

Atf İçin: Sırlıbaş F. A, Kumbıçak Z, Kumbıçak Ü, 2021. Türkiye’de Yayılış Gösteren *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) (Araneae: Lycosidae) Türünün Karyolojik Özelliklerinin Araştırılması İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2): 1497-1503.

To Cite: Sırlıbaş F. A, Kumbıçak Z, Kumbıçak Ü, 2021. Demonstrating Distribution in Turkey *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) (Araneae: Lycosidae) Type of Investigation of Karyological Features Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2): 1497-1503.

Türkiye’de Yayılış Gösteren *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) (Araneae: Lycosidae) Türünün Karyolojik Özelliklerinin Araştırılması

Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ^{1*}, Zübeyde KUMBIÇAK², Ümit KUMBIÇAK²

ÖZET: Bu çalışmada Lycosidae familyası içerisinde yer alan *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) türünün karyotip analizi ülkemizde ilk kez yapılmıştır. Kromozomların elde edilmesinde standart giemsa boyama yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem, gonadların elde edilmesi, hipotonik uygulama, fiksasyon ve boyama olmak üzere dört ana basamak içermektedir. Çalışmada türe ait diploid kromozom sayısı $2n_{\sigma}=28$ olarak tespit edilmiştir. Eşey kromozomu sistemi X_1X_20 olup; tüm kromozomlar telosentrik tiptedir. Otozomal kromozomların relatif uzunluklarının kademeli olarak bir azalış gösterdiği kaydedilmiştir. Eşey kromozomlarının mayoz I evrelerinde pozitif heteropiknotik özellikte, mayoz II evrelerinde ise izopiknotik özellikte oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lycosidae, Karyotip, Eşey kromozomu

Demonstrating Distribution in Turkey *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) (Araneae: Lycosidae) Type of Investigation of Karyological Features

ABSTRACT: In this study, karyotype analysis of *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) species in Lycosidae family was performed for the first time in our country. Standard giemsa staining method was applied to obtain chromosomes. This method includes four main steps: obtaining gonads, hypotonic application, fixation and staining. In the study, the number of diploid chromosomes belonging to the species was determined as $2n_{\sigma} = 28$. The sex chromosome system is X_1X_20 ; all chromosomes are of telosentric type. It has been noted that the relative lengths of the autosomal chromosomes gradually decrease. It was determined that sex chromosomes have positive heteropiknotic features in meiosis I phases and isopiknotic features in meiosis II phases.

Keywords: Lycosidae, Karyotype, Sex chromosome

¹ Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ ([Orcid ID: 0000-0002-8071-6441](https://orcid.org/0000-0002-8071-6441)), Biyoloji Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, 50300 Nevşehir

² Zübeyde KUMBIÇAK ([Orcid ID: 0000-0001-5949-1092](https://orcid.org/0000-0001-5949-1092)), Ümit KUMBIÇAK ([Orcid ID: 0000-0002-1294-3706](https://orcid.org/0000-0002-1294-3706)), Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, 50300 Nevşehir

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Fahrettin Anıl SIRLIBAŞ, e-posta: f.anilsirlibas@gmail.com

GİRİŞ

Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfı içerisinde yer alan örümcekler, dünya üzerinde çok geniş yayılım göstererek birçok habitatta bulunan en eski yırtıcılar olarak bilinmektedir. Örümcekler, günümüze kadar tanımı yapılmış 4163 cins ve 48440 tür ile büyük çeşitlilik göstermektedir (World Spider Catalog, 2020).

Örümcekler, Kuzey Kutup Adaları ve çöl bölgeleri dâhil yerkürenin birçok farklı bölgesinde görülmektedir (Foelix, 1983). Bitki örtüsü bakımından verimli alanlarda daha çok bulunan örümcekler; kum tepeleri, gelgit alanları ve dağ tepeleri gibi bitki örtüsünün verimsiz olduğu alanlarda da yaşayabilmektedir (Foelix, 1983; Lamoral, 1968).

