

## Türkiye'deki Anadolu Çöl Sıçanı *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) Altpopulasyonlarında Yayılışa Bağlı Biyometrik Farklılaşmalar Üzerine Bir Değerlendirme

Nuri YİĞİT<sup>1\*</sup>, Ercüment ÇOLAK<sup>2</sup>, Fulya SAYGILI YİĞİT<sup>3</sup>, Reyhan ÇOLAK<sup>4</sup>, Derya ÇETİNTÜRK<sup>5</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Tandoğan Ankara, <sup>3</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoteknoloji Bölümü Niğde

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8426-2144>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5826-1615>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3805-3215>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-1031-4073>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-1323-4311>

✉: [nyigit@science.ankara.edu.tr](mailto:nyigit@science.ankara.edu.tr)

### ÖZET

Anadolu çöl sıçanı *Meriones tristrami*, Anadolu steplerinde geniş yayılışa sahip bir kemirgen türüdür. Bu çalışmada, bu türün altpopulasyonları arasındaki ilişkileri belirlemek ve yayılışlarına açıklık getirmek üzere, tüm Türkiye'yi temsil edecek 233 ergin örnek, kaydedildikleri coğrafik lokalitelerine göre 12 grup altında biyometrik olarak karşılaştırılmışlardır. Bu amaçla, bu grupların dört dış morfolojik ve 27 kafa iskeleti karakterine ait ölçüleri, istatistikî olarak analiz edilmiştir. Aynı türe ait olmaları sebebiyle biyometrik karakterlerinde görülen yüksek benzerliğe rağmen, altpopulasyonlar birbirlerinden küçük farklılıklarla ayrılmışlardır. Oluşturulan küme ağacında (UPGMA), Manisa ve Kastamonu altpopulasyonlarının dikkat çekici bir şekilde, Karaman ve Ankara altpopulasyonlarına daha benzer olduğu görülmüştür. Batı ve İç Anadolu gruplarına, Kilis ve Şanlıurfa altpopulasyonları bağlanmıştır, bu iki altpopulasyonun da Malatya ve Kayseri örneklerini içine alan gruplara yakın oldukları görülmektedir. Iğdır altpopulasyonu ise, İç ve Batı Anadolu ile Güneydoğu Anadolu grupları arasında yer almıştır. Gruplarda biyometrik ilişkilerin görülmesi, bu türün Anadolu'nun batısına olan yayılışının İç Anadolu'nun güneyinden ziyade kuzeyinden bir rota izleyerek olmuş olması gerektiği yönündeki hipotezi desteklemektedir. Ayrıca alttürler arasındaki biyometrik farklılaşmanın, Anadolu'nun coğrafik özelliklerinin şekillenerek oluştuğu öngörülmüştür.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 10.05.2020

Kabul Tarihi : 30.06.2020

### Anahtar Kelimeler

*Meriones tristrami*

Morfometrik analiz

Türkiye

## An assessment on biometric differentiation depend on distribution of the Anatolian Jird *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) Subpopulations in Turkey

### ABSTRACT

The Anatolian Jird *Meriones tristrami* is a widespread rodent species in Anatolian steps. In the study, to determine the relationships between the subpopulations of species and to clarify their distributions, 233 adults samples representing Turkey under the 12 groups, according to their recorded geographical localities, were compared biometrically. For this purpose, measurements of the four external morphological and twenty-seven cranial characters of the groups were analyzed statistically. Despite the high similarity of their biometric characters due to their belonging to the same species, subpopulations were separated from each other with small differences. In the cluster tree (UPGMA), Manisa and Kastamonu subpopulations were noticeably similar with Karaman and Ankara subpopulations. Kilis and Şanlıurfa subpopulations were linked to the Western and Central Anatolian groups, and these two subpopulations were observed to be close to the groups that include Malatya and Kayseri samples. Iğdır subpopulation was among the Central and Western Anatolia and Southeastern Anatolia groups. The existence of these biometric relationships in the groups supports the hypothesis that the spread of this species to the west of Anatolia should have been

### Research Article

### Article History

Received : 10.05.2020

Accepted : 30.06.2020

### Keywords

*Meriones tristrami*

Morphometric analysis

Turkey

by following a route from the north rather than the south of Central Anatolia. In addition, it is predicted that biometric differentiation between subspecies is formed by the effect of geographical features of Anatolia.

- Atıf İçin:** Yiğit N, Çolak E, Saygılı Yiğit F, Çolak R, Çetintürk D 2021. Türkiye'deki Anadolu Çöl Sıçanı *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) Altpopulasyonlarında Yayılışa Bağlı Biyometrik Farklılaşmalar Üzerine Bir Değerlendirme. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (1): 177-185. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.735120>.
- To Cite:** Yiğit N, Çolak E, Saygılı Yiğit F, Çolak R, Çetintürk D 2021. An assessment on biometric differentiation depend on distribution of the Anatolian Jird *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) Subpopulations in Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (1): 177-185. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.735120>.

