

Sociobiology

Sosyal böcekler üzerine uluslararası bir dergi

ARAŞTIRMA MAKALESİ - ARILAR

Nagaland (Wokha, Hindistan)'dan Tetrasonula Moure, 1961 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) Cinsine Ait Yeni Bir Yeraltı (Subterranean) Türü ve Hindistan'daki Türlerle Karşılaştırmalı Notlar

Noyingbeni M. Odyuo¹, Sudipta Dey², Bendang Ao¹, Ranjit Kumar¹, A. Rameshkumar²

1 - Zooloji Bölümü, Nagaland Üniversitesi, Lumami, Nagaland, Hindistan

2 - Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Prani Vigyan Bhawan, New Alipore, Kolkata-700053, Batı Bengal, Hindistan

Makale Geçmişi

Editör: Felipe Vivallo, UFRJ, Brezilya

Geliş tarihi: 02 Aralık 2025

İlk kabul: 20 Mart 2026

Son kabul: 15 Mayıs 2026

Yayın tarihi: 22 Temmuz 2026

Anahtar Kelimeler

Dikensiz arı, yeraltı (subterranean), Hindistan, Tetrasonula, yuva mimarisi, morfometri.

Sorumlu Yazar

Anandhan Rameshkumar

Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Prani Vigyan Bhawan, New Alipore, Kolkata-700053, Batı Bengal, Hindistan.

E-posta: drrameshtrichy@gmail.com

Özet

Bu makale, Nagaland'ın Wokha ilçesinden elde edilen dişilerle (işçiler) ve erkeklerle birlikte, Tetrasonula yikhumensis sp. nov. adlı yeni bir yeraltı dikensiz arı türünü tanımlamaktadır. Bu tür, Hindistan'da bulunan dikensiz arıların en büyüğüdür. Şekli, boyutu, renklenmesi, tüylenmesi ve özellikle genital kapsülü ile buna bağlı sternumları bakımından ayırt edicidir. Sternum 5'in apikomedial bölgesinde parabolik bir çukurluk bulunur, sternum 6'nın apikomedial çıkıntısı testi (urn) biçimindedir, gonostilus lateral kökenlidir ve penis valfi kendine özgü bir şekle sahiptir. Bu makale, erkeklerin yakın türleri ayırt etmede ve yeni tür tesis etmede önemine vurgu yapan pek çok önceki çalışmayı destekler; zira incelenen örnekler varyasyon göstermiştir. Yuva yapısına dair kısa bir açıklama ile birlikte Hindistan'da bulunan dikensiz arıların güncellenmiş bir kontrol listesi de sunulmaktadır.

Giriş

Dikensiz arılar, savunma amacıyla kullanılamayan körelmiş bir iğneye sahip oldukları için bu şekilde adlandırılan, oldukça sosyal (eusosyal) böceklerdir (Wille, 1983). Başlıca dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde yayılış gösterirler (Quezada-Euán, 2018; Grüter, 2020) ve bu bölgelerde 65 milyon yılı aşkın süredir yaşamaktadırlar (Camargo & Pedro, 1992; Michener, 2013). Ürettikleri ve terapötik özellikleriyle de

yüksek değer gören diğer kovan ürünleri için tıbbi bal açısından dünya çapında değer görürler (Martínez-Puc ve ark., 2022). Ayrıca, tozlaştırıcı olarak oynadıkları rol nedeniyle de tanınır ve takdir edilirler (Heard, 1999; Slaa ve ark., 2006). Dikensiz arılar çok yıllık (perennial) bir yapıya sahiptir ve çok yönlü bir yuvalanma biyolojisi sergilerler. Kolonileri çoğunlukla daha önce termit ve karıncalar tarafından işgal edilmiş karanlık yerlerde, ağaç dallarında, ağaç gövdelerinin içinde, duvarlardaki çatlak ve yarıklarda ve yeraltında yuvalanırlar (Roubik, 2006; Michener, 2013). Dikensiz arıların giriş tüpü ve yuva mimarisi tür içinde ve türler arasında farklılık gösterir ve bazen tür tanımlamasında ayırt edici özellikler olarak kullanılır (Sakagami, 1982; Rasmussen & Camargo, 2008; Michener, 2013).

605'i aşkın tanımlanmış türüyle dikensiz arılar, korbikulat (corbiculate) arılar içinde en çeşitli grup olan arılardır (Engel ve ark., 2023). Dünya çapında 45 türe sahip *Tetragonula* Moure cinsi, Eski Dünya dikensiz arıları arasında en eski, en zengin ve en çeşitli olanlar arasındadır (Engel ve ark., 2023). Hindistan'da, üç cinse ait toplam 25 dikensiz arı türü bildirilmiştir: *Tetragonula* Moure, 1961; *Lisotrigona* Moure, 1961; ve *Lepidotrigona* Schwarz, 1939 (Rasmussen, 2013; Viraktamath & Roy, 2022). Bu türlerden on yedisi *Tetragonula* cinsine aittir. *Tetragonula* cinsinin işçileri; iyi gelişmiş bir scutellum, koyu renkli bir mesoscutum ve arka basitarsusun iç yüzeyinde, *Trigona* Jurine, 1807 ve *Tetragonisca* Moure, 1946'nın işçilerinde olduğu gibi kısa ve yoğun tüylerden oluşan belirgin bir bazal ipeksi (sericeous) yama ile karakterize edilir (Moure, 1961; Rasmussen, 2013). Bu cins, pek çok türün birbirine çok yakın benzerlik göstermesi nedeniyle karmaşıklığıyla tanınır; öte yandan aynı yuvadan gelen işçiler bazı türlerde varyasyon sergiler (Sakagami, 1978; Rasmussen, 2013). Dikensiz arıların morfo-taksonomik teşhisinde erkek genitaliyasının önemi, 1939'dan bu yana (Schwarz, 1939) birçok araştırmacı tarafından uzun süredir kabul edilmekte ve vurgulanmaktadır. Ancak erkek örneklerle dayanan taksonomik çalışmalar ancak yakın zamanda ilgi görmeye başlamıştır. Biz, bu büyüyen araştırma alanına katkıda bulunarak, Nagaland'ın Wokha ilçesinden elde edilen dişileriyle (işçiler) ve erkekleriyle birlikte yeni bir yeraltı dikensiz arı türü olan *Tetragonula yikhumensis* Odyuo sp. nov.'u tanımlıyoruz. Bu makale, erkeklerin yakın türleri ayırt etmede ve yeni tür tesis etmede önemine vurgu yapan pek çok önceki çalışmayı destekler; zira incelenen örnekler varyasyon göstermiştir. Yuva yapısına dair kısa bir açıklama ile birlikte Hindistan'da bulunan dikensiz arıların güncellenmiş bir kontrol listesi de sunulmaktadır.

Materyal ve Yöntemler

Kasım 2022'den Haziran 2025'e kadar Nagaland'ın Wokha ilçesine bağlı çeşitli alanlarda kapsamlı saha çalışmaları yürütülmüştür. Bu türe ait hem erkek hem de işçi örnekleri 12 farklı lokasyondan toplanmıştır (Şekil 1).

Örnekler, her koloniden giriş tüpü aracılığıyla şeffaf, boş bir şişe kullanılarak doğrudan toplanmış, ardından mutlak etil alkol içeren numune tüplerine aktarılmıştır. Tüpler, toplayıcının adı, tarih ve toplama yeri gibi gerekli ayrıntılarla etiketlenmiş ve Nagaland Üniversitesi, Lumami, Zooloji Bölümü Entomoloji ve Hayvan Fizyolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örnekler etanolden çıkarılmış ve uygun şekilde gerilmiştir (stretched). Ardından, işlenen örnekler morfometrik ve taksonomik çalışmalar için üçgen bir kart üzerine monte edilmiştir.

