

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

**SİVAS ÇEVRESİNDE YETİŞEN KUŞBURNU (*Rosa canina* L.)  
BİTKİSİNİN GAL OLUŞTURAN VE OLUŞTURMAYAN  
BİREYLERİNDEKİ FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Hülya KOÇAK  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**Danışman  
Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Bu çalışma jürimiz tarafından, Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali KARAKAYA

Üye : Yrd. Doç. Dr. Erol DÖNMEZ

ONAY

Yukarıda imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2007

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Prof. Dr. Halil GÜRSOY

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.10.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nce hazırlanan ve yayınlanan 'Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Klavuzu' adlı önergeye göre hazırlanmıştır.

**ÖZET****Yüksek Lisans Tezi**

**Sivas Çevresinde Yetişen Kuşburnu (*Rosa canina* L.) Bitkisinin Gal Oluşturan ve Oluşturmayan Bireylerindeki Fizyolojik Değişikliklerin Araştırılması**

**Hülya KOÇAK**

**Cumhuriyet Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

*Rosa canina* L. üzerinde *Diplolepis mayri* Schld. tarafından oluşturulan meyve galinin bitkide Kl-a, Kl-b, Karotenoid, Kl-a/Kl-b oranı, Toplam Klorofil miktarı, Toplam Klorofil/Karotenoid oranı, şeker ve nişasta içeriği ve toplam karbonhidrat miktarı, kuru ağırlık değişimi ve prolin miktarındaki ve şeker miktarındaki değişim arasındaki ilişki araştırıldı.

Galli bireylerin yapraklarında Kl-a, Kl-b ve karotenoid miktarının gal oluşumuyla birlikte arttığı saptanırken, Kl-a/Kl-b oranının daha düşük bir değer aldığı, Toplam Klorofil/Karotenoid oranında önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bu bireylerin yapraklarının şeker içeriğinin ise gal oluşumuyla birlikte kontrol grubuna göre daha yüksek bir değer aldığı bulunurken, yapraklardaki nişasta miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Yapraklardaki total karbonhidrat miktarında ise gal oluşumunun başlamasıyla birlikte bir azalma olurken, gal olgunlaşmasıyla birlikte arttığı bulundu. Yapraklardaki kuru ağırlık değişimi ile şeker miktarındaki değişim arasında benzerlik vardır. Meyvelerdeki aylara göre şeker değişimi ise galli meyvelerde larvanın beslenmesine bağlı olarak azalmaktadır. Gal oluşumuyla birlikte şeker miktarındaki değişimle prolin miktarındaki değişim arasında bir benzerlik bulunmaktadır. Galli bireylerin galli meyvelerinde prolin miktarı oldukça yüksek seviyede tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Rosa canina*, *Diplolepis mayri*, gal, Kl-a, Kl-b, Karotenoid, Toplam Klorofil, Şeker, Nişasta, Toplam Karbonhidrat, Kuru Ağırlık, Prolin.

## SUMMARY

### Master Thesis

**A Study on Phsiology Changes in Rosa canina L. Which are Gall Producer and not Gall Producer in Sivas**

**Hülya KOÇAK**

**Cumhuriyet University**

**Graduate School of Natural and**

**Applied Sciences**

**Department of Biology**

**Supervisor: Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

Chlorophyl a, Chlorophyl b, Carotenoid, total chloropyhl concentrations, Kl-a/Kl-b ratio, Total Chlorophyl/Carotenoid ratio, sugar and starch and total carbohydrate amounts, dry biomass changes and proline and sugar amounts interaction at fruit galls of *Diplolepis mayri* Schld. on *Rosa canina* L. were studied.

We found that Kl-a, Kl-b, carotenoid concentrations increased but Kl-a/Kl-b ratio decreased and total chlorophyl/carotenoid ratio did not change with gall occurrence in leaves of galled plants. Sugar content at leaves of galled plants were found to be higher than sugar content of control group with galls. In contrast, starch content decreased. As total carbohydrate amount of galled plants declined with gall occurrence but increased with gall maturation. Generally, we found that dry biomass change and sugar content changes of leaves were similar. Monthly changes of sugar levels in fruits decreased depending on the nutrition of larva in galled fruits. It was also found that there is a similarity between the changes of proline and sugar levels as galls development. Proline levels were found to be very high in galled fruits of plants studied.

**Key words: Rosa canina, Diplolepis mayri, gall, chlorophyl a, chlorophyl b, carotenoid, total chlorophyl, sugar, starch, total carbonhydrate, dry biomass, proline.**

## **TEŞEKKÜR**

Tez konusunu öneren, çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İbrahim YALÇIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Nuray ZONUZ'a ve çalışmam sırasında maddi ve manevi destek sağlayan aileme ve özellikle ağabeylerim Nihat KOÇAK ve Yusuf KOÇAK'a teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
SUMMARY.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. GENEL BİLGİLER.....	7
1.1.1. Rosaceae Familyasının Genel Özellikleri.....	7
1.1.2. Rosa canina L.....	7
1.1.3. Diplolepis mayri Schld.'nin Biyolojisi.....	9
1.1.4. Araştırmamızda İncelenen Pigmentlerin Genel Özellikleri.....	9
1.1.4.1. Klorofil a ve Klorofil b.....	9
1.1.4.2. Karotenoidler.....	10
1.1.5. Prolin.....	10
2.MATERYAL VE METOD.....	13
2.1. Analizlerde Kullanılan Örneklerin Alınması.....	13
2.2. Analiz İşlemleri.....	14
2.2.1. Pigmentlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması.....	14
2.2.1.1. Klorofil-a (Kl-a), Klorofil-b (Kl-b) ve Karotenoid Ekstraksiyonu, Saflaştırılması ve Tayini.....	14
2.2.2. Toplam Şeker Miktarının Ölçümü.....	14
2.2.2.1. Çözünür Şekerlerin Ekstraksiyonu ve Tayini.....	14
2.2.2.2. Nişasta Ekstraksiyonu ve Tayini.....	15
2.2.3. Prolin Miktarının Tayini.....	15
2.2.4. Kuru Ağırlık Miktarının Belirlenmesi.....	16
3.BULGULAR VE GÖZLEMLER.....	17

3.1. GÖZLEMLER.....	17
3.2. BULGULAR.....	24
3.2.1. Rosa canina'nın Galli ve Galsiz Bireylerinin Yapraklarındaki Kl-a, Kl-b ve Karotenoid Miktarları.....	24
3.2.2. Rosa canina'nın Galli ve Galsiz Bireylerinin Yaprak ve Meyvelerinde Karbonhidrat Değişimleri.....	28
3.2.3. Kuru Ağırlık Değişimleri.....	33
3.2.4. Rosa canina'nın Galli ve Galsiz Bireylerinde Aylara Göre Prolin Miktarındaki Değişimler.....	34
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
5. KAYNAKLAR.....	43
6. ÖZGEÇMİŞ.....	53

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Diplolepis rosae tarafından oluşturulan galin anatomik yapısı.....	2
Şekil 2: Rosa canina L. meyvası üzerinde Diplolepis mayri'nin oluşturduğu meyve galinin gelişim aşamaları.....	9
Şekil 3: Prolinin bitkilerde sentez aşamaları.....	12
Şekil 4: Gal örneklerinin iklim odasında muhafaza edilmesi.....	13
Şekil 5: Nisan ayında Rosa canina L.'ya ait bir görüntü.....	17
Şekil 6: Nisan ayına ait bir görüntü(Galli ve galsiz birey yanyana).....	17
Şekil 7: Haziran ayında galsiz bireye ait bir görüntü.....	18
Şekil 8: Haziran ayında galli bireye ait bir görüntü.....	18
Şekil 9: Temmuz ayında galsiz bireyin meyvelerine ait bir görüntü.....	19
Şekil 10: Temmuz ayında galli bireyin meyvelerine ait bir görüntü.....	19
Şekil 11: Ağustos ayında galsiz bireye ait bir görüntü.....	20
Şekil 12: Ağustos ayında galli bireye ait bir görüntü.....	20
Şekil 13: Eylül ayında galsiz bireye ait bir görüntü.....	21
Şekil 14: Eylül ayında galli bireye ait bir görüntü.....	21
Şekil 15: Eylül ayında galsiz bitkiden toplanan kırmızı meyve (I), galli bireye ait olan daha koyu renkli(II) meyve örnekleri.....	22
Şekil 16: Temmuz ayında toplanan galli meyve örneği ve böceğin yumurtasını bıraktığı enjeksiyon bölgesi.....	22
Şekil 17: Temmuz ayında galli bireylerden toplanan meyve örnekleri.....	23
Şekil 18: Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre Kl-a değişimi.....	26
Şekil 19: Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre Kl-b değişimi.....	27
Şekil 20: Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre karotenoid miktarı değişimi.....	27
Şekil 21: Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında R. canina'nın galli ve galsiz bireyelerinin yapraklarındaki Kl-a, Kl-b ve Karotenoid miktarları.....	28
Şekil 22: Rosa canina L.'nın galli ve galsiz bireyelerinde yaprak ve meyvede	

aylara göre şeker değişimleri.....	31
Şekil 23: Rosa canina L.'nin galli ve galsiz bireyelerinin yapraklarındaki şeker değişimleri.....	31
Şekil 24: R. canina'nın galli ve galsiz bireyelerinde yaprak ve meyvede aylara göre nişasta değişimleri.....	32
Şekil 25: Galli ve galsiz bireyelere ait bitki kısımlarında aylara göre prolin miktarındaki değişimler.....	37
Şekil 26: Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında galli ve galsiz bireyelerin yapraklarındaki prolin miktarındaki değişimler.....	37

**TABLULAR DİZİNİ**

Tablo 1: R.canina'nın galli ve galsiz bireyelerine ait Kl-a ve Kl-b miktarları.....	24
Tablo 2: R.canina'nın galli ve galsiz bireyelerindeki(kontrol grubu), karotenoid miktarları, Toplam klorofil miktarları ve Toplam Klorofil/ Karotenoid Oranları.....	25
Tablo 3: R.canina'nın galli ve galsiz bireyelerinde aylara göre şeker, nişasta ve toplam karbonhidrat değişimleri.....	30
Tablo 4: Galli ve galsiz bireyelerde yaprak ve meyvede aylara göre kuru ağırlık değişimleri.....	34
Tablo 5: Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında R. canina'nın galli ve galsiz bireyelerinin bitki kısımlarındaki prolin miktarları.....	36

## **KISALTMALAR DİZİNİ**

R: Rosa

Kl-a: Klorofil a

Kl-b: Klorofil b

Rosa canina: Rosa canina L.

D. mayri: Diplolepis mayri Schld.

## 1. GİRİŞ

Gal adı latince bir sözcük olan ‘galla’ sözcüğünden alınmış olup, ‘Parazit veya simbiyoz olarak bitki üzerinde yaşayan böcek, nematod, akar, bakteri yada mantarın neden olduğu tahriş ve beslenme fizyolojisinden doğan olumsuzluklara karşı bitkilerin savunma reaksiyonu olarak oluşturduğu anormal büyüme şekli’ olarak tanımlanmaktadır. Ancak, gallerin en sık rastlanan etkeni; afid, phylloxerans, psyllids, titrer sinekler ve cynipid arıları (gal arısı) nın oluşturduğu böcek grubudur. Yaklaşık olarak 1300 tanımlanmış türün (Liljeblad ve Ronquist, 1998; Ronquist, 1999) içinde yer alan cynipid arıları (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini), gal titrer sineklerinden sonra ikinci en büyük grubu oluştururlar ve en kompleks, en iyi organize olmuş gallerin birçoğu, gal arıları tarafından meydana getirilirler (Cornel, 1983). En çok tanınan cynipid galeri gül ve meşelerde olup, aynı zamanda bitkilerde gal yapan cynipidlerin önemli bir kısmı da bu bitkilerde bulunur (Ronquist ve Liljeblad, 2001).

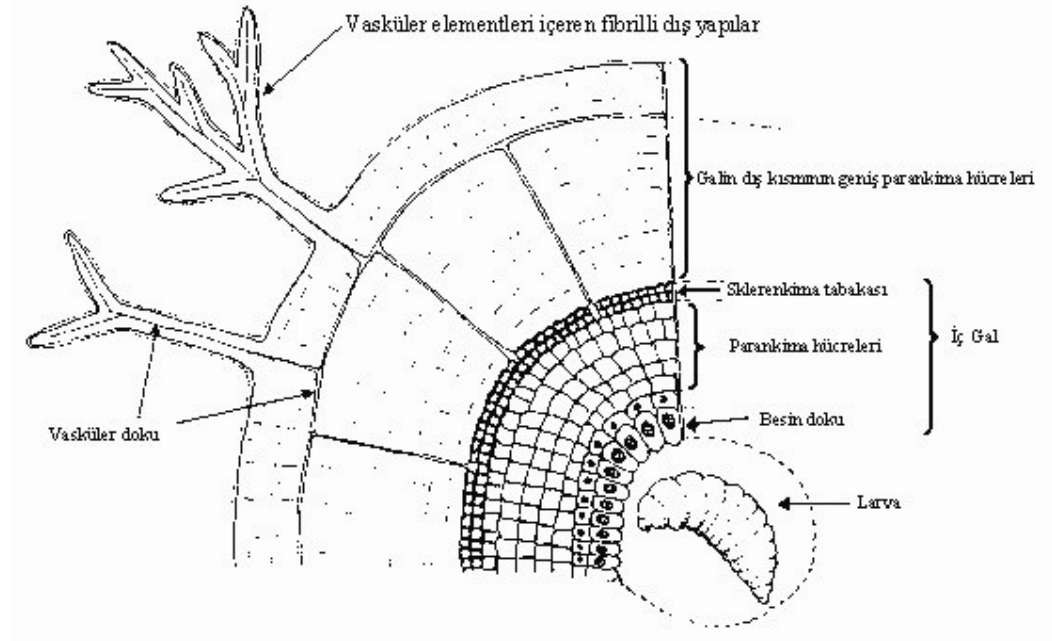
Rohfritsch (1992), gali; içerisinde birçok grup böceği, omurgasız ve mikroorganizmaları barındıran yaşam hikayesine sahip bir oluşum olarak tanımlamıştır. Herbivor böceklerin konakçı bitkiye karşı seçici davranışları olduğu görüşünü destekleyen birkaç hipotez bulunmaktadır. Mikroiklim hipotezi, kontrollü bir çevrenin yararlı etkilerinden bahsederken, beslenme hipotezi; bitki dokularının kullanılmasının gal yapıcıları için iyi bir besin kaynağı sağladığı görüşünü ileri sürmektedir. Düşman hipotezine göre ise, gal yapıcıların gal içerisinde bulunması, onlar için etkili bir korunma ortamı sağlamaktadır (Price ve ark., 1987; Stone ve Cook, 1998).

Gal oluşumu bitki-herbivor ilişkisinin en özel formu olarak nitelendirilmiştir. Cynipid gallerinin (Hymenoptera: Cynipidae) böceklerin neden olduğu galler içerisinde en kompleks yapıya sahip olduğu tespit edilmiş ve yapılan çalışmalar bu gallerin morfolojisinin, türe özgü olduğu, gal içerisinde her yıl genellikle birden fazla dölün oluştuğunu göstermiştir (Dregger-Jauffret ve Shorthouse, 1992). Olgun cynipid galeri en az 2-3 mm çapında olabileceği gibi en fazla 10 cm çapında da olabilir. Cynipidlerin neden olduğu galler, hemen hemen bütün bitki organlarında bulunabilmesine rağmen, çoğu türde gallerin bulunuş yerinin türe özgü bir özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu gallerin çoğunda yapılan gözlemler sonucunda değişik yüzey yapıları gözlenmiştir. Örneğin bir galin dış yapısında değişik şekillerde dikensi yapılar bulunabildiği gibi şekerli ya da yapışkan maddelerin salgılanmasını sağlayan bez hücreleri bulunduğu tespit edilmiştir (Stone ve Cook, 1998). Bu gallerin dış yapılarının oldukça farklı olduğu buna rağmen, dokuların iç organizasyonunun benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir (Rohfritsch, 1992). Bütün cynipid galerinde, larval çember çizgisinin etrafında yoğun sitoplazmalı besleyici bitki dokusunu oluşturan hücrelerden oluşan bir tabaka, bu tabakanın etrafında vakuollü parankima hücreleri ve bu iki tabakanın etrafında ise sklerankima

tabakasının varlığı tespit edilmiştir (Şekil 1). Besleyici doku sadece böcek gallerine özgü bir dokudur ve gal yapıcıların yegane besin kaynağını oluşturmaktadır (Rohfritsch, 1992).

