

## ACTA BIOLOGICA TURCICA

© 1950-1978 Biologi, Türk Biologi Dergisi, Türk Biyoloji Dergisi, Acta Biologica  
E-ISSN: 2458-7893, http://www.actabiologicturcica.com

## Investigations on morphology of the European Hornet (*Vespa crabro*) nest and biological development situations of the larvae

Ömer ERTÜRK<sup>1\*</sup>, Emine BAĞDATLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Arts and Science, Ordu University, Ordu, 52200, Turkey.

<sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Arts and Science, Ordu University, Ordu, 52200, Turkey.

\*Corresponding author: oseerturk@hotmail.com

**Abstract:** In this study, the nest morphology of the bee species of *Vespa crabro* (Linnaeus, 1758), known as the European Giant Hornet has been studied and illustrated. It was found that the nests had an approximate height of 33-60 cm, a diameter of 20-40 cm and 3-9 floors, and cells on each floor. It has been found that a thin and fragile board of wood is constructed from the stems of plant fibers and bees own saliva. It was also found that the larvae - young individuals were present at the same time in the cells of the comb, where the biological progression (instar phases) was identical. As a period of three years of observations and analysis, it has been found that the bees do not have the same old nest and the nest size is not the same, which is thought to be due to weather conditions, seasonal changes and plant flora.

**Keywords:** *Vespa crabro*, Hornet, European Giant Hornet, Morphology.

### Avrupa Büyük Eşek Arısının (*Vespa crabro*) yuva morfolojisi ve larvalarının biyolojik gelişim safhalarının incelenmesi

**Özet:** Bu çalışmada, Avrupa büyük eşek arısı olarak bilinen *Vespa crabro* (Linnaeus, 1758) arı türünün yuva morfolojisi, larvaların biyolojik gelişim safhaları incelenmiş ve resimlenmiştir. Bu türün yuvasının yaklaşık olarak 30-60 cm yüksekliğinde, 20-40 cm çapında ve 3-9 katlı olduğu ve her katında hücrelerin bulunduğu görülmüştür. İnce ve kırılabilen bir tahta levha halindeki yuvanın, bitki lifleri ve arının kendi tükürük salgısından inşa edildiği tespit edilmiştir. Ayrıca yuvadaki tarakta bulunan hücreler içinde farklı biyolojik gelişim aşamalarının her safhasının yani larvaların ve genç bireylerin aynı anda mevcut olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Vespa crabro*, Eşek arısı, Avrupa Büyük Eşek Arısı, Morfoloji.

#### Giriş

Hymenoptera takımının Vespoidea üst familyasında yer alan Vespidae familyası 250'den fazla türle temsil edilmektedir (Spradbery, 1973). Bu familyaya dahil olan arı türleri içinde eşek arısı, halk arasında bilinen adıyla yörelere göre değişmek üzere; 'sarıca arı, yaban arısı veya zambur' normal arılara nazaran son derece iri yapılı ve tehlikeli bir türdür. Vespidae türleri yuvalarını farklı coğrafi bölgelere ve yapılarına uygun olarak birçok farklı bölgeye kurabilirler. Yuva oluşturulacak konumlar, türlere göre farklılık ve çeşitlilik gösterebilir. Gerek ülkemizde gerekse yurt dışında çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan birçok çalışmada eşek arılarının yuvalarının boyutları ile türlerin boyu arasında bir ilişki var olduğu tespit edilmiştir. Bazı eşek arısı türlerinin

yaşam kolonisi, türlere göre değişmekle birlikte bir kaç bin yetişkini içeren koloniler büyük ve kapsamlı yuvalar yapmaya eğilimlidir. Diğer yandan bazı eşek arısı türlerinin yuvaları çoğunlukla küçük ve yuva yapısı materyali basittir. Eşek arısı popülasyonları yuva durumlarına göredir. Öncelikle kraliçe yeterli sayıda işçi arı üretir. İşçiler besin toplar, gençleri besler ve yuvayı korur. Yuva 300-500'den 1000'e dek ulaşan bir popülasyon düzeyine dek genişletilir (Von Hagen, 1987; Carpenter, 1987). Bu özellik eşek arısı türlerinin filogenetik sınıflandırılmasında kullanılan önemli bir unsurdur. Eşek arısı türlerinin filogenetik sınıflandırılmasında sadece davranışsal ve morfolojik karakterlerine bakılması yeterli olmaz (Greene, 1991; Carpenter, 1987; Carpenter ve ark., 1980), aynı zamanda protein

