır. Kestane sürgünlerinde gal dokusu çoğunlukla yaprakta ya da petiol yapraklarda meydana gelir. Tomurcuk içinde yoğun gal oluşumu meydana geldiğinde ise sürgün oluşmaz sadece gal yapıları geliştiği için tomurcuk gali olarak ta görülebilir (Şekil 3.5 A,B,C). Her örnekleme döneminde üç gal tipinden en az 10 adet gal örneğinde inceleme yapılmıştır.

Kestane koleksiyon bahçesinde yer alan iki çeşitten sabah saatlerinde alınan gal örnekleri soğuk tutucu içinde Sitoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Galler bistüri ve/veya bıçak yardımıyla kesilerek stereo mikroskop altında gal dokusu incelenmiş, gal dokusundaki

modifikasyonlar kayıt edilmiş ve uygun görülen alanlar DP-20 kamera sistemi ve Canon mikro lens takılı fotoğraf makinası ile fotoğraflanmıştır (Şekil 3.5)(Şekil C,D,E).



Şekil 3.5. Gal tipleri ve gal dokularının incelenmesi **A)** Tomurcuk gali, **B)** Yaprak gali, **C)** Petiol gali. **D), E), F)** Gal dokularının incelenmesine ait genel görünüm

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Asya kestane gal yaban arısı (KGA), *D. kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae), Avrupa Tatlı Kestanesinin (*C. sativa* Mill.) yerli meşcerelerini ve meyve bahçelerini tehdit eden istilacı bir zararlıdır. KGA'sı, gövdelerde, yaprak üzerinde petiollerde gal oluşumuna neden olur. Bu galler ağaç büyümesi ve meyve üretimi engellenmektedir. Gal dokuları yabancı bir organizmanın varlığına ve aktivitesine özel bir tepki ile üretilen, bitkilerin normal gelişim aşamalarının dışında gerçekleşen modifikasyonlar olarak veya koordineli hücre bölünmesi ve genişlemesiyle ortaya çıkan yeni çok hücreli yapı olarak tanımlanabilir. Gal gelişiminin genel olarak 3 farklı gelişim aşaması vardır bunlar; İndüksiyon (başlama), büyüme-farklılaşma, olgunlaşma aşamalarıdır (Maresquelle ve Mayer, 1965). Bitki metabolizmasının gal oluşumunu nasıl yönlendiğini değerlendirmek için konukçu organlardaki morfogenetik değişikliklerin anlaşılması önemlidir. Bu amaçla bu tez çalışmasında yoğun gal oluşumu görülen “Alimolla” (*C. sativa* L.) ve “Marigoule” (*C. sativa* x *C. crenata*) çeşitlerine ait tomurcuk ve gallerde stereo mikroskop altında inceleme ve gözlem yapılarak gal oluşumunun başlama, büyüme-farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları ayrıntılı incelenmiştir. Yapılan incelemelerde çeşitler arasında gal gelişim aşamaları bakımından bir farklılık görülmemiştir.

Kestane KGA sınıfının neden olduğu gallerde bu gelişim aşamalarını saptamak için bir yıl boyunca (Haziran 2021-Temmuz 2022) alınan tomurcuk ve gal örneklerinde incelemeler yapılmıştır. Öncelikle kestane gal arısının uçuş yaptığı dönemi belirlemek için Mayıs ayında çalışmada yer alan çeşitlerin bulunduğu bahçeye sarı yapışkan tuzak asılmıştır. KGA'nın uçuş yaptığı dönem de “Alimolla” ve “Marigoule” çeşitlerinin tomurcuklarında yapılacak incelemeler için sürgün örnekleri alınmaya başlanmıştır. Haziran ile Eylül ayları arasında 10-15 günde bir sürgün örneği alınmış, Eylül ile Mart ayları arasında ise 20 günde bir sürgün örneği alınmıştır. Mayıs ayında tomurcukların sürmesiyle galler görünür hale geldiğinde gallerin olgunlaşmasına kadar 10 gün ara ile gal örnek alımı yapılmıştır. Böylelikle tomurcuk içinde gal dokusu oluşumunun başlama, farklılaşma- gelişim aşamaları ile yeni sürgünlerde galler görünür olduğunda gal dokularında farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları ayrıntılı incelenmiştir.

4.1. Tomurcukta Mikroskopik İncelemeler

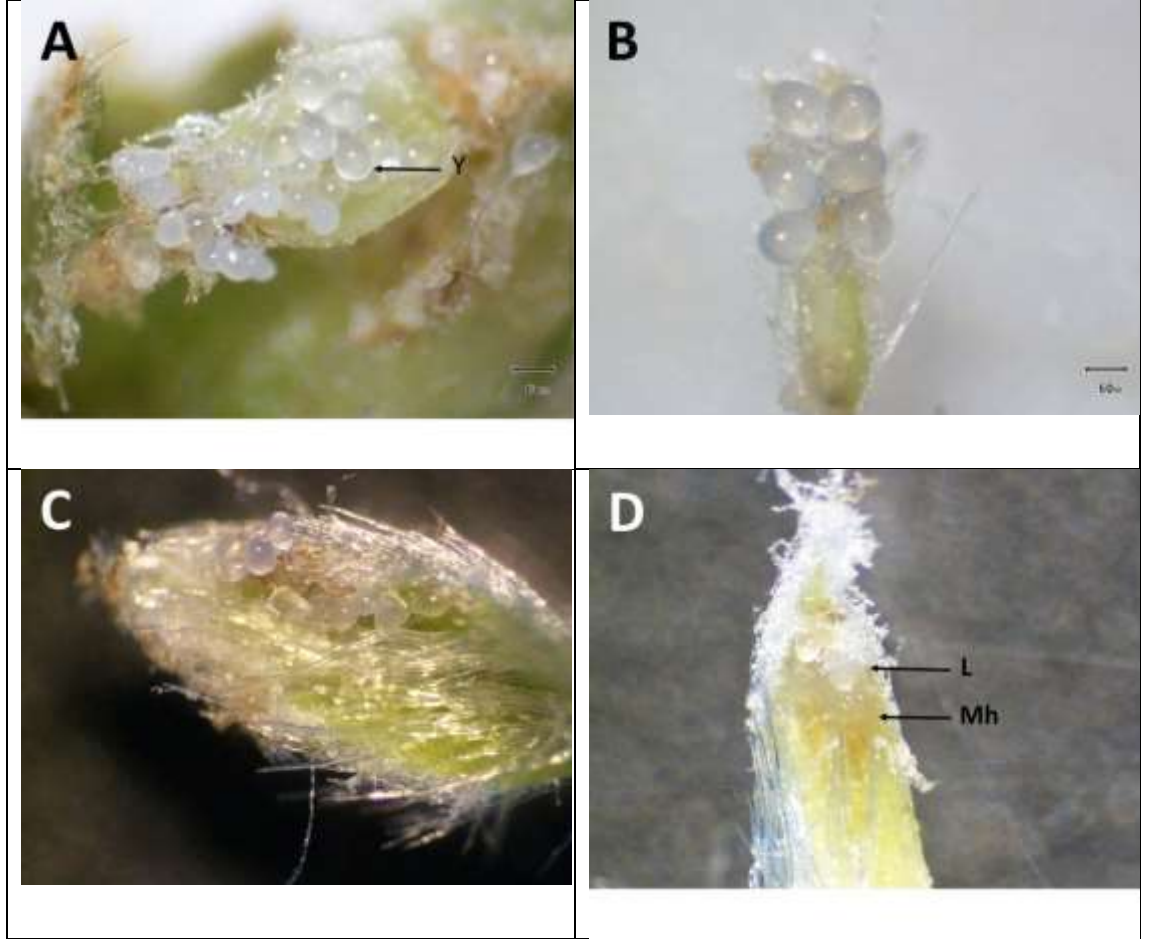
Vejetasyon döneminde gal içinde gelişen KGA erginleri gallerden çıkış yapar ve kestanenin yeni oluşan sürgünlerinde yer alan tomurcuklara ovipozitörleri ile yumurtalarını bırakırlar. Bir tomurcuğa birden fazla sayıda KGA arısı yumurta bırakabilir. KGA' sının gallerden çıkışı yaklaşık 2 ay sürmekle birlikte yoğun çıkış 15-20 günlük bir sürede olduğu belirlenmiştir. Tomurcuklarda varlığı gözle görülmez. Büyüteç ya da mikroskop altında incelendiğinde yumurta bırakılan tomurcuklarda iğne izleri görülmektedir. Çalışmada yer alan her iki çeşitte de Haziran ayında alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemelerde 25 ve 30 Haziran da zararlının tomurcuklara yumurta bırakmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 4.1 A, B). Zararlı yumurtalarını tomurcuğun iç kısmındaki yoğun tüylerle kaplı en genç yaprak taslaklarının uç ve orta kısımlarına 5 veya 6 lı gruplar halinde bıraktığı gözlemlendi (Şekil 4.1 B, D). 15 ve 19 Temmuz'da alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemelerde tomurcuk pullarında çok sayıda iğne izi görülmüş (Şekil 4.1 C) ve tomurcukların zararlının yumurtaları ile yoğun bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1 D). Bu zamana kadar tomurcuklarda yapılan incelemelerde gal dokularının oluşum başlangıcına rastlanmamıştır.



Şekil 4.1. Alimolla kestane çeşidinin tomurcuklarının stereo mikroskop görünümü. **A)** İlk enfekte tomurcuk, tomurcuk pullarında KGA'nın iğne izi, **B)** Tomurcuk içinde yeni gelişen tüylü yaprak taslakları ve KGA'nın yumurtalarının görünümü, **C)** Tomurcuklarda zararlının iğne izleri ve **D)** Yumurtaların tomurcuk (Y) içinde görünümü.

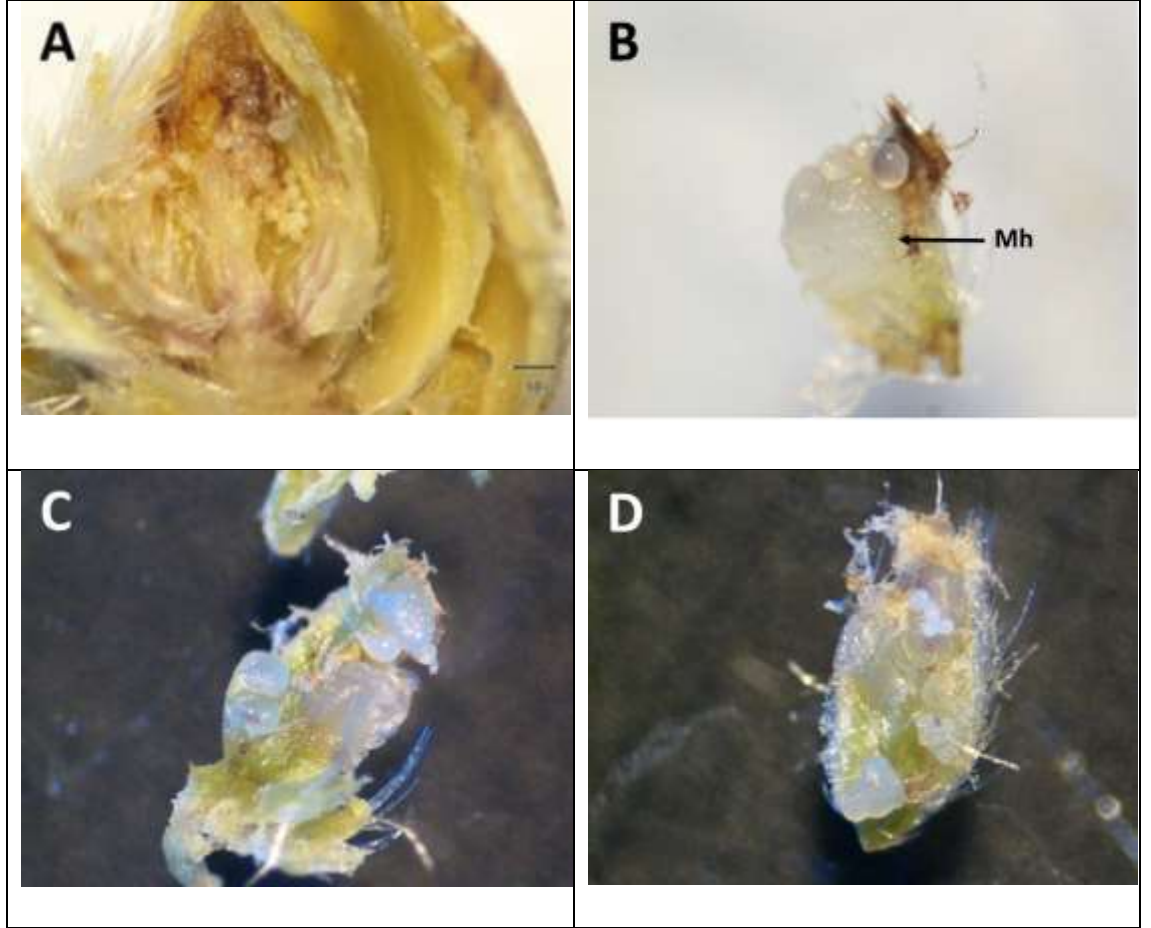
27 Temmuz – 5 Ağustos'ta alınan tomurcuklarda yapılan incelemelerde yumurtaların iplik benzeri sap yapıları ile bir araya gelerek gruplar oluşturdukları ve oluşan bu grupların yeni gelişen yaprak taslaklarının epidermis hücrelerine yakın yerde gruplandığı gözlenmiştir (Şekil 4.2 A, B). Aynı zamanda yumurtadan yeni çıkmış küresel şekilli beyaz renkte larvalar görülmüştür (Şekil 4.2 C). Yaprak epidermisi ile ilk temasın larva aşamasında olduğu belirlenmiştir. Yumurtadan yeni çıkmış larvalar yaprak epidermis hücreleri ile temas ettiği yerde epidermal hücrelerin periklinal bölünmelerle çoğaldığı yani gal oluşumunun başladığı saptanmıştır (Şekil 4.2 D). Gal gelişiminin indüklendiği bu aşama G-I olarak adlandırılmıştır. Sinipidlerin gal gelişimini başlatmak için meristematik veya totipotent hücrelere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Stone ve ark., 2002).

