

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BATI ANADOLU'DAKİ SU SIÇANININ (*Arvicola terrestris* Linneaus, 1758)
TAKSONOMİK DURUMU VE ALLOZİM VARYASYONLARI**

Bülent GÖZCELİOĞLU

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2009**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BATI ANADOLU'DAKİ SU SIÇANININ (*ARVICOLA TERRESTRIS* LİNNEAUS, 1758) TAKSONOMİK DURUMU VE ALLOZİM VARYASYONLARI

Bülent GÖZCELİOĞLU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ercüment ÇOLAK

Türkiye'nin batısında (Orta, İç, Batı Anadolu ve Trakya) yayılış gösteren *Arvicola* cinsine ait 116 örnek morfolojik, morfometrik, geomorfometrik, karyolojik ve elektroforetik yöntemlerle araştırıldı. Morfolojik, kafa morfolojisi ve morfometrik özellikler çalışıldı. Batı Türkiye'deki *A. terrestris* populasyonlarında morfolojik, geomorfometril ve morfometrik varyasyonlar hesaplandı. Batı Türkiye'de *Arvicola terrestris persicus* olarak tanımlanan, *A. terrestris*'in Anadolu populasyolarından elde edilen bulgularla, *Arvicola terrestris cerncavskii* olarak tanımlanan Trakya populasyonundan elde edilen bulgular karşılaştırıldı ve bu populasyonlar arasında istatistiksel olarak farklar bulundu. Karyolojik olarak bir farka rastlanmadı. Nişasta jel elektroforezi tekniği kullanılarak 60 örneğinin Esteraz (Es), İzositrat dehidrogenaz (Idh), Malat dehidrogenaz (Mor), Malik enzim (Me), Fosfoglukomütaz (Pgm), Alfagliserofosfat dehidrogenaz (Gdp), Glukofosfat izomeraz (Gpi), Nukleosid fosforilaz (Np), Adenozin deaminaz (Ada), 6- fosfoglukonat dehidrogenaz (Pgd), Aconitaz (Aco), Hekzokinaz (Hk), Mannoza fosfat izomeraz (Mpi), Glukoz dehidrogenaz (Gd), Superoksit dismutaz (Sod), Fumeraz (Fm) varyasyonları incelendi ve allozimlerin allel frekansları hesaplandı. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda, yalnızca Esteraz alellerinde farklılık bulundu.

Ocak 2009, 128 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Arvicola terrestris*, morfoloji, biyometri, geomorfometri, allozim, taksonomi

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

TAXONOMIC STATUS AND ALLOZYME VARIATION OF WATERVOLE, (*ARVICOLA TERRESTRIS* LINNEAUS, 1758) IN WESTERN ANATOLIA

Bulent GOZCELIOGLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ercument COLAK

A total of 116 specimens of the genus *Arvicola* distributed in the western part of Turkey (Middle, Inner and Western Anatolia and Turkish Trace) were examined based on morphometrical, geomorphometrical and electrophoretical methods. Morphological, cranial morphology and morphometrical properties were studied and morphological, geomorphometric and morphometrical variations were encountered in *A. terrestris* populations in western Turkey. Based on the morphology two populations are compared and statistical significant differences were found. Depending on the findings from Anatolian and Turkish Trace samples, their subspecific status determined as *Arvicola terrestris persicus* and *Arvicola terrestris cerncavskii* respectively. No karyological differences were found. Isositrte dehydrogenase (Idh), Malate dehydrogenase (Mdh), Malic enzyme (Me), Phosphoglucomutase (Pgm), Alpha glycerophosphate dehydrogenase (Gdp), Glucophosphate isomerase (Gpi), Nucleoside phosphorylase (Np), Adenosine deaminase (Ada), 6- phosphogluconate dehydrogenase (Pgd), Aconitase (Aco), Hexokinase (Hk), Manos phosphate isomerase (Mpi), Glucose dehydrogenase (Gd), Superoxide dismutase (Sod), Fumarase (Fm) variations of 60 tissue samples were examined by starch gel electrophoresis technique and allele frequencies of allozymes were calculated. Only a difference in Esterase enzyme system was found.

January 2009, 128 pages

Key Words: *Arvicola terrestris*, morphology, biometry, geomorphometri, allozyme, taxonomy

TEŞEKKÜR

Tez konusunu öneren ve çalışmalarımada maddi, manevi yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Ercüment ÇOLAK (Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi) başta olmak üzere, çalışmalarımada yardımlarıyla katkı sağlayan Prof. Dr. Nuri YİĞİT'e (Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi), istatistiksel değerlendirmeler ve enzim çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Doç. Dr. İrfan KANDEMİR'e (Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi) laboratuvar çalışmalarımada deneyimlerinden yararlandığım Doç. Dr. Reyhan ÇOLAK'a (Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi), örneklerini kullanmama izin veren Yrd. Doç. Dr. Şakir ÖZKURT'a (Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi), enzim çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Araştırma Görevlisi Gül OLGUN'a, teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP: 20080705003) tarafından desteklenmiştir.

Bülent GÖZCELİOĞLU

Ankara, Ocak 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.	4
2.1 Ordo: Rodentia (Kemiriciler)	4
2.2 Familya: Muridae	6
2.3 Alt familya: Arvicolinae.....	6
2.4 Cins: <i>Arvicola</i> Lacépède , 1799.....	7
2.5 Tür: <i>Arvicola terrestris</i> Linnaeus, 1758.....	7
2.5.1 <i>Arvicola terrestris persicus</i> de Filippi, 1865	8
2.5.2 <i>Arvicola terrestris hintoni</i> Aharoni, 1932.....	9
2.5.3 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> Petrov, 1949.....	9
2.6 Geometrik Morfometri	10
2.7 Elektroforez Çalışmaları.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1 Karyotip Preparasyon Tekniği	14
3.2 Ölçüleri kullanılan dış ve iç karakterler	16
3.2.1 Ölçüleri kullanılan dış karakterler	16
3.2.2 Ölçüleri kullanılan iç karakterler	16
3.3 Elektroforez Çalışmaları	20
3.3.1 Nişasta jel elektroforez deneyinin yapılışı	20
3.3.2 Elektroforetik çalışmalarında kullanılan tampon sistemleri	23
3.3.2.1 Koşturma ve jel tampon sistemleri	23
3.3.3 Enzim sistemleri	26
3.3.4 Boyama	28
3.3.4.1 Boya Tamponu	28

3.3.4.2 Enzim sistemlerine spesifik boyalar	28
3.4 Geometrik Morfometri Uygulamaları	34
3.4.1 Fotoğraf çekme işlemi	37
3.4.2 Tps dosyalarının hazırlanması	37
3.5 Gruplar Arasındaki Farklılık Testi (MANOVA).....	38
3.6 Deformasyon Gridleri	38
3.7 Ayırışım Fonksiyon Analizi (DFA)	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	39
4.1 Cins: <i>Arvicola Lacépède</i> , 1799	39
4.1.1 Yayılışı	39
4.1.2 Habitat	41
4.2 <i>Arvicola terrestris persicus</i> de Filippi, 1865.....	42
4.2.1 <i>Arvicola terrestris persicus</i> alttüründe dış morfolojik karakterler	43
4.2.2 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un kafatası karakterleri	45
4.2.3 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un iç ve dış karakter ölçüleri	46
4.2.4 <i>Arvicola terrestris persicus</i> alttüründe dış durumu	48
4.2.5. <i>Arvicola terrestris persicus</i> alttürünün karyolojik özellikleri	48
4.3 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> Petrov, 1949	49
4.3.1 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> alttüründe dış morfolojik karakterler	50
4.3.2 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> alttüründe kafatası karakterleri	51
4.3.3 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> 'nin dış ve iç ölçü karakterleri	53
4.3.4 Karyolojik özellikleri	54
4.4 <i>Arvicola terrestris</i> 'in Trakya ve Anadolu Populasyonlarının Biyometrik Analizi	56
4.4.1 Geometrik morfometrik analiz	56
4.4.1.1 Kafatasının dorsal bölgesine uygulanan geometrik morfometri bulguları	56
4.4.1.1.2 Üst üste bindirme	56
4.4.1.1.3 <i>Arvicola terrestris</i> grupları arasındaki dorsal veriler farklılığı	57
4.4.1.1.4 Deformasyon gridleri	59
4.4.1.1.5 Ayırışım fonksiyon analizi	59
4.4.1.1.6 UPGMA dendrogramı	63

4.4.2 Ventral bölgeye uygulanan geometrik morfoloji bulguları	64
4.4.2.1 Üst üste bindirme.....	64
4.4.2.2 <i>Arvicola terrestris</i> grupları arasındaki ventral veriler farklılığı	65
4.4.2.3 Deformasyon gridleri	67
4.4.2.4. Ayrışım fonksiyon analizi	71
4.4.2.5 UPGMA dendrogramı	75
4.4.3 Kafatasının lateral bölgeye uygulanan geometrik morfoloji bulguları	76
4.4.3.1 Üst üste bindirme	76
4.4.3.2 <i>Arvicola terrestris</i> grupları arasındaki lateral veriler farklılığı	77
4.4.3.3 Deformasyon gridleri	79
4.4.3.4 Ayrışım fonksiyon analizi	79
4.4.3.5 UPGMA dendrogramı	82
4.4.4 Alt Çene bölgesine uygulanan geometrik morfoloji bulguları	83
4.4.4.1 Üst üste bindirme	83
4.4.4.2 <i>Arvicola terrestris</i> grupları arasındaki alt çene veriler farklılığı	85
4.4.4.3 Deformasyon gridleri	86
4.4.4.4 Ayrışım fonksiyon analizi	89
4.4.4.5 UPGMA dendrogramı	92
4.5 <i>Arvicola terrestris</i> 'in Anadolu ve Tarkya Populasyonlarının Morfometrik Analizi...	92
4.5.1 UPGMA dendrogramı	94
4.6 <i>Arvicola terrestris</i> 'in Anadolu ve Trakya Populasyonlarının Allozim Analizi.....	94
4.7 İstatistik Analizleri.....	98
4.8 <i>Arvicola terrestris persicus</i> ile <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> 'nin Karşılaştırılması	99
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	101
KAYNAKLAR	111
ÖZGEÇMİŞ.....	118

SİMGELER DİZİNİ

(Aco)	Aconitaz
(Ada)	Adenozin deaminaz
(Es)	Esteraz
(Fm)	Fumeraz
(Gd)	Glukoz dehidrogenaz
(Gdp)	Alfagliserofosfat dehidrogenaz
(Gpi)	Glukofosfat izomeraz
(Hk)	Hekzokinaz
(Idh)	İzositrat dehidrogenaz
(Me)	Malik enzim
(Mor)	Malat dehidrogenaz
(Mpi)	Mannoz fosfat izomeraz
(Np)	Nukleosid fosforilaz
(Pgd)	6- fosfoglukonat dehidrogenaz
(Pgm)	Fosfoglukomütaz
(Sod)	Superoksit dismütaz
2n	Diploid kromozom sayısı
NF	Temel kromozom kol sayısı
NFa	Otozomal kromozom kol sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Monomerik, Dimerik ve Tetramerik enzimlerin elektroforetik bant modelleri.	13
Şekil 3.1.a.b.c.d Bazı iç karakter ölçülerinin kafatasından alınmış şekilleri.	20
Şekil 3.2 <i>Arvicola terrestris</i> 'in kafatasının dorsal yüzeyinden alınmış landmarklar	35
Şekil 3.3 <i>Arvicola terrestris</i> 'in kafatasının ventral yüzeyinden alınmış Landmarklar	36
Şekil 3.4 <i>Arvicola terrestris</i> 'in kafatasının lateral yüzeyinden alınmış landmarklar	36
Şekil 3.5 <i>Arvicola terrestris</i> 'in kafatasının alt çene yüzeyinden alınmış landmarklar	37
Şekil 4.1 <i>A. terrestris</i> 'in genel görünümü	39
Şekil 4.2 <i>A. terrestris</i> 'in (●) kayıt yerlerini gösteren harita.	40
Şekil. 4.3 <i>Arvicola terrestris</i> 'in Ayaş'daki (Ankara) habitatı	41
Şekil. 4.4 <i>Arvicola terrestris</i> İnece Deresi'ndeki (Kırklareli) habitatı.	42
Şekil 4.5 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un Kırşehir örneklerinde dorsal kürk rengi.	43
Şekil 4.6 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un Kırşehir örneklerinde lateralde, dorsal ve ventralin çizgisel ayrımı.....	44
Şekil 4.7 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un Denizli örneklerinde ventral kürk rengi.....	44
Şekil 4. 8 <i>A. terrestris persicus</i> 'un kafatasında interpariatelin varyasyonları	46
Şekil 4.9 <i>A. terrestris persicus</i> 'un Beyşehir (a) ve Uşak (b) örneklerinde damağın arka kenarında varyasyonlar.	46
Şekil 4.10 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'un karyotipi, Denizli.....	48
Şekil 4.11 <i>A. terrestris persicus</i> 'un metafaz plağı. Erkek, Denizli.	49
Şekil 4.12 <i>A. terrestris cernjavski</i> 'de kürk rengi varyasyonları.....	50
Şekil 4.13 <i>A. terrestris cernjavski</i> 'de kürk rengi varyasyonları.....	51
Şekil 4.14 <i>A. terrestris cernjavskii</i> 'nin Kırklareli örneklerinde interparietal kemiğin varyasyonları.	52
Şekil 4.15 <i>A. terrestris cernjavskii</i> 'nin Kırklareli örneklereinde damağın arka kenarında varyasyonlar.....	53
Şekil 4.16 <i>A. terrestris cernjavskii</i> 'nin karyotipi. İdiogram, ...	55

Şekil 4.17 <i>A. terrestris cernjavskii</i> 'nin metafaz plağı.	56
Şekil 4.18 6 gruba ait 83 örneğin dorsaldaki 11 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları.....	57
Şekil 4.19 6 tane gruba ait 83 örneğin dorsaldaki 11 landmarkının (noktanın) üst üste bindirilmesi	57
Şekil 4.20 Denizli -Uşak ile Ankara-Bolu-Eskişehir <i>Arvicola</i> <i>terrestris</i> populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.....	59
Şekil 4.21 Batı Türkiye’de <i>Arvicola terrestris</i> örneğinin dorsaldeki landmarklara bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi.....	61
Şekil 4.22 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonları arasındaki dorsal bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı.	64
Şekil 4.23 6 tane gruba ait 83 örneğin ventraldeki 18 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları.	65
Şekil 4.24. 6 tane gruba ait 83 örneğin ventraldeki 18 landmarkının (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition).	65
Şekil 4.25 Kırşehir-Trakya populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması..	67
Şekil 4.26 Kırşehir- Beyşehir populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması..	68
Şekil 4.27. Kırşehir ile Denizli-Uşak populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması..	68
Şekil 4.28 Kırşehir ile Eber populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	69
Şekil 4.29 Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.....	69
Şekil 4.30 Trakya ile Denizli-Uşak populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	70
Şekil 4.31 Denizli - Uşak ile Ankara – Bolu - Eskişehir populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.....	70
Şekil 4.32 Ankara-Bolu-Eskişehir ile Eber populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.....	71

Şekil 4.33 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 88 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun ventraldeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi.....	73
Şekil 4.34 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonları arasındaki ventral bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı.	76
Şekil 4.35 6 tane gruba ait 89 örneğin dorsaldaki 8 landmarkının (noktanın) x, y koordinatındaki konumları.....	77
Şekil 4.36 6 tane gruba ait 89 örneğin dorsaldaki 20 landmarkın (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition).	77
Şekil 4.37 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 89 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun lateraldeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi.	80
Şekil 4.38 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonları arasındaki lateral bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı.	83
Şekil 4.39 6 tane gruba ait 88 örneğin alt çenedeki 9 landmarkının (noktanın) x, y koordinatındaki konumları.....	84
Şekil 4.40 6 tane gruba ait 88 örneğin dorsaldaki 9 landmarkının (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition).	84
Şekil 4.41 Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	86
Şekil 4.42 Kırşehir ile Beyşehir populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	87
Şekil 4.43 Kırşehir’le Denizli-Uşak populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.....	87
Şekil 4.44 Kırşehir ile Eber populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	88
Şekil 4.45 Kırşehir ile Trakya populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması.	88
Şekil 4.46 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun altçenedeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi.	90

Şekil 4.47 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonları arasındaki alt çene bulgulara göre genetik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı.	92
Şekil 4.48 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonları arasındaki dış ve iç karakterler bulgularına göre morfometrik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı.....	94
Şekil 4.49 Polimorfik yapıdaki esteraz enzimi.....	95
Şekil 4.50 Polimorfik yapıdaki esteraz enzimi	95
Şekil 4.51 Nei (1978)'nin genetik benzerlik değerlerine dayanılarak oluşturulan UPGMA dendrogramı.....	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışılan enzim sistemlerinin elektroforez koşulları.	27
Çizelge 4.1 <i>Arvicola terrestris</i> 'in Anadolu'nun batısı kayıt yerleri ve Koordinatları	40
Çizelge 4.2 <i>Arvicola terrestris persicus</i> 'ta dış ve iç karakter ölçüleri.	47
Çizelge 4.3 <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> 'de dış ve iç karakter ölçüleri.	53
Çizelge 4.4 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının dorsal verilerine ait MANOVA sonucu.	58
Çizelge 4.5 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının dorsal verilerine ait ikili Pairwise sonucu.	58
Çizelge 4.6 Dorsaldeki 11 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi.	60
Çizelge 4.7 Dorsal verilerle yapılan DFA'ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri.....	62
Çizelge 4.8 Batı Türkiye'de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 83 <i>Arvicola</i> <i>terrestris</i> örneğinin dorsale göre kendi gruplarında sınıflandırılması.	63
Çizelge 4.9 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının ventral verilerine ait MANOVA sonucu	66
Çizelge 4.10 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının ventral verilerine ait ikili pairwise sonucu.....	66
Çizelge 4. 11 Ventraldeki 18 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi.	72
Çizelge 4.12 Ventral verilerle yapılan DFA'ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri.....	74
Çizelge 4.13 Batı Türkiye'de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 83 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun ventrala göre kendi gruplarında sınıflandırılması.	75
Çizelge 4.14 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının lateral verilerine ait MANOVA sonucu.....	78
Çizelge 4.15 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının lateral verilerine ait ikili parwise sonucu.	78
Çizelge 4.16. Lateraldeki 8 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi.	79

Çizelge 4.17 Ventral verilerle yapılan DFA'ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri	81
Çizelge 4.18 Batı Türkiye'de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 89 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun laterale göre kendi gruplarında sınıflandırılması.....	82
Çizelge 4.19 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının alt çene verilerine ait MANOVA sonucu.....	85
Çizelge 4.20 6 gruptaki <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarının dorsal verilerine ait ikili Pairwise sonucu	86
Çizelge 4.21 Altçenedeki 9 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi.	89
Çizelge 4.22 Altçene verileriyle yapılan DFA'ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri.....	90
Çizelge 4.23 Batı Türkiye'de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 88 <i>Arvicola terrestris</i> populasyonunun altçeneye göre kendi gruplarında sınıflandırılması.	91
Çizelge 4.24 <i>Arvicola terrestris persicus</i> ile <i>Arvicola terrestris cernjavskii</i> alttürlerinin ANOVA sonuçları.	93
Çizelge 4.25 <i>Arvicola terrestris</i> türünde 106 örneğe uygulanan esterase sonuçları ve alel (A, B, C, D) dağılımı	96
Çizelge 4.26 İncelenen tüm <i>Arvicola terrestris</i> populasyonlarında <i>Est</i> lokusunun alel frekansları.....	98
Çizelge 4.27 Nei'in (1978) tarafsız genetik benzerlik (alt diagonal) ve Wright'ın (1978) genetik mesafe (üst diagonal) değerleri.	98

1. GİRİŞ

Dünyada memeli hayvan türlerinin çoğunun soyu tehlike altındadır. Hayvan türlerinin gelecekte yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalıp kalmayacaklarının ve kesintili yayılış gösteren populasyonların evrimsel geleceklerinin belirlemesinde, populasyon içi ve populasyonlar arası genetik varyasyon parametreleri de kullanılmaktadır (Searle 1985).

Küresel ısınma sulara yaşayan hayvan populasyonlarını etkilemektedir. Bu türlerin başında suya bağımlı yaşayan *Arvicola terrestris* (su sıçanı) gelmektedir. *Arvicola terrestris*, iyi bitki örtüsüne sahip ve nispeten durgun akan ırmak, çay, baraj gölü ve göl kenarları gibi suya yakın alanlarda yaptıkları tünellerde yaşayan canlılardır (Lawton and Woodroffe 1991). Bununla birlikte yüksek dağ sıralarında çayırıklarda ve meyve bahçelerinde yaptıkları tünellerde yaşadıkları belirlenmiştir (Aioldi *et al.* 1976). Bazı durumlarda yaşadığı habitata yakın tarım alanlarına zarar verebilmektedirler.

Arvicola Lacépède, 1799 cinsinin Avrupa'da *Arvicola terrestris* ve *Arvicola sapidus* olmak üzere iki türü yaşamaktadır. *Arvicola terrestris*'in Avrupa, Rusya, Türkiye, İran ve Filistin'de yayılış gösterdiği belirtilmiştir (Ellermann 1948, Ellerman and Morrison-Scott 1951, Corbet 1978, Musser and Carleton 1993).

Kratochvil (1980, 1983), Nikolaeva (1982), Krystufek and Tvrtkovic (1984) ve Ventura and Gosalbez (1989), Avrupa'da bu türün morfolojik varyasyonlarını ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmaların yanında, Romanya'da Raicu *et al.* (1971), Azerbaycan'da Kuliev *et al.* (1978), Avrupa'da Zima and Kral (1984) *Arvicola* cinsi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu araştırmacıların çalışmaları genellikle yayılış kayıtlarını, morfolojik ve karyolojik bulguları içermektedir. 1950'li yıllardan sonra moleküler, biyometrik, karyolojik, phallus ve baculum özelliklerinin yanında, türler moleküler yönden de araştırılmaya başlanmıştır. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak, son yıllarda kemirici hayvan

sistematiklerinde moleküler teknikler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Henderson 1966, Selander *et al.* 1969, Selander 1970, Shows *et al.* 1970, Selander *et al.* 1971, Fondy *et al.* 1971a, Fondy *et al.* 1971b, Roderick *et al.* 1971, Jimenez – Marin and Dessauer 1973, Bowen and Yang 1978; Gemmeke 1980, Bonhomme *et al.* 1984, Filippucci *et al.* 1988, Filippucci *et al.* 1989, Hartl *et al.* 1990, Filippucci 1992, Filippucci *et al.* 1996). Özellikle izoenzim elektroforeziyle yapılan çalışmalar, morfolojik çalışmaları desteklemekte ve morfolojik ayrımı zor olan sibling (ikiz) türlerin teşhislerinde önemli katkılar sağlamaktadır. Arvicolinae alt familyası türleri üzerine Graf and Scholl (1975) enzim varyasyonlarını ve genetik akrabalıkları saptamaya yönelik çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda 22 farklı lokaliteden, Arvicolinae alt familyasına ait 9 türün örneklerinin dokularında 16 enzim lokusu üzerine araştırmalar yapmışlardır. *Arvicola terrestris*'in Avrupa'da 7 farklı lokaliteden alınan örneklerinde 8 enzim lokusu üzerine incelemeler yapılmış ve çeşitli allozimlerde varyasyonların bulunduğu ortaya konulmuştur (Graf 1982).

Piertney *et al.* (2005) İngiltere, Fransa, İspanya, İsviçre ve Finlandiya populasyonlarını mt DNA tekniği kullanarak analiz etmişler ve 27 haplotip belirlemişlerdir. Bu çalışmada Fransa, İspanya ve İsviçre populasyonları İskoçya populasyonlarıyla, Finlandiya populasyonları İngiltere-Galler populasyonlarıyla kümelmiştir. Bu durum İskoç populasyonlarının İber buzul sığınağından, İngiltere ve Galler populasyonlarının ise Doğu Avrupa sığınağından köken aldığını ortaya koymuştur. Mikrosatellit genotiplleme çalışmalarında ise Berthier *et al.* (2004, 2005, 2006) Fransa'da, Aars *et al.* (2006) İskoçya'da yayılım gösteren *Arvicola terrestris* populasyonlarını mikrosatellit özelliklerine dayanarak analiz etmişlerdir. Bu çalışmalarda populasyonlar arasındaki gen akışı seviyeleri ve genetik yapıları ortaya konmuştur.

Arvicola terrestris'in Türkiye'den ilk kaydı Beyşehir gölü civarından yakalanan iki örnekle Steiner and Vauk (1966) tarafından verilmiştir. Mursaloğlu (1975), morfolojik ve biyometrik özelliklerine göre, Anadolu'da *Arvicola terrestris persicus*, Güneydoğu Anadolu'da *Arvicola terrestris hintoni* ve Trakya'da *Arvicola terrestris cernjavskii* alt türlerinin bulunduğunu saptamıştır. Türkiye'deki *Arvicola terrestris* üzerinde yapılmış ekolojik ve biyolojik çalışmalar son derece az olmakla beraber Özkurt *et al.* (1999)

Kırşehir popülasyonu üzerine karyolojik, İyigün ve Çolak (2004) yine Kırşehir popülasyonu üzerinde allozim ve Yavuz (2007) Ankara popülasyonu üzerinde ekolojik çalışmaları yapmışlardır.

Günümüzde de klasik morfometrinin yanında yeni bir yöntem olan Geometrik Morfometri’de hayvan sistematğinde kullanılmaya başlanmıştır (Reyment and Kennedy 1998, Guill *et al.* 2000, Fadda and Corti 2001, McNulty 2004, Shipunov and Bateman 2005, Lobón and Buscalioni 2006). Bu yöntem, tür ayırımından, grup farklılaşmalarının tespitine, evrimsel ilişkilerin ortaya konulmasına, büyüme ile şekil arasındaki ilişkilerin tespitinde kullanılmıştır (O’Higgins 2000, Harda *et al.* 2000, Waleed *et al.* 2000, Hennessy *et al.* 2002, MacLeod 2002, Rosas and Bastir 2002, Claude *et al.* 2004, Kassam *et al.* 2004, Lieberman *et al.* 2004, Bruner *et al.* 2005, Cardini and O’Higgins 2004, Monteiro *et al.* 2005, Pretorius 2005, Schillaci *et al.* 2005, Bastir and Rosas 2006, Crews and Hedin 2006, Hiller *et al.* 2006, Perez *et al.* 2006, Pizzo *et al.* 2006, Özden 2007).

Yukarıda verilen literatür özetinden Türkiye’de *Arvicola terrestris hintoni*, *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürlerinin yayılış gösterdiği, *Arvicola terrestris*’in morfolojik, karyolojik, biyometrik ve allozim özellikleri üzerinde çalışmaların yapıldığı ve Avrupa’da ise mt DNA ve mikrosatellit gibi genetik belirteçler kullanılarak tür içi genetik farklılaşmaları ve türün kökenini belirleme yönündeki çalışmaların yoğunluk kazandığı anlaşılmaktadır. Türkiye’de akarsu ve göl sistemlerinde yaşayan bu türde, Trakya ve Batı Anadolu’da yayılış gösteren *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürlerinin taksonomik statülerinin yeniden gözden geçirilmesi, iki alttür arasındaki genetik ve biyometrik farklılaşmaların derecesi ve bu farklılaşmada boğazların etkisinin belirlenmesi bu çalışmada amaçlanmaktadır. Ayrıca, bu çalışma sonucu elde edilecek veriler Avrupa ile Asya arasında yer alan Türkiye’deki *Arvicola terrestris*’in popülasyon genetiği ve evrimi ile ilgili bilgi eksikliğinin giderilmesine katkı sağlayabilecektir. Bunun dışında küresel ısınma iç suların kurumasına, su sıçanın yayılış alanının daralmasına ve genetik yapısının etkilenmesine neden olmaktadır. Bu çalışma gelecekte su sıçanı popülasyonları üzerindeki genetik ve evrimsel çalışmalara temel oluşturabilecektir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Ordo: Rodentia (Mammalia) (Kemiriciler)

Rodentia ordosu 29 familya, 400'ün üzerinde cins ve 2000'i aşkın türüyle memeli sınıfının en büyük takımıdır (Ognev 1947, Wilson and Reeder 1993, Nowak 1999) ve bu ordonun türleri dünya memeli türlerinin yaklaşık ½'sini oluşturur. Dünyada Antartika ve kutuplar, Yeni Zellanda ve birkaç okyanus takımadası hariç tüm karalara yayılmış olarak bulunurlar. Bu hayvanlar kara, ağaç, toprak altı ve yarı sucul olarak çok farklı habitatlarda yayılış gösterirler. Bütün biomedelerde bulunurlar ve kemiricilerin birçok türü genellikle insanlarla kommensal bir ilişki içindedir.

Diğer takımlardan kolayca ayrılabilen kemiricilerin kendi içlerinde filogenetik durumları birçok yönden kesin değildir. Çiğneme kasları ve kafa yapısı kemiricileri sınıflandırmak için önemli ölçütlerdir. Her bir grup kafatası yapısı ve çenenin kafatasıyla yapmış olduğu bağlantıyla birbirinden ayrılır. Rodentia ordosu, çiğneme kaslarının konumuna göre bazı kaynaklarda 4, bazılarında 5 alttakıma ayrılmaktadır.

Rodentia takımını diğerlerinden ayıran en önemli diagnostik karakter, köpek dişleri ve diastema boşluğudur. Diastema boşluğu üst kesici dişlerle 1. molar diş arasında bulunan ve besinleri toplamak için kullanılan bir boşluktur. Her iki çenenin önünde bulunan ikişer adet kesici diş tüm kemiricilerin ortak özelliği olup bu dişler köksüzdür ve devamlı büyürler. Kesici dişlerin kırılması halinde yerine yeni diş çıkmayacağından kırılan dişin karşısındaki diş devamlı büyüyerek hayvanın ölümüne neden olabilir (Ognev 1947). Molar dişlerin en önemli özelliği çiğneme yüzeylerinde mine katlanmalarının bulunmasıdır. Bu dişler kemirmede kullanılmaz ve sürekli büyümmezler.

Bazı türlerde besinin toplanmasına yarayan yanak keseleri vardır. Mideleri basit, körbağırsakları uzundur. Kuyrukları çoğunlukla uzun, bazı türlerde pullarla örtülüdür. Toprak altında tüneller kazarak yaşayanlarda tırnaklar gelişmiştir. Gözler yaşam biçimine bağlı olarak farklı büyüklükte olabilir. Toprak altında yaşayanlarda gözler

küçülmüş hatta bazı türlerde körelerek deri altında kalmıştır. Gececi olanlarda ise oldukça büyüktür. Gözler başın yan taraflarında yer aldığından hem önü hem de arkayı aynı şekilde görebilirler. Suda yaşayanlarda gözler biraz daha üste doğru kaymıştır. Kulaklar da yaşam biçimine göre değişik şekiller gösterir. Örneğin, toprak altında ve suda yaşayanlarda oldukça küçülmüştür. Türlerin çoğunda en iyi koku alma duyusu gelişmiştir. Bir kısmında ise baş, burun, ön üyeler ve göğüs üzerindeki dokunma kılları nedeniyle, dokunma duyusu da iyi bir şekilde gelişmiştir.

Kemiriciler genellikle herbivor ya da omnivordurlar. Bu özellik mevsime ve besin durumuna göre değişir. Genellikle bitki, küçük omurgasız ve bazıları da böceklerle beslenir. Üreme kapasiteleri çok yüksektir. Dişileri dubleks uterusu sahiptir. Erkeklerde genellikle bakulum vardır. Gebelik süreleri 14-170 gün arasında değişir. Çoğunlukla yılda birkaç defa doğururlar ve her doğumda 1-18 yavru yaparlar. Bazı türleri insanlar için, hastalık taşımaları nedeniyle ya da ekonomik yönden zararlıdır (Buckie and Smith 1994). Ülkemizde yaklaşık 60 civarında kemirici türü çeşitli habitatlarda yayılış göstermektedir (Yiğit vd. 2006).

Arvicola terrestris'in dahil edileceği gruplar ve bunlar arasındaki ilişkiler hala süren tartışmalara rağmen henüz kesinlik kazanmamıştır. Ellerman and Morrison-Scott (1951), *Arvicola terrestris*'i Muridae familyasında yer alan Microtinae alt familyasına dâhil etmişlerdir. Niethammer and Krapp (1978) bu türü Arvicolidae familyasına dâhil ederken, Mursaloğlu (1975) Muridae, Harrison and Batters (1991) Cricetidae familyası içinde Microtinae altfamilyasına dâhil etmişlerdir. Kryštufek and Vohralik (2001) bu türü Muridae familyasının Arvicolinae alt familyasına dâhil etmişlerdir. Bu çalışmada Kryštufek and Vohralik (2001)'in yaptığı sınıflandırma dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır.

2.2 Familya: Muridae

Muridae, 301 cins ve 1336 tür ile kemiriciler (Rodentia) içindeki en geniş familyadır. Kutup bölgeleri dışında dünyanın diğer bütün bölgelerinde yayılış gösterirler. Familyanın doğal olarak bulunmadığı birçok bölgede bile bu familyaya dahil türler insanlar aracılığıyla buralara ulaşarak yaşamlarını sürdürebilmişlerdir.

Muridae familyası için genel diş formülü; (i 1/1 c 0/0 pm 0/0 m 3/3) x 2=16'dır. Tüm muridlerde molarlar köklü, köksüz, yuvarlak, sivri uçlu ya da prizmatik olabilir.

Çok değişik habitatlarda yaşayabilen muridler, genel olarak karasal habitatları tercih ederler. Bunun yanında *Arvicola* cinsi gibi yarı sucul habitatları tercih eden türleri de vardır. Tüneller, çatlaklar, kütüklerin altı, ağaç gövdeleri, kovuklar ve toprak altı gibi çok çeşitli yerlere yuva yapabilirler. Gece ve gündüz aktiflik gösterirler. Bu familyada bulunan cinslerin çoğu otçudur fakat bazen küçük omurgasızlar (çekirgeler) ve küçük omurgalıları (balıklar) ile de beslenebilirler. Bunların yanında tohumlar, ağaç parçaları ve diğer bitkisel yiyecekleri kışın kullanmak üzere depo edebilirler. Bu familyanın bazı üyeleri toplu halde yaşarlar ve yüksek derecede sosyalleşebilmişlerdir. Bunun yanında bazıları ise yalnız ya da çiftler halinde yaşarlar. Çiftleşmeleri genellikle yaz dönemine rastlar. Birçok birey doğada 2 yıldan fazla yaşayamaz (Kryštufek and Vohralik 2001).

2.3 Alt familya: Arvicolinae

Görünümleri çok farklıdır; bir kısmı köstebeklere bir kısmı sıçrayan farelere benzer. Kafataslarında intraorbital açıklık kısımlara bölünmüştür. Postorbital çıkıntı yoktur. Molarlar, yüzeylerinde çıkıntılar, lameller ya da prizmatik yapılar taşırlar. Diş formülü 1.0.0.3/1.0.0.3 = 16'dır. Üyelerdeki ışınlr 5/5 şeklindedir. Öncelikle bitkisel beslenirler. Gebelik süreleri kısa, çoğalma hızları yüksektir. Gebelik süreleri 14-39 gündür, 1-18 yavru doğururlar. Yaklaşık 2 yıl yaşarlar. Notogaea hariç dünyanın her yerinde yaygındırlar (Kryštufek and Vohralik 2001).

2.4 Cins: *Arvicola*, Lacépède 1799

Bazı formlarının yüksek oranda sucul olmasıyla en geniş Palearktik türlerdir. Sucul yaşama uyum sağlamak için kalın ve yumuşak kürke sahiptirler. Kulaklar kısadır. Erginlerde kafatası, büyük ve çıkık squamosal tepeler ve güçlü subraorbital sırtlar köşelidir. Tympanik bulla oldukça küçüktür. Supraorbital kenarlar intraorbitalde median bir çıkıntı meydana getirecek şekilde birleşmiştir. Çene dişleri, Microtinae gibi kompleks ve prizmatiktir. Diş formülü $i \ 1/1 \ c \ 0/0 \ pm \ 0/0 \ m \ 3/3$ olmak üzere 16'dır (Harrison and Bates 1991).

2.5 Tür: *Arvicola terrestris* Linnaeus 1758

Su sıçanı adının da gösterdiği gibi daima sulara bağlı olarak yaşarlar. Akarsuların durgunlaşarak göllendiği yerlerde, su kenarları, değişik su seviyelerine göre giriş kanalları ve yuva odası yapmaya elverişli olan dik oturmuş sert topraklı ve bunun üst yüzeylerinde çimen bulunan durumlar habitat koşullarını sağlamaktadır. Göllerin ise, saz bitkisi (*Typha* sp.) ve bu sazlar arasında yer yer toprak odacıkları ve tutunulacak yerleri olan bölgelerinde yaşamaktadırlar.

Kürk uzunca sert örtü kıllarıyla bunların aralarındaki ince hav kıllardan oluşmaktadır. Örtü kılları yalnız siyah; dipleri alttürler göre değişen grilikte ve uçları renkli olan ve bir de dipleri gri, ortaları renkli ve uçları siyah bantlı üç çeşit kıl tipi göstermektedir. Bu kılların vücut yüzeyindeki dağılışı ve miktarlarına göre kürkün rengi değişmektedir. Renkler ve bu renklerin vücuttaki dağılışı şekli coğrafik varyasyonlar göstermektedir.

Kürkler yaz ve kış arasında sadece hav kıllarının kışın çok daha sık olmasından ve genel rengin biraz daha koyulaşmasından başka hesaba katılır bir mevsim farkı göstermemektedir. Yavru kürkü, çok sık hav kıllı, siyaha yakın donuk koyu grimsi kahverenginde ve yapağımsı durumu ile hemen göze çarpmaktadır. Yavrular daha erginleşmeden çok önce bu kürk değişip aynı ergin kürkü özelliklerini almaktadır. Bu nedenle renk karşılaştırmalarında henüz erginleşmemiş gençler de rahatlıkla

kullanılmışlardır. Ayrıca, kulaklarının küçük ve uzun kıllı olmasıyla diğer kemirici türlerinden rahatlıkla ayrılabilirler (Mursaloğlu 1975).

Türkiye’de *Arvicola terrestris* türünün üç alttürü yaşamaktadır (Mursaloğlu 1975).

2.5.1 *Arvicola terrestris persicus* de Filippi, 1865

1865.- *Arvicola amphibius* var. *persicus* de Filippi, Viagg. in Persia, 344.

1907.- *Microtus terrestris armenius* Thomas, Ann. Mag. Nat. Hist. 20:201.

1926.- *Arvicola terrestris persicus* Hinton, Brit. Mus. Nat. Hist. 408.