elektroforezi ve DNA sekansı gibi moleküler düzeyde uygulanan teknikler de son yıllarda kullanılmaktadır (Varvio-Aho ve ark., 1984; Schmitz ve Moritz, 1990; Meral Kekeçoğlu, 2007). Genellikle Vespidae türlerinin yapmış oldukları yuvalar sadece bir dönemlidir. Koloninin döngüsü baharda başlar. (Tanyolaç, 1964; Richards, 1971). Kış mevsimi bitiminde, sadece bir kraliçe (*Polistes* sp. gibi diğer bazı Vespidae türlerinde bir kaç tane kraliçe tarafından) koloniyi başlatır. Kolonilerin geliştirilmesi, büyümesi, larvaların bakımı, beslenmesi, yuva bakımı, yapılanması ve savunulması gibi görevler işçi bireyler tarafından yapılırken, erkek yaban arıları sadece döllenme görevini yerine getirirler. Yaban arıları tarafından avlanan eklembacaklılar (*Diptera* ve diğer *Hymenoptera* türleri) yaban arısı larvalarının beslenmesi için protein kaynağıdır. Bazı yaban arısı türleri sadece canlı olarak avladıkları eklembacaklılarla beslenir. Bununla birlikte, diğer bazı eşek arısı türleri (özellikle *Vespula vulgaris*, Linnaeus, 1758) doğada kendiliğinden veya diğer canlılar tarafından öldürülen hayvanların leşleriyle besin ihtiyaçlarını karşılar. Vespinae türleri karbonhidrat kaynağı olarak bitki nektarlarıyla da beslenirler. Larvaların gıdasını genelde hayvansal besinler oluştururken, erginler tatlı maddelerle beslenirler (Tanyolaç, 1964; Richards, 1971).

*Vespa* türleri kolonilerini tek bir döllenmiş kraliçe arıyla kurmaya başlarlar. Bu yuva yapma evresi ilk işçi arının ortaya çıkmasından itibaren ilkbaharın ikinci yarısından yazın ilk günlerine dek yaklaşık 2 ay devam eder. İşçilerin ortaya çıkışı ile birlikte, koloni gelişimi sürecinde, kurucunun emeği nitelik ve nicelik bakımından değişir (Matsuura, 1974).

Kolonide yeni nesli meydana getirecek yaban arılarının yumurtaları kraliçe tarafından bırakılır. Sonbaharda koloniyi oluşturan erkek ve dişi arılar (yeni kraliçeler) ortaya çıkar. Birçok arı türünde olduğu gibi yaban arılarında da erkekler ve kraliçeler işçi arılardan daha büyüktür. Yeni kraliçeler ve erkek arılar çiftleşirler, döllenmiş yeni bir kraliçe kışlayarak gelecek ilkbaharda yeni bir koloni hazırlar. İşçi arılar ve erkek arılar kış başlarken ölürlere (Tanyolaç, 1964; Richards, 1971). Vespidae türleri yuva yaparken bazı kriterleri gözeterek, özellikle ışığın, nemin, sıcaklığın ve güvenliğin uygun olduğu yerlere dikkat ederler. Yuva yeri seçimi türlere özgüdür. Genellikle ağaç tepelerine, rüzgârdan ve yağmurdan korunmuş yerlere, eski ve yeni çatılı evlerin saçaklarına, kurumuş veya bir kısmı çürümüş ağaç

gövdelerine, çalılara, ahır, samanlık, pencere kenarları, duvar aralarına, taş kovuklarına ve toprak altına yuva yaparlar. Önceki yıllara ait yuvalar yeni sezonda tekrar kullanılmaz. Yuva yapımında bitki gövdesinden mandibula ile kazıdıkları lifleri çiğneyip tükürükle karıştırarak elde ettikleri hamur kıvamındaki maddeyi kullanırlar. (Tanyolaç, 1964; Richards, 1971; Spradbery, 1973; Özbay, 1992; Yıldırım ve Özbek, 1992a; 1992b; 1993; 1996; Tüzün, 1995).