Ancak, Real ve ark. (2014) bildirdiği gibi gözlemlerimize göre, larva odacıklarının farklılaşması, tüylü (tricome) yapıda olgun epidermal hücrelerdeki değişikliklerle başladıdır.



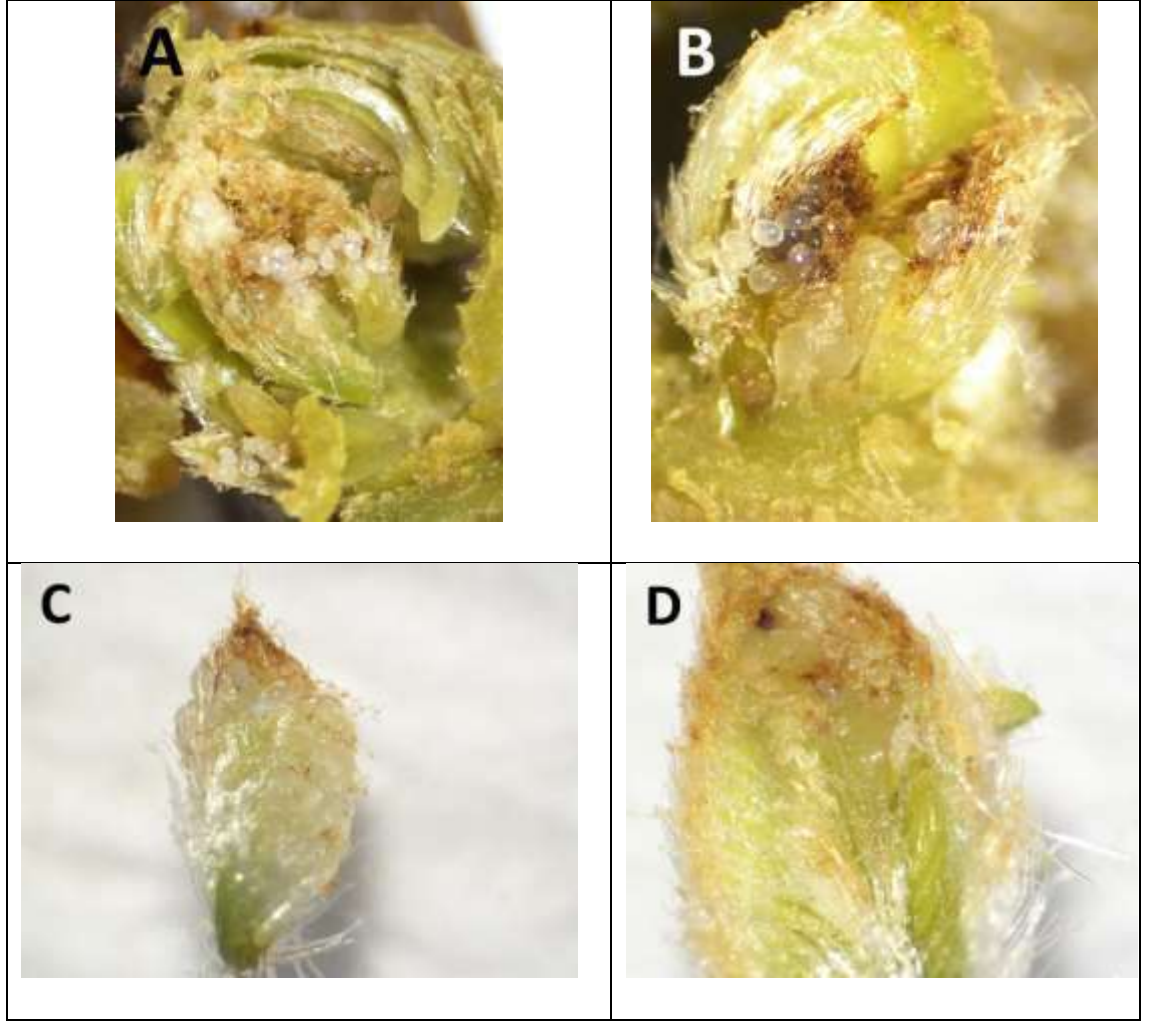
Şekil 4.2. KGA'nın yumurtalarının bulunduğu yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü. **A), B), C)** Yaprak taslaklarında yumurtaların (Y) görünümü, **B)** Yumurtaların iplik benzeri yapı ile bir araya gelerek grup oluşturması **D)** Yaprak taslaklarında larva (L) ve epidermis hücrelerinde gal (Mh) oluşumunun başlaması.

15 Ağustos ve 1 Eylül’de alınan enfekteli tomurcuk örneklerinde yapılan incelemelerde epidermal hücrelerin çoğalarak genç larvayı çevrelediği ve larva odasının oluştuğu doku gelişimleri görülmüştür (Şekil 4.3 A, B, C, D). Larvanın çok sayıda hücre ile çevrelendiği bu aşama G-II olarak adlandırılmıştır. Aynı zamanda tomurcuklarda yumurta, larva ve özellikle G-I aşamasında oluşumlarda yoğun olarak gözlenmiştir.



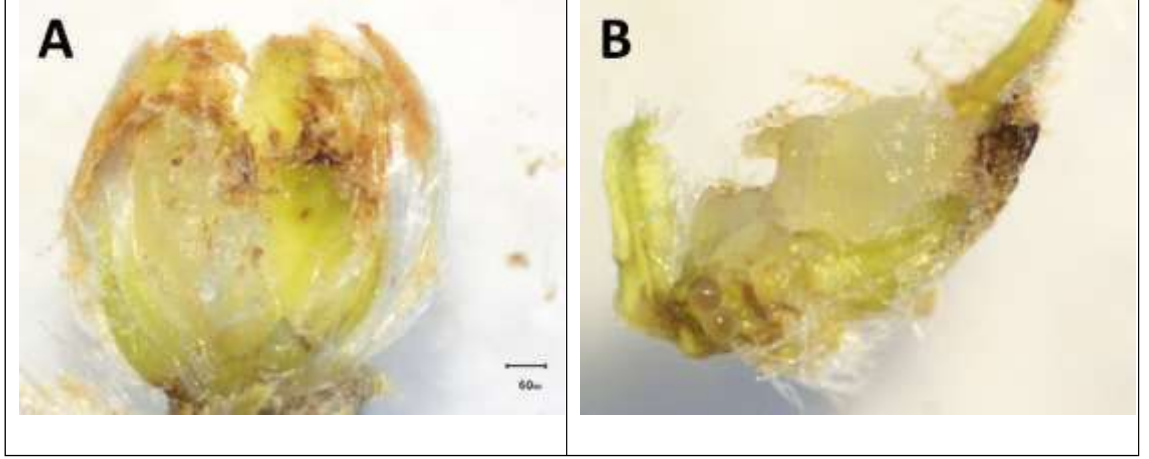
Şekil 4.3. KGA ile enfekteli tomurcuk ve yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü. **A)** Tomurcuk taslağı içerisinde yumurta, larva ve larva odalarının gelişimi **B), C), D)** Larva ve meristematik hücreler (Mh) ile çevrelenmiş larvalarda gal odalarının oluşumu

15 ve 20 Eylül’de alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemede her bir larvanın çevresi hızla çoğalan gal meristematik hücreleri ile çevrelendiği görülmüştür. Bu zamanda alınan tomurcuklarda da yumurta, larva ya geçiş, G-I aşamasında gal gelişimleri (Şekil 4.4 A, C) görülmekle birlikte özellikle tomurcuk içinde G-II aşamasındaki gal gelişimlerinin (Şekil 4.4 C, D) yoğun olduğu saptanmıştır.



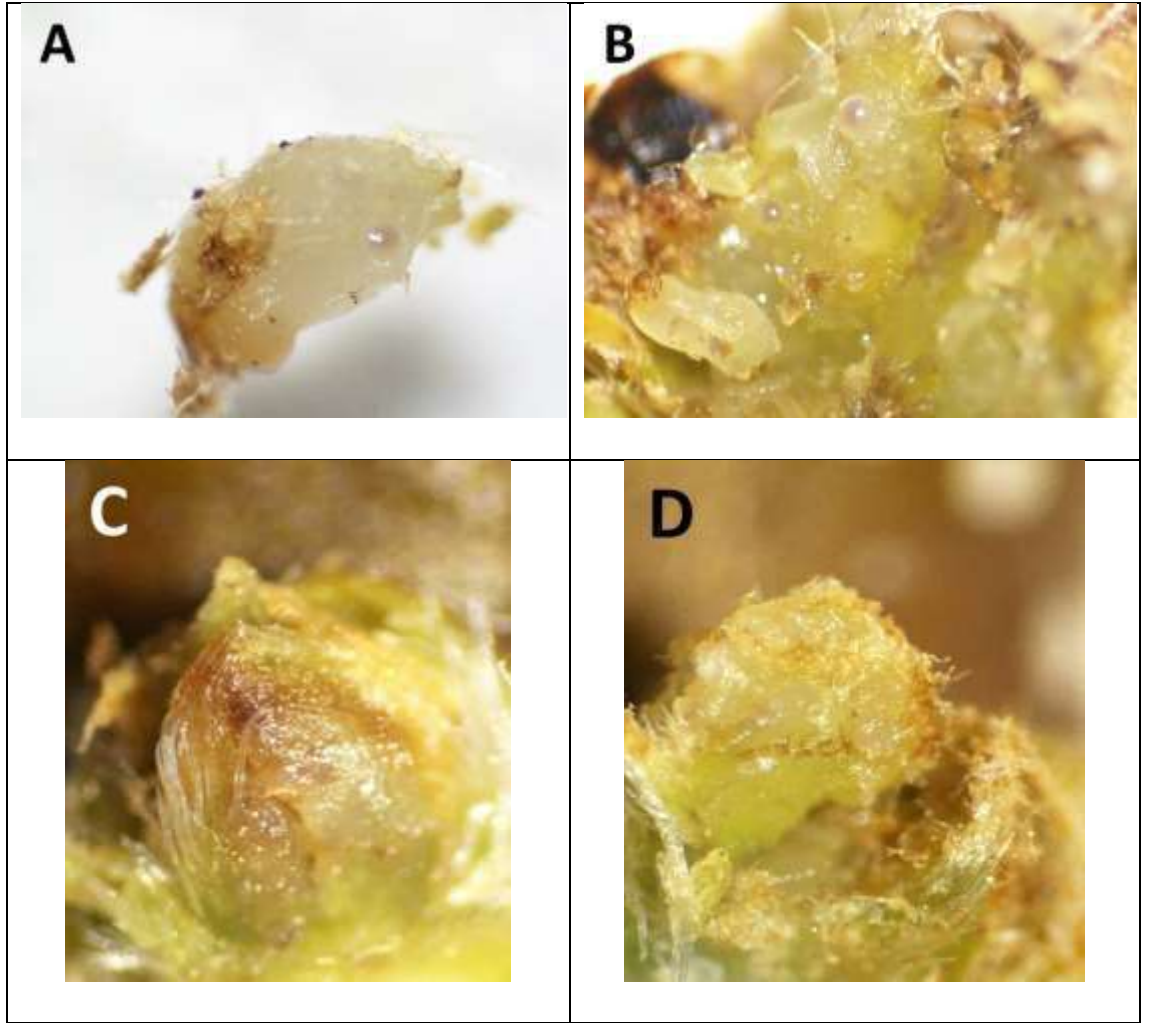
Şekil 4.4. KGA ile enfekteli tomurcuk ve yaprak taslaklarının stereo mikroskop görünümü. A) Tomurcuk taslağı içerisinde yumurta, larva ve G-II aşamasındaki oluşumların görünümü. A), B), C) Gal meristematik hücreleri ile çevrelenmiş larvaların görüntüsü.

1 ve 15 Ekim’de alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemelerde az sayıda yumurta, larva ya geçiş, G-I aşaması ve yoğun olarak da G-II aşamasında gal gelişimleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.5 A, B). Bazı larvaların iç kısmında kahverengi leke oluşumu görülmüştür (Şekil 4.5 B). Bu oluşum larva gelişimi ile ilgilidir. Doku gelişimi ile birlikte larvanın da gelişim gösterdiği saptanmıştır.



