



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

**EKİN SAP ARISI CEPHUS PYGMEUS LINNAEUS, 1767
(HYMENOPTERA: CEPHİDAE) TÜRÜNDE KOKU RESEPTÖR
GENLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gamze TAM
(20169206001)**

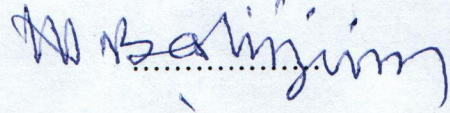
**Biyoloji Ana Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK**

**SİVAS
HAZİRAN 2019**

Gamze TAM'ın hazırladığı “**EKİN SAP ARISI CEPHUS PYGMEUS LINNAEUS, 1767 (HYMENOPTERA: CEPHİDAE) TÜRÜNDE KOKU RESEPTÖR GENLERİNİN BELİRLENMESİ**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK
Akdeniz Üniversitesi



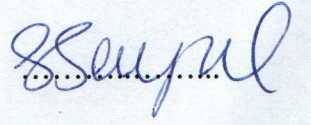
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mahir BUDAK
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi



Jüri Üyesi

**Dr. Öğr. Üyesi Meryem Şenay ŞENGÜL
DEMİRAK**
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi



Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İsmail ÇELİK
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kuralara uygun olarak hazırlanmıştır.

*Bu tez Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Tezleri (CÜBAP)
Komisyonu tarafından F-499 Nolu tez kapsamında desteklenmiştir.*

Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Gamze TAM, 2019

Çalışma sırasında bana destek olan aileme ve tüm arkadaşlarıma...

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu

(Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ 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 ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

14.06.2019

Gamze TAM

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü yaşamın boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, destek olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK'e çok teşekkür ederim.

Tez savunmamda jüri üyesi olarak görev alan, deneyimlerini benimle paylaşan ve yapıcı önerileri ile tezimin mevcut hale ulaşmasında önemli katkısı olan Dr. Öğretim Üyesi M. Şenay ŞENGÜL DEMİRBAĞ'a teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam süresince değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendilerine ne zaman danışsam kıymetli zamanlarını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgi ile faydalı olabilmek için bana yol gösteren, her sorun yaşadığımda yanlarına çekinmeden gidebildiğim, samimiyetlerini ve yardımlarını benden esirgemeyen Sayın Doç. Dr. E. Mahir KORKMAZ ve Doç. Dr. Mahir BUDAK'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince özellikle laboratuvar çalışmalarımda bana her türlü bilgi ve teknik konularda yardımcı olan Murat GÜLER, Berşan Seçil DUREL, Arş. Gör. Özgül DOĞAN, Dr. Burcu TEMEL ALTUN, Arş. Gör. Bilal AYDEMİR ve sevgili eşi Merve Nur AYDEMİR'e çok teşekkür ederim. Lisansüstü öğrenimim sürecinde tanıştığım ve her zaman yanımda olup bana destek olan arkadaşlarım Fatma Eda TUTAR ve Arş. Gör. Ali DEMİRBAĞ'a teşekkür ederim.

Tez çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan dedem, babaannem, annem, babam, kardeşim, ablalarım; Senem SONSUZ ve Şehriban TAM ve yeğenim Leylanaz SONSUZ'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince her türlü manevi desteği sağlayan ve her zaman yanımda olan arkadaşlarım Emre BOSTANCI, Nihal ÇAĞLAR, Kübra BAŞOL, Ahmet Ziya ÇAYIR, Emre AKDAĞ, Birgül AVCI ve Gamze ATACI'ya çok teşekkür ederim.

Tez yazım süresince bana destek olan işyerindeki çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Tezleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından F-506 no.lu tez projesi kapsamında desteklenmiştir.

ÖZET

EKİN SAP ARISI *CEPHUS PYGMEUS* LINNAEUS, 1767 (HYMENOPTERA: CEPHIDAE) TÜRÜNDE KOKU RESEPTÖR GENLERİNİN BELİRLENMESİ

Gamze TAM

Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK

2019, 81+xiv sayfa

Ekin Sap Arısı *Cephus pygmeus* türü önemli bir buğday zararlısıdır. *C. pygmeus* yaygın olarak Avrupa, Asya, Kuzey Afrika ve Kuzey Amerika'da yayılış göstermektedir. Böceklerde, koku duyusu eş bulma, besin bulma ve avı tespit etmek için kullanılır. Koku molekülleri antenlerde bulunan, uzun dendritlere sahip olfaktör duyu nöronlarını içeren ve “sensilla” olarak isimlendirilen özelleşmiş duyu yapıları tarafından tespit edilir. Bir böcek ortamdaki kokuyu sensilla üzerinde yer alan özel koku nöronları tarafından tespit eder. Koku dendritik membrandan taşındıktan sonra koku reseptörleri aktive edilir. Böceklerin çevresel yanıt oluşturmada koku reseptörleri oldukça önemlidir. Tezin amacı da *C. pygmeus* türünde konak bulma ve çevresel etkilere yanıt verme davranışları için önemli bir sistem olan koku reseptörlerini kodlayan genleri belirlemek ve dizi bilgisine ulaşmaktır. Bu amaçla, DNA izolasyonu yapılmış, hedef gen dizileri yeni nesil dizileme tekniği ile elde edilmiştir. *C. pygmeus* türüne ait koku reseptörlerinden 25 gen bölgesinin dizisi belirlenmiştir. *C. pygmeus* türüne ait koku reseptör gen dizileri ile Hymenoptera takımında daha önceden koku reseptörleri belirlenmiş olan bazı türlerin gen dizileri karşılaştırılarak benzerlik oranları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Cephus pygmeus*, koku reseptörleri, koku duyusu, Hymenoptera, Cephidae

ABSTRACT

THE DETERMINATION OF ODORANT RECEPTORS GENES IN THE *CEPHUS PYGMEUS* LINNAEUS, 1767 (HYMENOPTERA: CEPHIDAE)

Gamze TAM

Master of Science Thesis

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Hasan Hüseyin BAŞIBÜYÜK

2019, 81+xiv pages

Cephus pygmeus is an important wheat pest in crop fields. *C. pygmeus* is widely distributed in Europe, Asia, North Africa and North America. In insects, the sense of smell is used to detect partner, find food and prey. Odor molecules are detected by specialized sensory structures called “sensilla”, which contain odorant sensory neurons with long dendrites in antennae. An insect detects the odor in the environment by special odorant neurons located on the sensilla. Odorant (olfactory) receptors are activated after the odor has been transported from the dendritic membrane. Odorant receptors are very important in the environmental response of insects. The aim of the thesis is to determine the genes encoding odorant receptors, which is an important system for *C. pygmeus* species for behaviors such as finding its host and respond to environmental impacts. For this purpose, DNA isolation was performed and target gene sequences were obtained by a new generation sequencing technique. The sequence of 25 gene regions encoding the odorant receptors of the species *C. pygmeus* was determined. The gene sequences of odorant receptor in *C. pygmeus* and other previously known hymenopteran species were compared and the similarity ratios were defined.

Key words: *Cephus pygmeus*, odorant receptors, olfaction, Hymenoptera, Cephidae

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|------|
| KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR | vii |
| ÖZET | viii |
| ABSTRACT | ix |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| TABLolar DİZİNİ | xii |
| SİMGELER DİZİNİ | xiii |
| KISALTMALAR DİZİNİ | xiv |
| | |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Genel Bilgiler | 3 |
| 1.1.1 Hymenoptera takımı | 3 |
| 1.1.2 Cephidae familyası | 3 |
| 1.1.3 Ekin Sap Arısı <i>Cephus pygmeus</i> Linnaeus, 1767 | 4 |
| 1.1.3.1 Ekin Sap Arısı (<i>Cephus pygmeus</i>)’nın biyolojisi..... | 7 |
| 1.1.4 Böceklerde koku alma duyusu..... | 10 |
| 1.1.5 Periferel koku alma sistemi | 12 |
| 1.1.6 Koku sinyal iletimi | 13 |
| 1.1.7 Koku reseptörleri | 14 |
| 1.1.8 Yardımcı reseptör (ORco)..... | 18 |
| 1.1.9 Hymenoptera takımında koku reseptörleri..... | 19 |
| 1.1.10 Yeni nesil DNA dizileme | 19 |
| 2. MATERYAL-METOD | 21 |
| 2.1 Örneklem Seçimi ve Hazırlanması..... | 21 |
| 2.2 DNA Uygulamaları ve Analizleri..... | 21 |
| 2.2.1 DNA izolasyonu | 21 |
| 2.2.2 Yeni nesil DNA dizileme, veri hizalama ve gen bölgelerinin tanımlanması | 22 |
| 2.2.5 Veri analizi | 22 |
| 2.2.5.1 Uzaklık analizi | 22 |
| 2.2.5.2 Maksimum olasılık analizleri: | 23 |
| 3. BULGULAR | 24 |
| 3.1 Filogenetik Analizler | 33 |
| 3.1.1 Uzaklık analizleri..... | 33 |
| 3.1.2 Maksimum olasılık analizleri | 35 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ | 38 |
| | |
| KAYNAKLAR | 44 |
| | |
| EKLER | 53 |
| EK-1 <i>Cephus pygmeus</i> Koku Reseptör Gen Dizileri..... | 53 |
| | |
| ÖZGEÇMİŞ | 81 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Şekil 1.1 <i>Cephus pygmeus</i> 'un dünyadaki yayılışı | 6 |
| Şekil 1.2 <i>Cephus pygmeus</i> konak tercihi (Fotoğraf: Ewald Jansen DE, 2010)..... | 6 |
| Şekil 1.3 <i>Cephus pygmeus</i> genel görünüm (Fotoğraf: V.V.Neymorovets). | 7 |
| Şekil 1.4 Böceklerde sensilyumun şematik yapısı (Steinbrech ve ark., 1992'den uyarlanmıştır)..... | 11 |
| Şekil 1.5 Koku molekülünün reseptöre bağlanması ile birlikte bir olfaktor duyu nöronunda meydana gelen sinyal iletimi ve sonlanması (Jacquin-Joly ve Merlin, 2004'den alınmıştır)..... | 14 |
| Şekil 1.6 G-proteini ile eşleşen feromon ve kokuyu bağlayan reseptörün şematik yapısı | 15 |
| Şekil 1.7 Bir koku uyarana karşı sinirsel bir yanıtın oluşumu ve son bulması sırasında sensilyum lümeninde meydana gelen fizyolojik olaylar | 16 |
| Şekil 3.1 <i>C. pygmeus</i> OR genleri nükleotid dizileri temelinde oluşturulan komşu-bağlama (NJ) ağacı. | 34 |
| Şekil 3.2 <i>C. pygmeus</i> ve <i>C. cinctus</i> OR genleri nükleotid dizileri kullanılarak oluşturulan komşu- bağlama (NJ) ağacı..... | 35 |
| Şekil 3.3 <i>C. pygmeus</i> OR genleri nükleotid dizileri temelinde RAxML kullanılarak inşa edilen ML ağacı. | 36 |
| Şekil 3.4 <i>C. pygmeus</i> ve <i>C. cinctus</i> OR genleri nükleotid dizileri kullanılarak inşa edilen ML ağacı..... | 37 |

TABLULAR DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| Tablo 2.1 <i>Cephus pygmeus</i> türlerinin bilgileri..... | 21 |
| Tablo 3.2 Or1a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 26 |
| Tablo 3.3 Or2b gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 27 |
| Tablo 3.4 Or2d gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 28 |
| Tablo 3.5 Or2j gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 28 |
| Tablo 3.6 Or3a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 29 |
| Tablo 3.7 Or3e gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 29 |
| Tablo 3.8 Or3f gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 30 |
| Tablo 3.9 Or3h gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 31 |
| Tablo 3.10 Or3l gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 31 |
| Tablo 3.11 Or4a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 32 |
| Tablo 3.12 Or4b gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları | 32 |
| Tablo 3.13 <i>C. cinctus</i> ile <i>C. pygmeus</i> türleri arasındaki Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2c, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or3b, Or3c, Or3d ve Or3g gen bölgelerinin nükleotid dizi benzerlik oranları..... | 33 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| KCl | Potasyum klorür |
| MgCl₂ | Magnezyum klorür |
| ml | Mililitre |
| NaCl | Sodyum Klorür |
| rpm | Dakikadaki devir sayısı |
| sn | Saniye |
| µl | Mikrolitre |
| µm | Mikrometre |
| µg/ml | Mikrogram/mililitre |
| % | Yüzde |
| °C | Santigrat derece |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|----------------|---|
| A | Adenin |
| BSA | Sığır Serum Albumin |
| Bç | Baz Çifti |
| C | Sitozin |
| CSP | Kimyasal-Duyusal Proteinler (Chemosensory Proteins) |
| DNA | Deoksiribonükleik Asit |
| ECCUS | Cumhuriyet Üniversitesi Entomoloji Koleksiyonu |
| EDTA | Etilen Diamintetra Asetik Asit |
| EtOH | Etanol |
| G | Guanin |
| Genbank | Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi |
| G-PCR | G-Protein-Eşleştirilmiş Reseptör |
| IR | İyonotropik Reseptörler (Ionotropic Receptors) |
| Kb | Kilo Baz |
| ML | Maksimum Olasılık |
| NJ | Komşu Bağlama (Neighbour Joining) |
| OBP | Koku Bağlayan Proteinleri (Odorant Binding Proteins) |
| ODE | Koku Parçalayıcı Enzimler (Odorant-Degrading Enzymes) |
| OR | Koku Reseptörleri (Odorant Receptors) |
| ORN | Koku Reseptörü Nöronları |
| PZR | Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction) |
| SNMP | Duyusal Nöron Membran Proteinleri |
| T | Timin |
| TA | Bağlanma Sıcaklığı |
| Taq | <i>Thermus Aquaticus</i> |
| TE | Tris-EDTA |
| TM | Transmembran |
| Tm | Erime Sıcaklığı |

1. GİRİŞ

Ekin sap arısı [*Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] ülkemiz buğday ekili alanlarda yaygın olarak görülen önemli zararlılardan biridir. Ekin sap arısı (*Cephus pygmaeus*) çoğunlukla Avrupa, Akdeniz, Orta Doğu ülkeleri ve Kuzey Amerika'nın buğday ekim alanlarında bulunmakta olup (Özberk vd., 2005), yumurtalarını buğday bitkisinin sap kısmına bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvalar sap içinde beslenerek bitkilerin zayıflamasına, devrilmesine böylece verim ve kalitenin düşmesine sebep olurlar (Miller ve Pike 2002; Özberk vd., 2005; Tülek vd., 2011). *Cephus pygmaeus* çoğunlukla Agropyron (yabani buğday) çayırlarında yayılım göstermekle birlikte, kültürü yapılan *Avena sativa*, *Avena fatua*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*, *Bromus*, *Lepidium draba* ve *Phleum* türlerini de konak olarak tercih etmektedir (Shanower ve Holmer, 2004). *Cephus* türleri Avrupa, Orta Doğu ve Amerika'da tahılların önemli zararlıları olarak kabul edilmektedirler (Altmayer, 1975; Gol'berg, 1986; Weiss ve Morrill, 1992; Ghadiri 1994).

Böceklerde koku alma birçok önemli zararlı davranışa aracılık eder. Böcekler, konakçı bitkileri, eşleri ve yumurtlama yerlerini, kaynaktan üretilen uçucu koku moleküllerini belirli mesafeden tespit eder. Bir böcek ortamındaki kokuları, koku alma organlarında sensillaya yerleştirilmiş özel koku alma nöronları olan periferik koku alma sistemi tarafından tespit eder. Koku almayan nöronların dendritleri, sulu lenfle doldurulmuş içi boş kıl benzeri sensillaya uzanır. Lenflerdeki olfaktörlerle ilgili proteinler, dendrit üzerindeki transmembran reseptörleri kokuları algılar ve sinir uyarılarını başlatırken kokuları azaltır.

Böceklerde kokunun algılanılmasında birçok farklı proteinler rol oynamaktadır. Böcek antenleri tarafından koku tespitine katılan başlıca koku ile ilgili proteinler, koku bağlama proteinleri (OBP'ler), duyu nöron membran proteinleri (SNMP'ler), kimyasal duyu proteinler (CSP'ler), koku reseptörleri (OR'ler), iyonotropik reseptörler (IR'ler), feromon bağlayan proteinler (FBP'ler) ve koku parçalayıcı enzimler (ODE'ler)'dir. OBP sensilladaki sıvı ortam içerisinde feromonlar ve kokuların taşınması ile koku alma sisteminin hassasiyetine katkıda bulunur. Bu ligandları çözündürülmesi ve hidrofobik molekülleri taşımak için yardımcı olur

(Leal, 2005). Kimyasal-duyusal proteinleri sulu sensillalar aracılığı ile alifatik bileşenlerin, esterlerin ve uzun zincirli feromonların taşınımını kapsar.

Koku reseptörleri (OR) G-proteini ile eşleştirilmiş reseptör (GPCR) ailesine ait olup hücre zarını yedi kez kateden heliks (transmembran heliksler, TM1-TM7) yapısından oluşmaktadır (Bette vd., 2002, Jacquin-Joly ve Merlin 2004). 1980'lerin başlarından bu yana, koku tespitinde rol oynayan gen ürünlerini tanımlamak için birçok araştırma yapılmıştır. OR'ler ilk olarak omurgalı *Rattus norvegicus*'un koku alma epitelinde (Buck ve Axel, 1991) ve daha sonra nematod *Caenorhabditis elegans*'ta (Troemel vd., 1995) keşfedildi. Böcekler de ise OR'ler, ilk olarak dizilenmiş genomdan G-protein-eşleştirilmiş reseptör (GPCR) benzeri koku alma genlerini tespit etmek için tasarlanan biyoinformatik bazlı bir yaklaşım kullanılarak *D. melanogaster*'den keşfedilmiştir (Clyne vd., 1999).

Hymenoptera takımının Symphyta alttakımından *Cephus cinctus* (Cephidae) *Orussus abietinus* (Orussidae) ve *Athalia rosae* (Tenthredinidae) olmak üzere ait 3 familyanın temsilcilerinden koku reseptör gen dizileri bilinmektedir. Apocrita alttakımından ise Vespidae familyasından üç tür *Polistes dominula*, *Polistes canadensis* ve *Polistes dominula*; karıncalardan (Formicidae) *Pogonomyrmex barbatus*, *Monomorium pharaonis*, *Solenopsis invicta*, *Vollenhovia emeryi*, *Acromyrmex echinatio*, *Atta cephalotes*, *Trachymyrmex cornetzi*, *Ooceraea biroii*, *Harpegnathos saltator*, *Dinoponera quadriceps*, *Camponotus floridanus*, *Monomorium pharaonis* olmak üzere 12 tür ve balarılarının da üyesi olduğu Apidae familyasından *Apis florea*, *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata*, *Habropoda laboriosa*, *Bombus impatiens* ve *Eufriesea mexicana* olmak üzere 8 türde koku reseptör genleri çalışılmıştır.

Koku reseptörleri, genellikle yaşam alanlarını bulmak için kullanılan konak bitki kokularını tespit edebilmektedir. Koku reseptörleri Cephidae familyasına ait *C. cinctus* türünün antenlerinde, gövdelerinde ve bütün larvalardaki ekspresyon seviyeleri, RNA-seq kullanılarak analiz edilmiştir. Buğday bitkileri tarafından yayılan bazı yaprak uçucuları, dişi ekin sap arıları için yumurtlama ipuçları olarak tanımlanmıştır (Piesik vd., 2008).

Böceklerin çevresel yanıt oluşturmada oldukça önemli olan koku reseptörleri Cephidae familyası içerisinde yalnızca *C. cinctus* türünde belirlenmiştir. Bu çalışma

transkripsiyon düzeyinde koku reseptörlerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Cephidae familyasından başka bir türde koku reseptörlerini konu olan bir çalışma yapılmamış olup, koku reseptörlerinin durumu ve evrimi hakkında bilgilerimiz sınırlıdır. Bu nedenle ülkemizde tarım zararlısı olarak tanımlanan *Cephus pygmeus* türünde bu reseptörlerin genlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmadan elde edilecek sonuçlar bu reseptörlere ait genlerinin karakterizasyonu, koku reseptörlerinin evrimleşme hızı ve böcek-konak ilişkisinin arka planındaki etkileşimlerin belirlenmesine temel teşkil edecektir.

1.1 Genel Bilgiler

1.1.1 Hymenoptera takımı

Zarkanatlılar olarak bilinen Hymenoptera takımı yaklaşık 250.000 tür ile temsil edilmektedir (Gullan ve Cranston, 2010). Farklı yaşam şekillerine sahip olması nedeni ile ekosistemde oldukça önemli roller üstlenen türlere sahiptir. Biyolojik mücadelede önemli bir role sahip olan parazitoid ve predatör türlerin büyük bir çoğunluğu bu takımda yer almaktadır. Ayrıca, çiçekli bitkilerin tozlaşmasında rol alan polinatör türlerin büyük çoğunluğu da bu takımda bulunur. Hymenoptera takımı Apocrita ve Symphyta olmak üzere iki alt takıma ayrılır.

Küçük ve jeolojik olarak daha eski olan Symphyta alttakımını fitofag olan türler oluştururlar (Rasnitsyn, 1969; Gauld ve Bolton, 1988). Symphyta üyelerinin büyük bir kısmı ekonomik öneme sahip bitkileri konak olarak tercih ederek bu bitkilerde ekonomik zarara yol açmaktadır (Smith, 2006; Çalmaşur, 2007; Korkmaz vd., 2010; Demirözer ve Karaca, 2011). Birçok böcek grubu ile karşılaştırıldığında Symphyta alttakımının küresel açıdan tür zenginliği daha az (Taeger ve Blank, 2011) olmasına rağmen, evrimsel, ekolojik ve tarımsal araştırmalar için gelecek vadeden bir grup olduğu rapor edilmiştir (Viitasaari, 2002; Price vd., 2005; Craig ve Itami, 2008; Nyman, 2010; Budak vd., 2011).

1.1.2 Cephidae familyası

Cephidae familyası Cephioidea üstfamilyasının tek temsilcisidir. Hymenoptera takımı Apocrita ve Symphyta olmak üzere iki alttakıma ayrılır. Birçok böcek grubu ile karşılaştırıldığında Symphyta alttakımının küresel açıdan tür zenginliği daha azdır (Taeger ve Blank, 2011). Cephidae familyası Symphyta alttakımında yer almaktadır.

Cephalidae familyasına ait fosil formlarına Alt Kretase döneminde rastlanmaktadır (Gauld ve Bolton, 1988). Cephalidae familya üyeleri kültüre edilmiş ya da yabancı Poaceae ve Rosaceae üyeleri gibi çeşitli bitkilerin sap ya da genç filizlerine yumurta bırakarak larval ve pupal evrelerini tamamladıkları için Ekin Sap Arıları olarak da bilinmektedir (Altınayar, 1975; Shanower ve Hoelmer, 2004). Cephalinae altfamilyasının Hartigiini, Pachycephini ve Cephini olmak üzere 3 tribusu vardır (Benson, 1951). Hartigiini tribusu üyeleri konak olarak Rosaceae ve ağaçsı dikotiledonları kullanır. Pachycephini tribusu Papaveraceae familyasının üyelerini konak olarak kullanır. Cephini tribusunun ise Poaceae familyasının üyelerini konağı olarak kullanmaktadır.

Cephalidae familyasına ait 165 kadar tür bulunmaktadır. Bu türlerin 40'dan fazlası Avrupa ve Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösterir. Madagaskar ve Endonezya'da bulunan Athetocephalinae altfamilyasına dahil iki tür, Avustralya'da bulunan Australcephalinae altfamilyasına ait bir tür dışında, diğer türler Kuzey Yarı Küre'de yayılış gösterirler (Benson, 1951; Smith ve Shinohara, 2002; Smith ve Schmidt, 2009; Taeger vd., 2010). Cephalidae familyası monofiletik bir gruptur. Cephalidae familyası üyeleri için ilk filogenetik öneriler Ries (1937) tarafından sunulmuştur.

1.1.3 Ekin Sap Arısı *Cephus pygmeus* Linnaeus, 1767

| | |
|-------------|-----------------------|
| Domain: | Eukaryota |
| Alem: | Metazoa |
| Şube: | Arthropoda |
| Altşube: | Uniramia |
| Sınıf: | Insecta |
| Takım: | Hymenoptera |
| Alttakım: | Symphyta |
| Üstfamilya: | Cephoidea |
| Familya: | Cephalidae |
| Altfamilya: | Cephalinae |
| Tribus: | Cephini |
| Cins: | <i>Cephus</i> |
| Tür: | <i>Cephus pygmeus</i> |

C. pygmeus, Cephoida üstfamilyasının tek temsilcisi olan Cephidae familyasının bir üyesidir. Konak bitki olarak buğdaygilleri seçtikleri için buğday sap arısı (Ekin Sap Arısı) olarak da bilinir. Bu familya; ince bir integümenti, genellikle siyah ya da koyu rengin hakim olduğu abdomen yaygın bir şekilde gözlenen dar ve sarı bantlanmalarla karakterizedir. Bu tür Avrupa, Asya, Afrika ve Kuzey Amerika bölgelerinde geniş ve devamlı bir yayılış alanına sahiptir (Benson, 1946, 1950, 1968; Rashwani, 1984; Zhelochovtsev, 1988; Stange, 1997; Shanower ve Holmer, 2004).

Asya'nın Ermenistan (Gussakovskij, 1935), Azerbeycan (Gussakovskij, 1935), Gürcistan (Gussakovskij, 1935), İran (Benson, 1968), İsrail (Benson, 1968; Avidov and Harpaz, 1969), Kazakistan (Gussakovskij, 1935), Kırgızistan (Gussakovskij, 1935), Suriye Benson, 1968; Miller et al., 1992), Türkiye (Benson, 1968; Korkmaz vd., 2010a), Türkmenistan (Gussakovskij, 1935) ve Özbekistan (Gussakovskij, 1935) ülkelerinde yayılış göstermektedir. Afrika kıtasında Cezayir'den (Gussakovskij, 1935) kayıtlar vardır. Kuzey Amerika'da Kanada (Smith, 1979), ve ABD'de (Smith, 1979) bölgesel bir dağılım göstermektedir. Avrupa'nın Avusturya (Liston, 1995), Belçika (Liston, 1995), Bulgaristan (Liston, 1995), Danimarka (Liston, 1995), Fransa (Chevin, 1984; Liston, 1995), Almanya (Hoop, 1983; Liston, 1995), Yunanistan (Liston, 1995), Macaristan (Liston, 1995), İtalya (Liston, 1995), Letonya (Liston, 1995), Lüksemburg (Liston, 1995), Moldova (Gussakovskij, 1935), Hollanda (Liston, 1995), Polonya (Miczulski, 1964; Liston, 1995), Portekiz (Liston, 1995), Romanya (Liston, 1995), Rusya (Gussakovskij, 1935), İspanya (Linson, 1995), İsveç (Linson, 1995), İsviçre (Linson, 1995) ve Ukrayna'dan (Gussakovskij, 1935) bildirilmiştir (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/12108>).



Şekil 1.1 *Cephus pygmeus*'un dünyadaki yayılışı (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/12108>).



Şekil 1.2 *Cephus pygmeus* konak tercihi (Fotoğraf: Ewald Jansen DE, 2010).

Cephus pygmeus çoğunlukla *Agropyron* (yabani buğday) çayırlarında yayılış göstermekle birlikte, kültürü yapılan *Avena sativa*, *Avena fatua*, *Hordeum vulgare*, *Secale cereale*, *Triticum aestivum*, *Bromus*, *Lepidium draba* ve *Phleum* türlerini de konak olarak tercih etmektedir (Shanower ve Holmer, 2004). *Cephus* türleri Avrupa, Orta Doğu ve Amerika'da tahılların önemli zararlıları olarak kabul edilmektedirler (Altınayar, 1975; Gol'berg, 1986; Weiss ve Morril, 1992; Ghadiri 1994). Türkiye'de *Cephini* tribusuna ait türlerin Marmara ve İç Anadolu Bölgesi'nde zararlara yol açtıkları zaman zaman kaydedilmiştir (Alkan, 1948; Tayakısı, 1971; Altınayar, 1975, 1981; Anonymous, 1995; Korkmaz vd., 2010b). Son yıllarda Güneydoğu Anadolu buğday tarlalarında *C. pygmeus* üzerine yapılan bir çalışmada, zarar seviyesinin % 6-

12 arasında değiştiği saptanmıştır (Özberk vd., 2005). Holoarktik yayılış gösteren bu tür ölkemizde de geniş ve devamlı bir yayılış sergilemekte ve özellikle buğday tarlalarında çok sık bir şekilde gözlenmektedir (Korkmaz vd., 2010, 2011).

1.1.3.1 Ekin Sap Arısı (*Cephus pygmeus*)'nın biyolojisi

Yetişkin

Yetişkin bir Ekin Sap Arısı, genellikle 8-13 mm uzunluğunda dar ve uzamış bir karına sahiptir. 3 sarı bantlı hafif sıkıştırılmış siyah karakteristik bir gövdesi vardır. Hem erkek hem de dişi yetişkin bireyler zayıf uçuculardır (Ainslie, 1920).



şekil 1.3 *Cephus pygmeus* genel görünüm (Fotoğraf: V.V.Neymorovets).

Erkek bireylerin kanatları dişi bireylerden çok daha uzundur, ancak kuvvetli rüzgâr ve serin havalarda hem dişi hem de erkek bireyler uçamazlar. Yetişkin bireyler genellikle beslenmez en yakın konakçı bitkiye uçarlar (Sing, 2002). Yetişkin bireyler tipik olarak baş aşağı ve bacakları vücutlarıyla aynı hizada olacak şekilde buğday sapı üzerinde dinlenirler (Ainslie, 1920; Criddle, 1922). Yılda sadece bir döl verirler. Erkek 9 kromozomlu haploid, dişi ise 18 kromozomlu diploid olup, haplodiploid cinsiyet tayini (arrhenotoky) sergilerler. Kışı pupa halinde geçiren Ekin Sap Arısı tipik olarak, ılıman iklim kuşağında sıcaklığa bağlı olarak nisan başından haziran ortasına kadar pupadan çıkar (Munro, 1945). Larvadan çıkan Ekin Sap Arıları cinsel olarak olgunlaşmış olup, çiftleşme ve yumurtlama için hazırdırlar. Dişi bireyler çiftleşme sonrası yumurtalarını birkaç saat içinde bırakırlar.

Yumurtlama

Sıcaklık, nem, ışık, rüzgâr ve konak bitki, dişi bireylerin yumurtalarını ne zaman ve nereye bırakacaklarını belirlemede rol oynayabilir. Dişi bireyler genellikle ömür boyu 30 ila 50 yumurta bırakırlar (Criddle, 1922). Bir dişi bireyin, her sapa sadece bir yumurta bıraktığı bildirilmekte; ancak başka bir dişinin de aynı sapa yumurta bırakıyor olabileceği düşünülmektedir (Nansen ve vd., 2005a, 2005b; Perez ve vd., 2006).

Larva

Larvalar, beslenmeye başlayana kadar başlangıçta şeffaftırlar. Beslendikten sonra sarı-yeşil renkli olurlar. Larvalar koyu kahverengi, sivri çene ve bacaksız soluk kahverengi bir kafaya sahiptir. Larvalar 8 ila 14 mm uzunluğunda ve 1 ila 2 mm çapındadır.

Larva genellikle bitkinin parankima dokusundan beslenmesini sağlar ve karşılaştıkları diğer larvaları ve yumurtayı parçalayabilirler. Tipik olarak her bir bitki sapında bir birey olgunluğa ulaşabilir (Seamans vd., 1944).