Bazı arı türleri yuva girişlerinin tanınması için koloniye özgü spesifik kimyasal ipuçları kullanırlar. Diğer Vespinae türlerinin aksine, *Vespa crabro* (Linnaeus, 1758) türünde yuva girişi ve yuvanın inşa edildiği boşluk girişi mekânsal olarak ayrıldığı için, arı yuva girişine uçarak yaklaşamaz. *Vespa crabro* türleri yuvalarının girişindeki kimyasal izleri takip ederek yönlerini belirlemektedir (Steinmetz, 2002).

Eşek arıları ve diğer yaban arıları, insanlarla iç içedir. Özellikle yaz ve bahar aylarında açık havada yemek yerken, bağ ve bahçe gibi alanlarda, su kenarlarında insanlarla iç içe bulunan bu arıların, çevreye ve insanlara yararlı ve zararlı pek çok etkileri vardır. Vespinae türleri, tarla, bahçe ve piknik alanları gibi yerlerdeki insanları sokarak taciz etmektedir. Ayrıca hayvanlar için önemli olan bazı hastalık etmenlerinin taşınmasına ve bulaştırılmasına; balarısı kovanlarındaki balı yağma ederek koloninin sönmeye sebep olmaktadır (Özbek, 1983).

Vespidae türlerinin biyolojisi ile ilgili çalışmalar da oldukça fazladır (Spradbery, 1973; Edwards, 1976; Akre ve ark., 1981). Yapılan çalışmalara göre, ülkemizde Vespinae ve Polistinae alt familyalarına ait temsilciler bulunmaktadır. Dünyada Vespinae alt familyasına ait 4 cins ve 60 tür var olup, Polistinae alt familyasına ait 29 cins ve 800 tür vardır (Carpenter, 1991). Türkiye’de Vespinae alt familyasına ait 8 tür ve 4 alt tür, Polistinae alt familyasına ait 9 tür ve 5 alt tür olmak üzere 5 cinse bağlı 17 tür ve 9 alt türün kaydı verilmiştir (Tüzün ve Tanyolaç, 1987).

Bu çalışma Trabzon/Araklı beldesi, Yıldızlı köyünden alınmış Avrupa Büyük Eşek Arısı türü *Vespa crabro* yuvaları üzerine olup, başlıca amacımız yuva morfolojisini incelemek ve kolonide gelişen larvaların biyolojik özelliklerini belirlemektir.

### Materyal ve Metot

Bu çalışmaya temel oluşturan arı yuvaları Trabzon/Araklı

ilçesinin Yıldızlı köyünden, ahşap çatılara sahip evlerin çatılarından, 2014, 2015 ve 2016 yılları, Eylül ve Kasım aylarında toplanmıştır. Yuvalar larva ve arılardan temizlenerek steril plastik kutularla Ordu Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya ve Biyoloji laboratuvarlarında uygun şekilde kullanılıncaya kadar soğukta depolanmıştır. Yuvanın morfolojik yapısı ve larvaların biyolojik gelişme safhaları resimlenerek yuva ölçümleri alınmıştır.

#### Eşek arısı yuvasının gözlenmesi ve resimlendirilmesi:

2014, 2015 ve 2016 yılları, Eylül ve Kasım ayları içinde gerekli ekipmanlar kullanılarak incelemeler yapılmıştır. Yuva içinde bulunan tüm larvalar prelarva durumundan yani yumurtadan ilk çıkış süresinden itibaren izlenmiştir. Yuva açıldığında yuvayı oluşturan katmanlara 'comb' veya tarak denilmekte olup tarağı oluşturan gözlere veya hücrelere ise 'petek' denmektedir (Bağrıaçık, 2013). Bu peteklerin içlerinde yumurtaya rastlanmamış, bununla birlikte her tarakta bulunan peteklerin hepsinin dolu olmadığı gözlenmiştir. Yuvaların fotoğrafları 'Samsung GalaxyS6 (SM-G920F)' cep telefonu kamerasıyla çekilmiş ve bilgisayar ile düzenlenmiştir.