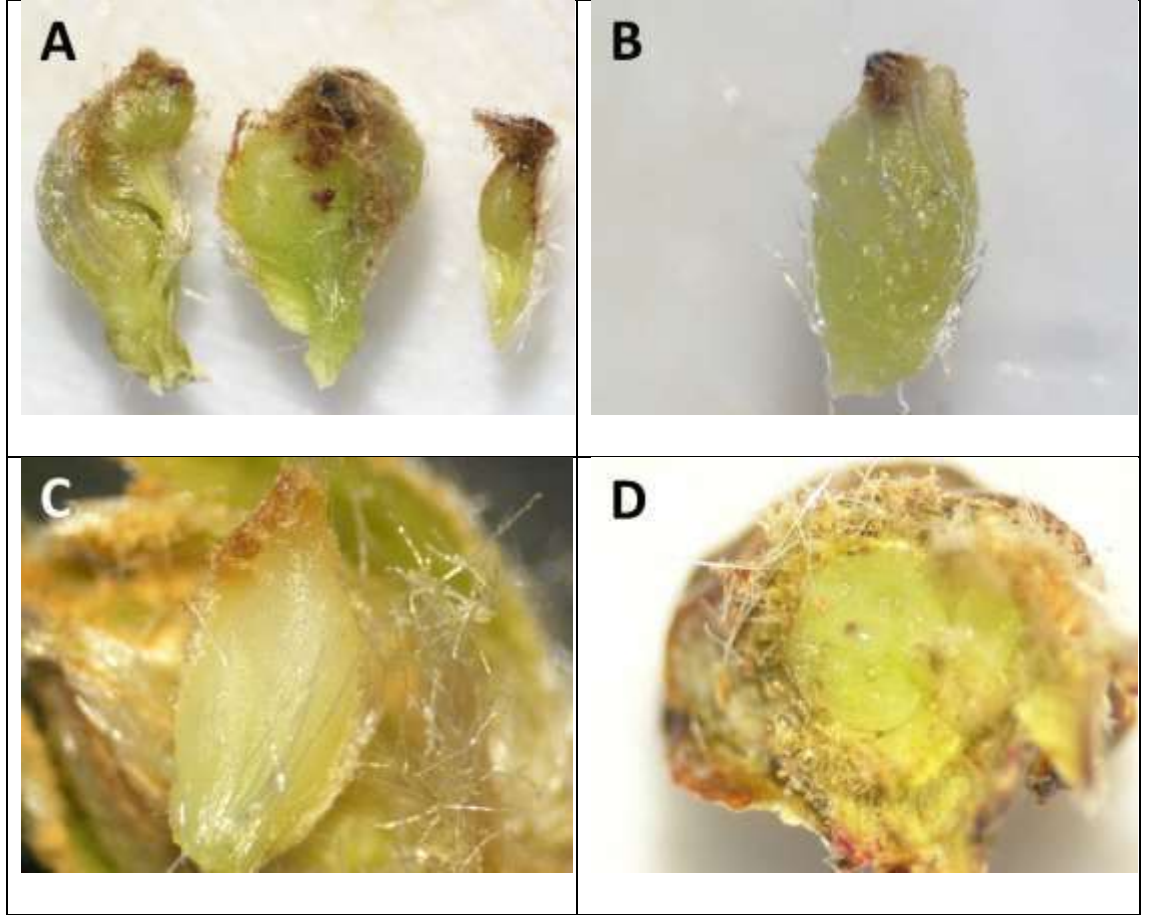
Şekil 4.5. Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü. **A), B)** Larva ya geçiş, G-I aşaması ve G-II aşamasındaki gal gelişimleri **B)** Gal dokusu ve larvada kahverengi leke oluşumları.

Ekim ayında olduğu gibi 15 Kasım'da alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemelerde az sayıda yumurta, larva ya geçiş, G-I aşaması ve yoğun olarak G-II, aşamasında gal gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 4.6). İç kısmında kahverengi leke oluşumu görülmüş larva sayısında artış olduğu saptanmıştır. Şekil 4.6 da A ve B de gal dokuları ile ve gal dokusuna gömülü içi kahverengi leke oluşmuş larvaların görünümü, Şekil 4.6 C ve D gelişim gösteren gal dokuları görülmektedir.



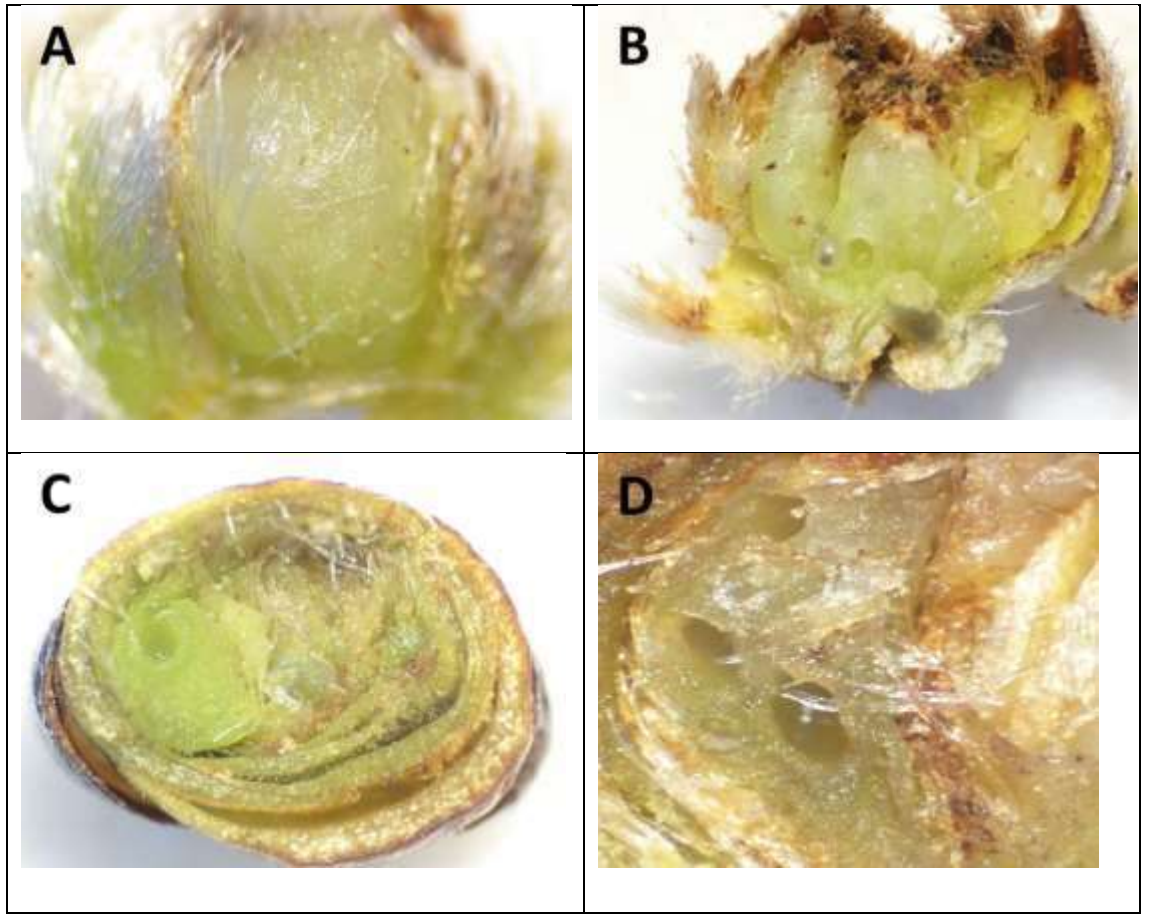
Şekil 4.6. Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü **A), B)** Gal dokusu ve larvada kahverengi leke oluşumları, **C), D)** G-II aşamasındaki gal dokuları

15 Aralık tarihinde yapılan incelemelerde larvayı çevreleyen dokuların oluşumunun tamamlanmasıyla larvaların oluşturduğu grupların çevresi hızla çoğalan gal meristematik hücreleri ile çevrelendiği gözlenmiştir. Bir diğer anlatımla gali koruyucu mekanik dokuyu oluşturacak hücre katmanları oluşmaya başlamıştır (Şekil 4.7 A, B, C, D). Bu aşamadaki gal dokusu G-III olarak adlandırılmıştır.



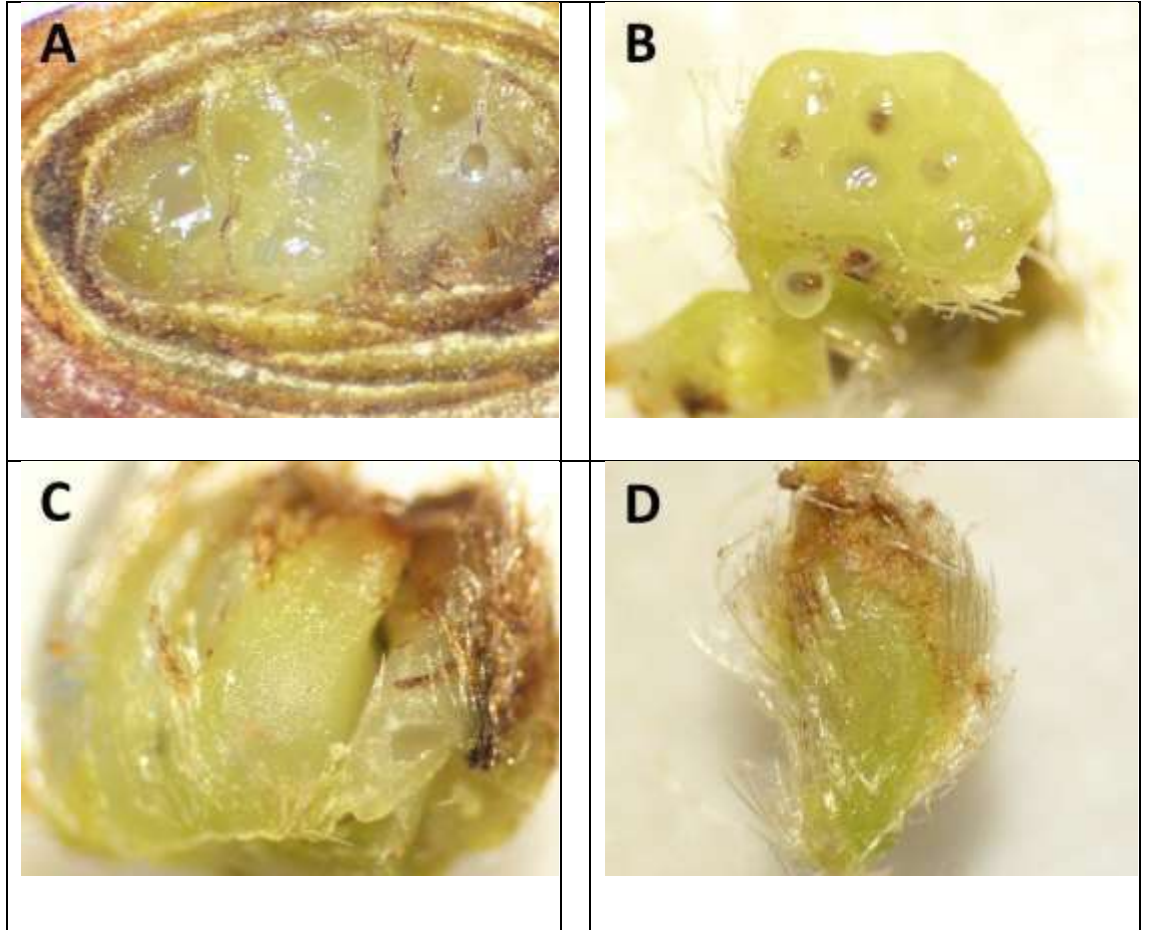
Şekil 4.7. Tomurcuk içinde gal gelişimlerinin stereo mikroskop görünümü. **A), B), C), D)** Gal dokusuna (G- III aşaması) **D)** Gal dokusu enine kesildi ve larva odalarının görünümü.

17 Ocak 2022 tarihinde alınan tomurcuk örneklerinde yapılan gözlemlerde gal dokusu gelişiminin devam ettiği ve yaprak taslaklarında şişkin irileşmiş galler görülmüştür (Şekil 4.8 A, B). Şekil 4.8 A, B, C, D' de görüldüğü gibi hücre büyümesi ve artışı nedeniyle yaprak taslaklarında bulunan gal dokusunun daha belirginleştiği ve larva çemberini çevreleyen dokularda artış görülmektedir. Yapılan incelemelerde gal başına değişen sayılarda larva odası bulunduğu ve gal dokusunun yapısal olarak sukkulent bir görünümde olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda larva odalarında bulunan larvaların gelişim gösterdiği saptanmıştır.