Cynipid arılarının aynı zamanda gal dokularının fizyolojisini de kontrol ettiği tespit edilmiştir (Bronner, 1977;1992; Bayer, 1992; Bagatto ve ark., 1996). Yapılan çalışmalara göre gal dokusunun besin ve asimilasyon ürünleri için fizyolojik bir kaynak akışı sağlamasının yanında, özellikle dış parankima hücrelerinde yoğunlaşan(galin iç dokularında hiç yer almayan) ve herbivor böcekler için beslenme inhibitörleri olarak görev yapan tanen ve fenolik bileşikler içinde kaynak oluşturduğu tespit edilmiştir (Berland ve Bernard 1951; Bronner 1992).

Fenolojik eş zamanlılık hipotezine göre; gal; gal yapıcının yaşam döngüsü ile konak bitki fenolojisinin eş zamanlı ve konak bitki fenolojisi ile yaşam döngüsünün paralel olmasına dayanan bir böcek adaptasyonudur. Bitki fenolojisi de konak bitkinin nitelik ve niceliğindeki zamansal değişikliklere paralel olarak konukçusu olan böceklerin dağılımını ve bolluğunu etkilemektedir ( Watt ve McFarlane, 1991; Hunter, 1992; Hunter ve Elkinton, 2000; Rehill ve Schultz, 2002).



Şekil 1. *Diplolepis rosae* tarafından oluşturulan galin anatomik yapısı (Rohfritsch, 1992).

Bitki büyüme düzenleyicilerinin gal oluşumu üzerindeki etkileri bir çok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Özellikle oksinlerin gal oluşumunda etkili olduğu ileri sürülmüştür. Çünkü, oksinlerin dokular üzerinde anormal büyümeyi teşvik eden etkilerinin, doğal gallerdeki doku ve hücrelerle benzerlik gösterdiği ortaya konmuştur (Arrillaga, 1949; Balch ve ark., 1964; Brown ve Gardner 1963; Jablonski ve Skoog, 1954; McCalla ve ark., 1962; Schnetzler *et al.*, 1962; Schnetzler *et al.*, 1963; Nitsch, 1968; Overbeek, 1966). John ve ark. (1976)'nın böcek galeriyle ilgili yaptığı bir çalışmada, aynı yaştaki normal dokularla, galli dokuları karşılaştırmış, galli dokulardaki oksin aktivitesinin, normal dokulara göre 17 kat, gibereillin benzeri aktivitenin de 21 kat arttığı tespit edilmiştir.

Bitki galeri, konak bitki ve gal oluşturan organizmanın her ikisinin de etkisi altında gelişen kompleks bir oluşumdur. Gal yapıcılar tarafından uyarılan bitki hücrelerindeki anormal farklılıklar ve hipertrofiyi (hücre hacmindeki artış) içeren tepkiler, gal yapıcının barınağı olarak kullanılmak üzere konakçı bitkinin bazı dokularında karakteristik büyümelerle sonuçlanmaktadır (Mani, 1964). Bazı gal yapıcı-konak bitki ilişkilerinin uyumsal olmadığı yada mutualistik olduğuna ilişkin görüşler vardır (Bequert, 1924). Bazı bitki merkezli görüşlere göre, gal oluşumu bir savunma mekanizması olarak algılanmaktadır (Mani, 1964). Diğer bir hipotez 'beslenme hipotezi' olup (McCrea ve Abrahamson, 1985; Weis ve ark., 1988; Hartley ve Lawton, 1992), gallerin bitki savunması için oluşmaya başlayabileceğini, ancak kendine uygun koşulları artırmak için böceklerin de gal büyümesini uyardığı iddia edilmektedir. Bitki galeri besin tuzları miktarını azaltmakta (McCrea ve Abrahamson, 1985; Abrahamson ve Weis, 1987) ve gal yapıcılar beslenmeyle ilgili substratları artırarak, besin tuzu ve diğer bileşenlerin konsantrasyonunu gelişen larvanın ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadırlar (Price ve ark., 1987; Hartley ve Lawton, 1992; Hartley, 1998; Nyman ve Julkunen- Tito, 2000). Bu yüzden gal oluşumları bir adaptasyon şeklidir.

Galler bitkinin kök, gövde, sürgün, yaprak sapı, çiçek ve meyva gibi organları üzerinde bulunabilirler. Ancak, galler bazen üzerinde bulunduğu organı tamamen sararak bu alanda deformasyonlara neden olabildiği gibi (Organoidae galler), bazen de organın küçük bir parçasında etkili olur ve yalnız bir veya birkaç dokunun zarar göremesine (Histioidae galleri) sebep olurlar (Karaca, 1956).

Galler etkenlerine göre ikiye ayrılabilirler: Canlı organizmaların neden olduğu galler (Gerçek galler), çevre koşullarının neden olduğu galler (Teratolojik galler). Teratolojik galler, iç ve dış etkenlerin altında meydana gelmektedir. Galin sebebi genellikle cansız bir maddeye bağlanmaktadır. Örneğin; bazı durumlarda fazla besin maddesinin alınması teratolojik galin meydana gelmesinde rol oynamaktadır. Ancak teratolojik gallerin etkenleri tam olarak

anlaşılammıştır. Gerçek gallerin oluşumuna sebep olan canlı organizmalar, bitkiler ve hayvanlardır. Bitkilerin yaptığı gallere *Phytocecidie*, hayvanların yaptığı gallere de *Zoocecidie* adı verilir. Bitkisel gallere sebep olan organizmalar, bakteriler, algler, mantarlar ve çiçekli bitkileri içine alan çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Bu galler, morfolojik ve anatomik açıdan oldukça basit bir yapıya sahiptir. Hayvansal gallere sebep olan organizmalar, solucanlar (Vermes) ya da eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinde yer alırlar. Hayvansal kökenli gallerin gerek anatomik, gerekse fizyolojik yapı bakımından bitkisel gallere göre oldukça kompleks yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Karaca, 1956).

Yüksek bitkilerdeki böcek gallerinin, genellikle gal oluşumuna neden olan böcekler tarafından, bazı kimyasal maddelerin sentezlenmesiyle oluştuğu eskiden beri bilinmektedir (Malpigi, 1975; Plump, 1953). Bununla birlikte, farklı kaynaklar, farklı gal oluşturucularının farklı gal oluşturan maddeler saldıklarını savunmuşlardır (Boysen-Jensen, 1948; Miles, 1968; Sterling, 1952). Çeşitli araştırmacılar, gal oluşturan böceklerden elde edilen ekstraktların uygulanmasıyla bitki büyümesinde anormallikler meydana geldiğini saptamışlar (Anders, 1958; Leatherdale, 1955; Lewis ve Walton, 1947, 1958; Martin, 1942; Molliard; 1917; Parr, 1939), ancak büyümeyi sağlayan kimyasal bileşiklerin hangisi olduğunu belirleyememişlerdir. Bazı özel inorganik kimyasalların gal benzeri bitki oluşumlarına neden olduğu rapor edilmiştir ( Lewine, 1950; Mani,1964). Bazı aminoasitleri içeren bileşiklerin (Anders, 1961; McCalla ve ark. 1962) böcek gali oluşumunda rol oynayabileceği de düşünülmektedir.

Gal yapıcı böcekler arasında cynipid arılarının (Cynipidae: Hymenoptera) konak bitkilerine sadık olduğu tespit edilmiştir (Burks, 1979). Bitki özelliği ve konakçı bitki tercihi arasındaki ilişkiyi tanımlayan iki genel hipotez; stres altındaki bitki ve sağlıklı bitki hipotezidir. Bitki- stres hipotezinin savunucuları fizyolojik stres altındaki bitkilerin konakçılar olarak daha uygun olduğunu ve herbivor böceklerin stres altında olan bitkilerde daha çok toplandığını delil gösterirler. Stres altındaki bitkiler, hayati fizyolojik süreçlerin korunması ve tamiri için daha fazla kaynağa ihtiyaç duyarlar ve bu yüzden savunma için daha az enerjiye sahiptirler. Ayrıca, bu bitkilerde genellikle protein sentezinin azaldığı, fakat dokularında fazla miktarda serbest aminoasit biriktiği ve böylece sınırlı azot kullanan böcekler için daha çok tercih edilen bir besin kaynağı olduğu ileri sürülmüştür. Bitki-stres hipotezine alternatif olarak önerilen sağlıklı bitki hipotezine göre; bir popülasyonda otçullar beslenme ve yumurtlama için en sağlıklı bitkileri tercih ederler (Williams ve Cronin, 2004). Ayrıca, While'a göre; stres altındaki bitkiler tanen, reçine gibi sekonder bileşikleri sentezleyemezken, bu bileşenleri daha çok herbivor saldırıları sonucu yaralanmalarda sentezlemektedir (Gonçalves-Alvim ve ark., 2001). Price'a (1991) göre, larval gelişim dönemleri bitki büyüme dönemleriyle ilişkili olan

herbivor böcekler, larval gelişimin en verimli olması için en güçlü bitkileri tercih ederler. Sağlıklı bitkileri tercih eden böceklerin %84'ü gal yaparak ya da bitki dokularını harap ederek bitkiden beslenmektedir.

*Rosa arkansara*'da yapılan bir çalışmada (Williams ve Cronin, 2004) NaCl ve azot eklenen ortamlarda yetiştirilen bitkide gal yapıcı cynipid türlerinin davranışları izlenmiştir. Yapılan deneyde artan tuz ve azot derişimine paralel olarak cynipid sayısında azalma görülmüştür. Ancak, ortama sadece azot eklenmesi ile artan azot derişimleriyle birlikte cynipid oranında ve bitki büyüme oranında bir artış izlenmiştir. Bu yüzden tuz stresinin tek başına gal oluşumunda etkili bir faktör olmadığı düşünülmüştür. Ancak bu konuda çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk ve kuraklık gibi çeşitli çevresel stresler altında kalan bitkilerde serbest prolin birikir. Birikim, bitkilerde dayanıklılık oluşumuyla ilgilidir. Prolin hücrede osmotik konsantrasyonu ayarlayan, hücrel membranları ve enzim aktivitesini koruyan, stres sonrası büyüme için gerekli olan amino grupları ve enerjiyi temin eden bir aminoasittir (Aspinall ve Paleg, 1981). Yapılan literatür taramalarında farklı stres koşullarında prolin miktarındaki değişimlere ilişkin çalışmalar olmasına karşın, böcek gallerinin oluşumu ile prolin sentezi arasında bir ilişki olup olmadığı konusunda çok az çalışmaya rastlanmıştır. Oysa, gal oluşumu bitkide hormonal ve biyokimyasal olarak pek çok değişimi beraberinde getirmekte, fotosentez oranını etkilemekte (Larson 1998) ve çeşitli içsel stres ortamları yaratabilmektedir. Bu yüzden gal oluşumu ile prolin sentezinin etkilenebileceği düşünülebilir.

Yapılan çalışmalara göre, herbivorlar konak bitkinin fotosentez oranını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Maschinski ve Whitham, 1989; Welter, 1989). Çiğneyici herbivorlar tarafından zarar verilen bitkide, büyüme düzenleyicileri fotosentezde bir artışa neden olabileceği gibi; fotosentetik yaprak dokusu olan mezofil tabakasından beslendiği için birliklerin fotosentez oranında bazı düşüşlere de neden olduğu bilinmektedir (Larson 1997). Gal oluşturan herbivorların konak bitkideki fotosentez oranını baskılamasıyla, güçlü metabolik değişimlere ve kısmi doku bozulmalarına neden olmasına karşın, bu konuda çok az çalışma bulunmaktadır.

Herbivorlar çeşitli şekillerde konağın fotosentezini etkileyebilmektedir ve fotosentez oranı, herbivorun hasar verdiği bölge etrafında bulunan hasar görmemiş dokularda oluşan tepki mekanizmalarından yola çıkarak, hasar görmüş dokulardaki direkt etkileri ayırt etmede büyük önem taşımaktadır. Fotosentezin gerçekleştiği mezofil hücrelerindeki yaprak mineral içeriği ve akar gibi herbivorlar tarafından verilen direkt hasarın, hemen her zaman hasar gören yaprağın fotosentez oranındaki azalmayla sonuçlandığı bulunmuştur (Welter, 1989; Larson, 1997). Yine Anders ve Mizell (1987), Phylloxera tarafından oluşturulan galli

yapraklarda fotosentez oranının azaldığını, diğer taraftan Bagatto ve ark. (1993) da bir cynipid arısının neden olduğu gövde gallerinde, gal çevresindeki hasar görmemiş yapraklarda fotosentez oranında artış saptamışlardır.

Kuşburnu zararlıları ve bunların doğal düşmanlarıyla ilgili ülkemizdeki çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ancak, genel olarak Acarina, Homoptera, Coleoptera ve Lepidoptera grubunun bazı üyeleri *Rosa sp.* zararlısı olarak tanımlanırken, özellikle Hymenoptera takımının Cephidae, Argidae, Tenthredinidae familyalarının verdiği zararın daha fazla olduğu saptanmıştır. Ancak, Hymenoptera takımının Cynipidae familyasında yer alan böceklerin (*Diplolepis mayri, vb.*) kuşburnu bitkisinde yoğun bir şekilde meyve gali oluşumuna neden olduğu ve bu gallerinde bitki büyüme ve gelişmesini olumsuz etkilemesinin yanısıra meyve verimini de düşürdüğü saptanmıştır (Özbek, H. ve ark. 1999).

Yukarıdaki çalışmalar göz önüne alındığında; 100 türle geniş yayılış gösteren ve tür zenginliği bakımından 24 türle zengin merkezlerden olan ülkemizde, yapılmış olan entomolojik çalışmalar dışında, Rosaceae familyasının türlerine ait gallerin bitki fizyolojisine olan etkisine yönelik çalışmaların eksikliği göze çarpmaktadır. Ticari anlamda kuşburnu birçok kullanım ve tüketim alanına sahip bir bitkidir. Gıda sanayinde bir çok ürün türüne işlendiği (marmelat, meyva suyu vb.) gibi, dikenli olması nedeniyle doğal bir çit bitkisi ve kesme çiçek üretiminde kültür çeşitleri için kullanılmaktadır. Kök, gövde, yaprak ve meyve içerikleri birçok vitamin ve mineral madde bakımından önemli bir ilaç bitkisidir. Dış mekan planlaması, karayollarının ağaçlandırılması ve erozyonu önlemede fonksiyonel olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, faydalı faunaya ait başta böcekler olmak üzere, çok sayıda hayvan türü için de iyi bir barınak durumundadır. Birçok önemli kullanım alanı olan kuşburnu (*Rosa canina L.*) bitkisinde özellikle gal-bitki etkileşiminde önemli rol oynayan; karbonhidrat, pigment, prolin değişimlerinin incelenmemiş olduğu yaptığımız kaynak araştırmalarından anlaşılmaktadır. Yapılacak bu çalışma ile, bölgemizde yayılış gösteren *Rosa canina L.*'da gal oluşumu ile bitkideki fizyolojik ve biyokimyasal faktörler arasındaki ilişkinin ortaya konulmasının, bu yönde yapılacak çalışmalara olumlu katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

## 1.1. Genel Bilgiler

### 1.1.1. Rosaceae Familyasının Genel Özellikleri

Rosaceae familyası çoğunlukla kuzey yarı kürede yayılış gösterir. 115 cins ve 3500 kadar tür içermektedir. Ülkemizde ise 36 cins ve 250 türü bulunur. Bu familya üyeleri odunsu yada otsudur, bazıları ise tırmanıcıdır. Yaprakları alternat dizilişli, genellikle stipüllü, basit yada bileşiktir. Çiçekleri erdişi veya tek eşeyli, aktinomorf simetrlili. Sepaller 4-5 serbest; epikaliks var yada yok. Petaller 4-5, serbest yada yok. Stamenler bir ya da çok sayıda. Ginekeum, bileşik bir pistilli yada basit çok pistilli. Ovaryum üst veya alt durumlu, karpeller bir yada çok sayıda. Meyva kuru yada etli reseptakulumlu yada değişik tipte, folikül, aken, drupa ve pome şeklinde. Plasentalanma eksensel. Tohumlar genellikle endospermsizdir (Lawrence, 1969; Davis,1972; Seçmen ve Ark., 1995).