Örneklerin cins düzeyinde teşhisi, Rasmussen (2013) ve Engel (2023)'in anahtarları kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin morfometrisini incelemek için seçilen morfolojik karakterler, Leica Ivesta 3 Binoküler Stereo Mikroskop ve Enersight 1.0.2.97 yazılımı kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin görüntüleri, Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, New Alipore, Kolkata, Hymenoptera Bölümü'nde bir Nikon SMZ25 stereo Mikroskop kullanılarak alınmış ve elde edilen görüntüler Adobe Photoshop CC 20.0.4 kullanılarak işlenmiştir.

Tip örnekleri, Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi ve Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Kolkata Ulusal Zoolojik Koleksiyonu'nda (NZC) muhafaza edilmiştir.

Şekil 1. *Tetragonula yikhumensis* Odyuo sp. nov. örneklerinin bu çalışma için toplandığı Wokha'daki lokasyonlar. Bu harita, Nagaland Hükümeti, Planlama ve Koordinasyon Departmanı Nagaland CBS (GIS) ve Uzaktan Algılama Merkezi tarafından hazırlanan Nagaland Fiziksel Haritası'na dayanmaktadır.

Bu çalışma için üç yuva kazılmıştır; bunlardan biri Yikhum'dan, biri Longtsung'dan ve biri Yimparasa'dan alınmıştır. Ancak bu makalede sunulan yuva mimarisinin tanımı ve yuva girişi boyutu ve uzunluğu, bal ve polen potları, kuluçka odacıkları gibi özelliklere ilişkin detaylar, holotipin toplandığı ilk yuvaya dayanmaktadır. Saha fotoğrafları için bir Canon EOS 700D kullanılmıştır.

Kırk dört morfolojik karakter incelenmiştir. Bunlar Viraktamath & Thangjam (2021)'e dayanmakta olup, aşağıdaki karakterler eklenmiştir: alt gözler arası (interocular) mesafe; anten yoluyla gözler arası mesafe; anten soketleri arası mesafe; anten-ocelli arası mesafe; anten-göz arası mesafe; labrum uzunluğu; labrum genişliği; anten soketi maksimum çapı; arka kanat uzunluğu; arka kanat genişliği. On morfolojik parametrenin (Sakagami,

1978) oranları da dahil edilmiştir. Bu türün tanımında kullanılan morfolojik terminoloji, Sakagami (1978), Michener (2007) ve Rasmussen (2013)'i takip etmektedir. İlk kez, pretarsusun bir tanımını da dahil ediyoruz. Sternum 5 ve sternum 6 sırasıyla S5 ve S6 olarak, tergum 1 ve tergum 2 ise sırasıyla T1 ve T2 olarak kısaltılmıştır.

Taksonomi

Familiya Apidae Latreille, 1802

Alt familiya Apinae Latreille, 1802

Oymak (Tribe) Meliponini Lepeletier, 1836

Cins Tetragonula Moure, 1961

Açıklamalar

Bu tür, Rasmussen (2013)'in anahtarlarına dayanılarak Tetragonula Moure, 1961 cinsi içine yerleştirilmiştir. İşçilerde, arka basitarsusun iç yüzeyinde kısa, yoğun tüylerden oluşan belirgin bir bazal ipeksi (sericeous) alanın varlığı ile karakterize edilir.

Tetragonula yikhumensis Odyuo sp. nov. Şekil 2, 3, 4, 5, 6

urn:lsid:zoobank.org:act:89456BC3-D7A8-410B-B2BD-E6A9962714A5

Tanı (Diagnosis)

Tetragonula yikhumensis sp. nov., lateral olarak yerleşmiş gonostilusu nedeniyle daha büyük boyutlu olmasına rağmen, cam gibi (glabrous) bir aralıkla birbirinden ayrılmış belirgin tüy bantlarına sahip koyu bir mesoscutumun varlığı sebebiyle iridipennis tür grubuna aittir. Erkek arılar ortalama 5,58 mm vücut uzunluğu ve 1,9 mm baş genişliğine sahiptir; vücut siyah ve parlak; baş, tabanda kısa kalın tüyler ve frons ile vertekste uzun ince tüylerle birlikte tüylü (plumose) tüylerle kaplı; klipeus beyazımsı tüylü tüylerle kaplı kahverengi; bileşik gözler kırmızımsı kahverengi. Flagellum kestane kahverengi; mandibullerin iç dişi dış diştten daha küçük (Şekil 2a). Mesoscutellum sarı tüylerle çevrili, scutellumda uzun sarı tüyler bulunur (Şekil 2b). Gonostilus, gonokoksadan yanal olarak çıkar, hafifçe klavat (uç kısmı genişlemiş); penis valfi bazalde şişkin ve gövdeli, lateral olarak hafif içe doğru bazal kavis gösterir, orta uzunlukta kavis yoktur ve orak biçimli bir ucla sonlanan uzun derin bir kavisle son bulur (Şekil 3c).

Tetragonula yikhumensis sp. nov., klavat bir gonostilusa sahip olması bakımından T. kyrdemkulaiensis ve T. gressitti ile benzerlik gösterir, ancak şu özellikler bakımından ayırt edicidir: yüz kalabalık/yoğun tüylerle kaplı; frons ve vertekste ince dik tüyler, genada ise yoğun tüyler bulunur; klipeus, düzenli ve sık dizilmiş kısa tüylerle kaplı olup çan biçimindedir (kampanulat). T. kyrdemkulaiensis'te frons ve vertekste daha az dik tüy bulunur; genadaki tüyler daha az yoğundur ve klipeus şekli yamuk (trapezoidal) biçimdedir. T. gressitti ise vertekste frons'a göre daha fazla dik tüye sahiptir. Bu tür ayrıca S5, S6 ve penis valfindeki farklılıklarla da ayırt edilebilir. S5'in gradulusu apikomedial olarak antekostaya değmez; subgradular alan kahverengi bir lekeyle pigmentlenmiştir ve görünür bir orta bölünme yoktur; bazomedial olarak kusursuz ters U biçimli bir çentik bulunur. Buna karşılık, T. kyrdemkulaiensis'in S5 gradulusu apikomedial olarak antekostaya değer, subgradular alanın koyu lekesi ortada şeffaf V biçimli bir yapıyla bölünmüş görünür ve apikobazal olarak uzanan iki çıkıntı bulunur. T. gressitti'de S5, koyu kaba lekelerden arınmış bir orta alana ve küçük, dar bir medioapikal çentiğe sahiptir. T. yikhumensis ve T. kyrdemkulaiensis'in S6'sı daha kısa ve daha geniş apikomedial çıkıntılara sahiptir, ancak kanat benzeri lateral çıkıntı T. yikhumensis'te medial olarak sinuöz (kıvrımlı) apikomedial çıkıntı ile daha yakından ilişkilidir, oysa T. gressitti uzun ve dar bir apikomedial çıkıntıya sahiptir. T. yikhumensis ve T. gressitti'deki penis valfleri, tabana yakın çok hafif içe doğru bir kavis gösterir, ancak T. yikhumensis'te uç kısım daha fazla kavis yapar. T. kyrdemkulaiensis'te penis valfi belirgin bir içe doğru kavis gösterir ve ters bir deniz atı gibi görünür (Şekil 4).