## GİRİŞ

Türkiye'deki *Meriones* (Çöl Sıçanları) cinsine ait olan 5 türden, *Meriones tristrami* Anadolu Çöl Sıçanı (Thomas, 1892) Anadolu steplerinde en geniş yayılışa sahip olanıdır (Yiğit ve ark., 2006). Yayılışı Iğdır'dan Ege kıyılarına kadar uzanmaktadır, bu yayılış güzergâhı içinde Elazığ'ın doğusundan Erzurum'un doğusuna kadar bir bölgede yayılışı kesintiye uğramaktadır (Yiğit ve ark., 1997, Yiğit ve ark., 1998, Yiğit ve ark., 2006). Bu türle ilgili ilk çalışmalarda, Thomas, 1903'te İzmir'den, *Meriones blackleri* türünü, 1919 yılında da Karadağ (Karaman)'dan *Meriones blackleri lycaon* alttürünü tanımlamıştır. Daha sonraki çalışmalarda, Türkiye örnekleri ve birkaç Avrupa müzesindeki *Meriones* örnekleri değerlendirilerek Tosya (Kastamonu)'dan *Meriones tristrami intraponticus* tanımlanmıştır, ayrıca *Meriones tristrami bogdanovi*'nin de Türkiye'de bulunabileceği kaydedilmiştir (Neuhäuser, 1936). Güneydoğu Anadolu'dan da yayılış kaydı verilerek tanımlanan *Meriones tristrami bodenheimeri* alttürünün tip yeri Kafrun Çölü (Suriye) olarak verilmiştir (Harrison, 1992), çok belirgin ayırıcı karakterleri tanımlanmış olmasa da güneydoğu sınırına coğrafi olarak çok yakın olması sebebiyle Şanlıurfa örnekleri bu alttür içinde değerlendirilmiştir. Yiğit ve Çolak (1998), Güneydoğu Anadolu'dan elde ettikleri örneklerdeki kromozom kol sayısı farklılığına göre de *Meriones tristrami kilisensis* alttür olarak tanımlamıştır. Böylece *M. tristrami* türü Türkiye'de 6 alttürle temsil edilmektedir. Bu alttürlerle ilgili detaylı morfolojik tanımlamalar ve karyolojik özellikler Yiğit ve ark. (1998) ve Yiğit ve Çolak (1998) tarafından verilmiştir. Daha sonra *M. tristrami* türünün Türkiye'deki yayılış kayıtlarına katkı sağlayan, morfolojik ve karyolojik özelliklerini ortaya koyan başka çalışmalar da yapılmıştır (Kefelioğlu, 1997; Yiğit ve ark., 1997, 1998). Bu çalışmaların dışında Coşkun (1999), Diyarbakır yöresindeki lokasyonlardan elde ettiği örnekler üzerinden dış morfoloji, kafatası özellikleri, bakulum yapısı ve benzeri veriler kullanarak sistematik tanımlamalar yapmıştır. Türkiye'de yayılış yapan 5 *Meriones* türünün biyometrik olarak karşılaştırıldığı çalışmada, *M. tristrami*'ye en yakın türün *Meriones vinogradovi* olduğu ortaya konulmuştur (Yiğit ve ark., 2018). Bu iki tür, cins

içerisinde sibling türler olarak dikkate alınmaktadır (Yiğit ve ark., 1997; Yiğit ve ark., 1998). Benzer şekilde Darvish (2009), İran örnekleri üzerine yaptığı biyometrik analizlerde *M. tristrami* ve *M. vinogradovi*'nin aynı altkümeye yer aldığını göstermiştir. İki tür arasındaki bu morfolojik benzerliğe karşın *Meriones* cinsinin Türkiye türleri üzerinde allozim verileri temel alınarak yapılan moleküler sistematik çalışmasında *M. tristrami* ile *M. vinogradovi* oldukça farklı altkümelerde yer almıştır. Bu durum, morfolojik benzerliğin allozim verilerinde karşılık bulmadığını göstermektedir (Yiğit ve ark., 2013).

*M. tristrami* alttürleri, dış morfoloji ve kafatası morfolojisi bakımından birbirine oldukça benzer özellikler gösterir. Ege kıyı bölgesinden özellikle Manisa civarından elde edilen örneklerde beyaz kuyruk ucu püskülü tipik bir özelliğidir. Bu özellik, İç Anadolu örneklerinde ve Tosya (Kastamonu) alttüründe daha düşük sıklıkta olmakla birlikte ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında bu tür, post rengi, dış morfoloji ve kafatası morfolojisinde çok fazla ayırt edici tipik özellik sergilememektedir. Bu anlamda alttür tanımlamaları oldukça zayıf morfolojik karakterlere dayanmaktadır. Karyolojik çalışmalarda ise bu türün diploid kromozom sayısı  $2n=72$  olmasına rağmen, alt populasyonlarında kromozom kol sayılarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. *M. t. kilisensis* alttürü de morfolojik özellikleriyle birlikte kromozom kol sayısındaki farklılıklar esas alınarak tanımlanmıştır (Yiğit ve Çolak, 1998, Yiğit ve ark., 1997, Yiğit ve ark., 1998, Yiğit ve ark., 1999, Yiğit ve ark., 2006).

*M. tristrami*'nin yayılış alanı geniştir, şu anda bu türün populasyonu üzerine bilinen bir tehdit söz konusu değildir, bu nedenle IUCN'e göre LC (=Least Concern) yani düşük tehdit kategorisinde listelenmektedir (Sözen ve ark., 2016).

Bu çalışmayla, bu türün altpopulasyonlar arasında coğrafik yayılışa bağlı olarak farklılık gösteren morfolojik karakterleri ve bunların ayırım gücü, istatistiksel metotlarla analiz edilerek türün sistematığına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

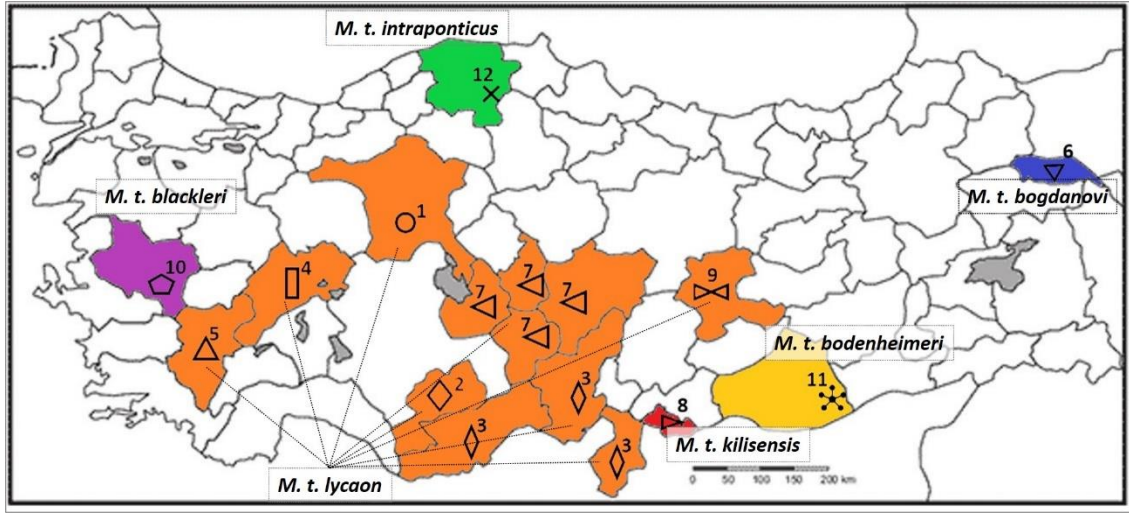
## MATERYAL ve METOD

### Materyal ve Örneklem Alanları

Bu çalışmada, daha önceki çalışmalardan ve 107T324

no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında yapılan arazi çalışmalarından elde edilen örnekler kullanılmıştır. Tüm bu örnekler, Ankara Üniversitesi Memeli Hayvanlar Araştırma Koleksiyonu'nda (AUMAK/AUMAC, www.mammalia.ankara.edu.tr)

