

ACTA BIOLOGICA TURCICA

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

Biometric analyses of the genus *Meriones* Illiger 1811 (Mammalia: Rodentia) species distributed in Turkey

Nuri YIĞIT¹, Ercüment ÇOLAK¹, Reyhan ÇOLAK¹, Fulya SAYGILI YIĞIT^{*2}, Derya ÇETİNTÜRK¹

¹Department of Biology, Faculty of Science, Ankara University, Ankara, Turkey.

²Department of Biotechnology, Faculty of Art and Science, Niğde Ömer Halisdemir University, Niğde, Turkey.

*Corresponding author: fulyasaygili@gmail.com

Abstract: In this study, 181 samples of the five species of *Meriones crassus*, *M. persicus*, *M. tristrami*, *M. vinogradovi* and *M. dahli* distributed in Turkey were compared in terms of biometric characteristics. In principle component analyses (PCA), four components were explained 78.4% of total variance. Twenty-three characters, including total body length and most of the skull characters to the first component and three characters that are all related to tympanic bulla to the second were found to be discriminative (0.7 and higher values). According to UPGMA tree, *M. persicus* from *Parameriones* subgenus morphometrically separated from other four species. *M. tristrami* and *M. vinogradovi* placed in the close cluster, *M. dahli* and *M. crassus* from the subgenus *Pallosiomys* connected to the previous cluster as a separate group. Discriminant function analyses (DFA) were also consistent with UPGMA tree.

Keywords: Genus *Meriones*, Jird, Morphometric analysis, Turkey.

Türkiye’de yayılış gösteren *Meriones* Illiger 1811 (Mammalia: Rodentia) türlerinin biyometrik analizi

Özet: Bu çalışmada Türkiye’de yayılış yapan 5 türe ait (*Meriones crassus*, *M. persicus*, *M. tristrami*, *M. vinogradovi* ve *M. dahli*) toplam 181 örnek biyometrik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Faktör Analizinde (PCA) 4 bileşen toplam varyansın % 78,4’ünü açıklamaktadır. Bu bileşenler üzerine ayırım gücü yüksek olan (0,7 ve üzeri) ve tüm boy uzunluğu ile kafatası karakterlerinin çoğunu içeren toplam 23 karakter 1. bileşen, tamamı timpanik bulla ile ilgili olan 3 karakter ise 2. bileşen üzerine etkili olmuştur. UPGMA ağacında *Parameriones* altcinsine ait *M. persicus* diğer 4 türden ayrılmıştır. *M. tristrami* ile *M. vinogradovi* morfometrik olarak birbirlerine yakın gruplar olarak bir küme oluşturmuşlardır ve bu kümeye *Pallosiomys* altcinsine ait türlerden *M. crassus* ve *M. dahli* ayrı bir grup olarak bağlanmıştır. Morfolojik olarak en farklı tür *M. persicus* olarak saptanmıştır. Ayrışım fonksiyon analizi (DFA) sonuçları da UPGMA bulgularını desteklemiştir.

Anahtar kelimeler: *Meriones* cinsi, Çöl sıçanı, Morfometrik analiz, Türkiye.

Giriş

Son kayıtlara göre *Meriones* (Illiger, 1811) cinsinin Türkiye’de 5 türü yayılış göstermektedir; *M. crassus* (Sundevall, 1842); *M. persicus* (Blanford, 1875); *M. tristrami* (Thomas, 1892); *M. vinogradovi* (Heptner, 1931) ve *M. dahli* (Shidlovsky, 1962) (Yiğit vd., 1997, Yiğit vd., 1998a, b, Yiğit vd., 1999; Yiğit ve Çolak, 1998, 1999; Yiğit vd., 2006). Türkiye’de yayılış kaydı verilen bu 5 tür *Parameriones* ve *Pallosiomys* olmak üzere iki altcins içerisinde yer alır. *Parameriones* altcinsinde *M. persicus* yer alırken diğer 4 tür ise *Pallosiomys* altcinsi içerisinde

bulunur. *Meriones* türleri yarı kurak, kurak ekosistemlere özgü türler olmalarına istinaden “Çöl Sıçanları” olarak isimlendirilmektedir. Anadolu’dan kaydı verilen bu 5 türe ilaveten eski kayıtlarda Güneydoğu Anadolu’da *M. libycus* (Lichtenstein, 1823) türünün de kaydı bulunmasına (Missonne, 1957) rağmen bugüne kadar Türkiye’den *M. libycus* kaydedilmemiştir.

Türkiye’de yayılış yapan bu türlerin kayıt durumlarına bakıldığında; Thomas (1919) Irak’tan topladığı örneklerden *M. charon*’u tanımlamıştır. Daha sonraki çalışmalarda diploid kromozom sayısı ve kafatası

özelliklerindeki benzerlikler esas alınarak bu tür *M. crassus*'un bir alttürü "*M. crassus charon*" olarak dikkate alınmıştır. Bu türün Türkiye'nin güneydoğusuna yakın bölgelerde yayılışa sahip olduğu Ellerman ve Morrison-Scott (1951), Hatt (1959), Lay (1967), Corbet (1978) ve Harrison ve Bates (1991) tarafından belirtilmiştir. Yiğit vd. (1998a) Çaylık-Şanlıurfa'dan bu türün kaydını vermiş, kromozom sayısını ve özelliklerini belirlemiştir. Heptner, 1931 yılında *M. persicus*'un alttürü olarak *M. persicus rossicus*'u Türkiye'ye en yakın olarak Arsnı-Ermenistan'dan tanımlamıştır. Neuhäuser (1936) ve Corbet (1978) örneğe dayalı olmaksızın *persicus*'un yayılış alanı içine Türkiye'yi de dâhil etmişlerdir. Harrison (1972), Irak ve İran'dan aldığı örneklerle göre bu türün Transkafkaslar ve Doğu Anadolu üzerinden İran ve Irak'a doğru yayıldığını kaydetmiştir. Yiğit ve Çolak (1999) bu türü Oltu-Erzurum'dan kaydederek türün kromozomları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Daha sonra bu tür Yüksekova (Hakkâri) civarından da kaydedilmiştir (Yiğit vd., 2006). Thomas 1903 yılında İzmir'den yeni bir tür; *M. blackleri*, 1919 yılında Karadağ-Karaman'dan yeni bir alttür; *M. blackleri lycaon*'u tanımlamıştır. Neuhäuser (1936) Türkiye'den ve çeşitli Avrupa müzelerinden elde ettiği 45 *Meriones* örneğini değerlendirerek, yeni bir alttür *M. tristrami intraponticus*'u tanımlamıştır, *M. tristrami bogdanovi*'nin ise müze örneklerine göre Türkiye'de bulunabileceğini kaydetmiştir. Yiğit ve Çolak (1998), kromozom kol sayısı farkına göre Türkiye'den *M. tristrami kilisensis*'i, *M. tristrami*'nin diğer bir alttürü olarak tanımlamıştır. Şanlıurfa civarından ise tip yeri Suriye'de bulunan *M. tristrami bodenheimeri* alttürünün yayılış gösterdiğini belirlemiştir. Buna göre *M. tristrami* türü Türkiye'de 6 alttürle temsil edilmektedir (Yiğit vd., 1998b).