Örümcekler, ekosistemde hem avcı hem de diğer canlılar için yiyecek kaynağı olmalarından dolayı küresel biyoçeşitliliğin tamamlayıcı bir parçası olarak görülmektedir. Tarım zararlılarının başat avcıları olmaları örümceklerin ekolojik önemini öne çıkarmaktadır. Ayrıca örümcekler uzun zamandır biyokimyasal (örümcek ağı ve zehri), davranışsal (kur yapma ve ağ oluşturma davranışları) ve ekolojik (yiyecek arama, av-avcı ilişkileri, entegre zararlı yönetimi) araştırmalarda önemli bir model organizma olarak kullanılmaktadır (Mathew ve ark., 2009).

Örümcekler üzerine yapılan bu çalışmalarla birlikte sitogenetik çalışmalarda son yıllarda artarak devam etmektedir (Kumbıçak ve ark., 2011). Bu çalışmalar sayesinde örümceklerin kromozom morfolojileri, diploid kromozom sayıları, eşey kromozom sistemleri ve karyotip organizasyonları hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir.

Örümcekler, Mesothelae, Mygalomorphae ve Araneomorphae olmak üzere 3 alt sınıfa ayrılmaktadır (Kumbıçak, 2014). Araneomorphae örümceklerin diploid kromozom sayısı $2n_{\text{♂}}=7-116$ arasında değişmekte ve diğer iki alt sınıfa kıyasla daha yüksek çeşitlilik göstermektedir (Araujo, 2007). Bu üç alt sınıf içerisinde Araneomorphae örümcekler; kromozom morfolojilerinin genellikle akrosentrik olması ve düşük kromozom sayıları nedeniyle daha fazla araştırılmıştır (Kumbıçak ve ark., 2011).

Günümüze kadar 868 örümcek türünün karyotip ve eşey kromozom sistemi tespit edilmiştir (Araujo ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda örümcek karyotiplerinde çoklu eşey kromozom sisteminin baskın olduğu görülmektedir. Çalışmalarda eşey kromozom sisteminin çoğunlukla X_0 , X_1X_20 , $X_1X_2X_30$, $X_1X_2X_3X_40$ şeklinde çeşitlilik gösterdiği bulunmuştur; 0, Y kromozomunun örümceklerde bulunmadığını göstermektedir (Korinkova ve Kral, 2013). Ancak bazı örümceklerde XY, X_1X_2Y , $X_1X_2X_3Y$ gibi eşey kromozomları da bulunmaktadır. Bu eşey kromozom sistemleri entelejin (Araneomorf örümcekler içerisinde yer alan bir grup) örümceklerde çok sık görülüp haplojin (Araneomorf örümcekler içerisinde yer alan bir grup) örümceklerde de bulunmaktadır (Kral ve ark., 2006; Suzuki, 1954).

Lycosidae familyası, Salticidae ve Araneidae ile sitogenetik çalışmaların en fazla yapıldığı örümcek ailelerinden biri olmasına rağmen; toplam tür sayısına bakıldığında yapılan sitogenetik analizlerin çok az olduğu görülmektedir. Sitogenetik çalışmalar sonucu likosid örümceklerin 23 cins ve 120 türünün analiz edildiği görülmektedir (Araujo ve ark., 2020). Bu durum 2431 türü bulunan Lycosidae familyasının %4’ünden biraz fazlasının çalışıldığını sonucunu çıkarmaktadır (World Spider Catalog, 2020). Likosid örümceklerin diploid kromozom sayısı $2n=18$ *Lycosa sp* (Srivastava ve Shukla, 1986) ile $2n=30$ *Arctosa alpigea* (Doleschall, 1852) (Dolejs ve ark., 2011) arasında değişmektedir. Akrosentrik kromozom morfolojisinin baskın olduğu likosid örümceklerde telosentrik tip kromozomlara az da olsa rastlanmaktadır. Likosid örümceklerin eşey kromozom sistemi X_1X_20 olarak belirlenmesine rağmen

Lycosa sp. türünde X_1X_2Y ve *Lycosa sp.* (grup thorelli) türünde $X_1X_2X_3$ gibi familya genelinden farklı eşey sistemleri de görülmektedir (Araujo ve ark., 2020).