muhafaza edilmektedir. Çalışılan örnekler 12 lokalite altında gruplandırılmıştır (altpopulasyon), bu gruplar altı alttürü temsil etmektedir ve dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Gruplara göre örneklerin dahil oldukları alttürler, örneklerin lokaliteleri ve örnek sayıları (N); 1: Ankara (25), 2: Karadağ/Karaman (23), 3: Adana-Mersin-Hatay (Güney Anadolu) (18), 4: Afyon (14), 5: Denizli (18), 6: Aralık/Iğdır (8), 7: Kayseri-Nevşehir-Niğde-Aksaray (Orta Anadolu) (26), 8: Kilis (18), 9: Malatya (15), 10: Turgutlu/Manisa (25), 11: Ceylanpınar/Şanlıurfa (18), 12: Tosya/Kastamonu (25) (Semboller, Şekil 3 ile uyumluluk sağlaması amacıyla kullanılmıştır)

Figure 1. Subspecies in which the samples are included according to the groups, the localities of the samples and the number of samples (N); Ankara (25), 2: Karadağ/Karaman (23), 3: Adana-Mersin-Hatay (Güney Anadolu) (18), 4: Afyon (14), 5: Denizli (18), 6: Aralık/Iğdır (8), 7: Kayseri-Nevşehir-Niğde-Aksaray (Orta Anadolu) (26), 8: Kilis (18), 9: Malatya (15), 10: Turgutlu/Manisa (25), 11: Ceylanpınar/Şanlıurfa (18), 12: Tosya/Kastamonu (25) (Symbols are used to provide compatibility with Figure 3)

### Morfolojik Değerlendirme ve Ölçümler

Değerlendirmeye alınan örneklerin morfolojik ayrımında Harrison ve Bates (1991), Yiğit ve ark. (1997), Yiğit ve ark. (2006) ve Yiğit ve ark. (2018) tarafından verilen ölçümler esas alınmıştır. Örneklerin yaş tayininde molar diş yüzeylerinin aşınma durumu, temel ölçüt olarak dikkate alınmıştır (Yiğit ve ark., 1999). İstatistiksel analizlerde 12 lokalite altında gruplandırılan (Şekil 1), 233 ergin örneğin Tüm boy uzunluğu (TBU), Kuyruk uzunluğu (KYU), Ardayak uzunluğu (AAU) ve Kulak uzunluğu (KU) olmak üzere 4 dış morfolojik ve ayrıca 27 kafatası karakterinin ölçüsü alınarak değerlendirilmiştir. Kafatası karakterlerine ait ölçülerin alınış yerleri ve kısaltmaları Şekil 2'de ayrıntılı gösterilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Biyometrik analizler için SPSS 13 (SPSS Inc, Chicago, IL) ve NTSYS-pc 2.1 (Rohlf, 1997) paket programları kullanılmıştır. İncelenen morfometrik karakterlere Tukey HSD, Temel Bileşenler Analizi (PCA) ve Ayrışım Fonksiyon Analizleri (DFA) uygulanmıştır. Üretilen benzerlik ve farklılık matrislerinin kullanılmasıyla altpopulasyonların ölçü karakterlerinin ortalama değerleri Manhattan

mesafesine göre kümelenecek UPGMA (Unweighted Pair Group Cluster Analysis = Aritmetik ortalamaların kullanıldığı ağırlıksız çift-grup yöntemi) dendrogramı çizilmiştir. Veri setine son olarak Ayrışım Fonksiyon Analizleri (DFA) uygulanarak, altpopulasyonlar arasında çok değişkenli farklar test edilmiş, önceden belirlenmiş olan populasyonları birbirinden çeşitli düzeylerde ayırabilen bağımsız değişkenler belirlenmiş, homojen veya farklı altpopulasyonlar saptanmış ve altpopulasyonlardaki farklılıklar ortaya çıkartılarak yorumlanmıştır.

### BULGULAR

#### *M. tristrami* Alttürleri ve Türkiye'deki Yayılış Yerleri

*M. t. blackleri*: Tip yeri İzmir olan bu alttür, çalışmalar sırasında Kemalpaşa ve Bayındır (İzmir) ilçeleri ile Ahmetli, Turgutlu ve Kula (Manisa) ilçe sınırları içinden, az taşlı, tarım arazilerine yakın, çalı ve orman bulunmayan yamaçlardan kaydedilmiştir. Bu çalışmada Turgutlu (Manisa) örnekleri kullanılmıştır.

*M. t. lycaon*: Türkiye'deki en yaygın bu alttürün tip yeri Karadağ (Karaman)'dır. İç Anadolu steplerinin yaygın alttürüdür. Yayılışı Batıda Denizli ve Uşak, kuzeyde Çankırı ve Amasya, güneyde Torosların

yamaçlarından Karaman, Mersin ve Hatay sınırları içine, doğuda Malatya'ya kadar uzanır.