Rosaceae ekonomik açıdan önemli familyalardan biridir. Meyvalarından yararlanan türlerin çoğu bu familyada yer almaktadır.

### 1.1.2. *Rosa canina* L.

Yapraklar yeşil, mat saf yeşil, tüysüz veya seyrek seyrek tüylü, bazen ince tüylü olabilir. Stigma (baş) serbest, dışarı çıkmış, küre şekli ile konoidal arasındadır. Petaller 3 cm.'den uzun, pembe sınırlı beyaz, nadiren koyu pembe de olabilir. Hipantiyum, yumurta şekli ile küre arasında, 1-2,5 (3) cm sarımtırak kırmızı ve saf kırmızı arasında, olgunlaşması geçtir.

Genellikle bayırlar, kayalık yokuşlar, ormanlar ve açık alanlar ve özellikle kireçli topraklarda 30-1700 (-2500) metrede yayılış gösteren çalı formunda bitkilerdir (Davis, 1972).

### 1.1.3. *Diplolepis mayri* Schld.' nin Biyolojisi

Erzurum koşullarında *Rosa canina* L. meyva galinin etkeni *Diplolepis mayri*' nin biyolojisi Özbek ve arkadaşları (1999) tarafından kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; kışı gal içerisindeki odacıktaki olgun dönemde geçiren larva, Nisan başlarından itibaren aynı yerde prepupa, birkaç gün sonrada pupa dönemine girmeye başlar. İlk pupa döneminin görülmesinden itibaren 36-40 gün sonra erginler meydana gelir. Gal içerisindeki larva odacığında oluşan erginler, bir veya iki gün sonra, burayı kemirmek suretiyle 1,4-1,9 (1,59) mm. çapta yuvarlak bir delik açarak dışarı çıkarlar. Genellikle bütün gallerden dışı bireyler elde edilmiş, erkek bireylere rastlanmamıştır. Bu durum *D.mayri*'nin parthenogenetik

olarak çoğaldığını göstermektedir. Gallerden çıkan erginler 2-6 gün içerisinde kuşburnu bitkisinin tepe sürgünlerinde, henüz yapraklar arasında gizli bulunan çiçek tomurcuklarının içerisine yumurta bırakmaya başlarlar. Ovipozisyon döneminden önce beslendiklerine rastlanmamıştır (Özbek, H. ve ark. 1999).

Erginler, ovipozitörleri yardımıyla yumurtalarını kuşburnu çiçek tomurcukları içerisine, dişi organın taban kısmında yeni oluşmakta olan çekirdekler ve tüyler arasına 25- 63 adetlik gruplar halinde bırakırlar. Yaklaşık 5 haftalık süre sonunda yumurtalar açılarak, larvalar çıkarlar (Özbek, H. ve ark. 1999).

Haziran'ın üçüncü haftasından itibaren yumurtadan çıkmaya başlayan larvalar, henüz oluşmakta olan tohumlar içerisine girmekte veya çok nadir olarak da meyvanın etli kısmında yada çanak yapraklar içerisinde beslenmektedir. Larvanın beslenmesi esnasında, her bir tohum büyüyerek gal şeklini almaktadır. Bu tohumlardan, gal oluşurken birbirine yapışarak bir gal kümesi haline gelmektedir. Bu gelişmeye paralel olarak meyve üzerinde basınç oluşmakta ve meyve çiçek gibi dip kısmından çatlamaktadır (Şekil 2). Gallerin gelişmesi ilerlemekte ve meyve bu kısımdan açılmaya devam etmekte ve sonuçta etli kısım üzerinde gallerin yer aldığı kısım, aşağı doğru kavis yapan bir tablo haline gelmektedir. Böylece her bir meyve düzgün olmayan şekilli bir gal kümesine dönüşmektedir. Her bir gal kümesinin ihtiva ettiği gal sayısı (10-58 adet ) ve buna bağlı olarak da büyüklüğü çok farklılık göstermektedir. Gallerin büyüklüğü, içerisinde bulunan larva sayısına bağlı olarak değişmekte ve gal kümesindeki her bir galde 1-8 adet larva bulunmaktadır. Her larva ayrı bir odacık oluşturarak, beslenmesini ve gelişmesini burada sürdürmektedir (Özbek, H. ve ark. 1999) .

Galler başlangıçta yeşil renkte iken, gelişme ilerledikçe özellikle güneş alan yüzeyler kızarmakta, sonbahara doğru ise kuruyarak kahverengiye dönüşmektedir. Kuşburnu bitkilerinde oluşan gal oranı % 90' a kadar çıkmakta, zarar gören meyveler gal haline dönüştüğünden tümüyle kullanılmaz hale gelmektedir (Özbek, H. ve ark. 1999).

Bu şekilde beslenmesini sürdürerek olgunlaşan larvalar, kışı bu dönemde geçirmekte ve böylece *D. mayri* Erzurum koşullarında yılda bir döl vermektedir (Özbek, H. ve ark. 1999)



**Şekil 2.** *Rosa canina* L. meyvası üzerinde *Diplolepis mayri*'nin oluşturduğu meyve galinin gelişim aşamaları

#### 1.1.4. Araştırmamızda İncelenen Pigmentlerin Genel Özellikleri

##### 1.1.4.1. Klorofil a ve Klorofil b

Fotosentez olayında görev yapan en aktif pigmentlerdir. Yeşil pigmentler, klorofil a (Kla) ve klorofil b (Klb) en fazla bitkilerin yapraklarındaki mezofil hücrelerinde bulunurlar. Kla ve Klb, pigmente sahip bakterilerin dışında, tüm ototrofik organizmalarda bulunan ve en iyi bilinen klorofillerdir. Kla'nın kapalı formülü  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  ve Klb'nin ise  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$  şeklindedir. Kla ve Klb arasındaki fark üç numaralı karbon atomuna bağlı yan gruplarda görülür. Kla'da üç numaralı karbon atomuna bir metil grubu ( $-CH_3$ ) bağlanmışken, Klb'de bir aldehit grubu ( $-CHO$ ) bağlanmıştır. Geniş baş bölümü porfirinden, uzun kuyruk bölümü ise fitoldan oluşmuştur. Porfirinin merkezinde bir Mg atomu yer almıştır. Fitol grubu ise çift bağlar içeren uzun zincirli bir alkoldür ve fitol, porfirin halkasının yedi numaralı karbonuna bağlıdır. Bu pigmentler ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürmede çok önemli role sahiptirler. Bu pigmentler sayesinde ışık, fotosentezdeki işlevini yerine getirebilmektedir. Klorofil sentezi için en uygun ışık 445 nm dalga boyundaki ışıktır. Dalga boyu 680 nm' dan fazla olan ışık etkisizdir (Bozcuk, 1986; Kacar, 1989; Salisbury ve Ross, 1992).

#### 1.1.4.2. Karotenoidler

Karotenoidler bitki ve hayvanlarda yaygın şekilde bulunan kırmızı, turuncu ve sarı renkteki lipid bileşiklerdir. Karotenoidler hemen hemen tüm yüksek bitkilerde, pek çok mikroorganizmalarda (kırmızı ve yeşil algler, fotosentetik bakteriler ve mantarlarda) değişik miktarlarda bulunur. Kapalı formülü  $C_{40}H_{51}$  şeklindedir. Bitkilerde en çok bulunan karotenoid, portakal-sarı renkli  $\beta$ -karotendir. Çoğunlukla  $\beta$ -karoten değişik miktarlardaki  $\alpha$ -karoten ile birlikte bulunur. Yapılarında yalnızca hidrojen bulunan karotenoidler, hidrojen karotenoidleri olarak adlandırılır. Bunlardan  $O_2$  içerenlere ksantofil adı verilir. Ksantofiller doğada daha bol bulunur. Gelişmekte olan bazı bitki yapraklarında ksantofil-karotin oranı 2:1 şeklindedir. Karotenoidler kırmızı biber, domates, gül ve benzeri bitkilere kırmızı renk veren pigment olarak bilinen likopin'in türev maddeleri olarak kabul edilir (Kacar, 1989). Stres koşullarına ve çeşitli gelişmelere karşılık veren bitki büyüme düzenleyicisi olan, ABA'nın öncüleri karotenoidlerdir (Giuliano ve Ark., 1993).

Karotenoidler, spesifik hidrofobik proteinlere bağlandıkları yerde, plastidlerde sentezlenir ve birikir. Bütün plastidler karotenoid içermesine rağmen bu pigmentler yüksek düzeyde kloroplast ve kromoplastlarda bulunur. Kloroplastlarda, karotenoidler tilakoid zarlarındaki lipidlerin ağırlığının yaklaşık %3'ünü kapsar (Hoover, 1984).

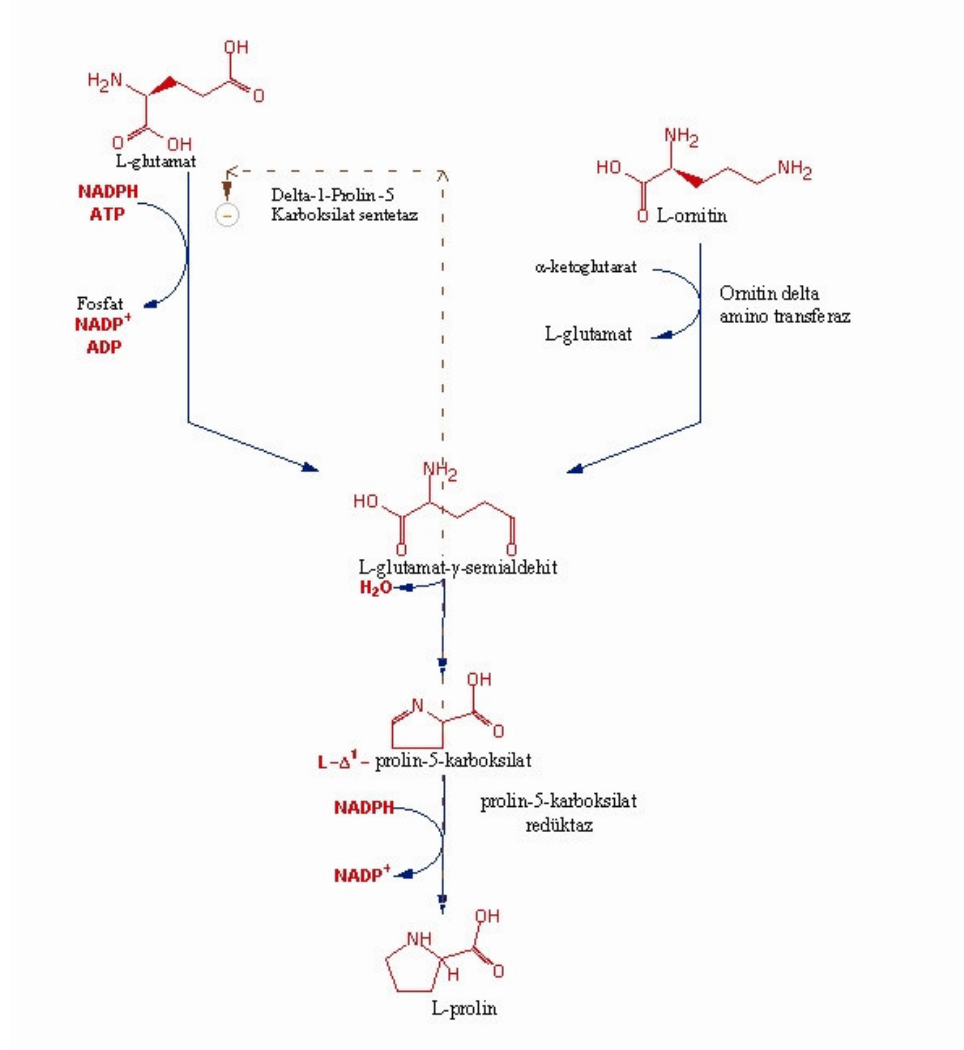
Karotenoidlere bağlanan proteinler, plastidlerde bu pigmentlerin birikmesini sağlar. Çiçek ve meyvelerde karotenoid miktarı köklerdekinden daha yüksektir (Scolnik ve Ark., 1993).

Karotenoidler, fotosentezde esas olarak iki yönden önemlidirler. Birincisi, karotenoidler ışık ve  $O_2$  karşısında klorofillerin parçalanmasını yani fotooksidasyonu önlerler. İkincisi ise fotosentetik sistem içerisinde belirli dalga boyundaki ışık enerjisini absorbe edip klorofile aktararak fotosentez olayına katkıda bulunurlar (Kacar, 1989; Salisbury ve Ross, 1992).

#### 1.1.5. Prolin

Prolin, çeşitli çevresel streslerin etkisinde kalan bitkilerde serbest olarak biriken bir aminoasittir. Birikim, bitkilerde dayanıklılık oluşumu ile ilişkilidir. Çevresel faktörlerden tuzluluk, kuraklık gibi etkenlerin neden olduğu dehidrasyon stresine karşı bitkilerde prolin biriktiği bilinmektedir (Barnett ve Naylor, 1966; Stewart ve Lee, 1974; Chu ve ark., 1976; Stewart ve ark., 1977; Stewart, 1978; Aspinall ve Paleg, 1981; Hanson ve Hitz, 1982; Monneveux ve Nemmar, 1986; Öncel, 1988b).

Prolin, proteinlerin temel yapı taşı olması yanında osmotik stres altında hayvanlar, bitkiler ve bakteriler için osmotik bir koruyucu olarak görev yapar. Yüksek bitkilerde prolin biyosentezinde ornitin ve glutamat yolu olmak üzere iki alternatif yol mevcuttur (Şekil 3). Aynı zamanda bilinmektedir ki, memelilerde ve mikroorganizmalarda da tıpkı bitkilerde olduğu gibi prolin biyosentezinin öncülleri ornitin ve glutamattır. Bitkilerdeki glutamat yolu bakteri ve insanlardan farklıdır. Bakteri ve insanlarda glutamatın glutamat-5-semialdehite (GSA) dönüşümü iki ardışık reaksiyonla iki enzim tarafından katalize edilirken, yüksek bitkilerde ise dönüşüm tek bir reaksiyon içinde iki fonksiyonlu bir enzim tarafından katalizlenmektedir (Hu CA, Delauney AJ, Verma DP, 1992). Yapılan birçok çalışmada stres koşulları altında prolin birikiminde iki alternatif yolun göreceli olarak katkısının olup olmadığı araştırılmıştır. Serbest prolin içeriği, gen ekspresyonu ve enzim aktivite değerleri tuz stresi uygulanmış genç *Arabidopsis* bitkilerinde ölçüldüğünde (Roosens NH. ve ark., 1998) osmotik stres boyunca ornitin ve glutamat yollarının her ikisinin de prolin değerlerindeki artışa katkıda bulunduğu gösterilmiştir. Halbuki olgunlaşmış bitkilerde yalnızca glutamat yolunun prolin birikiminde önemli bir rol oynamakta olduğu tespit edilmiştir. Tuz stresine maruz kalmış fasulye bitkisinde ornitin aminotransferaz (OAT)'daki azalış ve prolin-5-karboksilat sentetaz (P5CS) transkriptlerinin değerlerindeki artışa göre, osmotik stres durumunda prolin birikimine temel olarak katkıda bulunan yolun glutamat yolu olduğu tespit edilmiştir (Delauney AJ. ve ark., 1993).