#### Bulgular ve Tartışma

**Arı yuvasının morfolojisi:** Bu araştırmada 2016 yılında Trabzon ili Araklı ilçesi, Yıldızlı köyünden toplanan Avrupa Büyük Eşek Arısı (*Vespa crabro*) yuvasının morfolojisi incelenmiş ve resimlenmiştir. Avrupa Büyük Eşek Arısı yuvası olumsuz hava şartlarından korunaklı konumlandırılmış, çam kerestesinden yapılmış kalaslardan oluşan ahşap bir çatı üzerinden alınmıştır. 2016 Yılında toplanan yuvanın yüksekliğinin 60 cm uzunluğunda, 40-43 cm çapında ve birbirinden farklı olarak 9 kat daire şeklinde olup içerisinde peteklerin (gözlerin) bulunduğu bir görünümde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1, Resim a-c) Bu bölmelerin içinde olduğu dış yapının kereste haline getirilmiş ve üzerinde desenler bulunan bir tahta levha halinde olduğu tespit edilmiştir. 'Arı kağıt hamuru' olarak bilinen malzeme arılar tarafından üç yapısal elemana dönüştürülür; zarf, hücreler ve tarak suspensiyonu (her katın birbirine bağlantı noktası) (Greene, 1991). Yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki bu hamur malzemesi, çevrede bulunan çürümeye yüz tutmuş ağaçlardan elde edilen yonga, arının kendi tükürük salyası, bazı bitki lifleri ve bitki salgılarından oluşmaktadır (Kudô, 2001). Arı yuvalarında özellikle Vespidae türlerinin yuvalarında bulunan bitkisel



**Şekil 1.** Avrupa Büyük Eşek Arısı yuvası-Trabzon/Araklı, (Resim a-d). (a) Arı yuvasının dış örtüsü ve taraklar, (b) Arı yuvasının örtüsünün dıştan görünüşü, (c) Yuvanın içinde bulunan taraklardaki hücreler içinde izole halde korunmuş larva petekleri ve (d) Arı yuvasının koruyucu örtünün içten görünüşü.



**Şekil 2.** Larvaların biyolojik gelişim safhaları (Resim a-d). (a) Yuvanın katlarını oluşturan taraklarda bulunan larva petekleri, (b) Petekte arı larvaları, (c) Petekte arı pupaları ve (d) arı yuvası taraklarında bulunan peteklerde ve son evre: preadult.

liflerin yapıları şekilleri ve dizilişleri önemlidir (Bağrıaçık, 2011, 2012, 2013a, b). Yuva malzemeleri, kağıt kalitesine etki eder. Kağıt kalitesi, eşek arısının lif seçimine, çiğneme süresine, tükürük ve lif miktarına ve yuva alanının seçilmesine bağlıdır (Cole, 2001).

Yuvanın içindeki larva gözlerinin bulunduğu bölmelerin bir şemsiye gibi dış kabuk tarafından korunmakta olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu kabuğun görüldüğü üzere tek tabaka olmayıp tek tek iç içe girmiş, adeta soğuk ve sıcaklık farkları en az duyumsanacak şekilde inşa edildiği görülmüştür (Şekil 1, Resim a-d). Bu dış zarf arıları özellikle termoregülasyon sağlayarak direkt güneş ışığı, rüzgâr ve yağmur gibi dış etkenlerden korur (Evans, 1970). Eşek arı yuvalarının rengi ve desenleri türden türe değişiklik gösterir. *D. sylvestris*'in yuva rengi bej ve kahverengimsi iken *Dolichovespula media*'ın bej ve



**Şekil 3.** Tarakta bulunan hücrelerden çıkmak üzere olan genç eşek arıları (Avrupa Büyük Eşek Arısı, *Vespa crabro*) (Resim a, b). (a) Taraklarda mevcut olan peteklerde eşek arısına ait olan farklı büyüklükte, ilk evre: prepupa, ikinci evre: postpupa ve son evre: preadult ve (b) Petekten çıkmakta olan preadult.



**Şekil 4.** Avrupa Büyük Eşek Arısı, *Vespa crabro*'da gelişimin son evreleri. Sırasıyla; ilk evre: prepupa, ikinci evre: postpupa ve son evre: preadult.

gri ile siyah-beyaz renkli çizgili olduğu bildirilmiştir (Bağrıaçık, 2013a, b). Bu çalışmada *Vespa crabro* türünün yuvasının genel olarak krem rengi olduğu ve iç desenlerde koyu kahve ve beyaz renklerin hâkim olup genel olarak dalgalı bir desende bulunduğu tespit edilmiştir.