Larvalar zemin seviyesine ulaştığında, diyapoz için hazırlanırlar. Larvalar gövdeyi, V-şekilli bir oluk ya da çentik şeklinde, yer seviyesinin biraz üstünde ya da altında keserler (Ruynon vd., 2002). Bu kesim gövdeyi tamamen kırmaz, fakat zayıflatır. Çentik yapıldıktan hemen sonra, larva, fiğ ve diğer bitki materyallerinden bir tıkaç oluşturur. Burada bir yetişkin olarak ortaya çıkana kadar kalır (Ainslie, 1920; Farstad vd., 1949). Zorunlu diyapoz en az 90 gündür ve diyapozun kırılması hava koşullarına bağlı olmaktadır. Larvalar beş tane instardan (iki deri dökme zamanı arasında meydana gelen değişim safhasındaki böcek) geçer. Kış sonunda aktif hale gelen larva, pupa evresine geçer ve ilkbaharda bir yetişkin olarak çıkar (Munro, 1945).

Pupa

Pupa, başlangıçta sütü-beyaz renkli ve incedir. Ortalama uzunluğu 12 mm ve çapı 1.5 mm'dir. Gelişimin ilk gününden sonra bacaklar ve vücut siyah renge ulaşana kadar daha koyulaşmaya başlar. Pupa evresi 7 ila 14 gün sürmektedir ve ilk birkaç gün boyunca pupa hareketsizdir, daha sonra kışlama odasının içinde hareket etmeye başlar (Ainslie, 1920).

Biyolojik Mücadele

Ekin Sap Arıları 100 yıldan fazla bir süredir önemli tarım zararlılarından biri haline gelmiştir (Beres vd., 2011). Kuzey Amerika, Avrupa, Kuzey Afrika ve Asya bölgelerinde farklı Ekin Sap Arısı türlerinin %20'den fazla verim kayıplarına neden olduğu rapor edilmiştir. Bu kayıpların yıllık ekonomik değerinin 100 milyon dolara ulaştığı belirlenmiştir.

Ekin Sap Arıları çoğunlukla Avrupa, Akdeniz, Orta Doğu ülkeleri ve Kuzey Amerika'nın buğday ekim alanlarında bulunmakta olup (Özberk vd., 2005), yumurtalarını buğday bitkisinin sap kısmına bırakırlar. Buğday sapları içerisinde beslenen Ekin Sap Arıları larvaları bitkiye zarar verir. Beslenme sonucunda iletim dokularını tahrip ederek, bitkilerdeki karbonhidrat ve su iletimi sistemini bozarlar. Zarar görmüş bitkilerdeki başaklardan elde edilen tanelerin sağlamlarına oranla daha hafif oldukları görülmüştür. Yumurtadan çıkan larvalar sap içinde beslenerek bitkilerin zayıflamasına, devrilmesine ve böylece verim ve kalitenin düşmesine sebep olurlar (Miller ve Pike 2002; Özberk vd., 2005; Tülek vd., 2011). Ülkemizin toplam buğday ekiliş alanı içindeki payı yaklaşık %11 (859.500 ha) civarında olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde tür ve zarar oranlarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda Ekin Sap Arılarının önemli oranda artış gösterdiği bazı araştırmacılar (Özberk vd., 2005; Kılıç, 2007; Karaca vd., 2012; Mutlu vd., 2016) tarafından bildirilmektedir.

Ekin Sap Arısı ile mücadelede araştırmacılar henüz ön plana çıkan ve kalıcı bir çözüm üretebilecek bir kontrol yöntemi geliştirememişlerdir. Tüm zararlı organizmaların kontrolünde olduğu gibi en çok başvurulan yöntem olan pestisitler kullanılmıştır. Ancak pestisitlerin kullanılması durumunda girdilerin artması, kalıntı direnç ve çevrenin olumsuz etkilenmesi gibi sebeplerle uzun vadeli ve kalıcı bir çözüm olarak kabul görmemektedir. Ekin Sap Arısı ile kültürel mücadelede genellikle yoğun ve sağlam sapa sahip genotiplerin geliştirilmesi en sağlıklı çözüm olarak görülmüştür (Albert vd., 2014). Ayrıca anız yakarak bitki artıklarının tamamen yok edilmesi veya konukçu bitki sapları arasında yerleşen larva veya pupaların tahrip edilmesini sağlayacak farklı toprak işleme yöntemlerine de rastlanabilmektedir (Shanower ve Hoelmer, 2004). Anız yakma yüzeye yakın faydalı mikroorganizmalara ve çevreye verdiği zarar sebebiyle tercih edilmemelidir. 1930

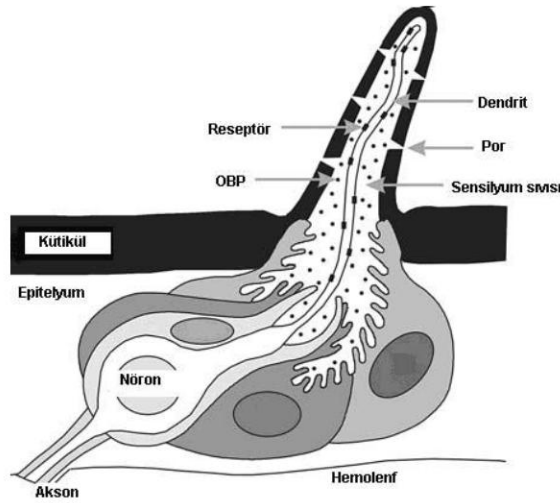
yılından bu yana ıslahçılar zararlılara karşı daha dayanıklı genotipler geliştirmek amacıyla sağlam ve içi dolgun saplara sahip genotipler üzerinde çalışmışlardır. Bu amaçla 1946 yılında Avrupa’da Rescue isimli ilk buğday çeşidi tescil edilmiş olup, bunu çok sayıda çeşit takip etmiştir (Berzonsky vd., 2003). Söz konusu temel yaklaşımlara ek olarak münavebe, ekim zamanı, seyrek ekim, sap arısı parazitoitlerinin kullanılması gibi uygulamalarla sorunun çözümüne yönelik çabalar göz ardı edilmemelidir. Tek sıra buğday ekiminin çok sıralıya göre sap arısı yumurtlamasını %50 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir (Lamb vd., 2002). İlbaharda veya sonbaharda toprağın işlenmesi, sap arısı popülasyonlarını azaltmada bir miktar başarılı olduğu belirlenmiştir. Ancak toprağın işlenmesi ek bir saha operasyonu gerektirdiği için bunun buğday üretim maliyetlerini ve aynı zamanda toprak erozyon oranlarını artırabileceği düşünülmektedir. Zararlıın konukçusu olmadığı bilinen bitkilerin ekilmesi zararlı popülasyonunu etkilemektedir. *Triticum durum* gibi zararlı etkisine belirli ölçüde dayanıklı buğday çeşitlerinin seçilmesi gerekmektedir. Zararlı popülasyonunun potansiyel tehlike olarak bulunduğu tarlalar sulanmamalıdır. Anızların sonbahar veya ilkbaharda otlatılması yararlı olmaktadır. Erken ekim ve erken hasadın zararı azalttığı bilinmektedir.

1.1.4 Böceklerde koku alma duyusu

Koku alma bir organizmanın, uçucu bileşikleri çevrede bulunan çok çeşitli koku yelpazesinden tespit etme ve ayırt etme yeteneğidir. Böceklerde, bu duyuusal yetenek eş bulma, yiyecek bulma, yumurta bırakma ve avcılarını tespit etme gibi davranışların gerçekleşmesini sağlar.

Böceklerin koku organları anten ve maksillar palps olmak üzere iki ana settir. Antenler böceklerde bulunan önemli koku tespit edici birincil organlardır. Ayrıca ikincil organ olarak kanatlar, bacaklar ve hortum da koku moleküllerinin algılanmasında etkilidir. Ekin Sap Arısı da dahil olmak üzere böceklerin kokuyu tespit etmek için antenlerinde çok sayıda değişik tipte sensilla vardır (Başbüyük ve Quicke, 1999). Böcekler tarafından algılanan koku molekülleri küçük organik moleküller olup genellikle hidrofobik ve uçucudur. Bu moleküller, antenlerde bulunan, uzun dendritlere sahip olfaktör duyu nöronlarını içeren ve “sensilla” olarak isimlendirilen özelleşmiş duyu almacı yapıları tarafından tespit edilir. Böcek antenlerinde birçok farklı tipte sensilla mevcuttur (Steinbrech ve ark., 1992).

Hymenoptera takımında, kemo ve mekanoreseptör olarak işlev gören çok sayıda sensilla vardır. Anten yüzeyindeki sensilla özel bipolar kemosenör nöronları adı verilen tüy benzeri çıkıntılar; dendrit içi boş sensillaya uzanır ve akson merkezi sinir sistemine uzanır. Her bir sensillum, sensillum lenf adı verilen potasyum ve protein yönünden zengin bir sıvı ile doldurulur. Sensillanın kütikül yüzeyindeki küçük çukurlar veya gözenekler, dış ortamdan kimyasalların lenf aracılığıyla nöron dendritine erişmelerini sağlar (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 Böceklerde sensilyumun şematik yapısı (Steinbrech ve ark., 1992'den uyarlanmıştır)

Kemosensör nöronları ayrıca, temas kemosenstasyonunda (tat ve tatma) yer alan tat nöronları ve çevrede bulunan koku yapıcıları (uçucu moleküller) tespit eden koku alma nöronları olarak da sınıflandırılır (Schneider, 1964). Koku alma nöronlarının aksonları, ilk olarak koku alma ipuçlarını işleyen anten lobuna yansır. Koku almayan sensillumun gözenekli bir dış duvarı vardır ve iç tabaka sensillum lenf olan sulu bir sıvı ile doludur (Breer, 1997). Bipolar koku alma reseptörü nöronunun dendriti, akson anten lobuna çıkarken sensillum lenfine doğru uzanır (Keil, 1999).

Koku alma, böceklerin çevresel işaretlerdeki değişikliklere hızlı bir şekilde yanıt vermelerini ve harici bir biyolojik bileşiği kimyasal bir sensör aracılığıyla tespit etmelerini sağlar. Koku alma sistemi, avdan, avcılardan, konakçı bitkilerden ve belirli bireylerden türetilmiş uçucu kokuları algılar. Herhangi bir bitki organı (yapraklar, saplar, çiçekler, kökler ve meyveler), bitki-böcek etkileşimlerine aracılık edebilecek potansiyel olarak zengin bir uçucu ve uçucu olmayan semiyokimyasal

kaynağıdır (Pichersky vd., 2006). Uçucu semiyokimyasallar böcekler tarafından çok çeşitli amaçlar için kullanılır. Örneğin pollinatörler; çiçekleri polen, nektar alımı ve yer bulmak için kullanır (Pichersky ve Gershenzon, 2002; Raguso, 2008; Schiestl, 2010).

Herbivorlar, konakçı bitkileri bulmak, konakçı olmayan bitkiden kaçınmak (Anderson, 2009) ve bitki kalitesini değerlendirmek için uçucu ve uçucu olmayan semiyokimyasallar kullanır (Visser, 1986; Bruce vd., 2005; Bruce ve Pickett, 2011). Arka plandaki kokuların bir habitatın kalitesi hakkında böcekleri bilgilendirmeye yardımcı olabileceğine dair kanıtlar vardır (Schroder ve Hilker, 2008). Herbivorlar, uçucu maddeleri, konakçı bitkilerde biriktirmek ve eş bulmak için kullanabilir. Örneğin, bazı böcekler, belirli bir böceğin çekimi için hem bitki uçucularını hem de feromonları kullanır (Reinecke vd., 2002; Reddy ve Guerrero, 2004).

Böcekler, anten üzerinde bulunan olfaktör duyu nöronları aracılığıyla koku sinyallerini ve ipuçlarını tespit eder. Her bir duyuşal koku nöronu, hücre zarında kemosenör reseptör proteinlerini eksprese eder (Vosshall vd., 2000; Elmore ve Smith, 2001; Dobritsa vd., 2003).

1.1.5 Periferal koku alma sistemi

Böcek antenleri tarafından koku tespitine katılan başlıca koku ile ilgili proteinler, koku bağlama proteinleri (OBP'ler), duyuşal nöron membran proteinleri (SNMP'ler), kimyasal duyu proteinler (CSP'ler), koku reseptörleri (OR'ler), iyonotropik reseptörler (IR'ler), feromon bağlayan proteinler (FBP'ler) ve koku parçalayıcı enzimler (ODE'ler)'dir. OBP'ler sensilladaki sıvı ortam içerisinde feromonlar ve kokuların taşınması ile koku alma sisteminin hassasiyetine katkıda bulunur. Bu ligandları çözündürülmesi ve hidrofobik molekülleri taşımak için yardımcı olur (Leal, 2005). Feromon bağlayan proteinler (FBP'ler), feromonların sensilyumlardan difüzyonunu takiben feromon-protein kompleksinin oluşturulmasıyla feromonun reseptöre taşınması ve sinyal iletiminin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Kaissling, 2004). IR'ler ilk olarak *Drosophila melanogaster*'de tanımlanan glutamat iyonotropik reseptörler ailesidir (Benton vd., 2009). Kimyasal duyu proteinleri (CSP'ler), kimyasal duyuşal duyuşal lenf sıvısı arasında taşımakta rol oynarlar (Angeli ve ark., 1999). Ayrıca kimyasal duyuşal duyuşal proteinleri birçok böcek türünün duyuşal organlarından izole edilen ve her ortamda çözünebilen küçük moleküller olarak da

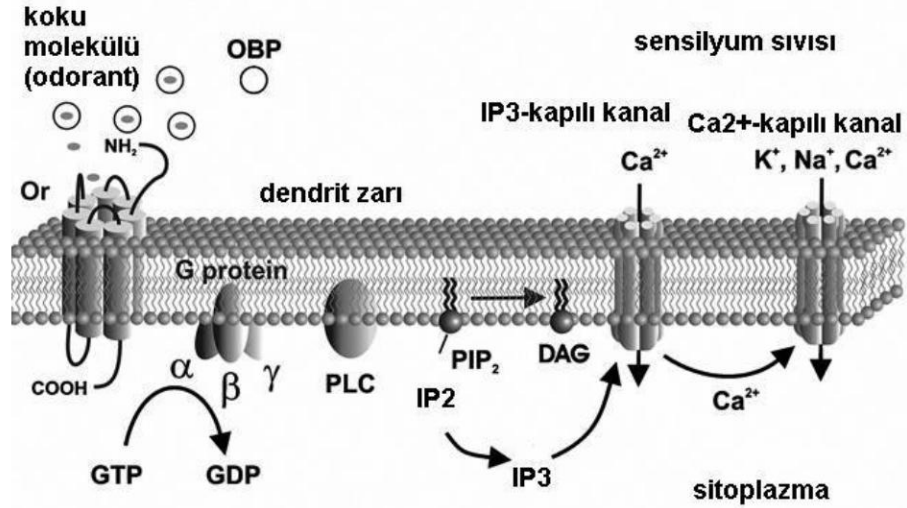
nitelendirilebilmektedirler (Tegoni ve ark., 2004). Koku parçalayıcı enzimler (ODE'ler) sensillum lenfte bulunan ilave bir çözümlür protein sınıfıdır (Vogt ve Riddiford, 1981). Koku veren sinyal, nörona iletildikten sonra, koku veren sistemin hassasiyetinin korunabilmesi ve ORN'lerin sürekli ateşlenmesi hassasiyet kaybına yol açabilmektedir. ODE'ler yeni sinyallerin tespit edilebilmesi için koku maddesinin lenften temizlenmesini sağlar.

Mevcut koku alma modeli, anten üzerindeki sensilla kütikülüne temas eden koku verici bir molekülle başlar, daha sonra kütikül yüzeyi boyunca sensillum girmesine izin veren bir gözeneğe geçer (Steinbrecht, 1997). Sensillum lenfini gözenek girişindeki dış ortamdan ayıran fiziksel bir engel yoktur. Çözölebilen koku molekülleri sadece sensillum lenfte çözömlür. Suda çözölmeyen hidrofobik koku molekülleri, hidrofilik sensillum lenf boyunca taşınmasını gerektirir. Bu koku molekülleri, sulu lenf boyunca bir koku verici bağlayıcı protein ailesi (OBP) tarafından, duyuşal dendrit zarında bulunan koku alıcı reseptöre (OR) bağlanır ve taşınır (Vogt ve Riddiford, 1981; Vogt, 2003; Tegoni vd., 2004). Ligandın veya ligand-OBP kompleksinin bağlanması üzerine OR, konformasyonu değiştirmekte ve bir sinir impulsuna yol açan sinyal mekanizmasını tetiklemektedir. OR'ün sürekli tetiklenmesini engellemek için koku molekülleri ODE'ler tarafından yıkılır.

1.1.6 Koku sinyal iletimi

OBP'ler için sensillum lenflerinde kokuların çözömlürmesi, kokuların lenf boyunca taşınması, kompleksin spesifik OR'ler ile etkileşimini de dahil olmak üzere çeşitli biyokimyasal roller önerilmiştir. OBP'ler sensillumdaki porlardan giren hidrofobik koku moleküllerini bağlar. Bu porlar, havadaki hidrofobik koku moleküllerini sensillum sıvısını içeren bölmedeki reseptörlere ulaşmasını sağlar. Bir kimyasal haberci molekülün GPCR ile etkileşiminin, ikincil habercilerin (cAMP, cGMP ve İnoşitol 1,4,5 trifosfat) üretiminden sorumlu biyokimyasal olaylar zincirini başlattığı ve sonuç olarak bir katyon kanalının açılmasına sebep olduğu gösterilmiştir (Krieger vd., 2003). Koku molekülü ve koku bağlayan proteinin oluşturduğu kompleksin (Koku-OBP) reseptörle birleşmesi G-proteinini aktifleştirir. Aktifleşen G-proteini fosfolipaz C (PLC) enzimi ile etkileşir. PLC, fosfotidil inozitol bifosfat'ı (PIP2) parçalayarak hücre içi ikincil haberciler olan inozitol trifosfat (IP3) ve diaşilgliserölü (DAG) oluşturur. Böylece seçici olmayan katyon kanallarını harekete geçiren ve

sonuçta dendritin depolarizasyonuna sebep olan geçici bir IP3 sinyali oluşur (Fadool vd., 1992) (Şekil 1.5). IP3 sinyalinin ani bir şekilde sonlanması DAG tarafından aktifleştirilen fosfokinaz C (PKC) enzimi ile gerçekleştirilir. İyon kanalları G-proteinleri aracılığıyla doğrudan koku reseptörüyle (OR) birleşebilir. Kalsiyum (Ca²⁺) ve voltaja bağlı potasyum (K⁺) kanalları dendritin repolarizasyonuna katkıda bulunur (Zufall vd., 1991). Bir cAMP yolu, potasyum kanallarını açar ve böylece dendriti aşırı derecede polarize (hiperpolarizasyon) ederek koku nöronlarında aşırı kokunun yarattığı inhibisyonun meydana gelmesini sağlar. Koku-OBP kompleksi muhtemelen reseptör tarafından hızlı bir şekilde okside edilir. Okside edilmiş koku-OBP kompleksi reseptör moleküllerini daha fazla uyaramaz. Sonuçta koku molekülü enzimler tarafından parçalanır.



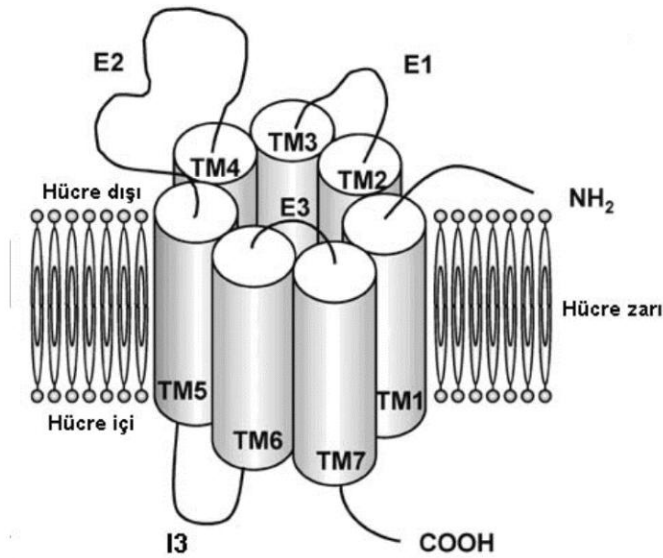
Şekil 1.5 Koku molekülünün reseptöre bağlanması ile birlikte bir olfaktor duyu nöronunda meydana gelen sinyal iletimi ve sonlanması (Jacquin-Joly ve Merlin, 2004'den alınmıştır).

1.1.7 Koku reseptörleri

Koku reseptörleri (OR) G-proteini ile eşleştirilmiş reseptör (GPCR) ailesine ait olup hücre zarını 7 kez kateden heliks (transmembran heliksler, TM1-TM7) yapısından oluşmaktadır (Bette vd., 2002, Jacquin-Joly ve Merlin, 2004). Koku alma reseptörleri, 7 adet α-heliksten oluşan ve G-proteini ile eşleşen reseptör ailesine aittir (Şekil 1.6). Hem GPCR'ler hem de böcek OR'leri 7TM alanlarına sahiptir; bununla

birlikte, böcek OR'leri, hücre içi bir N terminaline sahip olan GPCR'lere kıyasla ters bir topolojiye sahiptir. Bu ters topolojiye dair kanıtlar, C ve N terminallerinin epitop etiketlemesi ve hücre içi ve hücre dışı alanları görselleştirmek için *D. melanogaster*'den OR22a'nın öngörülen döngü bölgelerinin ortaya çıkmasından kaynaklanmıştır (Smart vd., 2008). Bu çalışmalar, böcek OR'lerinin GPCR'lerden benzersiz ve farklı olduklarını ve böceklere özgü sinyal yollarını kullandıklarını göstermiştir.

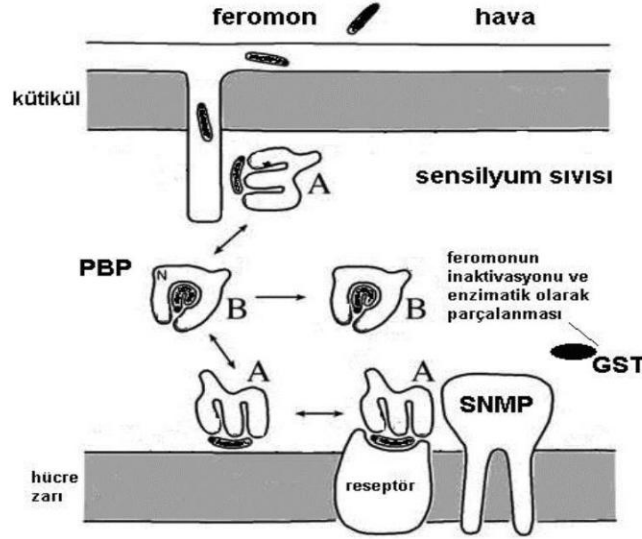
Bu reseptörleri oluşturan helikslerin hücre dışı bölgede ligand bağlayan (E1, E2, E3) ve hücre içi bölgede G proteini ile eşleşen (I1, I2, I3) üçer adet bağlayıcı bölgeleri mevcuttur. Bu sınıf reseptör ailesinin ligand bağlayıcı bölgesi (E2), hücre dışı amino ucu bölgesinin büyük bir bölümünü kapsamaktadır (Plettner vd.,2000; Hill vd., 2002).



Şekil 1.6 G-proteini ile eşleşen feromon ve kokuyu bağlayan reseptörün şematik yapısı (Jacquin-Joly ve Merlin, 2004).

Her sensilyum, sıvı ile doldurulmuş bir boşluk içeren kütiküler duvardan oluşur. Bu yapı hava ve sıvı arasındaki haberleşmeyi sağlayan çok sayıda por içermektedir. Bu boşluklara duyu nöronlarının dendritleri uzanmakta olup, bu dendritlerin zarlarına koku alma reseptörleri yerleşmiştir. Bir olfaktör sensilyum 3 destek hücresi tarafından çevrelenmiş 2 ya da 3 adet olfaktör duyuşal nöron içerir. Olfaktör nöronların dendritleri kütikül ile çevrelenmiş saç benzeri bir yapının (sil) sıvı dolu

lūmenine uzanır. Sensilyumun lūmeni bir hūcesel engel ile hemolenften ayrılmaktadır (Steinbrecht vd., 1992). Duyu nōronlarının aksonları ise merkezi sinir sistemindeki antennal lob ile baēlantı yapmıřtır.



şekil 1.7 Bir koku uyarana karşı sinirsel bir yanıtın oluşumu ve son bulma sırasında sensilyum lūmeninde meydana gelen fizyolojik olaylar (Kaissling, 2004'den alınmıştır).

1980'lerin bařlarından bu yana, koku tespitinde rol oynayan gen ūrūnlerini tanımlamak iēin birēok arařtırma yapılmıřtır. OR'ler ilk olarak omurgalı *Rattus norvegicus*'un koku alma epitelinde (Buck ve Axel, 1991) ve daha sonra nematod *Caenorhabditis elegans*'ta (Troemel vd., 1995) keřfedildi. Arařtırmacılar, OR'lerin G-protein eřli reseptōr (GPCR) sūper ailesinin ūyeleri olacaēını ve sadece koku veren dokularda eksprese edilen genler tarafından kodlandıēını varsayan yenilikēi bir yaklařım kullandılar. Aslında, GPCR'ler, hormonal dūzenleme, nōrotransmisyon ve fotoresepsiyon gibi ēeřitli hūcesel iřlemlerde yer almaktadır.

GPCR ailesinin transmembran bōlgelerinde (TM) korunmuř bōlgelerle tavlanaak iēin tasarlanan dejenere oligonūkleotit primerlerini kullanarak, Buck ve Axel (1991), tamamlayıcı DNA'ları (cDNA'lar) kodlayan veya genleri būyūtmek ve tanımlamak iēin polimeraz zincir reaksiyonunu (PZR) kullandı.

Homoloji temelli yaklaşımlarının başarılı olduēu ve koku alma nōronlarında seēici olarak eksprese edilen birkaē yūz OR geninin tanımlanmasına yol aētıēı kanıtlandı. O zamandan itibaren, OR genleri insanlar (Ben-Arie vd., 1994), balıklar (Ngai vd.,

1993) ve kuşlar da dahil olmak üzere çeşitli omurgalı hayvanlardan tespit edilmiştir (Nef vd., 1996).

Böcekler de ise OR'ler, ilk olarak dizilenmiş genomdan G-protein-eşleştirilmiş reseptör (GPCR) benzeri koku alma genlerini tespit etmek için tasarlanan biyoinformatik bazlı bir yaklaşım kullanılarak *D. melanogaster*'den keşfedilmiştir (Clyne vd., 1999). Böcek OR'lerinin ilk keşfedilmesinden bu yana, böcek kokusunun moleküler temel bilgisi büyük ölçüde genişledi. Çeşitli böcek türlerinin genomları, büyük OR gen ailelerinin güveler, sivrisinekler, karıncalar, bal arıları, yaban arıları ve böceklerden tanımlanmasını kolaylaştırmak için dizilenmiştir (Fox vd., 2001; Nakagawa vd., 2005; Wurm vd., 2010; Robertson ve Wanner, 2006; Robertson vd., 2010; Engsonia vd., 2008). OR'lerin keşfi, genetik ve genomik güçlü araçların kimyasal ekolojiye uygulanmasının en iyi örneklerinden biridir. Koku reseptörleri (OR'ler) böceklerin ortamındaki kokuları moleküllerini tanınmasından sorumlu büyük bir gen ailesidir (Rutzler ve Zwiebel, 2005; Vosshall ve Stocker, 2007; Leal, 2012). OR aminler içeren koku, karboksilik asitler ve aldehitlere yanıt olarak gösterilmiştir ve duyu nöronlarında kombine şekilde bir şekilde ifade edilmiştir (Rytz vd., 2013).

Uçucu odorant moleküllerinin reseptör proteinleri ile etkileşimi ve sinyal transdüksiyonunu böcek beyindeki koku alma merkezlerine doğru iletimi başlatır (Vosshall vd., 2000; Dobritsa vd., 2003). Böcek genomları, her biri özel bir koku setine ayarlanmış benzersiz bir reseptör proteinini kodlayan çeşitli fonksiyonel koku kemosensoresi reseptör genleri ile donatılır (Hallem vd., 2004; Hallem ve Carlson, 2006; Benton vd., 2009; Wang vd., 2008). Böceklerde bulunan kemosensoresel reseptörlerinin çoğunluğu, Odorant Reseptör (OR) gen ailesine aittir, ancak aynı zamanda İyonotropik Reseptörleri (IR'ler) içerir (Sanchez-Gracia vd., 2009; Croset vd., 2010). Böcek genomlarının karşılaştırmalı analizleri, OR genlerinin ve aralarındaki farklılıkların türler arasında değişebileceğini göstermiştir. Örneğin; baş bitinde (Kirkness vd., 2010) 10 OR geni mevcut iken karıncada 300 OR (Smith vd., 2011; Smith CR vd., 2011) geni bulunur.

Aslında, OR gen ailesindeki genişleme ve daralma, bazı böcek soylarının duyu yeteneğindeki değişimlere bağlanmıştır. Böceklerin yeni besin kaynaklarına uyum sağlaması bu fikri desteklemektedir (McBride, 2007; McBride ve Arguello, 2007;

Goldman-Huertas vd., 2015). Ayrıca feromon iletişim sistemindeki değişikliklerde OR gen repertuarındaki çevresel değişikliklere aracılık edebilir (Gould vd., 2010). Ek olarak, mevcut OR genlerinin amino asit dizisindeki değişikliklerin, duyuşal ayarlama da uyarlamalı kaymalara karşılık geldiği gösterilmiştir (Pellegrino vd., 2011; Leary vd., 2012). Bununla birlikte, böcek OR gen ailesinin çeşitlendirilmesini sağlayan genetik ve moleküler mekanizmalara dair řu andaki veriler birkaç böcek türünden elde edilmiştir (Nei vd., 2008; Sanchez-Gracia vd., 2009). OR gen ailesinin evrimine ait genel ve nesile özgü örüntülerin daha iyi bir resmini elde etmek için daha fazla böcek soyhattının dahil edilmesi gerekmektedir.

Gen ailesinin evrimi, genomik sürüklenme, doğal seçilim ve kromozomal yeniden düzenlemeler dahil olmak üzere çoklu moleküler mekanizmalarla belirlenir. Gen kazancı veya kaybı, bir gen ailesindeki gen sayısını doğrudan etkileyebilir (Nei ve Rooney, 2005). Örneğin, genomik sürüklenme, gen kopyalaması (gen “kazancı”) yoluyla yeni gen kopyaları üretebilirken, mevcut kopyalar psödogenezasyon veya delesyon (gen “kayıbı”) yoluyla temizlenebilir. Gen duplikasyonu veya gen kaybıyla sonuçlanan yeni mutasyonlar, daha sonra nötr genetik sürüklenme veya pozitif seçim yoluyla sabitlenebilir (Nei ve Rooney, 2005; Nei vd., 2008; Innan ve Kondrashov 2010). OR gen repertuarı büyüklükleri çeşitli böcek soyhatlarında yaygın olarak analiz edilmesine rağmen, kazanç ve kayıpların evriminde pozitif seçim ve nötr süreçlerin göreceli katkısı belirsizliğini korumaktadır (Nei vd., 2008; Sanchez-Gracia vd., 2009).