İşçiler ortalama 5,15 mm vücut uzunluğu ve 1,94 mm baş genişliğine sahiptir. T. kyrdemkulaiensis, T. gressitti ve Tetragonula cinsi altındaki diğer türlerden şu özellikleriyle ayırt edilebilir: baş, vertex hariç kısa yoğun tüylerle kaplı; klipeus yoğun tüylerle kaplı; anten soketlerinin üst kısmında yüzün üst kısmı boyunca uzanan ve orta ocellusların altında ikiye ayrılarak yüreğimsi (kordat) bir görünüm oluşturan belirgin bir orta çizgi bulunur; yüzün üst kısmı alt kısma göre daha az yoğun tüylüdür; bileşik gözler siyah lekeli kırmızımsı (jester red) renktedir; labrum sarı olup hem uzun hem kısa altın rengi tüylerle çevrilidir, genellikle bazal kenarlardan sarkan iki kalın uzun tüy bulunur. Mesoscutum, cam gibi bir aralıkla ayrılmış dört belirgin uzunlamasına tüy bandına sahiptir; mesoscutum kenarı uzun sarı tüylerle çevrilidir, propodeumda yoğunlaşır.

Şekil 2. *Tetragonula yikhumensis* sp. nov. Holotip Erkek: (a) Baş ön görünüm (b) Lateral habitus (c) Dorsal habitus.

Tanımlama

Holotip: Erkek

Renklenme: Vücut siyah ve parlak; baş siyah; ocelliler şeffaf ve parlak; bileşik gözler kırmızımsı kahverengi; scape uça sarımsı tonlarda ve tabanda beyazımsı renkte kahverengi; pedicel açık kahverengi; flagellomerler her iki yüzde kestane kahverengi; klipeus siyah; labrum kaba lekeli sarı; mandibuller taban 1/3'ünde siyah, uçtaki 2/3'ünde altın sarısı (Şekil 2a); toraks siyah, scutellum kahverengi (Şekil 2b); tüm bacaklar siyah; koksalar açık sarı; trokanterler sarımsı kahverengi; tibia ve basitarsus siyah; tarsomerler sarı; pretarsus kahverengi. Tegula kahverengi; kanatlar hafif kahverengi tonlarında cımsı; pterostigma ve damarlar kahverengi; arka kanatlar sarımsı bir tonla ve soluk damarlanmayla yarı saydam; metasomal tergalar kırmızımsı siyah ve parlak; sternalar tabanda sarımsı kahverengi (Şekil 2c).

Tüylenme (Pubescence): Baş beyazımsı-sarı, yatık, yoğun tüylerle kaplı; yüzün alt kısmı kısa beyazımsı tüylerle kaplıyken, üst kısımda dik sarı tüyler bulunur; vertexte ince uzun altın sarısı dik tüyler; frons'ta karışık kısa ve uzun ince beyazımsı ve sarı tüyler; genada kısa beyazımsı yoğun tüyler; klipeuste beyazımsı kısa yatık tüyler; scape'te kısa ince sarı tüyler; flagellumda çok kısa beyazımsı tüyler bulunur. Mandibuller uzun altın rengi tüylerle çevrilidir (Şekil 2a); mesoscutumda ince sarı tüy bantları bulunur, mesoscutellum uzun, dik altın rengi tüylerle çevrilidir, metapostnotumda uzun altın rengi tüyler bulunur; mesepisternum, propodeumun yanal alanına doğru yoğunlaşan tüylü beyaz tüylerle kaplıdır (Şekil 2b). Koksalar ve trokanterler uzun soluk beyazımsı tüylere sahiptir; femur kısa beyazımsı tüylere sahiptir; arka tibia, siyah dikensi setalar (spinose setae) ve beyazımsı tüylü tüylerle retromarjinal olarak çevrilidir; basitarsus kahverengimsi siyah dikensi setalara sahiptir; tarsomerlerde birkaç kahverengimsi dikensi seta bulunur. Metasomal tergalar ince, soluk ve seyrek tüylere sahiptir; sternalar beyazımsı tüylere sahiptir, bu tüylerin yoğunluğu ve uzunluğu terminal segmentlere doğru artar (Şekil 2c).

Şekil 3. *Tetragonula yikhumensis* sp. nov. Erkek genitaliyası: (a) Sternum 5 (b) Sternum 6 (c) Genitaliya.

Yüzey pürüzlülüğü (Surface sculpture): Baş, toraks, bacaklar ve metasoma parlak; labrum tüy köklü noktacıklara (piligerous punctures) sahip, klipeus, gena ve frons yoğun noktacıklı; anten kahverengi çukurcuklarla yoğun noktacıklı; bacaklar yoğun noktacıklı, tibia uçlarına doğru daha belirgin; mesoscutum metasomal tergalarda ince noktacıklı, yoğunluğu değişken; T1'den T3'e kadar ince ve soluk ama yoğunluk arkaya doğru artıyor; S1'den S5'e kadar çöküntü mevcut (S3'te daha belirgin).

Metasomal sternalar ve genitaliya: S5'in apikomedial bölgesi, sık bir kâsenin iç yüzeyine benzeyen parabolik bir çukurluk gösterir ve gradulus apikomedial olarak antekostaya değmez; subgradular bölge, belirgin bir kahverengi lekeyle ve pigmentli alanlar içindeki koyu noktacıklarla pigmentlenmiştir, buradan kalın, uzun altın rengi setalar çıkar; kusursuz ters U biçimli bir mediobazal çentik bulunur; bazal kenarlar uzun kahverengimsi altın rengi tüylerle çevrilidir (Şekil 3a). S6 medial olarak sinuöz olup, uzunluğu (0,24 mm) genişliğinden (0,21 mm) fazla olan, kademeli olarak incelen ve künt, kör bir uçla sonlanan testi (urn) biçimli bir medioapikal çıkıntı taşır (Şekil 3b).

Şekil 4. Erkek genitaliyasının karşılaştırması: (a) ve (b) *Tetragonula yikhumensis* sp. nov.; (c) ve (d) *T. kyrdemkulaiensis* (Viraktamath & Thangjam, 2021).

Genitaliya, bazı siyah tonlarla birlikte açık kahverengi renktedir; gonokoksa uzunluğundan geniştir; gonostilus gonokoksanın yanal tarafından çıkar, uzunluğu 0,88 mm'dir; bazal genişlik 0,07 mm olup kısa sürede 0,05 mm'ye, ardından uzunluğunun büyük bölümü boyunca 0,04 mm'ye daralır; 0,06 mm uzunluğunda uzaktan içe kavislidir (önünde siyah bir leke bulunur), ardından 0,03 mm'ye kadar inceler ve 0,05 mm genişliğinde klavat bir uçla sonlanır; apikal klavat kısım uzun sarı setalar taşır. Penis valfinin gövdesi açık kahverengi ve siyah renkte olup çan biçimindedir, tabanda geniş ve uca doğru daralır, uç kısmı dışa kavisli olup 0,77 mm uzunluğunda, tabanda 0,18 mm genişliğindedir, sklerotize ve sağlam olup gonostilustan biraz daha kısadır; tabanın hemen ardından 0,09 mm'ye içe doğru kavis yapar, ardından uzunluğu boyunca konveks bir şekil alır ve ortada 0,12 mm'ye genişler, sonra kuvvetle içe kavis yaparak 0,04 mm'ye daralır ve son olarak dışa kavis yaparak sol tarafta 0,12 mm ve sağ tarafta 0,1 mm olan kanca benzeri bir uçla sonlanır; birbirleriyle örtüşmez (Şekil 3c).

Morfometri: Baş uzunluğu ve genişliği oranı 0,81; göz uzunluğu ve üst gözler arası mesafe oranı 1,2; interocellar ve ocello-oküler mesafe oranı 2,2; scape uzunluğu ve göz uzunluğu oranı 0,48; ön kanat uzunluğu ve genişliği oranı 3,19; kanat diyagonalı ve baş genişliği oranı 0,67; arka tibia uzunluğu ve baş genişliği oranı

0,86; arka tibia uzunluğu ve kanat diyagonalı oranı 1,28; arka tibia genişliği ve uzunluğu oranı 0,29; arka basitarsus genişliği ve uzunluğu oranı 0,49. Detaylı morfometri Tablo 1'de verilmiştir.