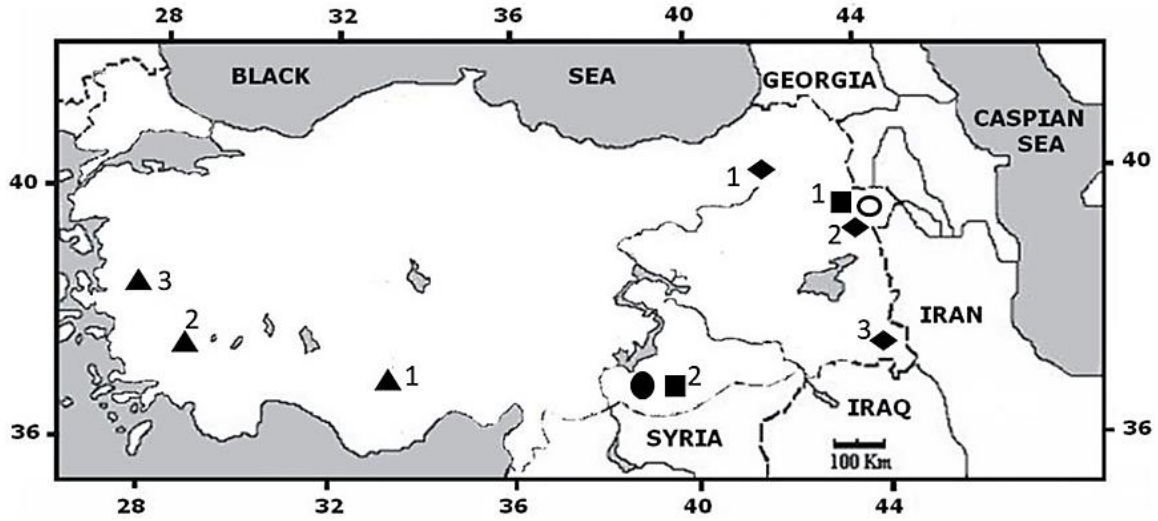
Heptner (1931) İran Azerbaycan'ından topladığı örnekleri *M. vinogradovi* olarak tanımlamıştır. Missone (1957) Şanlıurfa'nın Suriye sınırına yakın kesimlerinden topladığı 804 örneği değerlendirerek bunları *M. vinogradovi* olarak teşhis etmiş ve Türkiye'den bu türün ilk kaydını vermiştir. Vinogradov ve Argyropulo (1941), Oltu-Erzurum yöresinde bu türün bulunduğu kaynak belirtmeden dikkat çekerken, Neuhäuser (1936), Kars'ın güney kesimlerinde, Bobrinskii vd. (1965), Harrison (1972), Corbet (1978) ve Harrison ve Bates (1991), Türkiye'nin kuzeydoğusunda özellikle de Ermenistan'a yakın kısımlarında bu türün bulunabileceğini örneğe dayanmaksızın belirtmişlerdir.

Harrison (1972) bu türle *M. tristrami* arasındaki benzerliğe dikkat çekmiştir. Bu tür Yiğit vd. (2006) tarafından Aralık-Iğdır'dan kaydedilmiş ve türün kromozom sayısı Türkiye'den ilk kez ortaya konmuştur. Shidlovsky (1962). Nahçıvan'dan Türkiye'ye en yakın *M. meridianus* alttürü olarak *M. meridianus dahl'i*yi tanımlamıştır. Bobrinskii vd. (1965), Lay (1967), Vinogradov ve Argyropulo (1941), Heptner (1975), Corbet (1978) bu türün Türkiye'nin doğusuna yakın kesimlerde yayılış gösterdiğini belirtmişlerdir. Yiğit vd. (1998a) bu türü Aralık (Iğdır)'dan kaydetmiştir ve bu türün *M. dahl'i* olduğu belirlenmiştir (Yiğit vd. 2006).

Yerli araştırmacılar tarafından bu cinsin sistematigi üzerine ilk çalışmalar Kefelioğlu (1997), Yiğit vd. (1997), Yiğit vd. (1998 a, b), Yiğit ve Çolak (1998, 1999) tarafından başlatılmıştır. Bu çalışmalarda; Kefelioğlu (1997) *M. tristrami* türüne ait yayılış kayıtları vermiş ve türün farklı alt popülasyonlarını karyolojik, morfolojik ve biyometrik bakımdan değerlendirmiştir. Yiğit vd. (1997) ve Yiğit vd. (1998b)'nin çalışmasında da *M. tristrami* türüne ait yayılış kayıtları, morfolojik ve karyolojik bulgular verilmiştir. Coşkun (1999) bu türün Diyarbakır popülasyonu üzerine sistematik tanımlamalar yapmıştır. *M. crassus* ve *M. dahl'i* türlerinin yayılış kayıtları, morfolojik ve karyolojik özellikleri yine Yiğit vd. (1998a) tarafından verilmiştir. Baydemir vd. (2011) *M. dahl'i*'nin karyotipini bantlama metodunu kullanarak incelemiştir. *M. vinogradovi* ile ilgili ilk yerli çalışma Yiğit vd. (1997) ve Yiğit vd. (2006)'de yayınlanarak türün morfolojik ve karyolojik özellikleri ortaya konulmuştur. *M. persicus* doğu Anadolu'dan kaydedilerek Yiğit ve Çolak (1999)'da morfolojik, biyometrik ve karyolojik özellikleri verilmiştir. Bu türleri de kapsayan morfolojik ve karyolojik bir revizyon niteliğinde bir çalışma Yiğit (2006) tarafından "Türkiye Kemiricileri" başlığı altında yayınlanmıştır. Çöl sıçanlarının türleri morfolojik olarak birbirlerine benzer olmalarıyla bilinirler ve dış morfolojilerine bakılan türlerin ayrımı oldukça zordur. Bu çalışmayla bu 5 türün morfometrik karakteri farklı istatistikî metotlarla analiz edilmiş, türleri bir birinden ayıran karakteristikler ortaya konularak *Meriones* cinsinin sistematigine katkı sağlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyaller ve örnekleme alanları; Bu çalışmada kullanılan örnekler Ankara Üniversitesi Memeli Hayvanlar Araştırma Koleksiyonunda (AUMAC,