1.1.8 Yardımcı reseptör (ORco)

Koku reseptörü yardımcı reseptör (ORco) ilk olarak *D. melanogaster*'dan OR83b olarak tarif edilmiş ve ortolojiyi böcek takımları arasında tutan tek korunmuş OR olarak tanımlanmıştır (Vosshall ve Hansson, 2011). Türlerin içindeki ve arasındaki OR dizi çeşitliliği yüksek olmasına rağmen, ORco, *D. melanogaster*, *B. mori*, *Apis mellifera* ve *Nasonia vitripennis* gibi böceklerde büyük oranda korunmaktadır (Vosshall vd., 1999; Hill vd., 2002; Robertson ve Wanner, 2006; Robertson vd., 2010). Geniş dizi korunumu, diğer tüm OR'lerin yardımcı reseptörünün (ORco) kritik işlevi ile açıklanmaktadır. ORco içermeyen meyve sineği mutantları çoğu kokuyu tespit edememektedir; koku alma yetenekleri, bu tek OR geninin eksikliğinden kaynaklanmaktadır.

Son çalışmalar, ORco'nun ligand duyarlılığı veren düzenli OR'lara sahip bir heterodimer oluşturduğu zaman ligand kapılı bir iyon kanalı olarak işlev gördüğünü belirlemiştir. Ortak reseptör ORco ile birlikte, HeLa hücrelerinde birçok farklı böcek OR reseptörünü ifade etmiş (Sato vd., 2008) ve aktivasyon göstergeleri olarak hücre içi kalsiyum konsantrasyonundaki değişiklikleri ve tüm hücre akımlarını kullanan kokuları ile aktivasyonlarını göstermiştir. OR eksprese eden hücreler, bilinen G-protein-bağlı ikinci haberci yollarından bağımsız yeni bir böcek iyon kanalının ilk kanıtını sağlayan, GPCR eksprese eden hücrelere kıyasla 10 kat daha hızlı koku uyarımı ile aktive edildi. Bu cevap, GPCR sinyalleşmesinde yaygın olan cGMP ve cAMP gibi sekonder habercilerden bağımsızdır (Smart vd., 2008). Toplu olarak, bu farmakolojik çalışmalar açıkça ORco-OR kompleksinin, katyon seçici olmayan bir ligand kapılı iyon kanalı olarak işlev gördüğünü açıkça göstermiştir (Sato vd., 2008).

1.1.9 Hymenoptera takımında koku reseptörleri

Koku reseptörleri (OR'ler) ilk olarak 1999 yılında yapılan deneysel ve biyoinformatik yaklaşımlarla *D. melanogaster*' de tanımlanmıştır (Vosshall vd., 1999; Clyne vd., 1999). Koku reseptör dizileri hem türler arasında hem de tür içinde küçük dizi homolojisi ile oldukça farklılık gösterir. Örneğin, koku reseptörleri *D. melanogaster*'de %17-20 amino asit özdeşliği (Vosshall ve Stocker, 2007), *A. mellifera*'da ise sadece %20 amino asit dizisi özdeşliği paylaşır (Wanner, 2006). Başlangıçta *D. melanogaster*'de OR gen ailesinden 57 reseptör içerdiğini belirlenmiştir (Vosshall vd., 2000). Ancak sonraki çalışmalarda OR gen ailesinin reseptör sayısının 60 olduğu belirlenmiştir (Robertson vd., 2003). Balarısı, yaban arısı ve iki karınca türü dahil olmak üzere birçok Hymenoptera takımına ait türde, OR gen ailesine ait reseptör içeriği belirlenmiştir. *A. mellifera* genom dizisi, işlevsel 163 OR gen ve 7 tane de işlevsel olmayan gen içerir (Robertson ve Wanner, 2006). *N. vitripennis* işlevsel OR geni 225 genomu kodlar ve 75'i işlevsel olmayan gen içerir (Robertson vd., 2010). *Solenopsis invicta*'in ise 297'sinin işlevsel en az 400'e yakın OR geni içerir (Wurm vd., 2011).

1.1.10 Yeni nesil DNA dizileme

Yeni Nesil Dizileme (YND) yönteminin temeli DNA'nın enzimatik reaksiyonlarla kesilerek çok sayıda DNA parçasıyla bir kütüphane oluşturulması ve kütüphaneyi oluşturan DNA parçalarının çoğaltılmasına dayanmaktadır. Milyonlarca küçük DNA

parçasının paralel sekanslama ile eş zamanlı olarak dizilenmesi gerçekleştirilmekte; bu sayede genomdaki her bir bazın birden çok kez okunması mümkün olmakta ve varyasyonlar daha doğru bir şekilde tespit edilebilmektedir (Buermans ve Dunnen, 2014).

Sistem ana hatlarıyla; çalışma yapılacak biyolojik materyalin elde edilmesi, elde edilen biyolojik materyallerden genomik DNA'nın izolasyonu, izole edilen DNA'daki hedef bölgelerin seçilmesi, DNA'nın enzimatik reaksiyonla kesilerek DNA kütüphanesinin oluşturulması, kütüphaneyi oluşturan DNA parçalarının çoğaltılması, DNA parçalarının dizilenmesi, dizileme sonrası ham verinin oluşturulması, kaynak dizi üzerine haritalama, olası değişimlerin tanımlanarak yorumlanması, Sanger dizileme veya NGS ile doğrulama ve ayrışma (segregasyon) analizi, son olarakta elde edilen bu verilerin raporlanması basamaklarından oluşmaktadır.

Günümüzde farklı dizileme yöntemi kullanan NGS platformları mevcuttur. Bugün tüm dünyada YND sistemleri olan Illumina Miseq, SOLID, Ion Torrent, Roche 454, Pacific Biosciences yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu platformlarda ortak olarak çalışma aşamaları DNA kütüphanesi oluşturma, dizileme, görüntüleme ve elde edilen verilerin analizi basamaklarını kapsamaktadır.

Günümüzde NGS teknolojisi; transkriptom dizileme ve epigenetik çalışmalar dahil birçok alanda kullanılmakta olup; ayrıca kromatin yapısı ve metilasyon paterni çalışmalarında, transkripsiyon faktörlerinin bağlanma bölgelerinin karakterizasyonu, mRNA profili çıkarılması, ekspresyon çalışmaları için RNA dizileme, atasal DNA'yı araştırmak ve metagenomik araştırmalarda sıkça kullanılmaktadır.

2. MATERİYAL-METOD

2.1 Örneklem Seçimi ve Hazırlanması

Tez kapsamında koku reseptör genlerinin belirlenmesinde kullanılan *C. pygmeus* türlerinin bilgileri Tablo 2.1’de sunulmuştur. Örnekler Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Entomoloji Koleksiyonu (ECCUS)’da +4 °C’de %100 etanol içerisinde saklanmaktadır.

Tablo 2.1 *Cephus pygmeus* türlerinin bilgileri

| Takım/Altakım | Familya | Altfamilya | Cins | Tür | Koleksiyon No. |
|--------------------------|----------|------------|--------|-----------------------|----------------|
| Hymenoptera/ Symphyta | Cephidae | Cephinae | Cephus | <i>Cephus pygmeus</i> | ECCUS 794 |

2.2 DNA Uygulamaları ve Analizleri

2.2.1 DNA izolasyonu

C. pygmeus türünün tüm vücudu kullanılarak tuzla çöktürme (salting out) yöntemiyle total DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Alkolde saklanan dokulardan alkolün uzaklaştırılması amacıyla örnekler iki kez distile su (dH₂O) ile yıkanarak bir gün boyunca kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlanan dokular mikrosantrifüj tüplerine aktarılmış ve -80°C’de bir gece boyunca bekletilerek dondurma işlemi uygulanmıştır. Bu aşama küçük boyutlu olan arka bacak dokularının iyi bir şekilde parçalanmasına yardımcı olması amacıyla uygulanmıştır. Dondurulan dokular mikrosantrifüj tüpü içerisinde hızlı bir şekilde tamamıyla ezildikten hemen sonra her bir tüpe 300 µl TNES tamponu (50 mM Tris-HCl pH: 7,5; 400 mM NaCl; 20 mM EDTA pH: 8,0; % 0,5 SDS) ve 100 µg/ml proteinaz K eklenmiştir. TNES tamponu eklenen mikrosantrifüj tüpleri hafifçe vorteksle karıştırıldıktan sonra 37°C’de 12-18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında her bir tüpe 85 µl 5M NaCl eklenmiştir ve homojen dağılması için 15 sn vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Homojen bir şekilde karıştırılan örnekler 14,000 rpm’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüjlenen örneklerin üst fazı başka bir tüpe aktarılıp üzerine bir hacim % 100’lük etanol eklenmiştir. Daha sonra örnekler 16,000 rpm’de 6 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj uygulaması sonucunda elde edilen pelet %

70'lik etanolle yıkandıktan sonra 16,000 rpm'de 2-3 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası kalan etanol peletten tümüyle uzaklaştırılarak pelet büyüklüğüne bağlı olarak 35-50 µl 1X TE (10 mM Tris-HCl pH: 8,0; 1 mM EDTA pH: 8,0) tamponunda çözülmüştür. İzole edilen DNA örneklerinin NanoDrop cihazında kalitesi ölçülmüştür. İzolasyon işlemi tamamlanan DNA örnekleri -20°C'de saklanmıştır.

2.2.2 Yeni nesil DNA dizileme, veri hizalama ve gen bölgelerinin tanımlanması

Yeni nesil dizileme işlemi araştırmacılar için çok büyük kolaylıklar sağlayan bir yöntem olmasına rağmen elde edilen dizi bilgilerinin daha sonra biyoinformatik süreçlerle işlenmesi aşaması, oldukça yoğun bir çalışma yükünü de beraberinde getirmektedir.

Total genomik DNA izolasyonu gerçekleştirilen örneğin genomu yeni nesil DNA dizileme yöntemi ile elde edilmiştir. *C. pygmeus* türüne ait yeni nesil dizileme verilerinin ileri ve geri yönlü okumaları Geneious R9 programına aktarılmış, dizi uçları "trim" özelliği de kullanılarak birleştirilmiştir. Birleştirilen dizilerde Odorant Reseptör gen bölgelerini tanımlayabilmek için daha önce GenBank veri tabanına yüklenmiş olan *C. cinctus* türüne ait ilgili gen bölgeleri referans olarak alınmıştır. "Map to reference" özelliği ile beş adımlı okuma yapılarak Odorant Reseptör gen bölgeleri belirlenmiştir. Elde edilen dizilerden muğlak olanları birkaç kez bu adımlama işlemine tabi tutularak altı farklı okuma çerçevesi ile protein dizileri de ortaya çıkarılmıştır (EK-1).

2.2.5 Veri analizi

2.2.5.1 Uzaklık analizi

Komşu birleştirme yöntemi (NJ) Saitou ve Nei (1987) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde ise ağacı oluşturmak için birbirine en yakın mesafedeki türleri kullanmasıyla algoritmalar ile aynı olmasına karşın bunlardan farklı olarak türlerin kökten eşit uzaklıkta olduğu varsayımı temel alınmaz. Bütün türleri tek çatı altında toplayarak ağaç oluşturmaya başlar. Daha sonra mesafenin en kısa olduğu iki türü bir çatı altına alarak kademeli olarak ilk oluşturduğu tek çatıyı bozar. Bu yeni oluşan küme matrinden bir türü çıkarılır ve bundan sonra gelen birbirine en yakın türleri çatıya ekler (Sevindik, 2014).

2.2.5.2 Maksimum olasılık analizleri:

Bu metot Felsenstein (1973) ve Farris (1973) tarafından filogeni tahmini için geliştirilmiştir. Bu metoda göre her bir karakterin bir durumdan diğer bir duruma değişmesinin ya da yeni bir karakterin açığa çıkmasının belli bir olasılığı vardır. Belli bir grup taksa için açığa çıkan her bir ağacın, verilen bir veri setine göre belli bir doğru olma olasılığı vardır. Tercih edilecek ağaç bu analiz edilen veri setinden çıkması en olası olan ağaç olmalıdır. Daha çok moleküler veri analizi için kullanılır. Bir DNA dizisinde bir nükleotidin başka bir nükleotidle değişme olasılığı önceden bilinir. Karakterlerin değişme olasılığının az olduğu veri setlerinde parsinomi metodu ile benzer sonuçlar verir. Anlamlı bir biçimde morfolojik veri setine uygulanması mümkün değildir. Çünkü bir karakterin bir durumdan başka bir duruma değişmesi olasılıklarının önceden bilinmesini gerektirir. Moleküler verilerin analizinde yaygın olarak kullanılır.

3. BULGULAR

DNA izolasyonu, yeni nesil dizileme ve hizalama uygulamaları sonucu *Cephus pygmeus* türünün koku reseptörlerinden Or1a, Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2b, Or2c, Or2d, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or2j, Or3a, Or3b, Or3c, Or3d, Or3e, Or3f, Or3g, Or3h, Or3l, Or4a ve Or4b olmak üzere 25 gen bölgesinin dizisi elde edilmiştir ve analizler bu diziler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Gen bölgesi ve gen dizisi EK-1'de sunulmuştur.

C. cinctus türünün OR'leri 1-4 arasındaki pozisyonlara göre alfanümerik bir sistem kullanılarak adlandırılmıştır (1a-d, 2a-j, 3a-l ve 4a-b). Bu adlandırma kuralı, hali hazırda devam etmekte olan bir bütün genom dizileme projesinden açıklanacak olan OR'lerin repertuarına uyumun daha kolay hale getirilmesi için seçilmiştir (Gress, 2014). *C. cinctus* türünün dişi bireylerinin antenlerinde 5-15 kat daha yüksek ifade edilen Or1a, Or1d, Or2e, Or3d ve Or4b genleri yumurtlama için özel olarak konak tanıma için kullanılan bitki kokularını tespit etmektedir (Gress, 2014).

C. pygmeus türüne ait koku reseptör gen dizileri ile Hymenoptera takımına ait bu türlerin gen dizileri BLASTn kullanılarak nükleotid dizi benzerliği yüzde oranları belirlenmiştir. 25 gen bölgesinden Or1a, Or2b, Or2d, Or2j, Or3a, Or3e, Or3f, Or3h, Or3l, Or4a ve Or4b gen bölgelerinin nükleotid dizi benzerlik yüzde oranları belirlenmiştir.

Tablo 3.1 Hymenoptera takımında koku reseptör gen bölgeleri çalışılan türler

| Alttakım | Familiya | Tür |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Symphyta | Cepidae | <i>Cephus cinctus</i> |
| | Orussidae | <i>Orussus abietinus</i> |
| | Tenthredinidae | <i>Athalia rosae</i> |
| Apocrita | Vespidae | <i>Polistes dominula</i> |
| | | <i>Polistes canadensis</i> |
| | | <i>Polistes dominula</i> |
| | Formicidae | <i>Pogonomyrmex barbatus</i> |
| | | <i>Monomorium pharaonis</i> |
| | | <i>Solenopsis invicta</i> |
| | | <i>Vollenhovia emeryi</i> |
| | | <i>Acromyrmex echinator</i> |
| | | <i>Atta cephalotes</i> |
| | | <i>Trachymyrmex cornetzi</i> |
| | | <i>Ooceraea biroi</i> |
| | | <i>Harpegnathos saltator</i> |
| | | <i>Dinoponera quadriceps</i> |
| | | <i>Camponotus floridanus</i> |
| | <i>Monomorium pharaonis</i> | |
| | Apidae | <i>Apis florea</i> |
| | | <i>Apis mellifera</i> |
| | | <i>Apis cerana</i> |
| | | <i>Apis dorsata,</i> |
| <i>Habropoda laboriosa</i> | | |
| <i>Bombus impatiens</i> | | |
| <i>Eufriesea mexicana</i> | | |

Tablo 3.2 Or1a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Orussus abietinus</i> | <i>Polistes dominula</i> | <i>Pogonomyrmex barbatus</i> | <i>Monomorium pharaonis</i> | <i>Solenopsis invicta</i> | <i>Vollenhovia emeryi</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 45,6 | 24,2 | 25,7 | 30 | 24,9 | 31,5 | 30,1 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 45,6 | - | 30,8 | 35,9 | 34,3 | 30,9 | 35,4 | 34,5 |
| <i>Orussus abietinus</i> | 24,2 | 30,8 | - | 62,7 | 54,2 | 48,1 | 68,3 | 56,6 |
| <i>Polistes dominula</i> | 25,7 | 35,9 | 62,7 | - | 50,8 | 51,1 | 68,4 | 51,8 |
| <i>Pogonomyrmex barbatus</i> | 30 | 34,3 | 54,2 | 50,8 | - | 59,9 | 84,9 | 80,6 |
| <i>Monomorium pharaonis</i> | 24,9 | 30,9 | 48,1 | 51,1 | 59,9 | - | 64,8 | 63 |
| <i>Solenopsis invicta</i> | 31,5 | 35,4 | 68,3 | 68,4 | 84,9 | 64,8 | - | 90,7 |
| <i>Vollenhovia emeryi</i> | 30,1 | 34,5 | 56,6 | 51,8 | 80,6 | 63 | 90,7 | - |

C. pygmeus türündeki Or1a gen bölgesi; *C. cinctus* türü ile %45,6, *Orussus abietinus* %24,2, *Polistes dominula* %25,7, *Pogonomyrmex barbatus* %30, *Monomorium pharaonis* %24,9, *Solenopsis invicta* %31,5 ve *Vollenhovia emeryi* türü ile de %30,1 oranında benzerlik göstermektedir. *Solenopsis invicta* türü ile *Vollenhovia emeryi* türü arasındaki Or1a gen bölgesi benzerlik oranı %90,7'dir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise %24,9 ile *Monomorium pharaonis*'dir (Tablo 3.2).

Tablo 3.3 Or2b gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Athalia rosae</i> | <i>Polistes canadensis</i> | <i>Polistes dominula</i> | <i>Acromyrmex echinator</i> | <i>Apis florea</i> | <i>Apis mellifera</i> | <i>Habropoda laboriosa</i> | <i>Bombus impatiens</i> | <i>Eufriesea mexicana</i> |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 75,4 | 35,1 | 40,6 | 44,9 | 41,4 | 45,3 | 41,7 | 48,6 | 40,9 | 55,2 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 75,4 | - | 42,6 | 41,3 | 56,2 | 53,9 | 52,9 | 49,6 | 59,3 | 45,1 | 64,2 |
| <i>Athalia rosae</i> | 35,1 | 42,6 | - | 41,6 | 42,5 | 36,6 | 43,6 | 42,3 | 42,5 | 39,9 | 55,3 |
| <i>Polistes canadensis</i> | 40,6 | 41,3 | 41,6 | - | 84 | 53,4 | 51,8 | 47,6 | 58,5 | 44,7 | 57,7 |
| <i>Polistes dominula</i> | 44,9 | 56,2 | 42,5 | 84 | - | 44,9 | 53 | 47,9 | 57,6 | 55,1 | 59,9 |
| <i>Acromyrmex echinator</i> | 41,4 | 53,9 | 36,6 | 53,4 | 44,9 | - | 50,9 | 49,4 | 51,8 | 51,3 | 62,6 |
| <i>Apis florea</i> | 45,3 | 52,9 | 43,6 | 51,8 | 53 | 50,9 | - | 74 | 69,9 | 70 | 79 |
| <i>Apis mellifera</i> | 41,7 | 49,6 | 42,3 | 47,6 | 47,9 | 49,4 | 74 | - | 63,3 | 65,1 | 71,4 |
| <i>Habropoda laboriosa</i> | 48,6 | 59,3 | 42,5 | 58,5 | 57,6 | 51,8 | 69,9 | 63,3 | - | 71,3 | 80,2 |
| <i>Bombus impatiens</i> | 40,9 | 45,1 | 39,9 | 44,7 | 55,1 | 51,3 | 70 | 65,1 | 71,3 | - | 83,2 |
| <i>Eufriesea mexicana</i> | 55,2 | 64,2 | 55,3 | 57,7 | 59,9 | 62,6 | 79 | 71,4 | 80,2 | 83,2 | - |

C. pygmeus türündeki Or2b gen bölgesi; *C. cinctus* türü ile % 75,4, *Athalia rosae* % 35,1, *Polistes canadensis* % 40,6, *Polistes dominula* % 44,9, *Acromyrmex echinator* % 41,4, *Apis florea* % 45,3, *Apis mellifera* % 41,7, *Habropoda laboriosa* % 48,6, *Bombus impatiens* % 40,9 ve *Eufriesea mexicana* türü ile de % 55,2 oranında benzerlik göstermektedir. *Eufriesea mexicana* türü ile *Bombus impatiens* türü arasındaki Or1a gen bölgesi benzerlik oranı % 83,2'dir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 35,1 ile *Athalia rosae*'dir (Tablo 3.3).

Tablo 3.4 Or2d gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Ooceraea biroi</i> | <i>Polistes canadensis</i> |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 75,8 | 37,5 | 42,5 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 75,8 | - | 53,4 | 52,5 |
| <i>Ooceraea biroi</i> | 37,5 | 53,4 | - | 55,9 |
| <i>Polistes canadensis</i> | 42,5 | 52,5 | 55,9 | - |

C. pygmeus türündeki Or2d gen bölgesi; *C. cinctus* türü ile % 75,8, *Ooceraea biroi* % 37,5 ve *Polistes canadensis* ile de % 42,5 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 37,5 ile *Ooceraea biroi*'dir (Tablo 3.4).

Tablo 3.5 Or2j gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Ooceraea biroi</i> | <i>Atta cephalotes</i> | <i>Trachymyrmex cornetzi</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 36,3 | 34,3 | 42,3 | 34,5 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 36,3 | - | 48,7 | 49 | 48,9 |
| <i>Ooceraea biroi</i> | 34,3 | 48,7 | - | 61,1 | 52,4 |
| <i>Atta cephalotes</i> | 42,3 | 49 | 61,1 | - | 87,4 |
| <i>Trachymyrmex cornetzi</i> | 34,5 | 48,9 | 52,4 | 87,4 | - |

C. pygmeus türündeki Or2j gen bölgesi; *C. cinctus* türü ile % 36,3 *Ooceraea biroi* % 34,3, *Atta cephalotes* % 42,3 ve *Trachymyrmex cornetzi* türü ile de % 34,5 oranında

benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 34,5 ile *Trachymyrmex cornetzi*'dir (Tablo 3.5).

Tablo 3.6 Or3a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Acromyrmex echinator</i> | <i>Harpegnathos saltator</i> | <i>Dinoponera quadriceps</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 75,8 | 25,8 | 31,4 | 13,1 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 75,8 | - | 29,4 | 47,6 | 50,7 |
| <i>Acromyrmex echinator</i> | 25,8 | 29,4 | - | 26,1 | 8,3 |
| <i>Harpegnathos saltator</i> | 31,4 | 47,6 | 26,1 | - | 20,6 |
| <i>Dinoponera quadriceps</i> | 13,1 | 50,7 | 8,3 | 20,6 | - |

C. pygmeus türündeki Or3a gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 75,8, *Acromyrmex echinator* % 25,8, *Harpegnathos saltator* % 31,4 ve *Dinoponera quadriceps* türü ile de % 13,1 oranında benzerlik göstermektedir. *Cephus pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 13,1 ile *Dinoponera quadriceps*'dir. *C. pygmeus* türünün en yüksek benzerlik gösterdiği tür ise % 75,8 ile *C. cinctus*'dur (Tablo 3.6).

Tablo 3.7 Or3e gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Apis cerana</i> | <i>Apis florea</i> | <i>Apis dorsata</i> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 85,1 | 36,4 | 38,4 | 40,4 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 85,1 | - | 51,2 | 53,8 | 48,8 |
| <i>Apis cerana</i> | 36,4 | 51,2 | - | 59,6 | 43,5 |
| <i>Apis florea</i> | 38,4 | 53,8 | 59,6 | - | 46,6 |
| <i>Apis dorsata</i> | 40,4 | 48,8 | 43,5 | 46,6 | - |

C. pygmeus türündeki Or3e gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 85,1, *Apis cerana* % 36,4, *Apis florea* % 38,4 ve *Apis dorsata* türü ile de % 40,4 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 36,4 ile *Apis cerana*'dir. *C. pygmeus* türünün en yüksek benzerlik gösterdiği tür ise % 85,1 ile *C. cinctus*'dur (Tablo 3.7).

Tablo 3.8 Or3f gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Polistes canadensis</i> | <i>Eufriesea mexicana</i> | <i>Vollenhovia emeryi</i> | <i>Camponotus floridanus</i> | <i>Linepithema humile</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 64,6 | 32,8 | 25,9 | 34,2 | 34,7 | 36,3 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 64,6 | - | 47,3 | 35,4 | 48,2 | 46,8 | 48,2 |
| <i>Polistes canadensis</i> | 32,8 | 47,3 | - | 33,4 | 46,4 | 44,9 | 45,5 |
| <i>Eufriesea mexicana</i> | 25,9 | 35,4 | 33,4 | - | 35,3 | 35,1 | 35,3 |
| <i>Vollenhovia emeryi</i> | 34,2 | 48,2 | 46,4 | 35,3 | - | 65,4 | 71,3 |
| <i>Camponotus floridanus</i> | 34,7 | 46,8 | 44,9 | 35,1 | 65,4 | - | 73,6 |
| <i>Linepithema humile</i> | 36,3 | 48,2 | 45,5 | 35,3 | 71,3 | 73,6 | - |

C. pygmeus türündeki Or3f gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 64,6, *Polistes canadensis* % 32,8, *Eufriesea mexicana* % 25,9, *Vollenhovia emeryi* % 34,2, *Camponotus floridanus* 34,7 ve *Linepithema humile* türü ile de % 36,3 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 25,9 ile *Eufriesea mexicana*'dir. *C. pygmeus* türünün en yüksek benzerlik gösterdiği tür ise % 64,6 ile *C. cinctus*'dur (Tablo 3.8).

Tablo 3.9 Or3h gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Microplitis demolitor</i> | <i>Polistes dominula</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 49,7 | 37,1 | 40,8 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 49,7 | - | 61,6 | 51,5 |
| <i>Microplitis demolitor</i> | 37,1 | 61,6 | - | 49,2 |
| <i>Polistes dominula</i> | 40,8 | 51,5 | 49,2 | - |

C. pygmeus türündeki Or3h gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 49,7, *Microplitis demolitor* % 37,1 ve *Polistes dominula* türü ile de % 40,8 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 37,1 ile *Microplitis demolitor*'dir (Tablo 3.9).

Tablo 3.10 Or3l gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Meteorus pulchricornis</i> | <i>Camponotus floridanus</i> |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Cephus cinctus</i> | - | 70,9 | 45,5 | 45,5 |
| <i>Cephus pygmeus</i> | 70,9 | - | 31,1 | 28,6 |
| <i>Meteorus pulchricornis</i> | 45,5 | 31,1 | - | 32,7 |
| <i>Camponotus floridanus</i> | 45,5 | 28,6 | 32,7 | - |

C. pygmeus türündeki Or3l gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 70,9, *Meteorus pulchricornis* % 31,1 ve *Camponotus floridanus* türü ile de % 28,6 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 37,1 ile *Camponotus floridanus*'dur (Tablo 3.10).

Tablo 3.11 Or4a gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Copidosoma floridanum</i> | <i>Dinoponera quadriceps</i> | <i>Polistes dominula</i> | <i>Solenopsis invicta</i> | <i>Acromyrmex echinator</i> | <i>Atta cephalotes</i> |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 70 | 36,1 | 34,4 | 37,1 | 36 | 31,1 | 37,6 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 70 | - | 47,5 | 44,6 | 49,6 | 47,6 | 55,8 | 32,3 |
| <i>Copidosoma floridanum</i> | 36,1 | 47,5 | - | 43,9 | 44,8 | 39,3 | 47,6 | 27,7 |
| <i>Dinoponera quadriceps</i> | 34,4 | 44,6 | 43,9 | - | 54 | 37,5 | 44,2 | 25,6 |
| <i>Polistes dominula</i> | 37,1 | 49,6 | 44,8 | 54 | - | 46,6 | 47,5 | 29,5 |
| <i>Solenopsis invicta</i> | 36 | 47,6 | 39,3 | 37,5 | 46,6 | - | 48,2 | 34,7 |
| <i>Acromyrmex echinator</i> | 31,1 | 55,8 | 47,6 | 44,2 | 47,5 | 48,2 | - | 44,2 |
| <i>Atta cephalotes</i> | 37,6 | 32,3 | 27,7 | 25,6 | 29,5 | 34,7 | 44,2 | - |

C. pygmeus türündeki Or4a gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 70, *Copidosoma floridanum* % 36,1, *Dinoponera quadriceps* 34,4, *Polistes dominula* 37,1, *Solenopsis invicta* % 36, *Acromyrmex echinator* % 31,1 ve *Atta cephalotes* türü ile de % 37,6 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 31,1 ile *Acromyrmex echinator* 'dir. *C. pygmeus* türünün en yüksek benzerlik gösterdiği tür ise % 70 ile *C. cinctus*'dur (Tablo 3.11).

Tablo 3.12 Or4b gen bölgesinin diğer türlerle gösterdiği nükleotid dizi benzerlik oranları

| | <i>Cephus pygmeus</i> | <i>Cephus cinctus</i> | <i>Onthophagus taurus</i> | <i>Monomorium pharaonis</i> |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>Cephus pygmeus</i> | - | 76,4 | 33,1 | 32 |
| <i>Cephus cinctus</i> | 76,4 | - | 37,8 | 36,9 |
| <i>Onthophagus taurus</i> | 33,1 | 37,8 | - | 38,3 |
| <i>Monomorium pharaonis</i> | 32 | 36,9 | 38,3 | - |

C. pygmeus türündeki Or4b gen bölgesi; *C. cinctus* türü % 76,4, *Onthophagus taurus* % 33,1 ve *Monomorium pharaonis* türü ile de % 32 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür ise % 32 ile *Monomorium pharaonis*'dir (Tablo 3.11). Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2c, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or3b, Or3c, Or3d ve Or3g gen bölgeleri ise sadece *C. cinctus* türü ile benzerlik göstermektedir (Tablo 3.12). Hymenoptera'dan bilinen diğer türlerle bir homoloji sergilememektedir.