Erkek paratiplerdeki varyasyonlar: Renklenme, tüylenme ve vücut pürüzlülüğü bakımından büyük ölçüde holotiple örtüşür; tek istisna mesoscutum kenarlarındaki tüy yoğunluğudur. Paratipler ayrıca Tablo 1'de verilen morfometrik verilerde de holotipten farklıdır. Baş uzunluğu ve genişliği oranı 0,81 mm; göz uzunluğu ve üst gözler arası mesafe oranı 1,19 mm; scape uzunluğu ve göz uzunluğu oranı 0,48 mm; ön kanat uzunluğu ve genişliği oranı 3,7 mm; kanat diyagonalı ve baş genişliği oranı 0,67 mm; arka tibia uzunluğu ve baş genişliği oranı 0,86 mm; arka basitarsus genişliği ve uzunluğu oranı 0,45 mm.

Paratip: İşçi

Renklenme: Vücut siyah ve parlak; baş siyah; ocelliler şeffaf ve parlak; bileşik gözler siyah lekeli kırmızımsı (jester red); scape hem uçta hem tabanda sarımsı tonlarda sarımsı-kahverengi; pedicel açık kahverengi; flagellum dışta kestane kahverengi, içte sarı; klipeus siyah; labrum kaba siyah lekeli açık sarı; mandibuller orta tabanda belirgin siyah lekeli, orta uzunlukta parlak sarı ve uçtaki 2/3'ünde açık kahverengi (Şekil 5a); toraks siyah; scutellum kahverengi (Şekil 5b); tüm bacaklar kahverengimsi siyah; koksalar açık sarı; trokanterler açık kahverengi; arka basitarsus kahverengi; tarsomerler sarı; pretarsus kahverengi. Tegula koyu kahverengi; kanatlar hafif kahverengi tonlarında camı; pterostigma ve damarlar kahverengi; arka kanatlar sarımsı bir tonla ve soluk damarlanmayla yarı saydam; metasomal tergalar kırmızımsı kahverengi ve parlak, soluk sarımsı aralıklarla segmentli görünür; sternalar soluk aralıklarla kahverengi (Şekil 5d).

Şekil 5. *Tetragonula yikhumensis* sp. nov. Dişi (işçi) paratip (a) Baş ön görünüm (b) Dorsal habitus (c) Dört tüy bantlı mesoscutum (d) Lateral habitus.

Tüylenme: Baş beyaz yoğun tüylerle kaplı; yüzün alt kısmı yatık kısa beyazımsı tüylerle kaplı, üst kısımda ince kısa ve daha az yoğun dik beyaz tüyler bulunur; vertexte kalın uzun kahverengimsi seyrek dik tüyler; frons'ta ince kısa ve beyaz tüyler; genada kısa beyazımsı yoğun tüyler; klipeuste beyazımsı kısa yatık tüyler; scape'te kısa ince sarı tüyler; flagellumda çok kısa beyazımsı tüyler; mandibuller uzun altın rengi tüylerle çevrilidir (Şekil 5a); mesoscutumda cam gibi bir aralıkla ayrılmış dört belirgin uzunlamasına tüy bandı oluşturan ince sarı tüyler bulunur; mesoscutum kenarı uzun, dik altın rengi tüylerle çevrilidir; metapostnotumda uzun altın rengi tüyler bulunur; scutellum uzun dik siyah ve sarı karışık tüylerle kaplıdır (Şekil 5c); mesepisternum, propodeumun yanal alanına doğru yoğunlaşan tüylü beyaz tüylerle kaplıdır. Koksalar ve trokanterler soluk kısa ve uzun tüylere sahiptir (kenarda daha yoğun); femurlarda kısa dikensi setalar bulunur; arka tibia sarımsı tüylü tüyler ve koyu kahverengi dikensi setalarla retromarjinal olarak çevrilidir; arka basitarsus altın kahverengi dikensi setalara ve iç yüzeyde belirgin bir bazal ipeksi kısa ve yoğun tüy yamasına sahiptir; tarsomerlerde birkaç kahverengimsi dikensi seta ve kısa kahverengi tüyler bulunur. Metasomal tergalar seyrek ince ve soluk tüylere sahiptir; sternalar beyazımsı tüylere sahiptir, bu tüylerin yoğunluğu ve uzunluğu terminal segmentlere doğru artar (Şekil 5d).

Yüzey pürüzlülüğü: Vücut ve yüz parlak; klipeus, gena, frons belirgin şekilde noktacıklı; scape ve flagellomer ince noktacıklı; bacaklar ince noktacıklı; metasoma tergaları noktacıklı olup yoğunluk terminal tergalara doğru artar; metasoma sternaları yoğun noktacıklı (Şekil 5b).

Morfometri: İşçi paratip için detaylı morfometri Tablo 1'de verilmiştir. Baş uzunluğu ve genişliği oranı 0,8; göz uzunluğu ve üst gözler arası mesafe oranı 1,2; interocellar ve ocello-oküler mesafe oranı 1,46; scape uzunluğu ve göz uzunluğu oranı 0,58; ön kanat uzunluğu ve genişliği oranı 2,8; kanat diyagonalı ve baş genişliği oranı 0,67; arka tibia uzunluğu ve baş genişliği oranı 0,93; arka tibia uzunluğu ve kanat diyagonalı oranı 1,4; arka tibia genişliği ve uzunluğu oranı 0,33; arka basitarsus genişliği ve uzunluğu oranı 0,2.

İşçilerdeki Varyasyonlar

12 kolonideki işçilerin ayrıntılı karşılaştırılması üzerine, morfometri ve morfolojide çarpıcı varyasyonlar gözlemlenmiştir. Varyasyonlar, bazı örneklerde siyah lekeli kırmızımsı (jester-red) bileşik gözlere, bazılarında kahverengi bileşik gözlere (Şekil 6a) ve bazılarında da yeşil ve sarı bileşik gözlere (Şekil 6b ve 6c) sahip olması gibi yüz özelliklerinde daha belirgin olmuştur. İşçi arılar ayrıca ocellius renginde de farklılıklar sergilemiş; bazılarında şeffaf ve parlak ocelliler, bazılarında ise kahverengimsi ocelliler bulunmuştur. Metasoma bazı örneklerde kahverengi, bazılarında siyahtır. Mesoscutumu çevreleyen tüylerin yoğunluğu da farklılık göstermiştir.

Etimoloji

Bu tür, ilk toplandığı yer olan Nagaland, Wokha ilçesindeki Yikhum köyünün adıyla adlandırılmıştır.

Şekil 6. Tetragonula yikhumnensis sp. nov. İşçilerdeki göz renginin varyasyonu (a) Nagaland, Yimparasa, 26.2539° K, 94.1322° D, 729 m, 25.x.2023 (b) Nagaland, Baghty, 26.2531° K, 94.1994° D, 320 m, 7.vi.2025 (c) Nagaland, Pongitong, 26.0559° K, 94.1993° D, 721 m, 18.vi.2025.

İncelenen Materyal

Holotip: 1 erkek, Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde muhafaza edilmektedir, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Yikhum, 26.1435° K, 94.2269° D, Rakım 725 m, 19.i.2023, topl. Noyingbeni M. Odyuo, HOLOTİP" etiketiyle.

Paratipler: Ölçülen Paratipler: Hepsi holotiple aynı ayrıntılarla "PARATİPLER" olarak etiketlenmiştir. 3 erkek ve 9 dişi Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Kolkata Ulusal Zoolojik Koleksiyonu'nda (NZC); 2 erkek ve 3 dişi Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Kozhikode (ZSIK), Kerala, Hindistan, Batı Ghatlar Bölge Merkezi Ulusal Zoolojik Koleksiyonlarında; 7 erkek ve 12 dişi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde muhafaza edilmiştir.