Şekil 1. *M. tristrami* alttürlerinin tip lokaliteleri; *M. t. lycaon* (1 ▲ Karaman, 2 ▲ Denizli), *M. t. blackleri*. (3 ▲ Manisa), *M. crassus* (● Şanlıurfa), *M. persicus* (1 ♦ Oltu /Erzurum, 2 ♦ Doğubeyazıt / Ağrı, (3 ♦ Yüksekova / Hakkâri), *M. vinogradovi* (1 ■ Aralık / Ağrı, 2 ■ Şanlıurfa), *M. dahli* (○ Aralık / Ağrı).

Tablo 1. Analizlerde kullanılan türlerin grupları, örnek sayıları ve lokaliteleri.

Grup	Türler	Örnek sayısı	Lokalite isimleri
1	<i>M. crassus</i>	28	Urfâ/Çaylık
2	<i>M. dahlii</i>	43	Aralık/Iğdır
3	<i>M. persicus</i>	16	Yüksekova/Hakkâri, Doğubeyazıt/Ağrı
4	<i>M. vinogradovi1</i>	26	Doğubeyazıt/Ağrı
5	<i>M. vinogradovi2</i>	8	Ceylanpınar/Şanlıurfa
6	<i>M. t. lycaon1</i>	23	Karaman
7	<i>M. t. lycaon2</i>	18	Denizli
8	<i>M. t. blackleri</i>	25	Cambazlı, Kestelli, Kargın / Manisa

www.mammalia.ankara.edu.tr) muhafaza edilmektedir. Çalışmada koleksiyonumuzda bulunan daha önceki çalışmalardan toplanan örneklerle birlikte 107T324 numaralı TÜBİTAK projesi kapsamında yapılan arazi çalışmalarından elde edilen örnekler kullanılmıştır. Kullanılan örneklerin elde edildiği lokaliteler Şekil 1'de gösterilmiştir. İstatistiksel analizlerde *M. tristrami*'yi en iyi temsil ettiği düşünülen *M. t. blackleri* ve *M. t. lycaon* alttür örnekleri ile diğer 4 türe ait toplam 181 örnek kullanılmıştır, bu örnekler için lokaliteler ve örnek sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

İstatistiksel yöntemler; Yakalanan örneklerin morfolojik ayrımında Harrison ve Bates (1991), Yiğit vd. (1997) ve Yiğit vd. (2006)'da verilen kriterler esas alınmıştır. İstatistiksel analizler için 4 dış morfolojik karakter ve 27 kafatası karakterinin ölçüsü kullanılmıştır. Bu ölçülerin alınış yerleri ve kısaltmaları aşağıda verilmiştir.

Ölçüleri kullanılan dış morfolojik karakterler ve kısaltmaları;

1. Tüm boy uzunluğu: Burun ucundan kuyruk ucuna kadar olan mesafenin uzunluğu (TBL).
2. Kuyruk uzunluğu: Anüsün arka ucundan kuyruk ucuna kadar olan mesafe (TL).
3. Ardayak uzunluğu: Ardayağın en uzun parmağının tırnak ucundan topuğun arka kenarına kadar olan mesafesinin uzunluğu (HFL).
4. Kulak uzunluğu: Kulak kepçesinin en derin yeri ile en tepe noktası arasındaki mesafe (EL).

Ölçüleri kullanılan kafatası karakterleri ve kısaltmaları;

1. Zygomatik genişlik: Başın median hattına dik olacak şekilde zygomatik kavislerin en dış noktaları arasındaki mesafenin uzunluğu (ZB).
2. İnterorbital genişlik: Frontal kemiklerin orbitler arasında en çok daraldığı bölgedeki en iç iki nokta arasındaki mesafenin uzunluğu (IC).
3. Condylöbasal uzunluk: Occipital kondillerin en arka noktalarını birleştiren hat ile kesicilerin arasındaki premaksilla kemiklerinin en ön noktalarını birleştiren hat

arasındaki mesafenin uzunluğu (CBL).

4. Condylonasal uzunluk: Occipital kondillerin en arka noktalarını birleştiren hat ile nasal kemiğin en uç noktasını birleştiren hat arasındaki mesafenin uzunluğu (CNL).

5. Occipitonasal uzunluk: Occipital kemiğin en art noktası ile nasal kemiklerin en uç noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (ONL).

6. Basillar uzunluk: Foramen Magnum'un ventralindeki en ön noktası ile maksil kemiğinin en uç noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (BL).

7. Nasal uzunluk: Nasal kemiklerin en ileri noktaları ile nasofrontal dikişin ortasından median hatta dik olarak geçen doğru arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (NL).

8. Nasal genişlik: Nasal kemiğin uzun eksenine dik olacak şekilde, kemiğin en dış iki noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (NW).

9. Frontal suturun uzunluğu: Frontal kemikteki nasal kemikten sonra gelen hattın uzunluğu (FL)

10. Parietal suturun uzunluğu: Parietal kemikteki hattın uzunluğu (PL).

11. Yüz bölgesi uzunluğu: Nasal kemiklerin öndeki en uç noktası ile M¹ alveollerinin en ön noktalarını birleştiren doğru arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (LFR).

12. Bullalı beyin kapsülü yüksekliği: Timpanik bullaların en alt noktalarından geçen düzlemlerle, kafatasının en üst noktalarından geçen düzlem arasındaki mesafenin uzunluğu (LBCW).

13. Mastoid genişlik: Paramastoid çıkıntıları arasındaki mesafenin uzunluğu (MAB).

14. Bullasız beyin kapsülü yüksekliği: M³ alveolünün ön noktası ile kafatasının en üst noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (BLCW).

15. Beyin kapsülü uzunluğu: M³ alveollerinin en art noktalarını birleştiren doğru ile occipital kondillerin en arka noktalarını birleştiren doğru arasındaki mesafenin uzunluğu (BCL).