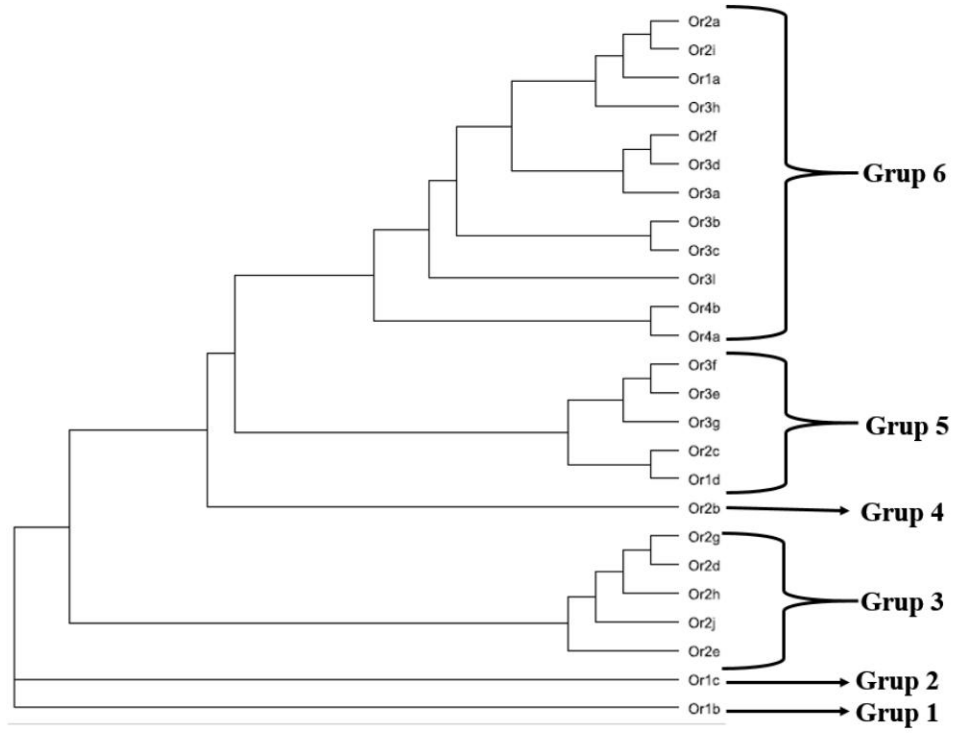
Tablo 3.13 *C. cinctus* ile *C. pygmeus* türleri arasındaki Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2c, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or3b, Or3c, Or3d ve Or3g gen bölgelerinin nükleotid dizi benzerlik oranları

| Gen Bölgeleri | Benzerlik Oranı (%) |
|---------------|---------------------|
| Or1b | 93,72 |
| Or1c | 93,29 |
| Or1d | 94,43 |
| Or2a | 91,81 |
| Or2c | 93,17 |
| Or2e | 88,05 |
| Or2f | 89,88 |
| Or2g | 91,9 |
| Or2h | 91,87 |
| Or2i | 91,49 |
| Or3b | 91,92 |
| Or3c | 96,25 |
| Or3d | 94,11 |
| Or3g | 88,19 |

3.1 Filogenetik Analizler

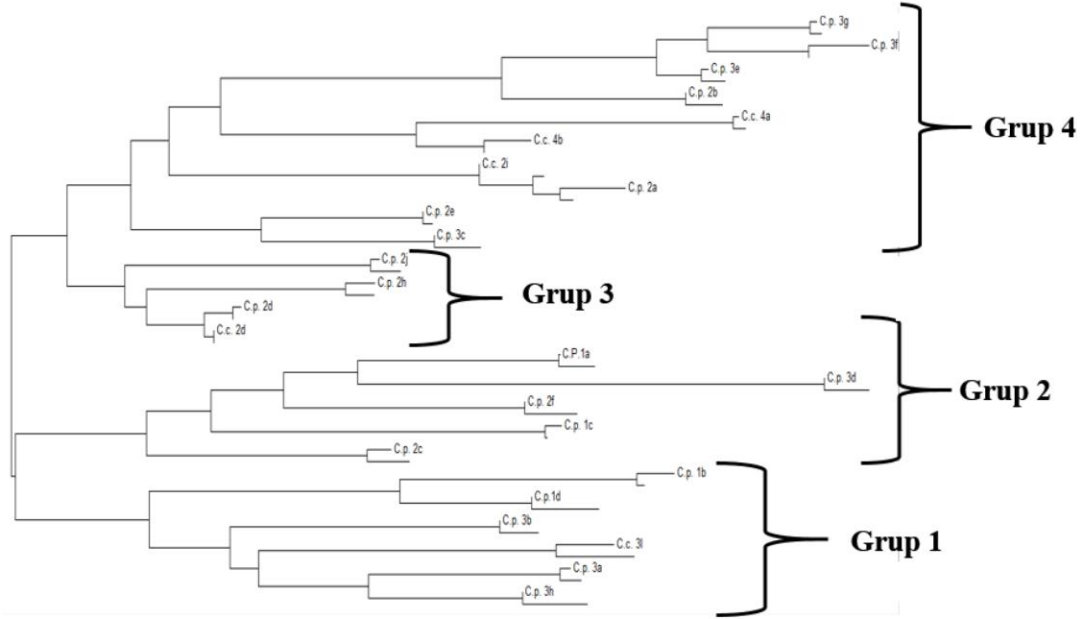
3.1.1 Uzaklık analizleri

Koku reseptörleri gen diziler arasındaki uzaklık matrisi tablosundan yararlanarak kümeleme yapan komşu bağlama (NJ) algoritması, dizi benzerlikleri veya farklılığını ortaya koymak kullanılan uygun yöntemlerden biridir.



Şekil 3.1 *C. pygmeus* OR genleri nükleotid dizileri temelinde oluşturulan komşu-
bağlama (NJ) ağacı.

Komşu- bağlama (NJ) analizi ile elde edilen ağaçta ağaç dal destek değerleri çok düşük olduğu için belirtilmemiştir. Grup 1 ile Grup 2 diğer gruplara göre atasal bir pozisyonda yer almaktadır. Grup 3 sadece Or2 gen bölgelerini içermektedir. Grup 3 içerisinde en atasal olan gen dizisi Or2e'dir. Grup 4; Grup 5 ve Grup 6'nın ortak atasıyla kardeş gruptur. Grup 6 heterojen bir içeriğe sahiptir. Grup 6 içerisinde Or4a ve Or4b atasal pozisyonu işgal etmektedir.

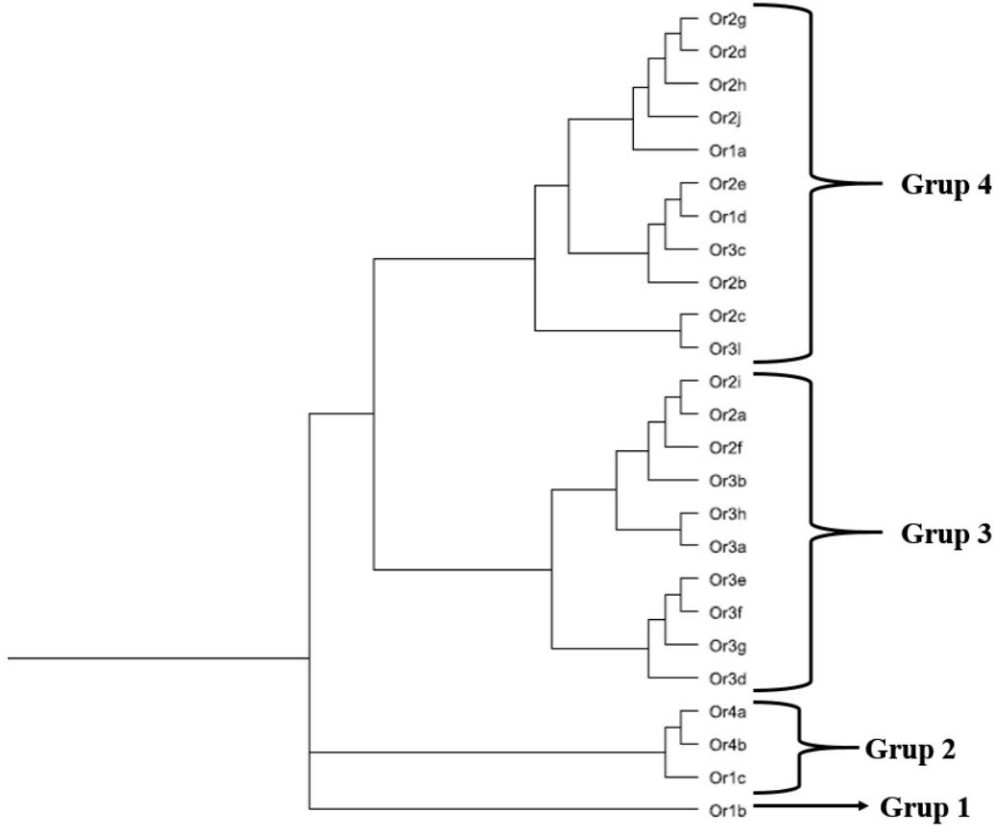


Şekil 3.2 *C. pygmeus* ve *C. cinctus* OR genleri nükleotid dizileri kullanılarak oluşturulan komşu- bağlama (NJ) ağacı

Komşu- bağlama (NJ) analizi ile elde edilen ağaçta dal destek değerleri çok düşük olduğu için belirtilmemiştir. Grup 1 içerisinde çoğunlukla *C. pygmeus* türüne ait Or3 ve Or1 gen bölgeleri mevcuttur. Grup 1 *C. cinctus* türüne ait sadece Or31 gen bölgesini içerir. Grup 2 sadece *C. pygmeus* türüne ait gen bölgelerini içerir. Grup 3 içerisinde *C. cinctus* türüne ait Or2d gen bölgesi atasal pozisyonda bulunmaktadır. Grup 3 sadece Or2 gen bölgelerini içermektedir. Grup 4 içerisinde *C. cinctus* türüne ait Or4a ve Or4b gen bölgelerini içermektedir.

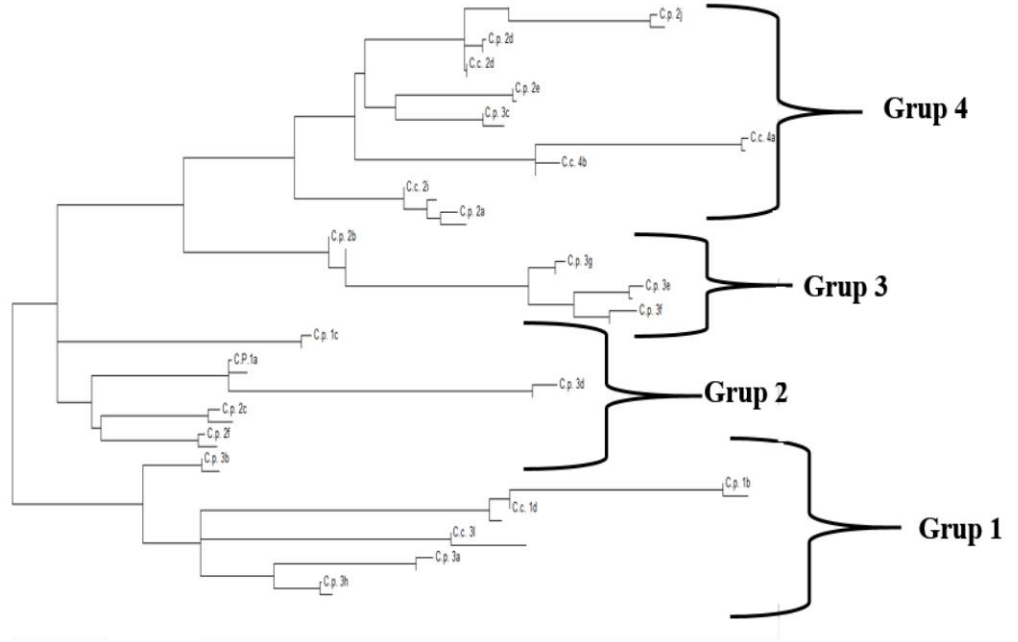
3.1.2 Maksimum olasılık analizleri

Bu yöntemin ön-kabulüne göre evrimsel değişimler yani her bir karakterin bir durumdan diğer bir duruma değişmesinin ya da yeni bir karakterin açığa çıkmasının belli bir olasılığı bulunmaktadır. Özellikle DNA dizi verisine dayalı filogeni tahminlerinde oldukça kullanışlı bir yöntemdir. En hızlı ve oldukça güvenilir bir dizi verisine dayalı filogeni programlarından olan RAXML kullanılarak inşa edilen ML ağacı Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3.3 *C. pygmeus* OR genleri nükleotid dizileri temelinde RAxML kullanılarak inşa edilen ML ağacı.

Maksimum olasılık analizi sonucunda elde edilen ağaçta ağaç dal destek değerleri çok düşük olduğu için belirtilmemiştir. Analiz sonuçları dört ana kladin varlığını ortaya koymuştur. Grup 1 ve Grup 2 diğer gruplara göre atasal pozisyonda bulunmaktadır. Grup 3 ağırlıklı olarak Or3 genlerini içermektedir. Grup 4 ise daha heterojen bir içeriğe sahiptir. Grup 4 içerisinde Or2c ve Or3l atasal pozisyonda bulunmaktadır.



Şekil 3.4 *C. pygmeus* ve *C. cinctus* OR genleri nükleotid dizileri kullanılarak inşa edilen ML ağacı

Maksimum olasılık analizi sonucunda elde edilen ağaçta ağaç dal destek değerleri çok düşük olduğu için belirtilmemiştir. Grup 1 *C. cinctus* türüne ait Or1d ve Or3l gen bölgelerini içermektedir. Grup 2 sadece *C. pygmeus* türüne ait gen bölgelerini içermektedir. Grup 3 çoğunlukla Or3 gen bölgelerini içermektedir. Grup 4 *C. cinctus* türüne ait Or4a ve Or4b gen bölgelerini içermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

C. pygmeus türünün koku reseptörlerinden Or1a, Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2b, Or2c, Or2d, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or2j, Or3a, Or3b, Or3c, Or3d, Or3e, Or3f, Or3g, Or3h, Or3l, Or4a ve Or4b olmak üzere 25 gen bölgesinin dizisi belirlenmiştir.

Hymenoptera takımının Symphyta alttakımından *Cephus cinctus* (Cephidae) *Orussus abietinus* (Orussidae) ve *Athalia rosae* (Tenthredinidae) olmak üzere 3 familyanın temsilcilerinden koku reseptör gen dizileri bilinmektedir. Apocrita alttakımından ise eusosyal böcek familyalarından türler çalışılmıştır. Yabancısı veya eşekarı olarak bilinen Vespidae familyasından 3 tür *Polistes dominula*, *Polistes canadensis* ve *Polistes dominula*; karıncalardan (Formicidae) *Pogonomyrmex barbatus*, *Monomorium pharaonis*, *Solenopsis invicta*, *Vollenhovia emeryi*, *Acromyrmex echinator*, *Atta cephalotes*, *Trachymyrmex cornetzi*, *Ooceraea biroii*, *Harpegnathos saltator*, *Dinoponera quadriceps*, *Camponotus floridanus*, *Monomorium pharaonis* olmak üzere 12 tür ve balarılarının da üyesi olduğu Apidae familyasından *Apis florea*, *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata*, *Habropoda laboriosa*, *Bombus impatiens* ve *Eufriesea mexicana* olmak üzere 8 türde koku reseptör genleri çalışılmıştır.

C. pygmeus türüne ait koku reseptör gen dizileri ile Hymenoptera takımına ait bu türlerin gen dizileri BLASTn kullanılarak benzerlik yüzde oranları belirlenmiştir. 25 gen bölgesinden Or1a, Or2b, Or2d, Or2j, Or3a, Or3e, Or3f, Or3h, Or3l, Or4a ve Or4b gen bölgelerinin benzerlik yüzde oranları ilgili tablolarda sunulmuştur (Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5, Tablo 3.6, Tablo 3.7, Tablo 3.8, Tablo 3.9, Tablo 3.10, Tablo 3.11, Tablo 3.12). Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2c, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or3b, Or3c, Or3d ve Or3g gen bölgeleri ise sadece *C. cinctus* türü ile benzerlik göstermektedir (Tablo 3.13).

Or1b, Or1c, Or1d, Or2a, Or2c, Or2e, Or2f, Or2g, Or2h, Or2i, Or3b, Or3c, Or3d ve Or3g gen bölgelerinin sadece *C. cinctus* ile homoloji göstermesi oldukça ilginç bir bulgudur. Veri tabanlarında kayıtlı iki Symphyta türü (*Orussus abietinus* ve *Athalia rosae*) ve birçok eusosyal Hymenoptera türleri (Apocrita) ile bir homoloji

göstermemesi, bu koku genlerinin sadece Cephidae familyasına özgü olduğunu düşündürmektedir. Bu genlerden Or1b ve Or1c genlerinin her iki ağaçtada bazal pozisyonda bulunması bu görüşü destekler niteliktedir.

C. pygmeus türünün Or1a gen bölgesi ile *C. cinctus* türünün Or1a gen bölgesi %45,6 oranında benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde Formicidae içinde yer alan *Pogonomyrmex barbatus*, *Monomorium pharaonis*, *Solenopsis invicta* ve *Vollenhovia emeryi* türleri arasındaki Or1a gen bölgesi benzerliği de %50'nin üzerindedir (Tablo 3.2). Bu benzerlik oranları yakın akraba iki tür arasında beklenenden azdır. *C. pygmeus* türünün Or2b gen bölgesi ile *C. cinctus* türünün Or2b gen bölgesi %75,4 oranında benzerlik göstermektedir. Bu iki tür arasındaki Or2b gen bölgesi benzerlik oranı Or1a gen bölgesi benzerlik oranından daha yüksektir. Diğer yandan Tenthredinidae familyasından olan *Athalia rosae* ile *C. pygmeus* Symphyta alttakımına ait olmasına rağmen Or2b gen bölgesi benzerlik oranı %35,1'dir. Bir karınca türü olan *Acromyrmex echinatio* türü ile *C. pygmeus* türü arasındaki Or2b benzerlik oranı ise %41,4'tür (Tablo 3.3). Vespidae familyası üyesi olan *Polistes canadensis* ve *Polistes dominula* türleri arasındaki Or2b gen bölgesi benzerlik oranı % 84'tür. Diğer yandan Apidae familyası türleri olan *Apis florea*, *Apis mellifera*, *Habropoda laboriosa*, *Bombus impatiens* ve *Eufriesea mexicana* türleri arasındaki Or2b gen bölgesi benzerlik oranı %63'ün üzerindedir.

Bu durum yakın akraba türler arasında beklendiği şekilde dizi benzerliğinin yüksek olduğunu, uzak akraba türler arasında giderek arttığını göstermektedir. Ancak Or1a gen bölgesi dizileri ilginç bir durum sergilemektedir. Yakın akraba türler arasında bile benzerlik oranı % 50 veya daha düşüktür. Filogenetik ağaçlarda taç gruplar (Şekil 3.2, Grup 6 ve Şekil 3.3, Grup 4) içinde yer alan bu genin, yakın türler arasında bile hızla evrimleştiği görülmektedir. Atasal genlerden gen duplikasyonu yoluyla köken aldığı düşünülen bu gen ailesinin büyük olasılıkla niş veya habitat kullanımına bağlı olarak değişken bir evrim hızına sahip oldukları söylenebilir.

C. pygmeus türünün Or2d gen bölgesi ile *C. cinctus* türünün Or2d gen bölgesi %75,8 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün Or2d gen bölgesi *Ooceraea biro* (Formicidae) % 37,5 ve *Polistes canadensis* (Vespidae) ile de % 42,5 oranında benzerlik göstermektedir. *C. pygmeus* türünün en düşük benzerlik gösterdiği tür *Ooceraea biro* olup Formicidae familyasına aittir (Tablo 3.4). Diğer yandan *C.*

pygmeus ile *C. cinctus* türlerinin Or2j gen bölgesi %36,3 oranında benzerlik göstermektedir. Formicidae familyasından *Ooceraea biroii*, *Atta cephalotes* ve *Trachymyrmex cornetzi* türleri arasında Or2j gen bölgesi benzerlik oranı ise daha yüksek olup % 61'in üzerindedir (Tablo 3.5). Bu durumda Or2j genin de Cephidae familyasında hızlı bir evrim geçirdiğini söyleyebiliriz.

C. pygmeus ile *C. cinctus* türlerinin Or3a gen bölgesi %75,8 oranında benzerlik göstermektedir. Ancak Formicidae familyasından *Acromyrmex echinator* ve *Harpegnathos saltator* türleri arasında Or3a gen bölgesi benzerlik oranı %20,6'dır. *C. pygmeus* türünün Or3a gen bölgesi ile bir karınca olan *Dinoponera quadriceps* türünün Or3a gen bölgesi %25,8 oranında benzerlik göstermektedir (Tablo 3.6). Bu genin *Cephus* cinsi içindeki görece olarak daha az farklılaşmış, karıncalar içinde ise hızlı evrimleşme göstermiştir. Bu durumun karıncalarda ilgili reseptörün spesifik işlevi ile ilişkisi olabilir.

C. pygmeus ile *C. cinctus* türünün Or3e gen bölgeleri %85,1 oranında benzerlik göstermektedir. Apidae familyasına ait *Apis cerana*, *Apis florea* ve *Apis dorsata* türleri ile arasındaki Or3e gen bölgesi benzerlik oranı %43,5'in üzerindedir (Tablo 3.7). *C. pygmeus* ile *C. cinctus* türünün Or3f gen bölgeleri %64,6 oranında benzerlik göstermektedir. Vespidae familyasına ait *Polistes canadensis* türünün Or3f gen bölgesi benzerlik oranı %32,8'dir. Apidae familyasına ait *Eufriesea mexicana* türü ile de Or3f benzerlik oranı %25,9'dur. *Vollenhovia emeryi*, *Camponotus floridanus* ve *Linepithema humile* gibi karınca türleri ile arasındaki Or3f benzerlik oranı %65,4'ün üzerindedir (Tablo 3.8). Bu genlerde yakın türler arasında daha fazla benzerliğin gözlenmesi genel beklentiye uygundur. Ancak *Cephus* türleri için gözlenen Or3f benzerlik oranlarının karıncalarla oldukça benzer olması ilginçtir.

C. pygmeus ile *C. cinctus* türünün Or3h gen bölgesi %49,7 oranında benzerlik göstermektedir. Braconidae familyasına ait olan *Microplitis demolitor* türü ile *C. pygmeus* türü arasındaki Or3h benzerlik oranı beklendiği şekilde düşük olup %37,1'dir. Ancak *C. cinctus* ile %61,6 oranındaki benzerlik ilginçtir. Vespidae familyasına ait *Polistes dominula* türü ile de *C. pygmeus* Or3h gen bölgesi benzerlik oranı %40,8'dir (Tablo 3.9).

C. pygmeus ile *C. cinctus* türünün Or3l gen bölgesi %70,9 oranında benzerlik göstermektedir. Braconidae familyası üyesi olan *Meteorus pulchricornis* ve Formicidae familya üyesi olan *Camponotus floridanus* türleri ile de *C. pygmeus* Or3l gen bölgesi benzerlik oranı %45,5'dir (Tablo 3.10).

C. pygmeus ile *C. cinctus* türünün Or4a gen bölgesi %70 oranında benzerlik göstermektedir. Encyrtidae familya üyesi olan *Copidosoma floridanum* türü ile *C. pygmeus* Or4a gen bölgesi benzerlik oranı %36,1'dir. Vespidae familya üyesi olan *Polistes dominula* ile de arasındaki Or4a gen bölgesi benzerlik oranı %32,8'dir. Ponerinae (Formicidae) altfamilyasına ait olan *Acromyrmex echinatio* türü ile de Or4a gen bölgesi benzerlik oranı %31,1'dir. Yine Formicidae familyasına ait *Dinoponera quadriceps*, *Solenopsis invicta* ve *Atta cephalotes* türleri ile *C. pygmeus* Or4a gen bölgesi arasındaki benzerlik oranı ise %25'in üzerindedir (Tablo 3.10).

C. pygmeus türünün Or4b gen bölgesi ile *C. cinctus* türünün Or4b gen bölgesi %76,4 oranında benzerlik göstermektedir. Formicidae familyası üyesi olan *Monomorium pharaonis* türü ile de *C. pygmeus* Or4b gen bölgesi arasındaki benzerlik oranı %32'dir (Tablo 3.11).

Yukarıda tartışılan koku reseptör genleri genel olarak yakın akraba türler arasında daha fazla benzerliğe sahipken, uzak akraba türler arasında farklılaşma eğilimi göstermektedir. Bu genel olarak beklenen bir durumdur. Zaman içerisinde meydana gelebilecek mutasyonların birikmesi ve diğer evrimsel süreçlerin işlemesi sonucu uzak akraba türler arasında daha fazla farklılaşma gözlenir.

Aynı cinse ait *C. cinctus* ve *C. pygmeus* türlerinin Or2j gen bölgesi %36,3, Or1a gen bölgesi %45,6, Or3h gen bölgesi %49,7, Or3f gen bölgesi %64,6, Or4a gen bölgesi %70, Or3l gen bölgesi %70,9, Or2b gen bölgesi %75,4, Or2d gen bölgesi % 75,8, Or3a gen bölgesi %75,8, ve Or4b gen bölgesi %76,4 oranında benzerlik göstermektedir. Bu iki tür arasındaki bazı gen bölgelerinin benzerlik oranı düşük, bazılarının ise oldukça yüksektir. OR dizileri hem türler arasında hem de tür içinde küçük dizi homolojisi ile oldukça farklılık gösterebilmektedir. Bu durum ilgili koku reseptör geninin işlevi ve maruz kaldığı seçim baskıları ile açıklanabilir.

Buğday bitkileri tarafından yayılan bazı yaprak uçucuları, dişi Ekin Sap Arıları için yumurtlama ipuçları olarak tanımlanmıştır (Piesik vd., 2008). OR'ler, genellikle yaşam alanlarını bulmak için kullanılan konak bitki kokularını tespit edebilir. *C. cinctus* türünün dişi bireylerinin antenlerinde 5-15 kat daha yüksek ifade edilen Or1a, Or1d, Or2e, Or3d ve Or4b genleri yumurtlama için özel olarak konak tanıma için kullanılan bitki kokularını tespit etmektedir (Gress, 2014).

Bal arısı *A. mellifera*'da *D. melanogaster*'den daha fazla OR geninin bulunması, eusosyal arıların hem sosyal feromonlar hem de çiçek kokularını algılamak için daha fazla koku reseptör geni buldukları şeklinde yorumlanmaktadır (Robertson ve Wanner, 2006). Bir böceğin yaşam tarihi ve kimyasal ortamla ilişkileri OR'lerin sayısını açıklamak için kullanılmıştır. Ancak, *Nasonia* gibi parasitoid arılar ve balarısı gibi eusosyal böceklerde OR'larm, birkaç soyhattına özgü gen açılımları olduğu sonucuna varılmıştır (Robertson vd., 2010). Bu bir böceğin genomunda kodlanmış OR sayısının kimyasal ekolojisi ile ilişkisi olmayabileceğini düşündürmektedir.

C. cinctus türünde yapılan filogenetik analizde anten transkriptomundan tespit edilen 28 koku reseptör geninin oldukça çeşitli olduğu tespit edilmiştir. Bunlar daha modern Apocrita alttakımı türleri olan *A. mellifera* ve *N. vitripennis* ile homoloji sergilemektedir. Bu örüntü Ekin Sap Arılarında da mevcut olan koku reseptör genlerinin daha gelişmiş Hymenoptera soyhatlarında korunduğunu ve giderek çeşitlendiklerini ortaya koymaktadır (Gress, 2014).

Parafiletik bir soyhattı olan Symphyta alttakımı üyeleri daha ilkel fitofaglar türleri kapsamaktadır (Grimaldi ve Engel, 2005). Apocrita alttakımının özelleşmiş eusosyal yaban arısı ve balarısı türleri ise daha çeşitlenmiş OR genlerine sahiptir (Gress, 2014).

Komşu- bağlama (NJ) ve Maksimum olasılık (ML) analizi sonucunda elde edilen her iki ağacın topolojisine bakıldığı zaman Or1b ve Or1c genlerinin diğer gen dizilerine göre daha atasal bir pozisyonda kaldıkları söylenebilir. Ancak Or4a ve Or4b genleri ML ağacında atasal bir pozisyon işgal ederken, NJ ağaçlarında bir anakladım (Grup 6) atasal dizisi şeklinde konumlanmıştır (Şekil 3.1).

C. pygmeus ve *C. cinctus* OR gen dizi bölgelerinin birlikte analizi ile elde edilen ağaçlarda, bu genlerin kökeni ve evrimin ortaya koyan anlamlı bir örüntüye rastlanmamıştır (Şekil 3.2 ve 3.4). Bu önbulgunun doğruluğu tartışmalı olup, daha büyük veri setileri ve daha kapsamlı analizlerle sınanmasına ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, bir gen ailesi olan OR genlerinden bir kısmının atasal diğerlerinin ise ardışık duplikasyonlarla açığa çıktığını ve zaman içerisinde benzer işlevler görmek üzere evrimleştiklerini varsaymak mantıklıdır. Bu durumda karakterin (burada gen dizileri) evrimini bir filogenetik ağaç ile yapılandırmak ve yorumlamak olanaklı hale gelmektedir. NJ algoritması dizi benzerliği (veya farklılığı) oranını dikkate alarak ağaç inşa ettiğinden karakterin evrimi konusunda doğrudan bilgi vermeye elverişli değildir. ML algoritması karakter polaritesini (atasal-gelişmiş) dikkate aldığı için karakterin evrimi konusunda daha fazla bilgi içerir. ML ağacı incelendiğinde dört ana soyhattının varlığından söz edebiliriz (Şekil 3.2). Bu aynı zamanda kaç kez duplikasyon meydana geldiğine ilişkin de bir fikir verir. Diğer yandan OR genleri için kullanılan terminolojinin (numaralandırmanın) evrimsel bir anlamı bulunduğuna ilişkin bir bilgiye rastlanmamıştır. Dolayısıyla aynı numaraya sahip genlerin aynı klada ait olarak çıkmasını beklememek gerekir. OR genlerinin evrimsel tarihini, filogenisini ve sorumlu evrimsel süreçleri daha iyi anlayabilmek için daha fazla türden dizi bilgisi ve detaylı analizlere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ainslie, C.N.** (1920). The western grass-stem sawfly. USDA. Bull. No. 841.
- Albert, T., Sherman, J., Hofland, M., Lanning, S., Blake, N., Grabbe, R., Lamb, P., Martin, J., Weaver, D.** (2014). Resistance to *Cephus cinctus* Norton, the wheat stem sawfly, in a recombinant inbred line population of wheat derived from two resistance sources. *Plant Breeding*, 133, 427-432.
- Alkan, B.** (1948). Cereal pests in Central Anatolia. Ankara Univ. Publication, 132p, Ankara.
- Altınayar, G.** (1975). Studies on distribution, bio-ecology, crop losses and control methods of wheat stem sawfly [*Cephus pygmeus* (L) and *Trachelus tabidus* (F), Hym: Cephidae] in grain crops in Konya province, Turkey. Research publications: No: 30. Plant Protection Res. Inst., Ankara.
- Anderson, A. R., Wanner, K. W., Trowell, S. C., Warr, C. G., Jaquin-Joly, E., Zagatti, P., Robertson, H., Newcomb, R. D.** (2009) Molecular basis of female-specific odorant responses in *Bombyx mori*. *Insect Biochem Mol Biol* 39: 189–197.
- Angeli, S., Ceron, F., Scaloni, A., Monti, M., Monteforti, G., Minnocci, A., Petacchi, R., Pelosi, P.** (1999). Purification, structural characterization, cloning and immunocytochemical localization of chemoreception proteins from *Schistocerca gregaria*. *Eur. J. Biochem* 262: 745–754.
- Anonymous,** (1995). Plant Protection Technical Guide, General Directorate of Plant Protection, the Min. of Agriculture and Rural Affairs.1, 47–48.
- Başıbüyük, H. H., Quickle, L. J. D.** (1999). Gross morphology of multiporous plate pensilla in the Hymenoptera (Insecta). *Zoologica Scripta*, 28, 1-2.
- Ben-Aria, N., Lancet, D., Taylor, C., Khen, M., Walker, N., Ledbetter, D. H., Carrozzo, R., Patel, K., Sheer, D., Lehrach, H.** (1994). Olfactory receptor gene cluster on human chromosome 17: possible duplication of an ancestral receptor repertoire. *Hum. Mol. Genet.* 3,229–235.
- Benson, R.B.** (1946). Classification of the Cephidae (Hymenoptera Symphyta). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 96, 89–108.
- Benson, R.B.** (1950). An introduction to the natural history of British sawflies. *Transactions of Society for British Entomology*. 10, 45-138.
- Benson, R.B.** (1951). Hymenoptera, Symphyta. Section (a). Handbooks for the the Identification of British Insects, 6, 2 (a), 1-49.
- Benson, R.B.** (1968). Hymenoptera from Turkey Symphyta. *Bulletien of the British Museum (Natura History) Entomology*, London.
- Benton, R., Vannice, K.S., Gomez, D. C., Vosshall, L.B.** (2009). Variant ionotropic glutamate receptors as chemosensory receptors in *Drosophila* cell, 136(1), 149–162.
- Beres, B.L., Dodsall, L.M., Weaver, D.K., Cárcamo, H.A., Spaner, D.M.** (2011). Biology and integrated management of wheat stem sawfly and the need for continuing research. *Can Entomol* 143, 105–125.