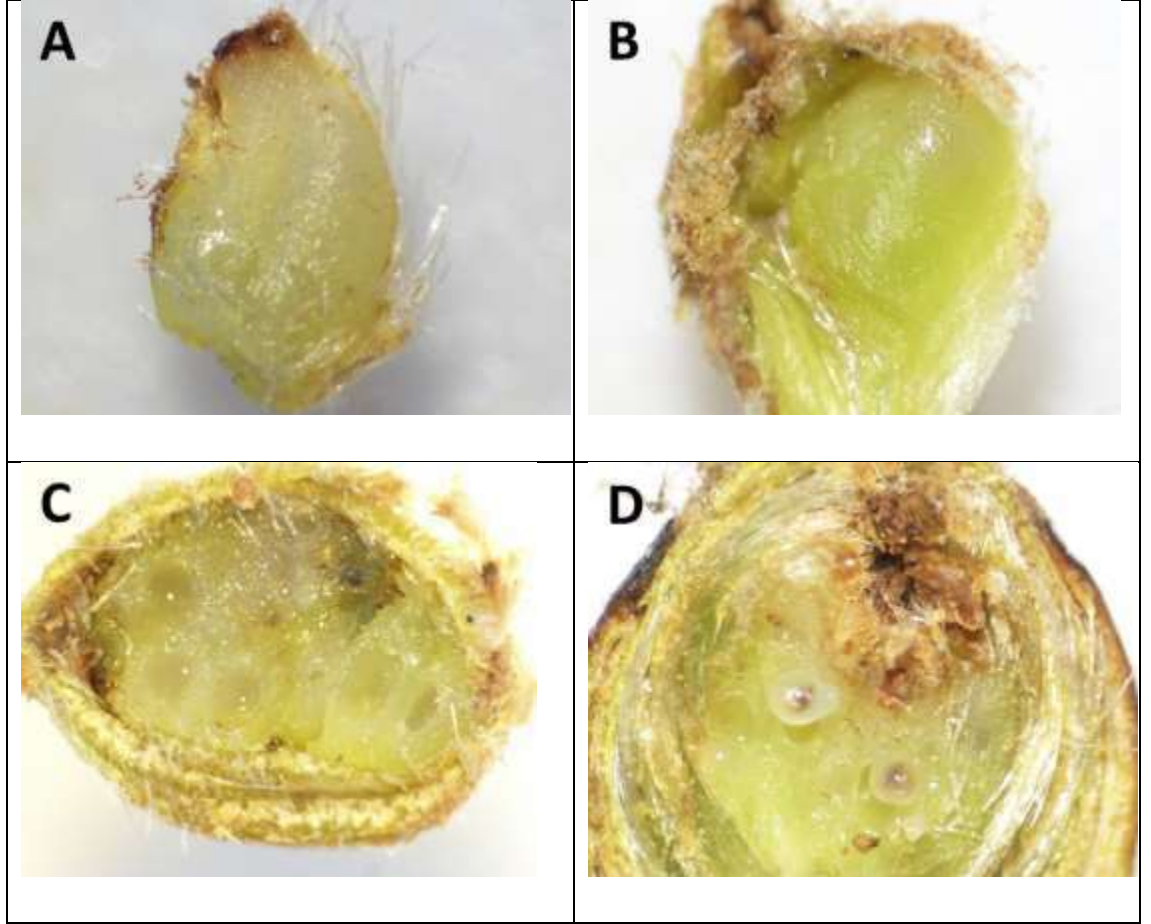
Şekil 4.8. Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki gallerin stereo mikroskop görünümü. **A), B)** Gelişimi devam eden irileşmiş galler. **C), D)** G-III aşamasındaki gallerin enine kesit görüntüsü.

21.02.2022 tarihine ait ‘‘Alimolla’’ ve ‘‘Marigoule’’ kestane çeşitlerinin tomurcuklarında yapılan mikroskopik incelemelerde 17.01.2022 tarihine kıyasla larva odasını saran çeper hücrelerinde artış olduğu ve gali oluşturan yapının sukulent formunu koruduğu gözlenmiştir (Şekil 4.9 A, B). Aynı zamanda larva odalarının genişlediği ve larvaların irileştiği görülmüştür (Şekil 4.9 C, D). Bu dönemde alınan tomurcuklarda larva odalarında larva 2 (L2) evresinde olan larvalara rastlanmıştır. Böylelikle zararlının L2 evresine geçiş zamanı ve L2 evresindeki gal yapısının dokusal gelişimi belirlenmiştir (Şekil 4.9 B). Genel olarak değerlendirildiğinde hemen hemen tüm yaprak taslaklarında G-III aşamasında gal gelişimi saptanmış ve gal dokusunu meydana getiren hücrelerin sayısında ve hücre boyutunda artış görülmüştür.



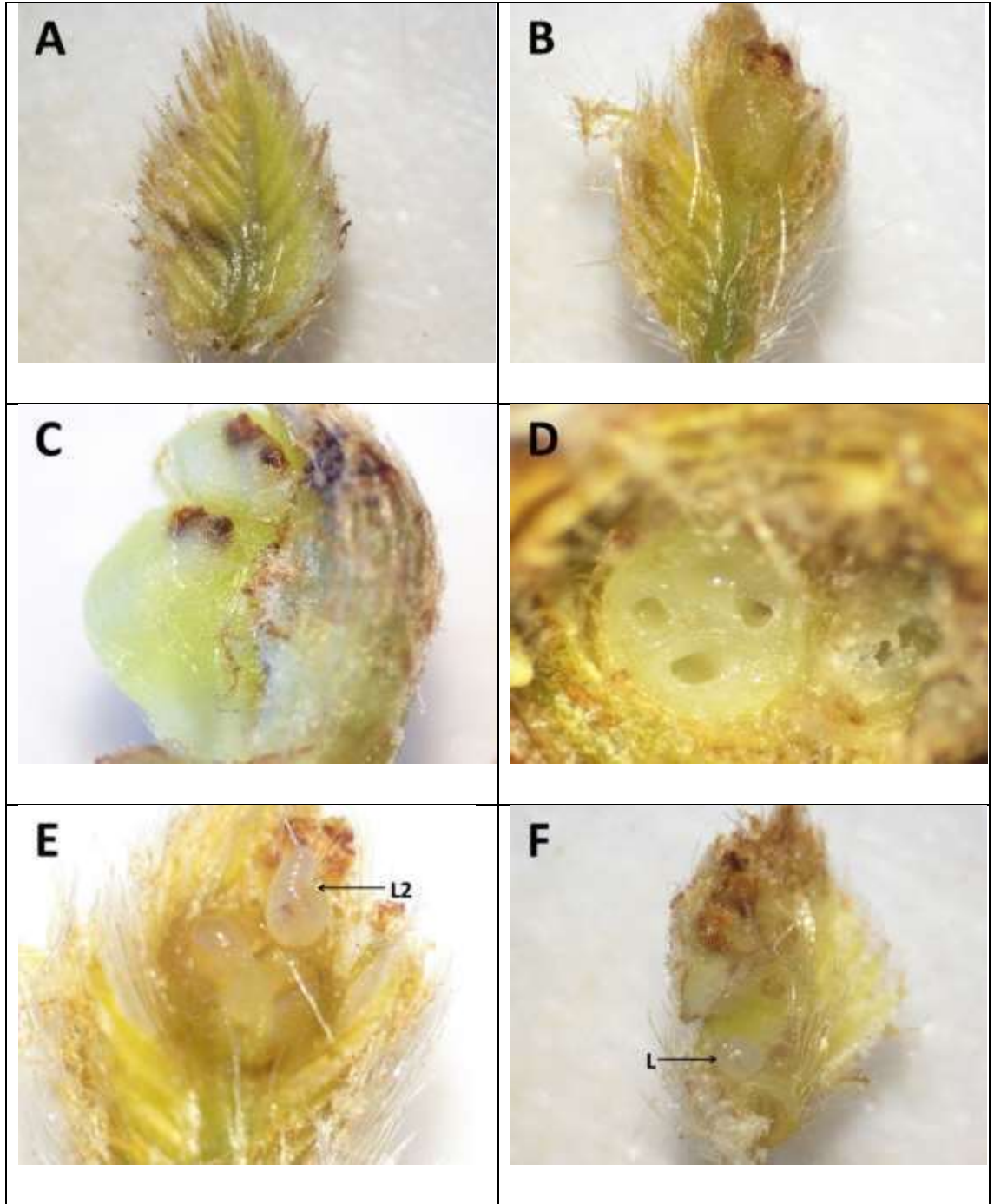
Şekil 4.9. Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki gallerin stereo mikroskop görünümü. **A), B)** Enine kesilmiş tomurcuklarda gal dokularında larva ve larva odaları, **A)** Larva odaları ve L1 evresindeki larvalar, **B)** Larva odaları ve L2 evresindeki larvalar, **C), D)** Gelişimi devam eden irileşmiş galler.

26.03.2022 tarihinde kestane çeşitlerinden alınan tomurcuk örneklerinde yapılan incelemede gali meydana getiren dokularda gelişiminin devam ettiği ve buna paralel gal dokularında hacimsel artış gözlemlenmiştir (Şekil 4.10 A, B, C, D). Hacimsel artışla birlikte gallerinde irileştiği görülmüştür. Bu dönemde alınan tomurcuklarda da larva odalarında L2 evresinde larvaların varlığı görülmektedir (Şekil 4.10 D).



Şekil 4.10. Tomurcuk içinde G-III aşamasındaki gallerin stereo mikroskop görünümü. **A), B)** Gelişimi devam eden irileşmiş galler, **C), D)** Enine kesilmiş tomurcuklarda gal dokularında larva ve larva odaları.

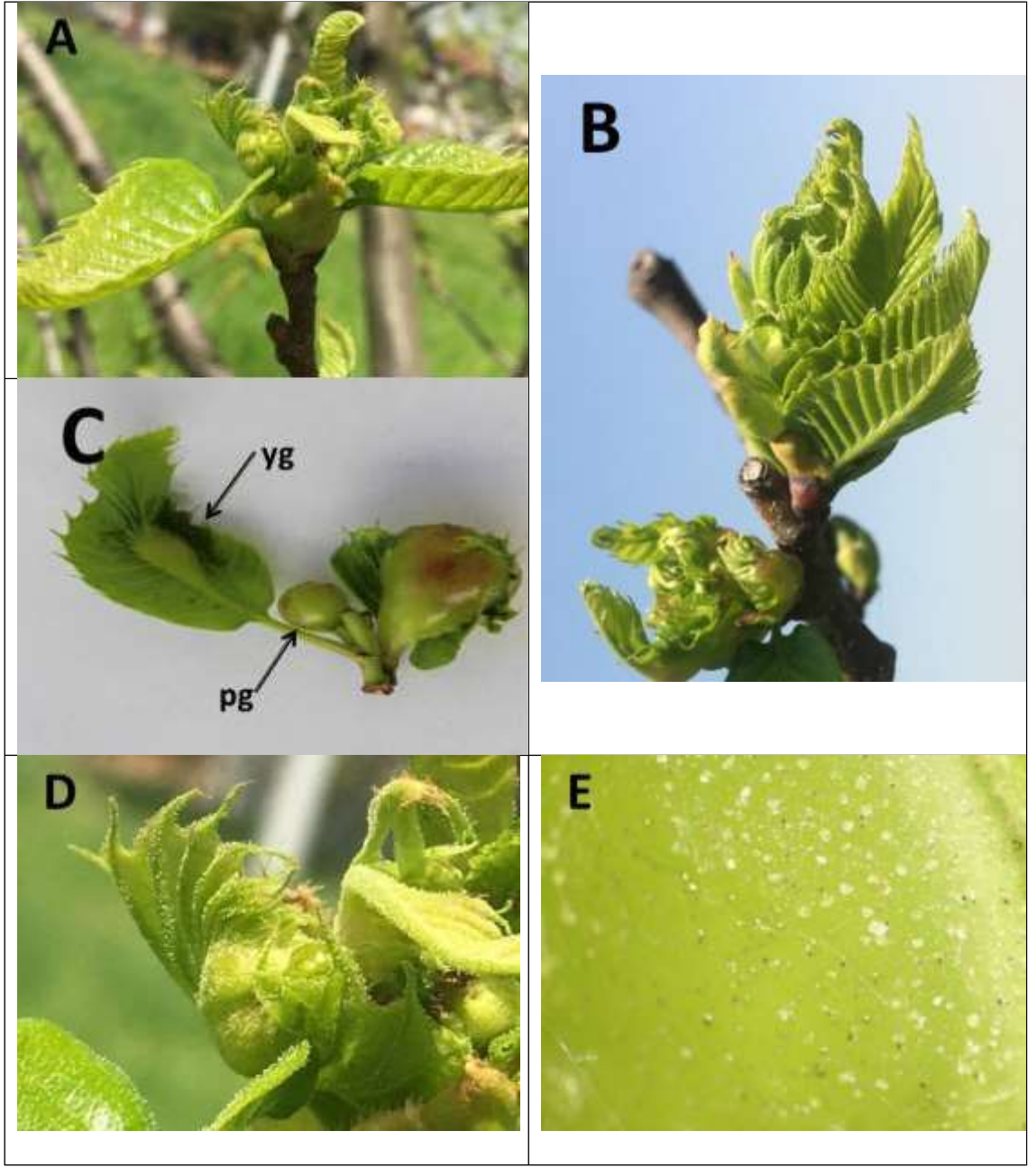
Yapılan fenolojik gözlemlerde 09.04.2022 tarihinde ‘‘Alimolla’’ ve ‘‘Marigoule’’kestane çeşitlerinin tomurcuklarında dinlenmenin kesildiği ve tomurcuk kabarması döneminde olduğu kayıt edilmiştir. Bu aşamada alınan tomurcuklarda yapılan incelemede de her iki çeşitte aynı gelişim ve farklılaşmalar gözlenip kayıt edilmiştir. Tomurcuk içindeki yaprak taslaklarının yaprak sapı, yaprak ayaları ve yaprak orta damarlarının belirginleştiği gözlenmiştir (Şekil 4.11 A, B). Galler de hacimsel artış izlenmiş ve gal odaların da L2 aşamasında larvaların sayısında artış görülmüştür. Gal yapısını meydana getiren hücrelerde hem hacimsel hemde sayısal olarak artış belirlenmiştir (Şekil 4.11 C, D). Gal yapısının gelişimi ile birlikte larvanında (L2) geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4.11 E). Bunun yanında erginin farklı zaman aralıklarında yumurta bırakmasına bağlı olarak bir tomurcuk içerisinde farklı aşamalarda gal gelişimi de görülmüştür (Şekil 4 11 D).