Yuvada dokuz bölmenin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Yumurtaların yerleştirildiği bu bölmelerde (tarak) çapları aynı fakat derinlikleri farklı petekler bulunmaktadır. Bu hücrelerin birçoğunda larva ve farklı safhalardaki yaban arılarının mevcut olduğu gözlenmiştir. Şekilde görüldüğü gibi bazı taraklarda larvaların merkeze, bazı taraklarda ise kenara yerleştiği tespit edilmiştir (Şekil 2, Resim a).

**Larvaların biyolojik gelişim safhaları:** Bu araştırmada 2016 yılında Trabzon ili Araklı ilçesi, Yıldızlı köyünden toplanan Avrupa Büyük Eşek Arısı (*Vespa crabro*) yuvası larvalarının biyolojik gelişim safhaları gözlemlenmiş ve resimlenmiştir. Yuvada taraklar içinde bulunan peteklerin bazılarının içlerinin boş bulunduğu görülmüştür. Yumurtadan larva çıkışının olmadığı, hücrelerin üstlerinin açık olduğu, fakat larva veya belirli bir gelişim safhasında olan eşek arı yavrularının bulunduğu, ayrıca hücrelerin üst

kısımının şekilde görüldüğü gibi beyaz bir zarla örtülmüş olduğu gözlenmiştir (Şekil 2, Resim a). Larvaların dış ortamla temasının kesilmiş olduğu görülmüştür. Bunun larvaların her hangi bir kontaminasyondan ve çeşitli dış etkenlerden korunması amacıyla olduğu düşünülmektedir.

Taraklarda bulunan petekler açılıp incelendiğinde, içerideki larvaların farklı evrelerde olduğu görülmüştür. Bir kısmının tombul, iri ve kirli beyaz larvalar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2, Resim b). Diğer bir kısım hücrelerde larval dönemi henüz tamamlanmamış çok açık sarı renkte sekmenleri belirgin, ayakları ve maksilla yapısı beyaz renkte olan henüz olgunlaşmamış prepupa aşamaları gözlenmiştir (Şekil 2, Resim c). Taraklarda bulunan bazı hücrelerde ise postpupal ve preadult evrelerde yaban arılarının olduğu açıkça görülmüştür (Şekil 2, Resim d). Tarakta bulunan diğer hücrelerde ise çıkmak üzere olan genç eşek arılarına rastlanmıştır. Bu preadult evredeki bireylerin renklerinin daha koyu olduğu ve karın bölgesindeki segmentlerin belirgin siyah renkli ve aralarında açık sarı ve yine siyah noktaların varlığı tespit edilmiştir (Şekil 3, Resim a).

İnceleme esnasında gelişimini tamamlamış genç bir

**Tablo 1.** Yıllara göre Avrupa Büyük Eşek Arısı (*Vespa crabro*) yuva özellikleri.

Yıl	Yuva yüksekliği (cm)	Yuva çapı (cm)	Yuva kat sayısı
2014	30	20-22	3
2015	31	22-24	3
2016	60	40-43	9

arının çıkışı gözlenmiş ve tüm organ, ekstremite ve kanatlarının da olgunlaşmış olduğu saptanmıştır. Holometabol böceklerde son deri değişimini takiben kitin yapının sertleşmesinden itibaren, integüment sınırlayıcı bir rol oynar ve vücut büyüklüğünde bir değişim gözlenmez. Yuvaları gözlemlerimiz esnasında, resimlerde de görüldüğü üzere, preadult eşek arılarının doğal şartlara maruz kalmış eşek arılarına göre daha silik fakat parlak renklere sahip oldukları görülmüştür. Fakat vücut ölçülerinin ergin bir bireyden daha küçük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3, Resim b; Şekil 4). Farklı bireyler prepupa evredeki beslenmelerine bağlı olarak ve ayrıca kast sistemindeki eşey durumuna, kraliçe veya kız kardeş oluşlarına göre değişik vücut ölçülerine sahip olabilirler.