16. Occipital genişlik: Occipital kemiğin lateral yüzeylerde meydana getirdiği iki çıkıntı arasında kalan mesafe (OW).

17. Beyin kapsülü genişliği: Parietal kemiklerin en geniş iki noktası arasındaki mesafe (BW).

18. Diastema uzunluğu: Sol üst kesici dişin alveolünün en art noktası ile sol M¹ alveolünün ön noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (DL).

19. Damak uzunluğu: Foramen incisivanın en art noktalarını birleştiren doğru ile foramen post incisivanın en ön noktalarını birleştiren doğru arasındaki en kısa

mesafenin uzunluğu (PAL).

20. Foramen incisivum uzunluğu: Foramen incisiva'nın en ön noktalarını birleştiren doğru ile en art noktalarını birleştiren doğru arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (FI).

21. Timpanik bulla yüksekliği: Timpanik bullanın ventralinin en alt noktası ile suprameatal üçgenin en üst kenarı arasında kalan mesafe (HTB).

22. Timpanik bulla uzunluğu: Timpanik bullanın ventraldeki en büyük uzunluğu (LTB).

23. Timpanik bulla genişliği: Timpanik bullanın ventraldeki en büyük genişliği (WTB).

24. Alt çenenin angular uzunluğu: Mandibul kemiğinin en ön noktası ile angular çıkıntının en arka noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (MAL).

25. Mandibul yüksekliği: Coronoid process'in en uç noktası ile mandibulun en alt noktası arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (MAH).

26. Üst molar alveolleri uzunluğu: Sağ üst molar alveollerinin en ön noktası ile en arka noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (UML).

27. Alt molar alveolleri uzunluğu: Sağ alt molar alveollerinin en ön noktası ile en arka noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (LML).

Ölçülen karakterler SPSS 13 ve NTSYS-pc 2.1 paket programı ile istatistiki olarak analiz edilmiştir. Populasyonlar arasındaki morfometrik karakterler arasında fark olup olmadığını saptamak için ilk olarak Varyans Analizi (ANOVA), daha sonra ise bu farklılıkların hangi morfometrik karakterlerde olduğunu saptamak için Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) yapılmıştır. MANOVA ile populasyonlar ve ölçülen karakterlerin kovaryans matrislerinin eşit olduğu varsayımını test etmek için Box's M test sonucuna bakılmıştır ve kovaryans eşitliği sağlandığı belirlenmiştir, analizlere daha sonra Temel Bileşenler (PCA) ve Faktör Analizi ile devam edilmiştir, Bu analizde veri setinin Faktör Analizi için uygun olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi kullanılmıştır, populasyonlar arası maksimum farklılığı açıklayan vektörler hesaplanmıştır. Ayrıca veri setinden benzerlik ve farklılık matrisleri üretilerek NTSYS-pc 2.1 paket programı ile UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean = Aritmetik ortalamaların kullanıldığı ağırlıksız çift-grup yöntemi) kümeleme analizi ile ağaç (dendrogram) oluşturulmuştur. Bu analizde populasyonların ölçü karakterlerinin ortalama değerleri

Tablo 2. Morfometrik karakterlerin ayırım gücünü belirlemek için yapılan MANOVA sonuçları.

Karakter	Wilks' Lambda	F	Gruplar arası serbestlik derecesi	Grup içi serbestlik derecesi	İstatistikî Önemlilik α : 0.05
TBL	,436	33,102	7	179	,000
TL	,493	26,283	7	179	,000
HFL	,317	54,990	7	179	,000
EL	,324	53,281	7	179	,000
ZB	,549	21,036	7	179	,000
IC	,606	16,648	7	179	,000
CBL	,691	11,413	7	179	,000
CNL	,490	26,635	7	179	,000
ONL	,508	24,785	7	179	,000
BL	,587	18,009	7	179	,000
NL	,412	36,521	7	179	,000
NW	,343	48,907	7	179	,000
FL	,389	40,169	7	179	,000
PL	,639	14,460	7	179	,000
LFR	,413	36,398	7	179	,000
LBCW	,683	11,869	7	179	,000
MAB	,290	62,587	7	179	,000
BLCW	,455	30,685	7	179	,000
BCL	,413	36,388	7	179	,000
OW	,014	1761,5	7	179	,000
BW	,354	46,687	7	179	,000
DL	,276	66,971	7	179	,000
PAL	,402	38,012	7	179	,000
FI	,468	29,103	7	179	,000
HTB	,244	79,403	7	179	,000
LTB	,558	20,284	7	179	,000
WTB	,461	29,877	7	179	,000
MAL	,358	45,837	7	179	,000
MAH	,630	15,035	7	179	,000
UML	,291	62,356	7	179	,000
LML	,301	59,374	7	179	,000

Manhattan mesafesine göre kümelenecek UPGMA ağacı çizilmiştir. Veri setine son olarak Ayırışım Fonksiyon Analizleri (DFA) uygulanmıştır. Ayırışım Fonksiyon analizi popülasyonlar arasındaki çok değişkenli farkları test etmek, önceden belirlenen popülasyonları birbirinden en iyi veya benzer düzeyde ayırıştıran bağımsız değişkenleri belirlemek, homojen veya farklı popülasyonları saptamak ve popülasyonlardaki birimler arasındaki farklılığı ortaya çıkartmak için kullanılmıştır.

Bulgular

Biyometrik analizlerde kullanılan dış morfolojik ve kafatası karakterlerine sırasıyla ANOVA, MANOVA, PCA, UPGMA ve DFA analizleri uygulanmıştır. Morfometrik veri setinin analizlerde kullanmaya uygun olup olmadığını belirlemek için veri seti ANOVA ile analiz edilmiştir, hesaplanan varyanslar popülasyonların morfometrik karakter setinin istatistikî olarak birbirinden