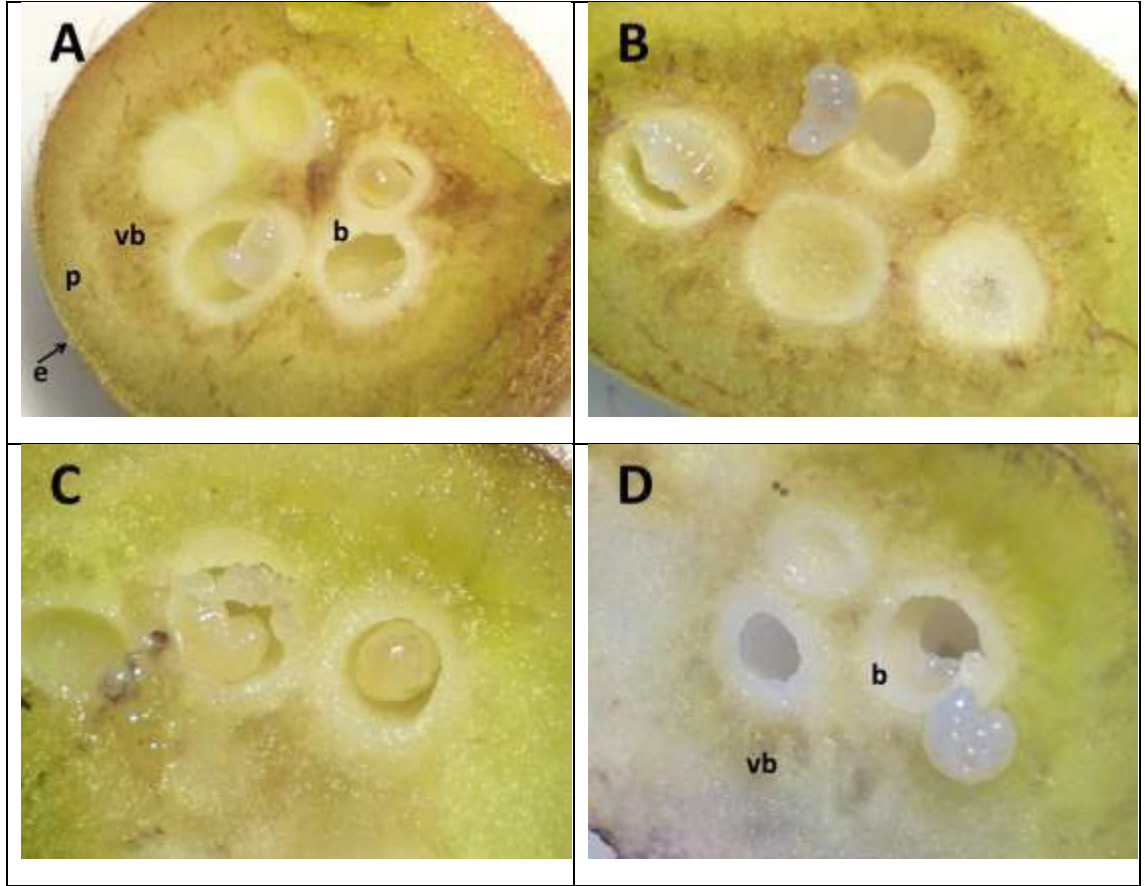
Şekil 4.11. Tomurcuk içinde yaprak taslakları ve gallerin stereo mikroskop görünümü **A)** Gal oluşumu olmayan yaprak taslağı, **B)** Yaprak taslağında oluşan gal dokusu, **C)** Gal dokuları, **D)** Enine kesilmiş tomurcukta gal dokusu ve larva odaları, **E)** L2 evresindeki larva, **F)** Larva (L) ve gal dokuları (G-I ve G-II).

4.2. Gallerde Mikroskopik İncelemeler

Nisan ayının başında tomurcukların kabarması ile birlikte vejetasyon dönemi başlamıştır. 29.04.2022 tarihinde yapılan incelemelerde tomurcukların sürmesi ile yeni sürgün gelişiminin başladığı kayıt edilmiştir. Yeni sürgünler üzerinde galler görünür duruma ulaşmıştır (Şekil 4. 12). Bu zamanda yapılan incelemelerde yeni sürgünlerdeki gal yapılarında çok hızlı bir büyüme kayıt edilmiştir. Jara-Chiquito ve ark. (2021) bildirdiği gibi gallerin hızlı büyüme durumu, muhtemelen gal bölgelerine artan su temini ile desteklendiği düşünülmüştür. Nitekim Real ve ark. (2014) ları tarafından da kestane ağaçlarında oluşan gal yapılarında Mart ayından Mayıs ayına kadar larva odasında büyük artış olduğu bildirmiştir. Oluşan gal yapılarının şişkin, yuvarlak ve parlak-yeşil bir görünüme sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.12 A, B, C). Gal dokusu çoğunlukla yaprağın orta damarının üst, orta ve alt kısmında oluşabilir ya da petiol yapraklarda da meydana gelir. Tomurcuk içinde yoğun gal oluşumu meydana geldiğinde ise sürgün oluşmaz sadece gal yapıları geliştiği için tomurcuk gali olarak ta görülebilir. Şekil 4.12 C’de yaprak ve petiol galleri görülmektedir. Gal yüzey yapısını incelediğimizde gal yüzeyinin ince bir kütikula ile kaplı epidermis tabakası oluşturduğu ve üzerinde tüylerin mevcut olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12 D, E). Şekil 4.12 D ve E’de görüldüğü gibi gal yüzeyinin hafif tüylü, reçineli yüzeye sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.12 D’ de görüldüğü gibi gal epidermis tabakası, yaprak epidermis tabakası ile benzerlik göstermektedir. Real ve ark. (2014) larıda gal yüzeyinin yaprak epidermis tabakası ile benzerlik gösterdiğini bildirmiştir. Gal kesitlerinde yapılan incelemelerde Reale ve ark. (2014) ve Jara-Chiquito ve ark. (2021) larınında bildirdiği gibi, dıştan içe doğru epidermis tabakası, dış parankim dokusu, vasküler demetleri, iç parankim, larva odaları ve larva odasını kaplayan besleyici doku katmanlarının gelişimleri gözlenmiştir (Şekil 4.13 A, B, C, D). Bu dönemde gal dokusu sulu bir görünüme sahiptir. Larva çemberlerinin çevresinde bulunan besleyici dokuyu çevreleyen mekanik (koruyucu) dokuda da farklılaşmalar meydana gelmiştir. Epidermis tabakasının ve vasküler demetlerin farklılaştığı görülmüştür (Şekil 4.13 D). Nitekim gal içindeki vasküler dokuların konak organinkilere bağlı olduğu ve vasküler ağın genellikle vasküler dokuda hipertrofi veya hiperplazi ve vasküler neoformasyon ile arttığı bildirilmiştir (Jara-Chiquito ve ark., 2021). Bu dönemde yapılan incelemede larva odalarını çevreleyen besleyici dokunun beyaz renk aldığı görülmüştür (Şekil.15 E, F). Larva odalarında larva 3 (L3) aşamasına geçen larvalar gözlenmiştir.



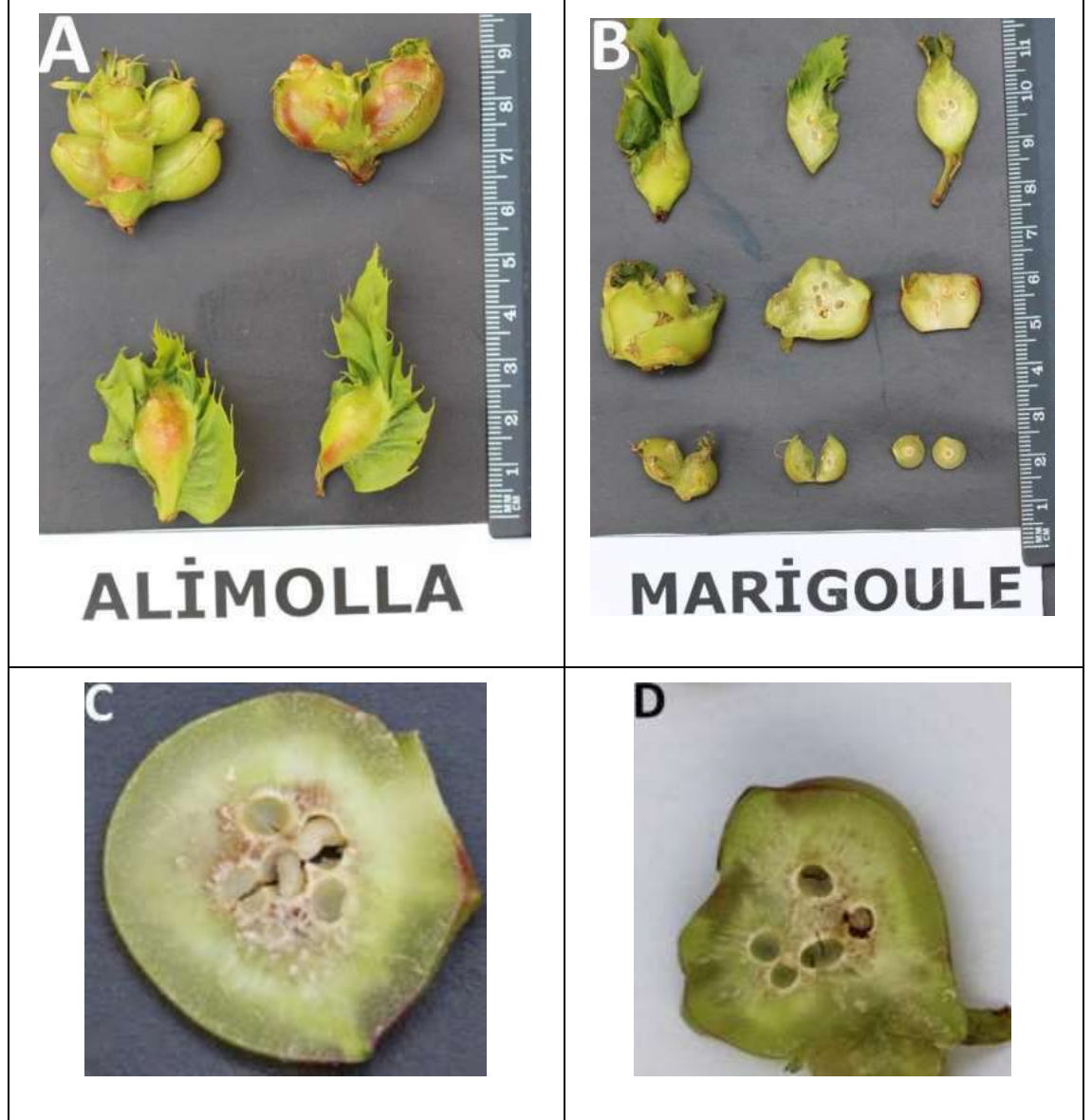
Şekil 4.12. Yeni gelişen sürgünler ve gallerin görünümü. **A), B)** Yeni gelişen sürgünlerdeki gal görünümü, **C)** Yaprak (yg) ve petiol (pg) galinin görünümü, **D)** Gal ve yaprak yüzeyinin görünümü, **E)** Gal yüzeyinin görünümü.