Bu çalışmada, Lycosidae familyasına ait *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) türünün hücre bölünme aşamalarında kromozom durumları analiz edilerek; diploid kromozom sayısının belirlenmesi, eşey belirleme sisteminin saptanması ve karyotipinin hazırlanması ile likosit örümceklerle ilgili yapılan sitogenetik çalışmalardaki literatür eksikliğine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Arazi çalışmaları örümceklerin üreme dönemlerinin aktif olduğu Mart-Mayıs ayları (2018) arasında yapılmış ve örümcekler doğrudan elle toprak yüzeyinden ve taş altlarından canlı olarak yakalanmıştır. Arazi bölgesi, Pozantı (Adana, 37°25'32.10" K ve 34°52'25.01"D, 4♂) ve Tarsus (Mersin, 36°55'39.62" K ve 34°58'05.46"D, 7♂) olmak üzere iki alanda gerçekleştirilmiştir. Her birey ayrı ayrı plastik tüplere alınmış ve canlı halde laboratuvara getirilmiştir. Diseksiyon yapılmaya kadar örümcekler sık aralıklarla sirke sinekleri ile beslenmiştir.

Bu çalışma, Bedo (1984) metodunda bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Diseksiyon sırasında canlı olan erkek örümcekler prosoma (baş ve göğüs) ve opistosoma (karın) vücut kısımlarını bağlayan pedisel bölgesinden ayrılarak öldürülmüş ve opistosoma kısmından gonadlar çıkarılmıştır. Gonadlar çıkarıldıktan sonra hipotonik uygulama yapılmıştır. Bunun için; 2000 rpm’de 5 dakika santrifüj edilerek süpernatant kısmı atılmış gonadların bulunduğu tüpe 2-3 ml hipotonik çözelti eklenerek 40 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda 2000 rpm’de 5 dakika santrifüj (x2 kez) edilen ve süpernatant kısmı uzaklaştırılan gonadlar fiksasyon aşamasına hazır duruma gelmiştir. Gonadların bulunduğu tüpe fiksatif eklenerek 10 saniye vortekste karıştırılmıştır. 2000 rpm de 10 dakika santrifüj (x2 kez) yapılarak son süpernatant kısımda uzaklaştırılmıştır. Kalan malzemenin üzerine 1 ml fiksatif eklenerek cam pipetle karıştırılmış ve karışımdan bir miktar alınarak 60 cm mesafeden lam üzerine damlatılmıştır. Preparatlar gece boyunca oda sıcaklığında kurumaya bırakılmış ve daha sonra en az bir gün olmak koşuluyla buzdolabında (+4°C) bekletilmiştir. Elde edilen tüm kromozom preparatları faz kontrast mikrobunda incelenerek hücre bölünmesi içeren preparatlar tespit edilmiştir. Bu preparatlar daha sonra fosfat tampon içeren %5’lik Giemsa boyası (pH=6.8) ile 50 dk boyanmıştır. Boyama işlemi sonunda preparatlar sırasıyla musluk suyu ve distile su ile yıkanarak oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Preparatlar mikroskop incelemesi yapılmaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

Hazırlanan preparatlar Olympus CX21 araştırma mikroskopunda 10X büyütmede incelenerek erkek ve dişi bireyler için mitotik metafaz ve mayoz evreler tespit edilmiştir. Kromozomların ayrıntılı olarak incelenmesi ise 100X büyütmede gerçekleştirilmiştir.

Arctosa maculata (Hahn, 1822)’ya ait karyotip yapılması aşamasında en az 10 metafaz evresine ait fotoğraflar, Olympus BX53 araştırma mikroskobu ve DP26 kamera sistemi, CellSens programı (Olympus) ile çekilmiştir. Kromozomların uzunlukları CellSens programı ile ölçülmüş ve kromozomların sentromer konumları Levan ve ark. (1964) göre belirlenmiştir. Kromozomların çiftler halinde sıralanması ise Adobe Photoshop CS6 programı ile gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Arctosa maculata (Hahn, 1822)’nin Karyotip ve Eşey Kromozomu Sistemi