Tip yeri: Sultaniye, İran

Vücudunun her tarafında diğer iki alttüre oranla daha sık ve daha kısa kıllar bulunmaktadır. Örtü kıllarındaki renkli bant deve kürkü renginde sarıdır. Bu yüzden kürkün en koyu kısmı olan dorsal tarafı donuk grimsiden hafif deve kürkü sarısına doğru giden bir görünüştedir. Yanlara doğru siyah örtü kılları hemen hemen kalmadığından omuzlar ve yan taraf hizasında renk belirli olarak deve kürkü sarısına doğru gitmektedir. Ön ve ard ayakların ve kısmen de kuyruğun üstleri grimsi, deri üzerinde çok açık grimsi beyaz görünen kıllarla seyrekçe örtülüdür. Vücudun ventralinde de kılların diplerinden ortalara kadar varan gri renkten sonra uçlarındaki beyaz kısımlar yüzünden beyaz renk hakimdir. Kıl diplerindeki grilik bu beyazlığı hafif grimsi beyazlığa çevirmektedir. Bu renk ağızdan kuyruğa kadar aynı şekilde dümdüz gitmektedir. Kuyruğun alt tarafı seyrek uzun beyaz kıllarla kaplıdır. Kuyruğun dorsal ve ventral renkleri çok az farklı olmasına rağmen kuyruk iki renklidir. Bu alttürde ergin başları diğer alttürlerinkinden daha az keskin kenarlı ve köşeli görülmektedir. Parietal kemiklerin frontal kemiklere doğru yaptıkları ön çıkıntıları küt uçludur (Mursaloğlu 1975).

2.5.2 *Arvicola terrestris hintoni* Aharoni, 1932

1932.- *Arvicola terrestris hintoni* Aharoni, Zeit. Sauget 7:209

Tip yeri: Tel el Sultan Adası, Amik Gölü, Türkiye

Kürk uzun kıllı ve seyrek. Bütün vücut derisi ve bütün kıl dipleri koyu gri ve örtü kılları parlak siyah renklidir. Örtü kıllarındaki renkli bant kızılımsıdır. Bu kızılık örtü kıllarının daha fazla bulunduğu yanak, omuz ve yan taraflarda iyice belli olmaktadır. Ventral, postun seyrekliği ve derinin koyu renginden dolayı koyu gri renktedir. Omuzlar hizasından karna doğru uzanan akıtmanın rengide aynı yanlardaki gibi kızıldır. Kuyruk derisi ve kuyruktaki kıllar koyu kahverengidir. Kuyruk iki renkli değildir. Parietal kemikler, frontallere doğru sivri uçlarla uzanmaktadır (Mursaloğlu 1975).

2.5.3 *Arvicola terrestris cernjavskii* Petrov, 1949

1949.- *Arvicola terrestris cernjavskii* Petrov, Glasn Prir. Muz. Beograd. B (1/2): 190-192, 1949

Tip yeri: Ponor, Yugoslavya

Kılların boyu oldukça uzundur. Bütün vücut derisi ve bütün kıl dipleri koyu gri ve örtü kılları parlak siyah renklidir. Örtü kıllarındaki renkli bant kızılımsıdır. Ventral, postun seyrekliği ve derinin koyu renginden dolayı koyu gri renkteyken kızıl örtü kılı bantlarından dolayı ventralde kızılımsı bir renk serpintisi göze çarpar. Kuyruk, üstten koyu alttan daha açık kahverengiyle iki renk şeklindedir.

Bu alttür diğerk iki alttürden de başının kenarlarının ve köşelerinin daha fazla keskin olmasıyla ayrılır. Bu türün parietal kemiklerinin frontallere doğru uzanan ön uçlarının şekli de çok özeldir (Mursaloğlu 1975).

2.6 Geometrik Morfometri

Geometrik morfometri, şekil analizi yapılarak bir organizmanın bir parçasının ya da bütünüünün uzaysal yerleşimini ortaya koyar. Bu yöntem, organizmanın ya da bir parçasının büyüklüğü, oryantasyonu, uzaysal pozisyonu hakkında 2 ya da 3 boyutlu bilgiler verir. Geometrik morfometri, klasik morfometrinin çözemediği üç boyutlu değerlendirme sorununa çözüm olarak ilk olarak 1980’li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır.

Geometrik morfometride şekil, bir nesneden lokasyon, ölçekleme ve döndürme etkisinden sonra elde edilen tüm geometrik verilerdir (Zelditch *et al.* 2004). Şekil, fenotipin en göze çarpan özelliği olduğu için farklı taksonomik kategorideki organizmalarla yapılan sistematik çalışmalarda en çok kullanılan karakterlerden biri olmuştur. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda şekil varyasyonunu ortaya koymak için geleneksel olarak uzunluk, genişlik, derinlik ölçüleri ve açı değerlerinden yararlanılmıştır. Ancak, bu veriler bir şekli açıklamak için yetersizdir.

Geometrik morfometrinin kullanımındaki üstünlük varyasyonun çeşitli sebeplerinin ortaya çıkarmasına bağlıdır. Özellikle spesifik bölgelerdeki ontogenik değişiklikleri anlamayı sağlamaktadır. Geometrik morfometriden elde edilen bilgiler, klasik morfometrik çalışmalara göre istatistiksel analizlere daha yakındır. Landmarkların kartezyen koordinatlarına bağlı, analizlerde tüm geometrik bilgileri saklayan morfometrik yöntemlerdir. Geometrik morfometri yöntemleri, orijinal örneğin fiziksel yapısının çok değişkenli sonuçlarını kolayca özetleyen ve istatistiksel olarak güçlü analizler ile etkili bir çalışma sağlamak amacı ile geometrik bilgileri saklamaktadır (Slice 2007). Ayrıca, bu yöntem ile 2 boyutlu veriler dışında 3 boyutlu şekillerin de analizi yapılabilmektedir. Geometrik morfometride landmarklar kullanılarak örneklerin

geometrik yapısı sayısallaştırılır ve hiçbir veri kaybı olmadan sonuçlar analiz edilir. Landmarklar, anatomik bölgeler ile homolog, diğer landmarklara göre topoğrafik pozisyonu göreceli olarak değişmeyen güvenilir ve tekrarlanabilir noktalardır. Landmarklar biyolojik anlamlılığı keşfetmeyi ve şekli tanımlamayı sağlayan referans noktalarıdır. Bu referans noktalarının koordinatları tanımlanan koordinat eksenleri ve her örneğin tek lokasyon ve oryantasyonunu yansıtan nümerik değerleridir. Koordinat verilerini standardize etmek için birçok yöntem önerilmiştir. Teorik olarak en gelişmiş yöntem “Procrustes yöntem” olarak bilinir. Bu yöntem örnek çiftleri için landmark koordinatlarının sıralanmış setlerini içeren translasyon, rotasyon ve ölçeklendirme parametrelerinin en küçük kareler tahminine bağlıdır. GPA (Generalized Procrustes Analysis) her örneğin translasyon ve rotasyonu için kullanılan bir analizdir. Örnekler, bireysel olarak ölçeklenerek landmark koordinasyonları genel koordinat sistemine aktarılır (Superimposition). Böylece değişik şekil konfigürasyonlarından kaynaklanan landmark koordinat farklılıkları geride bırakılır. Her örneğe ait landmark koordinatları şekil değişkeni olarak kullanılabilir.

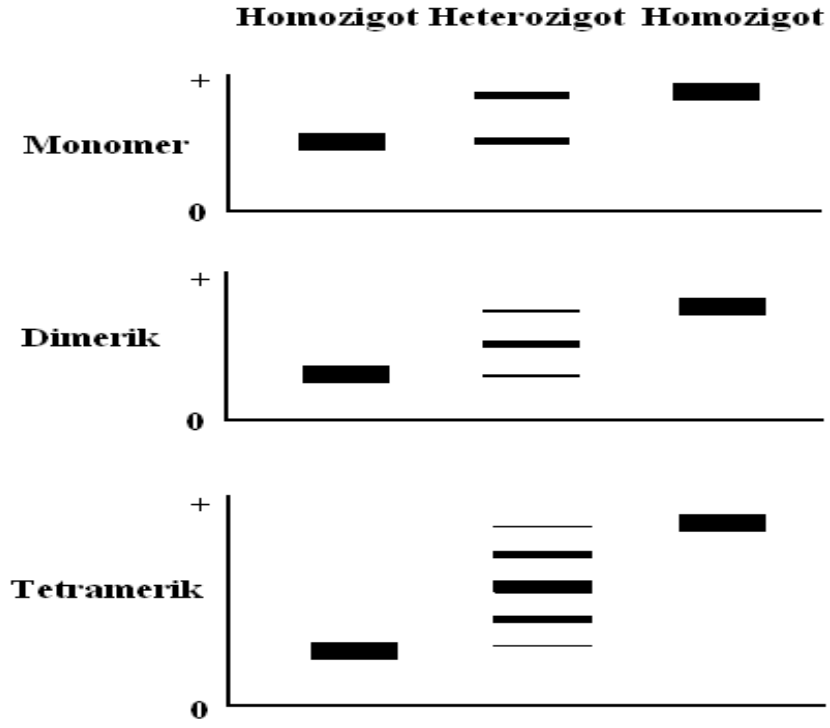
Bu koordinatlar aynı zamanda çok değişkenli istatistiksel analizlerde kovaryans yapısını hesaplamak, grup farklılıklarını ve fonksiyonel ilişkiyi tanımlamak için kullanılır. Thin plate spline landmarkların konumunu bildiren haritalardır. Bir grubun sahip olduğu landmarkları diğer grubunkiler ile karşılaştırma imkânı sağlar. Bu haritalarda landmarklar arasındaki farklılıklar ile varyasyonu açıklayan deformasyonlar görülür. Son yıllarda biyolojinin birçok alanında şekil varyasyonunu ortaya koymak için geleneksel morfometri yerini geometrik morfometrik çalışmalara bırakmıştır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile geometrik morfometrik varyasyonu belirlemek için çeşitli programlar geliştirilmiştir (Tps, IMP, Morphueus, Morphologika). Birçok canlının taksonomik durumunu ortaya koymak için gerek tek başına, gerekse diğer yöntemlerle beraber geometrik morfometri kullanılmaya başlanmıştır (Reyment and Kennedy 1998, Guill *et al.* 2000, Fadda and Corti 2001, McNulty 2004, Shipunov and Bateman 2005, Costa *et al.* 2006, Lobón and Buscalioni 2006). Bu yöntemle yüz ve kafatası kemiklerinde yapılan landmark işaretlemesi ile farklı insan grupları ayırt edilmeye çalışılmıştır (O'Higgins 2000, Waleed *et al.* 2000, Lieberman *et al.* 2004, Bastir and Rosas 2006). Ayrıca, birçok tür için evrimsel filogenetik ilişkileri ortaya çıkarmak için

yapılan çalışmalarda geometrik morfometri metodu kullanılmıştır (Claude *et al.* 2004, Cardini and O'Higgins 2005, Monteiro *et al.* 2005, Crews and Hedin 2006, Hiller *et al.* 2006). Bununla beraber, farklı türlerde tür içinde morfolojik varyasyonu, eşeysel dimorfizmi ve allometriyi görmek için geometrik morfometri yönteminden yararlanılmıştır (Hennessy and Stringer 2002, MacLeod 2002, Rosas and Bastir 2002, Claude *et al.* 2004, Kassam *et al.* 2004, Tatsuta *et al.* 2004, Bruner *et al.* 2005, Schillaci *et al.* 2005, Bastir and Rosas 2006, Perez *et al.* 2006).

2.7 Elektroforez Çalışmaları

Elektroforez temelde proteinlerin, amino asitlerin, nükleotid ve nükleik asitlerin elektrik akımı ve uygun pH'daki tampon solüsyonlarında net elektrik yüküne, molekül büyüklüklerine ve şekillerine göre ayrıştırılması işlemine denir (Shaw and Prasad 1970). Elektroforez ile canlılarda bireysel veya populasyon düzeyinde çeşitli enzimler ve proteinler çalışlabilmektedir. Bu çalışmalarda, enzimlerin kaç değişik lokustan oluştuğu, bu lokuslarda olan alel sayıları ve en önemlisi populasyon düzeyinde alel frekansları ve genetik heterozigotluk ve bireysel olarak enzim fenotipleri de ortaya çıkarılmaktadır. Çok çeşitli elektroforez türü olmasına karşın amaç hepsinde aynıdır. Bunlardan bir kaç poliakrilamit jel, agaroz jel, nişasta – agaroz jel, selüloz asetat jel, nişasta jel'dir (Wilson and Goulding 1986). *Arvicola* cinsi allozim çalışmalarında nişasta jel elektroforez yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada da nişasta jel elektroforezi kullanılmıştır. Nişasta jelin hazırlanmasından sonra örnekler jele yüklenmiş ve uygun sıcaklık, voltaj, akım ve sürede örnekler koşturulmuştur.

Monomerik, dimerik ve tetramerik olarak adlandırılan enzim yapıları, enzim yapısında bulunan alt ünite sayısına göre adlandırılır. Monomerik yapıdaki enzimde tek alt ünite vardır. Dimerik enzimin yapısında ise iki alt ünite ve tetramerik yapıda ise dört alt ünite bulunmaktadır. Monomerik enzimlerde homozigot bireyler tek banta sahiptir, heterozigot bireyler ise iki banttan oluşur. Monomerik enzimlerde olduğu gibi dimerik enzimlerde homozigot bireyler tek banttan oluşurken heterozigot bireyler üç bant şeklinde belirir. Tetramerik enzimlerde de homozigot bireyler tek banttan oluşurken heterozigot bireyler beş banttan oluşur (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Monomerik, Dimerik ve Tetramerik enzimlerin elektroforetik bant modelleri

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışmaları hem arazi hem de laboratuvar olmak üzere iki aşamalı gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları, 2004-2007 yıllarında Ankara, Kırklareli, Afyon, Beyşehir, Uşak, Eskişehir, Denizli, Bolu civarında yapıp ve örnekler canlı olarak laboratuvara getirilmiştir. Bunların yanında laboratuvarında daha önceden Kırşehir, Seyfe Gölü'nden elde edilen örnekler de değerlendirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler karyolojik çalışmalarda kullanılmıştır ve elektroforetik çalışmalar için kan ve doku örnekleri alınmıştır. Alınan numuneler daha sonra kullanılmak üzere -70 °C derecedeki derin dondurucuda saklanmıştır. Bu çalışmada, toplam 116 örnek elde edilmiş olup 90 tanesinin dokusu alınmıştır. Örneklerin teşhisinde ve ölçülerin alınmasında Mursaloğlu (1975), Niethammer and Krapp (1978) ve Harrison and Bates (1991)'den yararlanılmıştır. Bu çalışmada değerlendirilen örneklerin ağırlığı ölçülerek ve tüm boy, kuyruk, ard ayak ve kulak olmak üzere 4 dış karakterin ölçüsü alınmıştır. Örnekler standart müze materyali biçiminde tahnit edilmiştir. Örneklerin baş iskeletleri, % 5 amonyak içeren su içinde ve 70 °C'lik su banyosunda 15 dk. bekletilmiş ve daha sonra çıkarılarak temizlenmiştir. Örneklerden alınacak ölçüler aşağıda açıklanmıştır.

3.1 Karyotip Preparasyon Tekniği

1. Hayvanın deri altına 1/1000, 1/1500 veya 1/2000'lik kolşisin enjekte edilmiştir. Hayvan eterle bayıltıldı ya da aktif halde iken elle tutularak karın peritonunun hem sağ, hem de sol bölgesine her gramı için 0,01 ml kolşisin enjekte edilmiştir. Yani 100 gr gelen bir hayvana 1 ml kolşisin enjekte edilmiştir.

2. Hayvan 3-4 saat bekletilmiştir.

3. Hayvan bayıldıktan sonra boynu kırılarak hızlı bir şekilde öldürülmüştür. Femur kemiği çıkarılarak kemik iliği %1'lik Sodyum sitrat ile yıkanarak tüpe alınmıştır. Molekülünde 5,5 H₂O bulunan 1,4 gr Na-sitrat saf su ile 100 ml'ye tamamlanınca %1'lik oldu. Na-sitrat buzdolabında saklandı, Ancak, hayvana kolşisin enjekte edilmeden önce, Na-sitrat 3-4 saat

30 °C’de etüvde bekletildi. Preparasyonda ısıtılmış bu Na-sitrat kullanıldı. İşlemden sonra tekrar buzdolabına kaldırılmıştır.

4. Na-sitrat ile yıkanan kemik iliği solusyonu 30 °C’de 15 dakika bekletilmiştir.

5. Solusyon 500-700 rpm’de 5 dakika santrifüj edildi ve süpernatant kısmı atılmıştır.

6. Çökmüş hücreler 15 dakika fikse edilmiştir (fiksatif = metanol 3 / asetik asit 1 oranında taze olarak hazırlandı). Fiksatif hazırlanırken önce metanolden 3 hacim, sonra asetik asitten 1 hacim bunun üzerine ilave edilmiş ve ağzı plastik kapakla kapatılmıştır. Fiksatif kullanılırken şişenin ağzı açılmadan plastik kapaktan iğne batırılarak fiksatif alınmıştır.

7. Fiksasyondan sonra 500-700 rpm’de 5 dakika santrifüj yapılmış ve süpernatant atılmıştır. Tekrar fiksatif ilave edilerek aynı şekilde santrifüj yapıldı, bu işlem 3-4 kez tekrarlanmış ve ortamdaki Na-sitrat tamamen uzaklaştırılmıştır. Son santrifüjden sonra süpernatantın atılmasıyla arta kalan 1 ml kadar hücresel tortudan preparasyon yapılmıştır.

8. Elde edilen bu hücreli kısımdan Pastör pipetiyle alınarak hafif eğimli şekilde yerleştirilmiş lam üzerine 5-10 cm yükseklikten damlatılarak 5-10 adet yayma preparat yapılmıştır.

9. Preparat alev almamasına dikkat edilerek ispirto alevinde kurutulmuştur.

10. Stoktan seyreltilerek taze hazırlanmış 1/10’lu Giemsa boyası ile 12 dakika boyama yapılmıştır. Boya için 100 ml saf suya stoktan 10 ml Giemsa ilave edilmiştir.

11. İsteğe bağlı olarak Aseton-Aseton, Aseton-Ksilol, Ksilol-Ksilol karışımları içinde 30’ar saniye tutularak şeffaflaştırma yapılmıştır.

12. Kanada balsamı ile kapatılarak daimi preparat yapılmıştır.

3.2 Ölçüleri Kullanılan Dış ve İç Karakterler

3.2.1 Dış karakter ölçüleri

1. Tüm boy: Bürün ucundan kuyruk ucuna kadar olan mesafenin uzunluğu.
2. Kuyruk uzunluğu: Anüsün arka ucundan kuyruk ucuna kadar olan mesafe.
3. Ard ayak uzunluğu: Ardayağın en uzun parmağının tırnak ucundan topuğun arka kenarına kadar olan mesafesinin uzunluğu.
4. Kulak uzunluğu: Kulak kepçesinin en derin yeri ile en tepe noktası arasındaki mesafe.

3.2.2 İç karakter ölçüleri

1. Condylbasal uzunluk: Occipital kondillerin en art noktalarını birleştiren hat ile kesicilerin arasındaki premaxilla kemiklerinin en ön noktalarını birleştiren hat arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.a).
2. Occipitonasal uzunluk: Occipital kondillerin en art noktalarını birleştiren hat ile nasal kemiklerin en ön noktaları arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu. (Şekil 3.1.a).

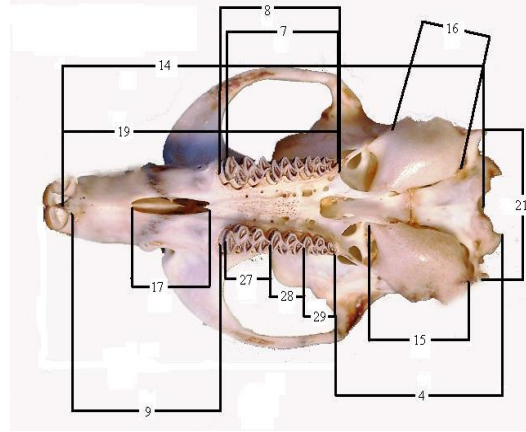
3. Nasallerin uzunluğu: Nasal kemiklerin en ileri noktaları ile nasofrontal dikişin ortasından median hatta dik olarak geçen doğru arasındaki en kısa mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.a).
4. Beyin kapsülü uzunluğu: M^3 alveollerinin en art noktalarını birleştiren doğru ile occipital kondillerin en arka noktalarını birleştiren doğru arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
5. Bullasız beyin kapsülü yüksekliği: Basioccipital kemiğın orta noktasından parietal kemiklerin en üst noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.c).
6. Bullalı beyin kapsülü yüksekliği: Tympanic bullaların en alt noktalarından geçen düzlemlle, kafatasının en üst noktalarından geçen düzlem arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.c).
7. Üst molarların taç uzunluğu: Sağ üst molarlarda M^1 tacının ön tarafı ile M^3 tacının arka noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
8. Sağ üst molarların alveol uzunluğu: M^1 alveollerinin en ön noktası ile M^3 alveolunun en arka noktası arasındaki en uzak mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
9. Diastema uzunluğu: Sol üst kesici dişin alveolünün en art noktası ile sol M^1 alveolünün ön noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
10. Kafatasının yüz bölgesinin uzunluğu: Maksilla kemiklerinin en uç noktasıyla M^3 alveollerinin arka noktalarını birleştiren doğrunun uzunluğu (Şekil 3.1.c).
11. Mandibul yüksekliği: Coronoid process'in en uç noktası ile mandibulun Angular process'nin en alt noktasını birleştiren uzunluğu (Şekil 3.1.d).

12. Alt molarların ta uzunluğu: Alt molarlarda M_1 'in taşının en n noktası ile M_3 'in taşının en art noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.d).
13. Sağ alt molar alveolleri uzunluğu: M_1 alveollerinin en n noktası ile M_3 alveolunun en arka noktası arasındaki en uzak mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
14. Basal uzunluk: Foramen magnumun ventralindeki en n noktası ile premaksil kemiğinin kesici dişlerin art noktalarındaki en ileri noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
15. Timpanik bulla uzunluğu: Timpanik bullanın en uzak iki noktası arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
16. Timpanik bulla genişliği: Timpanik bullanın ventraldeki en büyük genişliği (Şekil 3.1.b).
17. Foramen incisiva uzunluğu: Foramen incisiva'nın en n noktalarını birleştiren doğru ile en art noktalarını birleştiren doğru arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
18. İnterorbital genişlik: İnterorbital bölgede frontal kemiklerin en daraldığı yerde kafatasının orta çizgisine dik olan hattın uzunluğu (Şekil 3.1.a).
19. Damak uzunluğu: Üst kesici dişlerin alveollerinin en art noktasıyla üst M^3 hızasında damağın oluşturduğu kavisin oluşturduğu en n noktasını birleştiren doğrunun uzunluğu (Şekil 3.1.b).
20. Nasal genişlik: Nasal kemiklerin en geniş yerinin uzunluğu (Şekil 3.1.a).

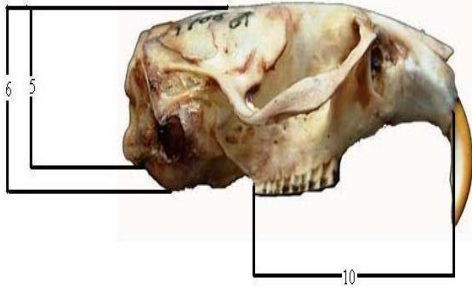
21. Mastoid genişlik: Paramastoid çıkıntılar arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
22. Occipital genişlik: Occipital kemiğin lateral yüzeylerde meydana getirdiği iki çıkıntı arasında kalan mesafe (Şekil 3.1.a).
23. Parietal sutur uzunluğu: Parietal kemikler arasındaki dikişlerin uzunluğu (Şekil 3.1.a).
24. Mandibul uzunluğu: Alt kesicilerin alveollerinin ön kenarı ile Condiloid procees'in en art noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.1.d).
25. Beyin kapsülü genişliği: Parietal kemiklerin yanlara doğru yaptığı çıkıntılar arasındaki mesafe (Şekil 3.1.a).
26. Zygomatik genişlik: Başın median hattına dik olacak şekilde zygomatik kavislerin en dış noktaları arasındaki mesafenin uzunluğu (Şekil 3.1.a).
27. Üst M^1 taç uzunluğu: M^1 'in çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
28. Üst M^2 taç uzunluğu: M^2 'nin çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
29. Üst M^3 taç uzunluğu: M^3 'ün çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.b).
30. Alt M_3 taç uzunluğu: M_3 'ün çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.d).
31. Alt M_2 taç uzunluğu: M_2 'nin çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.d).
32. Alt M_1 taç uzunluğu: M_1 çiğneme yüzeyinin uzunluğu (Şekil 3.1.d).



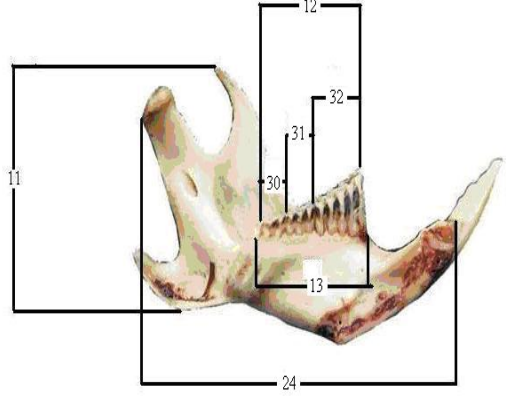
a



b



c



d

Şekil 3.1.a.b.c.d Bazı iç karakter ölçülerinin kafatasından alınış şekilleri

3.3 Elektroforez Çalışmaları

3.3.1 Nişasta Jel Elektroforez Deneyinin Yapılışı

1. Dokuların Saklanması: Enzim çalışması kas dokusu üzerinde gerçekleştirildi. Enzimlerin hassas olması ve çalışmaların süresinin uzun olması nedeniyle dokular -70°C 'de derin dondurucu da saklandı.

2. Doku Homojenizasyonu: Doku bistüri ile küçük parçalara bölünüp her bir parçanın 3-5 katı kadar buzda soğutulmuş distile su veya jel tamponu içine alındı. Homojenizatör tüpüne alınan bu karışım mekanik olarak homojenize edildi. Elektroforez işlemine geçmeden hemen önce homojenat hücresel kalıntılardan arındırmak için santrifüj edildi (12000 rpm`de 3 dakika).

3. Nişasta Jelin hazırlanması: Bu çalışmada nişasta jeli Shaw and Prasad (1970) ve McDonald`ın (1985) yönteminde belirtildiği gibi, % 12 (ağırlık / hacim) oranında nişasta incelenecek olan enzimlere spesifik olarak kullanılan jel tamponu solüsyonu ile nüçelli erlende karıştırıldı ve nişasta eriyip berrak hale gelinceye kadar çalkalanarak kaynatıldı. Daha sonra su trompu ile vakum uygulanarak jel karışımının havası alındı. Jel, hava kabarcıkları oluşmadan hızlı bir şekilde jel kabına döküldü ve kısa sürede katılaşması için 30-45 dakika buzdolabında bekletildi. Çerçevenin iç kısmı ve dış yüzeyinin farklı donması örneklerin yüklenmesi ve boyamayı etkilediği için jelin üst kısmı ince misina ya da tel yardımı ile 1 – 2 mm kesilerek alındı ve homojen bir yüzey sağlandı.

4. Nişasta Jelin Yüklenmesi: Nişasta jelin soğuması ve üst kısmının kesilmesinden sonra taraklar yardımı ile 3 – 4 değişik uygulama sırası birbirine paralel olacak şekilde açıldı. Bu yöntem “piggybacking jel” olarak adlandırılmaktadır (McDonald 1985). Piggybacking jel yönteminin kullanılması ile hem kimyasal maddeden hem de zamandan tasarruf edilmiş olur. Jel üzerinde yarıklar açıldıktan sonra, homojenatlar 0,3 x 0,4 cm filtre kağıdı (Whatmann No 3) parçasına absorbe edildi ve kağıtlar yarıklara örnek sırasıyla yerleştirildi. Tüm örnekler yüklendikten sonra, 2 küçük filtre kâğıdı bromfenolmavisine batırılarak jel üzerinde oluşturulan ilk sıranın iki basına belirleyici (marker) olarak konuldu.

5. Elektroforez: Elektroforez tankının bölmelerine kullanılacak enzimlere göre spesifik olan elektrot tamponu dolduruldu. Tanktaki elektrot tamponu ve jel arasında teması sağlamak için jel genişliğindeki sünger fitiller kullanılarak jelin her iki tarafının tampon teması

sağlandı. Tankın kapağı kapatılarak düzenek +4 °C’de buzdolabına yerleştirildi ve uygun akım, voltaj ve zaman ayarlanarak güç kaynağına bağlandı. Yapılacak enzime spesifik olacak şekilde elektroforez koşulları Çizelge 3.1’de verildi.

6. Nişasta Jelin Boyanması: Elektroforezde enzimleri ortaya çıkarmak için farklı boyama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada sadece histokimyasal boyama yapılmış ve florojenik boya kullanılmıştır. Bu boyalar “Direkt Boyama Metodu ve Agarlı Boyama – Agar Overlay Metodu” aracılığıyla uygulandı.

Direkt Boyama Metodu; Jelin üzerine filtre kâğıdı konuldu. Her bir enzime spesifik olarak hazırlanan kimyasal maddeler uygun boyama solüsyonu ile karıştırılarak kağıt üzerine döküldü. Bu sırada kâğıtta herhangi bir hava kabarcığı olmamasına dikkat edilmesi gerekir. Jel kuru bir yerde tutuldu ve ışık almayacak şekilde 37 °C’de inkübe edildi.

Agarlı Boyama Metodu; Her bir enzime spesifik olarak hazırlanan kimyasal maddeler ışık görmeyecek şekilde boyama solüsyonu ile karıştırıldı. Diğer yandan agar, boyama solüsyonu içinde ateş üzerinde eritilerek soğumaya bırakıldı. Soğuyan agar diğer kimyasallar ile karıştırılıp jel üzerine döküldü. Agar PMS ve MTT içerdiği için 15 – 20 dakika sonra renk değişimi oldu ve mavi renk gözlendi. Agar donduktan sonra jel 37 °C’de inkübe edildi.

7. Jel fiksasyonu: Enzim bantları görüldükten sonra jel fiksasyon solusyonu [45 kısım metanol, 55 kısım asetik asit solusyonu (1 asetik asit: 5 H₂O’lu)] ile yıkanarak reaksiyon durduruldu.

8. Sonuçların belgelenmesi: Boyama tamamlandığında jel ışık kutusu üzerine yerleştirilerek fotoğrafı çekildi veya gözlenen bant kalıpları çizildi. Enzim sistemlerinin genetik kontrolü

ve alt ünite yapısını belirleyen bu zimogramlardan değerlendirme yapıldı. İzoenzimler ve alloenzimler anoda en yakından başlanılarak A, B, C, D harfleri ile belirtildi. Bu allellerden en hızlı hareket edenler A, yavaş hareket edenler sırayla B, C, D olarak adlandırıldı.

3.3.2 Elektroforetik çalışmalarında kullanılan tampon sistemleri

3.3.2.1 Koşturma ve jel tampon sistemleri

1. Tris –Malat- EDTA Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris 12,12 gr

EDTA 3,72 gr

MgCl₂. 6H₂O 2,03 gr

Maleic asit 11,6 gr

Yukarıdaki kimyasal maddeler 600 ml distile suda çözüldükten sonra hacim 1 litreye tamamlanarak, pH: 7,4 ayarlandı.

Jel Tamponu: Koşturma tamponundan 1:10 oranında distile su ile seyreltilir ve pH 7,4'e ayarlanır.

2. Tris – HCl Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu: 12.12 gr Tris tartılarak hacim 1lt'ye distile su ile tamamlanır ve pH 8,6 olacak şekilde HCl asitle damla damla katılarak ayarlanır.

Jel Tamponu: 66,7 ml koşturma tamponundan alınarak 1 litreye seyreltilir ve pH 8,6 ayarlanır.

3. Tris – Sitrat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

0.155 M Tris

0.043 M Citric acid

Kimyasal maddeler karıştırılarak 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 7,0 ayarlanarak hacim 1 litreye tamamlanır.

Jel Tamponu: 66,7 ml koşturma tamponundan alınarak 1 litreye seyreltilir ve pH 7'ye ayarlanır.

4. Tris – Sitrat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris 27 gr

Citrik acid 18,1 gr

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml ye tamamlanacak, HCl ile pH 7'ye ayarlanır.

Jel Tamponu: 1:7 oranında koşturma tamponundan seyreltilir.

A- 5. Tris- Borik Asit – EDTA Tampon Sistemi (Ayala *et al.* 1972)

Koşturma Tamponu:

Tris 21,8 gr

Boric acid 5,87 gr

EDTA 1,49 gr

NAD 0,05 gr

Bu oranlarda 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra 1 litreye tamamlanır ve pH 8,7 ayarlanır.

Jel Tamponu: 1: 9 oranında elektrot tamponundan alınarak distile su seyreltilir ve pH 8,7'ye ayarlanır.

6. Tris – Borik Asit – EDTA Tampon Sistemi (Shaw and Prasad 1970)

Koşturma Tamponu:

Tris 60,6 gr

Boric acid 40 gr

EDTA 6 gr

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml ye tamamlanacak, HCl ile pH 8,0'e ayarlanır.

Jel Tamponu:

Tris 6,06 gr

Boric acid 6 gr

EDTA 0,6 gr

600 ml distile su içerisinde çözülerek 1 litreye tamamlanır ve pH 8,0'e ayarlanır.

7. Tris – Potasyum Fosfat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris 0,05 M

KH_2PO_4 0,05 M

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml ye tamamlanır ve HCl ile pH 8,3'e ayarlanır.

Jel Tamponu: Elektrot tamponundan 1: 10 oranında distile su ile seyreltilir ve pH: 8,3 ayarlanır.

8. Potasyum Fosfat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Potassium phosphate (monobasic –anhydrous) 18,78 gr

Sodium hydrokside 2,48 gr

600 ml distile suda çözülerek 1litreye tamamlanır ve pH 8,0' e ayarlanır.

Jel Tamponu: 1:19 oranında distile su ile seyreltilerek hazırlanır ve pH: 8,0 ayarlanır.

9. Potasyum Fosfat- Sitrat Tamponu

Koşturma Tamponu:

K_2HPO_4 29,1 gr

Citric acid 5,7 gr

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml ye tamamlanır ve pH 7,0'a ayarlanır.

Jel Tamponu:

K_2HPO_4 1,06 gr

Citric acid 0,254 gr

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml'ye tamamlanır ve pH 7,0'a ayarlanır.

3.3.3 Enzim sistemleri

Bu çalışmada; 16 enzim sistemi nişasta elektroforez metoduyla çalışıldı. Bu enzim sistemleri, sistematik kod numaraları ve kullanılan kısaltmalar aşağıda verilmiştir.

1. 6- fosfoglukonat dehidrogenaz (Pgd),
2. Aconitaz (Aco),
3. Adenozin deaminaz (Ada),
4. Alfagliserofosfat dehidrogenaz (Gdp),
5. Esteraz (Es),
6. Fosfoglukomütaz (Pgm),
7. Fumeraz (Fm).
8. Glukofosfat izomeraz (Gpi),
9. Glukoz dehidrogenaz (Gd),

10. Hekzokinaz (Hk),
11. İzositrat dehidrogenaz (Idh),
12. Malat dehidrogenaz (Mor),
13. Malik enzim (Me),
14. Mannoza fosfat izomeraz (Mpi),
15. Nukleosid fosforilaz (Np),
16. Superoksit dismutaz (Sod),

Çizelge 3.1 Çalışılan enzim sistemlerinin elektroforez koşulları

Enzim	Tampon Sistemi	Çalışma Süresi	Voltaj ve Akım	Çalışma sıcaklığı	Referanslar
a-Gpdh	5	5 saat	120 V 20-30 mA	4 °C	McDonald 1985, Shaw and Prasad 1970
Fum	6	5 saat	120 V 15-25 mA	4 °C	McDonald 1985 Shaw and Prasad 1970
Gpi	8	6 saat	150 V 15-25 mA	4 °C	Selander <i>et al.</i> 1971
Hk	1	5 saat	120 V 35-45 mA	4 °C	Del Lama <i>et al.</i> 1988
Idh	3	5 saat	120 V 20-30 mA	4 °C	Shaw and Prasad 1970
Mpi	7	6 saat	150 V 10-15 mA	4 °C	Kendi modifikasyonum
Pgm	1	5 saat	120 V 35-45 mA	4 °C	McDonald 1985 Shaw and Prasad 1970
Pgd	8	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Pasteur <i>et al.</i> 1988
Aco	1	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Harris and Hopkinson 1976
Ada	3	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Harris and Hopkinson 1976
Es	3	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Hillis and Moritz 1990
Gd	1	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Pasteur <i>et al.</i> 1988
Mor	6	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Haris and Hopkinson 1976 Ayala <i>et al.</i> 1972
Me	5	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Ayala <i>et al.</i> 1972
Np	1	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Haris and Hopkinson 1976
Sod	3	3 saat	120 V 30-40 mA	4 °C	Pasteur <i>et al.</i> 1988

3.3.4 Boyama

3.3.4.1 Boya tamponu

Tris 6.05 gr alınarak 300 ml suda çözülür ve HCl ile pH 8.0'a ayarlanır ve 500 ml'ye distile su ile tamamlanır. Stok çözelti olarak kullanılır. Eğer pH değiştirilmek istenirse HCl veya NaOH kullanılır.

3.3.4.2 Enzim sistemlerine spesifik boyalar

Çalışılan her bir enzim için farklı kimyasal içerikte boyama yapılmıştır. Her bir enzim sistemi için kullanılan boyaların kimyasal içerikleri ve referansları aşağıda verilmiştir.

Alfa-Glycerophosphate dehydrogenase (McDonald 1985);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0
100 mg Alfa-glycerophosphate
25 mg EDTA
5 mg NAD
5 mg MTT
1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C 15 - 30 dakika içerisinde bantlar hızlı gelişir.

Sorbitol dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml Tris-Cl tamponu pH 8.0
100 mg Sorbitol
5 mg NAD
5 mg NADP
5 mg MTT
1mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30-60 dakika içerisinde bantlar koyu mavi olarak gelişir.

Lactate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 7

100 microlitre Lactic acid syrup

5mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 15 – 45 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Malate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0

20 mg Malic acid

5 mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 60 – 90 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Malic enzyme (Shaw and Prasad 1970)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0

20 mg Malic acid

5 mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 60 – 90 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Isocitrate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985)

15 ml	Tris – Cl tamponu pH: 8,0
25 mg	Isocitric acid
5 mg	NADP
20 mg	MgCl ₂
20 mg	MnCl ₂
5 mg	MTT
1 mg	PMS

100 ml distile su ile karıştırılarak jel üzerine dökülür ve 37 °C’de 4-5 saat inkübe edilir. Bantlar koyu mavi renktedir.

Glucose-6-phosphate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml	Tris – Cl tamponu pH: 8,0
20 mg	glucose 6- phosphate
5 mg	EDTA
5 mg	NADP
5 mg	MTT
1 mg	PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30 – 60 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml	Tris-Cl tamponu pH: 7,0
100 mg	Fructose 1,6 –bisphosphate
20 unit	Fructose-bisphosphate aldolase

37 °C’de 30 dakika jel yukarıdaki karışımla inkübe edildikten sonra;

5 mg NAD

30 mg Sodium arsenate

5 mg MTT

1 mg PMS

100 ml distile su ile karışımı jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30-60 dakika bekletildikten sonra bantlar koyu mavi olarak belirir.

Superoxide dismutase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

20 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0

7.5 mg MTT

2 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de jel ışıktaki bekletilerek inkübe edilir. Bantlar koyu mavi zemin üzerinde beyaz renkte gözlenir.