- Berzonsky, W.A., Ding, H., Haley, S.D., Harris, M.O., Lamb, R.J., McKenzie, R.I.H., Ohm, H.W., Patterson, F.L., Peairs, F.B., Porter, D.R., Ratcliffe, R.H., Shanower, T.G.** (2003). Breeding wheat for resistance to insects. *Plant Breed. Rev.* 22, 222-296.
- Bette S., Breer H., Krieger J.** (2002) Probing a pheromone binding protein of the silkworm *Antheraea polyphemus* by endogenous tryptophan fluorescence. *Insect Biochem. Molec.* 32, 241-246.
- Buermans, H. P., Dunnen, J.T.** (2014). Next generation sequencing technology: advances and applications. *Biochim. Biophys. Acta* 1842. 1932-1941.
- Buck, L., Axel, R.** (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell* 65, 175–187.
- Budak, M., Korkmaz, E.M., Başbüyük, H.H.** (2011). A molecular phylogeny of the Cephinae (Hymenoptera, Cephidae) based on mtDNA COI gene: a test of traditional classification. *Zookeys*, 130, 363–378.
- Bruce, T. J. A., Wadhams, L. J., Woodcock, C. M.** (2005). Insect host location: a volatile situation. *Trends Plant Sci* 10: 269–274.
- Bruce, T. J. A., Pickett, J. A.** (2011). Perception of plant volatile blends by herbivorous insects - finding the right mix. *Phytochemistry* 72: 1605–1611.
- Breer, H.** (1997). Molecular mechanisms of pheromone reception in insect antennae. In *Insect Pheromone Research New Directions*, pp. 115–130.
- Clyne, P. J., Warr, C. G., Freeman, M. R., Lessing, D., Kim, J., Carlson, J. R.** (1999). A novel family of divergent seven-transmembrane proteins: candidate odorant receptors in *Drosophila*. *Neuron* 22, 327–338.
- Craig, T.P., Itami, J.K.** (2008). Specialization, speciation, and radiation: the evolutionary biology of herbivorous insects. Tilmon, K. (Ed.) *Evolution of preference and performance relationships*, University of California Press., 360p, ABD.
- Criddle, N.** (1922). The western wheat-stem sawfly and its Control. *Dominion of Canada Department of Agriculture Pamphlet 6- New Series 3-8.*
- Croset, V., Ritz, R., Cummins, S. F., Budd, A., Brawand, D., Kaessmann, H., Gibson, T. J., Benton, R.** (2010). Ancient protostome origin of chemosensory ionotropic glutamate receptors and the evolution of insect taste and olfaction. *PLoS Genet* 6: e1001064.
- Çalmaşur, Ö.** (2007). Erzurum ilinde kiraz sülüğü *Caliroa cerasi* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Tenthredinidae)'nin biyolojisi ve zararı. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 59-63.
- Dobritsa, A. A., van der Goes van Naters, W., Warr, C.G., Steinbrecht, R.A., Carlson, J.R.** (2003). Integrating the molecular and cellular basis of odor coding in the *Drosophila* antenna. *Neuron* 37(5), 827-841.
- Demirözer, O., Karaca, İ.** (2011). Population fluctuations of some important pests and natural enemies found in Oil-bearing rose (*Rosa damascena* Miller) production areas in Isparta province (Turkey). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(4), 539-558.

- Elmore, T., Smith, D.P.** (2001). Putative *Drosophila* odor receptor OR43b localizes to dendrites of olfactory neurons. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 31(8): 791--798.
- Engsontia, P., Sanderson, A.P., Cobb, M., Walden, K.K.O., Robertson, H., Brown, S.** (2008). The red flour beetle's large nose: an expanded odorant receptor gene family in *Tribolium castaneum*. *Insect Biochem Mol Biol* 38: 387–397.
- Fadool, D. A., Ache, B.W.** (1992) Plasma membrane inositol 1,4,5-trisphosphate-activated channels mediate signal transduction in lobster olfactory receptor neurons. *Neuron* 9:907-9 18.
- Farris, J. S.** (1973). A probability model for inferring evolutionary trees. *Systematic Zoology* 22, 250-256.
- Farstad, C., Platt, A. W., McGinnis, A. J.** (1949). Influence of wheat varieties on the sex ratio of the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* Nort. (Hymenoptera: Cephidae). *80th Annual Report of the Entomological Society of Ontario*.
- Felsenstein, J.** (1973). Maximum Likelihood and Minimum-Steps Methods for Estimating Evolutionary Trees from Data on Discrete Characters. *Systematic Zoology*, 22(3), 240.
- Fox, A. N., Pitts, R. J., Zwiebel, L. J.** (2002). A cluster of candidate odorant receptors from the malaria vector mosquito, *Anopheles gambiae*. *Chemical senses*, 27(5), 453–459.
- Gauld, I.D., Bolton, B.** (1988). The Hymenoptera. *British Museum (Natural History). Oxford University Pres*, New York.
- Ghadiri, V.** (1994). Studies on the biological features of cereal sawflies (*Cephus pygmeus* L.) in Karadj district. *Journal of the Entomological Society of Iran*, 14, 27-33.
- Grimaldi, D., Engle, M.S.** (2005). Evolution of the insects, Cambridge University Press. 755 p.
- Goldman-Huertas, B., Mitchell, R.F., Lapoint R.T., Faucher, C.P., Hildebrand J.D.** (2015). Evolution of herbivory in Drosophilidae linked to loss of behaviors, antennal responses, odorant receptors, and ancestral diet. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (10), 3026-3031.
- Gol'berg, A. M.** (1986). Biology of Stem Sawflies *Trachelus tabidus* and *Cephus pygmeus* in the Negev of Southern Israel. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 40, 117-121.
- Gould, F.** (2010). Sexual isolation of male moths explained by a single pheromone response QTL containing four receptor genes. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 107(19), 8660–8665.
- Gullan, P.J., Cranston, P.S.** (2010). Insect systematics: phylogeny and classification. *The Insects: An Outline of Entomology fourth edition*, Wiley-Blackwell, Oxford, 189–222.
- Hallem, E.A., Ho, M.G. and Carlson, J.R.** (2004). The molecular basis of odor coding in the *Drosophila* antenna. *Cell* 117, 965–979.

- Hansson, B. S., Stensmyr, M. C.** (2011). Evolution of insect olfaction. *Neuron* 72, 698–711. doi: 10.1016/j.neuron.2011.11.003.
- Hill, E. S., Iwano, M., Gatellier, L., Kanzaki, R.** (2002). Morphology and physiology of the serotonin-immunoreactive putative antennal lobe feedback neuron in the male silk moth *Bombyx mori*. *Chem. Senses* 27, 475-483.
- Innan, H., Kondrashov, F.** (2010). The evolution of gene duplications: classifying and distinguishing between models. *Nat Rev Genet.* 11(2), 97–108.
- Jacquín-Joly E., Merlin C.** (2004) Insect olfactory receptors: Contributions of molecular biology to chemical ecology. *J. Chem. Ecol.* 30, 2359-2397.
- Karaca, V., Gözüaçık, C., Şimşek, Z.** (2012). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde hububatın entomolojik sorunları ve çözüm önerileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(2), 154-159.
- Kaissling, K.E.** (2004) Physiology of the pheromone reception in insects (an example of moths). *Anie-Avnp*, 62, 73-91.
- Keil T. A.** (1999). Morphology and development of the peripheral olfactory organs. In: *Insect Olfaction*, edited by Hansson BS, editor. Berlin: Springer. 6–47.
- Kılıç, H.** (2007). Güneydoğu Anadolu Bölgesi tahıl değerlendirme raporu 2006-2007. Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kirkness, E.F., Haas, B.J., Sun, W., Braig, H.R., Perotti, M.A., Clark, J.M.** (2010). Genome sequences of the human body louse and its primary endosymbiont provide insights into the permanent parasitic lifestyle. *Proc Natl Acad Sci USA* 107, 12168–12173.
- Korkmaz, E.M., Örgen, S.H., Gencer, L., Ülgentürk, S., Başbüyük, H.H.,** (2010). Determination of some wheat pests and their parasitoids in wheat fields of Central Anatolia Region. *Türk. Entomol. Derg.* 34, 361–377.
- Krieger, J., Breer, H.** (2003) Transduction mechanisms of olfactory sensory neurons. *Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology* (Derleyen: Blomquist G. J., Vogt R. G.), s.593-607, Elsevier Academic Press, London.
- Lamb, R.J., Wise, I.L., Smith, M.A.H., McKenzie, R.I.H., Thomas, J., Olfert, O.** (2002). Oviposition deterrence against *Sitodiplosis mosellana* (Diptera: Cecidomyiidae) in spring wheat (Gramineae). *Canadian Entomologist* 134, 85-96.
- Leal, W.S.** (2012). Odorant reception in insects: roles of receptors, binding proteins, and degrading enzymes. *Annu Rev Entomol*, 58, 373–391.
- Leary, G.P.** (2012). Single mutation to a sex pheromone receptor provides adaptive specificity between closely related moth species. *Proc Natl Acad Sci USA.* 109(35), 14081–14086.
- McBride, C.S.** (2007). Rapid evolution of smell and taste receptor genes during host specialization in *Drosophila sechellia*. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2007 Mar 20;104(12), 4996-5001.
- McBride, C.S., Arguello, J.R.** (2007). Five *Drosophila* genomes reveal nonneutral evolution and the signature of host specialization in the chemoreceptor superfamily. *Genetics.* Nov;177(3), 1395-416.

- Miller, R.H., Pike, K.S.**, (2002). Insect in wheat-based systems in bread wheat improvement and production. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., Gomez Macpherson, H. (Eds.), FAO Plant Production and Protection Series No. 30, Rome. **Muche, H.** (1981). Die Cephidae der Erde (Hymenoptera: Cephidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 28, 234–295, Berlin.
- Munro, J. A.** (1945). The Wheat Stem Sawfly and Harvest Loss. *North Dakota Agricultural Experimental Station. Bimonthly Bulletin*. 7, 12-16.
- Mutlu, Ç., Karaca, V., Tonga, A., Erol, Ş., Duman, M., Blank, S.** (2016). The studies of wheat stem sawflies (Hymenoptera: Cephidae) in Southeast Anatolia Region, Turkey. *International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16)* March 19-20, 2016, Kilis.
- Nakagawa, T., Sakurai, T., Nishioka, T., Touhara, K.** (2005). Insect sex-pheromone signals mediated by specific combinations of olfactory receptors. *Science* 307: 1638–1642.
- Nansen, C., Macedo, T. B., Weaver, D. K., Peterson, R. K. D.** (2005a). Spatiotemporal distributions of wheat stem sawfly eggs and larvae in dryland wheat fields. *Can Entomol.* 137, 428-440.
- Nansen, C., Weaver, D. K., Sing, S. E., Runyon, J. B., Morrill, W. L., Grieshop, M. J., Shannon, C. L., and Johnson, M. L.** (2005b). Within-field spatial distribution of *Cephus cinctus* (Hymenoptera: Cephidae) larvae in Montana wheat fields. *Can Entomol.* 137, 202-214.
- Nef, S., Allaman, I., Fiumelli, H., De Castro, E., Nef, P.** (1996). Olfaction in birds: differential embryonic expression of nine putative odorant receptor genes in the avian olfactory system. *Mech. Dev.* 55, 65–77.
- Nei, M., Niimura, Y., Nozawa, M.** (2008). The evolution of animal chemosensory receptor gene repertoires: roles of chance and necessity. *Nat Rev Genet.* 9(12), 951–963.
- Nei, M., Rooney, A.P.** (2005). Concerted and birth-and-death evolution of multigene families. *Annu Rev Genet.* 39, 121–152.
- Ngai, J., Dowling, M. M., Buck, L., Axel, R., Chess, A.** (1993). The family of genes encoding odorant receptors in the channel catfish. *Cell* 72, 657–666.
- Nyman, T.** (2010). How common is ecological speciation in plant-feeding insects? A 'Higher' Nematinae perspective. *BMC Evolutionary Biology*, 266(10), 1-13.
- Özberk, İ., Atlı, A., Pfeiffer, W., Özberk, F., Coşkun, Y.** (2005). The effect of sunn pest (*E. integriceps*) damage on durum wheat: impact in the market place. *Crop Prot*, 24 (3), 267–2
- Pellegrino, M., Steinbach, N., Stensmyr, M.C., Hansson, B.S, Vosshall, L.B.** (2011). A natural polymorphism alters odour and DEET sensitivity in an insect odorant receptor. *Nature* 478(7370), 511–514.74.
- Pelosi, P., Zhou, J.J., Ban, L.P., Calvello, M.** (2006) Soluble proteins in insect chemical communication. *Cell Mol Life Sci* 63: 1658-1676.

- Perez, J., Weaver, D. K., and Morrill, W. L.** (2006). Infestation of wheat and downy brome grass by wheat stem sawfly and subsequent larval performance. *Environ Entomol.* 35, 1279-1285.
- Plettner, E., Lazar J., Prestwich E. G., Prestwich, G.D.** (2000). Discrimination of pheromone enantiomers by two pheromone binding proteins from the gypsy moth *Lymnatria dispar*. *Biochem.* 39, 8953-8962.
- Pichersky, E. y J. Gershenzon.** (2002). The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology* 5:237-243.
- Pichersky, E., Noel, J.P., Dudareva, N.** (2006). Biosynthesis of plant volatiles: Nature's diversity and ingenuity. *Science* 311: 808–811.
- Price, P.W.** (2005). Adaptive radiation into ecological niches with eruptive dynamics: a comparison of tenthredinid and diprionid sawflies. *Journal of Animal Ecology*, 74(3), 397-408.
- Raguso, R., A.** (2008). Wake up and smell the roses: The ecology and Evolution of floral scent. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 549-69.
- Reddy, G. V. P., Guerrero, A.** (2004). Interactions of insect pheromones and plant semiochemicals. *Trends Plant Sci.* 9: 253-261.
- Reinecke, A., Ruther, J., Tolasch, T., Francke, W., Hilker, M.** (2002). Alcoholism in cockchafers: orientation of male *Melolontha melolontha* towards green leaf alcohols. *Naturwissenschaften* 89: 265-269.
- Robertson, H. M., Obertson, H. M., Warr, C. G., Carlson, J. R.** (2003). Molecular evolution of the insect chemoreceptor gene superfamily in *Drosophila melanogaster*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100,14537–14542.
- Robertson, H.M., Wanner, K.W.** (2006). The chemoreceptor superfamily in the honey bee, *Apis mellifera*: expansion of the odorant, but not gustatory, receptor family. *Genome Res.* 16(11), 1395–1403.
- Robertson, H.M., Gadau, J., Wanner, K.W.** (2010). The insect chemoreceptor superfamily of the parasitoid jewel wasp *Nasonia vitripennis*. *Insect Mol Biol.* 19(Suppl 1), 121–136.
- Rashwani, A.** (1984). Introduction to the major insect pests of wheat and barley in the Middle East and North Africa. Technical Manual No. 9., International Center for Agricultural Research in the Dry Area (ICARDA), 98.
- Rasnitsyn, A.P.** (1969). Origin and evolution of the lower Hymenoptera. Transactions of the Paleontological Institute of the Academy of Sciences of the USSR1, *Moscow: Nauka Press*, 23, 1–195.
- Ries, D. T.** (1937). A revision o f the ne arctic cephidae (Hymenoptera). From the Transactions of The American Entomological Society, LXIII, 259-324.
- Runyon, J. B., Morrill, W. L., Weaver, D. K., Miller, P. R.** (2002). Parasitism of the wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) by *Bracon cephi* and *B. lissogaster* (Hymenoptera: Braconidae) in wheat fields bordering tilled and untilled fallow in Montana. *J Econ Entomol.* 95, 1130-1134.

- Rützler, M., Zwiebel, L.J.** (2005). Molecular biology of insect olfaction: recent progress and conceptual models. *J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol.* 2005 Sep;191(9), 777-90.
- Rytz, R., Croset, V., Benton, R.** (2013). Ionotropic Receptors (IRs): Chemosensory ionotropic glutamate receptors in *Drosophila* and beyond. *Insect Biochem Mol Biol*, 43, 888–897.
- Sanchez-Gracia, A., Vieira, F. G. and Rozas, J.** (2009). Molecular evolution of the major chemosensory gene families in insects. *Heredity* 103, 208–216.
- Saitou, N., Nei, M. (1987).** The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.* 4, 406-425.
- Sato, K., Pellegrino, M., Nakagawa, T., Nakagawa, T., Vossell, L. B., Touhara, K.** (2008) Insect olfactory receptors are heteromeric ligand-gated ion channels. *Nature* 452: 1002–1006.
- Schneider, I.** (1964.) Differentiation of larval *Drosophila* eye-antennal discs in vitro. *J. exp. Zool.* 156, 91-104.
- Schiestl, F. P.** (2010). The evolution of floral scent and insect chemical communication. *Ecology Letters*, 13(5), 643-656.
- Schröder, R., Hilker, M.** (2008). The relevance of background odor in resource location by insects: a behavioral approach. *BioScience* 58: 308-316.
- Seamans, H. L., Manson, G. F., Farstad, C. W.** (1944). The effect of the wheat stem sawfly (*Cephus cinctus* Nort.) on the heads and grains of infested stems. *Ontario Entomol Soc Annu Rpt.* 75, 10-15.
- Sevindik, E.** (2014). Türkiye’ de yetişen *Inula* L. (Asteraceae) türlerinin moleküler sistematik analizi ve ekolojisi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 53.
- Sing, S. E.** (2002). Spatial and biotic Interactions of the wheat stem sawfly with wild oat and Montana dryland spring wheat. Ph.D. dissertation, Montana State University, Bozeman, Montana.
- Shanower, G. T., Hoelmer, K. A.** (2004). Biological Control of Wheat Stem Sawflies: Past and Future. *Journal of agricultural and urban entomology*, 21, 197-221.
- Smart, R., Kiely, A., Beale, M., Vargas, E., Carraher, C., Kralicek, A. V.** (2008). *Drosophila* odorant receptors are novel seven transmembrane domain proteins that can signal independently of heterotrimeric G proteins. *Insect Biochem Mol Biol.* 38, 770–780.
- Smith, C. D., Zimin, A., Holt, C., Abouheif, E., Benton, R., Cash, E.** (2011). Draft genome of the globally widespread and invasive Argentine ant (*Linepithema humile*). *Proc Natl Acad Sci USA* 108, 5673–5678.
- Smith, C. R., Smith, C. D., Robertson, H. M., Helmkampf, M., Zimin, A., Yandell, M.** (2011b). Draft genome of the red harvester ant *Pogonomyrmex barbatus*. *Proc Natl Acad Sci USA* 108, 5667–5672.

- Smith, D. R., Shinohara, A.** (2002). A new genus and new species of Cephidae (Hymenoptera) from Sulawesi Utara, Indonesia. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 104, 624-628.
- Smith, D.R.** (2006). List of the Sawflies (Hymenoptera: Symphyta) of Virginia. *Virginia Natural History Society*, 28p, Banisteria.
- Smith, D.R., Schmidt, S.** (2009). A new subfamily, genus, and species of Cephidae (Hymenoptera) from Australia. *Zootaxa*. 2034, 56-60.
- Stange, L.A.** (1997). The stem sawflies of Florida (Hymenoptera: Cephidae). Entomology Circular No. 382, Florida Department of Agriculture & Consumer Services Division of Plant Industry.
- Steinbrecht, R. A., Ozaki, M., Ziegelberger, G.** (1992) Immunocytochemical localization of pheromone-binding protein in moth antennae. *Cell Tissue Res.* 270, 287–302.
- Taeger, A., Blank, M.S., Liston, A.D.** (2010). World Catalog of Symphyta (Hymenoptera). *Zootaxa*, 2580, 1-1064.
- Taeger, A., Blank, S.M.** (2011). ECatSym – Electronic World Catalog of Symphyta (Insecta, Hymenoptera). Program version 3.10, data version 38 (07.12.2011). (<http://sdei.de/ecatsym/>). Erişim Tarihi: 14.09.2017.
- Tayakısı, İ.** (1971). Buğdayda zararlı olan ekin saparısı (*Cephus* spp.)’nın Antalya ve Maraş illerinde kıymetlendirme sürveyi, Adana Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü, Adana.
- Tegoni, M., Campanacci, V., Cambillau, C.** (2004). Structural aspects of sexual attraction and chemical communication in insects. *Trends Biochem Sci.* 29: 257–264.
- Troemel, E. R., Chou, J. H., Dwyer, N. D., Colbert, H. A., Bargmann, C. I.** (1995). Divergent seven transmembrane receptors are candidate chemosensory receptors in *C. elegans*. *Cell* 83, 207–218.
- Tülek, A., Koçak, E., Akın, K., Kahraman, T.** (2011). Ekin Sap Arısı (*Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae))’nın bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kalite ve verim komponentleri üzerine etkisi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri (28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş).
- Viitasaari, M.** (2002). A review of the extant families of the Hymenoptera. Sawflies (Hymenoptera, Symphyta). A review of the suborder, the Western Palearctic taxa of Xyeloidae and Pamphilioidae. Viitasaari, M. (Ed.), Tremex Press, 175-195, Helsinki.
- Visser, J. H.** (1986). Host odor perception in phytophagous insects. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 121-144.
- Vogt, R. G., Riddiford, L. M.** (1981). Pheromone binding and inactivation by moth antennae. *Nature* 293: 161–163.
- Vogt, R.G.** (2003). Biochemical diversity of odor detection: OBPs, ODEs and SNMPs. In *Insect Pheromone Biochemistry and Molecular Biology* G. J. Blomquist, R. G. Vogt (eds) pp 391-446. Elsevier Academic Press.

- Vosshall, L.B., Hansson, B.S.** (2011). A unified nomenclature system for the insect olfactory coreceptor. *Chem Senses* 36: 497–498.
- Vosshall L.B., Amrein H., Morozov P.S., Rzhetsky A., Axel, R.** (1999). A spatial map of olfactory receptor expression in the *Drosophila* antenna. *Cell* 96: 725–736.
- Vosshall, L. B., Wong, A. M., Axel, R.** (2000). An olfactory sensory map in the fly brain. *Cell* 102, 147-160.
- Vosshall, L.B., Stocker, R. F.** (2007). Molecular architecture of smell and taste in *Drosophila*. *Annu Rev Neurosci*, 30, 505–533.
- Wang, E. T., Sandberg, R., Luo, S., Khrebtukova, I., Zhang, L., Mayr, C., Kingsmore, S. F., Schroth, G. P., Burge, C. B.** (2008) Alternative isoform regulation in human tissue transcriptomes. *Nature* 456, 470–476.
- Weiss, M. J., Morrill, L. W., Reitz, L. L.** (1992). Wheat stem sawfly (Hymenoptera: Cephidae) *Revisited*. *Am Entomol*, 38(4), 241-245.
- Wurm, Y., Wang, J., Riba-Grognuz, O., Corona, M., Nygaard, S., Hunt, B. G.,** (2011). The genome of the fire ant *Solenopsis invicta*. *Proc Natl Acad Sci USA* 108: 5679–5684.
- Zhelochovtsev, A.N.** (1988). Symphyta, 377-387. In Medvedjev, G.S., ed. *Oprendeliatel Nasekomykyh Evropeiskoi Chasti SSSR*. III. *Perepondhatokrylye 6. Opredeliteli po faune SSSR* 158. Nauka Leningrad. (1994, English translation, 27, Order Hymenoptera, Suborder Symphyta (Chalastogastra). In Medvedjev, G.S., ed. *Keys to the Insects of the European Part of the USSR*. Amerind Publishing Co., Pvt. Ltd., New Delhi. 432.
- Zufall, F., Shepherd, G.M., Firestein, S.** (1991). Inhibition of the olfactory cyclic nucleotide gated ion channel by intracellular calcium. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 246:225–230

EKLER

EK-1 *Cephus pygmeus* Koku Reseptör Gen Dizileri

| Gen Bölgesi | Gen Dizisi |
|-------------|--|
| Orla | <p> CATTACCTTGGGTACCGTGCGACGGTATACCAGGATAG AGTCGTTGGTTGGTCCATGAATCATCCGAGTCCAAAATA CTCGATAAAACAATATCGGTGCGTCCGACGGCTGCTTCC ATCGATGAATCCGTTTGTGCTTAACAACGCGAGCACCG CTCACAGTCAGATTTTGAGGAACTTTCGGATTTTCGTGGC TCTGCAAAGACAGTTTATCGTGTGAGAAAATTGTACAG TTCATGGCGTATACCTTATTCAAGCTTTCCTCGTGCCATT CCTTCTGAGACTTCGGCCGTATAATTATAGCCTATCTT CCTTTGTATTATTTTCATCGAATAAAGTCGAGCAATTAG TTCAGTTGAGGTTAATTGCACGGGAAGAAGACAAAGGA ATAAAAGAGAAGTTGGCTCTGCATATTA ACTATCCCGA CTGTGATTATCGTTCTGGTTCTTTATGCATAGACAGAAT GATTAATAAAAGAAAAAAAAAAAAAAAAAGGTTTTAAGTCATA CAGAGCAGAGAATTCATGTGCAATTA ACTGCGGGTAGT CGGAAAATAAGATTCCACATGGATTTTTGTCTCAAATT CAACGGTTTGGTTTTTGTCTGTGGAAATTTTTTACCGTTG ACAGGCGATGCTACGACATTTTCAGCTCAAAAAC TTTAC TCGGCTTTCACCTGGATCTTATTC ACTTATTTTCTCGTTA CGACTTTTGAATTTTTTGTACCACCCAACGCATTTTTTC AAGACACTACGGTCAACCAGGCTGTAGTCATGACTCTT ATTTTGGGTTCTTATATGAACTTACGACGGGGTTTGATT TATCGATTGATTGCCAAGATGAACAGCGTTTTAATCAAT GTCGAAACCTTAAAGGAATGTGTGGAGAAGACTGTGAA ACCTTTGCAGAAACCCTTGAAGCTCTACACGATATTCGC TACTGTGACAGTAGTTTTGTTTTGCGGTTACCAATTTA CAAAGTGTTGAAGGATCAATTCTACAACGACTTTCGTAT ACCTGCTTATATACCTGGACCTTATTCGACTGGATTATT TATTGCTGGTATTGTTTTCGAAACAGTGGGTGGATTCTA TACAATTTTGAAAAAGCTATTATTTACTTGATACACGT CATTACCCTTCTTACTGCTCAGTACAAGTATTTAAGCTT GGA ACTAATATAATGGGAAAGAACGAAAGTATAAGTTT CGAATCGTTGGACAAGAGAGAAAAAATCGAAAAGACT GTACAGATATTA AAAAAGTGGATTTCGACATCGAGTTGT AATGGAGTAATATGCTTTTTCGCTCAA AATTTATTAGAC TCGGCATTGACGTTAATCCCAAAGACTGTGATCTTTAT ATCCAAGCTCAA AATTTTCAA AATTAGAGTACAGCCAC GCACGATGCCTTCTACGAAAAATGGTACGCTTACGGTC CATCGACTAAACGTATCTTCTCAATATTCTCGAATAAAA </p> |