Şekil 3. Prolinin bitkilerde sentez aşamaları

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Analizlerde Kullanılan Örneklerin Alınması

Analizlerde kullanılan örnekler, Sivas'a 25 km. uzaklıkta bulunan Karaçayır'dan alınmıştır. İlk olarak 2005 yılının Nisan ayında bölgeden gal örnekleri toplanmış ve bu gal örnekleri plastik bardaklara konularak ağızları tülbent bezle kapatılmış ve iklim odasında 21 °C de ışıklı ortamda muhafaza edilmiştir. Bu örneklerin her gün kontrolleri yapılarak çıkan böcek türleri toplanmış ve tür teşhisleri entomoloji laboratuvarında yapılmıştır. Gallerden böcek çıkışı yaklaşık üç ay devam etmiştir. Yapılan tür teşhisi sonucunda gal ouşturan türün *Diplolepis mayri* olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.** Gal örneklerinin iklim odasında muhafaza edilmesi

2005 yılının Mayıs ve Haziran aylarında bu bölgede devamlı kontroller yapılmış, örnek alınacak bitki grupları bitki türü teşhisinin doğru yapılabilmesi için çiçeklenme zamanı da dahil olmak üzere gözlem altında tutulmuştur. Belirlenen bitki grupları ayrı renklerde kurdelalarla işaretlenmiş ve Haziran ayında yaprak, Temmuz ve Ağustos aylarında yaprak ve meyva örnekleri 13.30-14.00 saatleri arasında toplanmıştır.

Analizlerde 10 galli ve 10 galsiz kuşburnu bitkisinden toplanan materyaller kullanılmıştır. Bu bitkiler Karaçayır'da başlangıç noktası olarak alınan 1731 m. yükseklik ve

N 39° 55' 56,7'' EO 36° 59' 35,8'' koordinatları, son nokta olarak da 1728 m. yükseklik ve N 39° 55' 45,2'' EO 36° 59' 18,3'' koordinatları arasında bulunan bölgeden toplanmıştır.

## 2.2. Analiz İşlemleri

### 2.2.1. Pigmentlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması

#### 2.2.1.1. Klorofil-a (Kl-a), Klorofil-b (Kl-b) ve Karotenoid Ekstraksiyonu, Saflaştırılması ve Tayini

Ekstraksiyon işlemleri De Kok ve Graham (1989) yöntemine göre üç tekrarlı olarak yapıldı. Blendırda öğütülen taze sürgün örneklerinden 1 g alınarak 50 ml aseton (%99,5'lik) içerisine konuldu. Örnekler asetonda içerisinde 10 dk homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler daha sonra 1/5 oranında saf su ilave edilerek tekrar homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler 3000 devir/dk'da 10 dk santrifüj edildi. Santrifüj edilen örneklerin 662, 645 ve 470 nm'de absorbans değerleri okunarak, miktarları belirlendi (Lichtenthaler ve Welburn, 1983).

$$Kla = 11.75 \cdot A_{662} - 2.35 \cdot A_{645}$$

$$Klb = 18,61 \cdot A_{645} - 3,96 \cdot A_{662}$$

$$\text{Karotenoidler} = 1000A_{470} - 2.27Kla - 81.4Klb / 227$$

11.75 = Kla için absorbans katsayısı

18,61 = Klb için absorbans katsayısı

2.27 Kla ve 81.4 Klb = Karotenoidler için absorbans katsayısı

A= Absorbans değeri (Lichtenthaler ve Wellburn, 1983).

### 2.2.2. Toplam Şeker Miktarlarının Ölçümü

#### 2.2.2.1. Çözünür Şekerlerin Ekstraksiyonu ve Tayini

Kurutulmuş, toz haline getirilmiş sürgün örneklerinden 0.1 g alınarak, birkaç damla etil alkolle (% 80'lik) ıslatıldı. 5 ml su ilave edilerek karıştırıldı ve 25 ml %80'lik etil alkol ilave edilerek tekrar karıştırıldı. Daha sonra 5000 devir/dk'da 20 dk santrifüj edilerek bir tüpe alındı. Tekrar 30 ml %80'lik etil alkol ilave edilerek karıştırıldı ve santrifüj edildi. Aktif

kömür ile renksizleştirilerek whatman no:42 kağıdından süzülür ve hacmi saf su ile 100ml'ye tamamlandı (McCready ve Ark., 1950). Deneşler üç tekrarlı olarak yapıldı.

Total şeker tayini için ise ekstraktan 1ml deney tüplerine alınarak üzerine 10 ml %0.15'lik anthron çözeltilisi konuldu. Bütün serilere anthron konduktan sonra 95 °C' de 8 dakika bırakıldı. Hemen buz banyosuna alınarak oda sıcaklığına getirildi. Spektrofotometrede 625 nm'de glukoz standartlarına karşı okundu. Standart çözeltili absorbanslarına göre hazırlanan eğrilerden örneklerdeki total şeker miktarları saptandı (Ebell, 1970).

### 2.2.2.2. Nişasta Ekstraksiyonu ve Tayini

Şeker analizi yapıldıktan sonra kalıntı üzerine 5 ml soğuk su ve 6,5 ml %52'lik perklorik asit ilave edilerek 15 dk çalkalandı. Daha sonra 20 ml su ilave edilip karıştırılarak santrifüj edildi. Santrifüj edilen örnekler bir tüpe alındı. Kalıntı üzerine tekrar 5 ml soğuk su ve 6,5 ml perklorik asit ilave edilerek, 15 dakika çalkalandı, tekrar santrifüj edildi ve 0°C'de 30dk bekletildi. Çözeltiler birleştirilip süzülerek 100 ml'ye tamamlandı (McCready ve Ark., 1950). Deneşler üç tekrarlı olarak yapıldı.

Nişasta tayini için ise deney tüpleri buzlu su banyosuna alınarak 2,5 ml ekstrakt üzerine %2'lik soğuk anthron çözeltilisinden 10 ml eklendi. 7,5 dk 95°C'de ısıtıldıktan sonra buz banyosunda oda sıcaklığına getirildi ve spektrofotometrede 630 nm dalga boyunda glukoz standartlarına karşı okundu. Bulunan değerler 0,92 ile çarpılarak nişasta miktarı bulundu (McCready ve Ark., 1950).

### 2.2.3. Prolin Miktarının Tayini

Prolin ekstraksiyonu ve tayini için Bates, Waldren ve Teare (1973) ninhidrin methodu uygulandı.

1- Yaklaşık 0,5 g taze bitki materyali 10 ml %3'lük sülfosalisilik asit içerisinde homojenize edildi. Homojenat whatman no 2 filtre kağıdından süzülür.

2- Süzüntüden 2 ml alınarak bir test tübünün içinde 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asit-ninhidrin ile reaksiyona sokuldu ve 1 saat 100°C'de tutuldu. Reaksiyonu sonlandırmak için buz banyosu kullanıldı.

3- Reaksiyon karışımı 4 ml toluenle ekstrakte edildi ve 15-20 sn karıştırıldı.

4- Toluen içeren kromofor su fazından ayrıştırıldı ve oda sıcaklığına getirilerek 520 nm'de absorbans değerleri okundu.

5- Prolin konsantrasyonu L-Prolin kullanılarak hazırlanan standartlara göre oluşturulan eğriye göre saptandı ve taze bitki örneğindeki prolin miktarı şu formüle göre hesaplandı.

$$[(\mu\text{g prolin /ml} \times \text{ml toluen}) / 115.5 \mu\text{g}/\mu\text{mol}] / [(g \text{ örnek} / 5)] = \mu\text{mol prolin} / g \text{ taze bitki materyali}$$

Deneyler üç tekrarlı olarak çalışılmıştır.

#### **2.2.4. Kuru Ağırlık Miktarının Belirlenmesi**

Toplanan bitki örnekleri yaş olarak tartıldı ve etüvde 100 °C'de bir hafta süreyle tutularak, düzenli olarak tartımları yapıldı. Tartım sonuçlarının sabitlendiği değer son ağırlık olarak alındı ve % kuru ağırlık içeriği hesaplandı.

### 3. BULGULAR VE GÖZLEMLER

#### 3.1.GÖZLEMLER

Gal örnekleri ilk olarak Karaçayır'dan Nisan ayında toplanmıştır. Nisan ayında gallerin kahverengileştiği ve sert bir yapı kazandığı gözlemlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Nisan ayında *Rosa canina* L. 'ya ait bir görüntü



Şekil.6. Nisan ayına ait bir görüntü (Galli ve galsiz birey yanyana)

Haziran ayında Karaçayır'da çekilen fotoğrafta da görüldüğü gibi bu ayda gal gelişimi daha başlamamıştır. Çünkü bu ayda geçen sene oluşan gallerden çıkan (kahverengi renkte olan) *Diplolepis mayri* bireyleri çiçek tomurcuklarına yumurtalarını bırakmaktadır (Şekil 8).



Şekil 7. Haziran ayında galsiz bireye ait bir görüntü



Şekil 8. Haziran ayında galli bireye ait bir görüntü



Şekil 9. Temmuz ayında galsiz bireyin meyvalarına ait bir görüntü



Şekil 10:. Temmuz ayında galli bireyin meyvalarına ait bir görüntü

Temmuz ayında galli ve galsiz bireyler arasındaki göze çarpan en büyük farklılığın, galli bireylere ait meyvaların galsiz bireylere ait meyvalara göre daha erken olgunlaşmış (kızarmış) olduğu görülmektedir (Şekil 9, Şekil 10).



**Şekil 11.** Ağustos ayında galsiz bireye ait bir görüntü



**Şekil 12.** Ağustos ayında galli bireye ait bir görüntü

Ağustos ayına ait fotoğraflarda da görüldüğü gibi galli bireylerde meyvalarda daha erken olgunlaşma, renk değişimi görülmektedir. Galli bireylerde meyvada gerçekleşen parçalanma olayı çok net bir şekilde gözlemlenmiştir.



**Şekil 13.** Eylül ayında galsiz bireye ait bir görüntü



**Şekil 14.** Eylül ayında galli bireye ait bir görüntü.

Eylül ayında Ağustos ayında gözlemlendiği gibi, galli bireylerde meyvaların olgunlaşmasını, renk değişimini tamamladığı, galsiz bireylere ait meyvaların galli bireylerdeki meyvalara göre hala renk değişimini tamamlamadığı gözlemlenmiştir. Özellikle

Eylül ayında yapılan gözlemlerde Şekil.14 de de görüldüğü gibi olgunlaşmış galli meyvaların etrafındaki yaprakların bitkinin diğer bölgelerine göre daha erken döküldüğü gözlemlenmiştir.



**Şekil 15.** Eylül ayında galsiz bitkiden toplanan kırmızı meyva (I), galli bireye ait olan daha koyu renkli (II) meyva örnekleri.



**Şekil 16.** Temmuz ayında toplanan galli meyva örneği ve böceğin yumurtasını bıraktığı enjeksiyon bölgesi



**Şekil 17.** Temmuz ayında galli bireylerden toplanan meyva örnekleri

Temmuz ayında toplanan meyva gallerinde injeksiyon bölgesinin etrafından başlayarak meyvanın yavaş yavaş parçalandığı ve bu şekilde meyva galinin oluştuğu gözlemlenmiştir.

### 3.2. BULGULAR

Yaptığımız araştırma için kullanılan yaprak ve meyva örnekleri, gal gelişiminden önceki ve sonraki dönemleri içeren Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınmıştır. Bu aylar aynı zamanda üzerinde araştırma yaptığımız *R. canina*'nın vejetatif büyümesi açısından en uygun kabul edilen dönem içerisinde yer almaktadır. Araştırmamızda galsiz bireyler kontrol grubu olarak da tanımlanmaktadır. Galli ve galsiz bireylerde (kontrol grubu), pigment (Kl-a, Kl-b ve Karotenoid), karbonhidrat (nişasta ve şeker), prolin ve kuru madde miktarındaki değişimler incelenmiştir. Amacımız gal oluşumuyla birlikte *R. canina*'da ne gibi fizyolojik değişimler olduğunu araştırmaktır. Araştırmamızda yaptığımız pigment analizinde sadece yaprak örneklerini kullanırken, karbonhidrat ve prolin analizinde yaprak örneklerine ek olarak, meyva örneklerini de kullandık. Meyva örnekleri çalışmamızda oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü çalıştığımız gal örnekleri bir meyva gali çeşididir. Ayrıca, araştırmamızda kullandığımız meyva örneklerini üç grup altında topladık. Birinci grubumuz kontrol grubuna ait galsiz meyvalar, ikinci grubumuz galli bireylere ait galsiz meyvalar, üçüncü grubumuz ise galli bireylere ait galli meyvalardır. Böyle bir grüplama yapmamızdaki amaç, galli bireyler olarak sınıflandırdığımız bireylerde aynı zamanda galsiz meyvaların da bulunuyor olmasıdır. Aynı bitki üzerinde hem galli, hem de galsiz meyvalar üzerinde araştırma yaparak, larvanın beslenmesinin, meyvada ne gibi değişiklikler meydana getirdiğini araştırmayı hedefliyoruz. Ayrıca meyva gali ile çalışırken içerisinde bulunan larva çıkarılmamıştır.

#### 3.2.1. *Rosa canina*'nın Galli ve Galsiz Bireylerinin Yapraklarındaki Kl-a, Kl-b ve Karotenoid Miktarları:

**Tablo 1.** . *R. canina*'nın galli ve galsiz bireyelerine ait Kl-a ve Kl-b miktarları ( $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık) ve Kl-a/Kl-b Oranı.

AYLAR	BİTKİ KISMI	Kl-a	Kl-b	Kl-a/Kl-b Oranı
HAZİRAN	Galsiz birey-yaprak	25,80 $\pm$ 0.20	8,21 $\pm$ 0.07	3.14
	Galli birey-yaprak	22.47 $\pm$ 1.43	6,78 $\pm$ 0.36	3.32
TEMMUZ	Galsiz birey-yaprak	26,52 $\pm$ 0.43	8,58 $\pm$ 0.18	3.09
	Galli birey-yaprak	28,26 $\pm$ 0.31	9,64 $\pm$ 0.13	2.93
AĞUSTOS	Galsiz birey-yaprak	26.75 $\pm$ 0.54	8,80 $\pm$ 0.30	3.05
	Galli birey-yaprak	29,17 $\pm$ 0.31	10,17 $\pm$ 0.26	2.87

**Tablo 2.** *R. canina*'nın galli ve galsiz bireylerindeki (kontrol grubu), karotenoid miktarları ( $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık), toplam klorofil miktarları ( $\mu\text{g/g}$  yaş ağırlık) ve Toplam Klorofil/Karotenoid Oranları.

AYLAR	BİTKİ KISMI	Karotenoid	Toplam Klorofil Miktarı	Toplam Klorofil/Karotenoid Oranı
HAZİRAN	Galsiz birey-yaprak	7,65 $\pm$ 0.22	17,01 $\pm$ 0.14	4.45
	Galli birey-yaprak	6,22 $\pm$ 0.04	14,63 $\pm$ 0.90	4.70
TEMMUZ	Galsiz birey-yaprak	7.31 $\pm$ 0.04	17,55 $\pm$ 0.31	4.80
	Galli birey-yaprak	7.77 $\pm$ 0.08	18,95 $\pm$ 0.22	4.88
AĞUSTOS	Galsiz birey-yaprak	7.25 $\pm$ 0.08	17,78 $\pm$ 0.42	4.90
	Galli birey-yaprak	7.79 $\pm$ 0.14	19,67 $\pm$ 0.29	5.05

Kl-a miktarı bakımından galli ve galsiz bireyler (kontrol grubu) aylara göre karşılaştırıldığında; gal gelişiminin daha başlamadığı Haziran ayında, galli bireylerin yapraklarındaki Kl-a miktarı, kontrol grubuna göre daha düşük iken, gal gelişiminin başladığı Temmuz ayında ve gal olgunlaşmasının devam ettiği Ağustos ayında ise daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir (Tablo 1, Şekil 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18).