Hexokinase (Del Lama *et al.* 1988)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0

100 mg glucose

5 mg NADP

5 mg ATP

5 mg MgCl₂

5 mg MTT

10 µl Glucose-6-phosphate dehydrogenase

1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30 – 60 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Adenylate kinase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml Tris-Cl tamponu pH 7,0
20 mg Glucose
5 mg NADP
5 mg ADP
20 mg MgCl₂
5 mg MTT
40 unit Hexokinase
10 unit Glucose-6-phosphate dehydrogenase
1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 45 – 90 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Phosphoglucomutase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8,0
25 mg Glucose – 1 phosphate
5 mg NAD
20 mg MgCl₂
5 mg MTT
4 µl G6PDH
1 mg PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 5 – 15 dakika içerisinde bantlar çok hızlı gelişir.

Aldolase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

20 ml	Tris – Cl tamponu pH: 8,0
60 mg	Sodium arsenate
100 mg	Fructose 1.6 diphosphate
20 mg	NAD
50 µl	Gliceraldehyde-3- phosphate dehydrogenase
7.5 mg	MTT
2 mg	PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 15 – 30 dakika içerisinde bantlar hızlı gelişir.

Fumarase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml	Tris – Cl tamponu pH: 8,0
0.05gr	Fumaric acid
10 mg	NAD
10 µl	Malic dehydrogenase
5 mg	MTT
1 mg	PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30 – 60 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Mannose phosphate isomerase (Hillis and Moritz 1990)

15 ml	Tris – Cl tamponu pH: 8,0
-------	---------------------------

20 mg	Mg Cl ₂ . 6 H ₂ O
5 mg	Mannose 6-phosphate
5 mg	NADP
10 unit	Glucose- 6- phosphate dehydrogenase
10 unit	Glucose- 6 - phosphate isomerase
5 mg	MTT
1 mg	PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 30 – 45 dakika içerisinde bantlar gelişir.

Glucose phosphate isomerase (McDonald 1985)

15 ml	Tris – Cl tamponu pH: 7,0
20 mg	Mg Cl ₂ . 6 H ₂ O
5 mg	D-Fructose 6-phosphate
5 mg	NADP
10 unit	Glucose -6- phosphate dehydrojenase
5 mg	MTT
1 mg	PMS

35 ml boya tamponuna 300 – 350 mg agar eklenerek kaynatılır ve agar hafif soğuduktan sonra hepsi karıştırılarak jel üzerine dökülür. 37 °C’de 15 – 30 dakika içerisinde bantlar gelişir.

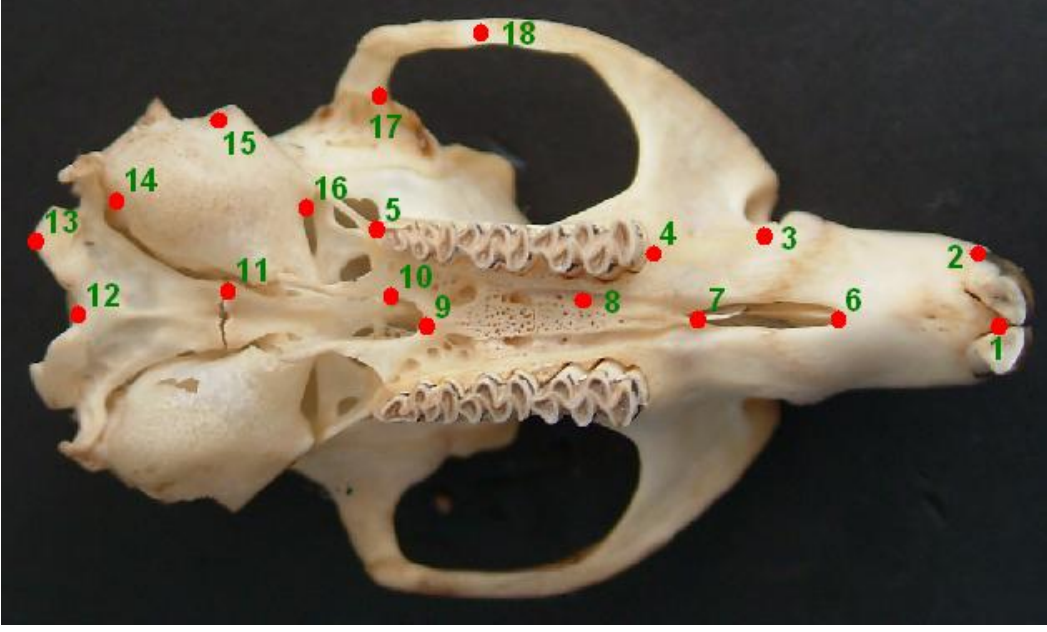
3.4 Geometrik Morfometri Uygulamaları

Geometrik morfometri yöntemi ile *Arvicola terrestris* populasyonlarına ait şekil varyasyonları araştırılması için 9 lokaliteden (Trakya, Kırşehir, Ankara, Eskişehir, Bolu, Eber Gölü (Afyon), Beyşehir, Denizli ve Uşak) toplanan örneklerin kafa iskeletleri üzerinde dorsal, ventral, lateralde ve alt çene üzerinde şekli ortaya koyacak landmarklar (noktalar) tpsDig2 programı ile yerleştirilmiştir. Dorsalde 11, ventralde 18, lateralde 8,

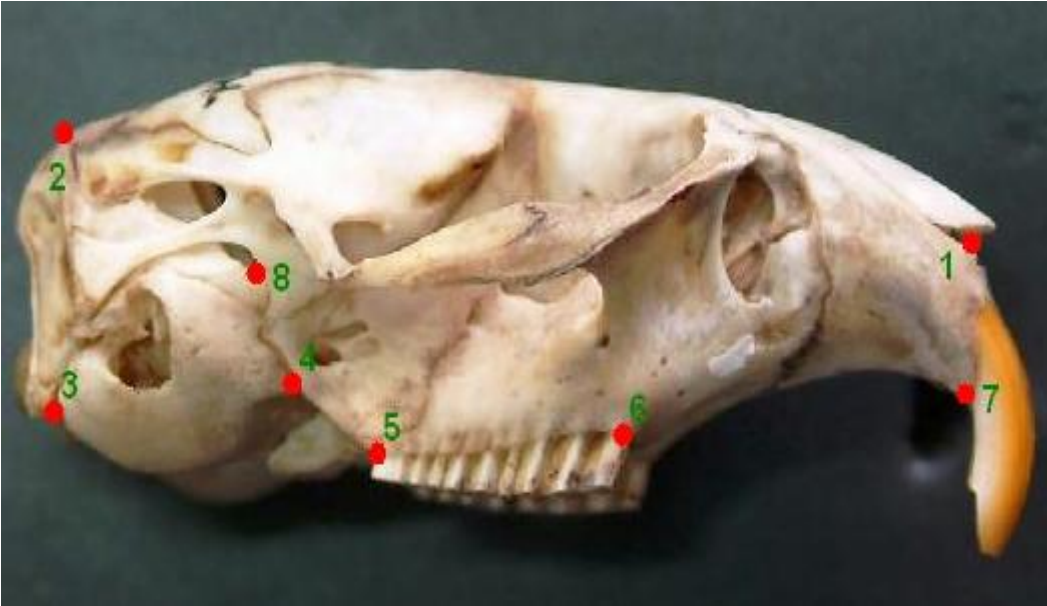
alt çenede 9 landmarktan oluşan x, y koordinat verileri kullanılarak populasyonlar arasındaki geometrik morfometrik varyasyon belirlenmeye çalışılmıştır. Lokaliteler kendi aralarında coğrafik konuma göre gruplandırılmıştır. Buna göre trak (Trakya), beys (Beyşehir), deus (denizli-uşak), abes (Ankara-Bolu-Eskişehir), kirs (Kırşehir), eber (Eber) olmak üzere 6 grup belirlenmiştir. Her grup için landmarklara ait x, y koordinat verileri üst üste bindirilmiştir (süperimposition). Bu veriler kullanılarak Morpheus ve SPSS programları ile istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Landmarkerlar şekillerde gösterildiği gibidir (Şekil 3.2-3.5).



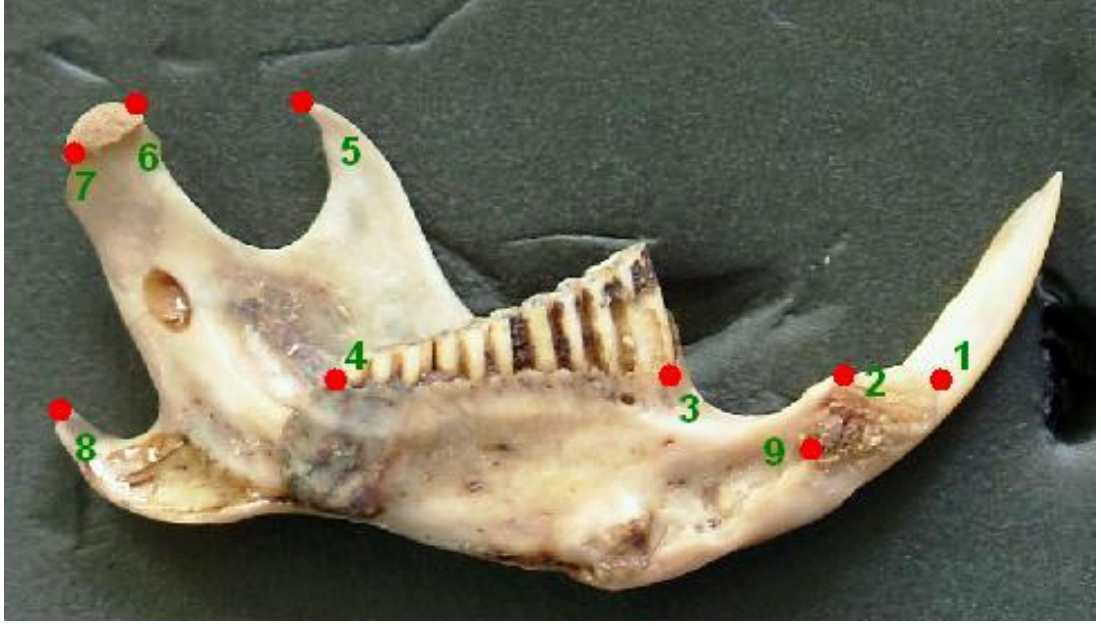
Şekil 3.2 *Arvicola terrestris*'in kafatasının dorsal yüzeyinden alınmış landmarklar



Şekil 3.3 *Arvicola terrestris*'in kafatasının ventral yüzeyinden alınmış landmarklar



Şekil 3.4 *Arvicola terrestris*'in kafatasının lateral yüzeyinden alınmış landmarklar



Şekil 3.5 *Arvicola terrestris*'in kafatasının alt çene yüzeyinden alınmış landmarklar

3.4.1 Fotoğraf çekme işlemi

Örneklerin yer aldığı kafa iskeletleri, dorsal, ventral, lateral ve alt çene karakterleri olarak, Canon marka digital fotoğraf makinesiyle makro modunda çekilmiştir. Örnekleri çekerken fotoğraf makinesini sabitlemek için tripod kullanılmıştır. Bu işlem sırasında fotoğraflanan karakterler lokalite ve arazi defterindeki numaralarına göre kodlanmış ve bilgisayar ortamına aktarılıp saklanmıştır. Tüm bireylerin dorsal, ventral, lateral ve alt çene karakterler fotoğraf ve isimlerini içeren bir dosya hazırlanmıştır.

3.4.2 Tps dosyalarının hazırlanması

Geometrik morfometri çalışmalarında landmarkların işlenmesi ile ilgili farklı programlar kullanılmaktadır. Burada James Rohlf ve arkadaşları tarafından yazılan Tps adlı program serisini kullanıldı (Web sayfası, <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>). Geometrik morfometri yönteminin başlangıç aşaması örneklerin bulunduğu dosyaların bu programa tanıtılmasından oluşur. Hazırlanan 97 örneğin dorsal, ventral, lateral ve alt çene resim dosyaları ilk olarak Tps paket programının alt modülü olan tpsUtil1.34'de

(Rohlf 2005a) input veri olarak kullanıldı. Böylece bu resimler landmark işaretlemesi yapılması için Tps programına tanıtıldı.

3.4.3 Gruplar arasındaki farklılık testi (MANOVA)

Elde edilen tps verileri Morpheus programı ile açılıp üst üste bindirildikten sonra gruplar belirlenmiş ve MANOVA yapılmıştır. Daha sonra bulunan farklılığın hangi eyaletlerde olduğunu görmek için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

3.4.4 Deformasyon gridleri

Deformasyon gridleri landmarkların konumuna göre grupların karşılaştırılmasına olanak sağlar. Deformasyonun hangi landmarklarda yoğunlaştığını görselleştirerek gruplar arasındaki varyasyonu açıklamaya çalışır.

Bu çalışmada *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki Dorsal, ventral, lateral ve alt çene şekil farklılıkları, TPSspline (Rohlf 2005c) programı kullanılarak deformasyon gridleri üzerine yansıtılmış ve farklılıklarının hangi noktalardan kaynaklandığı ortaya çıkarılmıştır.

3.4.5 Ayırışım fonksiyon analizi (DFA)

Çok yönlü ayırışım analizi olarak da bilinen bu analiz de, PCA olduğu gibi karakterler arasındaki korelasyona bağlı olarak grupların dağılımını ortaya çıkarır. PCA'dan farklı olarak DFA'da OTU'lar analize başlamadan önce lokasyonlara göre gruplara ayrılır. Bu analizde, gruplar arasındaki farklılık yükseltirken ve grup içi farklılık düşürülür, böylece yeni uzayda lineer düzlemde korelasyon göstermeyen eksenler bulunur. Ya da eigen vektörler normalize edilir ve grupların uzayda dağılımları incelenir. Analiz sonucu 2 veya 3 boyutlu düzlemde grupların dağılımı görülür. Bu çalışmada DFA için SPSS paket programları kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapılan araştırma sonucunda Türkiye'nin batısından *Arvicola* cinsine ait *Arvicola terrestris* ve bu türün iki alttürü; *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii*'in yayılış gösterdiği saptandı.

4.1 *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758)

1758. *Mus terrestris* Linnaeus, Syst. Nat., 10th. ed., 1, 61

1926. *Arvicola terrestris* Miller, Proc. Biol. Soc. Washington 23:

Tip yeri: Upsala, İsveç

4.1.1 Yayılışı

Arvicola terrestris su kenarlarında yaşar (Şekil 4.1). Bu çalışmada elde edilen 116 örnek, Kırşehir, Seyfe Gölü, Ankara, Kırklareli, Afyon, Beyşehir, Uşak, Eskişehir, Denizli ve Bolu lokalitelerinden toplandı. Kayıt yerleri Şekil 4.2'de ve koordinatları Çizelge 4.1'de verildi.



Şekil 4.1 *Arvicola terrestris*'in genel görünümü (Ayaş/Ankara)

Çizelge 4.1 *Arvicola terrestris*'in Anadolu'nun batısı kayıt yerleri ve koordinatları

Tür	Lokalite	Koordinatlar
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Kırşehir Kılıçözü Deresi	39.130926, 34.151859
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Kırşehir 12 km	39.167069, 34.145164
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Kırşehir 10 km	39.165871, 34.145508
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Seyfe gölü	39.199802, 34.418106
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Ankara –Ayaş	40.086379, 32.118230
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Bolu –Yeniçağa	40.773327, 32.030725
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Bolu –Eskiçağa	40.819168, 32.036862
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Kahramanmaraş Göksun	38.018886, 36.486969
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Afyon Eber Gölü	38.659778, 31.180573
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Konya- Beyşehir	37.760944, 31.661224
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Denizli-Çivril	38.30287, 29.7351840
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Denizli-Yuvaköy	38.312568, 29.908218
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Uşak-Kula	38.53635, 28.6495970
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Uşak-Yenişehir	38.660783, 29.013433
<i>Arvicola terrestris persicus</i>	Eskişehir-Gülçayır	39.251398, 31.409912
<i>Arvicola terrestris cerjjavskii</i>	Kırklareli-İnece	41.674963, 27.076492



Şekil 4.2 *Arvicola terrestris*'in (●) kayıt yerlerini gösteren harita

1. Kırklareli , 2. Denizli, 3. Uşak, 4. Eskişehir, 5. Bolu, 6. Eber Gölü (Çay, Afyon), 7. Beyşehir (Konya)
8. Ankara, 9. Kırşehir

4.1.2 Habitat

Arvicola terrestris akarsu ve derelerin kenarlarında, göl ve sulak alanlarda yaşar. Hızlı akan nehirlerin ve akarsuların durgunlaştığı yerler, sazlıklarla kaplı küçük dereler başlıca yaşam alanlarıdır (Şekil 4.3- Şekil 4.4)

Bununla birlikte Eber Gölü'nde yapılan çalışmalarda, aynı zamanda bir sulak alan özelliği gösteren bu habitatta, göl içindeki küçük adacıkların da bu tür için oldukça uygun yerler olduğu gözlenmiştir. Bunun yanında, *Arvicola terrestris*'in yuva yerlerinde de gözlemler yapılmıştır. Buna göre *Arvicola terrestris* su kenarlarına çok sayıda yuva girişleri olan yuvalarda yaşamaktadırlar. Yuva girişleri su altından olmakla birlikte su üstünden ve suyun karayla birleştiği yerden de girişler belirlenmiştir. Ayrıca akarsu veya göl kenarındaki sazların üzerinde kuş yuvası şeklinde yuvalar yaptıkları gözlemlenmiştir.



Şekil 4.3 *Arvicola terrestris*'in Ayaş'taki (Ankara) habitatı



Şekil 4.4 *Arvicola terrestris*’in İnece Deresi’ndeki (Kırklareli) habitatı

4.2 *Arvicola terrestris persicus* de Filippi, 1865

1865. *Arvicola amphibius* var. *persicus* de Filippi, Viagg. in Persia, sayfa 344. Tip

1926. *Arvicola terrestris persicus* Hinton

Tip yeri: Sultaniye, İran.

Arvicola terrestris persicus’un tespitinde Kırşehir, Seyfe gölü, Ankara – Ayaş, Bolu – Yeniçağa, Eskişehir, Afyon-Eber Gölü, Konya- Beyşehir, Denizli ve Uşak lokalitelerinde örnekler toplanmıştır. Güney Marmara bölgesinde *persicus* alttürünün yaşayabileceği tüm alanlara arazi çalışmaları yapılmasına karşın örnek elde etmek mümkün olmamıştır.

4.2.1 *Arvicola terrestris persicus*'un dış morfolojik karakterleri

Sekiz lokaliteden toplanan 47 örneğin dış morfolojik karakterleri incelenmiştir. Bu alttür sık ve kısa kıllı kürke sahiptir. Ergin bireylerde dorsalde kılların ucu açık ve kızılımsı kahverengiyle koyulaşan siyaha yakın kahverengi arasında değişir (Şekil 4.5). Kılların dip kısımları kurşuni renktedir. Genç bireyler daha koyu kahverenkli. Karın bölgesi grimsi beyazdır (Şekil 4.6). Ancak bu grimsi beyazlık yalnızca kılların ucundadır. Kılların diplerine doğru olan kısım kurşunidir. Kırşehir ve Uşak örnekleri dorsal ile ventral rengi yanlarda kesin bir hatla ayrılırken Denizli, Eskişehir, Beyşehir, Eber, Yeniçağa ve Ankara örneklerinde böyle bir ayrım yoktur (Şekil 4.7). Aynı biçimde Denizli, Eskişehir, Beyşehir, Eber, Yeniçağa ve Ankara örneklerinde lateral renk karnın ortalarına doğru biraz kahverengi kıllar girinti yapar. Denizli, Eskişehir, Beyşehir, Eber, Yeniçağa ve Ankara örneklerinin yan taraflarında grimsi beyazımsı bir akıtma vardır. Baş kısmının rengi gövde rengi ile aynıdır. Kulak üzeri kıllarla kaplıdır ve bu kılların rengi de baş kısmındaki kıl rengi ile aynıdır. Kulaklar yoğun kıllarla çevrelenmiştir. Ön ve arka ayakların üzeri küçük kıllarla kaplıdır. Ayak tabanları çıplaktır ve kahverengindedir. Kuyruk iki renkli olup hem üstte hem de altta küçük kıllarla kaplıdır. Kuyruk üstü sırt kısmı ile alt kısmı ise karın altı ile aynı renktedir.



Şekil 4.5 *Arvicola terrestris persicus*'un Kırşehir örneklerinde dorsal kürk rengi



Şekil 4.6 *Arvicola terrestris persicus*'un Kırşehir örneklerinde yanlarda, dorsal ve ventral kürkün ayrımı

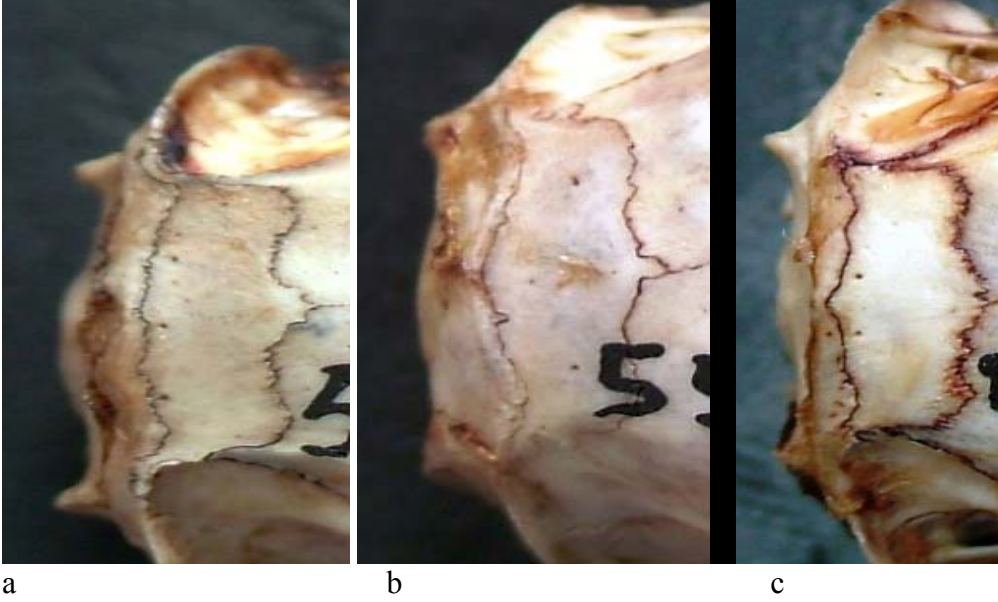


Şekil 4.7 *Arvicola terrestris persicus*'un Denizli örneklerinde ventral kürk rengi

4.2.2 *Arvicola terrestris persicus*'un kafatası karakterleri

Anadolu'dan, Kırşehir, Ankara, Eskişehir, Bolu, Eber Gölü (Afyon), Beyşehir, Denizli ve Uşak lokalitelerinden 87 örnek toplanmıştır. Buna göre bu alttürde nasal kemiklerin anterioru, kesici dişlerin önüne ulaşmaz (gerisinde kalır). Nasal kemikler kafatasına oranla kısa görünümlüdür. Anteriordan posteroa doğru daralır. Posterior kısım premaksiller kemiklerin kafatasıyla oluşturduğu dikişin gerisinde yer almaktadır. İnterorbital bölge dar olup yaşlı örneklerde interorbital bölgenin üst kısmında az belirgin bir çıkıntı bulunur. Beyin kapsülünün boyu eninden uzun olup köşeli bir görünümdedir. Örneklerin tümünde frontal kemik parietal kemiğin içine doğru bir girinti yapar. Parietal kemiğin boyu eninden uzundur. Parietal sutur (dikiş) genellikle interorbital kemiğin eninden daha kısadır. İnterparietal kemiğin eni boyundan daha uzundur. Orta kısım 68 örnekte bir mızrak başı gibi parietal kemiğin içine girinti yapar (Şekil 4.8.a.b.c). İnterparietal kemikte arkaya doğru (posteriora doğru olan) yalnızca yavru bireylerde düz görünümlüdür. Ergin bireylerde dışa doğru hafif eğimlidir. Bu bölgede beyin kapsülü daralmaktadır. Occipital kemikler yana doğru belirgin bir çıkıntı yapar. Dorsalden bakıldığında kafatasının arkasında timpanik bulla gözükmemektedir. Zygomatik yaylar öne doğru bir çıkıntı yaparak arkaya doğru hafif biçimde kavislenmektedir. Bu kavislenme aşağıya doğru zygomatik yayın kıvrım oluşturmaya neden olur. Zygomatik yayın posteroa doğru sonlandığı kısım, genç bireylerde düzgün görünümlüken ergin ve yaşlı bireylerde köşeli bir görünümdedir. Kafatasının posterior kısmındaki eğim azdır ve dorsalden bakıldığında 12 tanesinde occipital kondiller görünürken, diğerlerinde görülmemektedir. Üst kesiciler prodonttur. Foramen insisiva üst M¹'in ön kısmına ulaşmamaktadır. Post foramen insisiva tüm örneklerde üst M³'ün hemen yanında yer almaktadır ve 33 örnekte üst M²'ye yakındır. Pterygoid kemikte orta kısımda içe doğru daralma vardır. Posteriora doğru olan kısım birbirinden uzaklaşarak sonlanır. Pterygoid kemiklerin posterior ucu timpanik bullayla temas halindedir ve uçları daha yüksekte kalacak biçimdedir. Timpanik bulla kafatasına göre orta büyüklüktedir. Damak kemiklerinin posterior kısmı 59 örnekte içe doğru "V" biçiminde bir girinti oluşturmaktadır (Şekil 4.9.a.b). Diğerleri düzdür. Basioccipital kemiğin kenarları iç bükeydir. Foramen magnum tarafından içe doğru girinti vardır. Basioccipital kemik timpanik bullayla birleşmiştir. Alt çenede condyloid proste posterior çok az çıkıntı vardır. Alt çenede artikular kemik condyloid prosesin biraz

arkasında yer alır. Alt çenede artikular kemiğin başlangıç kısmında çıkıntı vardır. Alt çenenin en alt kısmının ortalarına doğru olan yerde çıkıntı vardır.



Şekil 4.8 *Arvicola terrestris persicus*'un a.b.(Beyşehir), c.(Eskişehir) örneklerinde kafatasında interparietal kemiğin varyasyonları



Şekil 4.9 *Arvicola terrestris persicus*'un Beyşehir (a) ve Uşak (b) örneklerinde damağın arka kenarında varyasyonlar (Ok)

4.2.3 *Arvicola terrestris persicus*'un iç ve dış karakter ölçüleri

Toplanan örneklerin 4 dış karakterinin ölçüsü ve 35 iç ölçüsü alındı. *Arvicola terrestris*'in Anadolu populasyonlarında ölçülen karakterleri ortalama uzunlukları, minimum ve maksimum değerleriyle standart sapmaları Çizelge 4.2 verildi.

Çizelge 4.2 *Arvicola terrestris persicus*'ta iç ve dış karakter ölçüleri

	Karakterler	N	Ort.	Min.	Max.	SS (+/-)
1.	Tüm boy	79	305,20	213,00	378,00	34,23
2.	Kuyruk	79	125,96	81,00	152,00	14,39
3.	Ard ayak	79	36,78	27,00	42,00	2,47
4.	Kulak uzunluğu	79	16,88	9,00	21,00	2,62
5.	Ağırlık	79	142,14	59,00	237,00	38,09
6.	Zygomatik genişlik	79	23,05	19,35	25,94	1,62
7.	İnterorbital daralma	79	4,85	3,96	6,10	0,37
8.	Condilobasal uzunluk	79	37,63	31,26	41,48	2,34
9.	Condilonasal uzunluk	79	39,86	33,59	43,80	2,31
10.	Occipitonasal uzunluk	79	38,11	19,55	42,71	3,67
11.	Basal uzunluk	79	36,39	29,26	40,17	2,14
12.	Nasal uzunluk	79	10,92	8,72	12,70	0,98
13.	Nasal genişlik	79	4,77	3,65	6,99	0,64
14.	Parietal sutur uzunluğu	79	7,96	6,16	9,04	0,56
15.	Yüz bölgesi uzunluğu	79	24,02	10,16	34,01	2,49
16.	Beyin bölgesi uzunluğu	79	15,47	11,09	17,43	1,12
17.	Mastoid genişlik	79	11,00	9,11	12,48	0,70
18.	Bullalı b. kapsül yüksekliği	79	13,10	11,61	14,80	0,68
19.	Bullasız b.kapsül yüksekliği	79	11,88	9,82	70,93	6,81
20.	Occipital genişlik	79	15,65	12,42	17,48	1,06
21.	Beyin kapsülü genişliği	79	14,57	12,60	15,65	0,59
22.	Diestama uzunluğu	79	13,19	10,34	15,54	1,12
23.	Damak uzunluğu	79	21,69	17,91	24,09	1,47
24.	İnsisiva uzunluğu	79	6,68	4,46	9,76	0,74
25.	Timpanik bulla uzunluğu	79	9,88	7,66	11,17	0,54
26.	Timpanik bulla genişliği	79	7,04	6,12	8,36	0,35
27.	Mandibul uzunluğu	79	26,29	22,21	29,15	1,64
28.	Mandibul yüksekliği	79	6,45	5,16	8,84	0,57
29.	Üst molar alveol uzunluğu	79	9,13	7,72	10,44	0,62
30.	Üst molar taç uzunluğu	79	10,13	9,02	11,90	0,61
31.	Alt molar alveol uzunluğu	79	9,24	7,82	10,55	0,64
32.	Alt molar taç uzunluğu	79	9,98	8,54	11,68	0,58
33.	Coronoid proses yüksekliği	79	13,99	11,45	16,09	1,05
34.	Üst M1 taç uzunluğu	79	8,59	7,63	10,26	0,62
35.	Üst M2 taç uzunluğu	79	6,25	5,00	7,36	0,55
36.	Üst M3 taç uzunluğu	79	6,22	3,16	7,63	0,68
37.	Alt M1 taç uzunluğu	79	9,26	7,63	11,05	0,73
38.	Alt M2 taç uzunluğu	79	6,00	5,00	8,94	0,59
39.	Alt M3 taç uzunluğu	79	5,95	4,73	8,94	0,63

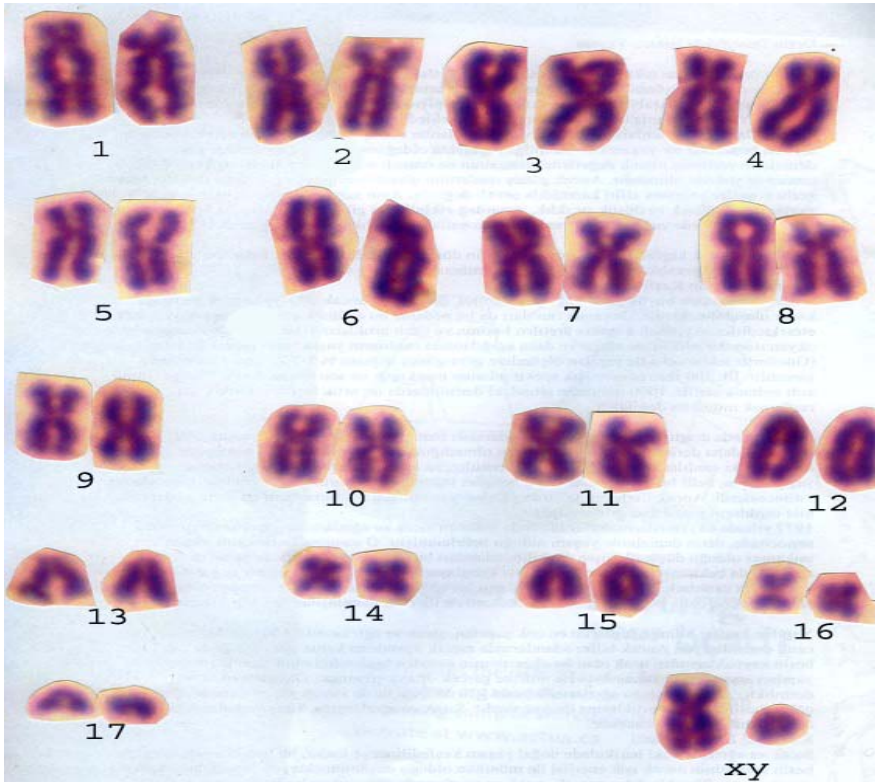
N: örnek sayısı, Ort: ortalama, min: minimum, max: maksimum, SS: Standart sapma

4.2.4 *Arvicola terrestris persicus*'un diş durumu

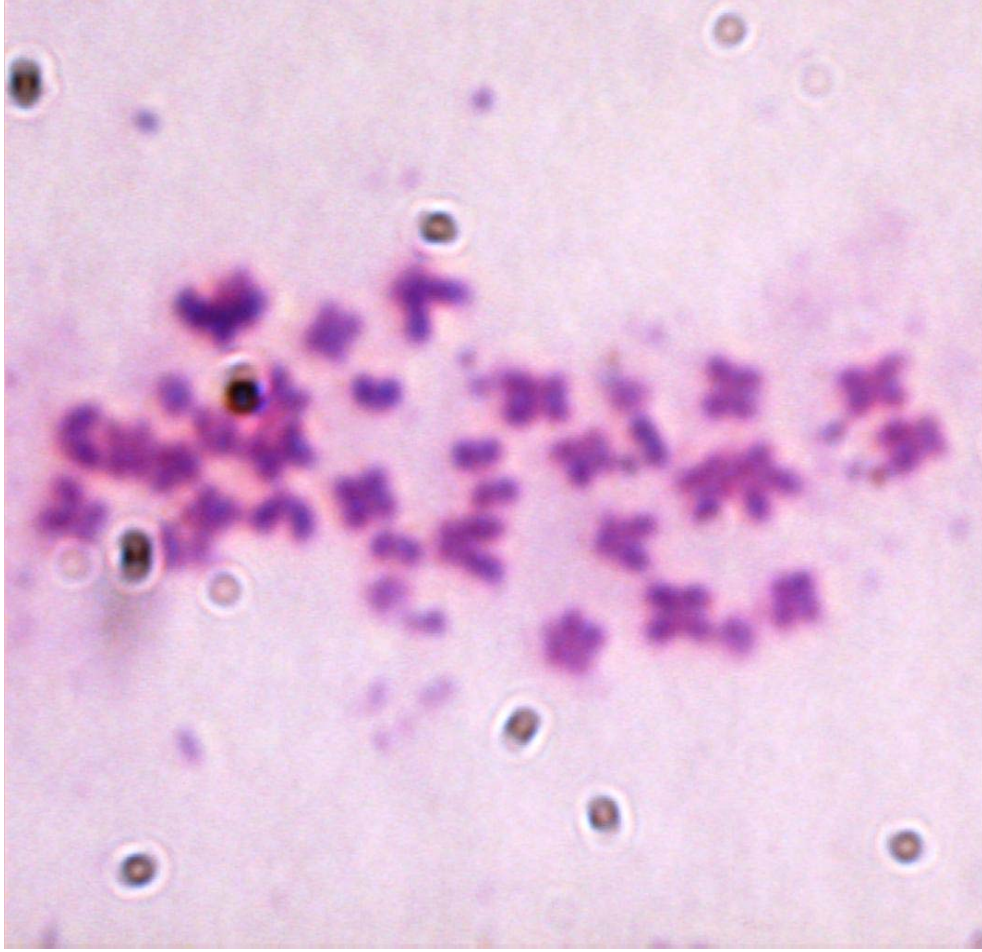
Üst kesici dişler prodont olup koyu turuncu renktedir. Üst ve alt molarlar köksüzdür ve devamlı büyür. M^1 , M^2 ve M^3 çiğneme yüzeylerinde 5 adet, M^1 ve M^2 çiğneme yüzeylerinde 4 adet ve M^3 çiğneme yüzeyinde 3 adet köşeli mine adacığı bulunmaktadır.

4.2.5 *Arvicola terrestris persicus*'un karyolojik özellikleri

Arvicola terrestris persicus'a ait karyolojik sonuçlara göre; diploit kromozom sayısı $2n= 36$, temel kromozom kol sayısı $NF= 64$, otozomal kromozom sayısı kol sayısı $NFa= 60$ olarak bulunmuştur. Ayrıca otosomal kromozomlar 9 çift metasentrik, 4 çift submetasentrik, 4 çift de akrosentrikten ibarettir. X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu da orta akrosentrik olarak bulunmuştur (Şekil 4.10-4.11).



Şekil 4.10 *Arvicola terrestris persicus* 'un karyotipi (idiogram, erkek, Denizli)



Şekil 4.11 *Arvicola terrestris persicus*'un metafaz plağı (Erkek, Denizli)

4.3 *Arvicola terrestris cernjavskii* Petrov, 1949

1949. *Arvicola terrestris cernjavskii* Petrov Glasın Brir. Muz. Belgrad

Tip yeri: Sırbistan'ın Stara Plania dağlarında Dojkinci köyü üzerinde 1350 metredeki Ponor.

Trakya'da gelişen endüstrileşme ve tarım alanları *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürünün çok dar yaşam alanlarında yayılış göstermesine neden olmuştur. Trakya bölgesinde türün yayılış gösterebileceği tüm alanlarda örnekleme çalışması yapılmasına karşın yalnızca İnece (Kırklareli)'den örnek almak mümkün olmuştur.

4.3.1 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin dış morfolojik karakterler

Ergin bireylerde dorsalde kılların ucu belirgin biçimde siyaha yaklaşan kahverengindedir (Şekil 4.12) Dipleriye kurşunidir. Karın bölgesinin orta kısmında beyazımsı grinin arasında kahverengi kıllar vardır. Yan taraflar ve kuyruk sokumuna yakın bölgelerde grimsi beyazımsı bir akıtma vardır. 1 örnekte tüm ventral grimsi beyaz gibidir. Kılların diplerine doğru olan kısımda kurşunidir (Şekil 4.13). Dorsalden ventrale doğru olan kısım kesin bir hatla ayrılmaz. Kulaklar çok belirgin olmasa da kılların arasından görülür. Ön ve arka ayakların üzeri küçük kıllarla kaplıdır. Altlarıysa çıplaktır ve kahverengindedir. Kuyruk küçük kıllar kaplı olup, dorsal ve ventral olmak üzere çok az farkla ayrılabilen iki renklidir.