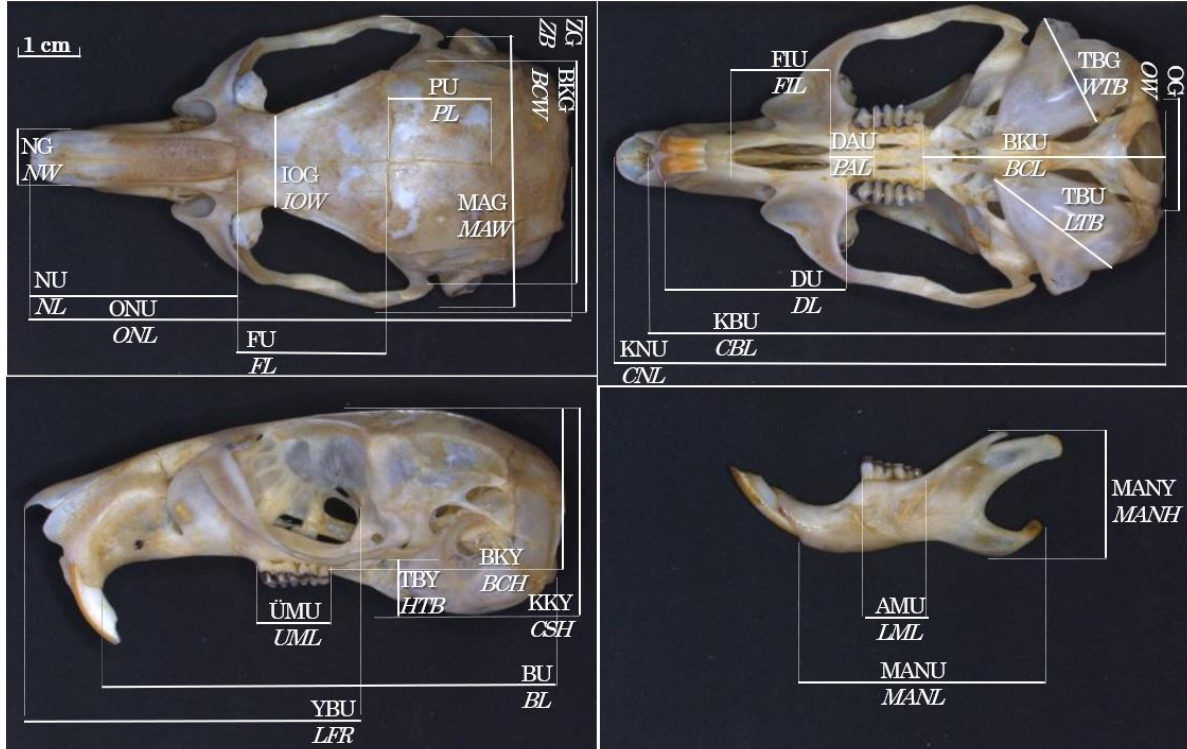
***M. t. intraponticus***: Tip yeri Tosya (Kastamonu) olan bu alttürün, yalnızca buradaki tarla kenarlarında yayılış gösterdiği kaydedilmiştir, kullanılan örnekler bu lokaliteden alınmıştır.

***M. t. bogdanovi***: Tip yeri Salgany bölgesi doğu Trans Kafkasya'dır. Iğdır örnekleri coğrafik yakınlık ve morfolojik benzerlikleri nedeniyle bu alttüre dahil edilmiştir (Yiğit ve ark., 1998). Bu çalışmada da Iğdır

ili Aralık ilçesi sınırlarından alınan örnekler kullanılmıştır.

***M. t. bodenheimeri***: Tip yeri Kafrun Suriye'dir. Fırat nehrinin doğusundan elde edilen örnekler (Şanlıurfa ili Ceylanpınar ve Harran ilçe sınırlarından) bu alttüre dahil edilmiştir (Yiğit ve ark., 1998). Bu çalışmada Ceylanpınar (Şanlıurfa) örnekleri kullanılmıştır.

***M. t. kilisensis***: Tip yeri Kilis olan bu alttüre ait kaydedilen örnekler bu çalışmada kullanılmıştır.



Şekil 2. Ölçülen kafatası karakterleri ve kısaltmaları; Zigomatik genişlik (ZG), İnterorbital genişlik (IOG), Oksipitonazal uzunluk (ONU), Kondilobazal uzunluk (KBU), Kondilonazal uzunluk (KNU), Bazillar uzunluk (BU), Nazal uzunluk (NU), Nazal genişlik (NG), Frontal suturun uzunluğu (FU), Parietal suturun uzunluğu (PU), Yüz bölgesi uzunluğu (YBU), Beyin kapsülü uzunluğu (BKU), Mastoid genişlik (MAG), Kaudal kafatası yüksekliği (KKY), Beyin kapsülü yüksekliği (BKY), Oksipital genişlik (OG), Beyin kapsülü genişliği (BKG), Diastema uzunluğu (DU), Damak uzunluğu (DAU), Foramen insisiva uzunluğu (FIU), Timpanik bulla yüksekliği (TBY), Timpanik bulla uzunluğu (TBU), Timpanik bulla genişliği (TBG), Mandibul uzunluğu (MANU), Mandibul yüksekliği (MANY), Üst molar alveol uzunluğu (ÜMU) ve Alt molar alveol uzunluğu (AMU). (Ölçüm karakterlerinin üzerinde gösterildiği örnek: *M. tristrami*; Örnek No:5622/Tosya-Kastamonu (AUMAC))

Figure 2. Measured cranial characters and abbreviations; Zygomatic breadth (ZB), Interorbital width (IOW), Occipitonasal length (ONL), Condylbasal length (CBL), Condylonasal length (CNL), Basillar length (BL), Nasal length (NL), Nasal width (NW), Frontal column length (FL), Parietal suture length (PL), Face region length (LFR), Brain capsule length (BCL), Mastoid width (MAW), Caudal skull height (CSH), Brain case height (BCH), Occipital width (OW), Brain capsule width (BCW), Diastema length (DL), Palate length (PAL), Foramen incisiva length (FIL), Tympanic bulla height (HTB), Tympanic bulla length (LTB), Tympanic bulla width (WTB), Mandibul length (MANL), Mandibul height (MANH), Upper molar alveolar length (UML) and Lower molar alveolar length (LML). (Example shown on the measurement characters: *M. tristrami*; Example No: 5622 / Tosya-Kastamonu (AUMAC))