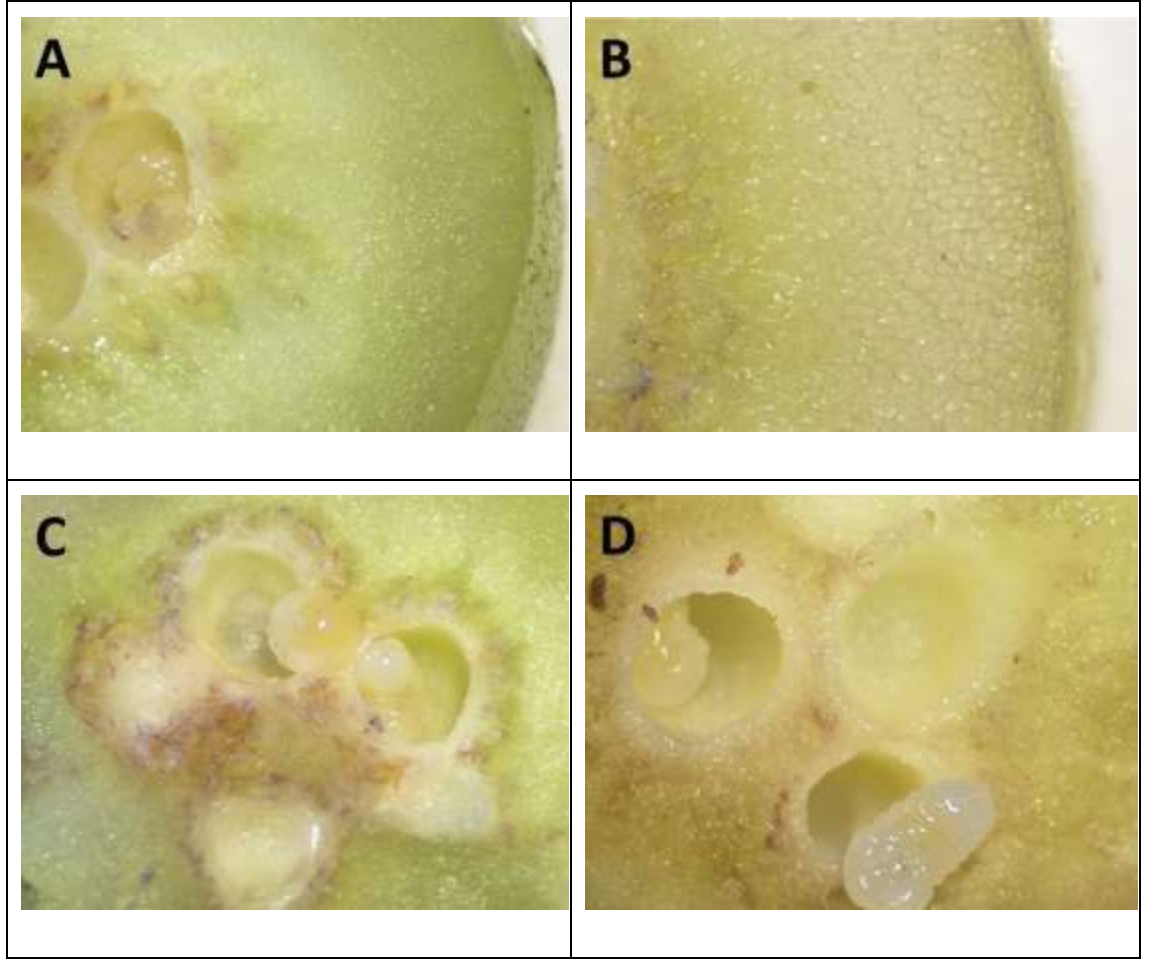
Şekil 4.13. Gal kesitlerinin stereo mikroskop görünümü. **A), B), C), D)** Gal epidermis tabakası (e), dış parankim dokusu (p), vasküler demetler (vb), larva odaları, larva odasını kaplayan besleyici doku (b) ve larva odalarında larvaların (L3) görünümü.

08.05.2022 tarihinde “Marigoule” ve “Alimolla” kestane çeşitlerinden alınan gal örnekleri ve enine kesitleri fotoğraflanmıştır (Şekil 4.14). Aynı zamanda kesitler stereo mikroskop altında incelenmiştir (Şekil 4.15). Şekil 4.14 (A) da “Alimolla” çeşidinde tomurcuk ve yaprak gali, Şekil 4.14 (B) de “Marigoule” çeşidinde tomurcuk, yaprak ve petiol galleri görülmektedir. Gal kesitlerinde yapılan incelemelerde gal gelişimi ve farklılaşması bakımından gal tipleri arasında bir farklılık belirlenmemiştir (Şekil 4.14 A, B). Galde hacimsel artışın hızlı bir şekilde devam ettiği ve bundan dolayı parankim dokusunda genişleme görülmüştür (Şekil 4.14 C, D) ve Şekil 4.15 A, B). İletim demetlerini çevreleyen kısımdaki dokuların hücrelerinde su azalmasından dolayı bir beyazlık oluştuğu (Şekli 4.14 C, D) ve iletim demetlerinin bulunduğu kısımda genişleme gözlenmiştir (Şekil 4.15 A, B). Gal epidermisinin hemen altında gelişen parankim dokunun ise daha sukulent bir yapıya sahip olduğu (Şekil 4.15 A, B) ve daha büyük hücrelerden oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.15 B). Reale ve ark. (2014) ları tarafından da Mayıs ayında gal dokusunun iç katmanlarında lignifikasyonun larva odasına yakın yerde

başladığı bildirilmiştir. Bu dönemde yapılan incelemelerde larva odalarında bulunan larvalarda sulu sarımsı lekelerin olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.15 C, D). Bu oluşumlar larvanın baş kısmının oluşmaya başladığı safhadır. Gal yapısındaki hacimsel artış ile birlikte larvada da hacimsel artış görülmüştür.

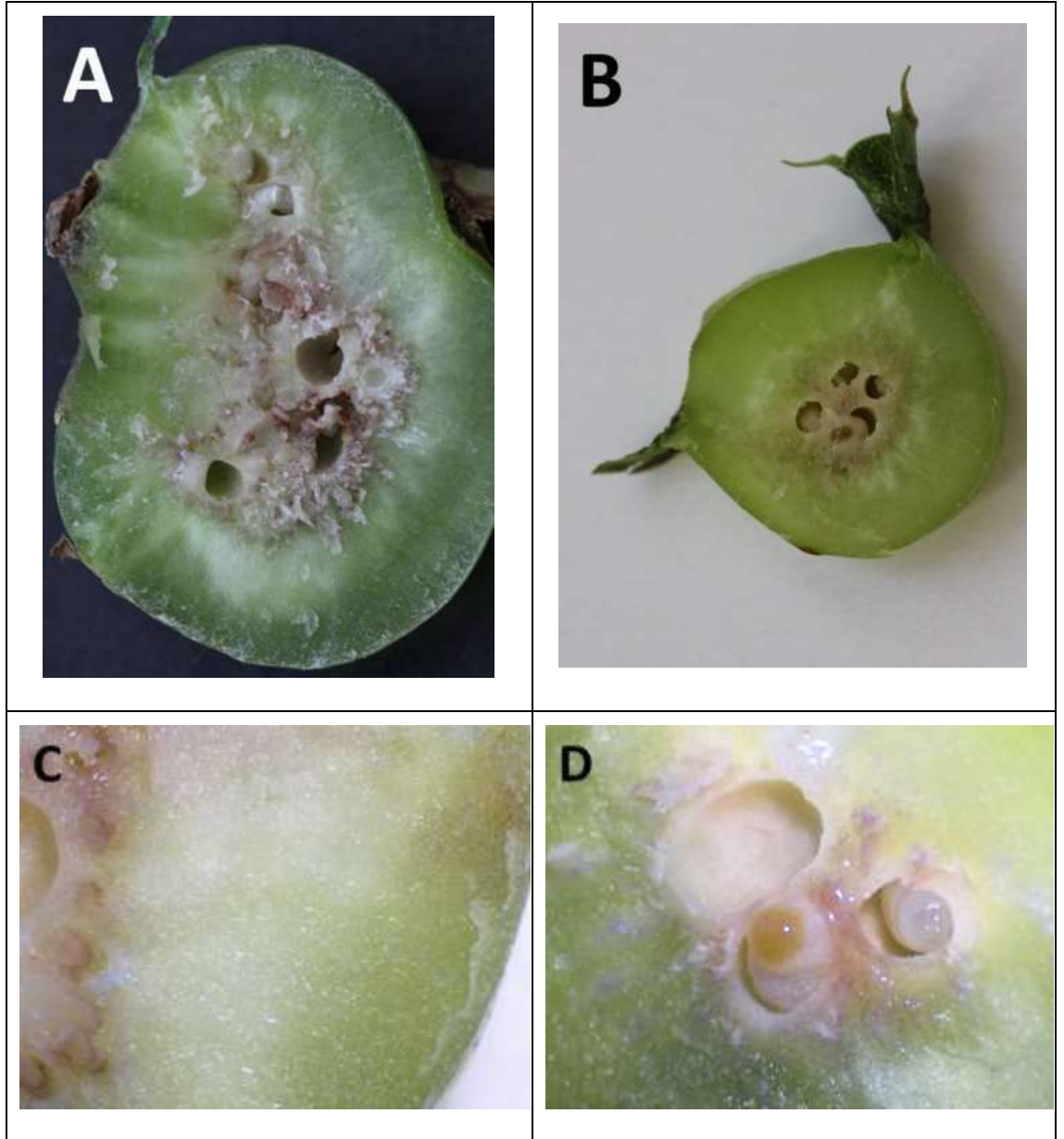


Şekil 4.14. Gal görünümleri. **A)** Alimolla çeşidinde yaprak ve tomurcuk gali, **B)** Marigoule çeşidinde petiol, yaprak ve tomurcuk gali ve kesitlerinin görünümü, **C), D)** Galin enine kesidi, gelişen parankim dokusu, iletim demetlerinin çevresinde su kaybıyla oluşan beyazlık, larva odaları ve larvalar. **C)** Alimolla çeşidinde yaprak gali, **D)** Marigoule çeşidinde petiol gali.



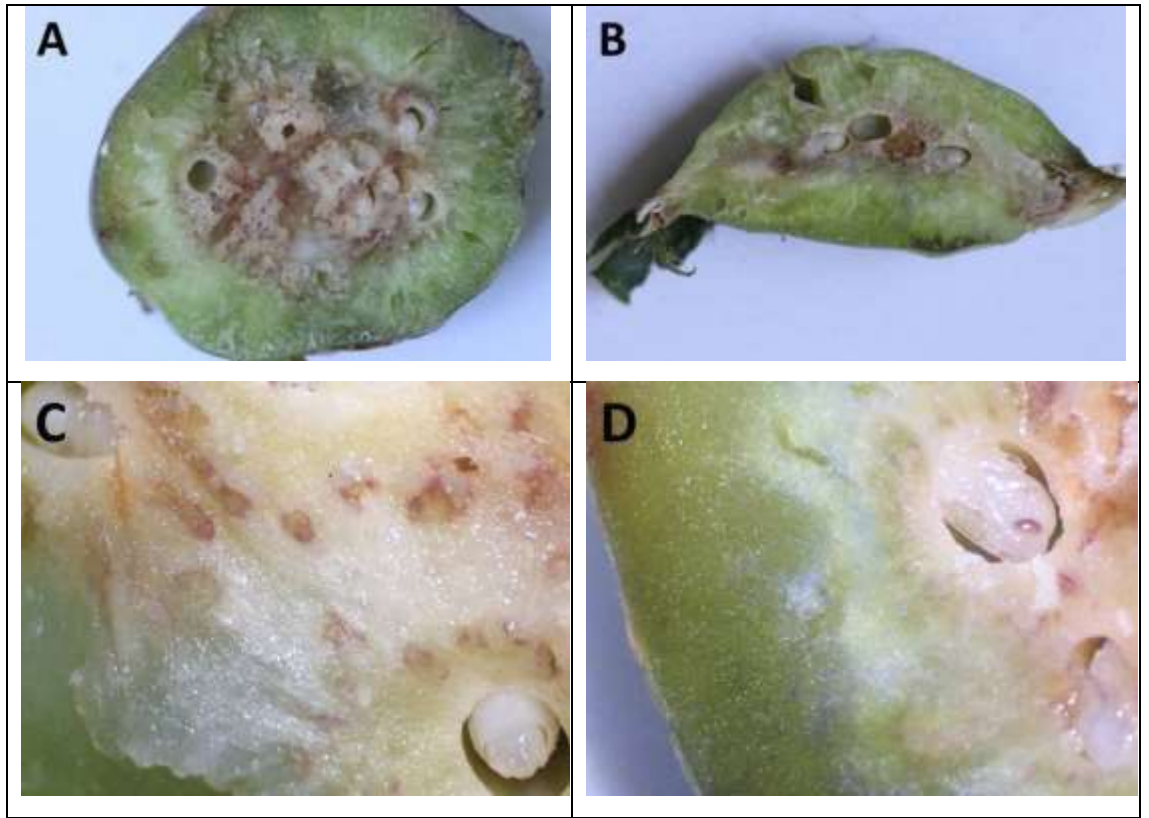
Şekil 4.15. Gal kesitlerinin stereo mikroskop görünümü **A)** Gal odası, iletim demetleri ve parankima ve epidermis dokularının görünümü. **B)** Büyük sulu hücelere sahip parankima dokusu, **C)** Larva odaları ve larva odalarında bulunan larvalarda sulu sarımsı lekelerin oluşumu **D)** Larva odaları ve larvaların görünümü.

15.05.2022 tarihinde ‘‘Marigoule’’ ve ‘‘Alimolla’’ kestane çeşitlerinden alınan gal rneklelerinin enine kesitleri fotoğraflanmış ve aynı zamanda kesitler stereo mikroskop altında incelenmiştir (şekil 4.16). Bu dönemde iletim demetlerinin bulunduğu kısımdaki dokularda lignifikasyonda artış gözlenmiştir. Larva odalarında bulunan larva baş oluşum dokularının kahverengiye dndği saptanmıştır.