Şekil 4.12 *Arvicola terrestris cernjavski*'de kürk rengi varyasyonları (İnece, Kırklareli)



Şekil 4.13 *Arvicola terrestris cernjavski*'de kürk rengi varyasyonları (İnece, Kırklareli)

4.3.2 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin kafatası karakterleri

Trakya'dan toplanan 8 örnekten incelenebilir özellikte olan 7 örnekte nasal kemiklerin anterioru, kesici dişlerin önüne ulaşmaz. Nasal kemikler kafatasına oranla kısa görünümlüdür ve anteriordan posteriora doğru daralır. Posterior kısım premaksiller kemiklerin kafatasıyla oluşturduğu dikişin gerisinde yer almaktadır. İnterorbital bölge dar, yaşlı örneklerde interorbital bölgenin üst kısmında az belirgin bir çıkıntı bulunur. Bunun yanında interorbital bölgede de çıkıntılar bulunur. Beyin kapsülünün eni boyundan uzun olup köşeli bir görünümündedir. Örneklerin tümünde frontal kemik parietal kemiğin içine doğru bir girinti yapar. Parietal kemiğin boyu eninden uzundur. İnterparietal kemiğin eni boyundan daha uzundur. Orta kısmı bir mızrak başı gibi parietal kemiğin içine girinti yapar. İnterparietal kemiğin arka kısmı (posteriora doğru olan) düz görünümlüdür (Şekil 4.14). Bu bölgede beyin kapsülü daralmaktadır. Occipital kemikler yana doğru belirgin bir çıkıntı yapar. Dorsalden bakıldığında kafatasının arkasında timpanik bulla gözükmemektedir. Buna karşın occipital kondiller gözükmemektedir. Zygomatik yaylar öne doğru bir çıkıntı yaparak arkaya doğru hafif

biçimde kavislenmektedir. Bu kavislenme aşağıya doğru zygomatik yayın kıvrım oluşturmaya neden olur. Zygomatik yayın posteriora doğru sonlandığı kısım genç bireylerde düzgün görünümlüken ergin ve yaşlı bireylerde köşeli bir görünümdedir. Kafanın posterior kısmındaki eğim azdır ve dorsalden bakıldığında occipital kondiller görünür. Üst kesiciler prodonttur. Foramen insisiva üst M^1 'in ön kısmına ulaşmamaktadır. Nispeten küçük olan post foramen incisiva tüm örneklerde üst M^3 'ün hemen yanında yer alır. Pterygoid kemikte varyasyon görülmemektedir ve bu kemiklerin orta kısımlarda içe doğru bir daralma görülür (Şekil 4.15). Kafatasının ön tarafı 3 bireyde köşeli, diğerlerinde yuvarlağımsıdır. Posteriora doğru olan kısım birbirinden uzaklaşarak sonlanır. Pterygoid kemiklerin posterior ucu timpanik bullayla birleşir ve uçları daha yüksekte kalacak biçimdedir. Timpanik bulla kafatasına göre orta büyüklüktedir. Damak kemiklerinin posterior kısmı düzdür. Basioccipital kemiğin kenarları iç bükeydir. Foramen magnum tarafından içe doğru girinti yapar. Basioccipital kemik timpanik bullayla birleşmiştir. Alt çenede condyloid proste posterior çıkıntı yoktur, düz görünümlüdür. Alt çenede artikular kemik condyloid prosesin çok az arkasında yer alır. Alt çenede artikular kemiğin başlangıç kısmında çıkıntı vardır. Alt çenenin en alt kısmının ortalarına doğru olan yerde çıkıntı vardır.



Şekil 4.14 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin Kırklareli örneklerinde interparietal kemiğin varyasyonları



Şekil 4.15 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin Kırklareli örneklerinde damağın arka kenarının durumu

4.3.3 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin dış ve iç ölçü karakterleri

Toplanan örneklerin 4 dış ve 35 iç karakterin ölçüsü alındı. *Arvicola terrestris*'in Trakya populasyonu örneklerinde ölçülen karakterleri, ortalama uzunlukları minimum ve maksimum değerleriyle standart sapmaları Çizelge 4.3'te verildi.

Çizelge 4.3 *Arvicola terrestris cernjavskii*'de dış ve iç karakter ölçüleri

	Karakterler	N	Ort.	Min.	Max.	SS (+/-)
1.	Tüm boy	6	314,67	297,00	340,00	16,79
2.	Kuyruk	6	121,17	104,00	130,00	9,43
3.	Ard ayak	6	34,50	33,00	36,00	1,05
4.	Kulak uzunluğu	6	17,17	14,00	19,00	1,83
5.	Ağırlık	6	173,50	152,00	193,00	16,28
6.	Zygomatik genişlik	6	23,45	22,95	24,54	0,68
7.	İnterorbital daralma	6	4,77	4,52	5,04	0,17
8.	Condilobasal uzunluk	6	37,81	36,15	39,76	1,51
9.	Condilonasal uzunluk	6	39,73	38,27	42,06	1,61
10.	Occipitonasal uzunluk	6	38,83	37,41	41,45	1,67
11.	Basal uzunluk	6	32,59	17,65	37,91	8,41
12.	Nasal uzunluk	6	10,55	10,08	10,82	0,35
13.	Nasal genişlik	6	4,51	4,11	5,07	0,40
14.	Perietal sutur uzunluğu	6	7,97	7,07	8,88	0,69

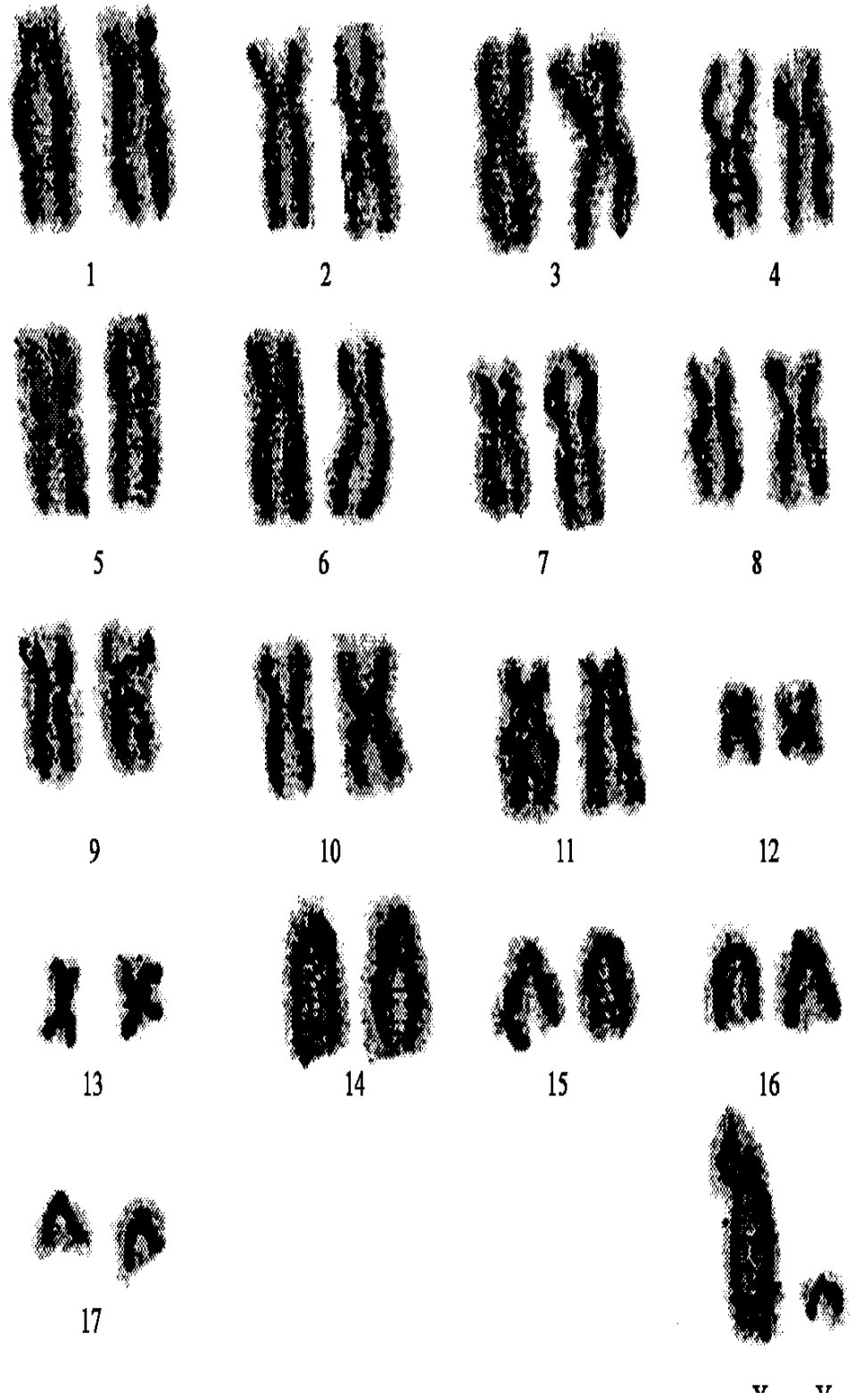
Çizelge 4.3 *Arvicola terrestris cernjavskii*'de dış ve iç karakter ölçüleri (devam)

15.	Yüz bölgesi uzunluğu	6	24,28	23,34	26,28	1,17
16.	Beyin bölgesi uzunluğu	6	15,60	15,06	16,14	0,52
17.	Mastoid genişlik	6	11,71	11,11	12,20	0,45
18.	Bullalı beyin kapsül yüksekliği	6	12,69	12,08	13,12	0,40
19.	Bullasız beyin kapsül yüksekliği	6	11,08	10,72	11,36	0,26
20.	Occipital genişlik	6	15,77	15,18	16,47	0,60
21.	Beyin kapsülü genişliği	6	14,80	14,44	15,42	0,41
22.	Diestama uzunluğu	6	13,23	12,08	14,35	0,92
23.	Damak uzunluğu	6	21,65	20,29	23,73	1,23
24.	İnsisiva uzunluğu	6	6,51	5,81	7,01	0,47
25.	Timpanik bulla uzunluğu	6	9,78	9,16	10,62	0,53
26.	Timpanik bulla genişliği	6	7,02	6,90	7,12	0,10
27.	Mandibul uzunluğu	6	26,42	24,76	28,00	1,14
28.	Mandibul yüksekliği	6	6,46	6,22	6,63	0,14
29.	Üst molar alveol uzunluğu	6	9,07	8,71	9,55	0,37
30.	Üst molar taç uzunluğu		10,11	9,56	10,81	0,47
31.	Alt molar alveol uzunluğu	6	9,26	8,92	9,94	0,40
32.	Alt molar taç uzunluğu		10,16	9,61	10,93	0,61
33.	Coronoid proses yüksekliği		13,27	11,86	14,22	0,93
34.	Üst M ¹ taç uzunluğu	6	8,77	8,15	9,47	0,52
35.	Üst M ² taç uzunluğu	6	6,49	6,31	6,84	0,21
36.	Üst M ³ taç uzunluğu	6	6,00	5,79	6,05	0,12
37.	Alt M ₁ taç uzunluğu	6	8,90	8,15	10,52	0,92
38.	Alt M ₂ taç uzunluğu	6	5,74	5,26	6,31	0,39
39.	Alt M ₃ taç uzunluğu	6	5,84	5,52	6,31	0,43

N: örnek sayısı, Ort: ortalama, min: minimum, max: maksimum, SS: Standart sapma

4.3.4 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin karyolojik özellikleri

Trakya popülasyonunun karyolojik çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre; diploit kromozom sayısı $2n= 36$, temel kromozom kol sayısı $NF= 64$, otozomal kromozom sayısı kol sayısı $NFa= 60$ olarak bulunmuştur. Ayrıca, otozomal kromozomlar 7 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 4 çift de akrosentrikten ibarettir. X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu da orta büyüklükte akrosentrik olarak bulunmuştur (Şekil 4.17).



Şekil 4.16 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin karyotipi (idiogram, erkek, Kırklareli)



Şekil 4.17 *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin metafaz plağı (Erkek, İnece, Kırklareli)

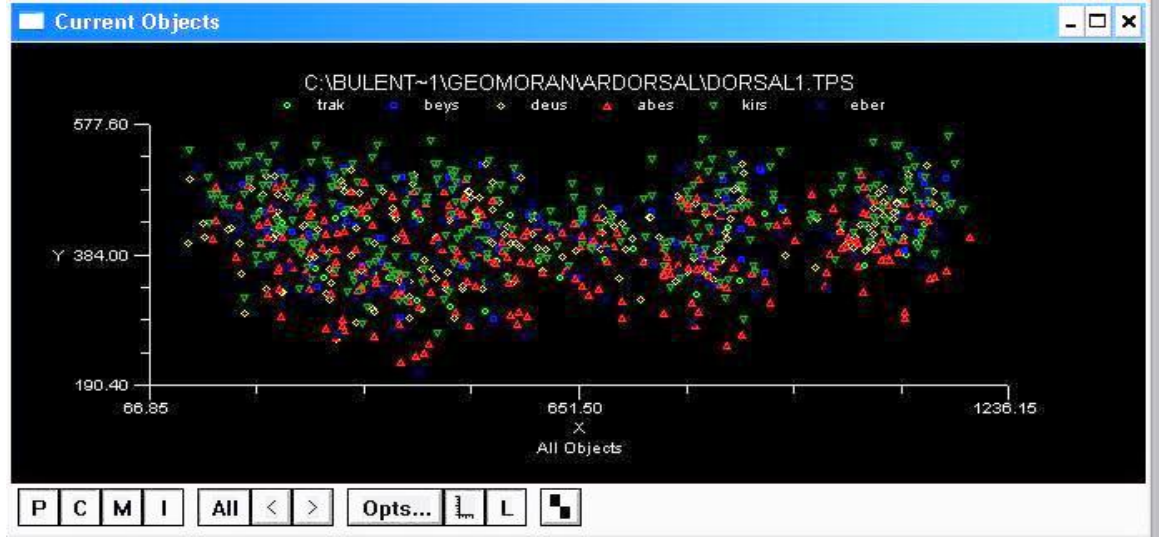
4.4 *Arvicola terrestris*'in Trakya ve Anadolu populasyonlarının biyometrik analizi

4.4.1 Geometrik morfometrik analiz

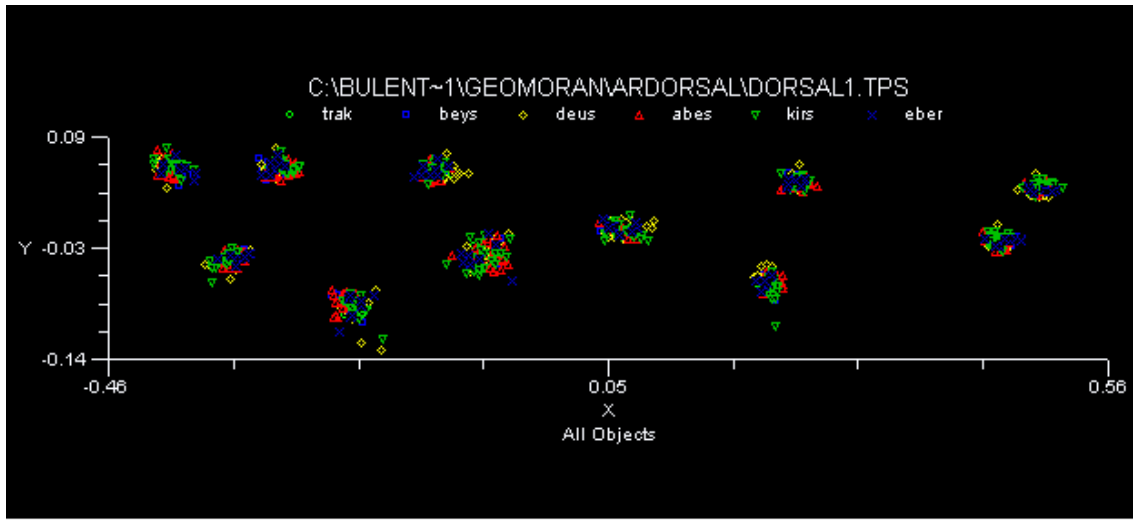
4.4.1.1 Kafatasının dorsal bölgesine uygulanan geometrik morfometri bulguları

4.4.1.1.2 Üst üste bindirme

Üst üste bindirilen (süperimposition) örnekler referans landmark noktalarına göre bir bakıma standardize edilmiştir. Böylece referans landmark noktası etrafındaki çevirme, döndürme ve ölçekleme ile örneklerin varyansı ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.18'de 6 tane gruba (trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli_Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber) ait 83 örneğin dorsaldaki 11 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları gösterilmiştir. Şekil 4.19'da ise örneklerin dorsaldeki 11 landmarkdan (noktadan) oluşan 22 x, y koordinat verilerinin üst üste bindirilmesi (süperimposition) gösterilmiştir.



Şekil 4.18 6 gruba ait 83 örneğin dorsaldaki 11 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları



Şekil 4. 19. 6 tane gruba ait 83 örneğin dorsaldaki 11 landmarkının (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition)

4.4.1.1.3 *Arvicola terrestris* grupları arasındaki dorsal veriler farklılığı

Elde edilen tps verileri morphueus programı ile açılıp üst üste bindirildikten sonra gruplar belirlenmiş ve gruplar arası farklılığı görmek için MANOVA yapılmıştır. Daha sonra ikili olarak gruplar arasındaki farklılığı görmek için Bonferroni testi (non

parametrik randomization test) ile gruplar karşılaştırılmıştır. MANOVA testi ile gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.001$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Altı gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının dorsal verilerine ait MANOVA sonucu

Stats	det	trace	maxRoot
Total_ss	0.000	1.223	1.094
Unexplained_ss	0.000	1.141	1.029
Explained_ss	0.000	0.062	0.070
P>Explained_ss	0.001	0.243	0.243

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber.

İkili karşılaştırmalar sonucunda Denizli-Uşak (deus) ve Ankara-Bolu-Eskişehir (abes) gruplarının birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($P<0,003$), (Çizelge 4.5).

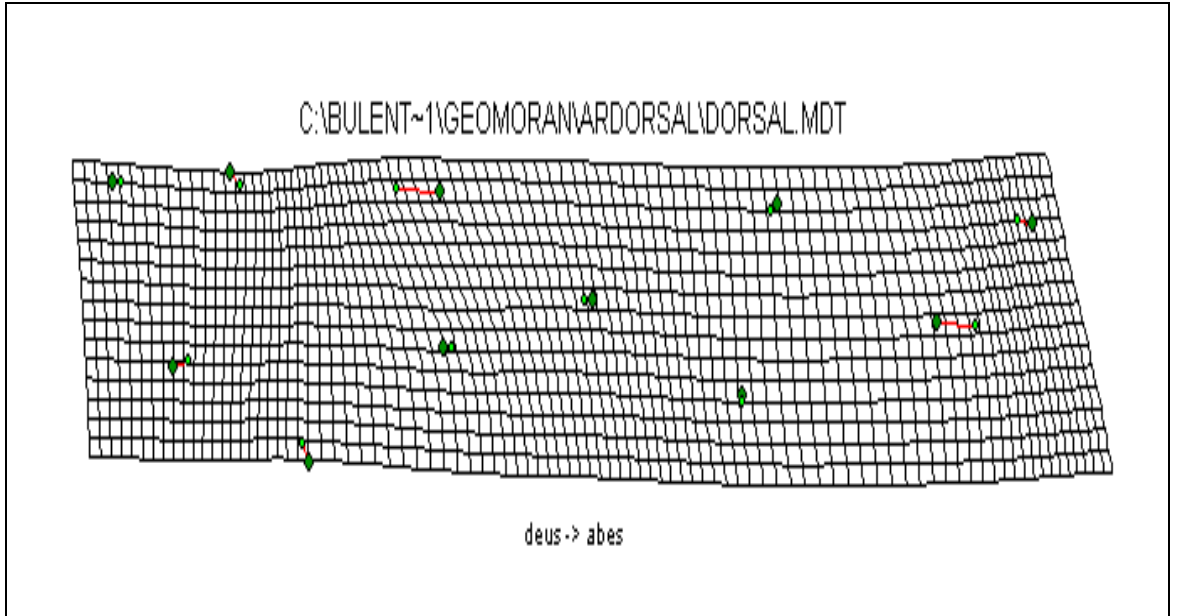
Çizelge 4.5 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının dorsal verilerine ait ikili Bonferroni sonucu

	Trakya	Beyşehir	Denizli-Uşak	Ankara-Bolu-Eskişehir	Kırşehir	Eber
Trakya	-					
Beyşehir	0,065	-				
Denizli-Uşak	0,563	0,306	-			
Ankara-Bolu-Eskişehir	0,050	0,033	0,003 *	-		
Kırşehir	0,392	0,006	0,007	0,005	-	
Eber	0,246	0,466	0,335	0,019	0,086	-

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber). (*) : İstatistiksel olarak anlam farkı.

4.4.1.1.4 Deformasyon Gridleri

Arvicola terrestris populasyonları arasındaki dorsalin şekil farklılıkları, deformasyon gridleri üzerine yansıtılarak şekil farklılıklarının hangi noktalarda yoğunlaştığı ortaya çıkarılmıştır. Tüm gruplarda populasyonların deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırılmıştır. Deformasyon gridleri incelendiğinde en fazla deformasyonun ikili olarak Denizli-Uşak ile Ankara-Bolu-Eskişehir ile olan eşleşmelerde ortaya çıktığı görülmüştür. Denizli-Uşak ve Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonları ile yapılan karşılaştırmalarda deformasyon gridlerindeki farklılıkların 1, 3, 4, 6, 10, ve 11 nolu landmarklardan kaynaklandığı görülmüştür (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Denizli - Uşak ile Ankara – Bolu - Eskişehir populasyonlarının dorsal deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

4.4.1.1.5 Ayrışım fonksiyon analizi

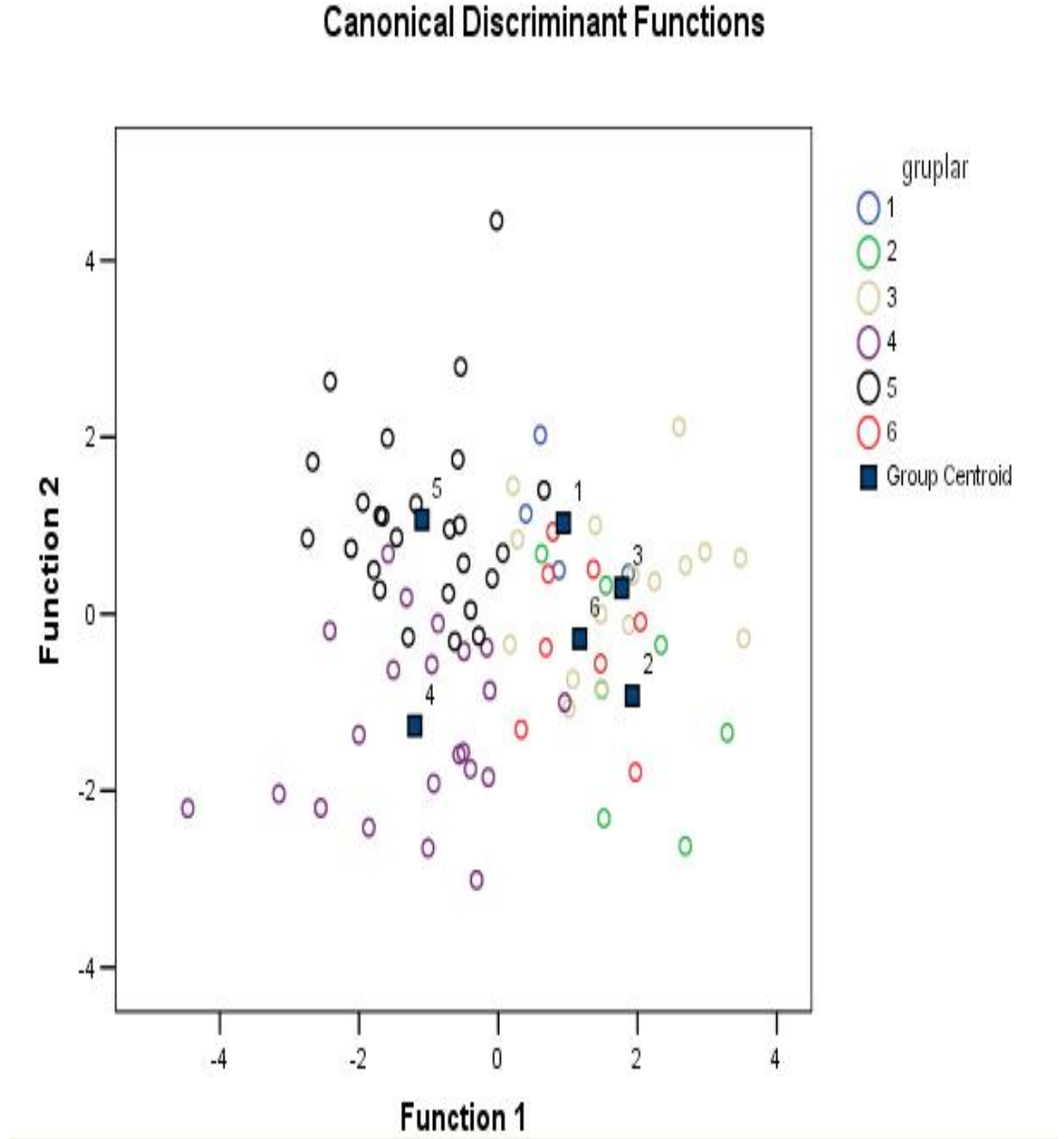
Dorsal bölgeye ait landmark koordinat verileri üst üste bindirme (süperimposition) sonrası 11 landmarka ait x, y koordinat verileri ayrışım fonksiyon analizi için veri olarak alınmıştır.

Çizelge 4.6'daki dorsaldeki 11 landmark koordinatının varyans analizi (ANOVA) sonucuna göre, populasyonlar arasında 22 landmark noktasından 4 tanesi (y1, x7, y7, x10) istatistiksel olarak anlamlıdır (P<0,05).

Çizelge 4.6 Dorsaldeki 11 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
x1	,943	,933	5	77	,464
y1	,765	4,736	5	77	,001
x2	,900	1,708	5	77	,143
y2	,873	2,250	5	77	,058
x3	,912	1,481	5	77	,206
y3	,959	,661	5	77	,654
x4	,945	,891	5	77	,491
y4	,932	1,116	5	77	,359
x5	,920	1,339	5	77	,257
y5	,897	1,772	5	77	,129
x6	,948	,853	5	77	,517
y6	,962	,616	5	77	,688
x7	,707	6,388	5	77	,000
y7	,785	4,226	5	77	,002
x8	,956	,705	5	77	,622
y8	,928	1,197	5	77	,319
x9	,885	2,004	5	77	,087
y9	,950	,815	5	77	,542
x10	,719	6,014	5	77	,000
y10	,929	1,181	5	77	,326
x11	,872	2,257	5	77	,057
y11	,915	1,431	5	77	,223

DFA'ya göre populasyonların 2 boyutlu olarak kümelenmesi Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Bu dağılım grafiğine göre, 4. ve 5. gruplar diğerlerine oranla biraz daha ayrılmıştır. 1., 2., 3. ve 6. gruplar birbirine daha yakındır.



Şekil 4.21 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 83 *Arvicola terrestris* örneğinin dorsaldeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi

DFA’de I. eksen % 45,4’ünü, II. eksen % 22,8’ini, III. eksen % 18,3’ünü, IV. eksen 9,3’ünü, V eksen de toplam varyasyonun % 4,2’sini açıklamıştır. Toplam varyasyonun % 100’ü ilk 5 eksen tarafından açıklanmaktadır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Dorsal verilerle yapılan DFA’ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri

Fonksiyon	Eigen değeri	% Varyans	Kümülatif %	Kanonikal Korrelasyon
1	1,996(a)	45,4	45,4	,816
2	1,002(a)	22,8	68,2	,708
3	,803(a)	18,3	86,5	,667
4	,409(a)	9,3	95,8	,539
5	,185(a)	4,2	100,0	,395

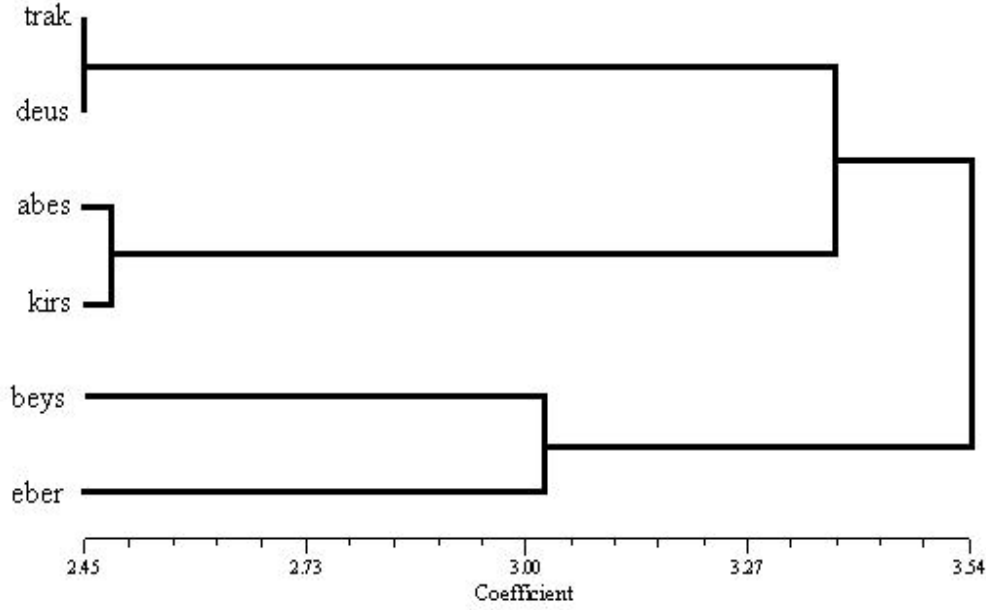
Çizelge 4.8’de her gruptaki bireylerin % 80,7’sinin kendi gruplarında yer aldığını göstermektedir. Bu sonuca göre dorsal kafatası karakterleri, bireyleri yüksek bir doğrulukla orijinal gruplarına yerleştirmektedir. Trakya grubu su sıçanlarının % 100’ü kendi grubu içinde yer almıştır. Beyşehir grubu su sıçanlarının % 85,7’si kendi grubu içinde yer alırken, % 14,3’ü Eber grubunda yer almıştır. Denizli–Uşak grubu su sıçanlarının % 68,8’i kendi grubu içinde yer alırken, % 12,5’i Trakya, % 6,3’ü Ankara-Bolu-Eskişehir, % 6,3’ü Kırşehir, % 6,3’ü Eber grubunda yer almıştır. Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının % 81,8’i kendi grubu içinde yer alırken, % 13,6’sı Kırşehir, % 4,5’i Denizli-Uşak grubunda yer almıştır. Kırşehir grubu su sıçanlarının % 84,6’sı kendi grubu içinde yer alırken, % 7,7’si Trakya, % 7,7’si, Ankara-Bolu-Eskişehir grubunda yer almıştır. Eber grubu su sıçanlarının % 75,5’i kendi grubu içinde yer alırken, % 12,5’i Beyşehir, % 12,5’i Denizli-Uşak grubunda yer almıştır.

Çizelge 4.8. Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 83 *Arvicola terrestris* örneğinin dorsale göre kendi gruplarında sınıflandırılması

Gruplar		Gruplara Yerleşme						Total
		1 Trakya	2 Beyşehir	3 Denizli Uşak	4 Ank-Bol Esk	5 Kırşehir	6 Eber	
Original Count	1 Trakya	4	0	0	0	0	0	4
	2 Beyşehir	0	6	0	0	0	1	7
	3 Denizli Uşak	2	0	11	1	1	1	16
	4 Ank-Bol Esk	0	0	1	18	3	0	22
	5 Kırşehir	2	0	0	2	22	0	26
	6 Eber	0	1	1	0	0	6	8
%	1 Trakya	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	2 Beyşehir	,0	85,7	,0	,0	,0	14,3	100,0
	3 Denizli Uşak	12,5	,0	68,8	6,3	6,3	6,3	100,0
	4 Ank-Bol Esk	,0	,0	4,5	81,8	13,6	,0	100,0
	5 Kırşehir	7,7	,0	,0	7,7	84,6	,0	100,0
	6 Eber	,0	12,5	12,5	,0	,0	75,0	100,0

4.4.1.1.6 UPGMA dendrogramı

Arvicola terrestris’in Batı Anadolu ve Trakya örneklerinin kafatasının dorsalinden elde edilen verilere göre *Arvicola terrestris persicus*’un Batı Anadolu populasyonları (deus, abes, kirs, beys, eber) *Arvicola terrestris cernjavskii*’nin Trakya populasyonundan (trak) ayrılamamıştır (Şekil 4.22).

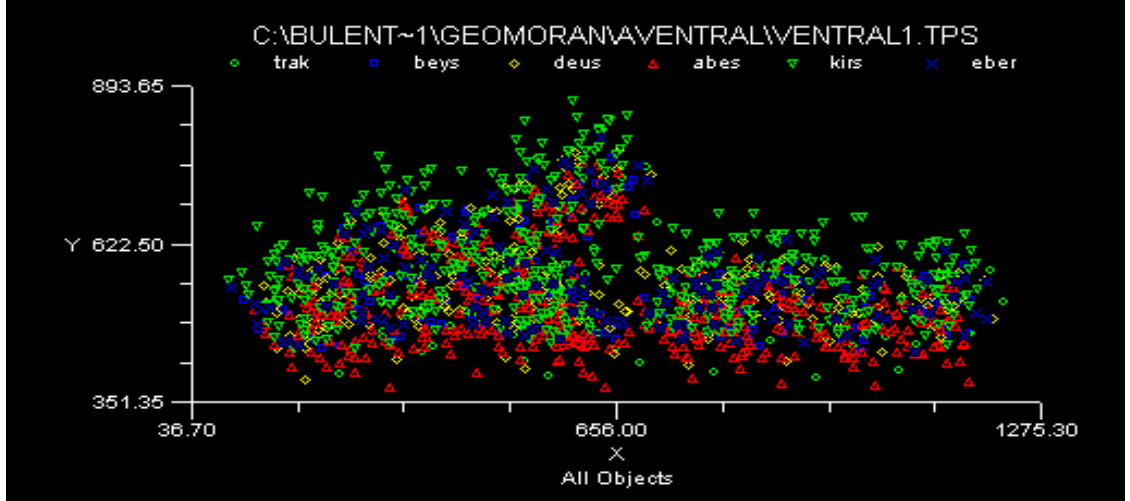


Şekil 4.22 *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki dorsal bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı

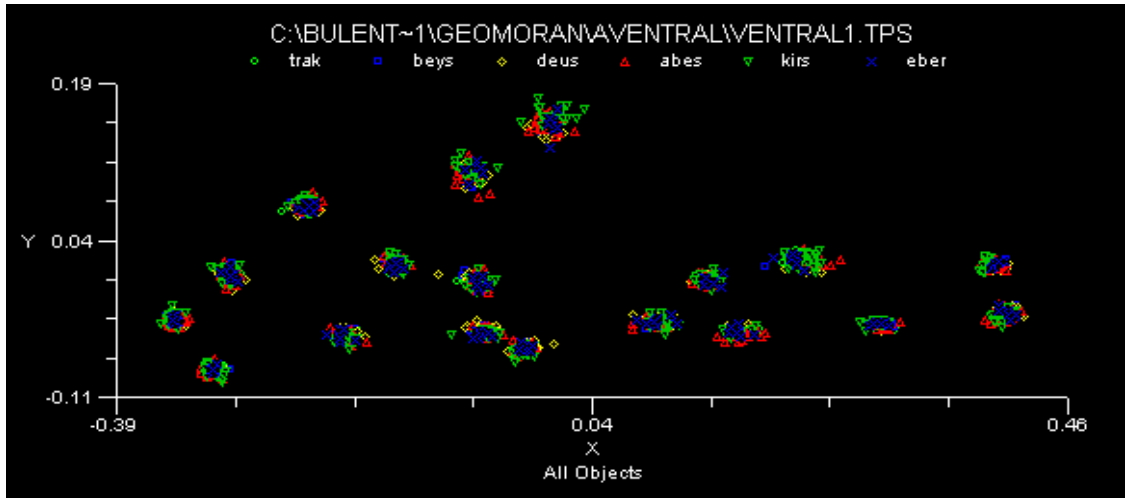
4.4.1.2 Kafatasının ventral bölgesine uygulanan geometrik morfoloji bulguları

4.4.1.2.1 Üst üste bindirme

Üst üste bindirilen (süperimposition) örnekler referans landmark noktalarına göre bir bakıma standardize edilmiştir. Böylece referans landmark noktası etrafındaki çevirme, döndürme ve ölçekleme ile örneklerin varyansı ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.23’de 6 tane gruba (trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber) ait 88 örneğin ventraldeki 18 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları gösterilmiştir. Şekil 4.24’de ise örneklerin dorsaldeki 18 noktadan (landmark) oluşan 36 x, y koordinat verilerinin üst üste bindirilmesi (süperimposition) gösterilmiştir.



Şekil 4.23 6 tane gruba ait 83 örneğin ventraldeki 18 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları



Şekil 4.24 6 tane gruba ait 83 örneğin ventraldeki 18 landmarkının (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition)

4.4.1.2.2 *Arvicola terrestris* grupları arasındaki ventral veriler farklılığı

Elde edilen tps verileri morpheus programı ile açılıp üst üste bindirildikten sonra gruplar belirlenmiş ve gruplar arası farklılığı görmek için MANOVA yapılmıştır. Daha sonra ikili olarak gruplar arasındaki farklılığı görmek için Bonferroni testi ile gruplar karşılaştırılmıştır. MANOVA testi ile gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,001$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının ventral verilerine ait MANOVA sonucu

Stats	det	trace	maxRoot
Total_ss	0,000	0,115	0,017
Unexplained_ss	0,000	0,100	0,014
Explained_ss	0,000	0,015	0,006
P>Explained_ss	1,000	0,001	0,001

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli_Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber

İkili karşılaştırmalar sonucunda Trakya grubu ile Denizli-Uşak ve Kırşehir grupları, Beyşehir grubu ile Kırşehir grubu, Denizli-Uşak grubu ile Ankara-Bolu-Eskişehir ve Kırşehir grupları, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu ile Kırşehir ve Eber grupları birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($P<0,003$, $P<0,002$ ve $P<0,001$), (Çizelge 4.10).