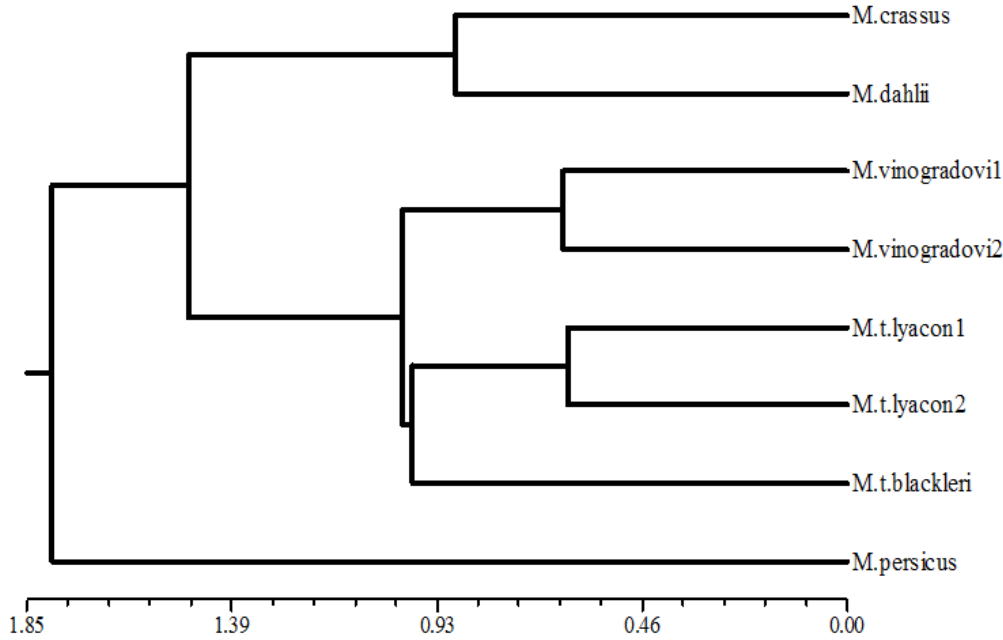
farklı olduğunu göstermiştir ($P<0,05$). Bunu takiben yapılan MANOVA sonuçlarına göre de 31 morfometrik karakterin 0,05 anlamlılık derecesine göre istatistikî farklılığa sahip olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen taksonomik gruplar arasındaki hangi karakterlerin ayırım gücünün fazla olduğunun belirlenmesinde önemli bir kriter, Wilks'in Lambda değeridir. Bu değer 0 ile 1 arasındadır, 1'e doğru yaklaştıkça veri setinin istatistikî anlamlılığı düşük, 0'a doğru yaklaştıkça yüksektir. Buna göre 31 morfometrik karakter popülasyonlar arasında farklılık göstermiştir. Türler arasında OW'nin ayırım gücü en yüksek ve CBL'nin ise en düşük olduğu görülmüştür (Tablo 2). PCA'da ise veri setinin Faktör Analizi için uygun olup olmadığını belirlemek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett (ki-kare) analizi yapılmıştır ve sırasıyla 0,948 (%94) ile 8063,335 değerleri elde edilmiştir (Tablo 3). Bu indeks değerleri değişkenler arası gözlenen korelasyon ile kısmi korelasyonun kat

Tablo 3. KMO ve Bartlett Test sonuçları.

Kaiser-Meyer-Olkin örneklerin yeterlilik ölçümü		,948
Bartlett'in küresellik testi	Ortalama Ki-Kare	8063,335
	df (serbestlik derecesi)	465
	Önem derecesi	,000

Tablo 4. Bileşenlere (PCA) ait toplam açıklanan varyanslar ve yüzdeleri.

Bileşenler	Başlangıç Eigen Değerleri		
	Toplam	Varyansın Yüzdesi	Toplam Varyansın Yüzdesi
1	17,498	56,5	56,5
2	3,240	10,5	66,9
3	2,015	6,5	73,4
4	1,549	5,0	78,4

**Şekil 2.** Tablo 4'deki matris değerlerinden üretilmiş UPGMA ağacı.

sayılarının karşılaştırılması ile elde edilmiş olup veri setimizin Faktör Analizi için mükemmel bir uygunluk gösterdiğini ifade etmektedir. Eigen değerleri 1'den büyük olan faktörler anlamlıdır. Tablo 4'de görüldüğü gibi ilk dört bileşen anlamlı bulunmuştur ve bu dört bileşen toplam varyansın %78,395'ini açıklamaktadır. PCA'daki bileşenler üzerine etkili olan karakterler (değeri 0,7 üzerinde olanlar) Tablo 5'de görülmektedir;

1. Bileşende total varyansın %56,4'ini açıklayan karakterler: TBL, TL, EL, ZB, IC, CBL, CNL, ONL, BL, NL, FL, LFR, LBCW, MAB, BLCW, BCL, BW, DL, PAL, FI, MAL, MAH, UML, LML.

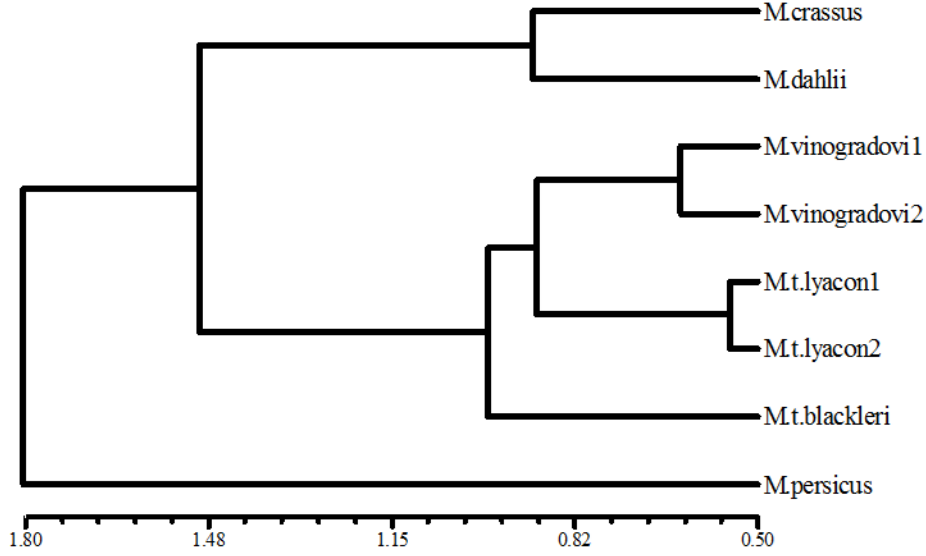
2. Bileşende total varyansın %10,4'ünü açıklayan

karakterler: HTB, LTB, WTB.