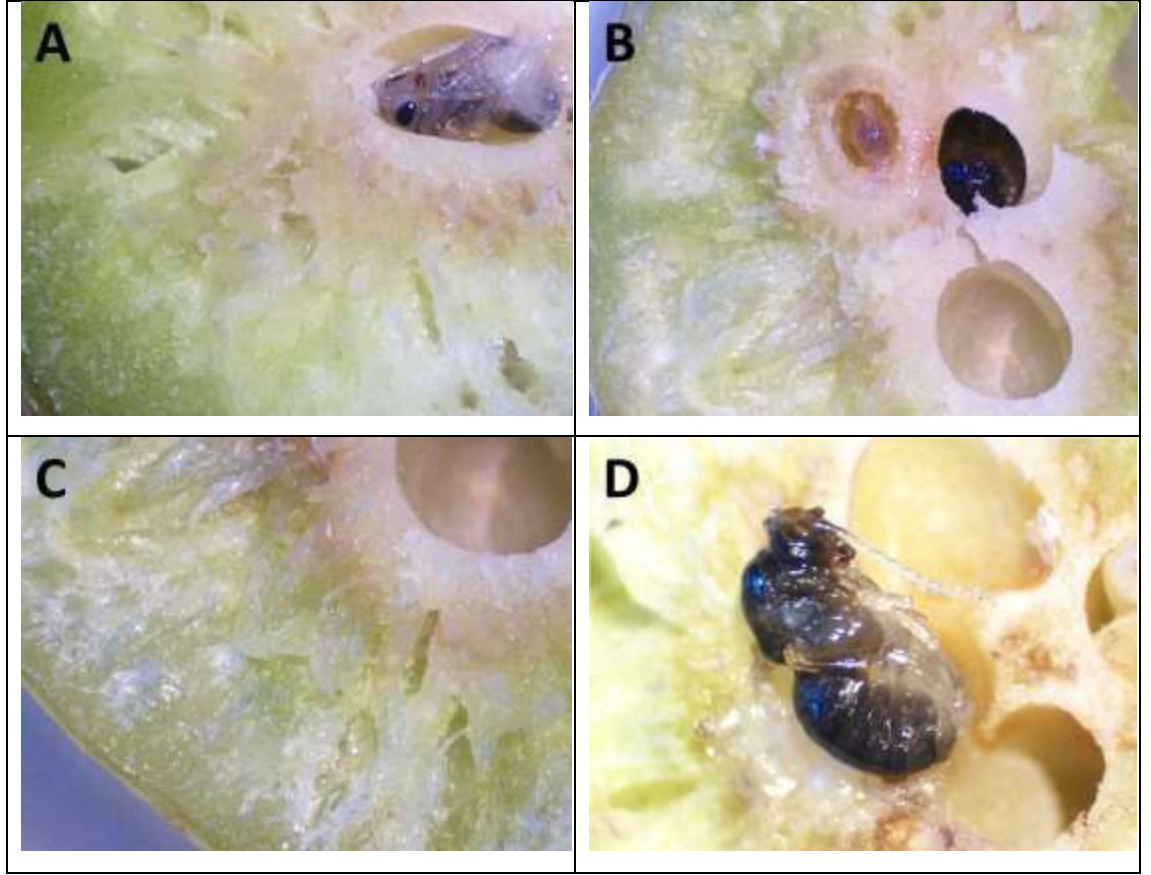
şekil 4.16. Gal kesitlerinin görünümü. **A), B)** Olgun gal kesitinin genel görünümü **C), D)** Gal kesitinin stereo mikroskop görünümü, **D)** Larvada kahverengiye dndği lekenin oluşumu.

26.05.2022 tarihinde ‘‘Marigoule’’ ve ‘‘Alimolla’’ kestane çeşitlerinin gallerinde yapılan incelemelerde bazı gallerde larvaların pupa evresine geçtiği görülmüştür (Şekil 4.17). Pupa evresine geçmiş gallerde larva çemberleri ile vasküler demetin bulunduğu kısımda odunlaşma (lignifikasyon) ve sertleşme gözlenmiştir (Şekil 4.17 A, B, C, D). Bu tip gallerde odunlaşmadan dolayı gal kesiti almak güçleşmiştir. Aynı zamanda iletim (vasküler) demetlerinin larva odalarına yaklaştığı görülmüştür (Şekil 4.17 C, D). Reale ve ark. (2014) larıda larva çemberlerinin genişlemesiyle birlikte parankim hücre tabakalarında azalması sonucu olarak iletim demetlerinin larva odalarına daha yakın konumlanarak cynipidin gelişmesi için iletim demetlerinin de kullanıldığını bildirmişlerdir. Larva beslenmesi devam ettikçe ve gal olgunlaştıkça genellikle besleyici katmanların çevresinde bir sklerenkima (sert doku) kılıfı gelişir (Warmund, 2013; Ferreira ve ark., 2019). Larva odalarını kaplayan en içteki katmanlar, tüm sinipid gallerde morfolojik olarak benzerdir. Nesle ve türe özgü safra yapıları, dış parankim ve dermal sistem dokularının (epidermis ve/veya periderm) gelişimindeki varyasyondan kaynaklanır (Warmund, 2013).



Şekil 4.17. Olgun gal kesitlerinin görünümü. **A), B)** Gal dokusunda odunlaşma **C), D)** Larva odalarına yakınlaşmış iletim demetleri ve gal odalarında pupa görünümü.

2 Haziran da alınan gallerde yapılan incelemelerde larva odalarında siyaha dönük pupa ile az sayıda siyah pupa görülmüştür (Şekil 4.18 A). 16 Haziran da yapılan incelemelerde gal odalarında ilk ergine rastlanmıştır (Şekil 4.18 D). Zararlının bu gelişim evresinde larva çemberindeki besleyici doku ile iletim demetlerin bütünleştiği, epidermisin altındaki parankim dokunun büyük bir kısmının odunlaştığı ve bu nedenle boşluklar meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 4.18 A, B, C). Galin olgunlaşması tamamlanmıştır. Gal içindeki larva odalarından erginlerin çıkışı tamamlandığında gal kuru bir hal alacaktır.



Şekil 4.18. Olgun gal kesitlerinin stereo mikroskop görünümü. **A), B), C)** Larva çemberindeki besleyici doku ile iletim demetlerin bütünleştiği yapı ve parankim dokuda odunlaşmadan meydana gelen boşluklar. **A)** Larva odasında siyaha dönük pupa, **B)** Larva odasında siyah pupa, **D)** KGA erginin görünümü.

5. SONUÇ

Kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*), dünya çapında kestane ağaçlarını etkileyen önemli bir böcek zararlısıdır. Zararlı, kestane sürgünlerinde oluşturduğu galler ile sürgün gelişimi ve çiçeklenmeyi engellemekte ve meyve üretimini azaltmaktadır. Türkiye’de bu zararlının varlığı 2014 yılında Yalova ilinde tespit edilmiş, şu an farklı illerde varlığı kayıt edilmiştir. Bu zararlıya karşı yapılacak mücadele ve dayanıklı çeşit ıslahı çalışmalarında zararlı tarafında indüklenen gal gelişiminin ayrıntılı incelenmesi önemlidir. Zararlı-bitki etkileşimi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmakta, gal gelişim mekanizması tam bilinmemektedir. Bundan dolayı bu tez çalışmasında yoğun gal oluşumu görülen ‘Alimolla’ ve hibrit çeşit olan ‘Marigoule’ çeşitlerinden bir yıl boyunca (kestane gal arısının tomurcuklara yumurta bırakması ile gal oluşumunun tamamlandığı dönem) periyodik aralıklarla alınan tomurcuk ve gal örneklerinde stereo mikroskop altında ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. Böylelikle tomurcuk içinde gal dokusu oluşumunun başlama ve gelişimi ile yeni sürgünlerde galler görünür olduğunda farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları belirlenmiştir.

Bursa- Cumalıkızık’ ta bulunan kestane koleksiyon bahçesinde yer alan “Alimolla” ve “Marigoule” kestane çeşitlerinde, 2021 yılının Mayıs ayında fenolojik gözlemlere başlanılmıştır. KGA’ nın uçuşu sarı yapışkan tuzaklarda takip edilerek ilk uçuşu belirlendiğinde sürgün örnek alımlarına başlanılmıştır. Haziran ayı sonunda KGA’nın tomurcuğun içinde bulunan yaprak taslaklarına yumurtalarını bıraktığı görülmüştür. Tomurcuklara yumurtalarını bıraktıktan 30-35 gün sonra Ağustos ayının başında tomurcuk içinde yumurtadan yeni çıkmış larvaların varlığı saptanmıştır. Tomurcuklarda yapılan incelemelerde bitki dokuları ile ilk temasın yumurtadan yeni çıkmış larva döneminde olduğu gözlenmiştir. Larvanın epidermis hücreleri ile temas ettiği yerde epidermal hücrelerin periklinal bölünmelerle çoğaldığı yani gal oluşumunun başladığı ilk aşama tespit edilmiştir. Eylül ayının başında epidermal hücrelerin hızlı çoğalarak genç larvayı çevrelemeye başladığı ve larva odasının oluştuğu doku gelişimleri gözlenmiştir. Aralık ayına kadar bu oluşumların devam ettiği ve tomurcuk içinde bulunan yumurtaların çoğunluğunda larva çemberlerinin oluştuğu görülmüştür. Aynı zamanda larva çemberlerinin katmanlarındaki artış ile birlikte larvanın da geliştiği gözlenmiştir. Aralık ayının sonunda larva odalarından oluşan grupların çevresini saran gal meristematik

hücrelerinin oluştuğu görülmüş, bir diğer anlatımla gali koruyucu mekanik dokuyu oluşturacak hücre katmanları oluşmaya başlamış ve gal dokusu belirginleşmiştir. Ocak ve Şubat aylarında yaprak taslaklarında bulunan gal dokusunun irileştiği ve larva çemberini çevreleyen dokularda artış görülmüştür. Gal dokusundaki gelişim ile birlikte larvanın da geliştiği ve Şubat ayının sonunda larva 2 (L2) aşamasına geçtiği belirlenmiştir. Mart ayında gali meydana getiren dokuların gelişimine devam ettiği ve buna paralel gal dokularında hacimsel artış izlenmiştir. Nisan ayının başında “Alimolla” ve “Marigoule” kestane çeşitlerinin tomurcuklarında dinlenmenin sona erdiği ve tomurcuk kabarması döneminde olduğu kayıt edilmiştir. Bu aşamada alınan tomurcuklarda bulunan yaprak taslaklarının yaprak sapı, yaprak ayaları ve yaprak orta damarlarının belirginleştiği buna paralel gal dokularında hacimsel artış gözlenmiştir. Her iki çeşitte Nisan sonu (29.04.2022) vejetasyon dönemi başlamış, tomurcukların sürmesi ile yeni sürgünler üzerinde gal görünür duruma ulaşmıştır. Gal dokusu yaprağın orta damarının üst, orta ve alt kısmında yada petiol yapraklarda ve tomurcuk içinde yoğun gal oluşumu nedeniyle sürgünün oluşmadığı sadece gal yapılarının geliştiği tomurcuk gali olarak görülmüştür. Ağaçlara su yürümesi ile birlikte yeni sürgünlerdeki gal dokularında çok hızlı bir büyüme görülmüştür. Gal kesitlerinde yapılan incelemede dıştan içe doğru epidermis tabakası, dış parankim dokusu, vasküler demetleri, iç parankim, larva odalarını ve larva odasını kaplayan besleyici doku katmanları gözlenmiştir. Gal epidermis tabakasının yaprak epidermis tabakası ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Aynı zamanda zararlının larva 3 (L3) aşamasına geçtiği belirlenmiştir Mayıs ayı başında (8.05.2022) gal dokusunda hacimsel artış hızlı bir şekilde devam ettiği ve parankim dokuda genişleme görülmüştür. Bununla birlikte gal dokusunun iç katmanlarında lignifikasyonun larva odasına yakın yerde başladığı gözlenmiştir. Mayıs ayı sonunda gal dokusunun olgunlaştığı ve olgun gallerde zararlının pupa döneminde olduğu saptanmıştır. Pupa evresine geçmiş gallerde larva çemberleri ile vasküler demetin bulunduğu kısımda odunlaşma (lignifikasyon) ve sertleşme belirlenmiştir. Haziran ayının ortasında (16 Haziran) gal dokusunda larva çemberindeki besleyici doku ile iletim demetlerin bütünleştiği, epidermisin altındaki parankim dokunun büyük bir kısmının odunlaştığı görülmüş ve gal içinde ilk ergine rastlanmıştır. Böylelikle gal indüksiyonundan olgunlaşma sonuna kadar gal yapısındaki gelişim ve farklılaşmalar ayrıntılı olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak bir yıl boyunca (Mayıs 2021- Haziran 2022) zararının gelişim döngüsü ayrıntılı incelenmiştir. İncelemeler öncelikle tomurcuklarda daha sonra yeni süren sürgünlerde görülen gallerde yapılmıştır. Gal gelişim evreleri bakımından çeşitler arasında bir farklılık görülmemiştir. Zararlı-bitki etkileşiminden kaynaklanan gal dokusunun oluşumu tomurcuklarda larva aşamasında başladığı ve sürgünler üzerinde görünür olduğunda hızlıca gelişip olgunlaşmasını tamamladığı, ergin çıkışı bitince galin kuruduğu belirlenmiştir. Gal indüksiyon, gelişim-farklılaşma ve olgunlaşma aşamaları ile ilgili detaylı bilgileri içeren bu tez çalışmasının, zararlıya karşı ileride geliştirilecek mücadele çalışmalarına ve aynı zamanda dayanıklılık mekanizmasının aydınlatılmasına yönelik yapılacak histolojik, fizyolojik, genetik çalışmalara alt yapı oluşturacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Aebi, A., K. Schönrogge, G. Melika, A. Alma, G. Bosio, A. Quacchia, L. Picciau, Y. Abe, S. Moriya, K. Yara, G. Seljak & G.N. Stone (2006). "Parasitoid Recruitment to the Globally Invasive Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus kuriphilus* 103-121". In: *Galling Arthropods and Their Associates, Ecology and Evolution*, (Ed: Ozaki, K., J. Yukawa, T. Ohgushi & P.W. Price), Springer-Verlag, Tokyo, 240 pp.
- Álvarez R, Encina A, Pérez-Hidalgo N (2009) Histological aspects of three *Pistacia terebinthus* galls induced by three different aphids: *Paracletus cimiformis*, *Forda marginata* and *Forda formicaria*. *Plant Sci* 176:303–314. <https://doi.org/10.1016/j.plant.sci.2008.11.006>.
- Bernardo U, Iodice L, Sasso R et al (2013) Biology and monitoring of *Dryocosmus kuriphilus* on *Castanea sativa* in Southern Italy. *Agric For Entomol* 15:65–76. doi:10.1111/j.1461-9563.2012.00588.x.
- Bounous, G. (1999). Among the Chestnut Trees in Cuneo Province. Edizioni Metafore via Carlo Emanuele, 15-12100 Cuneo.
- Bounous, G., Craddock, J.H., Peano, C., Salarin, P. (1992). Phenology of Blooming and Fruiting Habits in Euro-Japanese Hybrid Chestnut. IN: *Proceedings of the International Chestnut Conference*, Morgantown, WV, 117-128 pp.
- Brussino G, G Bosio, M Baudino, R Giordano, F Ramello & G Melika (2002). Pericoloso insetto esotico per il castagno europeo. *Informatore Agrario*, 58: 59-61.
- Burnham, C.R., Rutter, P.A., French, D.W. 1986. Breeding blight-resistant chestnuts. *Pl. Breed. Rev.*, 4:347-397.
- Cho, DY ve SO Lee (1963). Ecological studies on the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, and observation on the damages of the chestnut trees by its insect. *Korean Journal of Plant Protection*, 2: 47-54.
- Cambier S, Ginis O, Moreau SJM, Gayral P, Hearn J, Stone GN, Giron D, Huguet E, Drezen J-M (2019) Gall wasp transcriptomes unravel potential effectors involved in molecular dialogues with oak and rose. *Front Physiol* 10:926. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00926>
- Coşkuncu K.S., Mert, C. (2011). Bursa, Balıkesir ve Kocaeli illeri kestane üretim alanlarında değişik kestane çeşitlerindeki meyve kurtlanma oranları üzerine araştırmalar. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*.1(2): 31-39
- Çetin, G., E. Orman & Z. Polat (2014). First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(4): 303-309.
- Delalic, Z. (2016). First record of quarantine pest, oriental chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*), in Bosnia and Herzegovina. *Biljn Lek (Plant Dr)* 44:58–65. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2006.104778>
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2005)- *Dryocosmus kuriphilus*. EPPO Bulletin, 35: 422-424.
- Eser, H. (2019). Bursa Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Kestane Çeşit ve Genotiplerin Meyvelerinde Morfolojik Karakterizasyon ve Kimyasal İçeriğin Belirlenmesi (Yüksek Lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2010) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in the Netherlands. EPPO Report Serv 8:134
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2012) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in Czech Republic. EPPO Report Serv 141:1.
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2013) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in Germany. EPPO Report Serv 141:1.