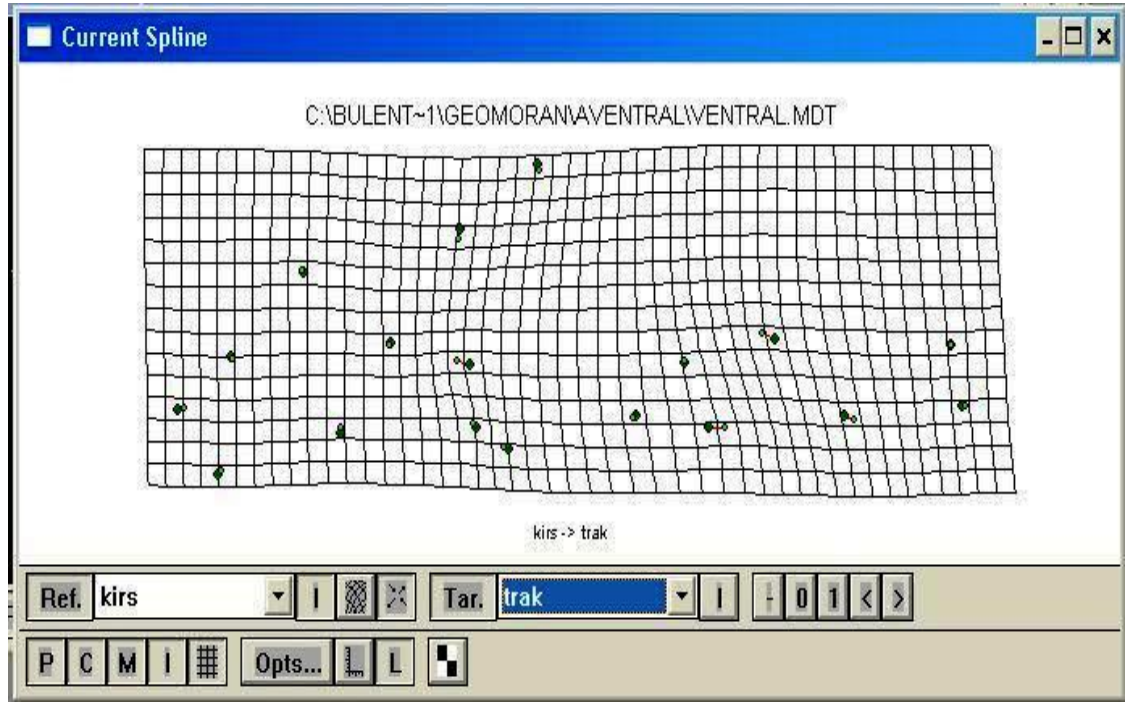
Çizelge 4.10 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının ventral verilerine ait ikili Bonferroni sonucu

	Trakya	Beyşehir	Denizli-Uşak	Ankara-Bolu-Eskişehir	Kırşehir	Eber
Trakya	-					
Beyşehir	0,110	-				
Denizli-Uşak	0,002 *	0,343	-			
Ankara-Bolu-Eskişehir	0,015	0,032	0,001*	-		
Kırşehir	0,001	0,002*	0,001*	0,001*	-	
Eber	0,006	0,235	0,041	0,003*	0,006	-

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber

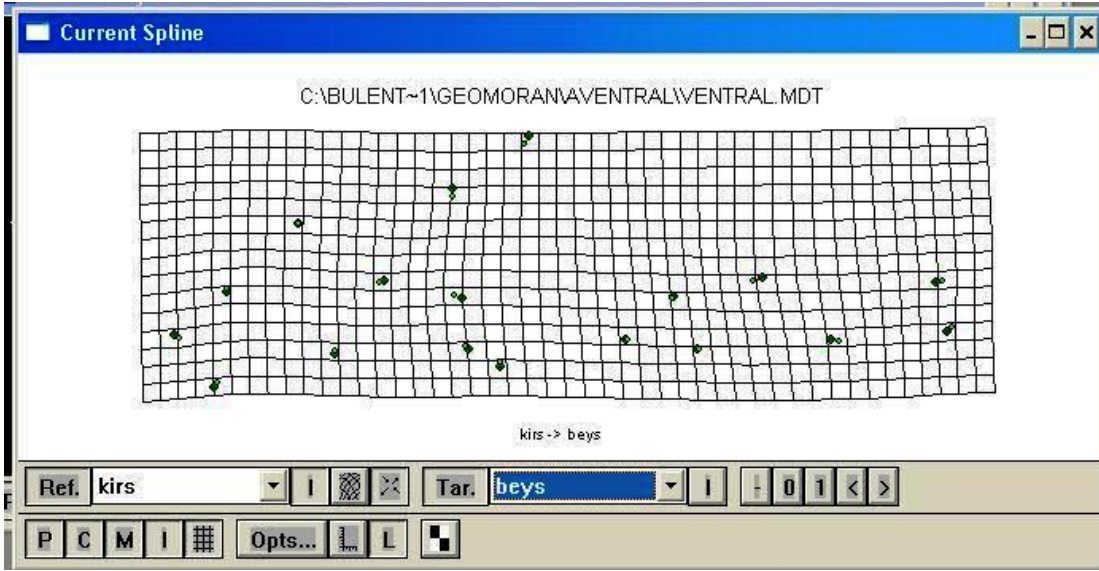
4.4.1.2.3 Deformasyon gridleri

Arvicola terrestris populasyonları arasındaki ventralin şekil farklılıkları, deformasyon gridleri üzerine yansıtılarak şekil farklılıklarının hangi noktalarda yoğunlaştığı ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.25-4.32 bu gruptaki populasyonların deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırmasını göstermektedir. Deformasyon gridleri incelendiğinde en fazla deformasyonun ikili olarak Kırşehir ile Trakya ile olan eşleşmelerde ortaya çıkmıştır (Şekil 4.25). Kırşehir ile Trakya populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık 3, 5, 7 ve 10 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır (Şekil 4.26).



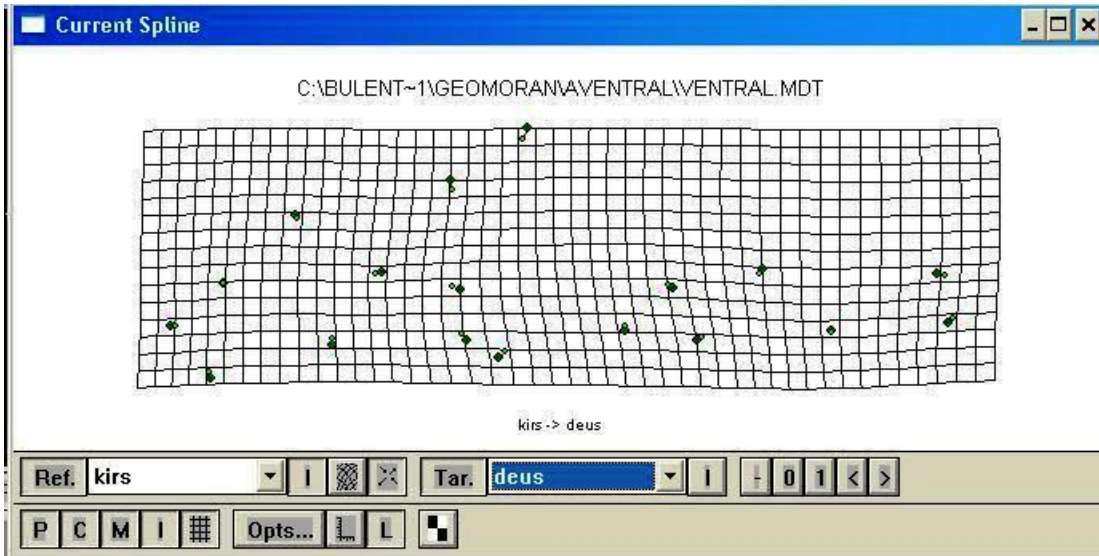
Şekil 4.25 Kırşehir-Trakya populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Trakya populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3, 5, 7 ve 10 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



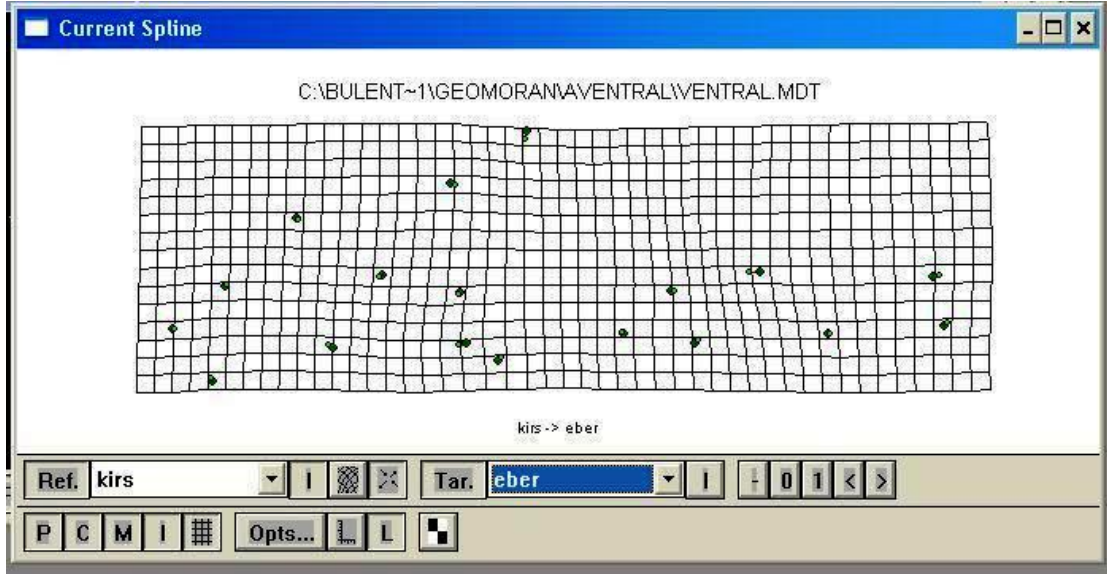
Şekil 4.26 Kırşehir- Beyşehir populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Beyşehir populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3, 6, 7 ve 10 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



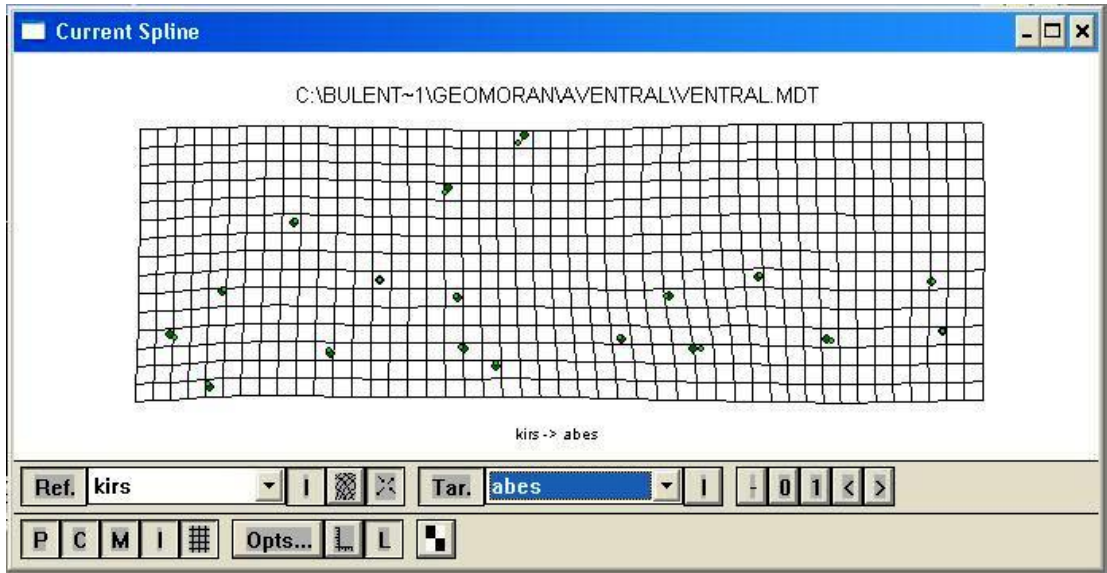
Şekil 4.27 Kırşehir ile Denizli-Uşak populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Denizli-Uşak populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 2, 3, 5, 9, 16, 17 ve 18 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



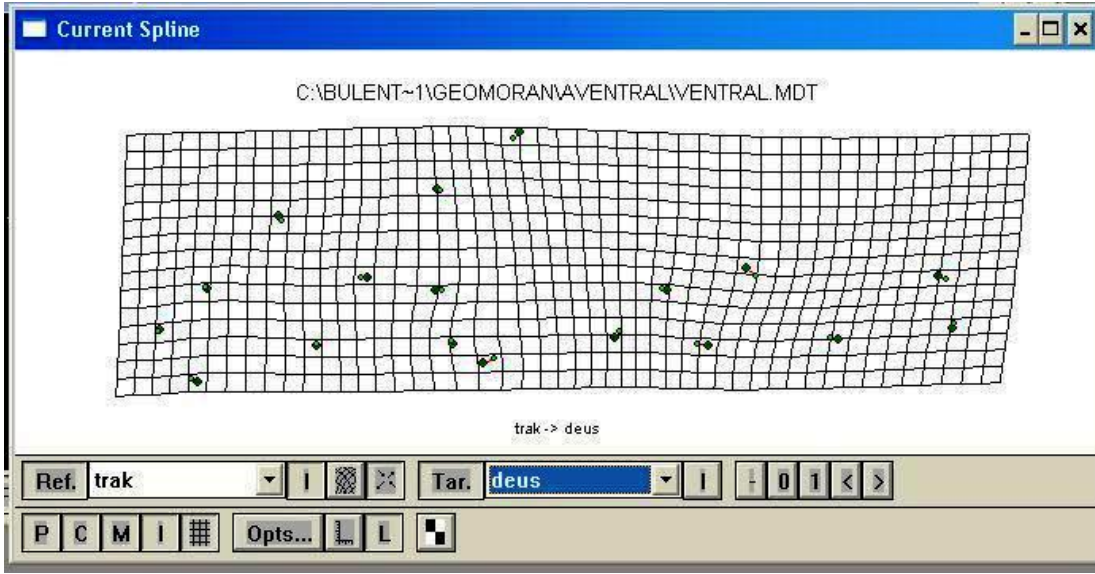
Şekil 4.28 Kırşehir ile Eber populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Eber populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3 ve 10 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



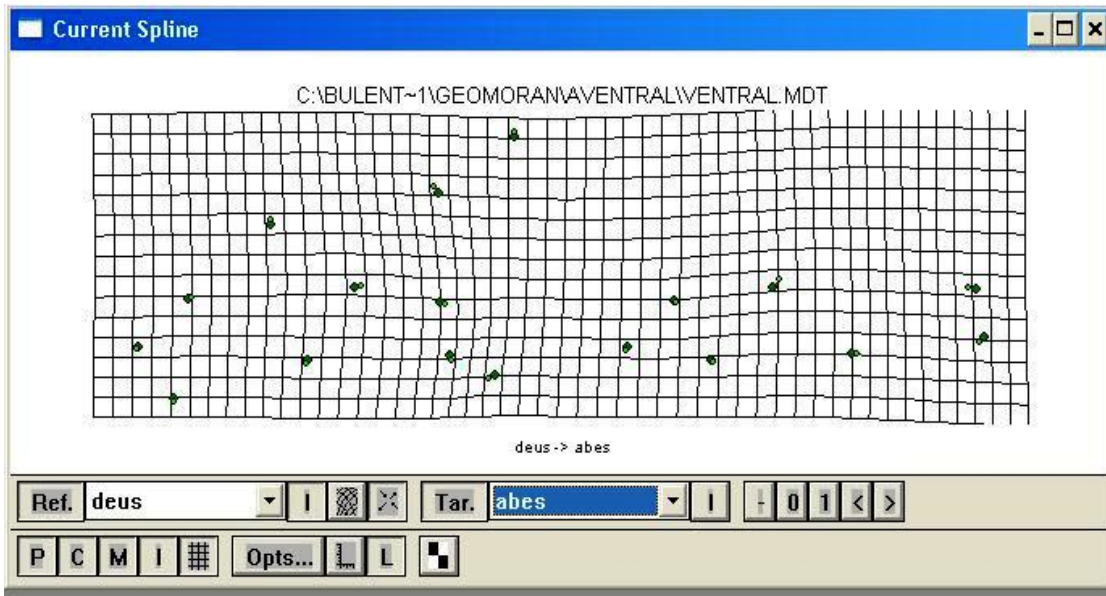
Şekil 4.29 Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 8 ve 18 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



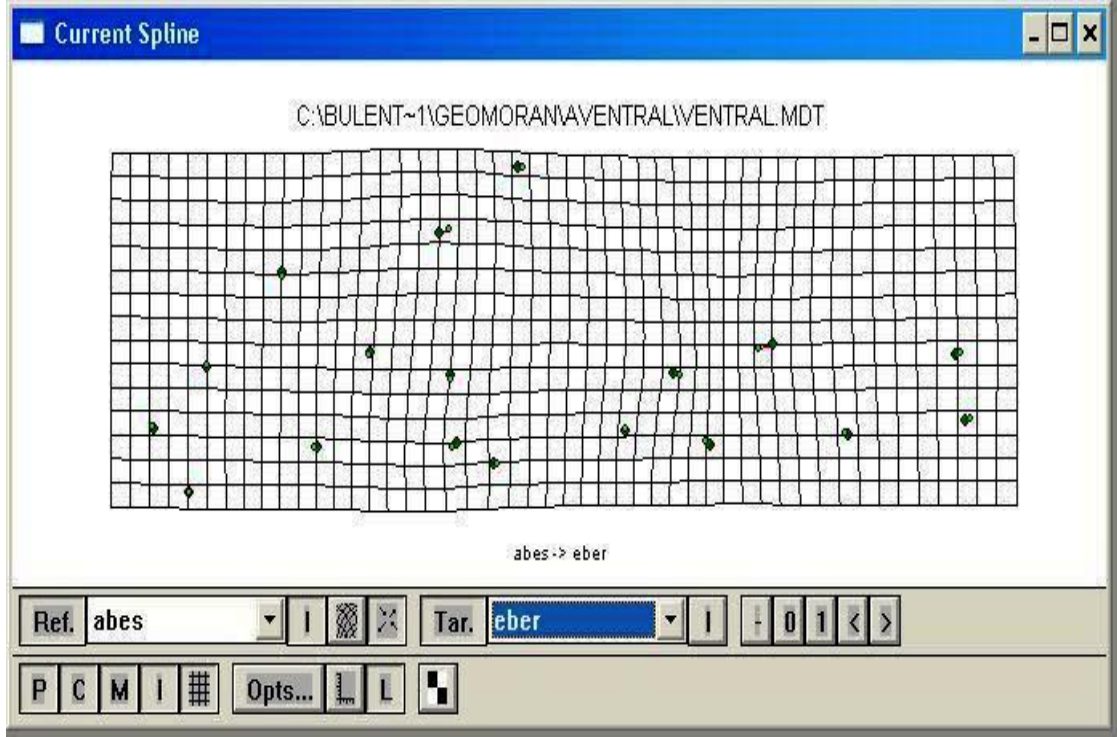
Şekil 4.30 Trakya ile Denizli-Uşak populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Trakya ile Denizli-Uşak populasyonları ile yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 7, 8, 9, ve 18 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.31 Denizli - Uşak ile Ankara – Bolu - Eskişehir populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Denizli-Uşak ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3 ve 11 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.32 Ankara-Bolu-Eskişehir ile Eber populasyonlarının ventral deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Ankara-Bolu-Eskişehir ile Eber populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3 ve 16 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.

4.4.1.2.4 Ayrışım fonksiyon analizi

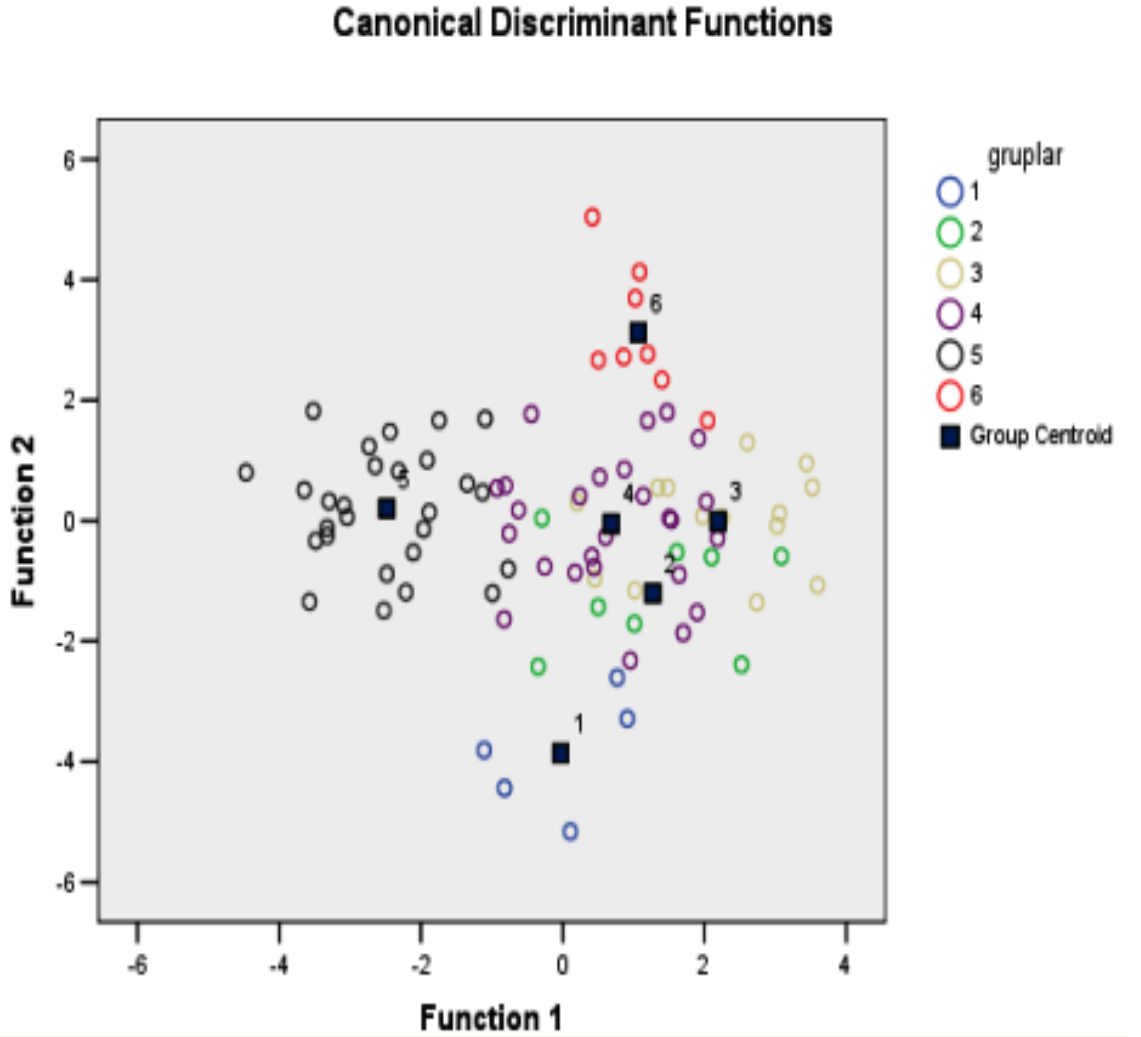
Ventral bölgeye ait landmark koordinat verileri üst üste bindirme (süperimposition) sonrası karakter verileri olarak kaydedilmiştir. Ventral bölgede 18 karakter (landmark koordinatları) ayrışım fonksiyon analizi için veri olarak alınmıştır.

Çizelge 4.11'deki ventraldeki 18 landmark koordinatının varyans analizi (ANOVA) sonucuna göre, populasyonlar arasında 36 karakterden 20 tanesi (y1, x2, x3, y3, x5, x6, y6, x7, y8, x9, y9, y10, y11, y12, x13, y15, x16, x17, y17, y18 landmarklar) istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$).

Çizelge 4.11 Ventraldeki 18 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
x1	,885	2,125	5	82	,071
y1	,836	3,215	5	82	,011
x2	,684	7,591	5	82	,000
y2	,916	1,505	5	82	,197
x3	,772	4,854	5	82	,001
y3	,776	4,722	5	82	,001
x4	,883	2,175	5	82	,065
y4	,921	1,411	5	82	,229
x5	,816	3,686	5	82	,005
y5	,897	1,873	5	82	,108
x6	,795	4,225	5	82	,002
y6	,800	4,105	5	82	,002
x7	,822	3,560	5	82	,006
y7	,936	1,125	5	82	,354
x8	,980	,328	5	82	,895
y8	,848	2,932	5	82	,017
x9	,838	3,161	5	82	,012
y9	,751	5,438	5	82	,000
x10	,931	1,208	5	82	,313
y10	,723	6,283	5	82	,000
x11	,954	,800	5	82	,553
y11	,814	3,739	5	82	,004
x12	,914	1,535	5	82	,188
y12	,754	5,349	5	82	,000
x13	,830	3,362	5	82	,008
y13	,927	1,295	5	82	,274
x14	,959	,706	5	82	,620
y14	,929	1,259	5	82	,290
x15	,954	,789	5	82	,560
y15	,834	3,266	5	82	,010
x16	,843	3,043	5	82	,014
y16	,964	,609	5	82	,694
x17	,901	1,792	5	82	,123
y17	,811	3,812	5	82	,004
x18	,922	1,380	5	82	,240
y18	,681	7,668	5	82	,000

DFA'ya göre populasyonların 2 boyutlu olarak kümelenmesi Şekil 4.33'de gösterilmiştir. Bu dağılım grafiğine göre, 1., 5. ve 6. gruplar diğerlerine oranla biraz daha ayrılmıştır. 2, 3 ve 4. gruplar birbirine daha yakındır.



Şekil 4.33 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 88 *Arvicola terrestris* örneğinin ventraldeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi

DFA’de I. eksen % 34,4’ini, II. eksen % 23,7’ini, III. eksen % 19,7’ünü, IV. eksen 12,3’ünü, V eksen de toplam varyasyonun % 5,8’sini açıklamıştır. Toplam varyasyonun % 100’ü ilk 5 eksen tarafından açıklamaktadır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Ventral verilerle yapılan DFA’ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri

Fonksiyon	Eigen değeri	% Varyans	Kümülatif %	Kanonikal Korrelasyon
1	3,269(a)	38,4	38,4	,875
2	2,019(a)	23,7	62,2	,818
3	1,672(a)	19,7	81,9	,791
4	1,050(a)	12,3	94,2	,716
5	,493(a)	5,8	100,0	,575

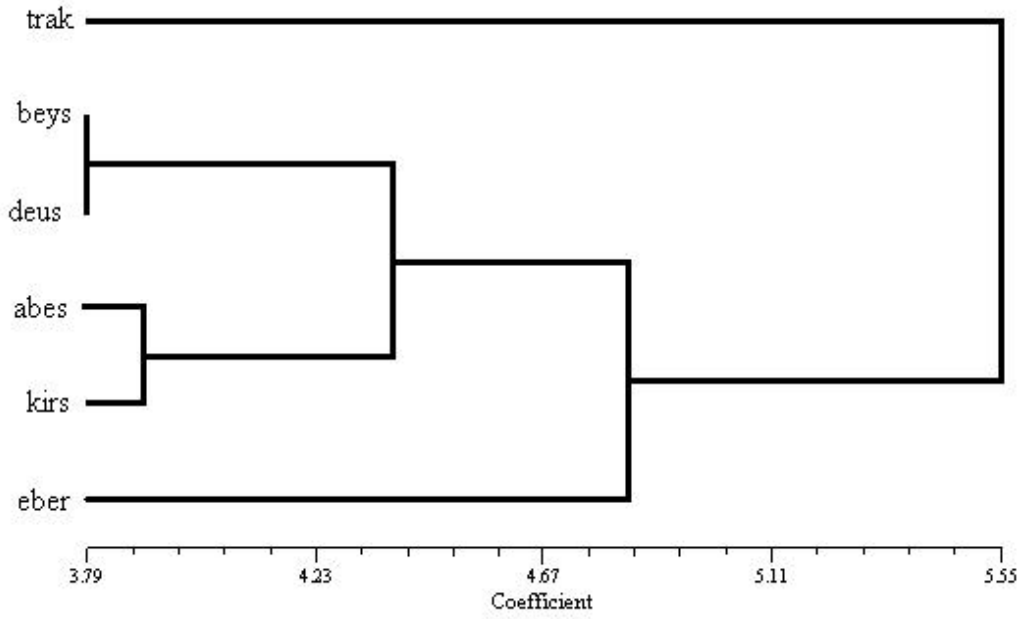
Çizelge 4.13’de her gruptaki bireylerin % 96,6’sinin kendi gruplarında yer aldığını göstermektedir. Bu sonuca göre ventral bölge, çok yüksek doğru gruptama gerçekleştirmiştir. Trakya ve Beyşehir grubu su sıçanlarının % 100’ü kendi grubu içinde yer almıştır. Denizli –Uşak grubu su sıçanlarının % 92,9’u kendi grubu içinde yer alırken, % 7,1’i Ankara-Bolu-Eskişehir grubunda yer almıştır. Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının % 92,3’ü kendi grubu içinde yer alırken, % 3,8’i Beyşehir, % 3,8’i Kırşehir, grubunda yer almıştır. Kırşehir grubu su sıçanlarının % 100’ü kendi grubu içinde yer almıştır. Eber grubu su sıçanlarının % 100’ü kendi grubu içinde yer almıştır.

Çizelge 4.13 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 83 *Arvicola terrestris* örneğinin ventrale göre kendi gruplarında sınıflandırılması

Gruplar		Gruplara Yerleşme						Total
		1 Trakya	2 Beyşehir	3 Denizli Uşak	4 Ank-Bol Esk	5 Kırşehir	6 Eber	
Original Count	1 Trakya	5	0	0	0	0	0	5
	2 Beyşehir	0	8	0	0	0	0	8
	3 Denizli Uşak	0	0	13	1	0	0	14
	4 Ank-Bol Esk	0	1	0	24	1	0	26
	5 Kırşehir	0	0	0	0	27	0	27
	6 Eber	0	0	0	0	0	8	8
%	1 Trakya	100,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	2 Beyşehir	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	3 Denizli Uşak	,0	,0	92,9	7,1	,0	,0	100,0
	4 Ank-Bol Esk	,0	3,8	,0	92,3	3,8	,0	100,0
	5 Kırşehir	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
	6 Eber	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0

4.4.1.2.5. UPGMA dendrogramı

Arvicola terrestris’in Batı Anadolu ve Trakya örneklerinin kafatasının ventralinden elde edilen verilere göre *Arvicola terrestris persicus*’un Batı Anadolu populasyonları (deus, abes, kirs, beys, eber) *Arvicola terrestris cernjavskii*’nin Trakya populasyonundan (trak) ayrılmıştır (Şekil 4.34).

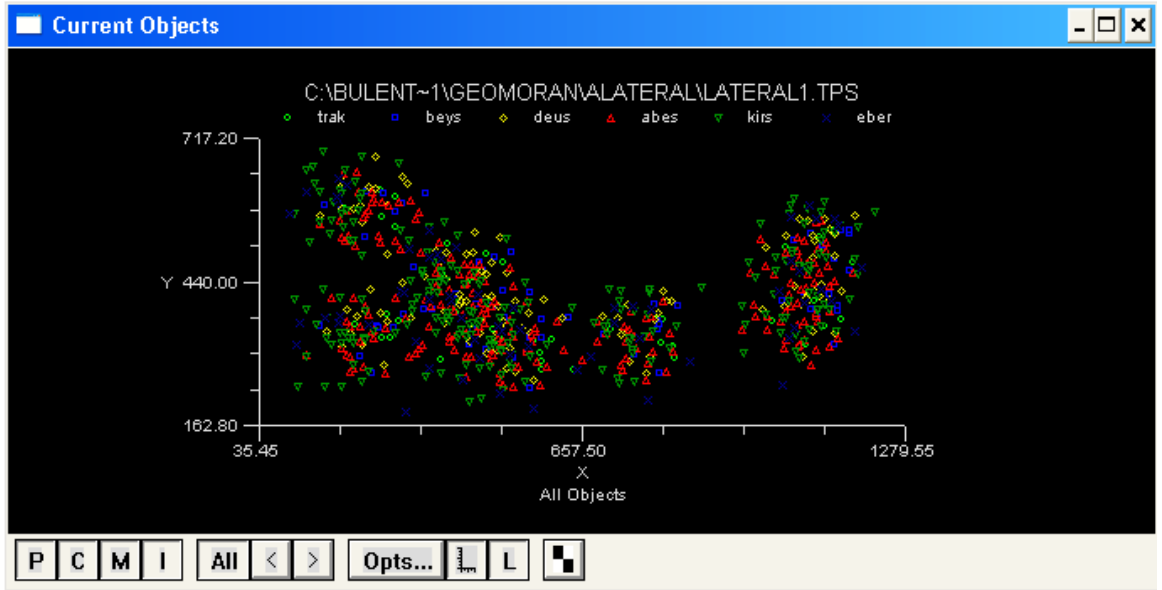


Şekil 4.34. *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki ventral bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA dendrogramı

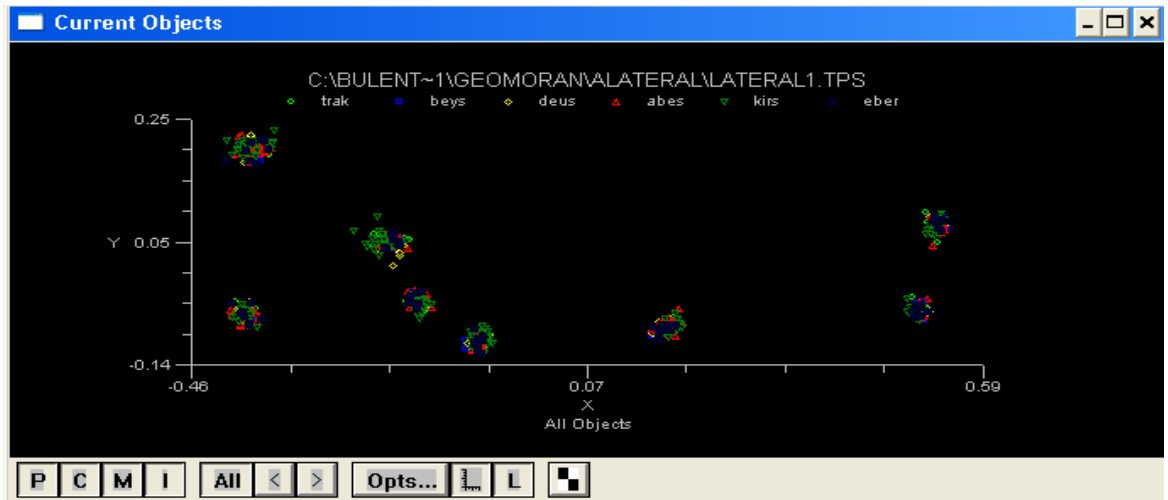
4.4.1.3 Kafatasının lateral bölgesine uygulanan geometrik morfoloji bulguları

4.4.1.3.1 Üst Üste Bindirme

Üst üste bindirilen (süperimposition) örnekler referans landmark noktalarına göre bir bakıma standardize edilmiştir. Böylece referans landmark noktası etrafındaki çevirme, döndürme ve ölçekleme ile örneklerin varyansı ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.35’de 6 tane gruba (trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli_Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber) ait 89 örneğin lateraldeki 8 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları gösterilmiştir. Şekil 4.36’da ise örneklerin dorsaldeki 8 landmarkerden (noktadan) oluşan 16 x, y koordinat verilerinin üst üste bindirilmesi (süperimposition) gösterilmiştir.



Şekil 4.35 6 tane gruba ait 89 örneğin dorsaldaki 8 landmarkının (noktanın) x, y koordinatındaki konumları



Şekil 4.36 6 tane gruba ait 89 örneğin dorsaldaki 20 landmarkın (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition)

4.4.1.3.2 *Arvicola terrestris* grupları arasındaki lateral veriler farklılığı

Elde edilen tps verileri morpheus programı ile açılıp üst üste bindirildikten sonra gruplar belirlenmiş ve gruplar arası farklılığı görmek için MANOVA yapılmıştır. Daha sonra ikili olarak gruplar arasındaki farklılığı görmek için Bonferroni testi ile gruplar

karşılaştırılmıştır. MANOVA testi ile gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,001$) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının lateral verilerine ait MANOVA sonucu

Stats	det	trace	maxRoot
Total_ss	0.000	0.246	0.134
Unexplained_ss	0.000	0.230	0.131
Explained_ss	0.000	0.016	0.011
P>Explained_ss	0.001	0.276	0.260

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber.

Bonferroni testi ile yapılan ikili karşılaştırmaya göre ikili olarak gruplar arası farklılık bulunmamıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının lateral verilerine ait ikili Bonferroni sonucu

	Trakya	Beyşehir	Denizli-Uşak	Ankara-Bolu-Eskişehir	Kırşehir	Eber
Trakya	-					
Beyşehir	0,119	-				
Denizli-Uşak	0,244	0,065	-			
Ankara-Bolu-Eskişehir	0,693	0,074	0,027	-		
Kırşehir	0,419	0,226	0,140	0,014	-	
Eber	0,693	0,609	0,179	0,625	0,264	-

Gruplar: trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber.

4.4.1.3.3 Deformasyon gridleri

Arvicola terrestris populasyonları arasındaki lateralın şekil farklılıkları, deformasyon gridleri üzerine yansıtılarak şekil farklılıklarının hangi noktalarda yoğunlaştığı ortaya çıkarılmıştır. Bu gruplardaki populasyonların deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırması herhangi bir fark bulunmamıştır.

4.4.1.3.4 Ayrışım fonksiyon analizi

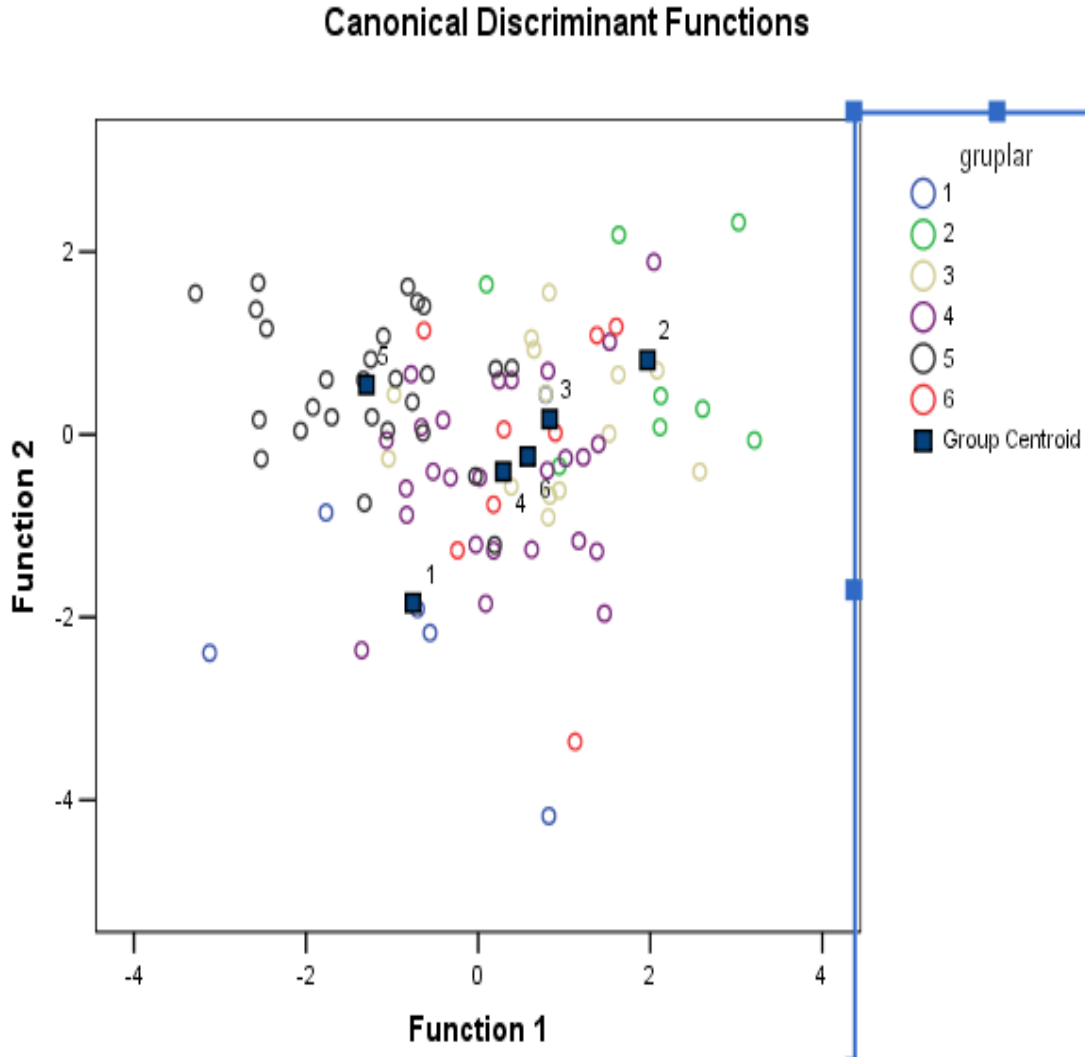
Lateral bölgeye ait landmark koordinat verileri üst üste bindirme (süperimposition) sonrası karakter verileri olarak kaydedilmiştir. Lateral bölgede 8 karakter (landmark koordinatları) ayrışım fonksiyon analizi için veri olarak alınmıştır.