Kl-b miktarı bakımından galli bireyler ve kontrol grubu karşılaştırıldığında ise; Haziran ayında kontrol grubunda Kl-b miktarı daha yüksektir (Tablo 1, Şekil 7, 8, 19). Temmuz ayında ise gal gelişiminin başlamasıyla birlikte, galli bireylerdeki Kl-b miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek seviyede olduğu saptanmıştır (Tablo 1, Şekil 9, 10, 19). Gal olgunlaşmasının devam ettiği Ağustos ayında ise, galli bireylerin Kl-b miktarı daha yüksektir (Tablo 1, Şekil 11, 12, 19).

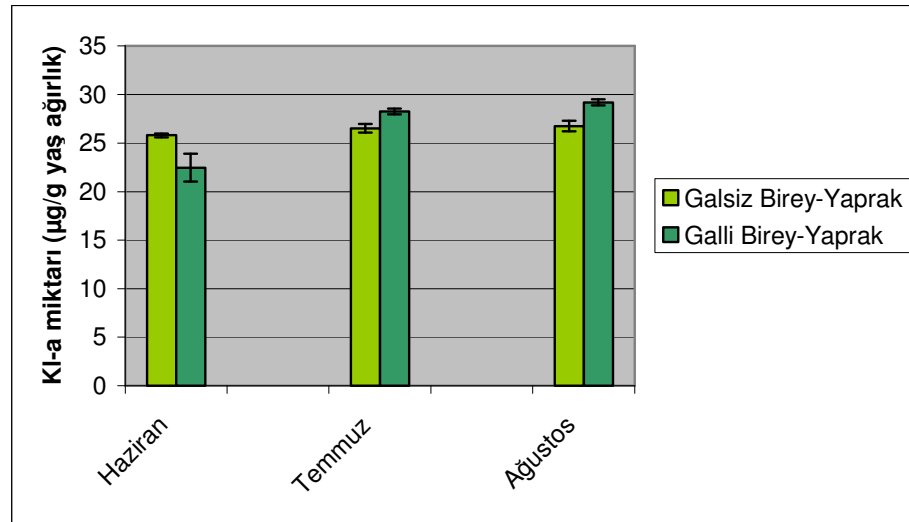
Haziran ayında Kl-a/Kl-b oranı galli ve galsiz bireylerde önemli bir farklılık göstermezken, Temmuz ve Ağustos aylarında bu oran galli bireylerde daha düşük düzeylerde olmuştur (Tablo 1). Dolayısıyla Kl-b nin Temmuz ve Ağustos aylarında, gal gelişimiyle birlikte arttığını göstermektedir.

Kontrol grubu ve galli bireyler karotenoid miktarı bakımından aylara göre karşılaştırıldığında, Haziran ayında kontrol grubundaki karotenoid miktarının, galli bireylere göre daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2, Şekil 20). Temmuz ayında ise gal oluşumuyla birlikte (Şekil 10), galli bireylerde karotenoid miktarının kontrol grubuna göre

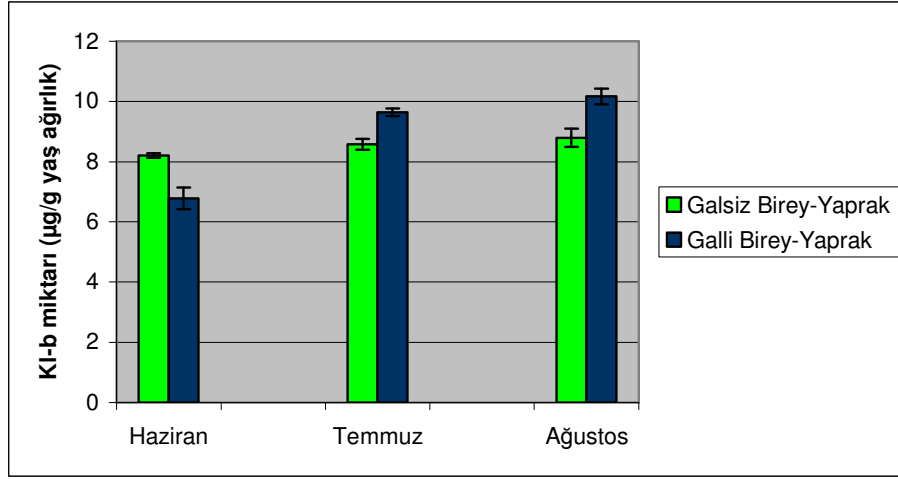
daha yüksek seviyede olduğu saptanmıştır. Ağustos ayında ise yine galli bireylerin yapraklarında bulunan karotenoid miktarı kontrol grubuna göre daha yüksek seviyededir (Tablo 2, Şekil 20).

Sonuç olarak; gal gelişiminin başlamasıyla birlikte Temmuz ve Ağustos aylarında galli bireylerin yapraklarındaki Kl-a, Kl-b ve karotenoid miktarının kontrol grubuna göre arttığı saptanmıştır (Tablo 1, 2, Şekil 21.)

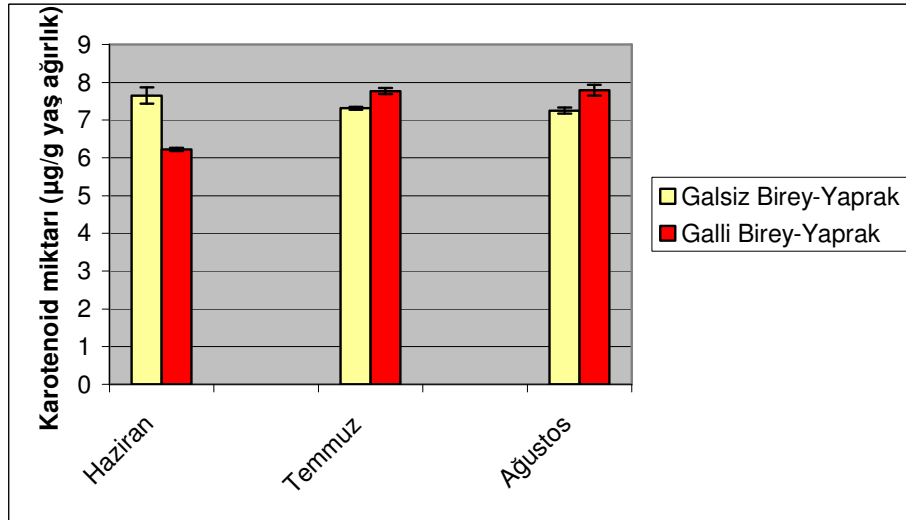
Toplam klorofil/karotenoid oranında, Haziran, Temmuz aylarında önemli bir farklılık bulunmazken, Ağustos ayında galli bireylerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).



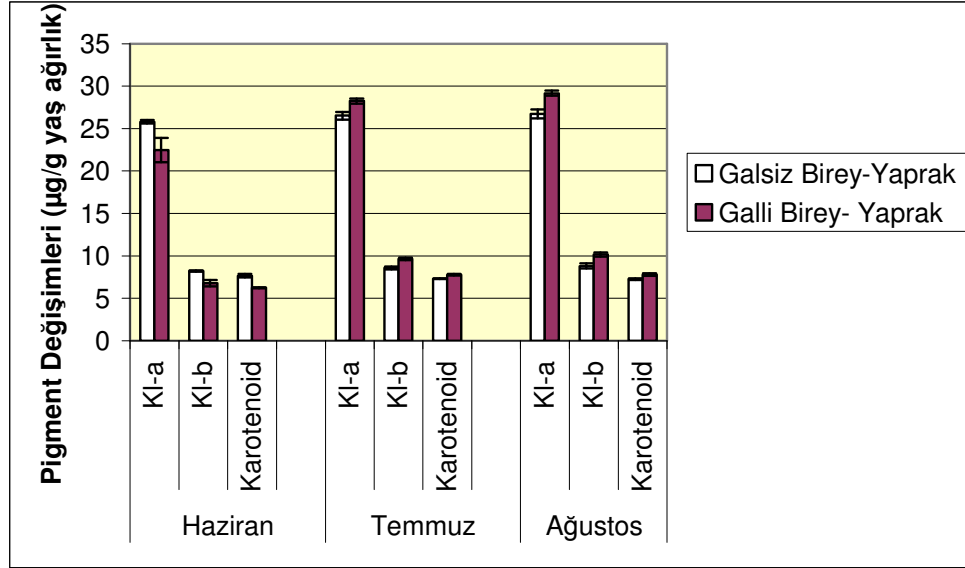
Şekil 18. Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre Kl-a değişimi (µg/g yaş ağırlık)



Şekil 19. Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre KI-b değişimi (µg/g yaş ağırlık)



Şekil 20. Galli ve galsiz bireylerin yapraklarında aylara göre karotenoid miktarı değişimi (µg/g yaş ağırlık)



Şekil 21. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında *R. canina*'nın galli ve galsiz bireylerinin yapraklarındaki Kl-a, Kl-b ve Karotenoid miktarları (µg/g yaş ağırlık)

### 3.2.2. *Rosa canina*'nın Galli ve Galsiz Bireylerinin Yaprak ve Meyvalarında Karbonhidrat Değişimleri

Galli ve galsiz bireylerin şeker miktarı değişimleri karşılaştırıldığında, şu sonuçlar elde edilmiştir; Haziran ayında galsiz bireylerin yapraklarındaki şeker miktarları, galli bireylerin yapraklarındaki şeker miktarından daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Temmuz ve Ağustos aylarında ise galli bireylerin yapraklarındaki şeker miktarının gal oluşumu ile birlikte galsiz bireylerinkinden oldukça yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 3, Şekil 22).

Nişasta içeriği ise Haziran ayında galli bireylerin yapraklarında galsiz bireylere göre daha fazla iken Temmuz ve Ağustos aylarında galsiz bireylerin yapraklarında galli bireylerin yapraklarından daha yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3, Şekil 24).

Temmuz ayında ise galli bireylerin yapraklarındaki şeker miktarının gal oluşumu ile birlikte, Haziran ayının aksine galsiz bireylerinin yapraklarındaki şeker miktarından daha yüksek olduğu bulunmuştur (Tablo 3, Şekil 22).

Temmuz ve Ağustos ayında toplanan meyva örnekleri galsiz birey meyva, galli birey-galsiz meyva ve galli birey-galli meyva şeklinde gruplara ayrılmış, Temmuz ayında toplanan meyva örneklerinde en yüksek şeker içeriği sırasıyla galli birey-galsiz meyva ve

galli birey-galli meyvalarda olmuşken, Ağustos ayında ise en az şeker içeriği galli birey-galli meyvalarda tespit edilmiştir (Tablo 3, Şekil 22). Galsiz bireylerin meyvalarındaki şeker miktarının ise her iki gruba göre daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3, Şekil 22). Nişasta miktarının ise, Haziran ayının aksine galli bireylerin yapraklarında daha yüksek seviyede olduğu bulunmuştur (Tablo 3, Şekil 23).

Nişasta miktarının ise Temmuz ayında galli birey-galsiz meyve ve galli birey-galli meyvede kontrole göre yüksekken, Ağustos ayında galli birey-galli meyvede en düşük düzeyde olmuştur (Tablo 3, Şekil 24).

Ağustos ayında, galli meyvelerde hem şeker hem de nişasta içeriğindeki düşüş, karbonhidratların gal oluşturu larvaların gelişimi sırasında tüketildiğini göstermektedir. Dolayısıyla bu durum, beslenme hipotezini destekler niteliktedir.

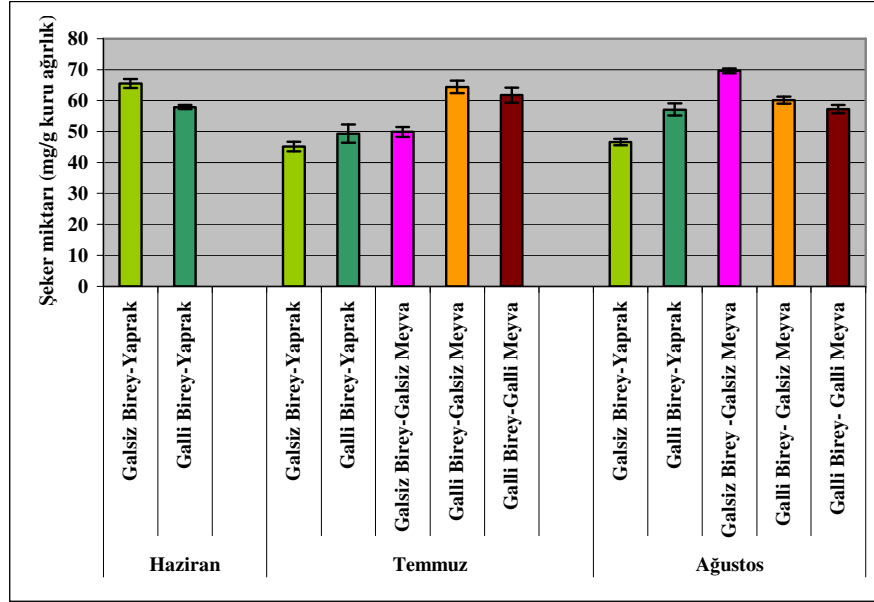
Toplam karbonhidrat değişimi açısından karşılaştırma yapıldığında ise, Haziran ayında galli bireylerin yapraklarındaki toplam karbonhidrat değişiminin kontrol grubundan farklı olmadığı saptanmıştır. Temmuz ayında ise kontrol grubunun yapraklarındaki total karbonhidrat miktarı daha yüksek seviyededir (Tablo 3). Kısacası; Temmuz ayında meyva gali oluşumuyla birlikte galli bireylerin yapraklarındaki total karbonhidrat miktarında bir artış olmamıştır. Aksine bu ayda, Haziran ayına göre hem kontrol grubundaki hem de galli bireylerin yapraklarındaki total karbonhidrat değerleri daha düşük seviyededir. Bu sonuçlara sebep olarak; meyva gelişiminin başlamasıyla birlikte yapraklardan meyvalara metabolik ürün akışı gösterilebilir.

Temmuz ayının meyva örneklerindeki, total karbonhidrat değişimine baktığımızda ise; en yüksek değer galli bireylere ait galsiz meyvalarda olduğunu saptadık (Tablo 3). Galli bireylerin galli meyvalarındaki total karbonhidrat miktarının, aynı bireylerin galsiz meyvalarından daha düşük olmasının sebebi, larvanın beslenmesi sonucu oluşan tüketime bağlanabilir. Bu ayda meyvalar içerisinde toplam karbonhidrat değişimi açısından en düşük değer galsiz bireylerin meyvalarına aittir (Tablo 3).