Arctosa maculata (Hahn, 1822)’nin erkek bireylerinin spermatogonial metafaz evrelerinde diploid sayı $2n♂=28$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Eşey kromozomu sistemi X_1X_20 olup otozomlar ve eşey kromozomları dâhil olmak üzere kromozom morfolojisi telosentrik olarak bulunmuştur. Otozomal

kromozom çiftlerinin relatif uzunlukları %9.28 ve %5.36 arasında olup en büyük kromozomdan en küçük kromozoma doğru kademeli olarak azalma görülmektedir. Eşey kromozomlarının relatif uzunlukları ise X_1 için %7.10 ve X_2 için %5.22 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1: *Arctosa maculata*'ya ait karyogram, 13 çift otozomal kromozomlar ve X_1 , X_2 şeklindeki eşey kromozomları (Ölçüm=10 μ m).

Arctosa maculata (Hahn, 1822)'nin Bazı Mitotik ve Mayotik Evrelerinin İncelenmesi

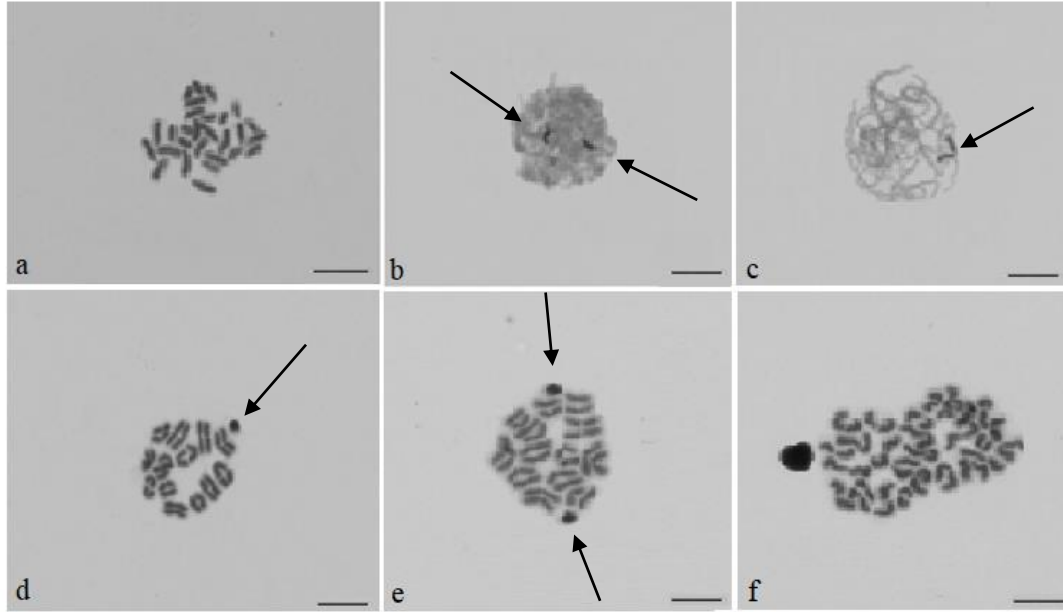
Metafaz evresinde kromozomlar kısalıp kalınlaşmış ve sayılabilir durumdadır. Bu evrede kromozomlar sayılarak diploid sayı $2n\sigma=28$ olarak belirlenmiştir (Şekil 2a). Metafaz evresinde kromozomlar tam şeklini aldığı için kromozom morfolojisinin telosentrik tipte olduğu tespit edilmiştir.