Çizelge 4.16'deki lateraldeki 8 landmark koordinatının varyans analizi (ANOVA) sonucuna göre, populasyonlar arasında 16 karakterden 6 tanesi (x4, y4, y5, x7, x8, y8 landmarklar) istatistiksel olarak anlamlıdır ($P < 0,05$).

Çizelge 4.16. Lateraldeki 8 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
x1	,818	3,682	5	83	,005
y1	,959	,705	5	83	,621
x2	,983	,293	5	83	,915
y2	,944	,994	5	83	,427
x3	,973	,456	5	83	,808
y3	,879	2,280	5	83	,054
x4	,844	3,060	5	83	,014
y4	,768	5,015	5	83	,000
x5	,927	1,304	5	83	,270
y5	,864	2,623	5	83	,030
x6	,992	,129	5	83	,985
y6	,968	,548	5	83	,739
x7	,796	4,244	5	83	,002
y7	,968	,555	5	83	,734
x8	,798	4,199	5	83	,002
y8	,870	2,483	5	83	,038

DFA'ya göre populasyonların 2 boyutlu olarak kümelenmesi Şekil 4.37'de gösterilmiştir. Bu dağılım grafiğine göre 1., 2. ve 5. gruplar diğerlerine oranla biraz daha ayrılmıştır. 3., 4., ve 6. gruplar birbirine daha yakındır.



Şekil 4.37 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokalitede 89 örneğe ait *Arvicola terrestris*’in lateraldeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi

DFA’de I. eksen % 52’sini, II. eksen % 21,3’ünü, III. eksen % 16,4’ünü, IV. Eksen 8’ini, V eksen de toplam varyasyonun % 2,3’ünü açıklamıştır. Toplam varyasyonun % 100’ü ilk 5 eksen tarafından açıklamaktadır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Ventral verilerle yapılan DFA'ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri

Fonksiyon	Eigen değeri	% Varyans	Kümülatif %	Kanonikal Korrelasyon
1	1,138(a)	52,0	52,0	,730
2	,467(a)	21,3	73,3	,564
3	,358(a)	16,4	89,7	,514
4	,176(a)	8,0	97,7	,386
5	,049(a)	2,3	100,0	,217

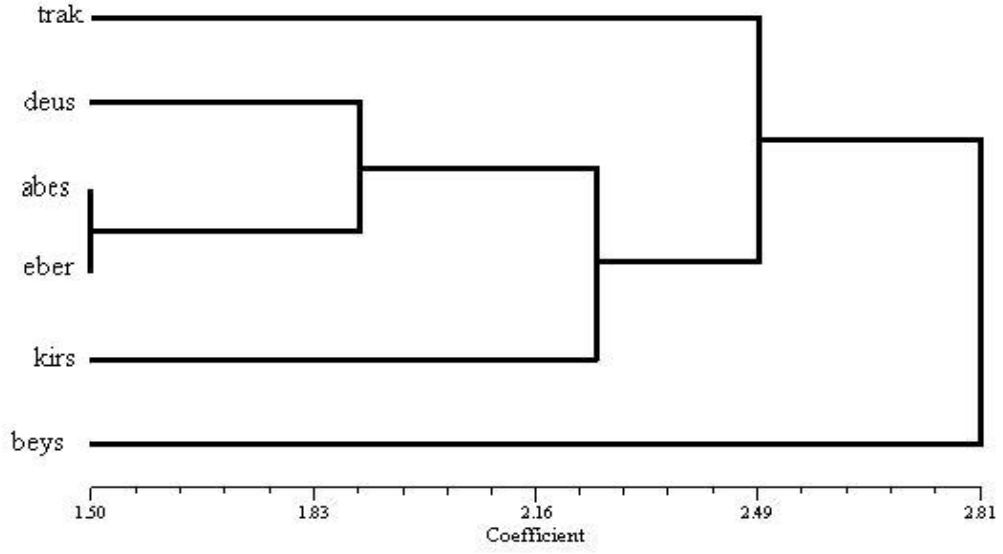
Çizelge 4.18'de her gruptaki bireylerin % 65,2'sinin kendi gruplarında yer aldığını göstermektedir. Bu sonuca göre lateral bölge, diğerlerine oranla, düşük doğru gruplama gerçekleştirmiştir. Trakya grubu su sıçanlarının % 66,7'si kendi grubu içinde yer alırken, % 16,7'i Kırşehir grubunda, % 16,7'i Eber grubunda yer almıştır. Beyşehir grubu su sıçanlarının % 62,5'i kendi grubu içinde yer alırken, % 12,5'i Ankara-Bolu-Eskişehir, % 12,5'i Kırşehir, % 12,5'i Eber grubunda yer almıştır. Denizli –Uşak grubu su sıçanlarının % 64,3'ü kendi grubu içinde yer alırken, % 21,4'ü Ankara-Bolu-Eskişehir, % 7,1'i Beyşehir, % 7,1'i Kırşehir grubunda yer almıştır. Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının % 53,8'i kendi grubu içinde yer alırken, % 23,1'i Eber, % 7,7'si Beyşehir, % 7,7'si, Denizli-Uşak, % 3,8'i Trakya, % 3,8'i Eber grubunda yer almıştır. Kırşehir grubu su sıçanlarının % 81,5'i kendi grubu içinde yer alırken, % 7,4'ü, Ankara-Bolu-Eskişehir, % 7,4'ü, Denizli-Uşak, % 3,7'si Trakya grubunda yer almıştır. Eber grubu su sıçanlarının % 50'si kendi grubu içinde yer alırken, % 25'i Beyşehir, % 12,5'i, Ankara-Bolu-Eskişehir, % 12,5'i, Trakya grubunda yer almıştır.

Çizelge 4.18 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 89 *Arvicola terrestris* örneğinin laterale göre kendi gruplarında sınıflandırılması

Gruplar		Gruplara Yerleşme						Total
		1 Trakya	2 Beyşehir	3 Denizli Uşak	4 Ank-Bol Esk	5 Kırşehir	6 Eber	
Original Count	1 Trakya	4	0	0	0	1	1	6
	2 Beyşehir	0	5	0	1	1	1	8
	3 Denizli Uşak	0	1	9	3	1	0	14
	4 Ank-Bol Esk	1	2	2	14	1	6	26
	5 Kırşehir	1	0	2	2	22	0	27
	6 Eber	1	2	0	1	0	4	8
%	1 Trakya	66,7	,0	,0	,0	16,7	16,7	100,0
	2 Beyşehir	,0	62,5	,0	12,5	12,5	12,5	100,0
	3 Denizli Uşak	,0	7,1	64,3	21,4	7,1	,0	100,0
	4 Ank-Bol Esk	3,8	7,7	7,7	53,8	3,8	23,1	100,0
	5 Kırşehir	3,7	,0	7,4	7,4	81,5	,0	100,0
	6 Eber	12,5	25,0	,0	12,5	,0	50,0	100,0

4.4.1.3.5 UPGMA dendrogramı

Arvicola terrestris’in Batı Anadolu ve Trakya örneklerinin kafatasının lateralinden elde edilen verilere göre *Arvicola terrestris persicus*’un Batı Anadolu populasyonları (deus, abes, kirs, beys, eber) *Arvicola terrestris cernjavskii*’nin Trakya populasyonundan (trak) ayrılmamıştır (Şekil 4.38).

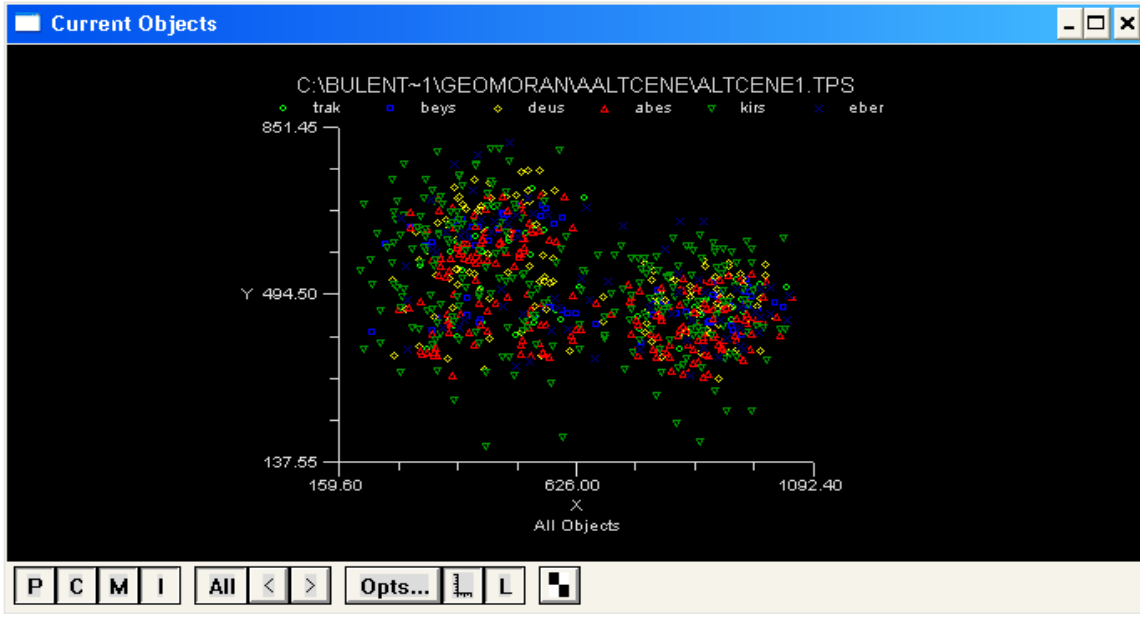


Şekil 4.38 *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki lateral bulgulara göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA dendrogramı

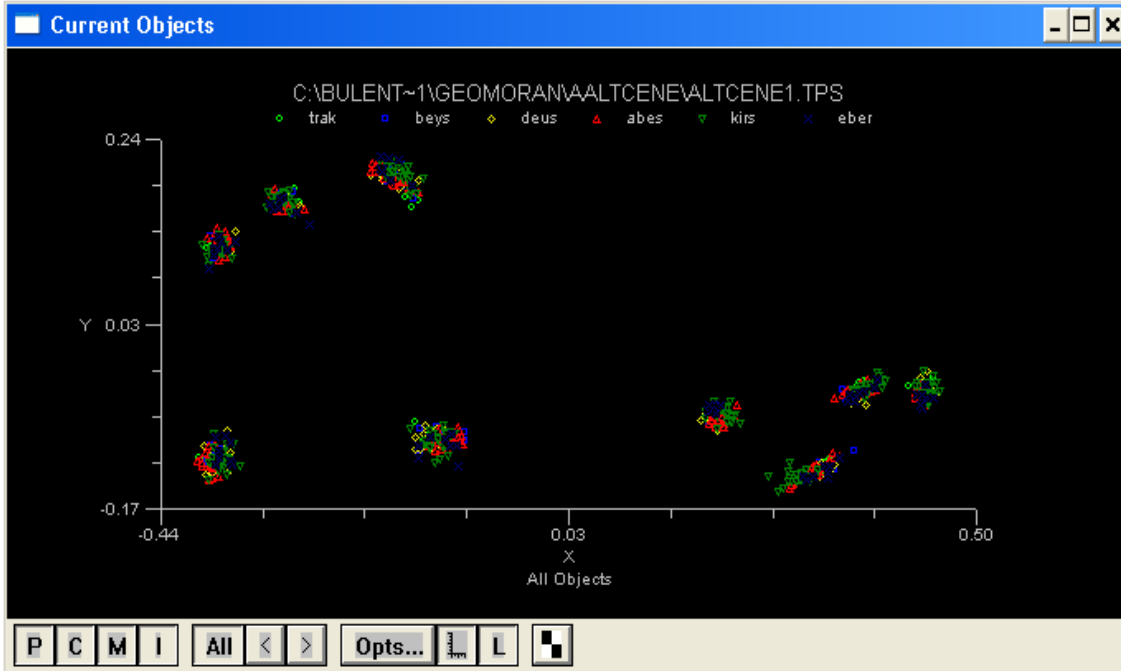
4.4.1.4 Alt Çeneye uygulanan geometrik morfoloji bulguları

4.4.1.4.1 Üst üste bindirme

Üst üste bindirilen (süperimposition) örnekler referans landmark noktalarına göre bir bakıma standardize edilmiştir. Böylece referans landmark noktası etrafındaki çevirme, döndürme ve ölçekleme ile örneklerin varyansı ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.39’da 6 tane gruba (trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber) ait 88 örneğin alt çenedeki 9 landmarkın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları gösterilmiştir. Şekil 4.40’da ise örneklerin dorsaldeki 9 noktadan (landmark) oluşan 18 x, y koordinat verilerinin üst üste bindirilmesi (süperimposition) gösterilmiştir.



Şekil 4.39 6 tane gruba ait 88 örneğin alt çenedeki 9 landmarkırın (noktanın) x, y koordinatındaki konumları



Şekil 4.40 6 tane gruba ait 88 örneğin dorsaldaki 9 landmarkırın (noktanın) üst üste bindirilmesi (superimposition)

4.4.1.4.2 *Arvicola terrestris* grupları arasındaki alt çene veriler farklılığı

Elde edilen tps verileri morpheus programı ile açılıp üst üste bindirildikten sonra gruplar belirlenmiş ve gruplar arası farklılığı görmek için MANOVA yapılmıştır. Daha sonra ikili olarak gruplar arasındaki farklılığı görmek için Bonferroni testi ile gruplar karşılaştırılmıştır. MANOVA testi ile gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,001$) (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının alt çene verilerine ait MANOVA sonucu

Stats	det	trace	maxRoot
Total_ss	0.000	0.160	0.054
Unexplained_ss	0.000	0.136	0.034
Explained_ss	0.000	0.043	0.027
P>Explained_ss	0.001	0.001	0.001

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber.

İkili karşılaştırmalar sonucunda Trakya grubu ile Denizli-Uşak ve Kırşehir grupları, Beyşehir grubu ile Kırşehir grubu, Denizli-Uşak grubu ile Ankara-Bolu-Eskişehir ve Kırşehir grupları, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu ile Kırşehir ve Eber grupları birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($P < 0,003$, $P < 0,002$ ve $P < 0,001$). İkili karşılaştırmalar sonucunda Trakya ile Kırşehir, Beyşehir ile Kırşehir, Denizli-Uşak ile Ankara-Bolu-Eskişehir ve Kırşehir, Ankara-Bolu-Eskişehir ile Kırşehir, Kırşehir ile Eber gruplarının birbirinden istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($P < 0,001$) (Çizelge 4.20).

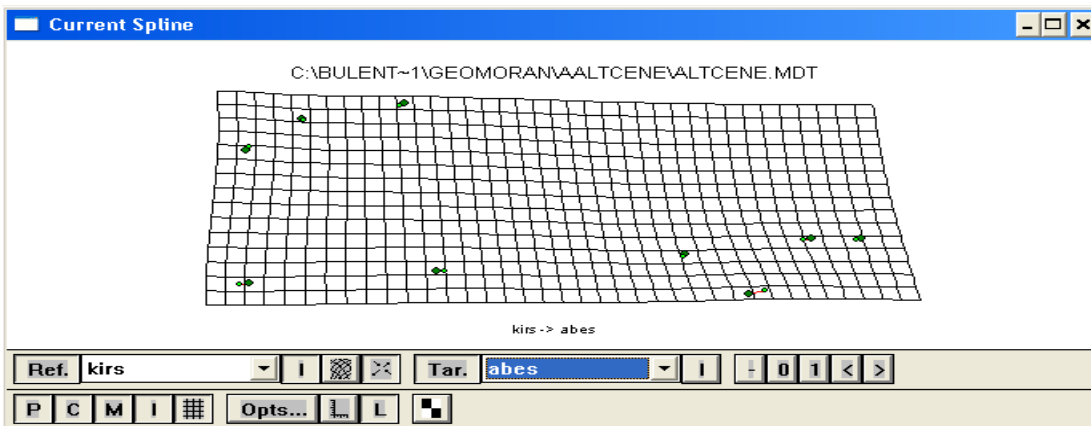
Çizelge 4.20 6 gruptaki *Arvicola terrestris* populasyonlarının alt çene verilerine ait ikili Bonferroni sonucu

	Trakya	Beyşehir	Denizli-Uşak	Ankara-Bolu-Eskişehir	Kırşehir	Eber
Trakya	-					
Beyşehir	0,019	-				
Denizli-Uşak	0,004	0,160	-			
Ankara-Bolu-Eskişehir	0,011	0,019	0,001 *	-		
Kırşehir	0,001*	0,001*	0,001*	0,001*	-	
Eber	0,007	0,019	0,006	0,005	0,001*	-

Gruplar, trak: Trakya, beys: Beyşehir, deus: Denizli-Uşak, abes: Ankara-Bolu-Eskişehir, kirs: Kırşehir, eber: Eber.

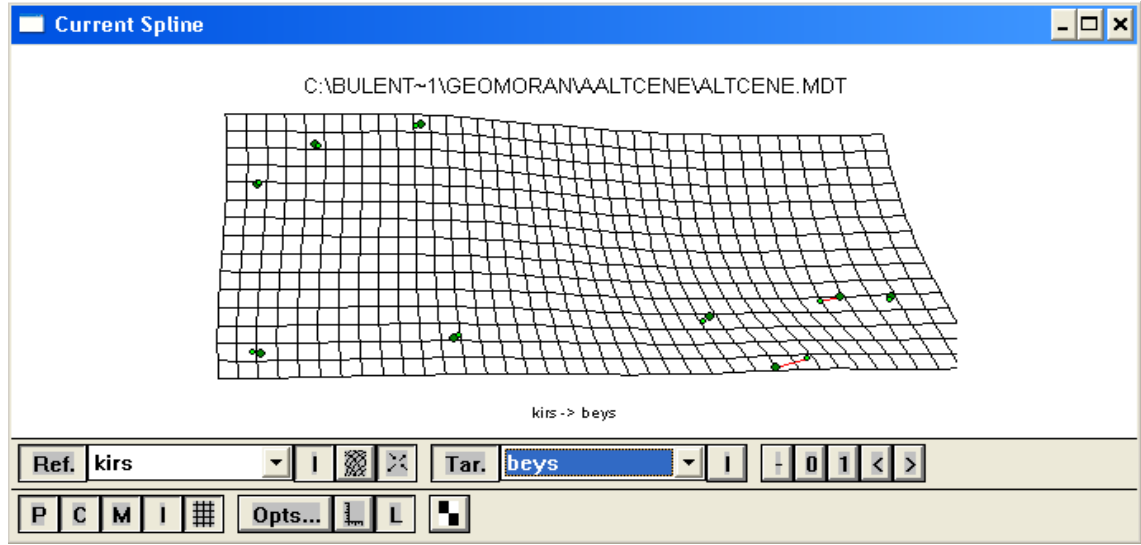
4.4.1.4.3 Deformasyon gridleri

Arvicola terrestris populasyonları arasındaki alt çene şekil farklılıkları, deformasyon gridleri üzerine yansıtılarak şekil farklılıklarının hangi noktalarda yoğunlaştığı TPSspline programı ile ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.41-45, bu gruplardaki populasyonların deformasyon gridlerinin ikili karşılaştırmasını göstermektedir.



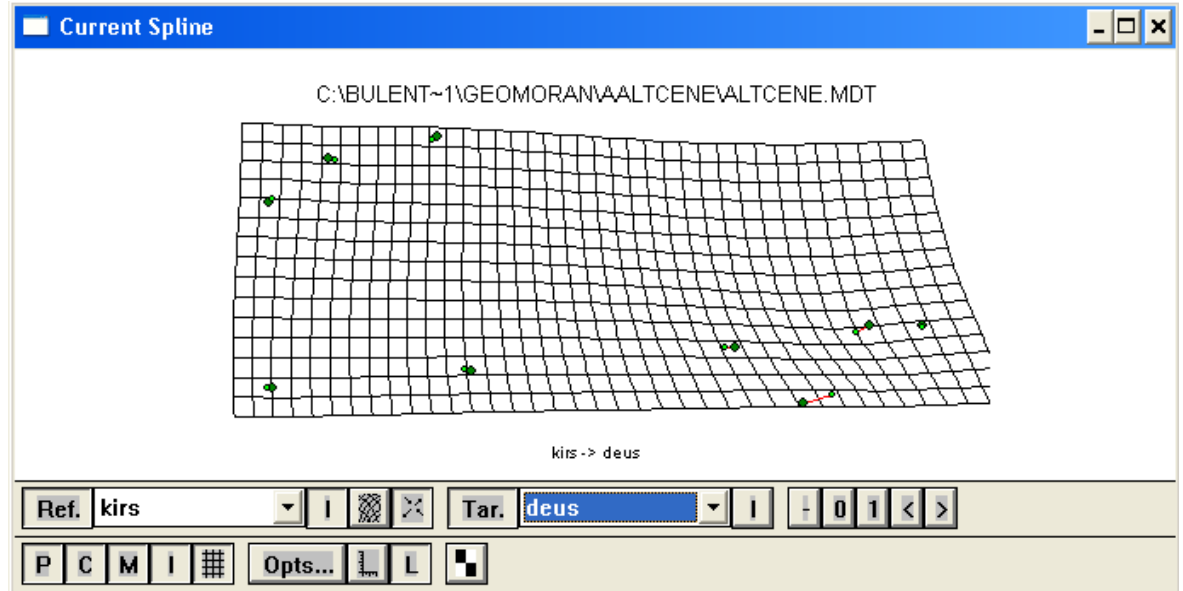
Şekil 4.41 Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 8 ve 9 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



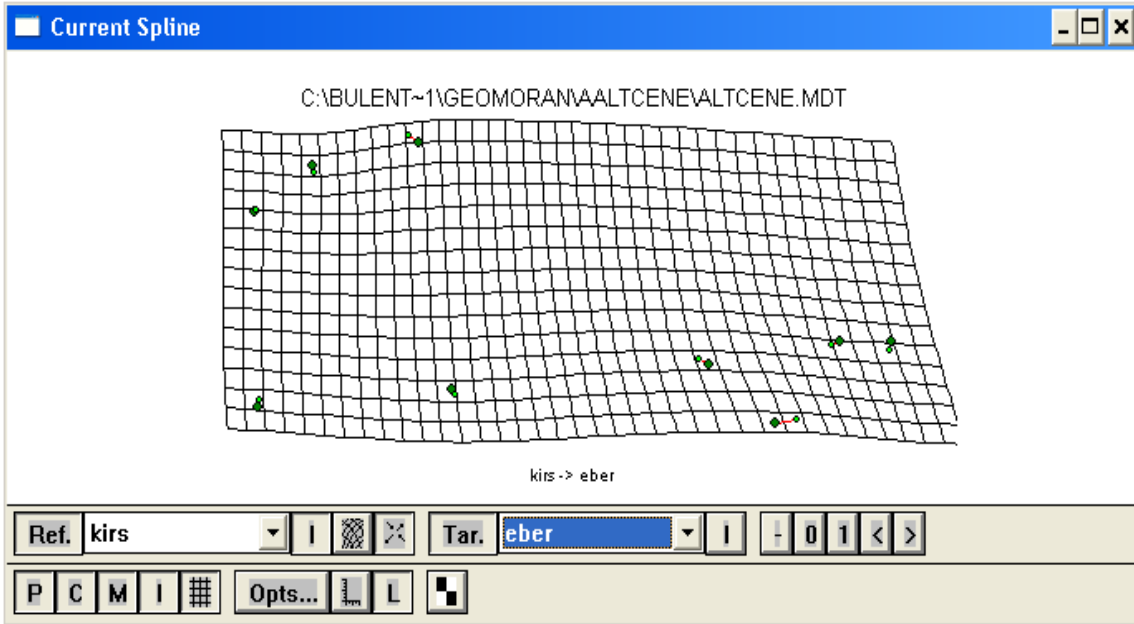
Şekil 4.42 Kırşehir-Beyşehir populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Beyşehir populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 2, 3, 8 ve 9 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır



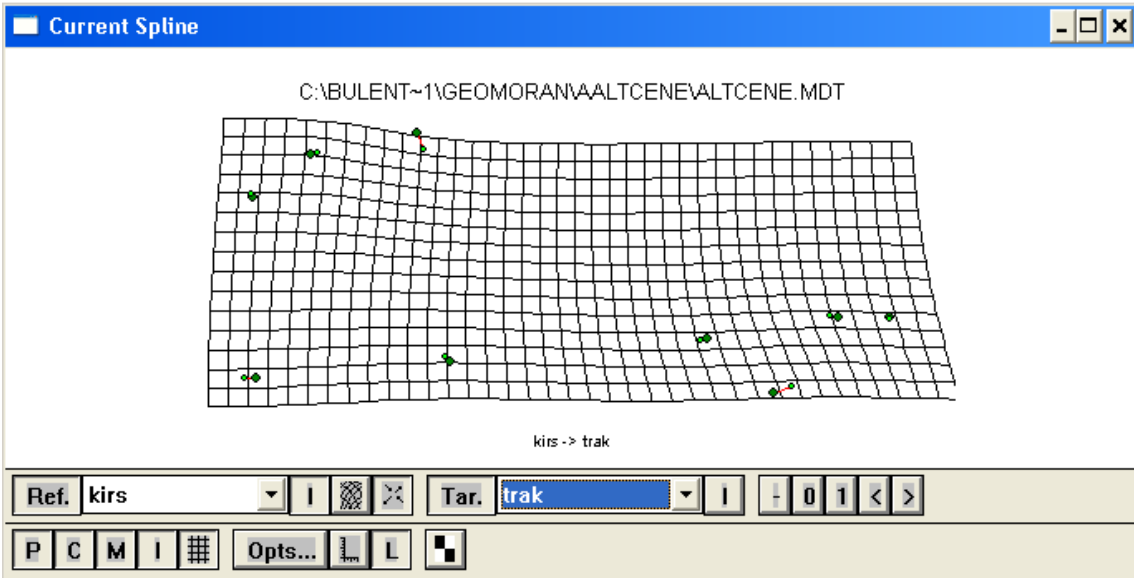
Şekil 4.43 Kırşehir-Denizli-Uşak populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Denizli-Uşak populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3 ve 9 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır



Şekil 4.44 Kırşehir ile Eber populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Eber populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 3, 5 ve 9 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.45 Kırşehir ile Trakya populasyonlarının alt çene deformasyon gridlerinin ikili olarak karşılaştırması

Kırşehir ile Trakya populasyonlarıyla yapılan deformasyon gridlerindeki farklılık bulunmuştur. Bu farklılık 2, 3, 5, 8 ve 9 nolu landmarklardan kaynaklanmaktadır.

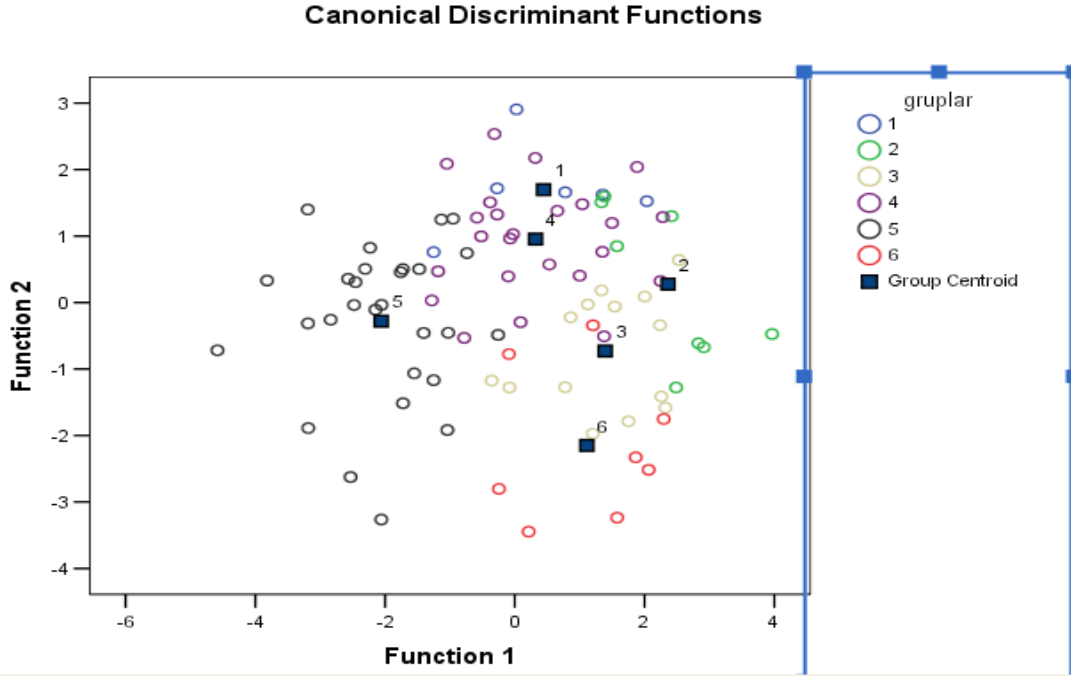
4.4.1.4.4 Ayırışım fonksiyon analizi

Alt çene bölgeye ait landmark koordinat verileri üst üste bindirme (süperimposition) sonrası karakter verileri olarak kaydedilmiştir. Alt çene bölgesinde 9 karakter (landmark koordinatları) ayırışım fonksiyon analizi için veri olarak alınmıştır. Çizelge 4.21'deki alt çenedeki 9 landmark koordinatının varyans analizi (ANOVA) sonucuna göre, populasyonlar arasında 18 karakterden 12 tanesi (x1, y1, x2, y2, x3, y3, x4, x5, y5, x8, x9, y9,) istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,05$).

Çizelge 4.21 Alt çenedeki 9 noktanın (landmark) varyans (ANOVA) analizi

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
x1	,819	3,612	5	82	,005
y1	,875	2,343	5	82	,049
x2	,659	8,469	5	82	,000
y2	,750	5,468	5	82	,000
x3	,706	6,825	5	82	,000
y3	,846	2,995	5	82	,016
x4	,836	3,217	5	82	,011
y4	,906	1,696	5	82	,145
x5	,870	2,461	5	82	,040
y5	,730	6,052	5	82	,000
x6	,888	2,071	5	82	,077
y6	,887	2,091	5	82	,075
x7	,917	1,491	5	82	,202
y7	,877	2,309	5	82	,051
x8	,652	8,762	5	82	,000
y8	,939	1,068	5	82	,384
x9	,443	20,621	5	82	,000
y9	,720	6,382	5	82	,000

DFA'ya göre populasyonların 2 boyutlu olarak kümelenmesi Şekil 4.45'te gösterilmiştir. Bu dağılım grafiğine göre 4. ve 5. gruplar diğerlerine oranla biraz daha ayrılmıştır. 1., 2., 3 ve 6. gruplar birbirine daha yakındır.



Şekil 4.46 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 88 *Arvicola terrestris* örneğinin alt çenedeki landmark koordinatlarına bağlı olarak ayrışım fonksiyon analizi ile iki boyutta kümelenmesi

DFA’de I. eksen % 51,6’sı, II. eksen % 21,8’ini, III. eksen % 14,4’ünü, IV. eksen 7,1’ini, V eksen de toplam varyasyonun % 5,1’sini açıklamıştır. Toplam varyasyonun % 100’ü ilk 5 eksen tarafından açıklamaktadır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Alt çene verileriyle yapılan DFA’ya göre 5 konikal ayrışım fonksiyonunun eigen değerleri, % eigen değerleri ve kümülatif % eigen değerleri

Fonksiyon	Eigen değeri	% Varyans	Kümülatif %	Kanonikal Korrelasyon
1	2,490(a)	51,6	51,6	,845
2	1,054(a)	21,8	73,5	,716
3	,693(a)	14,4	87,8	,640
4	,341(a)	7,1	94,9	,504
5	,247(a)	5,1	100,0	,445

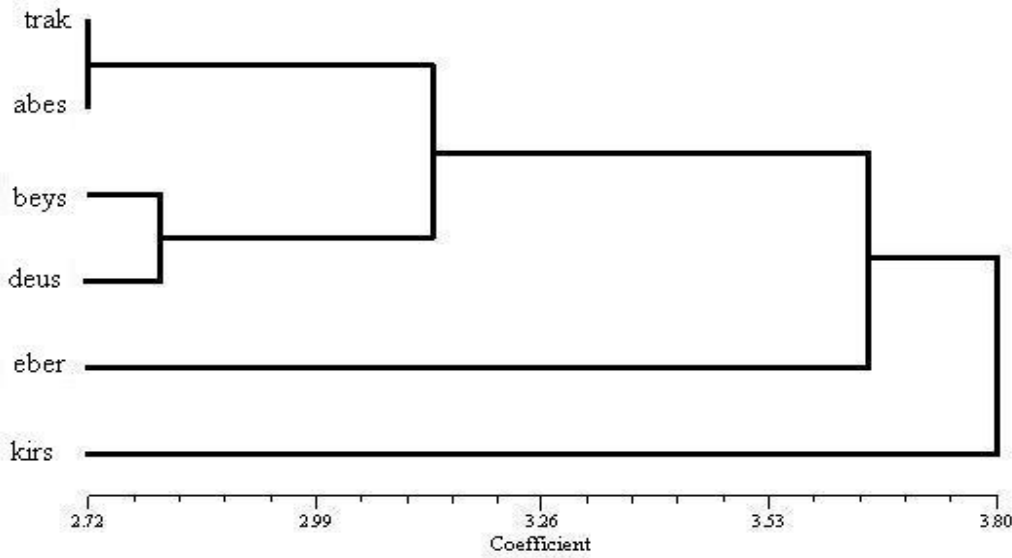
Çizelge 4.23'te her gruptaki bireylerin % 85,2'sinin kendi gruplarında yer aldığını göstermektedir. Bu sonuca göre alt çene, diğerlerine oranla, yüksek doğru gruplama gerçekleştirmiştir. Trakya grubu su sıçanlarının % 83,3'ü kendi grubu içinde yer alırken, % 16,7'i Ankara-Bolu-Eskişehir grubunda yer almıştır. Beyşehir grubu su sıçanlarının % 100'ü kendi grubu içinde yer almıştır. Denizli –Uşak grubu su sıçanlarının % 78,6'sı kendi grubu içinde yer alırken, % 7,1'i Ankara-Bolu-Eskişehir, % 7,1'i Trakya, % 7,1'i Eber grubunda yer almıştır. Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının % 83,3'ü kendi grubu içinde yer alırken, % 8,3'ü Beyşehir, % 4,2'si Trakya, % 4,2'si, Denizli-Uşak grubunda yer almıştır. Kırşehir grubu su sıçanlarının % 82,1'i kendi grubu içinde yer alırken, % 7,1'i, Trakya, % 7,1'i, Ankara-Bolu-Eskişehir, % 3,6'sı Eber grubunda yer almıştır. Eber grubu su sıçanlarının % 100'ü kendi grubu içinde yer almıştır.

Çizelge 4.23 Batı Türkiye’de 6 gruba ayrılan 9 lokaliteye ait 88 *Arvicola terrestris* örneğinin alt çeneye göre kendi gruplarında sınıflandırılması

Gruplar		Gruplara Yerleşme						Total
		1 Trakya	2 Beyşehir	3 Denizli Uşak	4 Ank-Bol Esk	5 Kırşe hir	6 Eber	
Original Count	1 Trakya	5	0	0	1	0	0	6
	2 Beyşehir	0	8	0	0	0	0	8
	3 Denizli Uşak	1	0	11	1	0	1	14
	4 Ank-Bol Esk	1	2	1	20	0	0	24
	5 Kırşehir	2	0	0	2	23	1	28
	6 Eber	0	0	0	0	0	8	8
%	1 Trakya	83,3	,0	,0	16,7	,0	,0	100,0
	2 Beyşehir	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	100,0
	3 Denizli Uşak	7,1	,0	78,6	7,1	,0	7,1	100,0
	4 Ank-Bol Esk	4,2	8,3	4,2	83,3	,0	,0	100,0
	5 Kırşehir	7,1	,0	,0	7,1	82,1	3,6	100,0
	6 Eber	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0

4.4.1.4.5 UPGMA dendrogramı

Arvicola terrestris'in Batı Anadolu ve Trakya örneklerinin alt çeneden elde edilen verilere göre *Arvicola terrestris persicus*'un Batı Anadolu populasyonları (deus, abes, kirs, beys, eber) *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin Trakya populasyonundan (trak) ayırlamamıştır (Şekil 4.47).