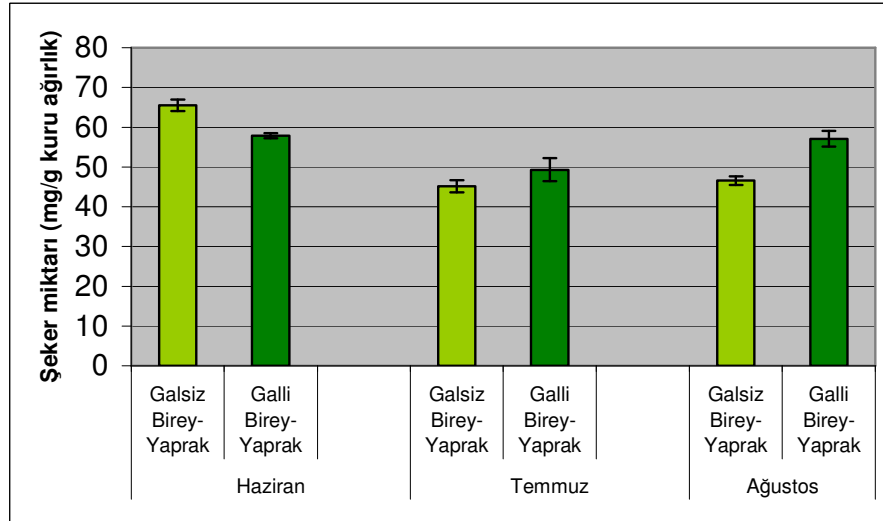
Ağustos ayında alınan yaprak örneklerinde, en yüksek total karbonhidrat değeri galli bireylerin yapraklarında saptanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** *R. canina*'nın galli ve galsiz bireylerinde aylara göre şeker, nişasta ve toplam karbonhidrat değişimleri (mg/g kuru ağırlık) (Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir)

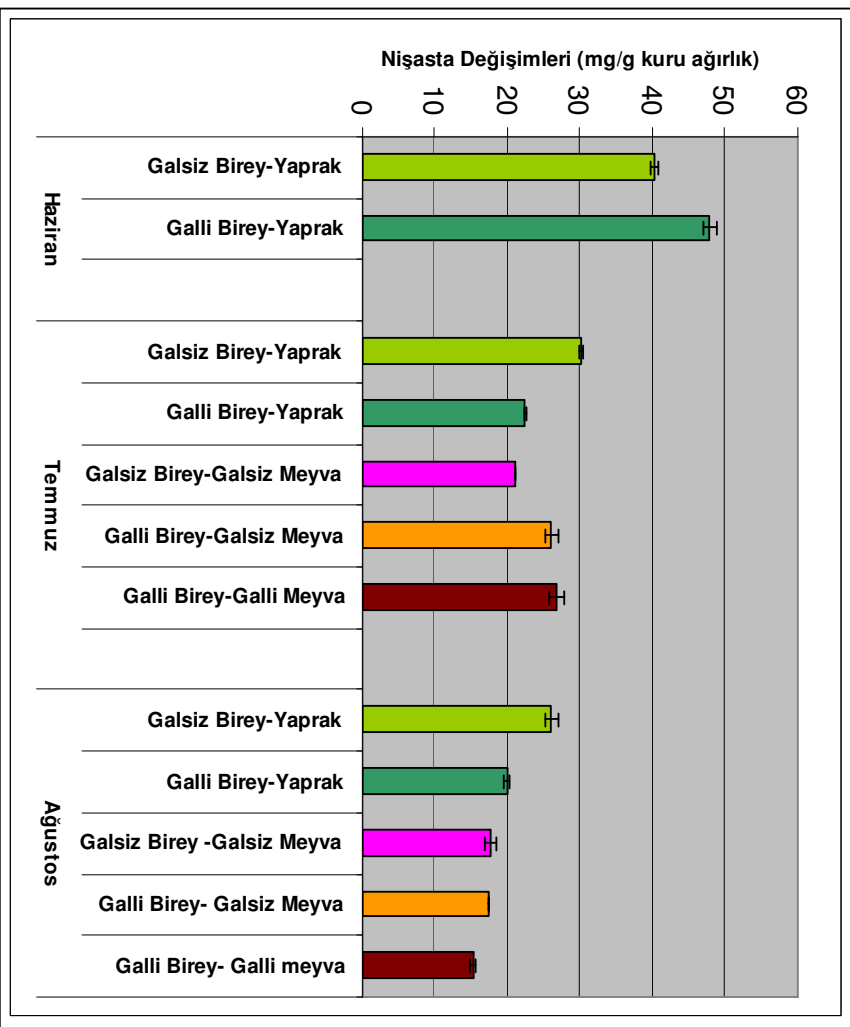
AYLAR	BİTKİ KISIMLARI	ŞEKER MİKTARI DEĞİŞİMİ	NİŞASTA MİKTARI DEĞİŞİMİ	TOPLAM KARBONHİDRAT MİKTARI DEĞİŞİMİ
Haziran	Galsiz Birey-Yaprak	65.52 $\pm$ 1.48	40.28 $\pm$ 0.62	105.80 $\pm$ 2.10
	Galli Birey-Yaprak	57.91 $\pm$ 0.63	47.91 $\pm$ 0.93	105.82 $\pm$ 1.56
Temmuz	Galsiz Birey- Yaprak	45.13 $\pm$ 1.53	30.15 $\pm$ 0.32	75.28 $\pm$ 1.85
	Galli Birey- Yaprak	49.33 $\pm$ 2.93	22.41 $\pm$ 0.07	71.74 $\pm$ 3.00
	Galsiz Birey- Meyva	49.89 $\pm$ 1.59	20.96 $\pm$ 0.04	70.85 $\pm$ 1.63
	Galli Birey- Galsiz Meyva	64.41 $\pm$ 1,98	26.09 $\pm$ 1.01	90.50 $\pm$ 2.99
	Galli Birey- Galli Meyva	61.71 $\pm$ 2.42	26.75 $\pm$ 0.94	88.46 $\pm$ 3.36
Ağustos	Galsiz Birey- Yaprak	46,56 $\pm$ 1.07	26.06 $\pm$ 0.98	72.62 $\pm$ 2.05
	Galli Birey- Yaprak	57,11 $\pm$ 1.98	19.88 $\pm$ 0.47	76.99 $\pm$ 2.45
	Galsiz Birey- Meyva	69,65 $\pm$ 0.77	17.66 $\pm$ 0.79	87.31 $\pm$ 1.56
	Galli Birey- Galsiz Meyva	60,13 $\pm$ 1.13	17.42 $\pm$ 0.11	77.55 $\pm$ 1.24
	Galli Birey- Galli Meyva	57,27 $\pm$ 1.31	15.25 $\pm$ 0.43	72.52 $\pm$ 1.74



Şekil 22. Rosa canina L.'nin galli ve galsiz bireylerinde yaprak ve meyvada aylara göre şeker değişimleri (mg/g kuru ağırlık)



Şekil 23. Rosa canina L.'nin galli ve galsiz bireylerinin yapraklarındaki şeker değişimleri (mg/g kuru ağırlık)



**şekil 24.** *R. canina* 'nın galli ve galsiz bireylerinde yaprak ve meyvada aylara göre nişasta değişimleri (mg/g kuru ağırlık)

### 3.2.3. Kuru Ağırlık Değişimleri

Haziran ayında kontrol grubunun yapraklarındaki kuru ağırlık içeriği, galli bireylerin yapraklarına göre daha yüksektir (Tablo 4). Bu farklılık şeker miktarındaki artışla paralellik göstermektedir (Tablo 3, Şekil 22, 23). Temmuz ayında ise galli bireylerin yapraklarındaki kuru ağırlık miktarının, kontrol grubuna göre yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Meyva örneklerinde ise, en yüksek değer galsiz birey meyvada saptanmıştır. Galli bireylerin galli meyvalarının kuru ağırlık içeriği ise aynı bireylerin galsiz meyvalarına göre daha yüksek seviyededir (Tablo 4).

Ağustos ayında yapraklardaki en yüksek kuru ağırlık içeriği Temmuz ayına paralel olarak yine galli bireylerin yapraklarında saptanmıştır (Tablo 4).

Bu ayın meyva örneklerinde ise en yüksek değer galli bireylerin galsiz meyvalarına aittir (Tablo 4). En düşük değer, galsiz bireylerin meyvalarında saptanmıştır (Tablo 4).

Genel olarak kuru ağırlık içeriğindeki değişimle şeker miktarındaki değişim arasında benzerlik bulunmaktadır (Tablo 3, 4).

**Tablo 4.** Galli ve galsiz bireylere ait aylara göre kuru ağırlık değişimleri (%)

AYLAR	BİTKİ KISIMLARI	TOPLAM KURU AĞIRLIK DEĞİŞİMLERİ (%)
Haziran	Galsiz Birey-Yaprak	42.73 ± 0,04
	Galli Birey-Yaprak	39,64 ± 0,09
Temmuz	Galsiz Birey- Yaprak	40,62 ± 0,04
	Galli Birey- Yaprak	42,40 ± 0,02
	Galsiz Birey- Meyva	25,07 ± 0,03
	Galli Birey-Galsiz Meyva	23,88 ± 0,03
	Galli Birey- Galli Meyva	24,21 ± 0,01
Ağustos	Galsiz Birey- Yaprak	48,79 ± 0,03
	Galli Birey- Yaprak	52.75 ± 0,06
	Galsiz Birey- Meyva	40,64 ± 0,04
	Galli Birey- Galsiz Meyva	43,51 ± 0,03
	Galli Birey- Galli Meyva	41.66 ± 0,07

#### 3.2.4. *Rosa canina*'nın Galli ve Galsiz Bireylerinden Toplanan Yaprak ve Meyvaların Aylara Göre Prolin Miktarındaki Değişimleri:

*Rosa canina*'nın galli ve galsiz bireyleri karşılaştırıldığında, prolin birikimi ile gal oluşumu arasında bir ilişki bulunmuştur. Aylara göre karşılaştırma yapıldığında ise; Haziran ayında gal oluşumu tam anlamıyla başlamadığı için (Şekil 8) galli bireylerin yapraklarındaki

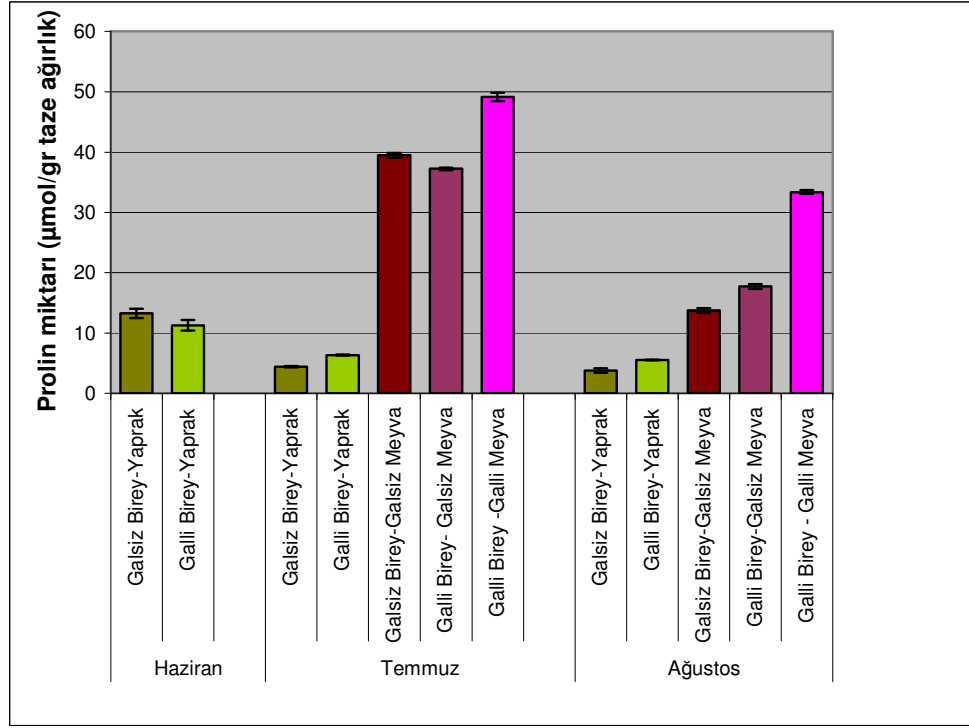
prolin miktarı, galsiz bireylerin yapraklarındaki prolin miktarından daha düşük düzeyde olduğu bulunmuştur (Tablo 5, Şekil 25, 26).

Temmuz ayında ise, gal oluşumunun başlamasıyla (Şekil 10) beraber galli bireylerin yapraklarındaki prolin miktarının, galsiz bireylerin yapraklarındaki prolin miktarından daha fazla olduğu saptanmıştır (Tablo 5, Şekil 25, 26). Bu ayda galsiz bireylerin galsiz meyvalarındaki prolin miktarı galli bireylerin galsiz meyvalarından daha düşük bulunmuştur. Buna karşılık, bu ayda galli bireylerin galli meyvalarındaki prolin miktarı, hem galli bireylerin galsiz meyvalarından, hemde galsiz bireylerin galsiz meyvalarından daha yüksek değerdedir (Tablo 5, Şekil 24).

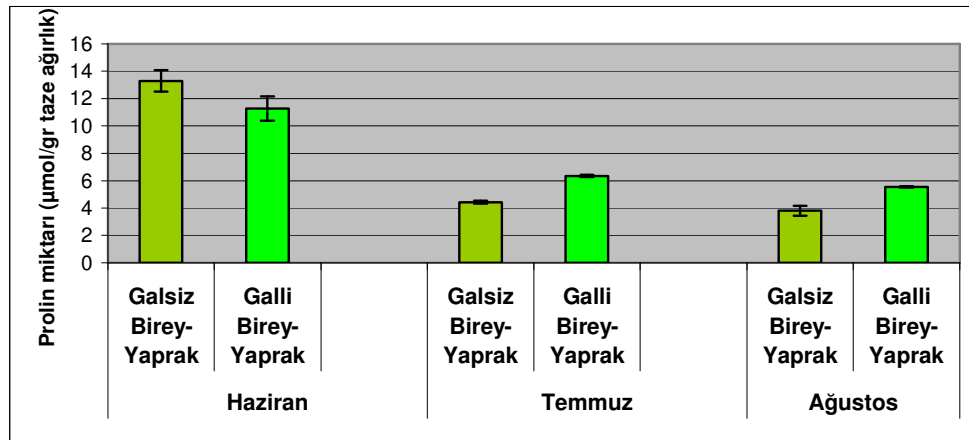
Ağustos ayında ise, gallerin oluşum süreci devam ederken, yine Temmuz ayına paralel olarak galli bireylerin yapraklarındaki prolin miktarı, galsiz bireylerin yapraklarındaki prolin miktarından daha yüksektir (Tablo 5, Şekil 25, 26). Ancak bu ayda, galsiz bireylerin galsiz meyvalarındaki prolin miktarı hem galli bireylerin galsiz meyvalarındaki hemde galli bireylerin galli meyvalarındaki prolin miktarından daha düşük düzeyde olduğu bulunmuştur. Yine bu ayda Temmuz ayına paralel olarak galli bireylerin galli meyvalarındaki prolin miktarı galli bireylerin galsiz meyvalarındaki prolin miktarından daha yüksek seviyededir (Tablo 5, Şekil 25).

**Tablo 5.** Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında *R. canina* L'nın galli ve galsiz bireylerinin bitki kısımlarındaki prolin miktarları ( $\mu\text{mol/gr}$  taze ağırlık)  
(Değerler üç tekrarın ortalaması  $\pm$  standart hata olarak verilmiştir.)

AYLAR	BİTKİ KISMI	PROLİN MİKTARI
HAZİRAN	Galsiz Birey- Yaprak	13.28 $\pm$ 0.78
	Galli Birey- Yaprak	11.27 $\pm$ 0.88
TEMMUZ	Galsiz Birey - Yaprak	4.42 $\pm$ 0.10
	Galli Birey- Yaprak	6.34 $\pm$ 0.09
	Galsiz Birey-Galsiz Meyva	39.50 $\pm$ 0.40
	Galli Birey- Galsiz Meyva	37.23 $\pm$ 0.21
	Galli Birey- Galli Meyva	49.14 $\pm$ 0.70
AĞUSTOS	Galsiz Birey- Yaprak	3.79 $\pm$ 0.36
	Galli Birey- Yaprak	5.53 $\pm$ 0.04
	Galsiz Birey- Galsiz Meyva	13.75 $\pm$ 0.37
	Galli Birey- Galsiz Meyva	17.72 $\pm$ 0.38
	Galli Birey- Galli Meyva	33.37 $\pm$ 0.33



Şekil 25. Galli ve gallsız bireylere ait bitki kısımlarında aylara göre prolin miktarındaki değişimler (µmol/gr taze ağırlık).



Şekil 26.. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında galli ve gallsız bireylerin yapraklarındaki prolin miktarındaki değişimler (µmol/gr taze ağırlık).

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Konakçı bitki dokularının baskılanması veya bu dokuların büyüme, farklılaşma, gelişiminin engellenmesi yoluyla virüsler, bakteriler, mantarlar, nematodlar, keneler veya böcekler tarafından oluşturulan galler, bitki tümör türlerinin en iyi bilinen tipleridir. Konakçı bitki dokularında gal yapıcılara tepki olarak oluşan birçok değişiklik saptanmıştır. Bu değişiklikler, pH, polarite, nükleer ve nükleolar hipertropideki değişimleri, serbest aminoasit ve şekerlerde artışı, amilaz, proteaz, ve diğer hidrolitik enzimlerin üretilmesini kapsamaktadır (Mani, 1992; Rohfritsch, 1992).