Ölçülmemiş paratipler: 2 erkek ve 5 işçi Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Kolkata Ulusal Zoolojik Koleksiyonu'nda (NZC), 9 erkek ve 6 işçi ise Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Yimparasa, 26.2539° K, 94.1322° D, Rakım 729 m, 25.x.2023, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle muhafaza edilmektedir; 1 erkek ve 3 işçi Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, Kolkata Ulusal Zoolojik Koleksiyonu'nda (NZC); 2 erkek ve 10 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Baghty, 26.2531° K, 94.1994° D, Rakım 320 m, 7.vi.2025, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİP" etiketiyle; 5 erkek ve 13 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Pongitong, 26.0559° K, 94.1993° D, Rakım 721 m, 18.vi.2025, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle; 5 erkek ve 11 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Yimpang, 26.3219° K, 94.1872° D, Rakım 718 m, 19.i.2024, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle; 4 erkek ve 11 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Chudi, 26.1114° K, 94.1194° D, Rakım 687 m, 27.i.2024, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle; 7 erkek ve 10 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Longsung, 26.1199° K, 94.1138° D, Rakım 417 m, 5.ii.2025, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle; 4 erkek ve 17 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Morakjo, 26.1100° K, 94.1092° D, Rakım 433 m, 6.v.2025, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle; 3 erkek ve 13 işçi Nagaland Üniversitesi, Lumami Zoolojik Müzesi'nde, "NU/ZOO/MUS.COLL.STINGLESSBEE/TETRAGONULA YIKHUMNENSIS/Hindistan: Nagaland, Tsopo, 26.1749° K, 94.1811° D, Rakım 729 m, 25.vi.2025, topl. Noyingbeni M. Odyuo, PARATİPLER" etiketiyle muhafaza edilmektedir.

Yuva Yapısı

Yuva, 209 cm derinlikte bulunmuştur; dış girişi zeminin 1,4 cm üzerinde olup çapı 1 cm'dir. Dış giriş dairesel şekilli, sert ve siyah renkte olup, biraz toprakla karışmış propolisten yapılmıştır (Şekil 7a). Dış giriş yapısına, yuva boşluğuna uzanan bir tünel bağlanmaktadır.

Yuva, 22,9 cm uzunluğunda, 17,7 cm genişliğinde ve 16,2 cm yüksekliğindedir. Küresel şekilli olup, toprağa herhangi bir kolon benzeri bağlantısı olmayan sert ve kırılğan siyah batumen plakalarıyla kaplıdır (Şekil 7b). Yuva beş belirgin bölüme ayrılmıştır: bal potları, polen potları, kuluçka odacığı, kırılğan batumen plakaları ve katlanmış involukrum (involucrum) katmanları.

Yuvanın dış yarısı, üç katman batumen plakasından oluşmakta olup, bunların arasında, her biri yumuşak serumdan (cerumen) yapılmış ve koyu kahverengi olan bal ve polen potları içeren ikişer katman bulunmaktadır. Bireysel bal potları ortalama 1,35 cm uzunluğunda ve 1,32 cm genişliğinde iken, polen potları ortalama 1,17 cm uzunluğunda ve 1,17 cm genişliğinde ölçülmüştür (Şekil 7c).

Bu katmanların altında, kuluçka odacığını çevreleyen sert, kıl benzeri bir ağ örüntüsüne sahip iç bir boşluk bulunmaktadır. Bireysel kuluçka hücreleri, ince, sarımsı serumdan oluşmakta olup dikey oval şekilde olup

ortalama 0,67 cm uzunluğunda ve 0,3 cm genişliğindedir. İki farklı kuluçka hücresi kümesi tipi gözlemlenmiştir: biri koyu kahverengimsi, sıkı kümelenmiş hücreler (gelişmekte olan ön hatlar veya yeni kuluçka hücreleri), diğeri ise birbiri üzerine dizilmiş sarımsı hücreler (olgunlaşmış kuluçka hücreleri). Bunlar, ince bir kolon benzeri bağlantı ile alt tabakaya bağlanmıştır. Kuluçka odacığı içinde küçük görünür boşluklar gözlemlenmiştir (Şekil 7d). Bazı genç işçi arıların, daha genç arıların çıktığı bazı kuluçka hücrelerinin tepesini kopardığı görülmüştür.

Bal, polen potları ve batumen katmanlarının hemen ardından, yuvanın en uç kısmında (kuluçka odacığının bulunduğu uca doğru), 17,8 cm uzunluğunda ve 25,8 cm genişliğinde olan ve kuluçka odacığı için bir koruma katmanı gibi görünen kahverengimsi yumuşak kırılğan involukrum katları bulunmaktadır (Şekil 7e).

12 koloni arasında dış yuva girişlerinde varyasyonlar gözlemlenmiştir. Yedi koloninin yer üstünde bir dış giriş yapısı bulunurken, beşinde böyle bir yapı bulunmamaktadır (Şekil 8).

Şekil 7. *Tetragonula yikhumensis* sp. nov. holotip yuvası (a) Dış giriş yapısı (b) Açığa çıkmış bal ve polen potları (c) Kuluçka hücreleri (d) ve (e) Sert koruyucu involukrumlu yuva kenarı.

Tartışma

Çalışmalar, Hindistan'ın Kuzeydoğu bölgesinde dikensiz arılarda dikkate değer bir çeşitliliği ortaya koymuştur. Hindistan'dan bildirilen 25 farklı türden, yani 17 *Tetragonula* (Hadimani & Dey, 2025), 3 *Lisotrigona* (*L. mohandasi*, *L. chandrai* ve *L. revanai*, Rasmussen ve ark. (2017) tarafından *L. cacciae* ile eş anlamlı hale getirildikten sonra; ancak bkz. Viraktamath ve ark., 2023) ve 5 *Lepidotrigona*'dan (*Viraktamath & Thangjam*, 2022) (Tablo 2), 14 kadarı Kuzeydoğu bölgesinde bulunmaktadır. Nagaland eyaletinde, yakın tarihli bir araştırma altı tür bildirmiştir: *Tetragonula iridipennis*, *T. laeviceps*, *T. gressitti*, *Lepidotrigona arcifera*, *L. ventralis* ve *Lophotrigona canifrons* (Chauhan & Singh, 2022). Bunlardan *Lepidotrigona ventralis* ve *Lophotrigona canifrons* yalnızca Nagaland'da bildirilmiştir. Ayrıca, *L. canifrons* ve *L. ventralis* Wokha'dan bildirilmiş olsa da, ilçenin tamamında iki buçuk yılı aşkın süre boyunca yürüttüğümüz kapsamlı saha çalışmalarında, yüzden fazla farklı koloniye rastlamamıza rağmen, bu iki türden herhangi birine rastlamadık. Sonuç olarak, *L. canifrons* ve *L. ventralis*'in Wokha'daki durumu olumlu olarak doğrulanmayı beklemektedir.

T. yikhumensis sp. nov.'un ayırt ediciliğini, Hindistan'dan bildirilen diğer *Tetragonula* türlerinin tanımları ve görüntüleriyle yakından karşılaştırarak tesis ettik (Rasmussen, 2013; Shanas & Faseeh, 2019; Viraktamath & Thangjam, 2021; Viraktamath & Roy, 2022; Hadimani & Dey, 2025). Bu türü ayrıca başka yerlerde tanımlanan *Tetragonula* türlerinin görüntüleri ve tanımlarıyla da karşılaştırdık (Cockerell, 1929; Schwarz, 1939; Moure, 1961; Sakagami, 1975, 1978) ve ayırt ediciliğini daha da doğruladık.