### ***M. tristrami* Alttürlerinin Biyometrik Analizleri**

Tukey HSD testi ile ikili karşılaştırma: Bu test, ölçüm karakterlerinden bazılarının *M. tristrami* alttürleri

arasında farklı olabileceğini ve farklılığın gruplara göre ağırlıklı olarak hangi karakterlerden kaynaklandığını göstermiştir. Dış morfolojik

karakterlerden TL'nin özellikle 10. ve 12. gruplar için, EL'nin ise yalnızca 11. grubu oluşturan *M. t. bodenheimeri* için oldukça ayırt edici olduğu görülmüştür. Kafatası karakterlerinden ZG, BU, KBU, KNU, ONU, NU, FU, PU, YBU, DAU, FIU, TBG ve MANY diğer karakterlere nazaran gruplar arasında istatistiki açıdan çok önemli olmamasına karşın, IOG, NG, BKU, TBY ve MANU ise grupları birbirinden önemli derecede ayırmaktadır. Ayırıcı karakterlerin tamamı için gruplara göre değerlendirme yapıldığında; IOG'ye göre 3., 8., 10. ve 11. gruplar diğerlerinden rahatlıkla ayrılırken, NG, TBY ve MANU'ya göre 1., 2., 10., ve 12. gruplar, BKU ve AMU'ya göre 10. ve 12. gruplar, MAG'ye göre 7., 9. ve 10. gruplar, BKY'ye göre 3., 8. ve 11. gruplar, diğer gruplardan istatistiksel anlamda farklılık göstermektedir. *M. t. blackleri* alttürü örnekleri için TBU, *M. t. blackleri* ve *M. t. intraponticus* alttürü örnekleri için BKU ve AMU; *M. t. kilisensis* alttürü örnekleri için OG; *M. t. lycaon* alttürü örnekleri için ise KKY (3. grupta) ve BKG (4. grupta) kısmen

farklılaşmış, ayırım gücü yüksek karakterler olarak ortaya çıkmıştır.

**Temel bileşenler analizi (PCA):** Bu analizde toplam varyansı açıklayan Eigen değerinin (Özdeğer) 1'in üzerinde olduğu 4 bileşen ortaya çıkmıştır ve toplam varyans bu 4 bileşenle ifade edilebilir hale gelmiştir. Bu 4 bileşenin toplam varyansı %71 oranında açıklanabilmektedir. Çok sayıda karakterin 1. bileşen üzerine ağırlığı fazla olduğundan 1. bileşen tek başına toplam varyansın %51,5'ini kapsamaktadır. Diğer bileşenler sırasıyla %10,17, %5,075, %4,34 değerlerine sahiptir. ZG, KBU, ONU, KNU, BU, NU, YBU, DU, DAU, FIU, MANY olmak üzere kafatası karakterleri, indeks değeri 0,7'nin üzerinde olup 1. bileşenin oluşumunda öncelikli ağırlığa sahip karakterler olarak belirlenmiştir. Diğer 3 bileşen üzerine etki eden karakterlerin ağırlıkları sadece 2 bileşende BKY'de 0,723'lük değere ulaşmaktadır ve karakter ağırlıkları 3. ve 4.'ye doğru daha da azalmak üzere oldukça düşüktür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bileşen matrisi; bileşenler üzerine karakterlerin ağırlıkları

Table 1. Component matrix; weights of characters on components

	Bileşen(Component)			
	1	2	3	4
TBU (TBL)	0.522	0.204	0.154	0.700
KYU (TL)	0.281	0.196	-0.011	0.812
AAU (HFL)	0.257	0.649	0.052	0.121
KU (EL)	0.513	0.306	-0.087	0.404
<b>ZG (ZB)</b>	<b>0.792</b>	0.397	0.201	0.076
IOG (IOW)	0.527	0.637	0.167	-0.069
<b>KBU (CBL)</b>	<b>0.759</b>	0.197	0.099	0.165
<b>ONU (ONL)</b>	<b>0.863</b>	0.366	0.227	0.177
<b>KNU (CNL)</b>	<b>0.763</b>	0.397	0.253	0.150
<b>BU (BL)</b>	<b>0.868</b>	0.302	0.222	0.200
<b>NU (NL)</b>	<b>0.810</b>	0.266	0.169	0.119
NG (NW)	0.152	0.050	0.890	0.152
FU (FL)	0.586	0.224	0.263	0.164
PU (PL)	0.191	0.526	0.210	0.268
<b>YBU (LFR)</b>	<b>0.857</b>	0.384	0.168	0.120
BKU (BCL)	0.578	0.058	0.670	0.101
MAG (MAW)	0.497	0.583	0.321	0.111
KKY (CSH)	0.468	0.694	-0.113	-0.005
BKY (BCH)	0.190	<b>0.723</b>	-0.202	0.110
OG (OW)	-0.050	0.493	0.242	0.355
BKG (BCW)	0.447	0.544	0.019	-0.021
<b>DU (DL)</b>	<b>0.843</b>	0.348	0.142	0.044
<b>DAU (PAL)</b>	<b>0.837</b>	0.350	0.231	0.136
<b>FIU (FIL)</b>	<b>0.728</b>	-0.066	0.324	0.047
TBY (HTB)	0.089	-0.090	0.914	0.061
TBU (LTB)	0.647	0.217	0.373	0.001
TBG (WTB)	0.594	0.345	0.321	0.057
MANU (MANL)	0.537	0.067	0.786	0.023
<b>MANY (MANH)</b>	<b>0.712</b>	0.246	0.240	0.265
ÜMU (UML)	0.398	0.276	0.489	-0.309
AMU (LML)	0.408	0.183	0.572	-0.377

**Ayrışım fonksiyon analizi (DFA):** Veri setindeki 31 ölçüm karakterinden 8'inin altpopulasyonlar

arasındaki taksonomik ayırım ağırlığının diğer karakterlere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bu

karakterlerden TBY ve NG sırasıyla 0,193 ve 0,294'lük değeriyle ayırım gücü kuvvetli olan karakterlerdir. Wilks'in Lambda değeri 0,7'nin altında olduğundan ayırımı sağlayan diğer karakterler ise IOG, BKU, MAG, BKY, MANU ve AMU'dur (Çizelge 2). Ayırımın zor olması ve karakterlerin çoğunun Wilks'in Lambda değerinin 1'e yakın olması, çalışılan taksonların aynı türe ait populasyonlar olması nedeniyle beklenen bir durumdur. Karakterlerin ayrışımının zayıf olmasına rağmen DFA'dan elde edilen konikal ayrışım fonksiyon

grafığı, 1. ve 2. fonksiyona göre altpopulasyonların belirli oranda ayrıldığını göstermektedir. Ayırım gücü kısmen daha yüksek olan 1. fonksiyona göre Karadağ (Karaman), Ankara, Tosya (Kastamonu) ve Turgutlu (Manisa) örnekleri diğer altpopulasyonlardan ayrılırken, 2. fonksiyona göre de Turgutlu (Manisa) örnekleri diğer altpopulasyonlardan kısmen ayrılmaktadır, bu gruptaki (*M. t. blackleri*) farklılaşmanın yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çizelge 2. Wilks'in Lambda istatistiği (Grup ortalamalarının eşitliği testi)