Üç yıl boyunca izlemenin sürdürüldüğü bu çalışma sonucunda eşek arılarının yuvalarının oldukça büyük olduğu ve her sezon yeni bir yuva yaptıkları görülmüştür. Fakat eşek arılarının yuvalarını her sezonda evin çatısına, pencere yanında aynı yere veya tam yakınına inşa ettikleri, eski yuvaya girmedikleri tespit edilmiştir. Buna karşılık yuva boyutlarının her sezon farklı olduğu da gözlemlenmiştir (Tablo 1). 2014 yılında inşa ettikleri yuva boyutunun yaklaşık olarak 30 cm yüksekliğinde, 20-22 cm çapında ve 3 katlı, 2015 yılında benzer ölçülerde (35 cm yükseklik, 22-24 cm çap), fakat 2016 yılında yaklaşık olarak 60 cm yüksekliğinde, 40-43 cm çapında ve 9 katlı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Elbette yuva büyüklüğü üzerinde arı popülasyonu etkili olmaktadır, fakat bununla birlikte yuvanın alındığı yöredeki yıllık mevsimsel değişiklikler ve Nisan, Mayıs aylarında havanın yağışlı ve soğuk olmasının da bir diğer etken olduğu düşünülmektedir. Ayrıca özellikle Karadeniz bölgesinde oluşan sis varlığı yoğunluğunun farklı yıllardaki değişimiyle birlikte, bitki florası gelişiminin gecikmesinin de eşek arılarının yuva yapıları üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz.

### Teşekkür

Bu proje Ordu Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (ODÜ/BAP) sunulan kapsamlı bir A tipi araştırma projesinin (AP-1716) bir bölümünü

oluşturmaktadır. ODÜ/BAP Birimine ve makaledeki resimlerin çekimini yaban Şevval Nur ERTÜRK'e teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akre R.D., Green A., Mac Donald J.F., Landot P.J., Davls H.G. 1981. The yellow jackets of America North of Mexico. U.S. Department Agric, Agricultural Handbook No 552, Washington D.C.
- Bağrıaçık N. 2011. Determination of some structural features of the nest paper of *Vespa orientalis* Linnaeus, 1771 and *Vespa crabro* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Vespinae), Archives of Biological Sciences Belgrade, 63: 449-455.
- Bağrıaçık N. 2012. Comparison of the nest materials of *Polistesgallicus* (L.), *Polistes dominulus* (Christ) and *Polistesnimpha* (Christ) (Hymenoptera: Vespidae). Archives of Biological Sciences Belgrade, 64: 1079-1084.
- Bağrıaçık N. 2013a. Some structural features of the nest materials of *Dolichovespula Sylvestris* (Scopoli, 1763) and *Dolichovespula media* (Retzius, 1783) (Hymenoptera: Vespidae). International Conference on Environmental Science and Technology, Cappadocia Nevşehir, Turkey.
- Bağrıaçık N. 2013b. Some structural features of nest materials of *Polistesnimpha* (Christ, 1791) in several ecological conditions (Hymenoptera: Vespidae). Journal of Entomological Research Society, 15: 1-7.
- Carpenter J., Greene A., Caron D.M. 1980. The common names of social wasps. Bulletin of the Entomological Society of America, 26: 126-130.
- Carpenter J.M. 1987. Phylogenetic relationships and classification of the Vespinae (Hymenoptera: Vespidae). Systematic Entomology, 12: 413-431.
- Carpenter J.M. 1991. Phylogenetic relationship and the origin of social behavior in the Vespidae. In: K.G. Ross, R.W. Matthews (Eds). The Social Biology of Wasps. Cornell University Press. pp: 7-32.
- Cole M.R., Hansell M.H., Seath C.J. 2001. A quantitative study of the physical properties of nest paper in three species of Vespinae wasps (Hymenoptera, Vespidae). Insectes Society, 48: 33-39.
- Edwards R. 1976. The world distribution pattern of the German wasp, *Paravespula germanica* (Hymenoptera: Vespidae). Entomologica Germanica, 3: 269-271.
- Evans H.E., Eberhard W.M. 1970. The Wasps. Michigan Univ.