Mayotik profaz I'in leptoten ve zigoten evrelerinde eşey kromozomları otozomlara kıyasla daha fazla kısalıp kalınlaştığı için daha koyu boyanarak pozitif heteropiknotik özellik (eşey kromozomlarının somatik kromozomlardan daha koyu boyanması) göstermektedir (Şekil 2b). Profaz I'in pakiten evresinde eşey kromozomları terminal uçları ile birbirine bağlı durumda olup pozitif heteropiktonik özellik göstermektedir (Şekil 2c). Ayrıca bu evrelerde eşey kromozomları çekirdek yüzeyinde konumlanmıştır. Diploten (Şekil 2d) ve diyakinezde (Şekil 2e) toplam 13 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu belirlenmiştir. Eşey kromozomları yine pozitif heteropiknotik özellikte olup çekirdek yüzeyinde yer almıştır. Anafaz I ve profaz II evrelerinde eşey kromozomları izopiknotik özellikte (eşey kromozomlarının somatik kromozomlarla aynı derecede boyanması ve aralarında bir farkın olmaması) olmaları nedeniyle otozomlardan ayırt edilememiştir (Şekil 2f). Bu evrelerde $n=13$ (otozomlar) ve $n=15$ (otozomlar ve iki eşey kromozomu) olan iki yeni çekirdek kaydedilmiştir. Anafaz II evresi de $n=13$ ve $n=15$ olan dört yeni çekirdek ile sonuçlanmıştır. Mayoz bölünme evrelerinde eşey kromozomları birbirinden ayrılmayarak aynı gamette yer almıştır.

Sitogenetik bilimi, kromozomların bir mikroskop yardımıyla kolaylıkla incelenebilmesi sebebiyle az maliyet ile veriler elde edilen bir bilim dalıdır. Bu bilim dalındaki gelişmiş metotlara rağmen örümceklerle yapılan sitogenetik analizler, örümcek kromozomlarının küçük boyutlu olması ve eşeysel dönemlerinin kısa sürmesi nedeniyle kromozom elde edilme olasılığının düşük olması gibi nedenlerle henüz yetersizdir. Günümüze kadar bilinen 48440 tür örümcekte sadece 868'inin karyotip ve eşey kromozomu sistemleri bilinmektedir (Araujo ve ark., 2020).

İlkel örümcekler olarak kabul edilen Mesothelae alt sınıfı örümcekleri ile yapılan çalışmalarda bu örümceklerin kromozom morfolojisi metasentrik, submetasentrik, akrosentrik ve telosentrik tipte heterojen bir yapıya sahip olup çok sayıda kromozom içerir. Modern örümcekler olarak kabul edilen Araneomorphae örümcekleri ise daha az sayıda kromozom içerip kromozom morfolojisi akrosentrik ya da telosentrik olmak üzere homojen bir yapı gösterir (Araujo ve ark., 2020). Örümceklerde bugüne kadar sıklıkla tespit edilmiş X_0 , X_1X_2 , $X_1X_2X_3$, $X_1X_2X_3X_4$, XY , X_1X_2Y , $X_1X_2X_3Y$ gibi eşey kromozomu

sistemlerinin X_1X_20 sisteminden geliştiği düşünülmektedir. İlkel örümcek türlerinde örneğin Liphistiidae (Mesothelae) (Suzuki, 1954) familyasına ait taksonlarda X_1X_20 eşey kromozomu sisteminin varlığı bu görüşü desteklemektedir.



Şekil 2: *Arctosa maculata*; a. Mitotik metafaz, $2n♂=28 X_1X_2$, b. Zigoten c. Pakiten, d. Diploten, 13 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu, e. Diyakinez, 13 otozomal bivalent ve iki eşey kromozomu, f. Profaz II (Ölçüm=10 µm).

Lycosidae familyası, Salticidae ve Araneidae ile sitogenetik çalışmaların en fazla yapıldığı örümcek ailelerinden biri olmasına rağmen; toplam tür sayısına bakıldığında yapılan sitogenetik analizlerin 23 cins ve 120 tür ile sınırlı kaldığı dikkati çekmektedir (Araujo ve ark., 2020). Bu durum 2431 türü bulunan Lycosidae familyasının yaklaşık %4'lük kısmının kromozomal bilgilerinin elde edildiğini işaret etmektedir (The World Spider Catalogue, 2020). Yapılan çalışmalarda diploid kromozom sayısının $2n=18-30$ arasında değiştiği tespit edilmiştir (Araujo ve ark., 2020). Baskın olarak akrosentrik kromozom morfolojisi görülen likosit örümceklerde eşey kromozom sistemi ise X_1X_20 olarak belirlenmiştir (Araujo ve ark., 2020). Bu özellikler Lycosidae familyasının büyük çoğunluğunda görülmektedir. Ancak *Lycosa sp.* türünde X_1X_2Y ve *Lycosa sp.* (grup thorelli) türünde $X_1X_2X_3$ gibi eşey kromozom sistemlerine az da olsa rastlanmaktadır. X_1X_2Y eşey kromozom sisteminin X_1X_20 eşey kromozom sisteminden köken aldığı ve bu sistemde Y kromozomu oluşmasını sağlayan kromozomlar ile otozomlar arasındaki füzyonlarla ortaya çıktığı düşünülmektedir (Silva ve ark., 2002). *Lycosa sp.* (grup thorelli) de görülen $X_1X_2X_3$ eşey kromozom sisteminin ise X_1X_20 sisteminde meydana gelen non-disjunction (ayrılmama) sonucunda X kromozomları arasındaki homoloji kaybı nedeniyle oluştuğu varsayılmaktadır (Brum-Zorrilla ve Cazenave, 1974).