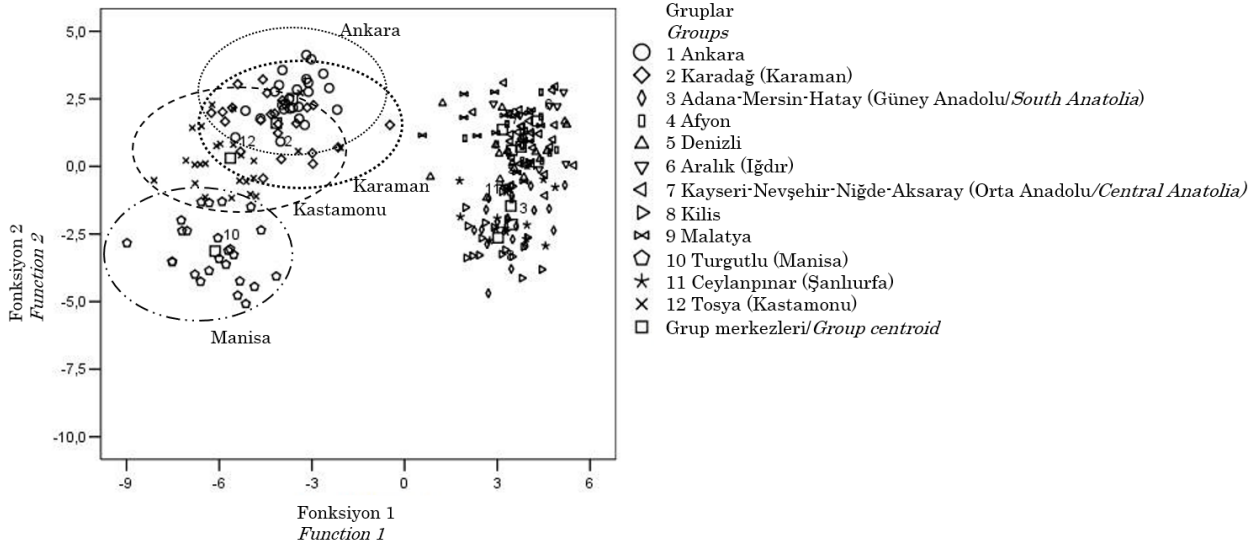
Table 2. Wilk's Lambda statistics (Test of equality of group averages)

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
TBU (TBL)	0.894	2.375	11	221	0.009
KYU (TL)	0.723	7.702	11	221	0.000
AAU (HFL)	0.749	6.735	11	221	0.000
KU (EL)	0.766	6.140	11	221	0.000
ZG (ZB)	0.882	2.696	11	221	0.003
<b>IOG (IOW)</b>	<b>0.535</b>	17.437	11	221	0.000
KBU (CBL)	0.891	2.461	11	221	0.006
ONU (ONL)	0.867	3.072	11	221	0.001
KNU (CNL)	0.864	3.150	11	221	0.001
BU (BL)	0.895	2.356	11	221	0.009
NU (NL)	0.854	3.445	11	221	0.000
<b>NG (NW)</b>	<b>0.294</b>	48.280	11	221	0.000
FU (FL)	0.897	2.301	11	221	0.011
PU (PL)	0.815	4.548	11	221	0.000
YBU (LFR)	0.836	3.935	11	221	0.000
<b>BKU (BCL)</b>	<b>0.591</b>	13.928	11	221	0.000
<b>MAG (MAW)</b>	<b>0.611</b>	12.769	11	221	0.000
KKY (CSH)	0.737	7.165	11	221	0.000
<b>BKY (BCH)</b>	<b>0.623</b>	12.134	11	221	0.000
OG (OW)	0.727	7.538	11	221	0.000
BKG (BCW)	0.760	6.358	11	221	0.000
DU (DL)	0.795	5.178	11	221	0.000
DAU (PAL)	0.835	3.967	11	221	0.000
FIU (FIL)	0.808	4.770	11	221	0.000
<b>TBY (HTB)</b>	<b>0.193</b>	83.912	11	221	0.000
TBU (LTB)	0.799	5.053	11	221	0.000
TBG (WTB)	0.887	2.563	11	221	0.004
<b>MANU (MANL)</b>	<b>0.422</b>	27.487	11	221	0.000
MANY (MANH)	0.920	1.741	11	221	0.066
ÜMU (UML)	0.727	7.534	11	221	0.000
<b>AMU (LML)</b>	<b>0.526</b>	18.128	11	221	0.000

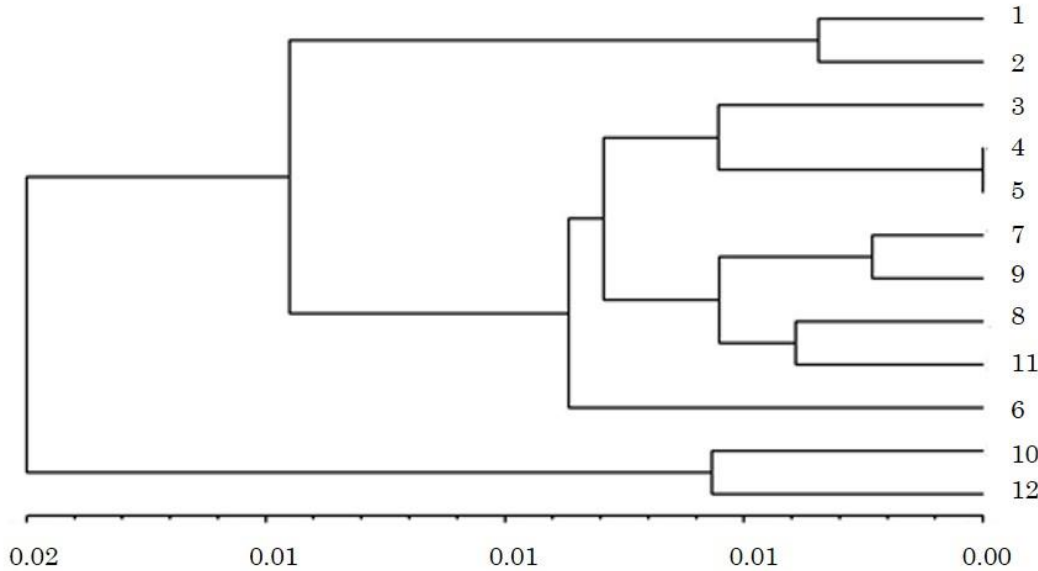
Bu analizlerle altpopulasyon örneklerinin gruplara uygun dağılıp dağılmadığı test edilmiş ve gruplamanın uygun olduğu ve çoğunlukla örneklerin kendi grupları içinde yer aldığı görülmüştür. Tukey HSD, PCA ve DFA sonuçları birlikte dikkate alındığında Turgutlu (Manisa) örneklerinin diğer örneklere nazaran daha fazla farklılaştığı ortaya çıkmaktadır. Özellikle Tukey HSD testiyle yapılan ikili karşılaştırmada Turgutlu (Manisa) ve Tosya (Kastamonu) örnekleri birçok karakterle diğer altpopulasyonlardan ayrılmaktadır.