Böcek galleri bütün bitki kısımlarında bulunmasına rağmen, bu gallerin %75'inden daha fazlası bitki yapraklarının üzerinde bulunmaktadır (Dreger-Jauffret ve Shorthouse, 1992; Yang ve Tung, 1998). Nitekim araştırmaların çoğu da, yaprak gallerinin bitkide meydana getirdiği fizyolojik değişimler üzerinedir. Araştırmamıza konu olan *R.canina* L. bitkisinde gal oluşumu, meyva üzerinde oluşan bir gal çeşidi olup, bu bitki üzerinde gal oluşumuyla birlikte meydana gelen fizyolojik değişiklikler araştırılmıştır.

Bitkilerin her türlü stres koşuluna karşı aynı tepkiyi göstermesi elbetteki beklenemez. Nitekim bizim çalışmamıza konu olan gal oluşumu biyotik stres koşulları içine girmektedir ve yaptığımız çalışmada Temmuz ve Ağustos aylarında gal oluşumuyla birlikte *R.canina*'nın yapraklarında Kl-a, Kl-b ve karotenoid oranında artış olduğu bulundu (Tablo1, 2, Şekil 18, 19, 20, 21). Gal yapıcıların, konakçı fotosentezi üzerine olan etkileri üzerinde genel bir görüş birliği oluşmamıştır. Nitekim yapılan çalışmalarda bu etkinin pozitif veya negatif yönde gerçekleştiği öne sürülmüştür (Andersen ve Mizell, 1987; Fay et al., 1993; Bagatto et al., 1996; Larson, 1998). Fay ve Ark.(1992) *Silphium integrifolium* üzerinde *Antistrophus silphii* tarafından oluşturulan cynipid yaban arısı gallerinin fotosentezi, stomatal iletimi ve ksilem su potansiyelini artırdığını belirtmişlerdir. Bu çalışmaya paralel olarak pigment ve karbonhidrat değişimlerinden elde ettiğimiz sonuçlara göre gal oluşumunun konakçı bitkide, fotosentez oranını artırdığı düşünülebilir.

Yang ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, *Machilus thunbergii* Sieb & Zucc (Lauraceae)'nin enfekte olmuş yapraklarında Kl-a/Kl-b oranının 2.8 olduğu bulunmuştur. Kramer ve Kozłowski (1979) normal bir bitkideki Kl-a miktarının, Kl-b'nin 2.3-2.5 katı olduğunu bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada galli ve galsiz bireylere ait yapraklardaki bu oranlar 2.8-3.3 arasında değişmektedir (Tablo 2) ve sağlıklı bir bitkideki oranlarla benzerlik göstermektedir. Bulduğumuz sonuçlara göre Haziran ayında galli bireylerde bu oranın yüksek olması, bu bireylerde Kl-a'nın, Kl-b den daha hızlı sentezlendiğini veya Kl-b nin, Kl-a'dan daha hızlı yıkıldığı fikrini uyandırmaktadır. Gal

oluşumuyla birlikte Temmuz ayında (Şekil 10) galli bireylerdeki Kl-a/Kl-b oranının kontrol grubuna göre daha düşük bir değer alması da Kl-b nin Kl-a dan daha hızlı sentezlendiğini düşündürmektedir. Gal olgunlaşmasının devam ettiği Ağustos ayında da Temmuz ayına paralel bir durum ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

Sağlıklı bir bitkideki toplam klorofil/ karotenoid oranının 4.8 olduğu bildirilmiştir (Goss J., 1972). Elde ettiğimiz toplam klorofil/karotenoid oranları da sağlıklı bitkiyle paralellik göstermektedir. Bununla birlikte, galli bireyler ve kontrol grubu arasında bu oran açısından önemli bir farklılık olmakla birlikte, gal oluşumuyla birlikte anlamlı bir farklılık saptamadık (Tablo 2). Ancak şunu belirtebiliriz ki, gal gelişiminin başladığı Temmuz ayında bu oranlar birbirine çok yakın bir değer almıştır. Haziran ve Ağustos aylarında ise galli bireylerde bu oran daha yüksektir (Tablo 2). Galli bireylerde bu oranın yüksek olması karotenoid yıkımının bu bireylerde daha hızlı olduğu fikrini uyandırabilir.

Biyotik stres koşullarının yapraklardaki şeker miktarını nasıl etkilediği bir çok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Sárdi ve ark. (1999)'nın yaptıkları bir çalışmada fasulye yapraklarının *Pseudomonas savastanoi* pv. *Phaseicola* tarafından enfeksiyonundan sonra yapraklarda glukoz konsantrasyonunda azalma olduğu bulunmuştur. Gal oluşumu bitkiler için biyotik stres etkenidir ve yaptığımız çalışmada gal oluşumuyla birlikte Temmuz ayında (Şekil 10), galli bireylerin yapraklarındaki şeker miktarının daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 3, Şekil 22). Nitekim gal gelişiminin olmadığı Haziran ayında (Şekil 7,8) ise kontrol grubunun yapraklarındaki şeker miktarı daha yüksek olduğu bulundu (Tablo 3).

Meyva örneklerinde ise, en yüksek şeker içeriği Temmuz ayında (Şekil 9,10) galli bireylerin galsiz meyvalarında bulundu (Meyvaların kontrol grubunun meyvalarına göre daha yüksek şeker miktarına sahip olması, bu meyvaların daha önce olgunlaştığı şeklindeki gözlemimizi destekler niteliktedir). Meyva olgunlaşması, hücre çeperlerinin enzimatik yıkımı, nişasta hidrolizi, şeker birikimi ve organik asitlerin ve tanenler dahil organik bileşiklerin kaybolmasından kaynaklanan yumuşamayı, klorofil kaybıyla birlikte renk değişimini içerir (Bidwell, 1979). Burada meyvanın galli bireylerde daha çabuk olgunlaşması, meyvanın olgunlaşmasını hızlandıran etilenin sentezinin bu bireylerde arttığı fikrini uyandırabilir.

Scareli-Santos (2002) un yaptığı bir çalışmada iki farklı gal yapıcısının konakçı bitkileri üzerinde meydana getirdiği kimyasal ve morfolojik değişiklikler incelenmiş ve bu iki türün konakçıları üzerinde farklı etkiler oluşturdukları saptanmıştır. Özellikle Price ve ark. (1986, 1987) tarafından önerilen beslenme hipotezi bu çalışmada test edilmiş ve bu hipotez ile gal oluşumu arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Yaptığımız çalışmada özellikle gal olgunlaşmasının hızlandığı Temmuz ve Ağustos aylarında galli meyvalarındaki şeker miktarındaki düşüşün beslenme hipotezini destekler nitelikte olduğunu düşünmekteyiz.

Larvanın gelişimiyle birlikte besin ihtiyacının artması da bu düşüşün sebebi olabilir (Tablo 3, Şekil 22).

Yang ve Ark. (2003) *Machilus thunbergii* Sieb & Zucc (Lauraceae) konakçı bitkisinin enfekte olmuş yapraklarında ve olgun gallerinin tilakoid morfolojisi, pigment protein kompleksleri, klorofil biyosentez ve bozunum yollarının karşılaştırılmasına yönelik yaptıkları bir çalışmada gal oluşumu boyunca gallerin pigment-protein komplekslerinin fazla miktarda bulunmadığını, çünkü bazı bileşenlerin gal oluşumuyla birlikte kaybedildiğini öne sürmüşlerdir. Yine bu araştırmacılar, bu çalışmada klorofilin bozunum yollarının gallerde ve enfekte olmuş yapraklarda farklı yollardan olduğunu tespit etmişlerdir.

Yüksek bitkiler üzerindeki böcek galeri üzerine çok sayıda araştırma ve tanımlayıcı kaynak birikmesine rağmen (Felt, 1940), galin oluşum ve gelişim fizyolojisi üzerine olan bilgilerimiz yetersiz kalmaktadır. Bununla birlikte gal oluşumuna böcek orijinli bir kimyasal bileşiğin sebep olduğu kabul edilmektedir (Plumb,1953). Çoğu araştırmacı böyle böceklerin organlarının veya gal yapıcı böceklerin özütlerinin bitki dokularında anormal büyümeye neden olduklarını bulmuşlardır (Anders, 1958; Leatherdale, 1955; Lewis ve Walton, 1947; Lewis ve Walton 1958; Martin, 1942; Parr 1939). Leatherdale (1955) çalışmalarında gal yapıcıların böyle farklı özütlerini hazırlamıştır. Bu araştırmacı *Urtica dioica*'nın olgunlaşmamış yapraklarına *Dasyneura urticae*'nin özütünü çok ince bir iğne yardımıyla enjekte etmiştir. Bütün böcek ekstraksiyonun enjeksiyonunda 150 denemenin yalnızca 12'si, larva başının ekstraksiyonunun enjeksiyonunda 50 denemenin 9'u anormal büyümeye neden olmuştur. Sadece suyun uygulandığı kontrol grubunda ise anormal büyüme gözlenmemiştir. Gerçekte böyle enjeksiyonlar tabii ki gerçekleşmemektedir, ancak tipik gal üretimleri, belirsiz sürpriz bir şekilde de olmamakta, büyük bir olasılıkla gal oluşumu deneysel aşamaları gerçekleştirilmeyecek kadar güç olan bir yolla, uygun kimyasalların doğru miktarda ve doğru yere bırakılmasıyla mümkün olmaktadır (Felt, 1940). Nitekim yaptığımız gözlemlerde de özellikle meyva üzerinde belli bölgeler üzerinde oluşan kahverengi küçük noktaların *Diplolepis mayri*'nin ovipozitörü yardımıyla yumurtasını bıraktığı enjeksiyon bölgeleri olduğunu düşünmekteyiz (Şekil 16). Yine yaptığımız gözlemlerde bu bölgelerin çevresinden meyvanın parçalandığını da gözlemledik.

Vuorisalo ve ark. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada gelişen gal ve yaprak arasındaki metabolik ürün rekabeti sonucu galli sürgünlerde yaprak dökülmesinin gallerin performansındaki artışı dolaylı olarak artırdığı belirtilmiştir. Özellikle Eylül ayında yaptığımız gözlemlerde galli meyvaların bulunduğu sürgünlerde bu tip yaprak dökülmelerine rastlamamız bu çalışmayı destekler niteliktedir (Şekil 14).

Yüksek bitkilerde farklı çevresel stres koşullarında L-prolinin (Prolin)'in biriktiği birçok çalışmada gösterilmiştir (Delauney ve Verma, 1993; Rhodes ve ark., 1986; Savoure ve ark., 1997; Xin ve Browse, 1998; Saradhi ve ark., 1995). Prolin, hidrofilik bir aminoasittir ve yüksek hidrofilik değerler daha iyi enzim-substrat reaksiyonuna neden olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, Grote ve Claussen (2001) biyotik ve abiyotik faktörlerin oluşturduğu stres koşullarının domates yapraklarındaki prolin içeriğini artırdığını saptamışlardır. .

Yoshitaka ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada gal içerisinde yaşayan aphidlerin artan performansı ile birlikte yapraklardaki proteinlerin parçalanma hızında bir artış olduğu saptanmıştır.

Biyotik stres koşullarında, bitkide stres koşullarına tepki olarak prolin biriktiğini gösteren çok az çalışma bulunmaktadır. Üzüm yaprakları üzerinde oluşan *Phylloxera* gallerinin ve yapraklarının doku kültürleriyle yapılan bir çalışmada gal ekstraktlarının yaprak ekstraktlarından daha fazla prolin içerdiği saptanmıştır (Warick ve Hildebrandt, 1965). Özellikle gal oluşumuyla prolin birikimi arasındaki ilişkiyi gösteren çok az çalışmanın bulunması, çalışmamızın bu alandaki önemini ortaya koymaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlarda, gal oluşumuyla prolin birikimi arasında hem yapraklarda hem de meyvalarda anlamlı bir ilişki bulunmuştur ve özellikle galli bireylerin galli meyvalarında bu birikimin oldukça yüksek düzeyde olması konakçı bitkimizde stres merkezinin bu bölge olduğu fikrini de uyandırmaktadır (Tablo 5, Şekil 9, 10, 25, 26). Ayrıca, yaptığımız çalışmada Ağustos ayında galli meyvalardaki prolin miktarının yüksek olması, yukarıda bahsettiğimiz Warick ve Hildebrandt (1965) tarafından yapılan çalışmayı destekler niteliktedir.

Thompson ve ark. (1966) tarafından yapılan bir çalışmada prolin birikimi ve karbonhidrat metabolizması arasındaki ilişkiye değinilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre solmuş yapraklarda prolin birikimi için nişasta veya şekerlerin bulunmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle bu çalışmada, belli oksidatif şeker metabolizması inhibitörleri ve anaerobik yolla prolin birikiminin önlenmesi durumunda, bu yapraklarda şekerlerin oksitlenmesiyle prolin sentezi için gerekli karbon iskeletlerinin sağlandığına dikkat çekilmiştir. Yaptığımız çalışmada, özellikle yapraklarda prolin birikimi ile şeker birikimi arasında doğrusal bir ilişkinin varlığı, yukarıdaki çalışmayı desteklemektedir.

Yapılan araştırmaların çoğu gal yapıcı böceklerin ve bu böceklerin oluşturduğu gallerin anatomisi ve morfolojisi üzerine odaklanılırken (Meyer, 1987; Dreger-Jauffret ve Shorthouse, 1992; Williams, 1994), bitkide meydana getirdiği fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler üzerine çok az çalışma bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada *Rosa canina* L.'nin galli ve

galsiz bireylerinde pigment, karbonhidrat ve prolin miktarı değişimlerinde önemli farklılıklar saptayarak bu alanda bir adım atıldığını düşünmekteyiz.

## 5. KAYNAKLAR

ABRAHAMSON, W.G. & WEIS, A.E. 1987. Nutritional ecology of arthropod gallmakers. *Nutritional Ecology of Insects, Mites, and Spiders* (ed. by J. G. Rodriguez and F. Slansky, Jr), pp. 235–258. Wiley, New York.

ANDERS, F. 1958. Aminosäuren als gallenerregende Stoff der Reblaus ( *Viteus* (Phylloxera) *vitifolii* Shimer). *Experientia* 14:62-63.

ANDERSEN P.C, MIZELL, R.F. 1987. Physiological effects of galls induced by *Phylloxera notabilis* (Homoptera: Phylloxeridae) on pecan foliage. *Environ Entomol* 16: 264-268.

ARRILLAGA J.G. 1949. Formation of galls in stems and leaves of sugar cane in response to injections of growth- regulating substances. *Phytopathology* 39, 489-493.

ASPINALL, D. and PALEG, L.G.1981. Proline accumulation: physiological aspects. In: PALEG, L.G. and ASPINALL, D. eds, *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Academic Pres, New York, 205-241.

BAGATTO, G., PAQUETTE C. & . SHORTHOUSE, J.D. 1996. Influence of galls of *Phanacis taraxaci* on carbon partitioning within common dandelion, *Taraxacum officinale*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 79, 111-117.

BALCH R.E., CLARK J. & BONGA J.M. 1964. Hormonal action in production of tumors and compression wood by an aphid. *Nature* 202, 721-722.

BARNETT, N. M. and A. W. NAYLOR. 1966. Aminoacid and protein metabolism in Bermuda grass during water stres. *Plant Physiol.* 41:1222-30.

BATES, L.S., WALDREN, R.P., TEARE, I.D.1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies.*Plant and Soil*,39:205-207.

BAYER M.H. 1992. Biochemical modification of the phenotype in cynipid galls. In *Plant Galls: Organism, Interactions, Populations* (ed. M.A. J. Williams), pp. 429-446. Clarendon Pres. Oxford.

BEQUAERT, J. 1924. Galls that secrete honeydew: a contribution to the problem as to whether galls are altruistic adaptations. *Bulletin of the Brooklyn Entomological Society*, 19, 101-124.