3. Bileşende total varyansın %6,5'ini açıklayan karakterlerde ayırım gücü 0,7'nin üzerinde karakter bulunmamaktadır.

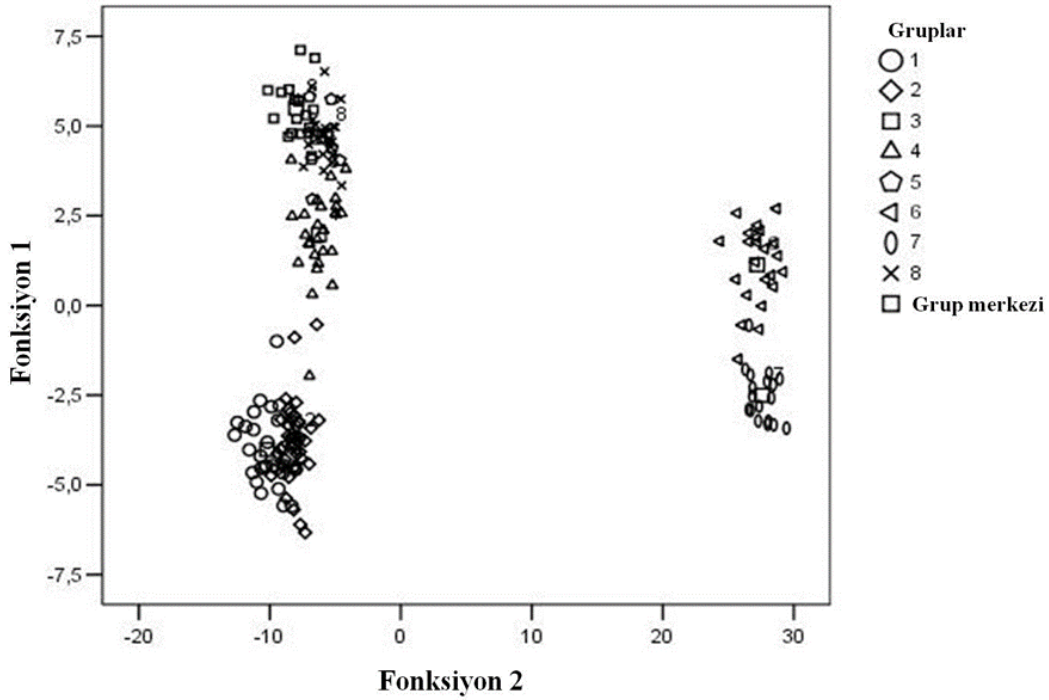
4. Bileşende total varyansın %4,9'unu açıklayan karakterlerde ayırım gücü 0,7'nin üzerinde karakter bulunmamaktadır.

UPGMA ağacı iki ayrı karakter setinden iki ayrı şekilde üretilmiştir. İlk olarak analiz edilen bütün morfometrik karakterler kullanılarak farklılık matrisi oluşturulmuştur (Tablo 6), bu matris değerleri üzerinden UPGMA ağacı üretilmiştir (Şekil 2). Daha sonra PCA'daki bileşenler üzerine (1. ve 2. faktör üzerine) ayırım



Şekil 3. PCA'da total varyansı açıklayan 4 faktöre etki eden ölçü karakterleri (0,7 ve üzeri) dikkate alınarak alınarak üretilmiş UPGMA ağacı.

Ayrışım Fonksiyonları



Şekil 4. Grupların ayrışım fonksiyon grafiği (Gruplar Tablo 1'de verilmiştir).

etkisi yüksek olan karakterler dikkate alınarak karşılaştırma amacıyla ikinci bir UPGMA ağacı oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu UPGMA ağaçları Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Her iki UPGMA ağacı da benzer bir topoloji oluşturmuştur ve populasyonlar belirgin bir şekilde birbirinden ayrılmıştır. Bu durum morfometrik karakterlerin ayırım gücünün türler arasında oldukça

yüksek olduğunun bir kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

UPGMA ağacında en yüksek benzerlik, morfolojik benzerliğe dayanılarak beklediği gibi, *M. vinogradovi* ve *M. tristriami*'nin analiz edilen iki alt populasyonunda ortaya çıkmıştır; *M. t. lyacon* alttürüne *M. t. blackleri* alttürü bağlanarak yakın bir altküme oluşturmuşlar, bu alt küme ise *M. vinogradovi* alt kümesi bağlanmıştır. Bu

Tablo 5. Ekstraksiyon metoduna göre PCA’da oluşturulan 4 bileşenin matrisi üzerine karakterlerin ağırlıkları.

Karakterler	Bileşenler			
	1	2	3	4
TBL	,763	-,249	,093	,335
TL	,576	-,380	,138	,358
HFL	,653	-,327	,012	,319
EL	,790	-,383	-,032	,122
ZB	,927	,081	,052	-,073
IC	,761	,255	-,002	,139
CBL	,770	,077	-,066	,064
CNL	,973	,124	-,080	,084
ONL	,947	,145	-,090	,103
BL	,930	,200	-,067	,023
NL	,902	-,055	-,275	,097
NW	,674	-,052	-,364	-,382
FL	,837	-,018	,185	-,216
PL	,308	,252	-,500	,578
LFR	,965	,035	-,020	,131
LBCW	,747	,449	-,101	-,104
MAB	,800	-,331	-,276	-,109
BLCW	,754	,067	,386	-,011
BCL	,746	,077	,490	,117
OW	-,235	,362	,692	,421
BW	,846	,032	,045	-,065
DL	,703	-,007	,238	-,102
PAL	,964	-,057	-,116	-,018
FI	,799	,150	-,065	,210
HTB	-,175	,758	,322	-,088
LTB	,071	,880	-,208	,010
WTB	-,249	,774	-,326	,085
MAL	,896	,103	-,159	-,250
MAH	,741	,327	,252	-,211
UML	,799	-,078	,278	-,218
LML	,746	-,068	,127	-,386

bulgulara göre, bu iki tür, çalışılan türler arasında morfometrik benzerliği en fazla olan türlerdir. *Meriones vinogradovi* – *M. tristrami* alt kümesine aynı alt kümede yer alan *M. crassus* – *M. dahli* türleri bağlanmıştır. En farklılaşmış tür *M. persicus* olup UPGMA ağacında en dış dal olarak *M. crassus* – *M. dahli* alt kümesine bağlanmıştır. DFA ile üretilen grafiğe göre *M. tristrami* türünün Karaman (*M. t. Iycaon* -6) ile Denizli (*M. t. Iycaon* -7) örnekleri fonksiyon 1’e göre diğer örneklerden açık bir şekilde ayrılmıştır. DFA grafiğine göre morfometrik ölçüleri kısmen daha küçük iki tür olan *M. dahli* (2) ve *M. crassus* (1) UPGMA ağacında olduğu gibi fonksiyon 2’ye göre ayrı bir grup oluşturmuştur ve morfometrik ölçüleri belirgin şekilde daha büyük olan *M. persicus* (3) fonksiyon 2’nin üst kesimlerine doğru yer alırken, *M. vinogradovi* (4, 5) ve *M. t. blackleri* de fonksiyon 2’ye göre kısmen ayrılmışlardır (Şekil 4).