12 kolonideki tüm örneklerde morfolojik farklılıklar görülmüş olup, bunlar *Tetragonula* cinsinin ünlü olduğu tür karmaşıklığıyla uyumludur - bu cins içindeki farklı türler birbirine çok yakın morfolojik benzerlik göstermesiyle bilinirken, bazı türlerde aynı yuvadan gelen işçiler arasında bile morfolojik varyanslar gözlemlenmektedir (Sakagami, 1978; Rasmussen, 2013). Bu farklılıklara rağmen, işçilerde daha belirgin olan mesoscutal tüy bantlarının varlığı gibi belirgin bir morfolojik özelliğin tüm örneklerde değişmediği bulunmuştur. Ayrıca, erkek genitaliyası ve ilişkili sternaların diseksiyonu ve incelenmesi üzerine, diseke edilen erkek örneklerde tüm yapıların tutarlı olduğu görülmüştür. Bu durum, 12 farklı lokasyondan gelen tüm örneklerin aynı türe ait olduğu sonucuna varmamızı sağlamıştır. Bu çalışma aracılığıyla, özellikle *Tetragonula* söz konusu olduğunda, tür teşhisinde erkek genitaliyası ve ilişkili sternaların önemini bir kez daha teyit ediyoruz. Yeni türlerin ayırt edilmesi ve tesis edilmesi için erkeklerin vazgeçilmez önemi, birçok taksonomist tarafından vurgulanmıştır (Sakagami, 1978; Rasmussen, 2013; Attasopa ve ark., 2018; Grüter, 2020; Viraktamath & Roy, 2022). Hindistan'da bildirilen 17 *Tetragonula* türünden yalnızca sekizi, yani *T. vikrami*, *T. sumae*, *T. ashishi*, *T. shishirae*, *T. subhami*, *T. kyrdemkulaiensis*, *T. kotagadensis* ve *T. ruficornis* erkek örneklerle birlikte bildirilmiş ve tanımlanmıştır. Nagaland'da, *Tetragonula*'nın üç türü, yani *T. iridipennis*, *T. laeviceps*, *T. gressitti* bildirilmiştir (Chauhan & Singh, 2022). Ancak bunlardan hiçbirisi erkek örneklerle tanımlanmamıştır. *T. yikhumensis* sp. nov., hem erkek hem de işçi örneklerin morfo-taksonomik ayrıntılarıyla ve erkek genitaliyası ile ilişkili sternalarının ayrıntılı bir tanımıyla birlikte bildirilen Nagaland'dan ilk dikensiz arı türüdür. Ayrıca Nagaland'dan bildirilen *Tetragonula* cinsi altındaki ilk yeraltı dikensiz arı olup, *T. kyrdemkulaiensis*'ten sonra Hindistan'daki ikincisidir.

Wokha ilçesinde yaşayan Lothalar, yeraltı dikensiz arılarına 'toprak arısı' anlamına gelen litsuk adını vermektedir. Kabile mensupları, bu arıların balını ve arı polenini tıbbi özellikleri nedeniyle yüksek değer görmektedir.

Holotipin 5,59 mm vücut uzunluğu ve 1,9 mm baş genişliğine sahip olmasıyla, *T. yikhumensis* sp. nov. Hindistan'da bulunan en büyük dikensiz arıdır. *T. yikhumensis* sp. nov.'un keşfi, Hindistan'daki dikensiz arı türü sayısını 25'ten 26'ya ve *Tetragonula* cinsi altındaki tür sayısını ise 18'e yükseltmektedir.

Şekil 8. Yuva girişindeki varyasyon (a) ve (b) Dış yuva giriş yapısı ile birlikte (c) ve (d) Dış yuva giriş yapısı olmadan.

Tablo 1. *T. yikhumensis* sp. nov. Morfometrisi (mm cinsinden).

Parametreler	Holotip	Paratip Erkek (n = 12)	Paratip Dişi (n = 44)
Vücut uzunluğu	5.59	5.58 ± 0.02	5.15 ± 0.05
Gözlerle birlikte baş genişliği	1.92	1.90 ± 0.02	1.94 ± 0.01
Baş uzunluğu	1.56	1.54 ± 0.02	1.57 ± 0.06
Klipes uzunluğu	0.42	0.42 ± 0.01	0.34 ± 0.04
Klipes genişliği	0.64	0.64 ± 0.01	0.73 ± 0.1
Malar boşluk uzunluğu	0.02	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.0
Alt gözler arası mesafe	0.72	0.71 ± 0.0	0.98 ± 0.01
Üst gözler arası mesafe	1.07	1.07 ± 0.0	1.08 ± 0.00
Anten soketleri yoluyla gözler arası mesafe	0.98	0.97 ± 0.01	1.20 ± 0.03
Bileşik göz uzunluğu	1.29	1.27 ± 0.01	1.3 ± 0.02
Bileşik göz genişliği	0.42	0.42 ± 0.0	0.36 ± 0.01
Anten soketleri arası mesafe	0.22	0.22 ± 0.0	0.22 ± 0.02
İnterocellar mesafe	0.4	0.36 ± 0.04	0.41 ± 0.01
Ocello-oküler mesafe	0.18	0.17 ± 0.01	0.28 ± 0.0
Orta ocellus çapı	0.2	0.2 ± 0.0	0.19 ± 0.01
Anten-ocelli arası mesafe	0.74	0.73 ± 0.00	0.85 ± 0.03
Anten-göz arası mesafe	0.22	0.22 ± 0.01	0.33 ± 0.0
Labrum uzunluğu	0.14	0.14 ± 0.03	0.2 ± 0.16
Labrum genişliği	0.44	0.43 ± 0.01	0.46 ± 0.02
Anten soketleri maks. çapı	0.18	0.18 ± 0.01	0.15 ± 0.02
Scape uzunluğu	0.62	0.61 ± 0.01	0.76 ± 0.01
Scape genişliği	0.14	0.14 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Pedicel + flagellum uzunluğu	1.21	1.22 ± 0.4	1.17 ± 0.5
Flagellomer 1 uzunluğu	0.14	0.14 ± 0.01	0.12 ± 0.02
Flagellomer 2 uzunluğu	0.22	0.22 ± 0.01	0.13 ± 0.01
Flagellomer 3 uzunluğu	0.23	0.22 ± 0.16	0.13 ± 0.12
3. flagellomer çapı	0.16	0.16 ± 0.00	0.17 ± 0.0
Mandibul uzunluğu	0.53	0.54 ± 0.01	0.8 ± 0.02
Mandibul genişliği	0.12	0.13 ± 0.02	0.2 ± 0.05
Ön kanat uzunluğu (+ tegula)	4.76	4.76 ± 0.01	4.83 ± 0.1
Ön kanat genişliği	1.19	1.26 ± 0.04	1.72 ± 0.12
Pterostigma uzunluğu	0.68	0.68 ± 0.00	0.7 ± 0.06
Marjinal hücre uzunluğu	1.56	1.56 ± 0.01	1.58 ± 0.04
Marjinal hücre genişliği	0.35	0.36 ± 0.01	0.39 ± 0.02
Kanat diyagonal uzunluğu	1.3	1.28 ± 0.01	1.3 ± 0.03
Arka kanat uzunluğu	3.38	3.37 ± 0.02	3.19 ± 0.2
Arka kanat genişliği	0.83	0.83 ± 0.01	0.7 ± 0.1
Hamuli sayısı	6	6	6
Mesoscutum uzunluğu	1.74	1.74 ± 0.00	1.57 ± 0.05
Mesoscutum maks. genişliği	1.37	1.36 ± 0.01	1.35 ± 0.02
Arka tibia uzunluğu	1.67	1.65 ± 0.01	1.82 ± 0.06
Arka tibia genişliği	0.49	0.49 ± 0.00	0.61 ± 0.02
Arka basitarsus uzunluğu	0.57	0.57 ± 0.01	0.64 ± 0.03
Arka basitarsus genişliği	0.28	0.26 ± 0.02	0.32 ± 0.05

Tablo 2. Hindistan'daki Dikensiz Arıların Dağılımı.