BERLAND L. & BERNARD F. 1951. Ordre de Hymenoptères. In: *Traité de Zoologie, no.10* (ed. P. Grassé ), pp. 771-1276. Mason, Paris.

BIDWELL, K. 1979. *Physiologia Plantarum*. Vol:46. pp:299-306.

BOYSEN-JENSEN P. 1948. Formation of galls by *Mikiola fagi*. *Physiol. Plant.* 1, 95-108.

BOZCUK, S., 1986. Bitki Fizyolojisi Ders Kitabı. Hatipoğlu Yayınevi 22, I.Baskı Ankara, s: 101-106.

BRONNER R. 1992. The role of nutritive cells in the nutrition of cynipids and cecidomyiidae. In *Biology of Insect Galls* (eds J.D. Shorthouse & O. Rohfritsch ), pp. 118-140. Oxford University Press, New York.

BROWN & GARDNER F.E. 1936. Phytopathological note: galls produced by plant hormones, including a hormone extracted from *Bacterium tumefaciens*. *Phytopathology* 26, 708-713.

BYERS J.A., BREWER J.W. & DENNA D.W. 1976. Plant growth hormones in pinyon insects galls. *Marcellia*, Vol. 39, pp. 125-134.

CHU, T.M. , ASPINALL, D., PALEG, L.G.. 1976. Stress metabolism. VII. Salinity and proline accumulation in barley. *Aust. J. Plant Physiol.*, 3:219-228.

CORNELL H.V. 1983. The secondary chemistry and complex morphology of galls formed by the Cynipinae (Hymenoptera):why and how? *American Midland Naturalist* 110, 223-224.

DAVIS, P.H. 1972. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol. IV. Edinb. Un. Pres. Edinb. ISBN 0852242085, pp: 1-4.

DELAUNEY, AJ., HU CA., KISHOR PB., VERMA DP., 1993. 'Cloning of ornithine delta aminotransferase cDNA from *Vigna aconitifolia* by transcomplementation in *Escherichia coli* and regulation of proline biosynthesis.' *J Biol. Chem.* 268(25); 18673-8. PMID: 8103048.

DREGER-JAUFFRET, F. and J.D. SHORTHOUSE 1992. Diversity of gall-inducing insects and their galls. In J.D. Shorthouse and o. Rohfritsch (eds.), *Biology of insects-Induced Galls*. Oxford University Pres, Oxford, England, pp. 8-33.

EBELL, F., with method of analysis L.1970. Variation in total soluble sugars of conifer tissues *Phytochemistry*, Vol. 8, pp: 227-233.

ERKILIÇ, B, 2003. Köklenme farklılığı olan değişik *Rosa* türlerinde pigmentasyon ve inhibitor değişimlerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. C.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.

FAY, PA., HARTNETT, DC., KNAPP, A.K. 1993. Increased photosynthesis and water potentials in *Silphium integrifolium* galled by cynipid wasps. *Oecologia* 93:114-120.

FELT, E. P. 1940. *Plant Galls & Gall Makers*. Comstock Publishing Co., Ithaca, N. Y. pp.3-32.

GONÇALVES-ALVİM S.J. , VAZDOS SANDOZ M.C., FERNANDES G.W. 2001. Leaf Gall Abundance on *Avicennia germinans* (Avicenniaceae) along an interstitial Salinity Gradient *Biotropica* 33(1):69-77.

GIULIANO, G., BARTLEY G.E. and SCOLNIK, A.P., 1993. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development. *The Plant Cell*. Vol. 5, pp: 379-387

GOSS A. J. 1972. *Physiology of Plants and Their Cells*. pp:137.

HANSON, A.D., and HITZ, W.D. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 33:163-203.

HARTLEY, S.E. & LAWTON, J.H. 1992. Host plant manipulation by gall insects: a test of the nutrition hypothesis. *Journal of Animal Ecology*, 61, 113-119.

HARTLEY, S.E. 1998. The chemical composition of plant galls: are levels of nutrients and secondary compounds controlled by the gall-former? *Oecologia*, 133, 492–501.

HERMS, D.A. & MATTSON, W.J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. *Quarterly Review of Biology*, 67, 283–335.

HOOBER, J.K. 1984. Carotenoid pigment. In *chloroplast*, J.K. Hooper, ed. (New York: Plenum press), p. 56.

HU CA., DELAUNEY AJ., VERMA DP. , 1992. ' A bifunctional enzyme (delta 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase) catalyzes the first two steps in proline biosynthesis in plants.' *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* 89(19); 9354-8. PMID: 1384052.

HUNTER, M.D. 1992. A variable insect–plant interaction: the relationship between tree budburst phenology and population levels of insect herbivores among trees. *Ecological Entomology*, 16, 91–95

HUNTER, A.F. & ELKINTON, J.S. 2000. Effects of synchrony with host plant on populations of a spring-feeding lepidopteran. *Ecology*, 81, 1248–1261.

JABLONSKI J.R. & SKOOG F. 1954. Cell enlargement and cell division in excised tobacco pith tissue. *Physiol. Plant.* 7, 16-24.

KACAR, B., 1989. Bitki Fizyolojisi Ders Kitabı. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları 1153, s: 316-319

KARACA İ. 1956. Orta Anadolu Orman ve Meyve Ağaçlarında Görülen Menşei Nebati ve Hayvani Önemli Uurların Amili ve Morfolojileri Hakkında Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:84.

KOYAMA, Y., YAO I. & AKIMOTO S. 2004. Entomologia Experimentalis et Applicata. Vol 113, pp:35.

KRAMER P.J., KOZLOWSKI T.T. 1979. Phsiology of Woody Plants.pp:167.

LARSON K. C.1998 The impact of two gall-forming arthropods on the photosynthetic rates of their hosts. Oecologia 115:161-166

LAWRENCE, G.M.H., 1969. Taxonomy of Vascular Plants. The Macmillan Company. New York. 10. Baskı, pp:541-544.

LEATHERDALE D. 1955. Plant hyperplasia induced with a cell-free insect extract. Nature 175, 553-554.

LEVINE M. 1950. The growth of normal plant tissue in vitro as affected by chemical carcinogens and plant growth substances - I. The culture of carrot tap-root meristem. Am. J. Bot. 37, 445-458.

LEWIS I. F. & WALTON L. 1947. Initiation of the cone gall of witch hazel. Science 106, 419-420.

LEWIS I. F. & L. WALTON 1958. Gall formation on *Hamamelis virginiana* resulting from material injected by the aphid *Hormaphis hamamelidis*. Trans. Am. Micros. Soc. 77: 146-200. [ seen only as Biol. Abs. 33:7583 (1959) ].

LICHTENTHALER, H.K. And WELLBURN, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Botanisches institut der Universitat, Kaiserstrasse 12, Postfach 6380.

LILJEBLAD, J., and RONQUIST F. 1998. A phylogenetic analysis of higher level gall wasp relationships (Hymenoptera: Cynipidae). *Systematic Entomology*. 23:229-252.

MALPIGHI 1775. *Anatome plantarum*. 21-MANI M. S. 1964. *Ecology of plant galls*. Dr. W. Junk, Publishers, The Hague. 434p.

MANI M. S. 1964. *Ecology of plant galls*. Dr. W. Junk, Publishers, The Hague. 434p.

MANI M.S.1992. Introduction to Cecidology. In J. D. Shorthouse and O. Rohfritsch (eds.), *Biology of insect-induced galls*. Oxford University Press, Oxford, England, pp.1-7.

MARTIN J. P. 1942. Stem galls of sugar-cane induced with insect extracts. *Science* 96, 39.

MASCHINSKI, J., WHITHAM, T.G. 1989. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availability, and timing. *Am Nat* 134: 1-19.

McCALLA D.R., GENTHE M.K. & HOVANITZ W. 1962. Chemical nature of an insect gall growth factor. *Plant Physiol.* 37,98-103.

McCREA, K.D., ABRAHAMSON W.G. and WEIS A.E. 1985. Goldenrod ball gall effects on *Solidago altissima*: 14 C translocation and growth. *Ecology*. 66: 1902-1907.

McCREADY, M.R., GUGGOLZ, J., SILVIERA, V. and OWENS, S.H., 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Anal. Chemistry*. Vol. 22, pp:1156-1158.

MILES P. W. 1968 Insect secretions in plants. *Ann. Rev. Phytopath.* 6,137-164.

MONNEVEUX, P., and NEMMAR, M. 1986. Contribution to the study of drought resistance accumulation during development. *Agronomie*, 6: 583-590.

MOLIARD M. 1917. Production artificielle d'une galle. *C.r.hebd Sèanc. Acad. Sci., Paris*, 160-162, 165.

NITSCH J.P. 1968. Studies on the mode of action of auxins, cytokinins and gibberellins at the subcellular level. pp.563-580. In *Biochemistry and Physiology of Plant Growth Substances* (Edited by Wightman & G.Setterfield ) 1968. Runge Press, Ltd. Ottawa, Canada. 1642p.

NYMAN, T. & JULKUNEN-TITTO, R. 2000. Manipulation of the phenolic chemistry of willows by gall-inducing sawflies. *Proceedings of the National Academy of Science*, 97, 13184-13187.

OVERBEEK J. VAN 1966. Plant hormones and regulators. *Science* 152, 721-731.

ÖNCEL, I. 1988. The proline accumulation of some halophytes in the vicinities of the Salt Lake. *Commun. Fac. Sci. Üniv. Ank. Ser. C*, V:6, 219-225.

ÖZBEK, H. , Ş. GÜÇLÜ, G. TOZLU, 1999. Erzurum'da Kuşburnu (*Rosa canina* L. ) da zarar yapan *Diplolepis mayri* Schld. (Hymenoptera : Cynipidae )' nin biyolojisi ve doğal düşmanları. *Türk. Entomol. Derg.* , 23(1) : 39:50

PARR T. J. 1939. *Matsucoccus* sp., a scale insect injurious to certain pines in the northeast (Hemiptera-Homoptera). *J. Econ. nt.* 32, 624-630.

PLUMB G.H. 1953. Formation and development of the Norway Spruce gall caused by *Adelges ağabeyetis* L. *Conn. Agric. exp. Sta. Bull.* 566. New Haven, Conn.

PRICE, P.W., FERNANDES, G.W. & WARING, G.I.. 1987. The adaptive nature of insect galls. *Environmental Entomology*, 16, 15-24.

- PRICE, P.W. 1991. The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos*. 62:244-51.
- REHILL, B. & SCHULTZ, J. 2002. Opposing survivorship and fecundity effects of host phenology on the gall-forming aphid *Hormaphis hamamamelidis*. *Ecological Entomology*, 27, 475-483.
- ROHFRI TSCH O. 1992. Patterns in gall development. In J. D. Shorthouse and O. Rohfritsch (eds.), *Biology of insect-Induced Galls*. Oxford University Press, Oxford, England, pp. 60-86.
- RONQUIST , F., LILJEBLAD J. 2001. Evolution of the gall wasp-host plant association, *Evolution* 55: 2503-2522.
- RONQUIST, F. 1999. Phylogeny of the Hymenoptera (Insecta): The state of the art. *Zoologica Scripta*. 28:3-11.
- ROOSENS NH., THU TT., ISKANDAR HM., JACOBS M., 1998. ' Isolation of the ornithine-delta-aminotransferase cDNA and effect of salt stress on its expression in *Arabidopsis thaliana*,' *Plant Physiol*. 117(1); 263-71. PMID: 9576796.
- ROSSITER, M.C., SCHULTZ, J.C. & BALDWIN, I.T. 1988. Relationships among defoliation, *Quercus rubra* phenolics, and gypsy moth growth and reproduction . *Ecology*, 69, 267-277.
- SALISBURY, F.B. and ROSS, C. W., 1992. *Plant Physiology*, Fourth Edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California, pp: 209-220.
- SÁRDI E., VELICH I., HEVESI M. and KLEMENT Z..1999. Ontogenesis- and Biotic Stres-Dependent Variability of Carbonhydrate Content in Snap Bean ( *Phaseolus vulgaris* L.). *Z. Naturforsch.* 54c, 782-787.

SCARELI-SANTOS C. 2002. Avaliação de sistema galhador-planta hospedeira em ambiente de cerrado: aspectos morfo-anatômicos e fitoquímicos. *Acta bot. bras.* 16(4):501-503.

SCHNETZLER J.C., MEYER J. & MARESQUELLE H.J. 1962. Observations sur la croissance hivernale normale et expérimentalement stimulée de la galle lenticulaire de *Neuroterus Quercus-baccarum* L. = *Neuroterus lenticularis* 01. C.r. hebd. Sèanc. Acad. Sci. Paris, 255, 1643-1645.

SCHNETZLER J.C. 1963. La croissance hivernale de la galle de *Neroterus quercus-baccarum* (= *N. Lenticularis* 01). et sa stimulation par l'hèteo auxine. *Marcellia* 31,1-34.

SCOLNIK, P. A., BARTLEY, G.E. and GIULIANO, G., 1993. Regulation of carotenoid biosynthesis during tomato development. *The plant cell*, vol. 5: 379-387.

STERLING C. 1952. Ontogeny of the phylloxera gall of grape leaf. *Am. J. Bot.* 39, 6-15.

STEWART, G.R., and LEE, J.A. 1974. The role of proline accumulation in Halophytes. *Planta* , 120:279-289.

STEWART, C.R., BOGGES, S.F., ASPINALL, D., PALEG, L.G. 1977. Inhibition of proline oxidation by water stress. *Plant Physiol.* 59:930-932.

STEWART, C.R. 1978. Role of carbohydrates in proline accumulation in wilted barley leaves. *Plant Physiol.* 61:775-778.

STONE G.N. & COOK J.M. 1998. The structure of cynipid oak galls: patterns in the evolution of an extended phenotype. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences* 265, 979-988.

VUORISALO T., WALLS M., KUITUNEN H. 1990. Gall mite ( *Eriophyes laevis* ) infestation and leaf removal affect growth of leaf area in black alder ( *Alnus glutinosa* ) short shoots. *Oecologia* 84:122-125.

WARICK R.P. and HILDEBRANDT A.C. 1966. Free Amino Acid Contents of Stem and Phylloxera Gall Tissue Cultures of Grape. *Plant Physiol.* 41, 573-578.

WATT, A.D. & McFARLANE, A.M. 1991. Winter moth on Sitka spruce: synchrony of egg hatch and budburst, and its effect on larval survival. *Ecological Entomology*, 16, 387-390.

WEIS, A.E., WALTON, R. & CREGO, C.L. 1988. Reactive tissue sites and population biology of gall makers. *Annual Review of Entomology*. 33, 467-486.

WELTER, S.C. 1989. Arthropod impact on plant gas exchange. In: Bernays EA (ed) *Insect-plant interactions*, vol 1. CRC, Boca Raton, Fla, pp 135-150.

WILLIAMS, M. A. and CRONIN J. T. 2004. Response of a Gall-Forming Guild (Hymenoptera: Cynipidae) to Stressed and Vigorous Prairie Roses. *Environ. Entomol.* 33(4): 1052-1061.

YANG, M. M. and G.S. TUNG 1998. The diversity of insect-induced galls on vascular plants in Taiwan: a preliminary report. In G. Csóka, W. J. Mattson, G.N. Stone, and P. W. Price (eds.), *The Biology of Gall-Inducing Arthropods*. Gen. Tech. Rep. NC-199. St. Paul, MN: USDA, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, pp. 44-53.

YANG, C., YANG M., HSU, J. and JANE W. 2003. Herbivorous insect causes deficiency of pigment-protein complexes in an oval-pointed cecidomyiid gall of *Machilus thunbergii* leaf. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 44:315-321.

## **ÖZGEÇMİŞ**

### **KİŞİSEL BİLGİLER**

**Adı-Soyadı: Hülya KOÇAK**

**Doğum Yeri ve Tarihi: Sivas- 28.11.1977**

### **ÖĞRENİM VE AKADEMİK DURUMU**

**Lise: Sivas Lisesi**

**Lisans: İnönü Üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği (Birleştirilmiş Lisans+Tezsiz Yüksek Lisans) (2003).**

**Yüksek Lisans: Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (2004-.....)**