Tartışma

Meriones Illiger, 1811 cinsinin verilen son kayıtlara göre *M. crassus*, *M. persicus*, *M. tristrami*, *M. vinogradovi* ve *M. dahli* olmak üzere Türkiye’de 5 türü yayılış göstermektedir (Yiğit vd., 1998a, b; Yiğit vd., 1999; Yiğit vd., 2006). Türkiye’de *Meriones* cinsi üzerine yapılan çalışmalar genelde *M. tristrami* türü üzerinde karyolojik analizleri ve lokal kayıtları içermektedir (Kefelioğlu, 1997; Yiğit vd., 1997; Yiğit vd., 1998a, b; Yiğit ve Çolak, 1998; Yiğit vd., 1999; Coşkun, 1999; Baydemir vd., 2011), bunların dışında sınırlı sayıda filogenetik çalışma vardır (Yiğit vd., 2013; Yiğit vd., 2016). Biyometrik analiz anlamında bu çalışma ilk olup bu kapsamda yukarıda verilen bu beş türün dış morfolojik ve kafatası ölçüleri PCA, UPGMA ve DFA istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Bu beş türün dış morfolojisi ve kafatasındaki

Tablo 6. Sekiz lokaliteye ait *Meriones* örneklerinin ortalama değerleri standardize edilerek hazırlanmış farklılık matrisi (NTSYS pc2.1; divide=STD, subts=MIN, direction=Col, coeff=EUCLID, direction=Cols).

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0							
2	0.884	0						
3	2.283	2.674	0					
4	1.162	1.550	1.471	0				
5	1.398	1.763	1.577	0.640	0			
6	1.368	1.671	1.339	0.863	1.078	0		
7	1.436	1.798	1.431	0.952	1.153	0.630	0	
8	1.298	1.386	1.761	0.910	1.056	0.860	1.102	0

farklılıklar Yiğit vd. (1997), Yiğit vd. (1998a, b), Yiğit vd. (2006) ve Yiğit ve Çolak (1999) tarafından detaylı olarak verilmiştir. Bu çalışmalara bakıldığında *M. vinogradovi* ve *M. tristrami* türlerinin dış morfolojisi ve kafatası bakımından birbirine çok benzediği hatta sibling tür olarak nitelendiği görülmektedir. Bu çalışmada da bu iki tür morfometrik karakterleri bakımından da en yakın türler olarak ortaya çıkmıştır. Darvish (2009), yaptığı çalışmada İran ve Afrika'da yayılış yapan 14 *Meriones* türünü biyometrik olarak karşılaştırmıştır, onun bulgularında da *M. vinogradovi* ve *M. tristrami* türleri aynı alt küme içerisinde yer almışlardır. Bu bakımdan bu çalışmanın sonuçları Darvish (2009)'ün bulgularıyla uyumludur. Çalışılan diğer türlerden *M. crassus* kafatasında işitme kapsüllerinin şişkin, suprimeatal üçgenin posteriyör kısmının açık ve beyin kapsülünün geniş oluşuyla diğer türlerden ayrılır (Yiğit vd., 1997; Yiğit vd., 1998a; Yiğit vd., 2006). Bu tür büyüklük olarak *M. dahli*'ye (sinonim: *M. meridianus*) benzer, ancak *M. dahli*'nin kürk rengi oldukça farklıdır, bu iki tür yayılış alanları ve habitat tercihleri bakımından farklılık göstermektedir. Yaptığımız istatistiksel analizlerde *M. crassus* - *M. dahli* gerek UPGMA, gerekse DFA grafiklerinde yakın gruplar olarak ortaya çıkmışlardır. UPGMA ağacında bu iki tür *M. vinogradovi* ve *M. tristrami* alt kümesine bağlanmıştır. Bu farklılaşmaya neden olan karakterlerden en önemlileri OW, HTB olup, farklılaşma, kafatası genişliği ve işitme bullasındaki büyüklük farklarından kaynaklanmaktadır. Darvish (2009), çalışmasında da *M. crassus* - *M. dahli* (*M. meridianus* tür ismi kullanılmıştır) benzer şekilde aynı alt küme içerisinde yer almışlardır. Türkiye'de yayılış yapan türler içinde morfometrik olarak en farklı tür *M. persicus* olup *M. vinogradovi* - *M. tristrami* ve

M. crassus - *M. dahli* alt kümelerine en dıştan bağlanmıştır. Darvish (2009)'ün çalışmasında *M. persicus*, *M. vinogradovi* - *M. tristrami* alt kümesine bağlanmış, *M. crassus* - *M. dahli* türleri farklı bir dal olarak ortaya çıkmışlardır. Bu bakımdan Darvish (2009)'ün *M. persicus*'un UPGMA ağacındaki diğer türlerle ilişkisi bu çalışmadaki bulgulardan farklılık göstermektedir. Yazdı vd. (2014), *M. crassus* ve *M. libycus*'u morfolojik olarak karşılaştırmıştır; bu araştırmacılar bulgularımızı destekler şekilde *M. crassus*'un bulla büyüklüğünün türler arasında morfolojik farklılığa yol açtığını vurgulamıştır. Araştırmacılar ayrıca İran platosu ile Batı Zagros dağlarının doğal coğrafik bariyer oluşturduğunu ve türlerde bu doğal bariyerin morfolojik farklılaşmaya yol açtığını belirtmiştir. Dianat vd. (2016), *M. persicus*'un evrimi üzerinde yaptığı çalışmada Çöl sıçanlarının türleşme süreçlerinin milattan önce 1,4 milyon yıl öncesine kadar uzandığını belirtmiştir. Bu süre içerisinde Anadolu'nun önemli bir kısmının, özellikle İç Anadolu'nun iç denize sahip olduğu dikkate alındığında *M. tristrami*'nin daha yakın zamanlarda Anadolu'daki günümüz yayılışını tamamladığı söylenebilir. Morfolojik çalışmaların sonuçlarındaki benzerliklere rağmen Yiğit vd. (2013)'ün *Meriones* türlerinin genetik benzerliğini 23 allozim lokusunu esas alarak yaptığı çalışmada, *M. tristrami* ve *M. crassus* türleri genetik olarak birbirlerine en yakın türler olarak belirlenmiştir. Bu iki türe *M. dahli* bağlanmış, ilginç şekilde en farklı tür olarak *M. vinogradovi* ortaya çıkmış, *M. persicus* ise *M. tristrami*, *M. crassus*, *M. dahli* ile *M. vinogradovi* alt kümeleri arasında yer almıştır. *Meriones persicus*'un morfometrik farklılığı ölçülerindeki büyüklükten kaynaklanmaktadır. Allozim sonuçları morfometrik farklılaşma ile genetik farklılaşmanın örtüşmediğini

göstermektedir. Yiğit vd. (2013) bu duruma dayanarak *Meriones* cinsinin monofiletik olamayabileceği şeklinde yorum yapmışlardır.