Şekil 4.47 *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki alt çene bulgularına göre morfolojik akrabalığı gösteren UPGMA Dendrogramı

4.5 *Arvicola terrestris*'in Anadolu ve Trakya Populasyonlarının Morfometrik Analizi

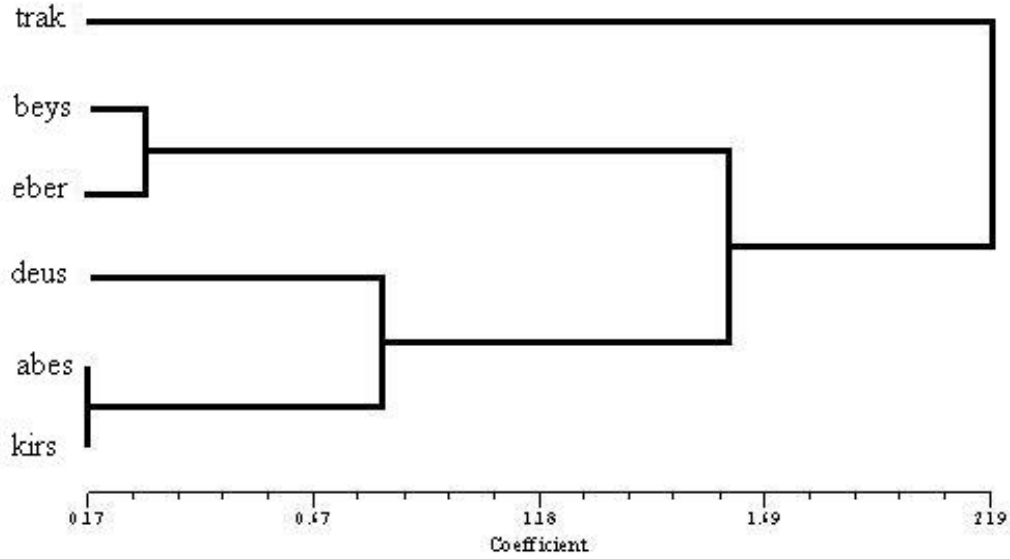
Arvicola terrestris'in alttürlerini morfometrik olarak karşılaştırdığımızda kuyruk, kulak, condilobasal uzunluk, basal uzunluk, nasal uzunluk, parietal sutur uzunluğu, mastoid genişlik, diestama uzunluğu, damak uzunluğu, timpanik bulla uzunluğu, timpanik bulla genişliği, mandibul uzunluğu, mandibul yüksekliği, alt molar alveol uzunluğu, alt molat taç uzunluğu, coronoid process yüksekliği, alt M₂, alt M₃ ve üst M² karakterleri iki alttürde farklı olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.24 *Arvicola terrestris persicus* ile *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürlerinin DFA sonuçları

		Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
1.	Tüm boy	,794	2,384	5	46	,053
2.	Kuyruk	,790	2,446*	5	46	,048
3.	Ard ayak,	,818	2,050	5	46	,089
4.	Kulak,	,763	2,856*	5	46	,025
5.	Ağırlık,	,806	2,217	5	46	,069
6.	Zygomatik genişlik,	,851	1,615	5	46	,175
7.	Interorbital daralma,	,816	2,070	5	46	,086
8.	Condilobasal uzunluk,	,790	2,451*	5	46	,047
9.	Condilonasal uzunluk,	,813	2,112	5	46	,081
10.	Occipito-nasal uzunluk,	,824	1,968	5	46	,101
11.	Basal uzunluk,	,702	3,910**	5	46	,005
12.	Nasal uzunluk,	,621	5,612***	5	46	,000
13.	Nasal genişlik,	,945	,537	5	46	,747
14.	perietal sutur uzunluğu	,772	2,724*	5	46	,031
15.	Length of upper toothrow cusp.	,867	1,411	5	46	,238
16.	yüz bölgesi uzunluğu,	,769	2,762*	5	46	,029
17.	beyin bölgesi uzunluğu,	,960	,381	5	46	,859
18.	mastoid genişlik,	,474	10,194***	5	46	,000
19.	bullalı beyin kapsül yüksekliği,	,805	2,231	5	46	,067
20.	bullasız beyin kapsül yüksekliği,	,949	,498	5	46	,776
21.	occipital genişlik,	,866	1,424	5	46	,234
22.	beyin kapsülü genişliği,	,812	2,125	5	46	,079
23.	diestama uzunluğu,	,726	3,473*	5	46	,010
24.	damak uzunluğu,	,689	4,154**	5	46	,003
25.	incisiva uzunluğu	,828	1,916	5	46	,110
26.	Timpanik bulla uzunluğu,	,725	3,486**	5	46	,009
27.	Timpanik bulla genişliği,	,783	2,548*	5	46	,041
28.	mandibul uzunluğu,	,697	3,999**	5	46	,004
29.	mandibul yüksekliği	,667	4,587**	5	46	,002
30.	üst molar alveol uzunluğu,	,807	2,202	5	46	,070
31.	alt molar alveol uzunluğu,	,789	2,459*	5	46	,047
32.	Alt molat taç uzunluğu,	,792	2,420*	5	46	,050
33.	Coronoid process yüksekliği	,692	4,090**	5	46	,004
34.	üst M1	,853	1,585	5	46	,183
35.	üst M2	,783	2,545*	5	46	,041
36.	üst M3	,893	1,103	5	46	,372
37.	alt M1	,923	,772	5	46	,575
38.	alt M2	,665	4,630**	5	46	,002
39.	alt M3	,751	3,049**	5	46	,019

4.5.1 UPGMA dendrogramı

Arvicola terrestris populasyonları arasındaki dış ve iç karakterler ölçülerine göre karşılaştırmalar yapılmıştır. Şekil 4.48.

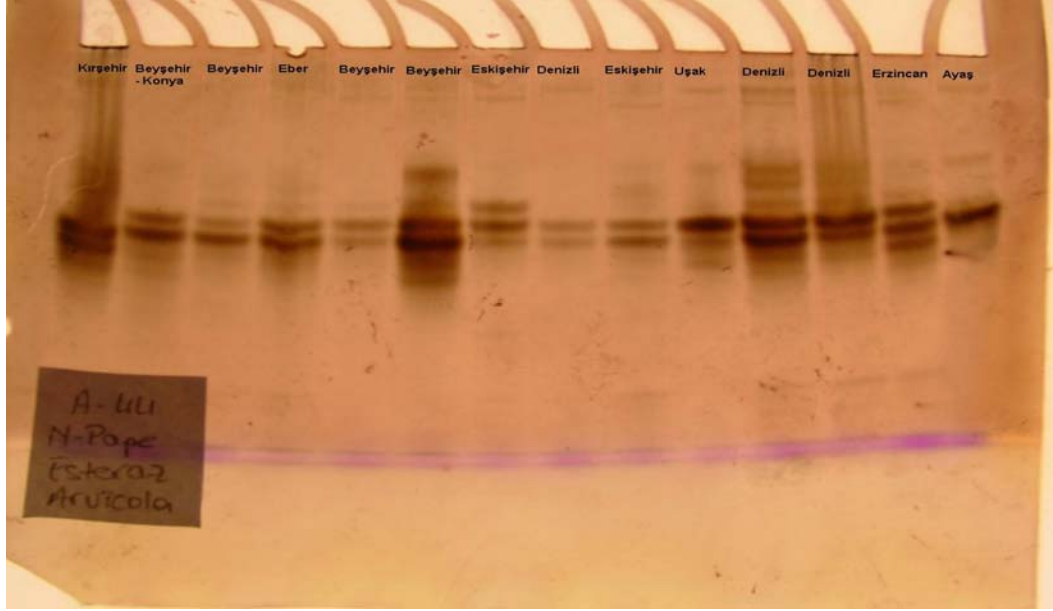


Şekil 4.48 *Arvicola terrestris* populasyonları arasındaki dış ve iç karakterler ölçülerine göre morfometrik akrabalığı gösteren UPGMA dendrogramı

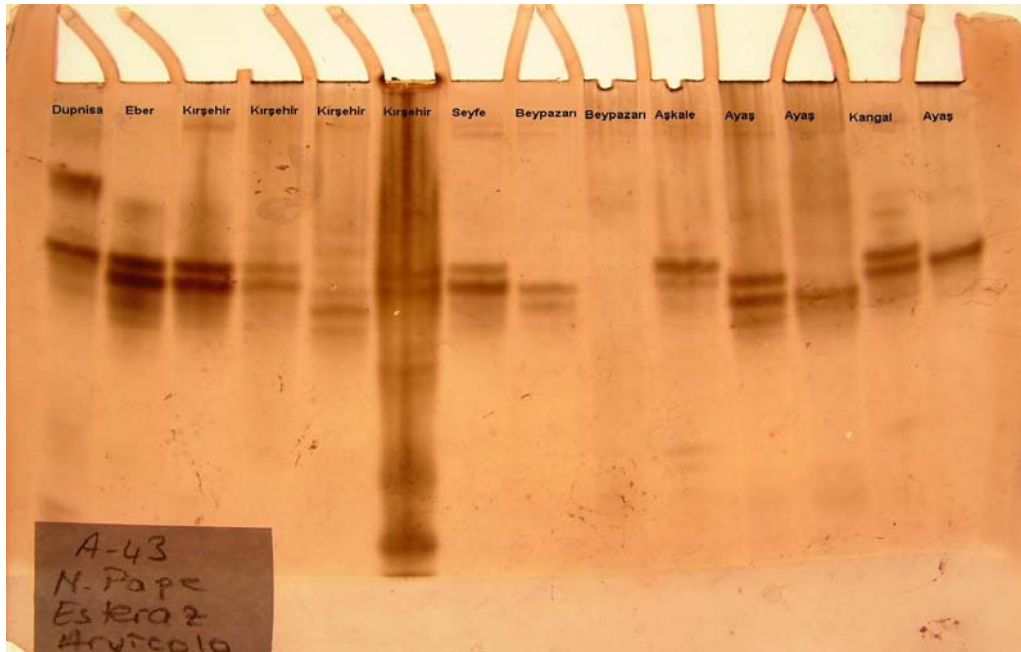
4.6 *Arvicola terrestris*'in Anadolu ve Trakya Populasyonlarının Allozim Analizi

Arvicola terrestris, Batı Anadolu'da *Arvicola terrestris persicus*, Trakya'da ise *Arvicola terrestris cerncavskii* alttürü olarak yayılış göstermektedir. Bu alttürlerden toplam 106 örnek üzerinde allozim çalışmaları yapıldı. Çalışılan 16 enzim sisteminde (Esteraz (Es), İzositrat dehidrogenaz (Idh), Malat dehidrogenaz (Mor), Malik enzim (Me), Fosfoglukomütaz (Pgm), Alfagliserofosfat dehidrogenaz (Gdp), Glukofosfat izomeraz (Gpi), Nukleosid fosforilaz (Np), Adenozin deaminaz (Ada), 6- fosfoglukonat dehidrogenaz (Pgd), Aconitaz (Aco), Hekzokinaz (Hk), Mannoz fosfat izomeraz (Mpi), Glukoz dehidrogenaz (Gd), Superoksit dismütaz (Sod), Fumeraz (Fm) toplam 22 lokus tespit edilmiştir. Bu lokuslardan yalnızca Esteraz (Es) enziminde heterozigotluğa

rastlandı ve diğer tüm lokuslar homozigot olarak bulundu (Şekil 49-50). Çizelge 4.25 *Arvicola terrestris*'te esteraz enzimine ait ve alel (A, B, C, D) dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 4.49 Polimorfik yapıdaki esteraz enzimi



Şekil 4.50 Polimorfik yapıdaki esteraz enzimi

Çizelge 4.25 *Arvicola terrestris*'te esteraz enzimine ait alel (A, B, C, D) dağılımı

sayı	örnek no	tür	lokalite	esteraz
1	2449	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BC
2	2450	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BC
3	2451	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	AD
4	2452	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
5	2453	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
7	2471	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
8	2492	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
9	4140	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
10	4141	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
11	4142	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
12	4143	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BD
13	4144	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	BC
14	4145	<i>Arvicola terrestris</i>	Kılıçözü Deresi- KIRŞEHİR	CD
28	4566	<i>Arvicola terrestris</i>	KIRŞEHİR 10 Km	BC
29	4567	<i>Arvicola terrestris</i>	KIRŞEHİR 10 Km	AD
30	4568	<i>Arvicola terrestris</i>	KIRŞEHİR 10 Km	BC
31	4569	<i>Arvicola terrestris</i>	Seyfe gölü-KIRŞEHİR	BC
32	4583	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-ANKARA	CD
34	4656	<i>Arvicola terrestris</i>	Aşkale-ERZURUM	BC
35	4981	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	CD
36	5034	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	DD
39	5443	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	CC
40	5444	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	AD
41	5445	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	AD
43	5447	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	DD
44	5448	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	BC
45	5449	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	BC
46	5450	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	CD
47	5451	<i>Arvicola terrestris</i>	Ayaş-ANKARA	CD
48	5455	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
49	5467	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
50	5472	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AD
51	5475	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
52	5476	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
53	5477	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
54	5478	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AD
55	5479	<i>Arvicola terrestris</i>	İnece-KIRKLARELİ	AB
56	5536	<i>Arvicola terrestris</i>	KIRKLARELİ	BB
57	5556	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	BC
58	5564	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	BC
59	5567	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC

Çizelge 4.25 *Arvicola terrestris*'te esteraz enzimine ait ve alel (A, B, C, D) dağılımı (devam)

60	5568	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir Gölü	AC
61	5569	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	AC
62	5570	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
63	5571	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	AC
64	5572	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
65	5573	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
66	5574	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
67	5575	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
68	5576	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
69	5577	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	BC
70	5578	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	AC
71	5602	<i>Arvicola terrestris</i>	Eber Gölü-AFYON	BC
72	5603	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	BC
73	5604	<i>Arvicola terrestris</i>	Beyşehir-KONYA	BC
74	5781	<i>Arvicola terrestris</i>	Yenişehir-UŞAK	BC
75	5782	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	BC
76	5783	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	AC
77	5784	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	BC
79	5786	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	BC
80	5787	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	AC
81	5788	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	AC
82	5789	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	BC
83	5790	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	CC
84	5791	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	CC
85	5792	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	BC
86	5793	<i>Arvicola terrestris</i>	Gülçayır-ESKİŞEHİR	BC
87	5794	<i>Arvicola terrestris</i>	Yenişehir-UŞAK	BC
88	5795	<i>Arvicola terrestris</i>	Yenişehir-UŞAK	BC
89	5796	<i>Arvicola terrestris</i>	Yenişehir-UŞAK	BC
90	5797	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	AD
91	5798	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	AD
94	5801	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	BC
95	5802	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	BC
96	5810	<i>Arvicola terrestris</i>	Yuvaköy-DENİZLİ	CC
98	5892	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
99	5893	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
100	5894	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
102	5896	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
103	5897	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
104	5898	<i>Arvicola terrestris</i>	Yeniçağa-BOLU	CD
105	5919	<i>Arvicola terrestris</i>	Küçükağa-ERZİNCAN	BD
106	6050	<i>Arvicola terrestris</i>	Kangal-SIVAS	BC

4.7 İstatistik Analizleri

Analiz edilen 16 lokus içinde esteraz enziminde 4 alel bulundu. Analiz için BIOSYS-1 kullanıldı ve bunların frekansları Çizelge 4.26’da verildi.

Çizelge 4.26 İncelenen tüm *Arvicola terrestris* populasyonlarında *Est* lokusunun alel frekansları

Locus	1 KIRSEHIR	2 ABES	3 TRAK	4 EBER	5 BEYS	6 DEUS
<i>Est</i>						
(N)	17	23	9	10	7	12
A	.059	.043	.044	.100	.143	.125
B	.412	.130	.444	.400	.357	.292
C	.206	.478	.000	.500	.500	.500
D	.324	.348	.111	.000	.000	.083

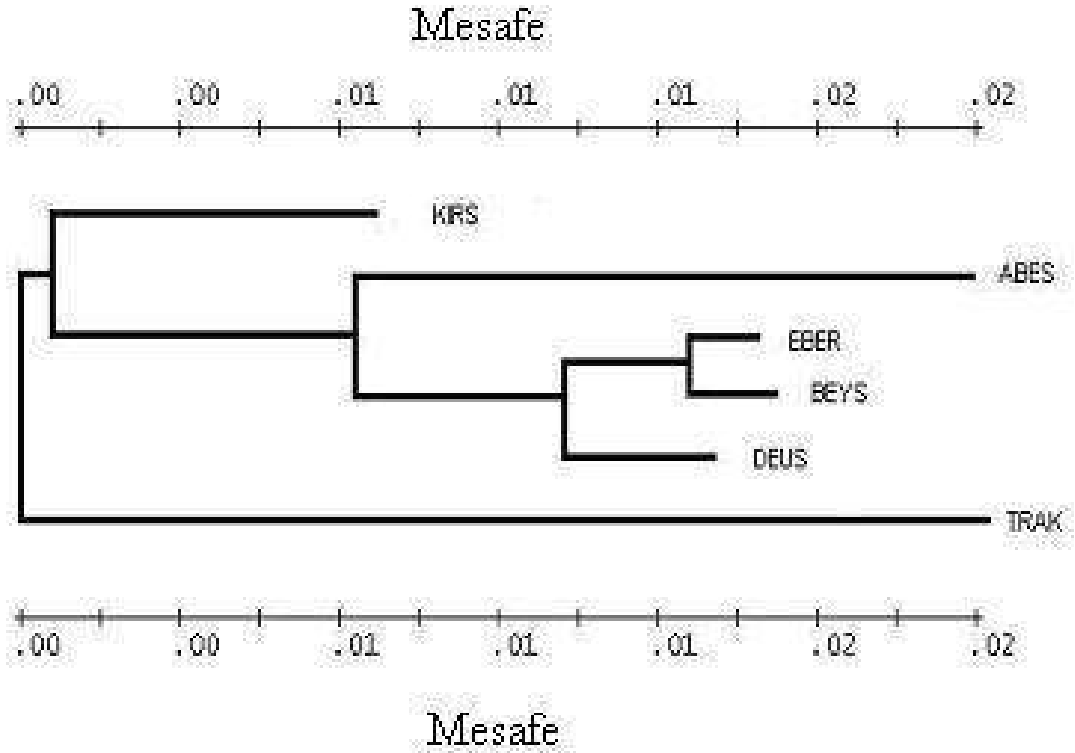
Nei’ye (1978) göre hesaplanan (Çizelge 4.27), Beyşehir ile Eber, Denizli-Uşak ile Eber, Denizli-Uşak ile Beyşehir populasyonları arasındaki benzerlik değeri en yüksek (1.000), Trakya ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonları arasında ise en düşüktür (0.984). Genetik mesafe değeri Trakya populasyonu ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonu arasında en yüksek iken (0.045) Denizli-Uşak populasyonu ile Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonları arasında en düşük (0,017) değere sahiptir.

Çizelge 4.27 Nei’in (1978) tarafsız genetik benzerlik (alt diagonal) ve Wright’ın (1978) genetik mesafe (üst diagonal) değerleri

Locus	1 KIRS	2 ABES	3 TRAK	4 EBER	5 BEYS	6 DEUS
1 KIRS	*****	.019	.026	.021	.024	.023
2 ABES	.996	*****	.045	.022	.022	.017
3 TRAK	.994	.984	*****	.031	.031	.031
4 EBER	.995	.995	.990	*****	.003	.007
5 BEYS	.996	.996	.991	1.000	*****	.005
6 DEUS	.996	.998	.990	1.000	1.000	*****

Nei’ye (1978) göre hesaplanan populasyonlar arasındaki fenetik ilişkilerden elde edilen Neighbour-Joining dendrogramı Şekil 4.51’de verildi. Dendrogramda biri Trakya (*Arvicola terrestris cernjavskii*) diğeri, Anadolu (*Arvicola terrestris persicus*) populasyonları olmak üzere iki büyük küme oluşmuştur.

Anadolu populasyonlarında, Kırşehir ayrı bir dal ve Ankara-Bolu-Eskişehir, Eber, Beyşehir ve Denizli-Uşak ayrı bir küme oluşturdu. Bunun içinden Ankara-Bolu-Eskişehir ve Denizli-Uşak iki farklı dal olarak ayrıldı. Bunun içinden Eber ve Beyşehir bir küme, Denizli-Uşak ise farklı bir dal oluşturdu.



Şekil 4.51 Nei'ye (1978) göre hesaplanan Neighbor-Joining dendrogramı

4.8 *Arvicola terrestris persicus* ile *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin Karşılaştırılması

Arvicola terrestris cernjavskii'ye ait örneklerin tümünde dorsal ile ventral kesin hatla ayrılmazken, *Arvicola terrestris persicus*'un Kırşehir ve Uşak örnekleri istisna diğer bütün örneklerinde bu hat belirgindir. *Arvicola terrestris persicus*'ta Denizli, Eskişehir, Beyşehir, Eber, Yeniçağa ve Ankara örneklerinin göğüs kısmında grimsi beyazımsı bir akıtma vardır. Buna karşın *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin bütün örneklerinde göğüs ve kuyruk sokumuna yakın bölgelerde grimsi beyazımsı bir akıtma vardır.

Arvicola terrestris persicus örneklerinde kulaklar uzun kıllar arasından görülürken, *Arvicola terrestris cernjavskii* örneklerinde ise kulaklar belirgindir.

Arvicola terrestris persicus örneklerinde interparietal kemiklerin posterior kısmı 68 örnekte mızrak başı şeklindeyken *Arvicola terrestris cerjavskii* örneklerinin tümünde bu kısım düzdür. *Arvicola terrestris persicus* 'ta 59 örnekte damağın arka kenarında içeriye doğru derin bir girinti bulunurken, *Arvicola terrestris cernjavskii* 'nin tüm örneklerinde damağın arka kenarı düzdür. Dorsal görüntüde *Arvicola terrestris persicus* 12 örneğinde oksipital kondillerin posterior kenarları görünürken diğer örneklerde görünmemektedir. *Arvicola terrestris cernjavskii* örneklerinin tümünde ise görünmektedir. Her iki alttür karyolojik özellikleri bakımından aynıdır. Geometrik morfometrik analizlerde *Arvicola terrestris persicus* kafatasının ventral bölge bakımından *Arvicola terrestris cernjavskii* 'den ayrılmaktadır.

İç ve dış karakter ölçüleri üzerinde yapılan morfometrik analizlere göre *Arvicola terrestris persicus*, *Arvicola terrestris cernjavskii* 'den ayrılmaktadır.

Allozim sonuçlarına göre yapılan analizlerde *Arvicola terrestris persicus*, *Arvicola terrestris cernjavskii* 'den ayrılmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Miller (1912), *Arvicola terrestris*'in İskandinavya yarımadası ve Finlandiya populasyonları üzerinde yaptığı çalışmada ortalama baş-beden uzunluğunun 175 mm, kuyruk uzunluğu 100 mm, ard ayak 28-31 mm, condylobasal uzunluğu 36-39 mm arasında olduğunu ortaya koydu. Bu çalışmada Anadolu populasyonlarında ortalama baş-beden uzunluğu 179 mm, kuyruk 125 mm, ard ayak uzunluğu 27-42 mm, condylobasal uzunluk 39,26-41,48 mm, Trakya populasyonlarında ortalama baş-beden uzunluğu 193,5 mm, kuyruk uzunluğu 121.17 mm, ard ayak uzunluğu 33-36 mm, condylobasal uzunluk 36,15-39,76 mm olarak tespit edildi. Buna göre Anadolu populasyonu kuyruk uzunluğu hariç, Trakya populasyonları ise baş-beden uzunluğu dışında Miller'in (1912) ölçüleriyle uyumludur. Yalnız Trakya populasyonlarında baş-beden uzunluğu, Anadolu populasyonlarında ise kuyruk uzunluğu daha fazladır.

Reichstein'in (1982), *Arvicola terrestris*'in Avrupa populasyonları üzerine yaptığı çalışmaya göre, bu türün baş-beden uzunluğu 120–230 mm, condylobasal uzunluğu 30-45 mm, ard ayak uzunluğu 20-38 mm ve ağırlığı 80-320 gr arasındadır. Araştırmacının yaptığı teşhise göre bu türün kuyruğu yaklaşık beden uzunluğunun yarısı kadardır. Araştırmacı tarafından verilen ölçü karakterleri bu çalışmada tür için kaydedilen ölçü karakterlerinin sınırları içindedir.

Reichstein'a (1982) göre, bu türün kürk rengi kahverengi, gri kahverengi, siyah kahve veya kızıl kahve gibi farklı renklerde olabilmektedir. Ayrıca, kürk rengi tamamen siyah olan örneklerle de rastlanmıştır. Vücudun ventralinde açıktan koyuya doğru değişen gri bir renk hakimdir. Bazı örneklerde seyrek bir pas renginde kızılık bulunmaktadır. Koyu renkte kürke sahip örneklerde kuyruk tek renklidir. Çok koyu renkte kürkü olmayan örneklerin kuyruğunun dorsalı ventral tarafından daha koyu renktedir. Koyu renkli kürke sahip örneklerin kılları açık renklilere göre daha gür ve uzundur. Örneklerin kulaklarının üst tarafında kıllar bulunmaktadır ve oldukça küçük kulaklara sahiptirler. Bu renk tanımı bu çalışmada incelenen örneklerin kürk rengine uymaktadır.

Harrison and Bates'e (1991) göre, İran ve Arap yarımadasında yayılış gösteren *Arvicola terrestris* populasyonlarında; beden uzunluğunu 313 mm (310-315 mm), kuyruk uzunluğunu 128 mm (125-130 mm), ard ayak uzunluğunu 37 mm (37-38 mm), kulak uzunluğunu 14 mm (12-17 mm)'dir. Bu çalışmada incelenen örneklerin beden uzunluğu, kuyruk uzunluğu, ard ayak uzunluğu ve kulak uzunluğu Harrison and Bates'in (1991) ölçülerinin sınırları içindedir. Ayrıca araştırmacılar bu bölgede yayılış gösteren örneklerin oldukça büyük ve uzun bir kuyruğa sahip olduklarını, kulakların ise tamamen kıllarla kaplı olduğunu kaydetmişlerdir. Araştırmacıların bu tanımı bu çalışmada elde edilen bulgularla uyum içindedir.

Harrison and Bates'e (1991) göre, İran örneklerinde kürk dorsalda koyu kahverengi renktedir. Bununla beraber siyah bantlı kıllar yüzünden oldukça koyu renge sahiptir. Yanak ve göğüs hizasında yan hat bulunmakta ve bu hat sırt kısmından daha açık renkte görülmektedir. Bu çalışmada incelenen örneklerde kürk renginin yanlara doğru açıldığı gözlemlenmiş Trakya örneklerinde dorsal ve ventral kısımlar arasında belirgin bir hatta rastlanmadı. Bununla birlikte Kırşehir ve Uşak örnekleri dışında kalan diğer Anadolu örneklerinde de böyle bir hat yoktur.

Petrov (1949), Ponor'dan (Yugoslavya) *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürünü tanımlamış, bu alttürü *Arvicola terrestris martinoi* ve *Arvicola terrestris stankovici* alttürleri ile karşılaştırılmış ve *Arvicola terrestris cernjavskii*'nin, *Arvicola terrestris martinoi* ve *Arvicola terrestris stankovici* alttürlerine göre daha küçük olduğunu ortaya koymuştur. Petrov'a (1949) göre, *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürü için 6 ergin bireyin ölçüsü; condylobasal uzunluk 38,2 (37,2-40,4) mm'dir. Molarlar, diğer iki alttüre göre daha kısa olup, molarların alveol uzunluğu, condylobasal uzunluğun % 25'i kadar küçüktür. Nasallar daha geniştir. Ergin bireylerde, kafatasının en geniş yerinin, en uzun yerine oranı %43,7-%45,9 arasında değişir. Nasal genişliğin rostrum genişliğine oranı %80,4-%88,2 arasında değişir. Nasallar posteriordan itibaren genişler. Posteriorun uç kısmı en geniş yeridir. Nasalların üst yüzeyi nispeten yassılaştırmıştır. Foramen insisivum ortalama 7mm'dir (6,3-7,5 mm). Beyin kapsülünün uzunluğunun condylobasal uzunluğa oranı %39,6-%41,3 (ortalama: 40,4) arasında değişir. Interorbital daralma genellikle 4,7 mm'den daha yüksektir. Mandibulanın üst yüzeyinde protubüller yoktur.

Kafatası şekil olarak sucul form olmayıp, karasal form biçimindedir. Kuyruk iki renklidir. Alt kısmı belirgin biçimde daha açık renktedir. Karın altı grimsi beyaz renkte olup kahverengi renkleri de içerir. Petrov (1949) tarafından *Arvicola terrestris cernjavskii* için yapılan tanımlar Türkiye *Arvicola terrestris cernjavskii* ile karşılaştırıldığında kürk bakımından uyum içinde olduğu görülmektedir. Bu çalışmada Trakya populasyonlarında condylobasal uzunluk 37,81 mm. (36,15-39,76) olarak bulundu. Alveolar molarların uzunluğu, condylobasalların uzunluğundan %25'i kadar küçüktür. Bu değerler Petrov'un (1949) verdiği değerle uyumludur. Foramen insisiva ortalama 6,51 mm'dir (5,81-7,01). Bu değer Petrov'un (1949) verdiği değerlere yakındır. Interorbital daralma ortalama 4,7 mm'dir (4,52-5,04). Beyin kapsülünün uzunluğunun condylobasal uzunluğa oranı %41,6-%40,3 (ortalama: 39,8) arasında değişir. Bu değerler Petrov'un (1949) verdiği değerlerle uyumludur.

Ognev'e (1947) göre, Kars ve Ardahan'ın da içinde bulunduğu Transkafkasya bölgesinde yayılış gösteren *Arvicola terrestris persicus* alt türünde condylobasal uzunluk 37,3-41,9 mm (ortalama 39,6 mm), zygomatik genişlik 20,9-25,2 mm (ortalama 22,5), zygomatik genişliğin condylobasal uzunluğa oranı % 57, parietal sutur uzunluğu 5,7-7,5 mm (ortalama 6,2), üst molar uzunluğu 9,6-10,8 mm'dir (ortalama 10,15 mm). Kış kürkü genellikle kahverengi üzerine sarımsı ve grimsi kahverengidir. Karın altları beyazımsıdır. Yaz kürkü kış kürküne benzer ancak daha kış kürküne göre daha az yoğundur. Bu çalışmada *Arvicola terrestris persicus*'un Anadolu örneklerinde; condylobasal uzunluk 31,26-41,48 (ortalama 37,63 mm), zygomatik genişlik 19,35 - 25,94 mm (ortalama 23,05 mm), zygomatik genişliğin condylobasal uzunluğa oranı % 61, parietal sutur uzunluğu 6,16-9,04 mm (ortalama 7,96 mm), üst molar uzunluğu 9,02 - 11,9 mm (ortalama 10,13 mm) olarak bulunmuştur. Ognev (1947) tarafından verilen ölçülerden condylobasal uzunluk Anadolu örneklerinde daha daha büyük, zygomatik genişlik, zygomatik genişliğin condylobasal uzunluğa oranı ve parietal uzunluk ise daha küçüktür.

Mursaloğlu (1975), morfolojik ve biyometrik özelliklerine göre Anadolu'dan daha önce verilen *Arvicola terrestris persicus*, *Arvicola terrestris armenius* ve *Arvicola terrestris hintoni* alttürlerinden *persicus* ve *hintoni*'nin gerçekten alttür olarak tanımlanabilecek

kadar farklı populasyonlar olduklarını belirterek, *armenius* alttürünü *persicus*'un sinonimi olarak dikkate almıştır. Araştırmacı Trakya'dan *Arvicola terrestris cernjavskii*, İç Anadolu'dan ise *Arvicola terrestris persicus* alt türlerini kaydetmiştir.

Mursaloğlu'na (1975) göre, İç Anadolu'dan alınan 11 *Arvicola terrestris persicus* örneğinin ortalama ve minimum – maksimum ölçüleri; tüm boy uzunluğu 297.5 mm (229 – 318), baş – beden uzunluğu 180.2 mm (115 – 200), ağırlık 170.6 gr (130 – 209)'dır. Bu çalışmada incelenen Batı Anadolu *Arvicola terrestris persicus* örneklerinin ölçüleri, Mursaloğlu (1975) tarafından İç Anadolu'dan toplanan örnekler ile karşılaştırıldığında tüm boy, baş – beden ve ağırlık ölçülerinin daha küçük olduğu tespit edildi. Batı Anadolu örneklerinin tüm boy uzunluğu ortalaması 305,20 (213–378), baş – beden uzunluğu ortalaması ise 179,96 mm'dir ve bu ortalama değerler araştırmacının tüm boy uzunluğu için verdiği 318 mm ve baş – beden uzunluğu için verdiği 200 mm maksimum değerden büyüktür. Ayrıca, Mursaloğlu'nun (1975) *Arvicola terrestris persicus* alttürü örneklerinin ağırlık ölçülerinin ortalaması olarak verdiği değer 170,6 gr'dır. Bu çalışmada toplanan örneklerin ortalama ağırlıkları daha büyüktür.

Mursaloğlu'na (1975) göre bu alttürün kürkü kısa ve sık kıllıdır. Araştırmacı, diğer alttürlerde de tanımlanmış olan örtü kıllarındaki renkli bantın bu alt türde devetüyü renginde sarı olduğunu belirtmiş ve bu yüzden kürkün en koyu kısmı olan dorsal tarafının donuk grimsiden hafif devetüyü sarısına doğru değişen bir renge sahip olduğunu kaydetmiştir. Yanlara doğru siyah örtü kıllar oldukça azaldığından omuzlar ve yan tarafın hizasında renk belirgin olarak devetüyü sarısıdır. Ön ve ard ayakların ve kuyruğun kısmen üstleri çok açık grimsi beyaz kıllarla örtülüdür. Mursaloğlu'na (1975) göre bu alttürün vücudunun ventralinde kılların diplerinden ortalarına kadar varan gri renkten sonra uçlarındaki beyaz kısımlar yüzünden beyaz renk hakimdir. Kıl diplerindeki grilik yüzünden bu beyazlık hafif grimsi beyazlıkta görülmektedir. Kuyruk altı seyrek beyaz kıllarla kaplıdır. Benzer biçimde bu çalışmada incelenen örneklerde de dorsalde siyahımsı kahverengiden açık kahverengiye değişen bir rengin hâkim olduğu saptanmıştır. Karın bölgesinde kürk rengi beyaza yakın gri renk olarak görülmektedir. Bu çalışmada incelenen örneklerin ön ayakların alt kısımlarında grimsi beyaz kıllar bulunurken Mursaloğlu'nun (1975) bulgularından farklı olarak bazı örneklerin ön

ayaklarının üstlerinde gri kıllar yanında kahverengi ağırlıklı kılların da bulunduğu tespit edilmiştir. Yine araştıracının bulgularına benzer şekilde incelenen örneklerde ard ayakların dorsalinde ve ventralinde seyrek grimsi beyaz renkli kıllar saptanmıştır. Kuyruğun dorsalinde ve ventralinde tespit edilen renklenme biçimi Mursaloğlu'nun (1975) vermiş olduğu renk tanımına uymaktadır.

Mursaloğlu (1975), *Arvicola terrestris persicus* alttürünün baş iskeletinin diğer alt türlere göre daha az keskin kenarlı olduğunu belirtmiştir. Araştıracıya göre baş iskeletindeki göze çarpan farklılık parietal kemiklerin frontal kemiklere doğru yaptıkları ön çıkıntıların küt uçlu olmasıdır. Bu çalışmada incelenen örneklerde de Mursaloğlu'nun (1975) belirttiği gibi baş iskeletinin yuvarlak hatlara sahip olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada örneklerin kafataslarına yukarıdan bakıldığında, beyin kapsülünün daha düzgün yüzeyli ve yuvarlak hatlı görüldüğü ve zygomatik yayın kaba yapılı değil, yarım daire şeklinde düzgün yapılı olduğu belirlenmiştir. Molarların çiğneme yüzeylerindeki köşeli mine şekillerinin yavru ve gençlerde daha sivri, yaşlı örneklerde ise daha yuvarlak olmasını yaşa bağlı bir varyasyon olarak değerlendirmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada incelenen örneklerden ergin olanlarında dişlerdeki mine şekilleri daha yuvarlak olarak görülmüştür.

Bu çalışmada *Arvicola terrestris* üzerinde geometrik morfometri metodu ilk kez kullanılarak Batı Anadolu ve Trakya popülasyonları analiz edilmiştir. Kafatasının dorsal, ventral, lateral ve alt çene bölgeleri üzerinde belirlenen toplam 46 nokta (landmark) ile kafatası şekilleri ortaya konulmuş ve Batı Anadolu'da 9 lokaliteden 6 gruba ayrılmış popülasyonlar arasındaki farklılık tespit edilmeye çalışılmıştır. Buna göre; dorsal kafatası karakterleri, bireyleri yüksek bir doğrulukla (% 80,7) orijinal gruplarına yerleşmiştir. Trakya grubu su sıçanlarının % 100'ü, Beyşehir grubu su sıçanlarının % 85,7'si, Denizli –Uşak grubu su sıçanlarının % 68,8'i, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının % 81,8'i Kırşehir grubu su sıçanlarının % 84,6'sı, Eber grubu su sıçanlarının % 75,5'i kendi grubu içinde yer almıştır. Dorsal verilere dayanarak oluşturulan UPGMA dendrogramına sonuçlarına göre Trakya ve Anadolu popülasyonları birbirinden ayrılmamıştır. Sonuçlara göre Trakya popülasyonu, Denizli–Uşak popülasyonuna benzerlik göstermektedir. Anadolu popülasyonlarından Eber ve

Beyşehir gölleri populasyonları Denizli-Uşak ve Kırşehir populasyonlarından ayrı bir dalda yer almıştır. Akarsu ve göl populasyonlarının farklı dallarda bir arada gruplanması habitat benzerliğinden kaynaklanmış olabilir.

Kafatasının ventral karakterleri, bireyleri çok yüksek bir doğrulukla (%96,6) orijinal gruplarına yerleşmiştir. Trakya ve Beyşehir grubu su sıçanlarının %100'ü, Denizli – Uşak grubu su sıçanlarının %92,9'u, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının %92,3'ü, Kırşehir grubu su sıçanlarının %100'ü, Eber grubu su sıçanlarının %100'ü kendi grubu içinde yer almıştır. Örneklerin lokalitelere göre yüksek oranda kendi grupları içinde yer alması habitatın ventral karakter üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Ventral karakterlere dayanarak elde edilen UPGMA dendrogramına göre Trakya ve Anadolu populasyonları birbirinden belirgin bir şekilde ayrılmıştır. *Arvicola terrestris*'te ventral karakterlerin geometrik morfometri analizinde tür içi farklılıkları ortaya koymada etkin olduğu söylenebilir.

Kafatasının lateral karakterleri, bireyleri düşük bir doğrulukla (%65,2) orijinal gruplarına yerleşmiştir. Trakya grubu su sıçanlarının %66,7'si, Beyşehir grubu su sıçanlarının %62,5'i, Denizli –Uşak grubu su sıçanlarının %64,3'ü, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının %53,8'i, Kırşehir grubu su sıçanlarının %81,5'i, Eber grubu su sıçanlarının %50'si kendi grubu içinde yer almıştır. Lateral karakterler Beyşehir grubunu diğer gruplardan ayırmıştır.

Alt çene kafatası karakterleri, bireyleri yüksek bir doğrulukla (%85,2) orijinal gruplarına yerleşmiştir. Trakya grubu su sıçanlarının %83,3'ü, Beyşehir grubu su sıçanlarının %100'ü, Ankara-Bolu-Eskişehir grubu su sıçanlarının %83,3'ü, Kırşehir grubu su sıçanlarının %82,1'i, Eber grubu su sıçanlarının %100'ü kendi grubu içinde yer almıştır. Alt çene karakterlerine göre Trakya populasyonu, Ankara-Bolu-Eskişehir populasyonu ile benzerlik göstermiştir. Kırşehir populasyonu diğer tüm populasyonlardan farklı bir grup olarak ayrılmıştır.

Kafatasının dorsal, ventral, lateral ve alt çene karakterlerinin geometrik morfometri analizleri sonucu elde edilen veriler karşılaştırıldığında dorsal, lateral ve alt çene karakterlerinin *Arvicola terrestris*'te tür içi farklılıkların ortaya konmasında az etkin olduğu söylenebilir.

Morfometrik karakterler kullanılarak *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii* alttürleri analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda kuyruk uzunluğu, kulak uzunluğu, condylobasal uzunluk, basal uzunluk, nasal uzunluk, parietal sutur uzunluğu, mastoid genişlik, diastema uzunluğu, damak uzunluğu, timpanik bulla uzunluğu, timpanik bulla genişliği, mandibul uzunluğu, mandibul yüksekliği, alt molar alveol uzunluğu, alt molar taç uzunluğu, coronoid process yüksekliği, alt M₂, alt M₃ ve üst M² karakterleri iki alttürde farklı olarak bulunmuştur. Bu analizler sonucunda oluşturulan UPGMA dendrogramına göre *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii* belirgin bir şekilde birbirlerinden ayrılmıştır. Anadolu populasyonlarında ise Beyşehir ve Eber popusayonları aynı dalda gruplanırken Kırşehir populasyonu ile Ankara-Bolu-Eskişehir grubu aynı dalda kümelenmiştir.

Kuliev *et al.* (1978), *Arvicola terrestris*'in Novosibirsk ve Azerbeycan'daki populasyonları üzerinde yaptıkları karyolojik çalışmada Novosibirsk'te temel kromozom kol sayısı NF=72, Azerbeycan'da temel kromozom kol sayısı NF=66 olarak bulmuşlardır. Zima and Kral (1984), *Arvicola terrestris*'in Avrupa populasyonlarındaki karyolojik çalışmalarda kromozom sayısı 2n=36, otozomal kromozom sayısı kol sayısı NFa=60-68, 13 çift metasentrik, 4 çift subtelo-akrosentrik olarak bulmuşlardır. X kromozomunu submetasentrik, Y kromozomunu ise akrosentrik olarak bulmuşlardır. Romanya ve Kafkasya'daki bir lokaliteden dört çift akrosentrik kromozomlu karyotip tanımlamışlardır (Raicu *et al.* 1971, Kuliev *et al.* 1978).