| | |
|------|---|
| | <p>TGGAATGTCGCCTTTCATGTGTGGAATCGTTGACTCTC TGCCAACCTTCATGGCGGGAACCTTCTTACTCAGCTTGC TTGTTCTTACAGGAGTAAAAAGAAGAAGAAAAAGAAA ATATTAATCCAGCATCCGATTCCAGAGGACTTTGACAGT AAAAAAAAGAAGAGAGTGAACAAGAGAATAACGAGTA TCCACGTAGTGCATTATTGCGGATACAATCAAAGTACAT ACGTTCTGATAAAAATTTTCAAAGTTTCAGACGTCATTA GCTTTTCACTTTTCATGTTACCTTTTCGTCTTGAATGGTCT CGATGGTTTGGAGTATCCTCTGGATCCATTACTGTTGAT TGCAGCCACACGAACTACCAACCCATTTTGAGTCCATC GCGCAAAGTAGCGGGCTTCCTGGACACGTGTCTCACGG ACCAGGAACTCAATCTGGATTCGAAATATCTGGGTCCC AGTAGACGTTCCCTCGACCAGATACCTGATACCAGCGTA TTCATCGTTTGCGCCGCTGACAGCATGGGGACTTCGCCA GCTGAGCAGTACCTTAGTTTTTTGTAGGATCACACTCTC CGGTATAGCCGGAAGGTCTGAAAGAAGAAAAAGATTTT AA</p> |
| Or1b | <p>GATGAGGTTGATCATGCTTCCCACGCCGTACATTGTTAA ATCAATTAGCCATATTTACAGCCTGACGATACAATTCAG TAGCGTTGAGATGAGATCTTATATGGCAAACATCAAT ATGCCAATTACTGCATATGTCAGAAAGTAAAATTATAC GGGAATCTGTTTGAATATATAATAATAAGAATATCTATG AAAAAATTTACTCTTTTCATATTGCACAACCTTAAATCAT AAACCTTCGGATATTCATAGACATTATCAATCGATTGTT AACATCTGGCAGGCGTGCATAATTAACCTCCTTCGAAC CTTGTTAGAGCAATTTACTTCTATTATAGCACCAATAAT GGGTGGCTCTTTTCTCATAAATATGTTATCATGTGAGGT GAAACTGTTTCAATGGTGTAACCTTTTTTCTTAGCTCTCG CGAAGGTTTAACCGGCTTCTCCACTTGTCATTGCGACAA TACGGAATACGGTATATTGGAAAATACTAAAGCATCTA TCTATGAAAAGAATCTGAGTAGTCAACCGAATATGTCC CTGATAAAATACCCTATGCAATACACACGTTTTTTATTG AAAATCATTGCTGTTGGCCCATACCAAAGAACGCTTCA AAATTGAGAAAAAATTTCAATTTTCTTCACTTTCTCTTT GTCATCGGCGGATTTATTCTTATCTCCATTCAAGCATT GTATATGCAATAATACAGGCGAACGATTGTATAAAGAA ATCTTAAACTTTTTTCAAAGGTGATATATTTGCATGCA GCGGGTAAAGTGGGAATCATGCGGTTGCATCGTCATAA ATTTAGTCGACTCCTCGACGGAGTAGAGAGAGTTCAA CTACAGCCTCTGGAGAACTTCTTCGGTATCATGAAGAGT ATACTCGCGTGGGCAATGTCGCTTATTGGATCTATACTA TCAGCGTGTTTATTATTACATTAGATTATATAGTTCAAC CTTCGTGGAAAAAATCGCAATTCCTACCAACTGGGGCC TGGTATCCCTTTGATTACAAGAAATCGACGTTTTTTCTAT ATCCTGGCATATTTCCAACAATTATATGCATTACATTC</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>AGTGGCTGCGCTAGTACTACTGAAATCACCTTCGGTGTT TTTATATTCTTTGCCTGCGCGAGACTCAAAGTTTTACAG CGAAAATTCCGGCAGCTTTCTGATAATTCAAACGGTAAT GAGAAGATCATAAGAAGAAGGATCTGCAACTATGTTCA ACAACACTGCGACATATTACGGTATTTAAATATAACAG GAACTTATAATAAATTTCAAATGGAAGTGATAATAAAT GATGGCGAGTTTCAGGCTAAAACAATTGAAGAATCTGT TTATTACAGCGGTTGGGAGTCATTATCAATAAATTGTCG TAAATTACTTTTACAAATCATGGTGCATAGTGCTCCTCC TATTAATTTGCGGAACGGAAAAATGGGACTTTTAATCTT GGAGAATTATAACCACAGTGAGTTTAGCTGTTCGATCTTA CTTGACGTCTTTGCGTTCAATTGTGGGAACAGTGCTTGC TAAGGGAGCCCAACCTGGCGCAGTCATGAATGCTCTTA ACTTCTCGTCATCAATGAAGTATTCATCATTGTTTACTC GAAGATGGTTAAGGAAGGCCATATTAGTCAGTATCCTA TATTATGAGATAGAAAATGTAATATCTAAATTTGAACTA CAAATAATACATGCCACAATAAAAAAATTATTTTTATTG ATAGTAGTAGTTGGGGGTTTCTGGACASGATTCCTGTAA CCGACTATAACGACACTCCAGAACCTTCGAAGGTGGGT GTCCGTGCGTTGCCGTGAGCTCTACGATTTCCGGAA GTGACGTCATCAGGACCCCTCGATTCCAAGAATTTTSGC TCGATTCGGAAATTTTACGTCACATTCCAGGAATTTTAC GATCGAGAACTTTCAACATTCTAGAACTTCTAGAATCT TTAAACTTCGACGGTTCGTGTCCATGCTAAGTTGCGGAG AATCGCTCCCAGAGCCGACGGTCTCTCGCGCGACGTTT TGATGGAGCCCCTTGCCCCCACCCCGTAAAGCCTTTCA GAAGCTTTAAACCCCTC</p> |
| Orlc | <p>CCAGAGCCCTGAATTACGCCCAGAAACGTGACACCTG TCCAAGCAACATTAATGCCCGCCATCGTATATTCATATC CTATAGGGATTCCCCTTCTTCACTCCTTCTGGCACCCCTT TCAGCCAAGAGCCAATGGCGCTGCAATCTTCTCAAAGT GTTGCCTAAGTGTATCCACAGCATTGATTGAATCGAAAC GATCCATAATAATATGGGATATAGATATAATGCTATATC TACTATACTCTACTTTTTTCAATTGGTAATATTATACGTCAG AGGTTGTAACGCCTTGCGTAGCTGCTTTGTTATCAGTAC ATACGAACGCTTTGAGGAACACTGTGCCAAGTGCTCAG TACTTAGAAGTTATAGAGTTATAGCACGCTTAAAGGATT CGAAATTAACCTTTTTTTCTTCAATTTTTTTTTTTCATTT ATATCATTCAACCTTTTTTCTAACGGAACAACGTATCTA ATTGAGAGTCATTCATTTCTCATTTCATGGAATCGTTT GCTATTTTATTCGCTTTTTTTTTATGTTTTTCATATCGCTG GTATCAATGGGCTTGGTTGTACAATATTCGCTGGCGCTT CAACCTTATGAGTATTGCTAATAATATAGAATTATTGAG TACCAGTATTGGAAGAAGTTGGAGCAGTTATCAAACGG TACTAGAATATAAAATGGAGGTCGAGTGTCTCATGGCA</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>GGACTATGGTATCTGTCATCGGACACTTCTGATTGCGTC AAGGTGATTTACTGGATTTATAATAAAAATTGTCTTTGCT GCCATCGCCATTTTTAGTGTTGGCCTTCTTACGGATATT ATCATTAAATTACAAGGATTTAGTGACTTTCACGGACAGT GGTTGTATTTTTGTTGGCATATCGGTCGTAAGTTTCAA GCTGTCATTTTCCAGTGTA AAAAGTCAAGGATCGACAG ACTTGTCCATTCGGTCAGACAGTGTGAGTCTTGGACGAG TAATTTGGTTGATCCTGCCGCAATGGCGCTGCTGAACAG ATACAAAATTTCGAGAAAGGGTGACAATCTTGGGATTCT CATGTTTGGGATGTGTCCTGGTGATAGCTCTGATATTTT TTGTACCAAGAGAAAAGGGAGAACTGCCAATACGTTGT CGGTATCCTTTTGACACAACGGTGACACCGATGCACCA GATTGTATTTGGGATACAGAGCTTTGCTGTTGCTGTAGG AATGATCGCCATTATTGGAATGGACAATACTGTCTTCGT TCTCTGTGGTTCGTGTGCTGTTTCAGCTGGAAATACTTGC TGCGAATTTTCAAAGTTGTTTCGCTCGATATTAACGCCTC TGGTGGAAAGATCTGAAACTAATCCTGATAAGGATTTCA CCTGTTTCCGGCACGCAATAGACTGCGGAGGTTTTTTTG AGAGATACCGGAAGTGCATCATCAATATCTT ATTTTATTAGTTGATGAAGTGAATGATGTATTTGGCTCA TCCATGTTTTCCCAATTACTGAGCAGCAGCTTGATTATA TGCTTGACAGGATTATCATCAGGTGGTTGGGCATGGTAC AAATTTTAAATTTGCCATTTACCGAGCAGCTTTCAGCCA ATTGCTTTATTGGTGTTCCTGGGAAATGAATGTCATCA AGGCGTATTTTTTCAAATTAATTTTAAAGCAATATATA ATTTTCAAAGTCAATCGTTAATATTCTCAGAGTTCCTT TTACTGGAATCCCAATGGAAATCAGGCTGGGAAATGCA GCCGGCAAAGAAAGTACTTCATCCAATGGTATTTTCAAT GATGAGATCCAAGAAGCTGCTGAAAGCCAATTTTTTTAT AATGTCCACAGAGACATTCATAACGGTATGAAAAGAAT GAGGATGTATATGAATATATTTAAAAAATTTATTATTAA CCAAGTTTGGTTTATTCTTAGCAAATCCTATTCCGTATTT GCTTTATTAATAACATGATTCAGACTGAATATGATTAT TTAAACGGCCCGGATAACTTTCACAATGAAGTCATAAT AATATTAATATATATCAAATCACTGGACTGTGTAAGATT AACACGTAGATTGATTGTTCAATGCAACCAATCATACA CATGTTATCCACAAGTCATTAATCCACTCAGAAAACCTT TTGTGAATGATCAAATAACGATAGGGC</p> |
| Orld | <p>GATCGTGTA AATTATTAATGTGTATTGATTTAGTATTT CAAACACAGTCTTTAGTCTGTTGCTTATTGTTGAAAAG GTGCAACTAACGTCTTGATGCCGTCTGAAATTACATCAT TAAAAAAAAGAACAAGAAATGTAATGGCGTTTCAAGTG ACTCTGTCGCGAGCTATGCAATTTTTGCTAGTCTGTGGA AAAATATCATGTACTTTACCACCAAATTTGAAAGCCG AAGATACAAACCAATTATCCACGAAATCATGTGGTTGA</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>TATCTATTTCTGTGACAATGAGTTTAATAATTCCTCTTTT TCTGGCAATGTATCACTTTCGTGAAGATTGCGCAGTATT AACAAAATCAGTGTGAGAATCAATGACCGCGACAGATC CACTTTTGAATATGATTTTCTGCAAATTAGAGAGAGCTC GATTACAGGTTATTTATTCAAAAAGATTAACACGAAT ACCAATGCTAAATATGTCGCTATACTGATAAATCATTAT AATGAATTCAGGTTATTCTCAGTCAGTTGTACTTCCACA CTGCATCTCCGTTTGAAAAATCTAAACTTCAGAAACACG TTGACCAATGCACACCGTTCTACCTGTTCCATACTTATTTT ATTTTCACCTGCTGTTGCCTTTTTCATGCGGGCCCATCGT ATTGGACAGGCCATTTCCGGCTGAAGCGTGGTATCCTTT CTCAACGGATCCACTTCCCTATCAGGTGTTCCATATACGT GCTTCAAATTGTGGTCATCGCACAAAGCCGCGATGTGTAT ACATATGGATTTTATTGCATTTCTTTTGTGGTACGCCGC GAGTTTTGAAATATTGGGAGAGAAATTCGTCGTGTGCG AAAACGAAGTTGATCTTCGAAATTGTATTATTCAGCATC AGAAATTACTGTAAGTTGATAATACATGACGTATGTATT TTATGCAAAAATTTATTTTGCTTTTTCAGATTTGTTTCAATG AATTGTTTCGATACCCTTCATGTAACGAATAAATAACCA ATCTTAACGTTATCAACTGTCATTTATTTTCAGAGCGAAA ACATCGCTTCGTCCGTTTACGAATCATCTTGGATTGGTA AATCTTCAACGTTTCTGAAGAGTCTGAACATTGTCATAC GAAGAAGTCAAAAACCTCTCATTATTTCAATCACTGGC ATACTTCCCTCCACTGTCTCTACGATTTTACGCAAGCGTG AGTGCCAGGTGTACAATTTTAAACATGGCAACACTGGG CAGAAGGGTCAAGAACCATAATGATATTAATGAATTTA ATATTTTTCAGTTTATCACCAAAGCACTGTCGTTTCATCA CGACATTGAAGAGTGTTATCAGCGAGAGAATTATCATA CGTATTATCTTCTCTGTAATGGTTCACTCGAAGAATCTA ATAAAAAAATTATTGATTTTCATTGGAAAATAAAATTTT CCTCAATTCGATCTTTCATCACCCATCACTGACACGTTT CCTTTCTCACGTGTTCCGACTGCTATTATCTTCAATAATA CACATGCTATACCCTATTCCCTTGTTAATTTCACTGGCA CCTGGTACTTGTGTGCATTATTAATTCGTGAAGTACTCT TTGCACTATCGATACAAATTACTATCCATGCAAAAATATA ACACTTGTAAGAAGTATTTATTGTCAATGCGTTCAGCAG TGTACAGCGTAACGATAAATATACGTAACGGTACGCAT ATTGTGAATATTTATTTTTTAATTGTCTTATCCAGTAAAA TCTTAACCTACA</p> |
| Or2a | <p>AAGGTAGTCTTATCATATAATACAGAAATCTCTGTGCTT ATCGATTTTATGCAATTAGCCTCACTTATAATGCACCAT GTTCCCTCCCGTGACATGATTTGTAAAATTACTGATATT CTACAAGCGTCTGAAGTGCATAACTGCATAAATTTACTG AAGATACATTTTGAATAAAGGATTACAATGAACTGGAT AAAGAAATACTGGACAAATGCGATACTACAAGTGCCAT</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>TGGAATGAGTATATTAGCTCTAGTATCAACTATGCTTAC ATTCATTATTTGACGGGACCATACTTGGGTAAGTCTTA CACTATTCATCTTAACAGATTTATTGAAGGAAACAACA AAGACCTAAAATATATCTACCATAAATGTCCTGATGTG ATCGCAGGAATTAGTATAGGTATTTGCAGCATAGCGTTC GCCTCGTATCTATTCTACACGTGCATCTTTGTTTTCTGGCT ACTTTAAAATCTTGCAGCGAGAGTTAGAGAASGTGTGC GAGGTAGAATAAAAAGTGTAACACAAAATCATCATAT AAAATAATGATACTATGCTTGCATACAAAAACTSAAAA GTGCATCGTGCAACATCAACTACTAATTTGGTATTTGGA TAACTGGAAAGACTATTCTCCTACATATTGTTGATGCTC GTATTATGTCGTCATAATACTSTGCTTTTCTGGATTCAA ATAATTTTGGTAATGGAACCACGAAACTCCATCGTCAA ATTATAAGCGCAGAATTTATCATGGCTGCTCTGGCTGAA ACAGGTCTCTTCGCTTTCTCGTGCAATGAAATATTGGAA GCAGCGCCGCTATTGGGGAAGCTGCGTATCGATGCAAG TGGTACAACCTTACCTGTGATGAAAATGGTTCGAGCACTG AGACAGGGATTGACAATAATGGTCATGAGGTCCTACAA CCGTGCTCATTATCTGTTGGCAAATTTTGTCCCATGATC TACAAGTGTTCACTTCCGTAGTGTTAATGAGTTCATAAT AAAAATTCTATTTACTGTGAAATTTATTCATCCTTTTTTA ATGATCTATGCTTGTT</p> |
| Or2b | <p>ATCTTCTATGTATTTAAAAAAAGTCACCAGTCGCTCCAT TTTACTATAGTATCGATTGATCGGTCTTACACATTCAA CTTCTGTCATTTATAGAAATGACATTAGAAAAGTTACTA GAACAGAATTTTCTCTGCCACATTCTCCTTATATACAGC TGTGTGAATAGCAGTGCTATATACAGCTGGGTGTGATC CAGCAAAGTTATTCCCTGCTGTTAGAAACTTTGAAACAT CAGGCATTATCTTTCTCGAGAAATGTACGGTTTAAGGTA CAGATTTCCACGTTAGAAAGTTCGATATTCTGATATTTCA TCGGGAACGGGAGTACCGGGTTCACGCGGCCAGAAGT GACCGACAGTATTATCGCGGATTTTATAAACAAAAGTTT TGTTACAACAAAAGAAATTCAGTTCGCTCGAAGTAC GTGCAAATACGATAATACTCGTCATTACGATCGGTTGA ATTTATATATCACGTCAGCTGTATACTTTTATCCGGTAA TTATAATCCTGCGAAGCATTATATAAAAATGGATGTCCCT TTACATGGCGGGGAGGAATACGATCAATTTATAAAGCC AGTGATGAATACTATGCAAATAATATCAATATGGCCTCT AGCAGCAGACTGCGGATCTTACGAGTATCTCCTCAGAA TCTGCCATCAGATTTTAAATGTTTTTCGTAACGGGTA TGTCTATCGTAGTGACAGCTGTTATTCACAATTGGGGAA ACATGGACACGGCTACCGAATGTTTCGCTCATAGCATCT GCCTTCGTTTTGTGCTTTTTACGATTAATGGTCTACACGT ATCATCAGAAGGATATGAGATACGTGGTTCGAAACAATG AGATCTTGGGCAGACGCATCCTACGAGGAAAAACAGGT</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>TCTGGAAAAATGTTTCGCCTTGTTGGCAAAATATTTTCAT TTCTACTGTTGCAATTACTATAGCATTCTTTATGGCCTTS AGTACGTATATTCTTCACTCCGAGGAAAAAATATTACCA TTTCGTGGTTACTTCTTTCTTAACCATACTCTGTCTCCGA ATTACGAGATGATTTATATTTTTGAAATAATTGCCGGCT CTTTCGGAGGCAGCATGATAGCTGGTATCACCAGTTTCA ATCTCGTAGTAATAATGCATGGAGCAGCGAGATTCAGT CTTTTACAAAAGAAATTAGAGTCTCTGAATAGGAATGA TCCAGACGTCAACAAGCTTATGGTGAAGTGCATTAAGC TACATCAAGATGCTATCAAGGTATATACCTTATGTAGGA TTTTAATGAATATCACGCGTATGTAACTTTCGCAATGA ATCAGTTAATCGACCAGATGTGTATACGTATACTGTACC TGAGAGGTATACTTACATTAATGTACTCTTTAATAAAAA GCGAAGCTGTCGGCGATGCTGCCTACCGCAGCGATTGG GCCAGTAGTTCCTTTACTCAGAGTCTGCGAATATTGATG ATGCGAGCTACGTTACCTAGCAGAATCACTGCAGCTAA ATTCTACAGTATGTCCCTTGAGAGTTTCTCAGCGGTCAC GTCATTCTCGTACTTCACTGTTCTGAAAGCTGTAAGCGA GGAGACATGGTGTAGTTCATGTACATATATGTATTACC ATCAATGGACAAAAATTCAGTATTTCAATGACTGTGA CTCCATTAAGAAGCAGGAATCCTTTGGAGTCTTCGAAG TTTCACATATATCAGTCTGCTTAACCAAATATCCGAGCC TTCAAAGGGCCGCTTAAAAGTCTCTGGTCCCTTCGAGTGG AACAGCGTCTAATATGAACACGGACGTCACGCTACAGA TAAGTCATGGGGTTTCTTGCCTTATACTAACACTGAAG GTGATGTTGATGATCAAAAAAAGATCCAGGTCTAATTA TCTCTGTGAGATATATTTTTTATACAGTTGGCATCGATC AACTCTGTATTTACCAAGGGAAGGTAGGAAACCTCGGA ATTATGTCGCAAGACTGGAAAGTATTTTTGGTATTTTTG GAAAAAGAAGAACGAGCCAAGATTCGGCCAGTCTCCAC TAAGAGATTGAGAAAGTATCGTCGTTGGGTCTCGTTTAG ATGGGCAGTGGATACAAGATCTCGTTTACTAATAACTC GGCTAAACAATTG</p> |
| Or2c | <p>AATGAACAGAGAGATCAAACCTTTCCTTCGATTCTATAA AAGTTTTTATTGACGTTCTGCACGCAAAGCTCGAACCCA GGAAACTCTACCGGTCTAGCATTACTAATGCAAGAAAT TCTTACATGATAGACGGTTACCTGAATATTCGGAGTCAA GAAAAGCGCAGGTGCACTTTCATACACATTACACTCGA TAGAAGTTCTGCCCCGAAAGCTCCGTGGCATTGTTGGCTCGT CAGCTTAGAATCGTGGAGCTTGCAAATGGACGCAGCAG TATGGACAGTGGTTGCCGTGATTTTATTAAGTCAATTA AAATTAATTTTCGTAAAATCGTTTTTCCAAGATCATTTAC TTACAAATAGTAATAAAGACTTTAAAAAAGACTCGAAA GTTTGTACCAAATGGAAAATCAGGGGTCATTTCGTTGA AATGATACGGGTGAATCTTTTTCTTCTGAAATTCTCAGG</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>AATAATTCGTGCGTCCGTAGGCAGAATATCCCTGACAG AAATCTTGTCACTTTTGGCATTGATTTGTGACAGCAA TGTCTTGCTCCTATTTAAGGGATCTGCTGCTAACTGATA ATATGGAAGTGGCGATGCAATCTTTGGCACTTATAATA ACCGGTTTTGGAAATACCTTAGATTATATACTGATAGCT AAAAGTCGTGCAAAGCTTTGTGACGTATTGGCAACGTT CGAGGATCTTTGGGAGTTTTGGAAGTTCAAGAGAAACG AGTGCTAATGTCTTACGTCAGGGACGCCAAGAACTCA CGTATTTCTTTATGTCACAGTGTGCAGCCACCGTTTTTTT ATACGCTGGAGCACCGATTATTTTTGGAAATGGTTTTGT CAGGGTCAACGGAAATATTACGGACAGGATGTTACCAT ATTCATTGATCTTTGAATGCAAAGACTCACCTGCTATG ACATCCTTTATTAATAATAGCAGTTATCAACATAGGTAT CACGTATGTCGGTGTGATACCATTGGTCCTGTTTTAAT TTGACTGTCAGTGGCCATATGAAGATTATCCAAAATCG AATAATGGCATTGGGATCGTCCGAGGAATTTGAAAATT TCAAAAACGACAAACTGAAGCGAATATCTGATCACGAA ATTTTCGCATTTTAAGTATTTTGGAAAATCTTTGGAAGCC TGTGTCAAGTACCATCAGACTGTTCTAAAGGGTAACGC ATTAAGTCAGGGGTGAATTTTCAAAAATCTCATTTTTTT TTCAGACTTTGCAAGGACTCTCTTCGTTAAATTAATAAT TCGATTTGCTAATACAGACATTAATTCATTGGAGCCAGG CAGTAGCGTATGCTGCATATTTTATGCCCTGGTATCGTT GCCCCAGAGACGTCAAAAAATCCACAGAAATCATAATA ATGAGAGGGCAACGTGTTGTTTCGTTAACAGCTGGTTTC GCCGAAGTGCATTGGAGACATTTATGGTACGTGCTTAA AATTTGATAAAAAAAATTGGTCAAACATCAAAATGAAA TGGAACACTGATATTTTGAATAATTATAGATGGTTTCGTC GGCACTGTCTTTTTTACAGTCCTCAGAAGTATCGAGTG AATTTACATGTACACATAAGTCAAAGAGTTAAAACG AATCAAATTTGGATTTAAGTTCATTTCGATGGTAA</p> |
| Or2d | <p>TTGTTTTATCAGGTAGTATTTTGATTAAAAAAATTCAT TATCCCCAAAATCAATAATAATATTAATTAACGTAACCTC TAACTCTAACAATCGTTCATATCGGAATTTGTTTCTTTTG CTTTGATATCTTTCTCTGCATACTTAACATACACGCTGCT GGCCAATTCAAATGTTACAACACAGATTCGCATTAGT CTACGACGGTGATAACAAGCAGGAAATGCCAATCACAG ATAAATTACATTTGATGAAAGATTCCGAGGAAATTTAT ATAAAATTCAAAACACTGTGTAAACCAGCACAAAGATTCT CATCGATTACACAGAAAAAGTGCAGAGTGTCTTTACCT ACATTATACTATGTCAAATTTAATATCAAGTCTAATGA TGACCATGGCAGGATTTCAAGCACTTCGCTCATGATTCC ATAATCAGACGTCTTATATTTATCGCCCCACTTCGGGT TGCTTCGCCAATTGCTGTTATTCACGTCAACGTGCCAC GAGATCATCATTGAAAGTGGTGGTATTGCCAATGCTGCT</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>TACAGTGCTAATTGGGCCAATGCATCCTACGATGACGTC GGAAGGAGCTTGCGGATTGGTTTACAGCTGGTAATGAT AAGAGCCAGTCGTCCGTGTCATTTAAGTGCCGGAGGCT TCTGTCTCGTGTCCTCGAGACATTCAGTGTGTAATCA GCAGCGTCATACTTCACTTTGCTACGACAAATCGGTGCC GAAACTGTAATGGATACAAGTGTTACTGATACCAGATT ACATAGGAATATAACAAATATTTTGTTCCTTACAAAAC GAATTACACTGATCTTCCCAATTCAGTTACCTATGCTCG TAATGAACACGAACAGAGGAATACAACAAATTTCTAAT GATAATTCTAATGATTTCTGTTTCTATATTCTAACCATAC TGTGCATGGTGAAAAAGATGATACATACCTTCCTGGCTT TAATATTAAGCCAGAACTGCAGATTACAAAACGTCTG CTTGAAACTGCATTTCTATCATTCTCTGTAACAGAACGA CAAGGTTTGATGCATCAAAGAAGTGTCATCTATAACTTC GTGGCAGATAATGTCCAAGTGGTAAATAAATTTTCAGAA TATGATTTTCGTTATCTCAGTTTTTACAGTCGGACTTAA ATTTATTCTGTACGGTATCGAAATTCTGTCTAGTCTT GTTCAATTTTCACTTAATAATTTCTGGCCAAAACCAGA CGACGAATTTCTTATTGTTTTTATCACACGTCGATTA ACGACTTTTATTTCTTTGACATATCCCTATATTACATTGT ATCTCCAACGCTTAA</p> |
| Or2e | <p>CATTATCTGTACCCAGCGATGCGGGGGAGAAACCAAGA ACTTCCTTTTCTAAAACGTTCTATAATATCTCTAACCTA GATATTTTACAAATTATGCGTACCTTTTTGAACTGCAGA GTCGAACAGATTAAATTTTCAATTGATGAACACTACGA GTTCCCTTGACAATTTGCAAACACTACTGGAATTCCTCA AATGAATAGTACGGTTAGGTTCTTGAGAAGATATAACA GAGCATTGGATCACGTAATCTTGATATCTCAGCATGCAC AGAAGAGAAATGCAAGAAGAATAAAAAAGAGAGAGAA ACTCGACAATGGGGCAATAAAATACGAGAGTCTAGAGA AATCGCTCGATAACCCACCGCAAAATGGCGGGTGGTA CAACTGAAAATTGCCGGCAATTTAAATCAATTGAAGAT GCACTACGGGGAAGAATATTACGGGTGTA AAAAGAATT ACGGGACTAGAGTATCGGAGTTGCACGTGTTGTCAACG GAAAATCTGTTACGCAAGTACAATTTTAAGAAACCTAC AGTATCGTATCAACTATCATTCGAACAGTGTAGACTTGG GAAATATGAACAGAAACAATTTGTAAGGGACAACGTG ATGATTTACAAGTGTCTGGGTTCCCTGGCCACTCGACTGC GTTGCCAGACGTCTCGAGAACACCCGATATATCCTCGG CTTGACCCTCATCGCTGTAATCACTGTTTTCAATGGTCT ACAGTATATCGACCTCTTCGTGTGGGGGAGACTGGGGAT TTATATCCGAAAATATCAGTGTTTCCTTTATCTACAGTA TATTCGTGTCAAAGGTATTA AAAATAGACATAGGAGATA ATATATCTAAGGATTTAGATAGAAGTCAAGGAAAATCA ATAATAACAAGAGTGATAGTAAAATTTGTTCTAGATTCT</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>ACAATCCTGAGATATTGCCAGACGAATAAAAATTGTCT TCGGATGGTCTGCTCTCCTGACTGTCATTATCTTGCATA CCTGGCCAATAGCTTCTATGATATTAAGGACCCCAATC TGAGAATGCTTGGAGTTCCTGCATATTTTCCATTTTCATT AAATTCGACAAATTATGCCATTGCTTATGTTGTGATCGT TACAGGATCTGTCATGTCTTTACACACAGTCAATTCAC CTTCTTTATATCTTGCATCCTTTTTTGTACATAGGACGCTTA AGAATTCTACACAGCATAAACAATATAAACAGATAGC ATCATCTTTACAAATGAAATTCAAGAAGACGTACCAGG CCCTTCAAACATACATTCACCAATTATTGTCGGCCATTG CGGAGCATCAAAAATTATTTTGTACATTTTTAAGTAA TACTCTTATTCACCTATTA ACTATTATATTGAAAGGATT CTTTTATAGATTCTGCCAAGTGATGGATTCTATGCTCAG TTGGATTATGTTTATTGGCTTTTTTCATATATTCTGTCATG TTGTGCTTTGGTGGGATGCGAATAATTCTGGTCAGGAAA TCACTATCTAGCATATTTATTATTTGTGATAGTTATAAA CATTCTGTATTACAGATGGGACCATCAATAAAGTTATTA CAACTAATGGAATATTTGGCAATAATGATGACTCAGAT ATTTCTATATTATTGGCATGGAAACGAGTTGAAACTGGA GGTGATTCAAAGTATGTAATTTCTTATCCTAAACCCGC TTTTTTATTTTATTA AAAAAGATTATATGTTGTAGAGTT AAATTCATGATGCTGCATACAATTGTGATTGGTATAGTT TCGATCGCAATTCTCAACAGACTATGTTTATGCGTGGTC AAAAACCGATTTATTCTGCAGGAAAATTGTA CTATGTCA CTCTTGAGACATTTTT</p> |
| Or2f | <p>GATGACGTAATCATGCTAAATCGTGTGACACTTCGTGG AGTTGGAATTCTTAAGTTTCCAGGATTCCAAAATCCTC CAGCAAGATAATTCAAGGATTCCTGATTGGATTGATGA TGGCGAATGCATTGTACCTAATGATCAGCATGAGCTAC GTATTGATATTCTCAGTAAGCACTACTGCAATGTA CTTT GATGCAATCTCTAATTTTGTCAACTTGCACCTAACTTT TTTTTATCTGTTTGGATACATTGCATAATACATAAACAG CGTCACCTACGTATAGATGTTTTCACTAAGCACTGTAAT GCAGGAAACTCAAATTTTATCAATACGCACCTAACTTC TTTCATGGACTGTCCATCTGGATACAGTGGCAGAATAAT CAGCGTCACCTAASC ACTGTAACGTATAAGGCTCAAAT ATTAAACTGCAGCGTATTTTTTCCAAGCACTGTAATTTT CCCATTCGTCATATGGCGTCCTGGCTTTTTGACTCCTAA TAAAGCAGCAACATTTTTAAATAATGTA CTAGAAATCAC GACATGACTACATTGCTGAGTACGATGGCACC GCTACT GTCAATTACATCAGGAACGTCACGCTACCTACTGGCAG TGTACAAAGTCTTGATAGAACGTATTCTGGAAGTAAAG CAAGTTTGG AATTGCGCAACCAAGCAGCAAGACTACGA GACGTTAAAGAACTATGGATTACGTGCGCGAGCACTGA CAGCAATGCTTTTTGGATCTGCGACTCACGGTCGTCT</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>TCTTTTTAGCAACGCCAATTCTAGCAATTACGAATCAGC CTATGGACTTCTACAATTCCACAGGGAATTTTCGCTCTGC GAGCCCTACCACTTCCAAGTCCATTCGAGACTTTTTCGT CGCCATATTACGAATTGGCGTACGTTGCTCAAGGAATTG CCACTTGCTACCTCGGAGTTGCAGTTACCACTGTGGATG CACTTTCGACAGTGCTTGTAATACATGGCTGTGGCCAGT TATTGCTCAACAACCGGCTCCTTGGAAATTGCTCAGCAAG ATTTACAGAGTGCCAGAAATTATTATGGACACCAACGC GCGCGATTCCCTGACTTCCTTTCGTTTTTCATCGATCGATTC TGTTTATGTCAAAAAATCGTGTTTTTTCTATATTATTAAT CATTCTTTTTTTTTTTTACAGAGTACAAACATTGCGTTTG CTTTTTACAATTGCTCCTGGTACAATTACCAAAAAGTCTA TTGGAAGTTCTATTCAAATTGCAATTGCACGTTTCGCAA ATCCAGTTGCATGACTGCAGGAAAGTTTGTCAATTATGTC GCTGGAAACATTTACTCGTTCTCTCGAGTGCTATGTCAT TTTTTGCAGTATTAATAATCAATCAAATTCATAAAGTTCC ACAGAGCGCTAGAAAATGTATGGCACAAGAAAAATTGC ATAAAACGCGAAATACGAAATTACACATGGAATTGCTC TTGTAGATACATCGATGCAATACAATTGACACGAAATA CTATTTTAAATTTTAAAAAATGACTCATCCCCTTTTTTC ATTTTCAAATCTATTTCGCCGGAAGTTATTTTATTCTTGTG TGTTCAACCCTATTACCATTCAGATCTCAAGGGGTGGG AATGCGCAGAACTTCTCTTTTACGATTGGATTGCGCAT TGTAGAGTCACGCCTATGTTATGCTCTCTACCAATGGCA ATAAAATTAGAAATAACTTATATATTTTACACTGGGAAT CAATATCTAAATTCGTCAAGAATAGCACTGCAAATTGC GCTAGCATTAGGAATGAAGTATGAAATCATATTGTCAA TACAAAATTTTAGCACAGATGAATCTGATAAACGGTA ATAAATTTCACTAGAACTTTCGATCCTCTTCAACAATT CTGATAATACGTTGTCAGCTGATAGTAAAGTACAAAGA TGCGCCACAATCTGTA</p> |
| Or2g | <p>TTAATTTAATTAACAATAAATTCTGCACAGTACCGGTTG TATCTCCGAGTATAATAATAGATATAGACAGTAGATATT CACTCACAGCACCTGTTTCTAATATATTATATAATTTCC TCAATATATTTTCAATTTATATATCGATATACAGCATTATC ACGATTATAACTTCCAGAATTCATATAAATCCCAAGTAC AATGTGAAGTCATTCTACAAGTTAAATATTTTATAACGG AGGCAACTTCACTGCTAGTGAAAATGACAAGAAATGAT TGTAATTCGTCATGGAAACTGTCTGACCCTCTAGAGAAG TCTGATATCCGCAGGAATATCAATTTAGAGGAGGTGTC AAGTTTGACGCATACGTATCATTACGTGCCATTAAGTTG GTTGCGTGACGACAGGACATGTAAGGTGCCAGTAGCTA TCACTCCCACGATGGCGTCATACGCGAACAAATATCTGT CGATTAAGTTGGTACGATTTTTTCATGAAGCTAGTTGGCA TTTGGGTGCCAAAAGATAATAAAGAACAATGGATAATG</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>AACTGTGCGTTGTCATACACGATACTAATCATATTTCTT GCAATGGCTATACAAGGATCCGATATTTATTATTGTTGG GGAAATTTTTATGTGAGCTATAAGTACATAATGCCAGTG ATTATTGTATTAGCCAAAATATTTTTCCTTTTGCTACGAC GTAAAGTCGTGATGGAGATAATTGAATTTACTCAGACA AAATTTTGGCAGGGAGATTATGATTCTTATGGGATAAGT GTACTGGATGATATTGATAGAAAAGGTATTCTGCTGAT GTGCACGTTTATATTTTTTGTCCAAGGAACCGTCGTTGG TTACGTGCTAACACCAATAATTGGTAAGTTGTTTTATTT GAATTTTGATAAAAAAATTCATATCCCCAAAATCAATA ATAATATTAATCGTAACTCTATAGACTCTAACAAATCGTT CATATCGGAATTTGTTTCTTTTGCTTTATCTTTCTCTGCA TACTCATACACGCTGCTGGCCAATTCAAATGTTACAAC ACAGATTTCGATTAGTCTACGACGGCAAGCAGGAAATG CCAATCACAGAATTACATTTGATGAAAGATTCCGAGGA AATTTATATAAAATTCAAAACTGTGTAAACCAGCACA AGATTCTCATCGATTACACAGAAAAAGTGCAGAGTGTG TTTACCTACATTATACTATGTCAAATTTTAATATCAAGT CTAATGATGACCATGGCAGGATTTCAAGCACTTCGCTCA TTCCATAATCAGACGTCTTATATTTATCGCCCACACTTC GGGTTGCTTCGCCCAATTGCTGTTATTCACGTCAACGTG CCACGAGATCATCATAAGTGGTGGTATTGCCAATGCTG CTTACAGTGCTTGGGCCAATGCATCCTACGACGTGCGGA AGGAGCTTGCGGATTGGTTTACAGCTGGTAATGATAAG AGCCAGTCGTCCGTGTCATTTAAGTGCCGGAGGCTTCTG TCTCGTGTCCCTCGAGACATTCACTGCTGTAATTTTCTG CCTGGCTTTAATATTAAGCCAGAACTGCAGATTACAAA AACGTCTGCTAACTGCATTTTAACTATAATCATGATTCT CTGTAACAGAACGACAAGGTTTGATGCATCAAAGAAGT GTCATCTATTA AAACTAATTCTAAGTGGCAGATGTCCAA GTGGTAAAATTTCAGAATATGATTTTCGTTATCTCAGTT TTTACAGTCGGACTATAGTTTATTCTGTACGGTATCGA AATTCTGTGTTCTTGTTCAATTTTCACTTTTCTGGCCCA AAACCAGACGACGAATTTCCCTTATTGTTTTTTATCACAC GTCGATTAACGACTTTTATTTCTTTGACATATCCCTATAT TACATTGTATCTCCCAACGCTTTACATCGTTTGCTACTAT CTATCGCATCTGTGCGGATTCCCTTTTCAATTGTAAGCGAG ACAAAAGTCATGAAGGTACGCTTACTTTTACGTTTAAACA GACAACTGAAGGATATAGATCCACCTGCATTTGTTCAAT TTCGCTATCAGAATAAATCGCTGTGCATCAAAGGACTA AGATTACGTCATGTAGACCTGTTATTATCGAAGACCTAT TACCGTAATTACTCCACGGCTCTAGTTAAATGTAACAC</p> |
| Or2h | <p>TTGTATAACCACAATTTTCAAGATCACCAAGAAATATTC CAGCACATCCCTCCAGTTTATCATCCAGACACTGTGCGT CTGCTCTATGCTTCCATACGTCACAAGACGCCGTCAAAA</p> |