- Press, USA, 265 p.
- Greene A. 1991. *Dolichovespula* and *Vespula*. In: K.G. Ross, R.W. Matthews (Eds). the Social Biology of Wasps. Cornell Univ. Pres, pp: 263-304.
- Kudô K., Yamane S.O., Mateus S., Tsuchida K., Ito Y., Miyano S., Yamamoto H., Zucchi R. 2001. Nest materials and some chemical characteristics of nests of a New World swarm-founding polistine wasp, *Polybia paulista* (Hymenoptera Vespidae). *Ethology Ecology and Evolution*, 13: 351-360.
- James M.C. 1987. Phylogenetic relationships and classification of the Vespinae (Hymenoptera: Vespidae). *Systematic Entomology*, 12: 413-431.
- Matsuura M. 1974. Intracolony polyethism in *Vespa*. The Entomological Society of Japan, *Kontyu*, Tokyo. 42(3): 333-335.
- Kekeçoğlu M. 2007. Türkiye bal Arılarının mtDNA ve bazı morfolojik özellikleri bakımından karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma, Doktora Tezi Zootekni Anabilim Dalı. T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özbaş C. 1992. Diyarbakır, Mardin ve Sanlıurfa il sınırları içinde yaşayan Vespoidea (Insecta: Hymenoptera) üst familyasına bağlı türlerin sistematığı, dağılışı ve biyometrik özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, 81 s.
- Özbek H. 1983. Vespidae (Hymenoptera) türlerinin zararları ve korunma yolları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(3): 149-156.
- Richards O.W. 1971. The biology of social wasps (Hymenoptera: Vespidae). *Biological Reviews*, 46: 483-525.
- Schmitz J., Moritz R.F.A. 1990. Mitochondrial DNA variation in social wasps (Hymenoptera: Vespidae). *Experientia*, 46: 1068-1072.
- Spradbery S.P. 1973. Wasps. An Account of biology and natural history of the solitary and social wasps. Sidgwick and Jackson Publishing, London. 408 p.
- Steinmetz I., Sieben S., Schmolz E. 2002. Chemical trails used for orientation in nest cavities by two vespine wasps, *Vespa crabro* and *Vespula vulgaris*. *Insectes Sociaux*, 49: 354-356.
- Tanyolaç T. 1964. Ankara çevresinde sosyal halde yaşayan Vespidae (Hymenoptera) türleri ve bunlardan *Polistes gallicus* L.'un biyolojisi üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara Üniversitesi, 46 s.
- Tüzün A., Tanyolaç T. 1987. Ege bölgesi Vespidae (Insecta: Hymenoptera) türlerinin saptanması. Fen Edebiyat Fakültesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 5(2): 147-171.
- Tüzün A. 1995. *Polistes (s.str.) gallicus*'ta (Insecta: Hymenoptera) Yuva Oluşumu ve yuvadaki bireylerin morfolojik özellikleri. Fen Edebiyat Fakültesi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 18: 102-113.
- Varvio-Aho S.L., Pamilo P., Pekkarinen A. 1984. Evolutionary genetics of social wasps (Hymenoptera, Vespidae, Vespula). *Insectes Sociaux*, 31: 375-386.
- Yıldırım E., Özbek H. 1992a. Vespidae (Hymenoptera: Vespoidea)'da iğne, zehirin yapısı ve fonksiyonu. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri, Erzurum. pp: 168-181.
- Yıldırım E., Özbek H. 1992b. Türkiye Vespinae (Hymenoptera: Vespoidea: Vespidae) türleri üzerinde sistematik ve faunistik çalışmalar. *Türk Entomoloji Dergisi*, 16(4): 227-242.
- Yıldırım E., Özbek H. 1993. Polistinae (Hymenoptera: Vespidae) of Turkey. *Türk Entomoloji Dergisi*, 17(3): 141-156.
- Yıldırım E., Özbek H. 1996. Zararlıları baskı altında tutmada vespoidea (Hymenoptera) türlerinin önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(3): 439- 447.
- Yıldırım E. 1996. Türkiye'de bulunan bazı Vespidae (Hymenoptera: Vespoidea) türlerinin yuvalarının yapısı üzerinde çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(4): 517-523.
- Von Hagen H.H. 1987. Wissenswertes über unsere Hornisse (*Vespa crabro* L.). *ADIZ*, 4: 109-112.