Anadolu'dan elde edilen *Arvicola terrestris persicus* alttürüne ait karyolojik sonuçlara göre; diploit kromozom sayısı 2n= 36, temel kromozom kol sayısı NF= 64, otozomal kromozom kol sayısı NFa= 60 olarak bulunmuştur. Ayrıca 9 çift metasentrik, 4 çift

submetasentrik, 4 çift de akrosentrik kromozom tespit edilmiştir. X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu da orta büyüklükte akrosentrik olarak bulunmuştur.

Trakya popülasyonunun karyolojik çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre; diploit kromozom sayısı $2n= 36$, temel kromozom kol sayısı $NF= 64$, otozomal kromozom sayısı kol sayısı $NFa= 60$ olarak bulunmuştur. Ayrıca 7 çift metasentrik, 6 çift submetasentrik, 4 çift de akrosentrik kromozom bulunmuştur. X kromozomu büyük submetasentrik, Y kromozomu da orta akrosentrik olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen karyolojik bulgular *Arvicola terrestris*'in Türkiye popülasyonlarının Avrupa ve Kafkasya popülasyonlarıyla benzer olduğunu ortaya koymuştur.

Graf and Scholl (1975) Fransa'da 22 farklı lokaliteden alınan, *Arvicola terrestris* örnekleri için Mdh enziminin sitoplazmik ve mitokondriyal formunda ve α - Gpd enziminde tek alele rastlamışlardır. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre α - Gpd ve Mdh enzimlerinde araştırmacıların bulgularına benzer şekilde tek alel gözlenmiştir.

Graf (1982) *Arvicola sapidus* türünün Alkol dehidrojenaz enziminde iki alel kaydetmiştir. Ayrıca araştırmacı Avrupa'da 7 lokaliteden toplanan *Arvicola terrestris* örneklerinin Mdh enzimini sitoplazmik formunda, α - Gpd enziminde ve Malik enziminde iki farklı alel tespit edilmiştir. Bu çalışmada gerek Trakya gerekse Batı Anadolu örneklerinde her iki enzimin de tek alele fikse olduğu ortaya konmuştur.

İyigün ve Çolak (2004) Kırşehir'deki *Arvicola terrestris* popülasyonlarında yaptıkları çalışmada esteraz enziminde ve kan-serum proteinlerinde varyasyon bulmuşlardır. Bu çalışmada da sadece esteraz enziminde varyasyon saptanmıştır.

Bu çalışmada 16 enzim sistemi analiz edilmiş ve bunun sonucunda, esteraz enzimi dışında kalan, bütün enzimlerin monomorfik olduğu saptanmıştır. Bu analiz sonucunda oluşturulan UPGMA dendrogramına göre Trakya ve Batı Anadolu populasyonları belirgin bir şekilde birbirlerinden ayrılmıştır. Ayrıca, Kırşehir populasyonu, Batı Anadolu populasyonlarından farklı bir dal olarak ayrılmıştır. Eber ve Beyşehir gölleri populasyonlarının bir arada gruplanması, habitat benzerliğine bağlanabilir.

Bu sonuçlar dikkate alındığında Türkiye’de yayılış gösteren *Arvicola terrestris* alttürleri arasında morfolojik, biyometrik farklılığın olduğu görülmektedir. Çalışılan enzimlerin, esteraz dışında, tüm populasyonlarda tek alele fikse olması incelenen enzim sistemlerine göre tür içi genetik farklılığın az olduğunu ortaya koymuştur. Su sıçanları gibi hareket yeteneği fazla olan, ırmak, göl gibi coğrafik engelleri rahatlıkla aşabilen bu tip populasyonlarda, gen akışında kesintinin daha az olmasına ve habitat benzerliğinin yüksek olmasına bağlı olarak populasyon içindeki farklılıkların daha az olacağı beklenebilir. Bu durumun daha kesin olarak ortaya konabilmesi için Türkiye’nin doğusundan örnek elde edilerek daha uzak coğrafik alanlarda yaşayan populasyonların karşılaştırılabilir.

Bu çalışmada yapılan klasik morfometri, geomorfometrik morfometri ve allozim varyasyonları sonucu Trakya ile Anadolu populasyonları belirgin biçimde ayrılmıştır. Bu ayrıma göre, Trakya ve Batı Anadolu’da yayılış gösteren *Arvicola terrestris*’e ait iki alttürün varlığını ve Trakya ve Anadolu populasyonları arasında boğazların bir bariyer olarak gen akışını belli ölçüde kestiği söylenebilir. Esteraz’ın Trakya populasyonunda ortaya çıkan 5 tane AB fenotipi, Anadolu’daki hiçbir populasyonda görülmemesi bunun kanıtı olarak gösterilebilir.

Sonuç olarak, Batı Anadolu’dan elde edilen örnekler içinde *Arvicola terrestris persicus* ve *Arvicola terrestris cernjavskii*’ye ait örneklerin incelenmesinin sonucunda *Arvicola terrestris persicus*, post karakterleri bakımından *Arvicola terrestris cernjavskii*’den ayrılmaktadır. Ayrıca, *Arvicola terrestris persicus* interparietal kemiklerin posterior kısmı ve damağın arka kenar yapısıyla, occipital kondillerin posterior kenarları görünüp görünmemesiyle *Arvicola terrestris cernjavskii*’den ayrılmaktadır. Geometrik

morfometrik analizlerde *Arvicola terrestris persicus* kafatasının ventral bölgesi bakımından *Arvicola terrestris cerncavskii*’den ayrılmaktadır. İç ve dış karakter ölçüleri üzerinde yapılan morfometrik analizlere göre *Arvicola terrestris persicus*, *Arvicola terrestris cerncavskii*’den ayrılmaktadır. Allozim sonuçlarına göre 16 enzimden yalnızca esteraz enzimi *Arvicola terrestris persicus*’u *Arvicola terrestris cerncavskii*’den ayırmaktadır. Ayrıca incelenen enzimler bakımından *Arvicola terrestris* populasyonlarında genetik çeşitliliğin az olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Geometrik morfometri, morfometri ve allozim analizleri sonucu elde edilen veriler göl populasyonlarının birbirleri ile benzer olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan arazi çalışmalarında küresel ısınma, su kaynaklarının kötü kullanılması, suların kirletilmesi gibi etkenlerin Batı Anadolu ve Trakya’da *Arvicola terrestris*’in yayılış alanının oldukça sınırlanmış olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aars, J., Dallas, J.F., Piertney, S.B., Marshall, F., Gow, J.L., Telfer, S. and Lambin, X. 2006. Widespread gene flow and high genetic variability in populations of water voles *Arvicola terrestris* in patchy habitats. *Molecular Ecology* 15 (6): 1455–1466.
- Aharoni, B. 1932. Die Muriden von Palestine und Syrien, Zeitschrift. Saugetierk. Berlin. 7:166-240
- Airoidi, J.P., Altrocchi, R. and Meylan, A. 1976. The burrowing behavior of the water vole, *Arvicola terrestris scherman* Shaw (Mammalia, Rodentia). *Revue suisse Zool.* 83 : 282-286.
- Bastir, M. and Rosas, A. 2006. Correlated variation between the lateral basicranium and the face: A geometric morphometric study in different human groups. *Archives of Oral Biology*, 51: 814–824.
- Berthier, K., Galan, M., Weber, A., Loiseau, A. and Cosson, J.F. 2004. A multiplex panel of dinucleotide microsatellite markers for the water vole, *Arvicola terrestris* *Molecular Ecology Notes* 4 (4): 620–622.
- Berthier, K., Charbonnel, N., Galan, M., Chaval, Y. and Cosson, J.F. 2006. Migration and recovery of the genetic diversity during the increasing density phase in cyclic vole populations. *Molecular Ecology* 15 (9): 2665-2676.
- Berthier, K., Galan, M., Foltête, J. C., Charbonnel, N. and Cosson, J. F. 2005. Genetic structure of the cyclic fossorial water vole (*Arvicola terrestris*): landscape and demographic influences. *Molecular Ecology* 14 (9): 2861-2871.
- Bonhomme, F., Catalan, J., Britton-Davidian, J., Chapman, V. M., Moriwaki, K., Nevo, E. and Thaler, L. 1984. Biochemical diversity and evolution in the genus *Mus*. *Biochem. Genet.* 22 (3/4): 275-304.
- Bowen, B.S. and Yang, S.Y. 1978, Genetic control of enzyme polymorphism in the California vole, *Microtus californicus*. *Biochem. Gen.* 16: (5/6), 455-467.
- Bruner, E., Costantini, D., Fanfani, A. and Dell’Omo, G. 2005. Morphological variation and sexual dimorphism of the cephalic scales in *Lacerta bilineata*. *Acta Zoologica*, 86: 245–254.
- Buckie, A.P. and Smith, R.H. 1994. Rodent pest and their control, Cab int. Press 405 pages, London.
- Cardini, A. and O’Higgins, P. 2004. - Patterns of morphological evolution in Marmota (Rodentia, Sciuridae): geometric morphometrics of the cranium in the context of marmot phylogeny, ecology and conservation. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 385-407
- Cardini, A. and O’Higgins, P. 2005. - Post-natal ontogeny of the mandible and ventral cranium in Marmota (Rodentia, Sciuridae): allometry, epigenetics and phylogeny. *Zoomorphology*, 124: 189-203.
- Claude, J., Pritchard, P., Tong, H., Paradis, E. and Auffray, J.C. 2004. Ecological correlates and evolutionary divergence in the skull of Turtles: A geometric morphometric assessment. *Syst. Biol.*, 53 (6): 933–948.
- Corbet, G.B. 1978. The Mammals of the Palaearctic Region: A Taxonomic Review. Brit. Mus. Nat. Hist., Cornell Univ. Press., London.

- Costa, C., Tibaldi E., Pasqualetto, L. and Loy, A. 2006. Morphometric comparison of the cephalic region of cultured *Acipenser baerii* (Brandt, 1869), *Acipenser naccarii* (Bonaparte, 1836) and their hybrid. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 8–14.
- Crews, S.C. and Hedin, M. 2006 Studies of morphological and molecular phylogenetic divergence in spiders (Araneae: *Homalonychus*) from the American southwest, including divergence along the Baja California Peninsula. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 470–487.
- Del Lama, M.A., Figueiredo, R.A., Soares, A. E. E. and Del Lama, S.N. 1988. Hexokinase polymorphism in *Apis mellifera* and its use for Africanized honeybee identification. *Rev. Brazil. Genet.*, 11: 287–297.
- Ellerman, J.R. and Morrison – Scott, T.C.S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758 – 1951. Trustees of the British Museum (Natural History), London, 810 pp.
- Ellerman, J.R. 1948. Key to the rodents of South – West Asia in the British Collection. *Proc. Zool. London*. 118: 765-816.
- Fadda, C. and Corti, M. 2001. Three-dimensional geometric morphometrics of *Arvicanthis*: implications for systematics and taxonomy. *J. Zool. Syst. Evol. Research*, 39: 235–245.
- Filippi, F.D. 1865. Note di un Viaggio in Persia nel 1862, G Daelli u. Co. Milano sayfa 344.
- Filippucci, M.G. 1992. Allozymic variation and divergence among European, MiddleEast and North Africa species of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae). *Isr. J. Zoology*, 38 (3-4): 193-218.
- Filippucci, M.G., Nevo, E., Rodino, E. and Capanna, E. 1988. Evolutionary genetics and systematics of the garden dormouse, *Eliomys* Wagner, 1840, 2-allozyme diversity and differentiation of chromosomal races. *Boll. Zool.* 55: 361-367.
- Filippucci, M.G., Simson, S. and Nevo, E. 1989. Evolutionary biology of the genus *Apodemus* Kaup, 1829 in Israel. Allozymic and biometric analysis with description of a new species; *Apodemus hermonensis* (Rodentia, Muridae). *Boll. Zool.* 55: 47-54.
- Filippucci, M.G., Storch, G. and Macholan, M. 1996. Taxonomy of genus *Sylvaemus* in western Anatolia with morphological and electrophoretic evidence (Mammalia: Rodentia: Muridae). *Senckenbergiana biologica*, 75 (1/2): 1-14.
- Fondy, T.P., Herwig, K.J., Sollohub, S.J. and Rutherford, D.B. 1971a, Isolation and Structural properties of cytoplasmic Glycerol-3-phosphate dehydrogenase from rat liver. *Arch. Biochem. Biophys.* 145: 583-590.
- Fondy, T.P., Solomon, J. and Ross, C.R. 1971b. Comparison of cytoplasmic Glycerol-3-phosphate dehydrogenase from rat liver and muscle. *Arch. Biochem. Biophys.* 145: 604-611.
- Gemmeke, H. 1980. Genetische Unterschiede zwischen rechts – und linksrheinischen Waldmausen (*Apodemus sylvaticus*). *Bonn. Zool. Beitr.* 32: 265-269.
- Graf, J.-D. 1982, Génétique biochimique, zoogéographie et taxonomie des Arvicolidae (Mammalia, Rodentia). *Rev. Suisse. Zool.* 89 (3): 749-787.
- Graf, J.D. and Scholl, A. 1975. Variations enzymatiques et relations phylétiques entre neuf espèces de Microtinae (Mammalia, Rodentia). *Rev. Suisse. Zool.* 82: 681.

- Guill, J.M., Hood, C. S. and Heins, D.C. 2000. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish*, 12: 134–140.
- Harda, J.J., Berejikianb, B.A., Tezakb, E.P., Schroderc, S.L., Knudsenc, C.M. and Parkerd, L.T. 2000. Evidence for morphometric differentiation of wild and captively reared adult coho salmon: a geometric analysis. *Environmental Biology of Fishes*, 58: 61–73.
- Harris, H. and Hopkinson, D.A. 1976. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics, North – Holland, Amsterdam.
- Harrison, D.L. and Bates, P.J.J. 1991. The Mammals of Arabia, Second Edition. Harr. Zool. Museum. Pub. Kent. England. 353 pp.
- Hartl, G.B., Willing, R. and Suchentrunk, F. 1990. On the biochemical systematics of selected mammalian taxa: empirical comparison of qualitative and quantitative approaches in the evaluation of protein electrophoretic data. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.* 28: 191–216.
- Heim de Balsac, H. and Beaufort, F.D. 1969. Contribution à l'étude des micromammifères du Nord – Ouest de l'Espagne (Santander, Asturias, Galicia, Leon). – *Mammalia*, 33(4): 630–658.
- Henderson, N. S. 1966. Isozymes and Genetic Control of NADP – Malate Dehydrogenase in Mice. *Arch. Biochem. Biophys.* 117: 28–33.
- Hennessy, R.J. and Stringer, C.B. 2002. Geometric morphometric study of the regional variation of modern human craniofacial form. *American Journal of Antropology*, 117: 37–48.
- Hiller, A., Kraus, H., Almon, M. and Werding, B. 2006 The *Petrolisthes galathinus* complex: species boundaries based on color pattern, morphology and molecules, and evolutionary interrelationships between this complex and other Porcellanidae (Crustacea: Decapoda: Anomura). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40: 547–569.
- Hillis, D.M. and Moritz, C. 1990. Molecular Systematics. Sinauer Associated Inc.,
- Hinton, M.A. 1926. Monograph of the Voles and Lemmings (Microtinae). – British Museum (Natural History), London.
- İyigün, C. and Çolak, R. 2004. An Electrophoretic Study on Esterase and Blood Serum Proteins of the Water Vole *Arvicola terrestris* (L., 1758) (Mammalia: Rodentia), in Kırşehir Province. *Turkish. J. of Biology*, 28:47–53.
- Jimenez–Marin, D. and Dessauer, H.C. 1973. Protein phenotype variation Laboratory Populations of *Rattus norvegicus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 46B, 487–492.
- Kassam, D., Mizoiri, S. and Yamaoka, K. 2004. Interspecific variation of body shape and sexual dimorphism in three coexisting species of the genus *Petrotilapia* (Teleostei: Cichlidae) from Lake Malawi. *Ichthyol Res.*, 51: 195–201.
- Kratochvil, J. 1980. Zur Pylogenie und Ontogenie bei *Arvicola terrestris* (Rodentia, Arvicolidae). *Folia Zoologica*, 28: 209–224.
- Kratochvil, J. 1983. Variability of some criteria in *Arvicola terrestris* (Arvicolidae, Rodentia). The effect of altitude on some taxonomical criteria of the Asian population of group of *Arvicola terrestris*. *Acta Scientiarum Bohemoslovaca* (Brno), 17: 1–40.

- Kryštufek, B. and Tvrtkovic, N. 1984. Redescription of *Arvicola terrestris illyrica* (Barret-Hamilton, 1899) – Rodentia, Mammalia. *Biosistematika*, 10: 91-97.
- Kryštufek, B. and Vohralik, V. 2001. Mammals of Turkey and Cyprus Introduction, Checklist Insectivora. *Knjznica Annales Majora Koper*. 40-47.
- Kuliev, G.N., Kuliev, G.K. and Radjabli, S.I. 1978. Karyotypical differences between different populations of *Arvicola terrestris* (Rodentia, Cricetidae). *Zool. Z.*, 57: 1409-1411.
- Lacépède, 1799. – *Z. Zool. Syst. Evolut. -forsch.* 1: 155-204.
- Lawton, J.H. and Woodroffe, G.L. 1991. Habitat and the distribution of water voles: why are there gaps in a species' range? *Journal of Animal Ecology*, 60: 79 – 91
- Lieberman, D.E., Krovitz, G.E. and Mcbratneyowen, B. 2004. Testing hypotheses about tinkering in the fosil record: the case of the human skull. *Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.)*, 302B: 284–301.
- Lobón, J.M. and Buscalioni, Á.D. 2006. Avian skull morphological evolution: exploring exo- and endocranial covariation with two-block partial least squares. *Zoology*, 109: 217–230.
- MacLeod, N. 2002. Geometric morphometrics and geological shape-classification systems. *Earth-Science Reviews*, 59: 27–47.
- McDonald, J.H. 1985. No bad Gels, Starch gel electrophoresis fort he masses.
- McNulty, K.P. 2004. A geometric morphometric assessment of hominoid crania: conservative African apes and their liberal implications. *Ann Ana.*, 186: 429–433.
- Miller, G.S. 1912. Catalogue of the mammals of Western Europe. - British Museum (Natural History), London.
- Monteiro, L.R., Bonato, V. and Dos Reis, S.F. 2005. Evolutionary integration and morphological diversification in complex morphological structures: mandible shape divergence in spiny rats (Rodentia, Echimyidae). *Evolution and Development*, 7 (5): 429–439.
- Mursaloğlu, B. 1975. Türkiye su sıçanlarının, *Arvicola*, coğrafik varyasyonları. TÜBİTAK V. Bilim Kongresi Tebliğleri, 353-368.
- Musser, G.G and Carleton, M.D. 1993. Mammal species of the world, 2dh. Ed.; Washington and London (Simithsonian Instution Press.).
- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89 ; 583-590.
- Niethammer, J. and Krapp, F. (Eds.). 1978. Handbuch der Säugetiere Europas 1. –Akad. Verlagsges., Wiesbaden.
- Nikolaeva, A.I. 1982. Adaptive variation in the masticatory surface of molar teeth in *Arvicola terrestris*. *Zoologicheskii Zhurnal*, 61: 1565-1575.
- Novak, R.N. 1999. Walker's Mammals of world Sixth Edition Volume II. The Johns Hopkins University Press Baltimore and London.
- Ognev, S.I. 1947. Mammals of the U.S.S.R. and Adjacent countries. Vol: V. Rodents. Moskova 1-662.
- O'Higgins, P. 2000. The study of morphological variation in the hominid fosil record: biology, landmarks and geometry. *J. Anat.*, 197: 103–120.

- Özden, B., 2007. İran Küçük Bal Arısı (*Apis Florea Fabricus*) Populasyonlarında Geometrik Morfometrik Analizi Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- Özkurt, Ş., Çolak, E., Yiğit, N., Sözen, M. and Verimli, R. 1999. Contributions to the Karyology and Morphology of *Arvicola terrestris* (Lin. 1758) (Mammalia: Rodentia) in Central Anatolia. *Tr. J. of Zoology*, 23: 253-257.
- Perez, S. I., Bernal, V. and Gonzalez, P. N. 2006. Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *J. Anat.*, 208: 769–784.
- Petrov, B.M. 1949. Materials for the classification and geographical distribution of Water voles, (*Arvicola terrestris* L.) in Serbia. *Bull Mus. Hist. nat. Pays Serbe (B)* 1-2, 1949 171-199 (Russisch mit englischer Zusammenfassung)
- Piertney, S.B., Stewart, W.A., Lambin, X., Telfer, S., Aars, J. and Dallas, J.F. 2005. Phylogeographic structure and postglacial evolutionary history of water voles (*Arvicola terrestris*) in the United Kingdom. *Molecular Ecology* 14 (5): 1435–1444.
- Pizzo, A., Mercurio, D., Palestini, C., Roggero, A. and Rolando, A. 2006. Male differentiation patterns in two polyphenic sister species of the genus *Onthophagus* Latreille, 1802 (Coleoptera: Scarabaeidae): a geometric morphometric approach, *JZS*, Vol. 44(1), pp. 54–62.
- Pretorius, E. 2005 Using geometric morphometrics to investigate wing dimorphism in males and females of Hymenoptera – a case study based on the genus *Tachysphex* Kohl (Hymenoptera: Sphecidae: Larrinae), *Australian Journal of Entomology*, Vol. 44, pp. 113–121.
- Raicu, P., Duma, D., Kirillova, M. and Tuta, A. 1971. Chromosomal polymorphism in the water vole (*Arvicola terrestris* L.). *Rev. Roum. Biol. Zoologie*, 16: 269-296.
- Reichstein, H. 1982. Gattung *Arvicola* Lacépède, 1799, - In: Niethammer, J. & F., Krapp (eds.): *Handbuch der Säugetiere Europas* 2, 209-252. Akad. Verlagsges., Wiesbaden.
- Reyment, R.A. and Kennedy, W.J. 1998. Taxonomic recognition of species of *Neogastrolites* (Ammonoidea, Cenomanian) by geometric morphometric methods *Cretaceous Research*, Vol. 19, pp. 25–42.
- Roderick, T.H., Ruddle, F.H., Chapman, V.M. and Shows, T.B. 1971. Biochemical Polymorphism in Feral and Inbred mice (*Mus musculus*). *Biochem. Genet.* 5: 457-466.
- Rohlf, F.J. 2005a. *tpsUTIL. Version 1.34*, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.
- Rohlf, F.J. 2005c. *tpsSPLINE, thin-plate spline, Version 1.20* Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York.
- Rosas, A. and Bastir, M. 2002. Thin-plate spline analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex. *American Journal of Anthropology*, 117: 236–245.
- Russel, T.J. 1998. *Genetics* The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. 714-772.
- Schillaci, M.A., Froehlich, J.W., Supriatna, J. and Jones-Engel, L. 2005. The effects of hybridization on growth allometry and craniofacial form in Sulawesi macaques. *Journal of Human Evolution*, 49: 335–369.

- Searle, J.B. 1985. Isoenzyme variation in the common shrews (*Sorex araneus*) in Britain, in relation to karyotype. The Genetical Society of Great Britain. *Heredity*, 55: 175-180.
- Selander, R.K. 1970. Biochemical polymorphism in populations of the house mouse and old field mouse. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 26: 73-91.
- Selander, R.K., Hunt, W. G. and Yang, S.Y. 1969. Protein polymorphism and genic heterozygosity in two European subspecies of the house mouse. *Evolution*, 23: 379-390.
- Selander, R.K., Smith, M. H., Yang, S. Y., Johnson, W. E. and Gentry, J. B. 1971. Biochemical polymorphism and systematics in the genus *Peromyscus*. I. Variation in the old – field mouse (*Peromyscus polionotus*). *Studies in Genetics VI. Univ. Texas. Publ.* 7103: 49-90.
- Shaw, R.C. and Prasad, R. 1970. Starch Gel Electrophoresis of Enzymes- A
- Shipunov, A.B. and Bateman, R.M. 2005. Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85: 1–12.
- Shows, T.B., Chapman, V.M. and Ruddle, F.H. 1970. Mitochondrial malate dehydrogenase and malic enzyme: Mendelian inherited electrophoretic variants in the mouse. *Biochem. Genet.*, 4: 707.
- Slice, D.E. 2002. Morphueus et. al. For morphometric research, Software, Department of Biomedical Engineering Wake Forest University School of Medicine, Winston, Salem.
- Slice, D.E. 2007. Geometric morphometrics. *Annu. Rev. Anthropol.*, 36: 261-81.
- Steiner, H.M. and Vauk, G. 1966. Saugeterie aus dem Beyşehir – Gebiet (Vil. Konya. Kleinasien). *Zool. Anz.* 176(2): 98-102.
- Tatsuta, H., Mizota, K. and Akimoto, S. 2004. Relationship between size and shape in the sexually dimorphic beetle *Prosopocoilus inclinatus* (Coleoptera: Lucanidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 81: 219–233.
- Ventura, J. and Gosálbez, J. 1989. Taxonomic review of *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Arvicolidae) in the Iberian Peninsula. *Bonn. Zool. Beitr.*, 40(3/4): 227-242.
- Ventura, J., 1991. Morphological characteristics of the molars of *Arvicola terrestris* (Rodentia, Arvicolidae) in its southwestern distribution area. *Zool. Anz.*, 226: 64-70.
- Waleed, S., Gharaibeh, W.S., Rohlf, F.J., Slice, D.E. and DeLisi, L.E. 2000. A Geometric morphometric assessment of change in midline brain structural shape following a first episode of schizophrenia, *Biol Psychiatry*, Vol. 48, pp. 398–405.
- Wilson, D.E. and Reeder, D.M. 1993. Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press. Washington USA.
- Wilson, K. and Goulding, K.H. 1986. A Biologist's Guide to Principles and Techniques of Practical Biochemistry: A Series of Student Texts in Contemporary Biology. Ed 3. London: E. Arnold.

- Wright, S.J.L. 1978. Interactions of pesticides with micro-algae. In Pesticide Microbiology: Microhiological Aspects of Pesticide Behaviour in the Enuironment eds Hill, I. R. & Wright, S. J. L., pp. 535-602, London: Academic Press.
- Yavuz, G. 2007. Ankara Civarında Yayılış Gösteren Su sıçanı *Arvicola terrestris* l., 1758 (Mammalia: Rodentia)'in Ekolojisi Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M. Karataş, A. 2006. Rodents of Türkiye "Türkiye Kemiricileri", Demirsoy, A. (ed.), Ankara: Meteksan A.Ş.
- Zelditch, M.L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. and Fink, W.L. 2004. *Geometric morphometrics for biologists, a primer*. Elsevier. 443 p.
- Zima, J. and Kral, B. 1984. Karyotypes of European Mammals II. Acta Sc. Nat. (Brno). 18(8): 1-62.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Bülent GÖZCELİOĞLU

Doğum Yeri: Anamur (Mersin)

Doğum Tarihi: 16/10/1974

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Anamur Lisesi (1992)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü (1999)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim
Dalı (1999)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

TÜBİTAK 2002 – devam ediyor

Yayınları (SCI ve diğer)

Hakemli Dergilerde Yayınlananlar

Kasperek, M., Kasperek, A., **Gözceliöğlu, B.**, Çolak, E., Yiğit, N., 2004. On the status and distribution of the Striped Hyaena, *Hyaena hyaena*, in Turkey. Zoology in the Middle East 33: 93-109

Gözceliöğlu, B., Çolak, R., Çolak, E., Yiğit, N., 2005. A Study on *Mus domesticus* Ratty, 1772 and *Mus macedonicus* Petrov and Ruzíc, 1983 (Mammalia: Rodentia) Distributed along the Line of Ankara, Bolu and Zonguldak. Turk. J. Zool., 29, 133-140.

Gözceliöğlu, B., Çolak, E., Çolak, R., 2006., Karyotype of *Arvicola terrestris* (Mammalia:Rodentia) in Turkish Thrace Pakistan Journal of Biological Sciences 9 (12): 2387-2388

Yurtdışı Poster

Orhan İ., Konuklugil, B., Ergene B., **Gözcüoğlu B.**, 2008. Antioxidant Activity Screening Of Several Turkish Marine Sponge Species., 1st Euro-Mediterranean Conference on **Marine Natural Products** (EMMNP-I)., Sharm-El Sheikh., EGYPT

Popüler Bilim Yayınları:

Kitap

Gözcüoğlu B., Aydıncılar F., Derin Mavi Atlas. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Aralık 2001 ISBN 975-403-243-2 (Toplam 6 baskı)

Kitapta Bölüm

Gözcüoğlu B., Doğu Akdeniz Biyoçeşitliliği., 2006., Hatay'da 10 Sıcak Gün., Mustafa Kemal Üniversitesi., Yayın No: 19

Popüler Bilim Yazıları (Bilim ve Teknik Dergisi'nde)

Gözcüoğlu, B., 2002., Mavi Derinliğin Çağrısı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Nisan., Sayı: 413.,

Gözcüoğlu, B., 2002., Sevimli Tehlikeler., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mayıs., Sayı: 414.

Gözcüoğlu, B., 2002., Kızıl Göç., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 416., Temmuz

Yılmaz E., **Gözcüoğlu, B.**, 2002., Süreyya Ayhan., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 419., Ekim

Gözcüoğlu, B., 2002., En Güçlü, En Hızlı En Derin., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 420., Kasım

Gözcüoğlu, B., 2002., Zirve Tutkusu., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 421 Aralık

- Gözcüoğlu, B.**, 2002., Köpekbalıkları., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 421
Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Atlar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 422., Ocak
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Hayalinize İnanın., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 422.,
Ocak
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., İzcilik., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 424., Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Triatlon., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 425., Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Geleneksel Sporlar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 426.,
Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Rafting., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 427., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Hiç Köpekbalığıyla Karşılaştınız mı? *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 428., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Herkes İçin Her Zaman Spor., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*,
Sayı: 428., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Marmara’da Yaşam Savaşı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*,
Sayı: 429., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Akdeniz’de Yeşil Tehlike., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı:
430., Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Ahtapotlar., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Kürek., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 431., Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Yarasalar Nasıl Yön Bulur., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*,
Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Voleybol *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 432., Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Göz Kayması, *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Yapay Barınaklar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 433.,
Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2003., Vücut Geliştirme., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 433.,
Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Buz Pateni., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 434., Ocak
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Türkiye’de Sırtlan., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 435.,
Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Sporun Biyomekaniği., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 436., Mart

- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Göl Bilimi., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Nisan (Kapak)
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Kuşlarda Nüfus Sayımı Başladı., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Trona., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 438., Mayıs 2004
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Orienteering., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 438., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Toprakaltı Memelileri., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Evde Spor., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 439., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Mercanlar., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Temmuz (Kapak)
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Elvan Abeylegesse., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 440., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Kalkan Balığının Dönüşü., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 441., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Evde Tekne Yapımı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 441., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Performans Testleri *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 442., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Yapay Sulakalanlar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 442., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Deniz Salyangozu *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 443., Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Sporda Yetenek Seçimi *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 444., Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., En İlkel Omurgalılar: Tulumlular., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Kuvvetimi Nasıl Geliştiririm., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Sporda Psikoloji *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 445., Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Hiperbarik Oksijen Tedavisi *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 445., Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2004., Spor İçecekleri *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 446., Aralık

- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Evsel Atıksular Nasıl Arıtılıyor? *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 448., Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Kızıldeniz *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 449., Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Deniz Bilimleri Enstitüsü *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 440., Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Dayanıklılığımı Nasıl Artırırım?., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., MTA Tabiat Tarihi Müzesi'ne Gezi *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Küçük Bir Memeli Türü "Avurtlak (Hamster)" *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 452., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Sporcuym, Hareketliyim...*TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Denizşakayıkları., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Deniz Bilimleri Enstitüsü (II) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 454., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Semenderler., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Ağustos 2005
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Deniz Bilimleri Enstitüsü (III) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 455., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Hayvanat Bahçesinde Yaşam., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Cinsiyet Değiştiren Balıklar., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Yeni Ufuklara (Ek) Yeraltı Suları *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 458., Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2005., Küçük Uykucular Yeduiyurlar., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Yeni Ufuklara (Ek) Megakentsel Atıklar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Ocak
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Akciğerli Balıklar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 440., Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Anadolu'daki İlk Ayak İzleri., *TÜBİTAK Bilim ve Çocuk Dergisi.*, Şubat

- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Uçan Tilkiler: Türkiye'nin Meyve Yarasaları *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Süngerleri ve Farmakolojik Bir Araştırma *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Süngerleri ve Farmakolojik Bir Araştırma *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Türkiye Doğası (En Küçük Memeli: Etrüsk Sivri faresi, En Büyük Memeli: Kızılgeyik) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Türkiye Doğası (Kutup Sumrusu, Anadolu Sıvacısı) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mayıs
- Gürdilek R., **Gözcüoğlu, B.**, 2006., ODTÜ Toplum ve Bilim Merkezi: Bilim ve Teknoloji Müzesi *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Haziran
- Candaş D., **Gözcüoğlu, B.**, 2006., Yeni Ufuklara Davetsiz Misafirler (Ek) Egzotik Her Zaman Güzel mi? *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Yeni Ufuklara Davetsiz Misafirler (Ek) Denizlerimizdeki İstilacılar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Yeni Ufuklara Davetsiz Misafirler (Ek) Ya Memeliler *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Zehirli Mantarlar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Suyılanlarımız *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Engerek Balığı *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Biyokatılar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Firavunfareleri ve Yerköpekleri *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Bitkiye Benzeyen Hayvanlar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Kasım
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Balık Çiftlikleri *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Aralık

- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Candaş D., 2. Ulusal Doğa Tarihi Kongresi *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2006., Türkiye Doğası Kıyılarımızda Az Rastlanan İki Denizanası (*Cotylorhiza tuberculata* ve *Cassiopea andromeda*) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Aralık
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası Varan *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Ocak
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası Sıradışı Canlı Yeşil Bonelya *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Tekrar Suya Dönenler Balinalar ve Yunuslar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Yaşama Dönüş *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası (Türkiye'nin Mürenleri) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Çığ *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Saldırı ve Ekosistemdeki Rollerle Köpekbalıkları *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası (*Demirsoyus, demirsoyi*) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 441., Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası (Denizlerimizde Yeni Bir Yayılımcı Alg Türü “*Caulerpa mexicana*”) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 442., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Baş aşağı Duranlar -Yarasalar Nasıl ve Neden Ters Dururlar?- *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 442., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası (Türkiye'nin Bukalemunu) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 443., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., TÜBİTAK Sualtı Bilim Kampı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 443., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Paris Batığı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 443., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Spor Yaralanmaları., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 443., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2007., Türkiye Doğası (Ülkemiz Tatlısularında Yeni Bir Tür: “Yağ Balığı”) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 444., Temmuz

- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Denizaneleri *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 444., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., TÜBİTAK Sualtı Bilim Kampı *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 444., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Türkiye Doğası (Balon Balıklarımız) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 445., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Dikenli Vatozlar *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 476., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Türkiye Doğası (Yeni Bir Memeli Türü) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 476., Eylül
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Türkiye Doğası (Uçan Kırılmalı Balıkları) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 479., Ekim
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., TÜBİTAK Sualtı Bilim Kampı *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 479., Ekim
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Jeolojik Zamanlar (Animasyon CD'si -ek-) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 479., Ekim
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Türkiye Doğası (Denizlerimizde Tanımlanan Yeni Bir Temizleyici Karides Türü) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 480., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Hücrede Mitoz Bölünme *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 480., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Türkiye Doğası (Uzun Kulaklı Yarasalar) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 481., Aralık
- Gözcüoğlu, B.,** 2007., Hücrede Mayoz Bölünme *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 481., Aralık
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Türkiye Doğası (Pembe Silindir Sünger ve Fırça Süngeri) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 482., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Anadolu'da Geçmişin İzinde., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 482., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Yaşamın Kaynağı DNA., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 482., Ocak

- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Üç Yeni Böcek Türü "turcicus, auricomus, gozucarai") *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 483., Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Mutasyonlar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 483., Şubat
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Köpekbalkıklarında Elektriksel Algılama., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 484., Mart
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Endemik Bir Memeli “Kaya Yediuyuru”) *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 484., Mart 2008
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Kemane Vatozu)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 485., Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Feromonlar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 485., Nisan
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Kırmızı Mercanlar)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Kırmızı Mercanlar)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Antik Çağda Anadolu’da Kullanılan Tıp Aletleri., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Anadolu’da Yapılan Beyin Ameliyatları., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., TÜBİTAK Sualtı Bilim Kampı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 486., Mayıs
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., sınıma Tropik Türler İçin Daha Tehlikeli., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., İlk Filler Amfibiydi., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Brezilya'da Yeni Hayvan Türleri Bulundu., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Derin Denizlerde Yaşam., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran

- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Yarı sucul Bir Memeli Su Sıçanı)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 487., Haziran
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Türkiye'nin Zehirli Balıkları)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 488., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 488., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Fosil Araştırmaları Nasıl Yapılır?., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 488., Temmuz
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Deniz Çayırı Posidonia oceanica ve Doğu Akdeniz'de Bir Araştırma)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 489., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 489., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., 2. TÜBİTAK Sualtı Bilim Kampının Ardından., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 489., Ağustos
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Benekli Semender)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 490., Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 490., Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Çölleşme, İç Anadolu ve Türkiye., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 490., Eylül
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Türkiye Doğası (Toros Kurbağası ve Yeni Bulgular)., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 491., Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Yayın Dünyası., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 491., Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Anadolu'da Tıp., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 491., Ekim
- Gözcüoğlu, B.**, 2008., Birlikte Yaşayanlar., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 491., Ekim

- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Türkiye Doğası (Türkiye'nin Zehirli Örümcekleri), *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 492., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Yayın Dünyası, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 492., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Küçük Memeli Hayvanlar Nasıl Araştırılır?, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 492., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Gece ve Hayvanlar, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 492., Kasım
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Türkiye Doğası (Amanos Yılanı ve Yılan Araştırmacılığı), *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 493., Aralık
- Gözcüoğlu, B.,** 2008., Yayın Dünyası, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 493., Aralık
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Yok Olma Yolundaki Oklu Kirpiyle Karşılaşma., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 494., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Düşleri Biyolojiyle Süslü Bir Bilim İnsanı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 494., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Türkiye'nin Önemli Omurgasız Fosilleri -Söyleşi-, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 494., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Türkiye'nin Güneşlenen Köpekbahçesi., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 495., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Biyomalzemeler Konusundaki Çalışmalarıyla Dünya Çapında Tanınan Bir Bilim İnsanı., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 495., Ocak
- Gözcüoğlu, B.,** 2009 Kent Işıklarında Okunması Zor Bir Kitap., *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi.*, Sayı: 495., Ocak