Sıra No.	Tür Adı	Dağılım
1	<i>Tetragonula iridipennis</i> (Smith, 1854)	Tamil Nadu (Tej ve ark., 2017; Vijayakumar, 2014), Andhra

		Pradesh, Kerala, Karnataka, Arunachal Pradesh, Meghalaya (Rahman ve ark., 2015), Assam (Sen ve ark., 2023); Nagaland (Jamir, 2022; Sangma ve ark., 2022).
2	<i>Tetragonula gressitti</i> (Sakagami, 1978)	Arunachal Pradesh (Rathor, 2013), Nagaland (Chauhan & Singh, 2020).
3	<i>Tetragonula aff. laeviceps</i> (Smith, 1987)	Karnataka (Rasmussen, 2013), Andaman ve Nikobar Adaları (Bentley & Osborn, 2025), Nagaland (Chauhan & Singh, 2022).
4	<i>Tetragonula fuscobalteata</i> (Cameron, 1908)	Uttar Pradesh (Ascher & Pickering, 2025).
5	<i>Tetragonula ruficornis</i> (Smith, 1870)	Uttar Pradesh (Rasmussen, 2013); Assam, Arunachal Pradesh, Meghalaya, Nagaland (Rahman ve ark., 2015); Uttarakhand, Haryana, Punjab ve Delhi (Shanas & Faseeh, 2019).
6	<i>Tetragonula calophyllae</i> Shanas & Faseeh, 2019	Kerala (Shanas & Faseeh, 2019).
7	<i>Tetragonula perlucipinnae</i> Shanas & Faseeh, 2019	Kerala (Shanas & Faseeh, 2019).
8	<i>Tetragonula travancorica</i> Shanas & Faseeh, 2019	Kerala (Shanas & Faseeh, 2019).
9	<i>Tetragonula kyrdemkulaiensis</i> Viraktamath and Rojeet, 2021	Meghalaya (Viraktamath & Thangjam, 2021)
10	<i>Tetragonula srikantanathi</i> Viraktamath, 2021	Tripura (Viraktamath & Thangjam, 2021)
11	<i>Tetragonula sumae</i> Viraktamath, 2022	Tamil Nadu (Viraktamath & Roy, 2022)
12	<i>Tetragonula vikrami</i> Viraktamath, 2022	Karnataka (Viraktamath & Roy, 2022)
13	<i>Tetragonula shishirae</i> Viraktamath, 2022	Rajasthan (Viraktamath & Roy, 2022)
14	<i>Tetragonula shubhami</i> Viraktamath, 2022	Chhattisgarh (Viraktamath & Roy, 2022)
15	<i>Tetragonula ashishi</i> Viraktamath and Jagruti, 2022	Maharashtra (Viraktamath & Roy, 2022)
16	<i>Tetragonula bengalensis</i> (Cameron, 1897)	Assam, Arunachal Pradesh, Meghalaya, Nagaland (Rahman ve ark., 2015); Pondicherry, Uttar Pradesh, Batı Bengal (Ascher & Pickering, 2025).
17	<i>Tetragonula kotagadensis</i> Hadimani & Dey, 2025	Odisha (Hadimani & Dey, 2025)
18	<i>Listotrigona cacciae</i> (Nurse, 1907)	Madhya Pradesh (Nurse, 1907)
19	<i>Listotrigona darbaensis</i> Viraktamath, 2023	Chhattisgarh (Viraktamath ve ark., 2023)
20	<i>Listotrigona kosumtaraensis</i> Viraktamath, 2023	Maharashtra (Viraktamath ve ark., 2023)
21	<i>Lepidotrigona arcifera</i> (Cockerell, 1929)	Batı Bengal, Mizoram, Assam, Nagaland (Ascher & Pickering, 2025).
22	<i>Lepidotrigona thenzawlensis</i> Viraktamath and Thangjam, 2022	Mizoram (Viraktamath & Thangjam, 2022)
23	<i>Lepidotrigona rajithae</i> Viraktamath and Rojeet, 2022	Mizoram (Viraktamath & Thangjam, 2022)
24	<i>Lepidotrigona amruthae</i> Viraktamath and Thangjam, 2022	Mizoram (Viraktamath & Thangjam, 2022)
25	<i>Lepidotrigona sikkimensis</i> Viraktamath, 2022	Sikkim (Viraktamath & Thangjam, 2022)

Teşekkür

Çiftliğinde bulunan arı kolonisini toplamamıza izin verdiği ve Yikhum Köyü'ndeki saha çalışmalarımız boyunca bize yardımcı olduğu için Yikhum Köyü Köy Kalkınma Kurulu Sekreteri Sn. Chumthungo Murry'ye içten teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, örneklerimizi toplamamızı sağlayan yardımlarından dolayı Sn. Shanjamo Odyuo, Sn. Chombemo Kikon, Sn. Chonbenthung Odyuo, Sn. Wochamo Tungoe, Sn. Nchumbemo Odyuo, Sn. Chipenthung Kithan, Bayan Mhonbeni Odyuo, Bayan Loreni Mozhui ve diğer birçok kişiye teşekkür ederiz. Değerli önerileri ve laboratuvarında (Nagaland Üniversitesi Ekoloji Laboratuvarı) çalışmamız için bize alan sağladığı için Dr. Lobeno Mozhui'ye (Yrd. Doç., Zooloji Bölümü, Nagaland Üniversitesi) en içten teşekkürlerimizi sunarız. Bu çalışma için gerekli olanakları sağladığı için Hindistan Zoolojik Araştırma Kurumu, New Alipore, Kolkata Direktörü'ne de teşekkür ederiz. Bu makalenin hazırlanması boyunca değerli katkılarından dolayı Dr. Chiangmong Khamniungan'a (Yrd. Doç., NLSIU Bangalore) özel teşekkürler. İlk yazar Noyingbeni M. Odyuo, ST Öğrencileri için Yükseköğrenim Ulusal Bursu (NFST) verdiği için Hindistan Hükümeti Kabile İşleri Bakanlığı'na minnettardır.

Yazar Katkıları

NMO: Araştırma, formal analiz, veri düzenleme, orijinal taslağın yazımı.

SD: Araştırma, görselleştirme, veri düzenleme.

BA: Yazım-inceleme ve düzenleme, araştırma, denetim.

RK: Denetim.

ARK: Kavramsallaştırma, yazım-inceleme ve düzenleme, denetim.

Kaynakça

Ascher, J. & Pickering, J. (2025). Discover life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). <https://discoverlife.org>. (erişim tarihi: 3 Kasım 2025).

Attasopa, K., Bänziger, H., Disayathanoowat, T. & Packer, L. (2018). A new species of *Lepidotrigona* (Hymenoptera: Apidae) from Thailand with the description of males of *L. flavibasis* and *L. doipaensis* and comments on asymmetrical genitalia in bees. *Zootaxa*, 4442: 63-82. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4442.1.3>

Bentley, A. & Osborn, R. (2025). Snow entomological museum collection. University of Kansas Biodiversity Institute. <https://gbif.org/occurrence/1676102797> (erişim tarihi: 3 Kasım 2025).

Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M. (1992). Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hym., Apidae): a mini-review. *Apidologie*, 23: 509-522. <https://doi.org/10.1051/apido:19920603>

Chauhan, A. & Singh, H.K. (2020). A new record of stingless bee, *Tetragonula gressitti* Sakagami (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from Nagaland. *India International Journal of Farm Sciences*, 10: 83-87. <https://doi.org/10.5958/2250-0499.2020.00057.9>

Chauhan, A. & Singh, H.K. (2022). Mapping of stingless bee fauna in Nagaland. *International Journal of Farm Sciences*, 12: 117-122. <https://doi.org/10.5958/2250-0499.2022.00061.1>

Cockerell, T.D.A. (1929). LXX. – Descriptions and records of bees. – CXX. *Annals and Magazine of Natural History*, 4: 584–594. <https://doi.org/10.1080/00222932908673101>

Engel, M.S., Rasmussen, C., Ayala, R. & De Oliveira, F.F. (2023). Stingless bee classification and biology (Hymenoptera, Apidae): a review, with an updated key to genera and subgenera. *ZooKeys*, 1172: 239-312. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1172.104944>

Grüter, C. (2020). Stingless bees: their behaviour, ecology and evolution. Cham: Springer, 385 s.

Hadimani, B.N. & Dey, D. (2025). A new species of *Tetragonula* (Apidae: Meliponini) from India with description of males of *Tetragonula ruficornis* (Smith, 1870). *Oriental Insects*, 59: 311-325. <https://doi.org/10.1080/00305316.2024.2444352>

Heard, T.A. (1999). The role of stingless bees in crop pollination. *Annual Review of Entomology*, 44: 183-206. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.183>

Jamir, T., Singh, H.K., Cauhan, A., Banik, S., & Kanaujia, S. (2022). Studies on impact of stingless bee (*Tetragonula iridipennis*) pollination in watermelon (*Citrullus lanatus*). *The Pharma Innovation Journal*, 11: 4801-4804.

Martínez-Puc, J.F., Cetzal-Ix, W., Basu, S.K., Enríquez-Nolasco, J.R. & Magaña-Magaña, M.A. (2022). Nutraceutical and medicinal properties of native stingless bees honey and their contribution to human health. In R.B. Singh, S. Watanabe, & A.A. Isaza (Eds.), *Functional foods and nutraceuticals in metabolic and non-communicable diseases* (s. 481-489). London: Elsevier.

Michener, C.D. (2007). *The bees of the world* (2. baskı). Baltimore: Johns Hopkins University Press, 953 s.

Michener, C.D. (2013). The Meliponini. In P. Vit, S.R.M. Pedro & D.W. Roubik (Eds.), *Pot-honey: A legacy of stingless bees* (s. 3-18). New York: Springer.

Moure, J.S. (1961). A preliminary supra-specific classification of the Old-World Meliponinae bees (Hymenoptera, Apoidea). *Studia Entomologica*, 5: 181-242.

Nurse, C.G. (1907). A new species of Indian wax-producing bee. *The Journal of the Bombay Natural History Society*, 17: 619.

- Quezada-Euán, J.J.G. (2018). Stingless bees of Mexico: the biology, management and conservation of an ancient heritage. New York: Springer, 294 s.
- Rahman, A., Das, K.P., Rajkumari, P., Saikia, J. & Sharmah, D. (2015). Stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): diversity and distribution in India. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4: 77-81. <https://doi.org/10.21275/v5i4.nov162857>
- Rasmussen, C. & Camargo, J.M.F. (2008). A molecular phylogeny and the evolution of nest architecture and behavior in *Trigona* s.s. (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 39: 102-118. <https://doi.org/10.1051/apido:2007051>
- Rasmussen, C. (2013). Stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) of the Indian subcontinent: diversity, taxonomy and current status of knowledge. *Zootaxa*, 3647: 401-428. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3647.3.1>
- Rasmussen, C., Thomas, J.C. & Engel, M.S. (2017). A new genus of eastern hemisphere stingless bees (Hymenoptera: Apidae), with a key to the supraspecific groups of Indomalayan and Australasian Meliponini. *American Museum Novitates*, 3888: 1-33. <https://doi.org/10.1206/3888.1>
- Rathor, V.S., Rasmussen, C. & Saini, M.S. (2013). New record of the stingless bee *Tetragonula gressitti* from India (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Journal of Melittology*: 1-5. <https://doi.org/10.17161/jom.v0i7.4454>
- Roubik, D.W. (2006). Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37: 124-143. <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>
- Sakagami, S.F. (1975). Stingless bees (excl. *Tetragonula*) from the continental Southeast Asia in the collection of Berince P. Bishop Museum, Honolulu (Hymenoptera, Apidae). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series VI. Zoology*, 20: 46-79.
- Sakagami, S.F. (1978). *Tetragonula* stingless bees of the continental Asia and Sri Lanka (Hymenoptera, Apidae). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series, VI, Zool.* 21: 165-247.
- Sakagami, S.F. (1982). Stingless bees. In H.R. Hermann (Ed.), *Social insects: cilt 3* (s. 361-423). New York: Academic Press.
- Sangma, R.H.C., Singh, H.K. & Chauhan, A. (2022). Nesting structure of stingless bees, *Lophotrigona canifrons* Smith and *Tetragonula iridipennis* Smith (Hymenoptera: Apidae) in natural forests of Nagaland, India. *Entomon*, 47: 183-188. <https://doi.org/10.33307/entomon.v47i2.721>
- Schwarz, F.H. (1939). The Indo-Malayan species of *Trigona*. *Bulletin of American Museum of Natural History*, 76: 83-141.
- Sen, S., Borkataki, S., Sutradhar, P., Taye, R.R., Bhattacharyya, B., Saranya, P.S. & Reddy, M.D. (2023). Pollination efficiency of stingless bee, *Tetragonula iridipennis* (Smith) on greenhouse cucumber, *Cucumis sativus* (Linnaeus). *Current Science*, 125: 865-870. <https://doi.org/10.18520/cs/v125/i8/865-870>
- Shanas, S. & Faseeh, P. (2019). A new subgenus and three new species of stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Apinae: Meliponini) from India. *Entomon*, 44: 33-48. <https://doi.org/10.33307/entomon.v44i1.424>
- Slaa, E.J., Sánchez Chaves, L.A., Malagodi-Braga, K.S. & Hofstede, F.E. (2006). Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. *Apidologie*, 37: 293-315. <https://doi.org/10.1051/apido:2006022>
- Tej, M.K., Srinivasan, M.R., Rajashree, V. & Thakur, R.K. (2017). Stingless bee *Tetragonula iridipennis* Smith for pollination of greenhouse cucumber. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5: 1729-1733.
- Vijayakumar, K. & Jeyaraaj, R. (2014). Taxonomic notes on stingless bee *Trigona* (*Tetragonula*) *iridipennis* Smith (Hymenoptera: Apidae) from India. *Journal of Threatened Taxa*, 6: 6480-6484. <https://doi.org/10.11609/jott.o3773.6480-4>
- Viraktamath, S. & Roy, J. (2022). Description of five new species of *Tetragonula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from India. *Biologia*, 77: 1769-1793. <https://doi.org/10.1007/s11756-022-01040-8>
- Viraktamath, S., Roy, J., Jha, A.K. & Rao, S. (2023). Description of two new species of *Lisotrigona* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) from Central India and their nests. *Entomon*, 48: 149-166. <https://doi.org/10.33307/entomon.v48i2.886>
- Viraktamath, S. & Thangjam, R. (2021). Two new species of *Tetragonula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from North-East India with notes on their nest structure. *Biologia*, 76: 1691-1704. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00662-0>

- Viraktamath, S. & Thangjam, R. (2022). Description of four new species of *Lepidotrigona* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) from North-East India. *Zootaxa*, 5175: 1-30. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5175.1.1>
- Wille, A. (1983). Biology of the stingless bee. *Annual Review of Entomology*, 28: 41-64.