GTTCCACTGAAAAGCAATTCCTTGATTTCTGAAGCAGGTG
AAACATTGGATTATTGATTACCTGTCTTCACCTCTGAAC
ATAATATCGAAGACTTCCTGTTCTGTGTCTCTACCAAGG
GACTATAAAATGCAAAAAACAATCAGTTCAAATCCATC
ACTTACGGGCATGAAGAGACGCGGGGAATCGAAAGGCT
TCCAGGATCAAAGAGGTGTCAAGTTTGACGAGCCCAAC
GTACCATTATGTGTGCGCCATTATCGTAATTGCTGTAGGC
CTGGAGACTCGTTCTGCAGTATCAGCCGTTATCAGACCA
GGCTATGGACACGCGAAACAAATACTTTTCGATAAAGG
TGACAAAATTTTTTATGAAAATCGTTGGCTTATGGCTTC
CAAAAAGCAAGCAACAATTTGTCTTGGACGTGTCTCTGT
TCGTTACCATCGCTGGCATTATTATTTCACTCCTATTGAT
GGTGGATATTTACAAATATCCATTTTCAGGAAGCAGTTT
ATATAATGTGCAATATACTTACACCAGGTATTGTCTTAT
TCAAGCTATCAATGATCAGACTCAATCGAAAGTCTTTAT
ACGAGCTTATCGACATATGTCAAACCAATTTTGGCAC
GACGATTACGAATTTGGTATTGCCATTTTGCAAAGTTGC
GAAACGAAATGTGTCCTTTTGATTACTTCATTTATGTCC
TTTGCACATTCACAGCTATTACCTATACTGTACGATCG
ATTATAGGATATATTTAACTTTGATTCTGTATTCTGCAA
TCAGATTAATCGTATTTATTTATCGATTGCTGTATACTG
ATATAAATTTTACATTTAGGGAACTATACTGTGCTACTT
GGGAGTCGGTTTTTTTTGCATCGACAATTTCTTTTGTATC
AATATTCACGTTGCTGGTCAATTCAAATACTCCAAAGC
AAATTGGAAAGATTGTGCGGACCAACTGATCGCGAAGA
CGACAAAAGGATCGTGGAATTTTCGAGAAAAAATCAAG
CGACCGTCTTTCAAGAATTTTCGAAGTTGCGTTCAACTGC
ATAAAATGCTTATGTACTACGTGGAAAAAGTCGAAGCC
ATCTTTAGCCTCATACTCTGTCAGGTATTGTCAAGTATA
CTCATGTGTCCCGTTTTCAAGCAGTTTCTGGATTCAA
CCCAACGTTGTATTTTACTGCTTATACTATTGGTTGTTT
TTTTCAACTATTACTCTATACGTCAACGAGCAACGAAAA
TGAAAGTCTTGGCACCAGCGCGGCTTATCGGGCTCATTG
GTATATTTTGCCTTTCGATAAAACAAGTAAAATTATCAG
GGGTGGCTTGCTTGTATTACGAGCAAGACGCCCATGTTG
TTCTGCAGGAAAATCTTTGCCGTATCCTAACATTTAC
AAAAGAGGCCGATTTGTAATATTGAAAAAATATATTTT
AAAATTCCAATATATTTACTTAATATTTTCAGGTTAGTA
CCACCATATCGTACTATACGTTACGGCAACGTGGAGAG
TCTTCATAGTATATCAACTATAAATCATTATGTAGTATA
TTATGGTTATCTTGGACAGAATATTTTATTGATAATAAA
TAAATGCGAGAAAAAAAATCTGGAAAAAAAATTTACTCA
AATTTCAAAAATCTTCCAGAAAAATGCACACTTTTCTTT
CTTTTTATACAGTACGGTCAAGAGAAAAATCTTTCATGA
TAAATTTTGAAGGGATCTTTGGAAATACAGTAATCATC

| | |
|------|--|
| | CGGAAAATAATAATCTTAAT |
| Or2i | GAATTATATTTAAATTGCCTTTCAGTTTTAGTAATTACA ATAATTGTTTTACTGAACTCTTCAGAAATAGGTATTAAT AAATATATTATTGGAATTATAAAAGAATTACAAATAGC TCTGTGGTCTCTTATCTCCCTCTCAATTTTCACTTTTTCTT ATCCAAGTAACTTTAATGGTGTTTTACAGGAATAATGAT AACGCTATTCTATTTCTGGAGTTATCTATATGGTATAAT AGACTGCTTCAGTTACGGTGC ACTAATGGTCCAAGAGG TCGAAGCTAATTTTATGGCAAAGAAAAAAAAATTGCAGC GTAATGACGAGCTCGGTTACATATCAAAGAGATATTGA TCAAAGTGTCATACCAGTTCAAAGTGAAA ACTTCATTG ATAATGCAAATCTATACTCACGATTGGATCCAGTGGAG TTGAAAGAAGGAAAAAAAAAGATTAAGGAGAAGAGGAAGC CGCTATTACATTTTCGATCCGGTACTCATTACGTTTCCTG CTGTTGGCTGCAATAGGACAGTCGTCACATCGGCAGTA AGGAAAATGCCGAATTTGGTGGAAGGTTACATATCGAC GAAGATATCGCAATTCTAATACTTGTGGTATAAACG CGGTAAA ACTAAACGTGAACAGTAATGACGGTTATTGG TTTACTATTAAGACGGTTTTAACGCAATGTGTATAGAAA ATCGGATTTAATTTATTCACGGAACGATCTCTAGACCAT ATAATGCACCATGTTCCCTTCGCCGTGACATATGATTTTCG TAAAATTACTGATATTCAGTACAAGCGTCGTGAACTGC ATGAACTGCAGAAATTTACTGAAGATACATTTTGGAAAT AAGGATTACAATGAACTGGATAAAGCAATACTAGATAA GTGCGATAGTACAAGTGCCTCCGGAATGAGTATACTAT CTGTACTAGCAACAATAGTTGCAATTCATTATTTGACGG GACCATACTTAGGTAAGTCTACTATTTATCTTAACAGAG TCACGGATAAAACAATGAATGTTAATAATTATAATGCG TTACTAGTTGCAGCATTTAGTGTAGGTCTGTGCAGCGTA GCGTTCGCCGCGTATCTATTCTACACTTGTACCTTCGTTT CCGGCCACTTTAAAATCTTGCAGCGAGAGTTAGAGAAG TSTGCGAGGTAGA ACTAAA AATTAACACAAAATCGTC ATATAGTAATAATGATACTATGCTTGCATACGAAAAT CAAAAAGTGCATCGTGCAACATCACTACTAATTGGTA TTTGGGTAACTGGAAAGTCTATTCTCTACATATTSTTA ATGCTCGTATTATGTATCGTCATAATACTGTGCTTTTCTG GATTTCAAATAATTTTGGTAATGGAACCACGAAACTCC ATCGTCAAATTATAAGCGCAGAATTTATCATGCTGCTCT GGCTGAAACAGGTCTCTTCGCTTTCTCGTGCAATGAAAT ATTGGAAGCAGCGCCGCTATTGGGGAAGCTGCGTATCG ATGCAAGTGGTACA ACTTACCGTGTGATGAAAATGGTC GAGCACTGAGACAGGGATTGACAATAATGGTCATGAGG TCTTACAACCGTGCTCATTATCTGTTGGCAAATTTGTC CCATGATCTACAAGTGTTCACTTCCGTAGTGTTAATGAG TTCATAATAAAAATTCTATTTACTGTGAAATTTATTCAT |

| | |
|------|--|
| | CCTTTTTTAATGATCTATGCTTGTT |
| Or2j | AATCCATTTTATTCTCCTAGCGAATATTTTCTCTCTAAAA ATATCAAACCTTATGCGACCTATGAGGATCGCCAAGAG TCCACTGCAATAAAACGTTCCCTACCATAATCGCCGTTG ATTGGTAAAATGGTCTTCAAGTATGATTATGGTCAATTT GCAAAATTATGCGGTAAGTCATTTGCTCTTTTTTTTTCTCA AGAATGAAATTTACCAACAGTACGACAGTCGAGTTTC TATCATGACGTCAAAGAGAGATATCGGTCGGTAAAAT TTATGCGAATTTAATGAAAATAGTTGGCATGTATTATA CCGAAGATCCTCGACGATTGTTGTTACGTGTTGCTTTGA TATACGCCATTATTGCAATCTTATTTGCACTTGCCGTAG AGTTCGTCCTGTATCACTGTTTAGGAGATTTTTCGGTAA GTCGTTGAATTTAATTGTAATAAAATTCGACGAATAA ACAACAAAGTCTTAAACGATATAAAAATTTCAATATT TCAATTATTCATCTCATATCGGAATTTATACTTGAAAAT AGACTGTTAGAATTCTTAACATCGTCCGAGTTCATTTCA GGCTGTCATGTACAATTTATGCTCAACAATGCCCTTGT TATGGTTTTGGTGAAGATTTTCAATTTTTTATTTCACTGG AATGTCATGATGTACCTAATCTCATTGCGCAAATTTTC TGGTGCATCCCGACTTTACCCGCGAGGTAATGAAGCG TTGCGACAAATATGGAAAATATTTGTCTACCTCTTCAC AAATTTGGTGTGTTTCGCAGTATTGGATTACATCTTTGC ACCAGTTGTGGGATCGGAACCTTATTATGAAATAACTTAT ACTATACAGGTATTGGATCTTATTACAAGGGCAATTAGT ATTTCTAATAATCAGTCACTGTCAACACTTTACACAGGA ATTTGTACGTGCTTCTTCGATAACTTCATATCAGTCTTA AACATTTACGTAGCTGGTCAGCTGGAAATTTTGGGACAT CGTGTGGAAGCTGTAGCAGACACGTATATGGATATCAC AATGGAGGAGTACGTGTCGGAGAAATCAAATGAGAC TTTCGTTAACCTTCAAAAATTTACAAGCTGTATAAATC AGCATCAAATCCTCATATCTTATATAGAACAAATGGAA CGTGCTTTCACTTTGATCCTACTTGGACAATTAATACTTT CCAGTTTTGTGATCTGCGTCGGTGGTTTTTCAGCTCATGG TGAGAAACAAAGGATTATTCTTACCCTGCTTCATTGTCA GAATTGTTGCCAGTCGAATTTTCAATTTTTACAGGCCAC GAGCTTGCTCCGGAAGTTTACATTTATTTGTCACTTCAT GGSTCGCAAGCAGCTACACGCGTTGGTACCTTCTGCCAT ACGATGAAACTGGAAAATCGTTGAGAAACGGTCTATTA TTTCTTATGCAGAGAGCGCAGCGGCCGTGTCAACTTACA GCAGGAAAATTTTACCGATAAACAAGTCAAACATTAAC TGCGGTAAAAGAAATGGCAATTTTTGGAGTGTCAATTA ATGATAAAGTCGACATTTTGTGATGTCAAATATTATTTT CGTATATGAAAATATTTTTTACAGATATGTACGGCTAT GTCTTATTTTACAATGCTACGACAAAGCGAAGACGATG TGTGAAGGGGACAGTCGCAAATCAAAGAAAATAA |

| | |
|------|---|
| | AAATAGACAATCATAGCACAAAAAATGTGAACTTTATT AAATTCAATCAAATGCAAACGTAAAAAAGTATAAGGT TTCAGTTTCGGGGACAAAAAGTACAAAATTTCAAAGAA TCCCCGAAATTGTATGGCAGTCTGAAGATCTATTAAGTT GTTCCAGGCACCAGAAATTGGTTGTTTTTCGTTTGTAT TCGTTGGAAGGTTTCGAGATAAATTTTGTTTAAATGTAG GCAAATGCATTTTTTTTTTCATTCAGGCCAAATGAGTTAG GAGTTTCTTCACGA |
| Or3a | GTAACGACGTTTCGAACATTTTCAGGATTTTTATACTACT GGATTCGCATTTTATGGTCTCGGACGTAAGAGATATGG AACTGATAAGACACGATTA AAAAGGAAGCTTTATTACTG TTGTGAGAAGTCTCTTTATTGTTATCTATAAAACTGGTA TTTGTAATGCCAATGGCTTATATTCTACCGTGTGCAATT TTTATGTAATTGAAATAATGTTGATTGATGCGACTCACT CCGTGATAATGGTCTTGGAAAATGTGGTAAAACGTAAA CGAATTTGTAGCTTCGAATGCGCGTTCACCTGCCTAAAG TTACAGGCACAAAAAACTATAATATGCAGAGGATGTG GAATAAGTTTGACGGTGTTAGAGGGGAGGTTGAAAGGA GAATCTTTAATGTTTCCATTAATAGTGTA AAAAGTATCGA GTCGGAAGCTAGCATTACTATTCAATGAGGGCAGAACG GTTGAAATCTTACCAAGACTTCCAGGACTTGAGGGATC GACTGCCCGTTGCACAATCCCCTCGCCCCACTGTCGCTT GAAGTCACGAGCAACCATTTTAAATTTAGTTTCGAATCC TCCACGTTTTGTGAAGCATCATCTAGGTTACGGAGTGG AAATCTGAATAAAATCTTACTACAATACTCAATGAGCC GTTCAATATGTATTCTAATTCCGACATATTGTGGCGTAA GCGAGTCTTGTCAATTGGCTGGTATTTGGCCAGAGAGCCC GAATAATTTTCGATTTTTTCATTTACCTTCTGTACTGTTTA TTCAACTGCGCCGAATTTGCCGCGCTCGTACCGAATTTG TATTGGAATTTTGACAAGTCCGTCAGGAACACAGAGTC TATACCCACGGCCATGGTTCAGACGGCGATGTTCCGTA GAAATATGCAGCTGTTGTTGCCGTTGTGTGAAGTCAGA GCAGACAAATTCAACGAGGAAGAGCCAGGAATTGCGTG GTTGTATAATATCATGGGAAAGTTGTATACACGTCTCTC CGTCGTCCTATTCATCGTCACGACGATGCTGTACGCAGT ACCGTTATCCCAGTGGATCGTTGCCAGTGAGTAATAGAT TTATTCGCAACTACCTTATCAAATGTATTTCCGATTTGA CATTAACTGACTTGCAGTACGTAAGTGGCGTGTCTCAG TCTATTGCCAATGAGCACAGTTTTGACAATCGGCTGTAC GGGATCGGATACATTGTTGGTTGTCCTGATATTCTACCT ATGCCGACAGTTTGTATTGCTCTCCGTGCGAATTCGAAA CGTCGAGACTGATCCGTTGATTCACCGAACGAAAATGA AACAGCTGATCGAGAGACACGCCAATCTCATATACTCG ATAACCCGTTTTGACCTTCCAGAGTTCCTCGATTTCGAA TGCTTGCTATTTTTCAAACCTGGTACCAATTGCCGCCAGA |

| | |
|------|--|
| | <p>CCTCGCCAGGCCAATAATCATCCCGATCATGAGATCAC GAAAACCCTTGCTCTTGACAGCAGGACAATTTTACGTCT TTTCCCTAGAAACATTTACAGCTGTAAGCGCTTTTCAAT TTACTCCAGCACCATTCCCTTCGTTGTCATTTCGTCATTCTT TCTACTCAGATCATGAAGGGCTCCATGGCGTATCTCTCG GTCTTGAGAGAAATTAAGATACTTCATCCAGTAAGTAC ACAGCACGTGCATACGAATCTGATTAAATTCAAGGCCA CTCGCAATTCCATTTCGCGTACACTTGCATAATGCAATAA AAATGCATTTATGCCCTTACCTAACCTACAATAATTCTT ACTCAACAACATCAAAACATACCTTATTTTACAGCATA GGATTGTCCATATGTCATTGGATCTGCAGCTACATGGGA TCTATAGGAAGGATAGGCTCGAGTCCACTGGTTTTTATT ACAACATTGAGTAATAAAAATACTCACAGATACACAAT TGTTTGCAGGAGAAAGAAAATTTATTTTTTATTCAAGAA TGATACATGTACAGTCGATGGAATACAAATGTTAAACG GTTGTGCTGCTCGCATAAAGATTTATCTGATACTGGTGA AACCGCATATATAGTT</p> |
| Or3b | <p>TATGTCATACTTCGATCGAATCAATTCTGTCTGGGAGGT CACTTCGGTTCATCGAAAGAACTTGGAGTCGCTGCAA TATGTATGGTTATCTATATGGCAGAGTATACCTGTGGAT TTTTCAATAGGGGCTTCTTTGTCTCGGACAACCCCTCGT TGGTGGGAAGGTCAGGGCTGCACGTAACCAGACAATT CTTTCATTGGTTGAGAAAATCAATAAAAGGGATGGTCA TCCCGCTTAAGCAGGGGACGCCTCTCGAGACCAATCGG AACACGGGTATAGTTTACTTCGAGGGTTGTAAGAGTCTT TCCCTTCAGTTCCTCGTATCTTGACGTATAGAATCTTG GCTTTGAGGCAAGTGCATTCAAATGTATCTAAAATTAA ATCTTTCAAATATTTTCGTTTACGGAGTAGCGTATAAATA TGATATTGTGATTTTCAAGTTGAGGTTCTTATCTCATCAA CTGTTTATCTTCACTGAATTTAAAAAAAAAAATCTTTAA ACTTAAAGTGCATCGAGTTATTTGGGAAGTCCGTGAAT GCAACATGAATATGCCAGAAGCTATCAAAGTGTTAACG TGGAACAAGTGGGTGCTAGAATTTCTAGGAATTTGGCC ATCCAACGAAAGTCTTCTTTTCGTTTTCTTCTTCTTT GTTGCGTCTATGGCATCTTGTCTTGTTTATGCGGACTTA ATTTATCGTATCTCCGACTTTAAATACGTCGTTGAAAAT TTAACGAAAATATCGTATTAACCTTGCTGTGCTGTAAA ATTGGTCTGTACAAATTAATAGACGATTAATGAAGGA AATATTACTTGATATCAAAAAGGATTACGCAATAGAAC TATACAACACAGAGGAACAAAAGTCTATTTTTTAGCA TACAACAGATTGTCCAAGTTATTCATTAAATACTCAATA ACAACAACGACCGCTTCAACGATACTTTATTATATGCAA CCATTGATGGATCATGTAAACTCCGACAGAAAATGTAA GAGAAATTTGTTCGATTACCTACGTTTTGCCTTATCACAT GCGTATGTTTTTCAACATTACGGAATCGTCGTTATATTA</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>TTATATATACGCTTACGAAGGAGTGCTCGTCCCGATTAT CGTATGCGGATATTCCGGCACCGATTGTCTATTGGTGAC ACTGACGCTACATTTGTGCGGGCAGATTTCCATTTTAGC AAATCAAGTGGAAAATTTTGGCCATTTTGTACATTTCA TCATCTGAAACAAGTTGTCATGCATTCTCGAATAATAAG GTAAATTATCATGCAATTTTGTACTTTGTACTGTGGAAA TCTTCATTTAATTATAATATTCATTAATATATGTACGGA CATATTTTCAGATTCAGAGGTATTTATACATTTTTTTATTT TTATTCAGAGCTTAAAGTTGAGCGATGCTTTTACAATTG CAAATGGTACGTTTTTCCACCGACATACGTCAATCTTATT TTATTTTGTATACTACGCCAAGCGCCACTTGTATTAAC AGCTGCAGGGTTTTATACATTTTCCCTGCAAAGTTTCAC AGATGTGAGTTTGGAAAATGCGAAGAACTTTGAATTCAA GCACTTTGGAGTCCCGCTGCACGGAATATGTGGTGGTA CTTTGTACATTCGTTTGTCTTTCGGATAAATGTGCGCGAA GCACGCGTAAATTAATTCTTTTTCAGGATCAAATTATGTA ATTACTATTTCCGACAATTACGAGTTCCAAAAGAATCTA CGCATGTAGATAATCGGATCGAACTAAGTATCATGGGT ATTAGTTTCTGGATATCGAAGATGCTCCAGTTAGGATTT CTTCTTTTCAATAAATTGAGTGCATTAAGTGCTACTACA TCTATGTTGTTGAAGACAAACCTAATTTCCCTGGCATT TATGATATAATTTATAAATTCATTTGTTTCGTGGTCAAA ACGTCAATGACTTACTTGTC</p> |
| Or3c | <p>GATATTTTTTTTATTGGTAAATAAAAATAATAACAATCC TTTGTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTGGGGGGTAGAAGTTATAA TAAACTTGTATTTCAATATCGTTATTCTTATAAATAGTTT TTTGATTTTTTTTTTAAACTTTCACTTCCTTTAATCCACT GCACGAATATACAATAAATGCAGTAACTGTAATTATTTT TGTGATCTTTCGGAATTCTAGCATTGAAAAATAATTAC TGATTATTTTTTCAATCAAATTGTTATTCTACTTGAAGAA AGATTATTCCAAGATAGACTCATCACCTGCACATACGT AATATATGTATGCTCCCAGTAGAATAGTCTTCGATGCAT TAGTATTTACGGAGTACTGCGAATAAAAAGTTGCTGA GCATTTTCTCGTGGGCGTGAACCTTCTCTGCGAGTTGAA AACCCACCACACTTCTACTATTACCTCTGGGAAATGTCC TGAATCGGCTGTGCAGGCTAATCAATTATGAAAGCAGA GGATGAAACTTCGGTGCAAGCTTACTGCAAACGTACAG TGCATTTTCTAGTCTTCGAGAGAGTGCATCACACGATGT CAAATACTCGCGAAAAGGACCCGGATACTTCTTTCCTCA AGTATGCAGATTTTTCATATAAATCTGTTACGAAAATCAG GATTTTATTCGATGAAAGGGATATCAAATAAAATCAAC AAGGAACCCACTATATGGGAAGTGCTGCTGGTTCTGAC GTTTTCCACTTGCAGATTTTTCATTATCATTTTGGAAATT CGCAGCGTTGCAGTATCACTAGGATCGGATACGGGATT TGTAATTGCTGTTTTATCAGGCACTCTCACTGGTACTTT</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>AAGCATGTCAAAGGTTGCGATACTCACGTCCCATAGAA AAGTCCGTGAGCTTCTTCTGCGTTTGTCTGGCTTTTGGG AAAAGTCTATAGAGCGACCAGAAAACGTGGACATTATG GTGCAAATGGCTAATCGAGCGTCTTACCTGAGCAAATG CTATGCGGCCACAGTAGTGATAATGTGCAGCAGCTACT GTATGAATCCCTACGTGTCGTTGTTACACAGTTTTTATTT ACCAAGACGGCAAACAATTCGTACAACCTTACTGCTAC TACTTTTCCAACCGTCTATCCTTTTGATCTGTCATATTTT CCAAAATACGTAGTCTGGATCTTATTTCGAACAAGCCGTC TGTCTCCTAATGACACTTCATTGGATTGCCTGCGATAACA CTCTTTCCTATGTGCGCTACGCATCTTGCTATAACAATTTG AAATTTTACGACGTGACCTGGAGAAGACTACGGAAGTA GACGAATTACGTGAAATCGTTAAAAAACAATCATACT CTTTCAGTTGAGTGAAATATTAATTATTGTGATTACTAC TAAATTTATACAAGAACAACGTCATAACCTTTTATTGAT CTTGCGACACGCTGGAAAATATATTCAGTC?TTTACAGA CAGAACTTCTATATCATGCAGCTTACGAATGGGCAGAT CGTTGCAAGAAATAATCCATCATATATTTTTTAATATTA CGCTCGCAAAAACCATTTTCAGTGTACAGCTTACCACTTT TTTCCAGTTGGTCTAGTTCAAATCACGACGGTAGGCCCA AGTTTCTTATTTACGCTTTTGGAAAACAGTAACAAGCGA ATCAGACAAAGTTATATGCTCGTAAATAATTCGACTACT GATGACAGTTACTTTTGTGTGATAGATGAAGCATGTATC ATAAAAAGAAAAATAATGAAGACACTCGGTAGTGAGC ACAATAGAGAAACTACGTTATACATATTATTAAAAAAT ACAATCAAGGTAGATTACAAAATTACTCAAAGCGAT AAGAGCTACCGGTATAACTGGGAGTTGGGGTGGAACAG GCCCAACTCCACCAAGAACGAGAGCTCTGACGGAACCT ATCAGACGAGGCGACTTAACGGATCCTTTCGATTTTTGG GGACGCGTAAATCGAGAAACGCAACCGTAGGTGCTCTT TGGGGTCGCGTAAAATCAGCAAACGCAACTGGATACAC GAACGGGAGCGGACGGTTACGGAAATGCACGGCCGCTC AGGCTGCGTTGGTAGAGAGGGTCGGAGTAAGAGTCCGG CAAATAGTGCAGAGACAGAGAGCGACGAACGAGAAC GTACAGAACGAATCTA</p> |
| Or3d | <p>AATTAGTCATTGCTTCCACGCAGAGTCTTATTATTGTCA GTATCGTCTCGGCACTGGAATGCCGTTTCGAGAAAGTTC GAGAAAAAGCTCGCTGTCGAATTATATTAATAAGAA GAACCATGTATGAAGCACACGCTAACATTAATATTA ATTATATGGCATATATCCAAACGATACTGTTCTCGAGGA CGTGGTACAGACTGGATTGCAGGTTGCGACAAAATTAC GAATTGATAGACCGTGGAACAATTCCCTTATGAATAGT AATGTGAAAACCTATTCCATTTTCCTGTTTCGCAAATGTC ACATTTCTATAGAATGGTGGAACGAGACTTTAAACGA GCTGAAGCATTACTTATTCCTGAGAATAATGATCAGTTC</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>AATTGTATGTGATTTCGGTATCTGCACTCACCCATAATGT ATTATCGACATCAACGATTTCTCGGCCGAAGCTCTCAGTT GCGAGCTCGTACTGCCAGAAAGACTTTTTACAAAAAAG CAACGGTTCGAGCCTACCTTACGTAAAAGTAGAATCGAG ATATTGCATTGCTGCACTTTAAACCATTACGATGACGGT ACATCTCTCACCAACTGGAAATTGCAAAGGCCTGGAAG GTCAAGCCTGTTACTCCTGGTGC GTTCGCAATTTGCGCA CATTAATGGTCTTCACGGGAATCTGGCCGATGGAAGCG CCAACGTTTCTATTGAACGTGTGTTATTATTACAACGCA ACAACGTTACCCCTTGTCATTTGCGGAATGATGGCCGGC GCTATCAGTGTGATGGACAACACTACGATCTGCTCGTGGA CAATCTCAGCATAAATCTGATATTTACCGAAATCTTCAT AAAGTGCATTCTGATAAAGATTTATTTCGAAACCACTCTC AAGAGTACTGTCGGTCATGAAATTCGATTGGATAAGTC TAAAGGGAAGGGGTCCCATTCACGGAGACGTACCTCAA AGCGAGAATATTATGCTCTTGCATGCCAATATTCCAAGG ATATTTTTCGTCGCCTACACCGCCCTCGCACTTTTGGCTT GGACCGCTACAGTGGTGGCGGCAGTTTCCAGAAAAAGT TCAAAAATGCAAATAGATGCGAGTGCATTTCTATGCC CTCTTGGTATCCGTTTCGAGATGCACTCTACTCCAAATTA CGAAGTATACTATACGTCCAAATATGTCTCTATTATAAA TATCTTTTTGCTAGCTGCGTAACGAATTATGCTTGTTTTG CTATTAGTACGATCGTGTATTCATCAATCATATCGCATA TTTTAATTGTACGCATAACTATTTATCATTTTGCTATAGA ATCGGGTAATATTAACCTATTCCTCAAGTTTTTACTCCT GCTAATTGCGATGCTTCAACAGATACTAATATATTCCGGT TACTGGGGATTATTTGTCATCTAAGGTGAGCCGATTCAT GATTTATTTCTTTTTGGGGGAAAAATCTGAATTAAGAT AAGACAACATATATTTTCGTAATATTAGTGCAGCCATTCG AAGTGCCATATACAAAACGAAATGGTACGAGTTGCCAC CTTCGCTAAGTAAAGCCCTAATGTTAATCGCGATTAGGG CGGAACGGCCGTTGGTCGTTACAGCTGGGAAATTTTTTC CTATGTCTTTGGAGA ACTTCACGCAAGTAAGTAGCCACT GTGCTAAGCTGCAAAATCGAGTAGATCTGGTACGAAAA TTTGTTGTA ACTTTTCAGAAAACGGCAGCATCGTACCTCT CGGTGTGGGCTGTTACAAGAAGTAAATTTACAAAGAA AAAAAAAAGATGTATCTCGTATACGTATCGTACCTTC GCTATTACGATAATAGTAAATATTACAGTGACCAGAGG ATATTACTAAAAGGGATAATCTGGTCTCTGGTGAATCA ATTGACTGGGAGTATGGATTACAAAATATATTATAAAT A</p> |
| Or3e | <p>TTAATTAGAGCAGAACGATTATTATTA AAAATATTTTACC TATAAGCGGCAATGGCATATCATATTCTTCGAACGATCA AAGTATAAGAAA ACTGCAGTCTCACAGGATAATAAACA ATGTAATTACAAGCACAGAATCCAAACATCGTATCAGA</p> |