Şimdiye kadar *Arctosa* cinsine ait 10 türün karyotip özellikleri araştırılmıştır. *Arctosa alpigea* (Doleschall, 1852) türü hariç diploid kromozom sayıları $2n=28$ ve eşey kromozom sistemi X_1X_20 olarak tespit edilmiştir (Araujo ve ark., 2020). *Arctosa alpigea* (Doleschall, 1852) türünde ise diploid sayı $2n=30$ olarak belirlenmiş ayrıca otozomal kromozomlar akrosentrik tipte iken eşey kromozomları subtelosentrik olarak kaydedilmiştir (Dolejs ve ark., 2011). *Arctosa* cinsine ait veriler bu çalışma ile karşılaştırıldığında *Arctosa maculata* (Hahn, 1822)'nin diploid kromozom sayısı ve eşey kromozom sisteminin cins düzeyinde korunduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde ise Lycosidae familyasına ait *Arctosa cinerea* (Fabricius, 1777), *Arctosa perita* (Latreille, 1799), *Pardosa alacris* (C.L. Koch, 1883), *Pardosa bifasciata* (C. L. Koch 1834), *Pardosa saltans* (Töpfer-Hoffman, 2000), *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757) ve *Alopecosa accentuata* (Latreille, 1817), *Lycosa piochardi* (Simon, 1876) türlerinin kromozom sayısı ve eşey kromozomu sistemi tespit edilmiştir (Sırlıbaş, 2017). Bu çalışmalara göre bütün türlerde diploid kromozom sayısı ve eşey kromozomu sistemi $2n♂=28$, X_1X_20 olarak bulunmuştur. Bu sonuç likosid örümceklerin ülkemiz popülasyonlarında karyotip formülü bakımında yüksek düzeyde korunmuşluğun varlığını göstermektedir. Ayrıca bu türlerde kromozom morfolojileri akrosentrik ya da telosentrik tipte bulunurken, eşey kromozomları mayoz bölünmenin birinci evrelerinde pozitif heteropiknotik özellikte ve ikinci mayoz bölünme evrelerinde ise izopiknotik özellikte tespit edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma ile ülkemiz popülasyonuna ait *Arctosa maculata* (Hahn, 1822)’nin kromozomal özellikleri ilk kez tanımlanmıştır. Türün eşey kromozom sistemi X_1X_20 , diploid kromozom sayısı ise $2n♂=28$ olarak tespit edilmiş olup bu veriler önceki çalışmalarla uyum sağlamaktadır. Sonuç olarak bu veriler, uluslararası sitogenetik veri bankası (Arthropoda Cytogenetic Database) için veri girişi sağlaması açısından önemlidir.

TEŞEKKÜR

Laboratuvar çalışmaları ve makale yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Zübeyde KUMBIÇAK’a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ümit KUMBIÇAK’a teşekkür ederim.