- EPPO (European Plant Protection Organization) (2013) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in Austria. EPPO Report Serv 140.
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2014) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in Portugal. EPPO Report Serv 103:1.
- EPPO (European Plant Protection Organization) (2016) First report of *Dryocosmus kuriphilus* in Belgium. EPPO Report Serv 29:1.
- EPPO (2022) <https://gd.eppo.int/taxon/DRYCKU/distribution>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). www.fao.org (Erişim tarihi: 01.03.2022).
- Forster B, Castellazzi T, Colombi L (2009). Die Edelkastaniengallwespe *Dryocosmus kuriphilus*(Yasumatsu) (Hymenoptera, Cynipidae) tritt erstmals in der Südschweiz auf. Mitteilungen der Schweizerischen Entomol Gesellschaft 82:271-279.
- Ferreira BG, Álvarez R, Bragança GP, Alvarenga DR, Pérez-Hidalgo N, Isaias RMS (2019) Feeding and other gall facets: patterns and determinants in gall structure. Bot Rev 85:78–106. <https://doi.org/10.1007/s12229-019-09207-w>
- Graziosi, I. and F. Santi. 2008. Chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*): spreading in Italy and new records in Bologna province. Bulletin of Insectology 61 (2): 343-348.
- Gninenko YI, Lyanguzov ME (2017). East chestnut gall wasps *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, 1951(Hymenoptera, Cynipidae) New invader in the forests of the North Caucasus. Russ J Biol Invasions 8:206–211.[doi: 10.1134/S207511171703002X](https://doi.org/10.1134/S207511171703002X).
- Hearn J, Blaxter M, Schönrogge K, Nieves-Aldrey J-L, Pujade-Villar J, Huguet E, Drezen J-M, Shorthouse JD, Stone GN (2019) Genomic dissection of an extended phenotype: oak galling by a cynipid gall wasp. PLoS Genet 15:e1008398. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008398>.
- Huber JT, Read J (2012). First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu(Hymenoptera: Cynipidae), in Canada. J Entomol Soc Ontario 143:125–128.
- Itô Y, Nakamura M, Kondo M, Miyashita K, Nakamura K (1962) Population dynamics of the chestnut gall-wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). II. Distribution of individuals in bud of chestnut tree. Res Popul Ecol 9:177–191. <https://doi.org/10.1007/BF02514924>.
- İpekdal, K., Coşkuncu, K., Aytar, F., Doğanlar, M., (2014). Kestane Gal Arısı *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae): geçmişten günümüze dünyada ve Türkiye’deki son durumu ve mücadelesi, Türkiye Entomoloji Bülteni, 4 (4): 241-257.
- Jara-Chiquito JL, Pujade-Villar J, Ferreira BG, Álvarez R. 2021 Histological changes induced by the cynipid wasp *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) in leaves of the chestnut *Castanea sativa* (Fagaceae): Mechanisms of galling impact on host vigor. Arthropod-Plant Interactions.;15(2):223–233.
- Kato, K. and N. Hijii. (1997). Effects of gall formation by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hym., Cynipidae) on the growth of chestnut trees. Journal of Applied Entomology, 121: 9-15.
- Kaya Karaoğlan, Ş. (2019). *Kestane (Castanea Spp.) Çeşitlerinin Kestane Gal Arısına (Dryocosmus Kuriphilus Yasumatsu) Karşı Hassasiyetlerinin Tomurcuk Yapıları*

- İle İlişkisinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 83s.
- Knapič V, Seljak G, Kolšek M (2010). Experience with *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu eradication measures in Slovenia. OEPP/EPPO Bull 31 169–175
- Lorenzo, S.P., Cabrer, A.M.R., Hernandez, M.B.D., Ara, M.C., Mesa, D.R. (2006). Chemical composition of chestnut cultivars from Spain. *Scientia Horticulturae*, 107: 306 - 314.
- Malumphy C (2015). First findings of oriental chestnut gael wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in the United Kingdom. *Cecidology* 30:45–47
- Müftüoğlu, B. (2017). *Bazı Kestane Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojileri Ve Çiçek Yapıları Üzerinde Araştırmalar* (Yüksek Lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Matosevic D, Pernek M, Hrašovec B (2010). First record of oriental chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) in Croatia. *Šumarski List* 134:497–502
- Michaelakis A, Papachristos D, Chytas DA (2016). First record of *Dryocosmus kuriphilus* in Greece. *EPPO Bull* 46:290–294. doi: 10.1111/epp.12305
- Moriya S, K Inoue & Mabuchi M (1989). The use of *Torymus sinensis* to control chestnut gall-wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, in Japan. *Technical Bulletin of the Food and Fertilizer Technology Center*, 118: 1- 12.
- Moriya S, M Shiga & I Adachi (2002). “Classical Biological Control of the Chestnut Gall Wasp in Japan”. *Proceedings of the 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods* (14-18 January 2002, Honolulu, Hawaii), United States Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, USA, 407-415 pp.
- Murakami Y (1980). Current topics on the chestnut gall wasp - experience in China. *Nogyo oyobi Engei (Agriculture Horticulture)* 55:249–253
- Murakami Y, HB Ao & CH Chang (1980). Natural enemies of the chestnut gall wasp in Hopei Province, China (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Applied Entomology and Zoology*, 15: 184-186.
- Matsui, S. Torikata H. (1969) Studies on the resistance of chestnut trees (*Castanea* spp.) to chestnut gall wasps (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*.s.1-54.
- Maresquelle HJ, Meyer J (1965). *Physiologie et morphogenèse des galles d'origine Animale (zoocécides)*. İçinde: Ruhland W, Ashby E, Bonner J, Geiger-Huber M, James WO, Lang A, Müller D, Stålfelt MG (Eds) *Handbuch der Pflanzenphysiologie, Grup XV: Differenzierung und Entwicklung, Teil 2*. Springer-Verlang, Berlin s. 280-329.
- Oho N. & Shimura I (1970). Process of study on *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera:Cynipidae) and several problems about recent infestation. *Plant Protection*, 24: 421-427.
- Özçağiran, R., Ünal, A., Özekler, E., İsfendiyaroğlu, M. (2007). *İlman İklim Meyve Türleri Sert Kabuklu Meyveler Cilt III*, İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayın No:566.
- Pástor M, Juhásová G, Juhás D (2017). Occurrence of oriental chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* in Slovakia - Short communication. *Plant Prot Sci* 53:243-246. doi: 10.17221/171/2016-PPS.
- Payne JA, AS Menke & Schroeder PM (1975). *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera:Cynipidae), an oriental chestnut gall wasp in North America. *U.S. Department of Agriculture Cooperative Economic Insect Report*, 25: 903-905.

- Payne, J.A., (1978). "Oriental Chestnut Gall Wasp: New Nut Pest in North America, 86-88". Proceedings of the American Chestnut Symposium (4-5 January 1978 Morgantown, West Virginia), West Virginia University Press, Morgantown, 122 pp.
- Price PW, Fernandes GW, Waring GL (1987) Adaptive nature of insect galls. Environ Entomol 16:15–24. <https://doi.org/10.1093/ee/16.1.15>
- Pujade-Villar J, Torrell A (2013). Primeres troballes a la península Ibèrica de *Dryocosmus kuriphilus*(Hym., Cynipidae), una espècie de cinípid de origen asiàtic altament perillosa per al castanyer (Fagaceae). Orsis 27:295-302
- Radócz L, Szilágyi A, Nagy M (2016). Asian sweet chestnut gallwasp, *Dryocosmus kuriphilus*(Hymenoptera, Cynipidae): First record for Romania. North West J Zool
- Reale L, Tedeschini E, Rondoni G, Ricci C, Bin F, Frenguelli G, Ferranti F (2014). Histological investigation on gall development induced by a worldwide invasive pest, *Dryocosmus kuriphilus*, on *Castanea sativa*. Plant Biosyst 150:35–42.
- Seçkin, E. (1981). Bursa ili kestanelerinde (*Castanea sativa* Mill.) zarar yapan Tortricidae (Lepidoptera) familyası türleri, tanınmaları, zararları, kısa biyolojileri ve doğal düşmanları üzerinde araştırmalar, İst. Bölge Zirai Müc. Araşt. Enst. Md. Araşt. Eserleri Serisi No:16.
- Shiraga T (1951). Chestnut gall wasps and the control. Journal of Agriculture and Horticulture, 26: 167-170.
- Soylu, A. (2004). Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri (Genişletilmiş II. Baskı). HASAD Yayıncılık Ltd. Şti., 64 s. İstanbul.
- Soylu, A., Serdar, Ü., Ertan, E., Mert, C. (2006). Türkiye kestane yetiştiriciliğinde son gelişmeler. 1. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Trabzon, 1-4 Kasım 2006, s: 365-375.
- Stone GN, Schonrogge K, Atkinson RJ, Bellido D, Pujade-Villar J. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). Annu Rev Entomol 47: 633–668
- Stone GN, Schönrogge K (2003) The adaptative significance of insectgall morphology. Trends Ecol Evol 18:512–522
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). Tarımsal İstatistikler www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi:01.03.2022).
- Ueno, W. (2006). Occurrence and control of chestnut gall wasp in Nepal. Plant Protection, 60: 510-512.
- Viggiani G, Nugnes F (2010) Description of the larval stages of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), with notes on their phenology. J Entomol Acarol Res Ser II 42:39–45
- Quacchia, A., S. Moriya, G. Bosio, I. Scapin and A. Alma. (2008). Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. BioControl, 53: 829- 839.
- Warmund, M.R. (2013). *Dryocosmus kuriphilus*-induced chestnut galls and their inhabitants. HortScience 48(8):969-974.
- Yasumatsu, K. (1951). A new *Dryocosmus* injurious to chestnut trees in Japan (Hymenoptera: Cynipidae). Mushi 22:89–92
- Yıldız, Y., Yıldırım, İ., Albas, E., Bostancı, C., Aydoğan, O., (2020). İstilacı tür kestane gall arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin yeni yayılış alanları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22(3): 1014-1022.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	:Aslı Beyza SARI
Doğum Yeri ve Tarihi	:Kahramanmaraş/09.02.1995
Yabancı Dil	:İngilizce
Eğitim Durumu	
Lise	:İbrahim Çalık Anadolu Lisesi
Lisans	:Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi- Bahçe Bitkileri 2015
Yüksek Lisans	:Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı -2022
Çalıştığı Kurumlar	: B.U.Ü. Proje Koordinasyon Uygulama Ve Araştırma
İletişim (e-posta)	:aslibeyza4601@gmail.com