GAAACTCTCACTTGAAAACACATTACGAATGTGCAACT
CAAATAGAAATGGGTATATCCAACATGCAATCGATGTT
ACTCATATGTTGCAAATAGAATTGTACCTTACACTCGTA
CACGTGTCCTTTCCACGGTACAATTTACTTTGAAGTCT
ATGAAGTCAATGGCGACGCAACCCTTTATGCCTGTAAA
GAATCACGAAGCAATTGCAGTAATTATATATAAGACTA
TACTCGTAATGACAAAGCTCCGTCTGTCTGAACAAAAA
AAAATTCGAGAAAAACGTCAGTACAGAATCGACCGTGA
AACAGTGAGGATGGAGCATAAAAGAGGATGGGCCAAA
ATGAAAAGTGATATTCAAATAAGAATTACGATACGGA
CGTGGAATATGCGATAAAATTAATCGATGGTTATTAA
AACCAATTGGCGTTTGGCCGTTGGAGTTATCGTCATCAA
GAACCGAGAGAATTGTCACGATAACTACCGCTGTTACG
TGTTGCCTTTTAATGTGTTTCGTTTTAACCATTCATGTT
GCATCGAAATGTTTTCGTCCAAAAGGATTTTTAAATCTA
GACTGGAAATGCTTGGACCTTCAAGTTTTTGTGTCATGG
CTGTTATTAAATTTTTTTTTCTTTGTGATTTCGCGGTAAGA
AATTAGATTTTGTATCGATTCCGTCGTTACCGATTGGCG
AAACGTCGACGTACAGGAGGAACGTAATATTATGTTAC
GGACGGCAAAGTCTGCGCGATTATTAACACTACGGTCTGT
GCACTCTTTATGTATTATGGGGGCATTTTTTACACTACTT
ATTTACCACTAACGACAGCCAAGGCATTATCGACTGAA
AATGTTACCATTAGAATTCTACCTTATCGTTGCAATTTT
ATACTGTTTGATCCGTACGCGCCACTGTTTTTCGACATC
ATTTATTTTCTGCAATGTTTATCCGCTGCTTTTATATTCA
CCTTGACGTCGGGAGTGTGCAGCTTGGCTGCGAATTTTA
TAATTCATGCATGTGGACAGTGTCAAATTATTGGATTAC
TTTTGGAAAATCTCGTCGACGGTAGAGGAAATACTTCA
ACTACTCTTGAGAAGAGAATAGGTGTTGTCATCGTGCG
ACACTTGCATTTGCTGAGGTTGAATTTTTTAAGATTATG
TACATTTTTATCTCGTGGGTTGAACTTAGATTTTTTTTTT
ATTAGATTTGTCACACGCGTGGAACAAATCACGTATGTT
ATAATTATAAATTATTTAATAAATCATAATAAACTATCA
CATATAATACAGTGTTCATCAAATTGGAGAAATATCCTAT
ATGATCGATTGGTATCGCATCCCAGGAGCCCAAGCCCG
ATTTTTAATATTGCTAATTGCTATCGCTAATCGACCAGT
ACAATCACAGCTGGTAAAATCGTCCAACCTGTCTTTTCC
GTGTTTTGTATAAAAGCTGCATTAGCTTATCTGAATATG
CTTCGAAAGGTGACCACCATCAAATTAAGTATTTCAAAT
AACATTATAAACATAATTACTCTAAGAAAAAAAACCAA
AAACCTAGCAAACGCATTTATCACATGTAAATTTTCAAT
ACCTGTTATTACTGTAAAACATGTAATTGTTAAGAAATG
TGTTTGTGTGAAGTCGTCTTATGGTCAATTTCTTCACCT
TCGGATAAAACTTATCCTGCTTATAAACTTCTAAAACCTG
AAAAATGATTGGTTAACTGGGGATTTATCCGGAGGAAT
TTTATCCGAAAGTGAAGAAATTGGCCATACGTTCTCTAA

| | |
|------|--|
| | <p>ATGTTCAAACCTTTTTATTGTACAAATATGTATTTTCATCG CCGCATCACCTAGTCACAAATCGATTAAGATAACAATA ATAGACTGGCTATATAAATATAGTTTTACCAGCAACTTA AAATTACACTTTCTACCCTGTTCCGTATACATGTACGAA TTGAATAATGAACTTTTTAACCTCTTTAGTCAACTTGAA TTTGTCTCTATGGATCACGTAACGATGTGTCCAAATTAT TTGTCCGGTTCACAAGTTAAGTA</p> |
| Or3f | <p>GCTCTAAATACTTCAAAGTTCCACATAACGCCACAAAA GTTTCGTATCCGGAGCACCCGGTACATAAGTGAATCGTG TATGACAAACTCGTATTATGATAATAACGTTAAAGTATG CGTACAATTAACATTAGTGCTAAGAACATCACTGGCAT ACCTAAATATTCTCACAGCAGTTACTGTAATACAAGATA AAATAAAATACATATTACGAGCACAAAATCCGGTAGTC GATTGTTATATCAAACGTACTCTATCTAGACCTTATAGT GAAGTAAAATAAAAAAAAAACCCTACAATCGACTCCT ATCTTGAAAAATTGTAAGTCTGCACTCGTACACGTGTCT CTTCCCACGATATGGTAATTTCTTTGCACTCCACTAAT AAATCAATTTAAGCGCAACCCTTTATCCCCACAACGCCT CACGATGCGAACGCATTATGAATATATATGTCTATCGA GACGAAGCTTCGTGTCTCTGAATAACATTAAAAAAATT CAGAATCATCAGAGAATCCACCGTCGGACATCAAGGAT GGACCACGAAATAAAGCAGTTAAAATCAAGACTACCGT TCAGAATAAAAACTTGACTCCGCGTGAATACGCGATTA AATTAATCGCTGGTTATTAAGCCATTCGGGATTTGGCC GTTAAATTCTCATCACAAAATTTGACAGAGGAATATCGT AATTTCTCCATCCACTGTTGCCTCCTGCTGTTTTTCGTGA TATTCGTCCTTCGTGCAATGTTTCGTTCAGTGAAAAAGATT TTAAAGGAAGACTTGAGATTGTGGGACCCACGAGTTTA TTATTATGTTGTTTAAAATATTTTTTTCTTTATCACTCGTG GCGACACTCTTAAAATGTGTATCGATACTATAATTAGTG ACTGGAGTAATGTTCAAGCAAAGGAAGAACGTAAAATA ATGTTTCAGAAATGCAAAGATTGCTCGATTATTTACAATA ATCTGCGTCTCCTTCATGTATTGCGGTGGAATTTTTTAC AGTATTTGTTTACCTCTGATAACCGCCAAATCGTTGACA AATGGCAATAACTTGACTATTAGAATTCTGCCATATCGA TGCAATTTTATAATCTTTGATCCGTATAGGCGACCAATT TTTGACATCGTGTATGTTGTGCATTGCTTCTGTAGTGTC ATTATGTATTCTATCACACGGGCATCTGCAGCTAGCTG CAAGTTTGTGATGCATGCCTGTGGACAGTGCGAAATCG TTATGTCACTTTTGGAAAATCTTATTGACGACAACAAAG AATGCTCTGATATTGTGGAAAGCAAGTTGACTACCATTA TTTTGCAACATTTGCACGTGATCAGGACTAATTTACGTA AAAGAACTGTTTCATGTGTATCATGAATTTACTTTGGA TAACTGACGTGCATGACAGTGCCATCAAATTGGAGAAG CATCATACATCGATTGGTATCGCTTCCCAGGAACACAA</p> |

| | |
|------|---|
| | <p>GCACGATTTCTATTGCTTGGCGTCGCAAATCGACCAAGA CTCACAGCTGGTAAAATGGTCCAATTCTCTTTTCCATGT TTCTGCAACGAAGCAGCAATGGCATAACCATATTATCAG AACAGTCACCATATGAATATAATAAACCTGTAGCCTTA CAAGATAATATAAAGTATAATTACGAGCACAGAATCCA GTCGATTGTTGTGTATAATATACATTGTATATCGAACAT ATCATCTCCTAAAGGTATTATAATAAAGAACACAAATC TGTGTCCACTGGCACAATCGATAAECTCTATCTTTGAAA CAGAATTGTACTTTGTATTACGCATGTACAAGTGTCTCT TCCCACGATATGGCAATTTTCATACTCCACGTAAAAAAA CAATTGCAGCCCAACCCTTTATGCTTACAGAGTTTCACG ACGCTTATGCACTACGAATAATATATAAGTCTATAGGC GTAGAGACAAAGCTCCGTCTCTCTGAACATAACAATTC AGTAAAATCGTCAGTAGAGAATCGACCGTCGGGCATCA AGGATGGACCACGAAATAGAGCAGTGAATCAAGACTAC CGTTCAGAAAACTTCGACTCGGACGTGGAACACGCGA TATTAATCGTTGGTTATTGAAGCCATTTCGGCATTGCGC CGTAAATTCATCGTCGACTCAATTAAGACTAGTATCAG TAATCTCTCAATTCGTTTGCTGCTTCCTATTGCTCTTCAT GATGATTCCGTCCATTATAGAAATGTTTGTGGAAAAAA TTTTAA</p> |
| Or3g | <p>TGAAATTA AAAAATTTAAATTATTATTTTGTAGGATTGAA AAAAATTGTCTTAATTTGCGTAGCGTTATACATTCAAT AGCATAATGTTGCACAATACATTTATAAACTCAATATA ACACGGAGGTATTATTGTCTGCTCTTACGGCCATCGGTA ATCTGATTCTATGCGCATCTACGACGCGCAGTATACGTG GACTGAAGAGCGTGCTGAGGGGAAGCCTTCTCCTCAAG CCACATTTTTTATGCGTCAGAATCGTTTGAGCCGGGTGT ACGTCGACACCCCTCTAATCACGGAAACAATCATAAAA TATGAACAATGTCCAATGCGCATGGCCAGGTTCGGAATT GCTCATCCAACCTCCAGCCATAAGCGTTTCTCCAGTTAA GATTCAGCTGCGAAACAACAATGATGGAAATAGAATCG GCAAAAGGATTTTAAGCACAAAAAGTACAGAGAACAA AAAATTCAGACGACATAGAGTATGTCTTAAAATTGAAT CGCTGGCTGCTGAATCCAATTTTATTATGGCCACTTCGT CACATGTATCAACACTCAAGAAATCAATTATTTATACGA ACAATGTGCTGGTTCTTCCTGGCGTTTCTAATAATCCCA ACCAGTCTGCATACGATCCTCGTACAGACGGATCCCAA CGTGAAGTTAAAATGATCGGACCTCTTTTCTGCGTAAT GGTTATCGTGAAATATTTTCGTTTCGTCGTTTCGTGCAAAT ATAAAAATATGCGTCGATATGTTGTACAGACTGGCGC AACGTGAATACGGCTCGGATCATGATAAGTGCAAGGAT TCTCGGTTATTCAGTCTGCTTCTGCACTCTTCATGTACG GCGGTGGTTCTTATACGATTCTGCCACTGACAGCATCCA AATCTGTATCGAGTCCGCTACGATAAGGGTGCTCCCGT</p> |

| | |
|------|---|
| | <p> ACCCCTGTTATTTCTTTATCTTCGATCCCCAGGTCAGTCC TACATACGAAATCGTATTTTTTGCTCAGATCTGTGCAAC ATTGTCAGGTATTCCACGACATCCGGAGTCTGCAGCTTG GCTGTCGTATTTGCAATGCACGTTTATGGTCATGTCAAG TTTTGATGAGATTTTGGACTTCGTCGGCGACAGAGAGA AATCATCAACTTTACACCAGAGACTGACCAATCTTGTTG TACGTCACTTGCGATTCTCAGGTGAGAATTTTCACAGTA ACAGCAACTTTATATGTACAATTAGTGCGGCTTTTTTTC ATTGGATGTTTCCGGATTTCAATTTGCAGGCTATATCTGC ATACATAGAGATCTCTCTATTAGGCATTCAGGGAATAAT ATGCAAAAATATATGTTTTATGCGACAGTGGCGATCGG ACAGGCGGCATATATGACAGAATGGTACAGATTAGAAG GGAAAACGCCAGTTTAATTGTAATAATTATCATCTCAA ATCGCCAGTATTTCTGACAGCTGGAAAAATGATAAACT TGTCTTCATGTTGTTCCAGGTGATAAAATCATCTTTAGC GTACCTGAATATTTACGTCAAGTAACGATGTAAGGTAT TGCAAATTTTCAAAGGAAAAGCATGTAGTTCATGTTTCT CAGTCTACACTAGTCAACGTAATCCAATACGGACACGT GAAATGTTATTTTTATTTAAAAGAAAACCAATTCACA AAGTGCAGGAGATCGATACCTAAATATTTATCTGGTAA AAAATTGTCAACTCTGCAATATATTTCTTTCTCATAACG CAGCAATTATGCAACATGCGAATTCTTTACGCCTACAAC CCGTCGCCACGAACCTATGGATTATGAAGGAGAAGATC AAACGTGTAAGGACTCTGTCCTCTAGGAATTCAAATTGT GCTTCGTCAGTCAGCAATCGACCAAGCTGTAAAGATGG GACGGTTATTGAACAGAATCACAGAAAATGTCAGAAAG AATTACAAGTCCAACGTGGAGTACGCCATATTAACCG CTTGTTGTTAAACGCAATAGGGATATGCCCCTTAATTCG TCGTCATCGAAATTCGACAAATTAGTATCAATAATCTCC CCGATTATCTGCTGCATTTTATTTATCATTTCGAGTAATTC CGTCCATCATTGAATTGTT </p> |
| Or3h | <p> AAGTTTTCGCGTTTCAGTTTTGCTACCGCATGACATTTTT AGCATATAAAGGTATCATTACTCGCATTATCTATCGACC ATGCACAGAAATTGCTTTCACTGGAAAAAGAGAAATAT TATGCATGCAGCACCGCAGCCGGAGACGGCAGGTGCAT ATGAAATATGCACATATTCGAAAGGAAATTGTTTGCAA TGCTTGCATTTTGATTGGACAGTGGCATCGTATGACCAA TAGGAGGATTCTGACAATTTGTTGGCACCGTTGCAACTG TTTATTTTACAGTTTACCACGTAGTGAACCTGGACACAAA CAATTGCGTTTACGATGCACGTGAGTGTGAATTAGACC GTATATTTGCAAAATTGCACTTTGAATACTCCACGTTTG ATTACTTTTCAATTAATAATTTTATTGCTATATTACTC TCGAGTTGTATATAAGTTTTTTTGTACTCACGTAAGTCA GTCACAAACGTCATGCATTATAGTTAGAAAATTATTTA CTTAGGGACAAGACTTCGATCGCGCCGCAAATATCATG </p> |

| | |
|------|---|
| | <p>AACTGGAATCATTGGCTTCTCGCGATGCTCGGATTTTGG CCGGAAAAACCCAGAGACATTTGGTTCTGGATAAACTT CGGTTATTTTGCATCACATGACAATGGAATACGTCGA TCTGTTTCTCTTTATCGGAAATCTCGAGCACGTAATCAT GAACCTAACGAACATGGCGTTTTTACAAATTTTATCCG CATGCTCATGATGCGAGTATAACAATCGTCAATTAGGAG AATTAATAATGGAAATGAGAAAGGATTTTCAAGCTCAC AATTACAGATCCGTGGAGCAAAAATATTTCTATCGTAT TCAAAGTCGACGTTTATGAAACTTTTAAATGGCGTTTGT GCACTAACCGCATCCTCGTATTACTTAAAGCCTATACTT GGAAATTTGGGAAATGGGTAATGGACATGCTTAAGTAC CAATTCGACGTTAACTTTATTACCGTACCGTTTTTACTTA CTGCACAGTGTCAACACACATACTTATATGATAACTTAT CTTTCTCATCTTCCATTTGTCTTTGTGAGTGGTTTTGGTC AGAGCGCAGCAGATTGTCTGATGGTCACGCTGGTTTTTC ATGTTTGGCGACAATTGTCTGTGCTAACGTTACGAATCA GCATCAACGACCCGTCCCAATGTCAGAATATAAAGGAC GTCGTGATGACTCATCAGAGACTGTTGCGGTGAGTTTGA TTATTGGACCTAACTTTATTTTGTTTTTATTACTGTGTT TAGAGTACCCGAGTCTACGAAGCTTGGTATGATTGTAAT TGGTAAATATGCCAACGGAAAATGCGAGACTTATTCTTT GTATGTCACGATCGCAAAAGCCACTTTGTTTATCTGGCA AATTTGGAATTTTTTTTTCTACACAGGTTTAAACGGCAA TGGCATATTTATCCGTTTTGCGATCTTTCCTGTAGCTCAC ACTGTCATGAATGCAGAATTATGCAGTTTACACATGTGT TGATTTTTTATAAAATGCTATTCGTGCTCTATCGAATTC ATGAATTTTTACTTATTAAAGAATTAACCTCGAGCATTAA AGATTAACCTACACACTTCCAACCGAGCTAAAAATTTAT TTGAAATTTTTTCAAGGGTGTTAATATTAATAAAATAAAAG TTACAAATTACACATTATTCATTGATCCTTTAACTGTTA CAAAATCTTTCAAATTAATTGCTTTTCTTGTTTAGGTTT CTCTCCGTCTGCAGTAACACAGCGTTAGTGTCTGCATT CCATCTTTTTGACATGAATCTGACTCCCAAAAGATTCTT GAGTTACTATTATCGTTATAGTCTGTCTCGGGGAATTAT TAAATTTCCAAAAAAGAATGTATTGTGTTTGAACAAA AAATTTTTACGAAAAATCGCGCAAACAGCACCGTCAT ATTCCAACCTGCATTGAGAGGAATGACAATAAAAAAAA ATTTTTAAAAATTAATAAAATTTTTTTTTAAGCAGTTAA</p> |
| Or31 | <p>TAATTTTCAAATAAAAGTGGTCGATACGTTACAATTTTC TAGAGACAATAACCACAGCGCGATCGATCTGAGAACTT TTGAATTAGTCTCCAAGAAAATTTCTACAGAAAGAAC AACTTCGTAATGAATGTAAGAGTGGAGAGGAATCGCT TCAGTTATCATCCAGAGATTTGATGAGTTCCAACGTGA AATATGTGCAAGTTTGACTTTTAAACATAAATTTATTTGA AGTGCATTATATGATATTCAAATTTCTTTTTAACGCGGA</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>ACTTACGATACCTTTAAGATTTAATATCAATCAATCATG TATTTTCGAAATTAGGAACTTAATGATAGACTCTGATTC ATTATTTAGGTCTGGTTCATTAATTGAACTTGGGAATT ATTTTTTTTTATCGTCATTGTTAGCCATGTATATTTTTGT AAAGTACTTGCCATTTCATACTATGTTTTGTTACTTCATT TTTCATTAATCATCACGCATCGATTTCGCAACGATAATCG CAATACGAAATTGCATTTTTTACGAAAAACAGAAATCT CATTTATTTTCAGGATAATAACGATGTACCTAAAATCGTT TTTAAATGGAACAACTATTTCTGTCTATTGGTGGAAAC TGGCCCCTAGAACCAGCTTATTTTCAGATTCTCCATATGG ATGTCATTCTTTACCTTGAATATCAGCCTCCTGTATGTG GATCTGTATGAAGTTTTTCGGCAATTTGGAACAAATGCTG CTAAATCTCTCAGACAGTGTGATACAAAGCTTGATACTT GCGAAGCTGCTGCTCTTTTCGATTCAGTGAACCACTAGCA CGTTTGATTACTGACGCCAAGAAGATATCACAGCCGA AGAGTTTGGAAGTCTGGAAGAGAAAAAATGCTTTCTGG AATATTATCAGCGAGGCAAAATTTTCTATCAAATAACA ATGCCATGTGTGGTGTTCGCTGTTACGTATACTTCTTC AAAGGTTTAGAAACATATCTGTTCTCAGGTAATGAT CAATAACCGAATTGTTATAGAGTACAAAGATACACGAA GCGTGTGCTCAATGCACATGGTACAGTATGCCACTGATC TACCAAAAAGCTTTAATAATGTGCATGTTATGTGCACAA AGGCCTTTACAATTGACAGCTGCGAAATTTTACGTATTT TCTTTAGACAGCTTCAATGTGAGTCGACTTTGGAAATTT TGGAATTTGCACGAAATGAATTTTCATTTTGTACAATTA TTGAATTTTTATTTTCCAGGTCATTAACATCCCTCGCT TACGTATCCATGTTACGTACTGTGGTATAATAAATGCAT AGAGAAAAGTGTACAAAACATAATTAATGGAAT GATGTGAATGGGCAATTTGCAATCAATTTATTTTTCAA ATACGTTTTTTCGTTATCGCATCTGAAAGCTATATCAAAT GGTTTCCTTCTAACAGTCACTATTTTTTATAAGAACACT TATATCAATAATGGTAAAGA</p> |
| Or4a | <p>GGATGCTGCGTATAATATGAAGTGGACTGAGTTGTCTGT AATTGAAAGAAAACTCTTGCAATTATCATTCAAAGCA CCAGCAGACCAGTAATATTTAAATTTGCTTTCACTATTA GTCTGTCCCTCGACGCATATATGAATGTAATAAAACA GGTTTATTACCTTTATCTACGGAAGAGAAATTAATAACA CTTAATTTTGCAGATTCTAGCGTCATATTCGACATACAA CTTTCTCCAGCGATTCTCCATGGATTAGTTGTGGCAGTA GTCTCTTATTCTGAAATCAATATCTTTTCGAATATCCCGC ACCTATAGTTATACTGGTTATCATAAAAATATTATTGGA GAATGGAAGCCAATCTCTTATTATTTTTTCATGTAATAAT GCCTTACAAGGAAAACCGTTTAAGCCAGTTTGCATAAT GTCAGTGCATCCGTTGCATCACTACAAAGAGAATAACC TAACTATTAATGAGGTACACGACAAAGGCTCTTCTTCCA</p> |

| | |
|------|--|
| | <p>CTACTATTTTAGTATCCGATAATCAAAGAAGAAGACAC CATATCGCAATGCGTATTTTGCCAGTGTGTTTTGTAATT TTCAAATTCTGGGGTCTCTGGCGACCAAGTGACTTA AGCTGGATGAAAACCTCTCTACAATATCTACAGCTTGCTA ATCGTCGTTATAATGTACAGTTTCATGTTATTCGAGTTT ATCGACGTGTTTCATCAATACAAAAAGTATTGATGATATC ACGATGAATTCATTTATGCTCGTGACGTTGACTAACGCG TGCTGGCGAGTGGCAAAGATTTTGGCGGGACGTGGGAA AATTTTAAAAGTGACAAACATGTTGACGTCTGATTATTG TGTACCAGTTGATAAACGGGAAGTGTATACAAGAAGT ATAAATCTTTTAGGTGGAATACACTTCGTTATGTAATAT TGGTTCAGATAACAGCTGCACTTATGCTAATTGTACCCC TCTTCAATGAAAGTCGGAAAAGGATTTTACCATTTAGA GCATGGCTACCTTATGATTTATCTTCTTTAAAATTATTTT GGTTATCCTATGTGCATCAGTGTATCGCCAGTATGGCTA CAGCTTACATAAATGTGGCTACTGATAGTTTCATTTCCG GACTTATGATACAAATATGCTCTCAATTGGACATTTTGA AATATCGTTTGATCAAGCTGCCACATTTGTACAATATCA ATCACCGAGATGAATTTTGGAGTTCCTTAACACTACTGCG TTTTACACTTACAGATTTGCCGCGGTAGAGAGTATTTCT CCGATTATAATCGTGCAGTTTTTTGCCAGTGGCGTTGCA TTATGCTCCAGTGTATATCAGTTATCGAAACACAGTGT GCGAAATTTATGTCGTTGACACTTTATTTACTTTGTATG CTGTTCCAGCTATTTTTGTATTGTTGGTACGGGAACGAG GTCATTCTGGTAGATCCAATGAGATGCGGTATACGAAA TGGATTGGATATTATTGGAGAAAAAGGATTTTTTAATGA TAATGAAACGAAGAAGATCAATTCAAATCAAAGTGGA TATTTTATTGCCTTATCTCTCGAGCCGTACATGTATTAA AAGCATCATTACCGCATATGCGCTGCAACAAATTTCAA ATTAATTGGATCATTCACTACTATTTACATTCCACGTATT ACATGGTCATTTGAAAGGAATCGATATTATTTACCTAAG ACAAACGATCCCCAACTTGCATTACCATAAAGGCTGTT ATTCAAACATTATAGATGACAAAAGACAGTTTGTGTTG AAAAAATTTATTTGTTAACTTTATACACAAGGAAGTCG AAATGATAATAAAGGGTAGACAGTCTCAAATACAACAT ATTAGGGAGGAAATCATCATCGAGGACGTTTCAGTTCAG TCAGTACAAGAGTCGACGGACAAAATTCACAATGCATA AACAGTCTCTGAGTTTTTTACTGTCTTCAAATCTGTATT AGATGATCAGAGTCATTTTTGTGTTAAAATCTTTTATGG CTATTACACAACATTTGTACTCTTCATCATATATCTCTTG CCGTTGTTGCAACTTGTGGTACTCCAGATAATGATGACT TATTTCTACCTAATTCCAAGGCAGATTGGCGCTAGTTGT AAAGTCATGAAAACATTAATAAAGGGAAAGACAAATA ATGAACTTGATGAATGTGTAGTTGAAGA</p> |
| Or4b | ACGACAATTAACACTTTCAAATTTGTTTACACAAACTG |

TATACAATTTATGACTGTGTCTCTAACATTAGTTATTAT
ATTCAAATATCTAGAATTATGAAATATTTGTCAAAGTAT
CGTTTGC GTTTACACAGAAATTTCTTCCAGAAAATATCA
TTGAACCATGGAACCGAAATACCATTTTCAAATTCTC
TG TAGCATATACATATGTACAATTGATTTCATACCCCAT
AGCATTCAACAATCGATATCATTGAGACTCTACACTTCT
TGGTACAAATTATCTCCAGAGAAACAGAAAAATGTCC
AATGAATTCTTTATTCGATAATGCACGAAAATACCCCAA
CTCGATATACAAGCATGAGCTACCGTTCAGCATAAAGA
CCATCAGTAATAAATTAATGGCGTTCATAGTATCAATAG
GGAACAGTAAGCACCGGATCAATGTAAAGACTATAGAT
GAGAAATTATTAATGGAATCCATCATTGCTGCTCACCTT
TGGGTAGCGACAGTCGCCAGTTGAAAATAGTGGGGCGC
AACACATCTCGGACATGGAAATCTCCGTTGTGCTTTAAG
TTGTGGACATTAAGTGGTGTCTGGAGACCAATGCATTAT
TGTTCTCCAGTGTCAAATCTTTGTACAATCTTTACAGT
CTTTTAGTACTTTTTACATTGTATAGTTTCACATTTTTCG
AATTTCTAGATATTGTATTTAATTTCCGGGTCTCTCGATG
ACTTCGCAAACACCGCCTTTTTACTTTTTGTCCATGATAA
CAAATTGTTGTAAAGCGACAAACACTCTGAAAAAACGT
GCACAAATTATTGAGATACATGATATGCTAAGTGCTGA
GATATGCAGAGGTCAAACACAAAGGAGAATTTAATGC
TTATAGATCCAATACGCAAATCTTTTCATGATATTGGT
GTCATGCGCAACGTGTCTAACTTTGGAATCGTTGCTATA
TCACGTGAATGATCGTCTACTGCCAATGAAAATTTGGTT
ACCATATAGTCTTTTCGTCATTGACCTTATTTTCTCTGTCG
TTTTCTGTATCAAGTAGTGACTATGAGTTTGACTATTTCA
ATTAACGTAGCAAATAACACGTACATAACTGGTTTAAT
GATTGAGATTTGTGCCAACTGGAAATATTACA ACTAC
GTTTGATTGAATTACATGAGCCCAAATTTTACAAATGG
ACGAGAATTATTCATTCAGTCGGGAGAAAGATATTCTC
AAAATGTGCATTCAGCATCATAATCATATATTCAAGTTA
GTCTATGACCAAAGATTTAATTCTATAATTTTAATTCA
GATTGTTACAAGCACATTGGTTTTCTGCGTCACAGCACT
AACCTGTAAAGCACGAGATATTAAGTATTGAATTGG
CTAGTGTGATTTTGTATTTCTTGAATGTTGCTTGA ACT
ATTTATATTTTGGTGGTACGGAAATGAAGTTATTTTAAA
GGCAAGTTTGCTCAGTACAATATCGATTATGTCAATTGA
AAGTTATCGGCTAATCGCAAT



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

| | |
|----------------------|--|
| Adı Soyadı | Gamze TAM |
| Doğum Yeri ve Tarihi | Sivas, Yıldızeli, Banaz Köyü, 03.05.1993 |
| Medeni Hali | Bekar |
| Yabancı Dil | İngilizce |
| İletişim Adresi | Çorlu, Tekirdağ |
| E-posta Adresi | gamzecantam@gmail.com |

Eğitim ve Akademik Durumu

| | |
|---------------|---|
| Lise | Kongre Lisesi, 2007-2011 |
| Lisans | Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 2011-2015. |
| Yüksek Lisans | Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği (Tezsiz), 2016-2017 |

İş Tecrübesi

| | |
|---|--|
| BİOTMGD Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanlığı Hizmetleri A.Ş. | Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı, 2017-Devam ediyor. |
|---|--|

Sertifikalar, Belgeler

| | |
|----------------------|---|
| Formasyon | Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 2015-2016 |
| Diksiyon Sertifikası | Milli Eğitim Bakanlığı, 2013-2014 |
| TMGD Sertifikası | Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017 |