Sonuç olarak; *M. tristrami* türüne ait bu çalışmada morfometrik olarak incelenen üç populasyon içinde *M. t. blackleri* alttürünün daha fazla farklılaşmış olduğu, *M. tristrami* ve *M. vinogradovi* arasındaki morfolojik benzerliğin morfometrik karakterlerde de ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu morfometrik benzerliğin benzer şekilde *M. crassus* ve *M. dahli* arasında ortaya çıktığı, morfometrik olarak en farklılaşmış türün *M. persicus* olduğu belirlenmiştir. UPGMA ağacındaki (Şekil 2, 3) net gruplanmaya karşın, DFA grafiğinde (Şekil 4) türlerin bütün örneklerinin kendi kümeleri içine girmediği, çakışma ve üst üste binmelerin olduğu görülmektedir. Bu durum aynı cins içerisinde yakın türler olmalarının bir kanıtı olarak ve morfometrik karakterlerdeki analogi olarak değerlendirilmiştir. Morfometrik bulgularımız çalışılan türler içinde Anadolu'da en geniş yayılışlı tür olan *M. tristrami*'nin bu coğrafyada farklılaştığını ve cins içinde daha yeni bir tür olduğu yönündeki görüşümüzü destekler şekildedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan örneklerin ve bulguların bir kısmı 107T324 numaralı TÜBİTAK projesinden elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Baydemir N.A., Demirbaş Y., Pamukoğlu N., Albayrak İ., Yağcı T. 2011. Karyotypic studies of *Meriones dahli* Shidlovsky, 1962 (Rodentia: Muridae) from Turkey. *Caryologia*, 64(2): 179-183.
- Bobrinskii N.A., Kuznetsov B.A., Kuzyakin A.P. 1965. Key to the Mammals of the U.S.S.R., 2nd edition. Izdatel stvo. Prosveshchenie, Moscow. 380 p. (In Russian)
- Corbet G.B. 1978. The mammals of the palaeartic region; a taxonomic review. London, British Museum (Natural History), Cornell University Press.
- Coşkun Y. 1999. Diyarbakır *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillidae) örneklerinin morfolojik özellikleri. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2): 345-355. (In Turkish with English abstract)
- Darvish J. 2009. Morphometric comparison of fourteen species of the genus *Meriones* Illiger, 1811 (Gerbillinae, Rodentia) from Asia and North Africa. *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 5(1): 59-77.
- Dianat M., Darvish J., Cornette R., Allabadian M., Nicolas V. 2017. Evolutionary history of the Persian Jird, *Meriones*

- persicus*, based on genetics, species distribution modelling and morphometric data. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 55(1): 29-45.
- Ellerman J.R., Morrison-Scott T.C.S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian mammals 1758 to 1946. British Museum Natural History, London.
- Harrison D.L., Bates P.J.J. 1991. The Mammals of Arabia. Second Edition, Harrison Zoological Museum. Kent/England.
- Heptner W.G. 1975. Über einige Besonderheiten der Frombildung und der geographischen Verbreitung der Rennmaus, *Meriones (pallasiomys) meridianus* Pallas, 1773. *Zeitschrift Säugetierkunde*, 40: 261-269.
- Kefelioğlu H. 1997. Taxonomic status and karyological characters of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 21: 57-62 (In Turkish with English abstract).
- Lay D.M. 1967. A study of the mammals of Iran, resulting from Street Expedition of 1962-1963. *Fieldiana Zoology*, 54: 1-282.
- Missonne X. 1957. Mammifères de la Turquie Sub-orientale et du nord de la Syrie. *Mammalia*, 21: 53-67.
- Neuhäuser G. 1936. Die Muriden von Kleinasien. *Zeitschrift Säugetierkunde*, 11: 161-236.
- Shidlovsky M.V. 1962. Key to the rodents of Transcaucasia. Mechniereba. Tbilisi, USSR. (In Russian)
- Vinogradov B.S., Argyropulo A.I. 1941. Fauna of the USSR. Mammals, Key to the rodents. Leningrad pub.
- Yazdı F.T., Adriaens D., Darvish J. 2014. Cranial phenotypic variation in *Meriones crassus* and *M. libycus* (Rodentia, Gerbillinae), and a morphological divergence in *M. crassus* from the Iranian Plateau and Mesopotamia (Western Zagros Mountains). *European Journal of Taxonomy*, 88: 1-28.
- Yiğit N., Çolak E., Saygılı F., Yüce D. 2013. Allozyme variations in the genus *Meriones* (Gerbillinae: Rodentia) from Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65: 299-306.
- Yiğit N., Çolak E. 1998. A new subspecies of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) from Kilis (Southeastern Turkey); *Meriones tristrami kilisensis* subsp. n. *Turkish Journal of Zoology*, 22: 99-103.
- Yiğit N., Çolak E. 1999. A study of the taxonomy and karyology of *Meriones persicus* (Blanford, 1875) (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 23: 269-274.
- Yiğit N., Çolak E., Sözen M., Karataş A. (2006). Rodents of Türkiye. Meteksan co. Ankara.
- Yiğit N., Kıvanç E., Çolak E. 1998. On the taxonomic status of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 16: 19-30.
- Yiğit N., Kıvanç E., Çolak E. 1997. Türkiye'deki *Meriones* Illiger, 1811 (Rodentia; Gerbillinae) türlerinin teşhis

- karakterleri ve yayılışı. Turkish Journal of Zoology, 21: 361-374.
- Yiğit N., Kıvanç E., Çolak E. 1998. Contribution to taxonomy and karyology of *Meriones meridianus* (Pallas, 1773) and *Meriones crassus* Sundevall, 1842 (Rodentia: Gerbillinae) from Turkey. Zeitschrift Säugetierkunde, 63: 311-314.
- Yiğit N., Yiğit F.S., Çolak E., Çolak R., Çetintürk, D. 2016. Genetic differentiation of the *Meriones tristrami* (Mammalia: Rodentia) subpopulations in Turkey – inferring allozyme variations. Turkish Journal of Zoology, 40: 894-899.