**Küme analizi (UPGMA):** Küme analizinde Turgutlu (Manisa) ve Tosya (Kastamonu) örneklerinin (grup 10, 12) en farklılaşmış gruplar olduğu ve diğer tüm örneklerden ayrıldığı, bu kümeye Ankara ve Karadağ

(Karaman) (*M. t. Iycaon*) örneklerinin (grup 1, 2) bağlandığı görülmektedir. İç Anadolu'nun doğusuna doğru Kayseri-Malatya hattı ortak bir kümede toplanmış (grup 7, 9), bu hat, Kilis ve Ceylanpınar (Şanlıurfa) örnekleri (grup 8, 11) ile aynı altküme içinde yer almıştır. Bu altkümeye Adana, Afyon, Denizli örnekleri (grup 3, 4, 5) bağlanırken Güney Doğu ve İç Anadolu gruplarına en doğudaki Iğdır örnekleri (grup 6) bağlanmıştır. Bu ağaçta 10. grubu oluşturan *M. tristrami blackleri* ve 12. grubu oluşturan *M. tristrami intraponticus* örneklerinin diğer altpopulasyon ve alttürlerden daha farklılaşmış olduğu ortaya çıkmıştır. UPGMA analizinde Şekil 4'te görüldüğü gibi geçişimli bir topoloji oluşmuştur.



Şekil 3. *M. tristrami* alttürlerine ait grupların konikal ayrışım fonksiyon grafiği  
Figure 3. The conical separation function graph of groups belonging to *M. tristrami* subspecies



Şekil 4. *M. tristrami* alttürleri için 12 grup dikkate alınarak üretilmiş UPGMA kümesi; 1: Ankara, 2: Karadağ/Karaman, 3: Güney Anadolu (Adana-Mersin-Hatay), 4: Afyon, 5: Denizli, 6: Aralık/Iğdır, 7: Orta Anadolu (Kayseri-Nevşehir-Niğde-Aksaray), 8: Kilis, 9: Malatya, 10: Turgutlu/Manisa, 11: Ceylanpınar/Şanlıurfa, 12: Tosya/Kastamonu  
Figure 4. UPGMA cluster produced by considering 12 groups for *M. tristrami* subspecies; 1: Ankara, 2: Karadağ / Karaman, 3: South Anatolia (Adana-Mersin-Hatay), 4: Afyon, 5: Denizli, 6: Aralık / Iğdır, 7: Central Anatolia (Kayseri-Nevşehir-Niğde-Aksaray), 8: Kilis, 9: Malatya, 10: Turgutlu / Manisa, 11: Ceylanpınar / Şanlıurfa, 12: Tosya / Kastamonu

İki alttür altında toplanan Güneydoğu Anadolu örneklerinde kromozom kol sayısında farklılık bulunmasına ve iki altpopulasyonun Fırat nehriyle ayrılmış olmasına rağmen bu coğrafik ayrılığın ve karyotipik farklılığın bu iki alttürün biyometrik karakterlerine tam olarak yansımadağı UPGMA ağacında görülmektedir. Bu iki alttüre Kayseri-Niğde-Malatya hattı örneklerinin bağlanması Güneydoğu Anadolu örnekleri ile yakın coğrafik ilişkinin ve buna bağlı olarak gen akışının bir kanıtı sayılabilir. Bu iki altkümeye Adana, Afyon, Denizli örnekleri

bağlanmıştır. Bu durum, Güneydoğu Anadolu'dan Adana hattı üzerinden de İç Anadolu'ya bir temasın/göçün olduğunu göstermektedir. Son olarak Karadağ (Karaman) ve Ankara örnekleri kuzeyde Tosya (Kastamonu) ve batıda Manisa örnekleriyle yakın ilişkili çıkmıştır.

#### TARTIŞMA

*M. tristrami* üzerine biyometrik ve genetik karşılaştırma içeren çalışmaların sayısı oldukça azdır. *M. tristrami*'nin Türkiye'de yayılış gösteren

altpopulasyonları dikkate alındığında gerek dış morfolojik gerekse kafatası ölçülerinin birbirine oldukça yakın olduğu, özellikle morfolojik olarak kafa iskeletinde ve molar diş morfolojisinde önemli bir fark bulunmadığı görülmektedir. Bu benzerlik, Coşkun (1999) tarafından Diyarbakır örneklerini kullanarak elde edilen morfolojik ve biyometrik bulguları desteklemektedir; Diyarbakır örneklerinin biyometrik karakterleri bu çalışmadaki ölçüm değerlerinin sınırları içinde kalmaktadır ve morfolojik özellikleri hemen hemen aynıdır. Benzer şekilde Darvish (2009), İran örnekleri için verdiği çok sayıda dış ve kafatası ölçülerinin ortalama değerleri Yiğit ve ark. (1998) tarafından verilen ölçülerin varyasyon sınırı içinde kalmaktadır. Bu durum, bu coğrafik hatta biyometrik ölçülerdeki farklılaşmanın az olduğunu göstermektedir.