Çıkar Çatışması

Türkiye’de Yayılış Gösteren *Arctosa maculata* (Hahn, 1822) Türünün Karyolojik Özelliklerinin Araştırılması isimli makalemizde yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

- Araujo D, 2007. Citogenética de 13 Espécies de Aranhas Haploginas Pertencentes às Famílias Pholcidae, Sicariidae e Scytodidae (Araneomorphae): Evolução Cromossômica, Sistema Cromossômico de Determinação Sexual e Citotaxonomia. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Sao Paulo, Doctoral Thesis (Printed).
- Araujo D, Schneider MC, Paulo-Neto E, Cella DM, 2020. The spider cytogenetic database. <http://www.arthropodacytogenetics.bio.br/spiderdatabase/> (Date of access: 10 April 2020).
- Bedo DG, 1984. Karyotypic and chromosome banding studies of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera, Gelechiidae). Canadian Journal of Genetics and Cytology, 26(2): 141-145.
- Brum-Zorrilla, N., & Cazenave, A. (1974). Heterochromatin localization in the chromosomes of *Lycosa malitiosa* (Arachnida). *Experientia*, 30(1): 94-95.
- Dolejs, P., Korinkova, T., Musilova, J., Opatova, V., Kubcova, L., Buchar, J., & Kral, J. (2011). Karyotypes of central European spiders of the genera *Arctosa*, *Tricca*, and *Xerolycosa* (Araneae: Lycosidae). *European Journal of Entomology*, 108(1): 1-16.
- Foelix RF, 1983. *Biology of Spiders*. Oxford University Press, pp: 287-326, New York.
- Korinkova T, Kral J, 2013. Karyotypes, sex chromosomes, and meiotic division in spiders. W. Nentwig (Ed.), *Spider Ecophysiology*. Springer-Verlag, pp: 159-171, Berlin.
- Kral J, Musilova J, Stahlavsky F, Rezac M, Akan, Z, Edwards RL, Almerje CR, 2006. Evolution of the karyotype and sex chromosome systems in basal clades of araneomorph spiders (Araneae: Araneomorphae). *Chromosome Research*, 14(8): 859-880.

- Kumbıçak, Z. (2014). Cytogenetic characterization of ten araneomorph spiders (Araneae): Karyotypes and meiotic features. *Biologia*, 69(5): 644-650.
- Kumbıçak Z, Kumbıçak Ü, Ergene S, 2011. *Pisuara consocia* (O.P.-Cambridge, 1872) ve *Dolomedes plantarius* (Clerk, 1757) (Araneae: Pisauridae) Türlerine ait Karyolojik Analiz. *Türk Bilim Araştırma Vakfı*, 4(3): 206-213.
- Lamoral, B. (1968). On the ecology and habitat adaptations of two intertidal spiders, *Desis formidabilis* (O.P. Cambridge) and *Amaurobioides africanus* Hewitt, at "The Island" (Kommetjie, Cape Peninsula), with notes on the occurrence of two other spiders. *Annals of the Natal Museum*, 20(1): 151-193.
- Levan, A., Karl, F., & Sandberg, A. A. (1964). Nomenclature of centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52(2): 201-220.
- Mathew M, Sudhikumar A, Josepj J, 2009. Natural History and Bioecology. PA Sebastian and KV Peter (Ed.), *Spiders of İndia*. Universities Press (İndia) Private Limited, pp: 40-63, Hyderabad.
- Silva, R., Klisiowicz, D., Cella, D., Mangili, O. & Sbalqueiro, I. (2002). Differential distribution of constitutive heterochromatin in two species of brown spider: *Loxosceles intermedia* and *L. Laeta* (Araneae, Sicariidae), from the metropolitan region of Curitiba, PR (Brazil). *Acta Biologica Paranaense*, 31(1-4): 123-136.
- Sırlıbaş FA, 2017. *Lycosa piochardi* Simon, 1876 (Aranea: Lycosidae)’nin Sitogenetik Özelliklerinin Araştırılması. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Srivastava, M., & Shukla, S. (1986). Chromosome number and sex-determining mechanism in fortyseven species of Indian spiders. *Chromosome Inform. Serv.*(41): 23-26.
- Suzuki, S. (1954). Cytological studies in spiders. III. Studies on the chromosomes of fifty-seven species of spiders belonging to seventeen families, with general considerations on chromosomal evolution. *Journal of science of the Hiroshima University, Series B. Division 1*, 15(2): 23-136.
- World Spider Catalog, Version 21.0, 2020. <https://wsc.nmbe.ch/> (Date of access: 15 April 2020).