*M. tristrami*'nin altpopulasyonları esas alınarak yapılan allozim çalışmasında da (Yiğit ve ark., 2016) bu çalışmadaki biyometrik bulguları destekler şekilde Karadağ (Karaman), Tosya (Kastamonu) ve Manisa örnekleri yakın ilişkili olarak çıkmıştır. İç Anadolu jeolojisi gelişirken mevcut iç denizin (Tethis) çekilmesiyle bugünkü yayılış örüntülerinin ortaya çıkmış olabileceği, Ege kıyılarına uzanan kolun, İç Anadolu'nun kuzeyinden bir yol izlemiş olması gerektiği şeklindeki hipotez, Karadağ (Karaman), Ankara, Tosya (Kastamonu) ve Manisa altpopulasyonlarında ortaya çıkan bu benzerlik tarafından desteklenmektedir. Manisa'da yayılış gösteren *M. t. blackleri*, çalışılan altpopulasyonlar / alttürler içinde morfolojik farklılığı en fazla olan alttürdür. Bu alttür sahip olduğu beyaz kuyruk ucu püskülüyle belirgin bir morfolojik farklılığa sahiptir. Tukey HSD, PCA ve DFA sonuçları birlikte dikkate alındığında da Manisa örneklerinin diğer altpopulasyonlara göre kısmen daha fazla farklılaşmış olduğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle Tukey HSD testiyle yapılan ikili karşılaştırmada Manisa ve Tosya (Kastamonu) örnekleri bazı biyometrik karakterlerle diğer altpopulasyonlardan ayrılmaktadır. Buna karşın birçok altpopulasyon, aynı tür içinde beklenen bir durum olarak, karakter ölçüleri anlamında iç içe girmiş durumdadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Anadolu steplerinde yayılış gösteren çöl sıçanı *M. tristrami* türünün morfolojik karakterleri istatistiksel analiz yöntemleri ile test edilmiş, altpopulasyonlar arasında farklılık gösteren karakterler ve bunların ayırım gücü belirlenmeye çalışılmıştır. Söz konusu türün birçok altpopulasyonu, karakter ölçüleri anlamında iç içe girmesine karşın, Karaman, Kastamonu ve Manisa örneklerinin yakın ilişkili çıkması, *M. tristrami* üzerine yıllardır yapılan çalışmalar ile düşünülen, populasyonların Ege kıyılarına yayılışının İç Anadolu'nun kuzeyinden

olması gerektiği hipotezi desteklemektedir. Ayrıca bu çalışma, Anadolu step ekosisteminin karakteristik kemirgenlerinden birisi olan Anadolu Çöl Sıçanının yayılışı ile Anadolu steplerinin örtüştürülmesiyle, iklimsel değişmelere bağlı olarak yayılış örüntüleri ile morfolojik karakterlerdeki farklılaşmaların ve Anadolu zoocoğrafyasındaki değişimlerin izlenebilmesi için ileriye dönük çalışmaları destekleyecektir. *M. tristrami*'nin Anadolu'daki yayılış kalıpları ve yayılış zamanlarının belirlenmesi Anadolu'daki step ekosisteminin gelişimine ışık tutabilecek niteliktedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma kapsamında 107T324 no'lu proje numarasıyla desteklenen TÜBİTAK projesi ile elde edilen bazı örnekler ve bu proje bulguları kullanılmıştır.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Coşkun Y 1999. Diyarbakır *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillidae) Örneklerinin Morfolojik Özellikleri. *Turk J Zool* 23: 345-355.
- Darvish J 2009. Morphometric Comparison of Fourteen Species of the Genus *Meriones* Illiger, 1811 (Gerbillinae, Rodentia) from Asia and North Africa. *Iran J Anim Biosys* 5: 59-77.
- Harrison DL 1972. The Mammals of Arabia, Volume III, Lagomorpha, Rodentia, Ernest Benn. Ltd. London, xvii+382-670 sy.
- Harrison DL, Bates PJJ 1991. The Mammals of Arabia Sevenoaks, Kent, England: Harrison Zoological Museum, 354 sy.
- Kefelioğlu H 1997. Taxonomic Status and Karyological Characters of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turk J Zool* 21: 57-62.
- Neuhäuser G 1936. Die Muriden von Kleinasien. *Z Säugetierkd* 11: 161-236.
- Sozen M, Bukhnikashvili A, Shenbrot G, Scott D, Amori G, Kryštufek B, Yigit N, Mitsain G 2016. *Meriones tristrami* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T13170A115110701. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T13170A22432669.en>.
- Thomas O 1919. Notes on Gerbils Referred to the Genus *Meriones* with Descriptions of New Species



- and Subspecies. *Ann Mag Nat Hist* 9: 263-273.
- Thomas O 1903. On Two New Muridae from Smyrna. *Ann Mag Nat Hist* 9: 188-190.
- Yiğit N, Çolak E 1998. A New Subspecies of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) from Kilis (Southeastern Turkey); *Meriones tristrami kilisensis* subsp. n. *Turk J Zool* 22: 99-103.
- Yiğit N, Çolak E, Çolak R, Saygılı Yiğit F, Çetintürk D 2018. Türkiye’de Yayılış Gösteren *Meriones Illiger* 1811 (Mammalia: Rodentia) Türlerinin Biyometrik Analizi. *Acta Biol Turc* 31(3):122-132.
- Yiğit N, Çolak E, Özkurt Ş, Sözen M 1999. *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Mammalia: Rodentia)’nin Diş Gelişimi, Diş Aşınımı ve Yaş Tayini. *Turk J Zool* 23 (Turkish Supplement 3): 965-971.
- Yiğit N, Çolak E, Saygılı F, Yüce D 2013. Allozyme Variations in the Genus *Meriones* (Gerbillinae: Rodentia) from Turkey. *Acta Zool Bulg* 65: 299-306.
- Yiğit N, Çolak E, Sözen M, Karataş A 2006. Rodents of Türkiye. Meteksan Co. Ankara, ISBN: 9944-5560-0-9.
- Yiğit N, Kıvanç E, Çolak E 1997. Türkiye’deki *Meriones Illiger*, 1811 (Rodentia: Gerbillinae) Türlerinin Teşhis Karakterleri ve Yayılışı. *Turk J Zool* 21: 361-374.
- Yiğit N, Kıvanç E, Çolak E 1998. Taxonomic Status of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) in Turkey. *Zool Middle East* 16: 19-30.
- Yiğit N, Saygılı Yiğit F, Çolak E, Çolak R, Çetintürk D 2016. Genetic differentiation of the *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) Subpopulations in Turkey – Inferring Allozyme Variations. *Turk J Zool* 40: 894-899.