

TC
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Microtus guentheri VE *Microtus dogramacii* TÜRLERİNİN AMASYA VE
TOKAT İLLERİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN POPULASYONLARININ
TAKSONOMİK ÖZELLİKLERİ VE KARYOLOJİSİ

MEHMET AKİF BİLİR

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

SAMSUN
2018

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Mehmet Akif Bilir tarafından hazırlanan “*Microtus guentheri* ve *Microtus dogramacii* (Rodentia:Mammalia) Türlerinin Amasya ve Tokat İllerinde Yayılış Gösteren Populasyonlarının Taksonomik Özellikleri ve Karyolojisi” adlı tez çalışması 23/02/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Haluk KEFELİOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Ünal ZEYBEKOĞLU

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

Üye Doç. Dr. Vedat ŞEKEROĞLU

Ordu Üniversitesi
Biyoloji Anabilim Dalı

. . . .

Yukarıdaki sonucu onaylarım/.../20..

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.



/ /

.....

Mehmet Akif Bilir

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Microtus guentheri ve *Microtus dogramacii* (RODENTIA: MAMMALIA)
TÜRLERİNİN AMASYA VE TOKAT İLLERİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN
POPULASYONLARININ TAKSONOMİK ÖZELLİKLERİ VE KARYOLOJİSİ

Mehmet Akif Bilir

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Haluk Kefelioğlu

Microtus Schrank, 1798 cinsi, Kuzey Yarımküre'deki pek çok habitatta baskın olarak bulunan, küçük herbivor memelileri kapsamaktadır. Palearktik bölgede çok geniş alanlara yayıldığı için, çok sayıda tür ve alttür ayrılmıştır. *Microtus* cinsi 15 altcins ve 62 tür ile Holarktik bölgede dağılışı göstermektedir. *Microtus* cinsi Türkiye'de 10 tür ile temsil edilmektedir. Bu çalışma Tokat ve Amasya illerinden elde edilen *M. dogramacii* ve *M. guentheri* türlerinin taksonomik problemlerine ve yayılışlarının belirlenmesine katkı sağlamak, birbirleriyle olan morfolojik ve karyolojik olarak varsa benzerliklerini belirlemek, geometrik morfoloji analiz yöntemi ile bu iki tür arasında, kafatasları açısından farkın olup olmadığını ortaya koymak, daha önce Türkiye'den bazı araştırmacılar tarafından verilen *Microtus hartingi* problemine açıklık getirmek, ayrıca *M. dogramacii*'nin varsa yeni karyotipik formlarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Tip yerinden toplanan *M. dogramacii* örneklerin hepsinde yapılan çalışmalar sonucunda kromozom sayısı $2n=48$ ve *M. guentheri* örneklerinin hepsinde kromozom sayısı $2n=54$ olarak tespit edilmiştir. *M. guentheri*: Tüm kromozomlarda belirgin koyu bantlar görülmüştür fakat C-pozitif olarak boyanmış (lekelenmiş) bölgeler popülasyonlar arasında çeşitlilik gösterir. *M. dogramacii*: Tüm kromozomlarda büyük ve koyu bantlar görülmüştür. X kromozomunda sentromerik bölge koyu olarak görülmüştür. Kromozomlar üzerindeki heterokromatin/ökromatin bölgelerin dağılımını gösteren G band (Giemsa-Tripsin bantlama) çalışmasında, bu iki türün kromozomlarının G band morfolojilerinin tamamen aynı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada yapılan klasik morfometrik, geometrik morfometrik ve kromozomal çalışmalar ile Krystufek, (2012) tarafından yapılan moleküler çalışmalara göre, *M. guentheri* ve *M. dogramacii* arasında karyolojik, morfolojik, ölçü özellikleri ve geometrik morfometrik özellikler bakımından taksonomik farklılıklar oldukça belirgin düzeydedir.

Şubat 2018, 68 sayfa

Anahtar kelimeler: Tokat, Amasya, *Microtus dogramacii*, *Microtus guentheri*, Morfoloji, Karyoloji, Geometrik morfometri, Kromozom, *Microtus hartingi*.

ABSTRACT

Master's Thesis

TAKSONOMICAL CHARACTERISTICS AND KARYOLOGY OF POPULATIONS IN POPULATION IN AMASYA AND TOKAT PROVINCES OF *Microtus guentheri* AND *Microtus dogramacii* (RODENTIA: MAMMALIA)

Mehmet Akif Bilir

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Haluk Kefelioğlu

Microtus Schrank, 1798 genus involves to small herbivorous mammals dominantly in many habitats in the North Hemisphere. It is divided into numerous species and subspecies because of the area is very wide spread in the Palaearctic region. It is distributed in Holarctic region with 15 subgenus and 62 species. *Microtus* genus is represented by 10 species in Turkey. The purpose of this study is to contribute to taxonomic problems and determination for the distribution of *M. guentheri* and *M. dogramacii* species obtained from Tokat and Amasya provinces determine to morphological and karyological similarities between them, to reveal whether they are from the point of difference to skulls these between two species by geometric morphology analysis method, it was carried out by some researchers in Turkey to clarify the problem of *Microtus hartingi* and also reveal new karyotypic forms of *M. dogramacii*. As a result of studies that collected from type locality the number of chromosomes was found to be $2n=48$ in all *M. dogramacii* and *M. guentheri* samples the number of chromosomes was found to be $2n=54$. *M. guentheri*: In all chromosomes are seen distinct dark bands but C-positively stained areas vary among populations. *M. dogramacii*: In all chromosomes are seen great and dark bands. X chromosome is seen dark in centromeric region. In the G band (Giemsa-Tripsin banding) study showing the distribution of heterochromatin/ euchromatin on the chromosomes, it is seen that the G band morphologies of these two chromosomes are completely identical. According to the molecular studies (Krystufek, 2012) and in this study with classical morphometric, geometric morphometric, chromosomal the taxonomic differences between the *M. dogramacii* and *M. guentheri* are a quite distinct level in respect to karyological, morphological, features and geometric morphometric properties.

February 2018, 68 pages

Key Words: Tokat, Amasya, *Microtus dogramacii*, *Microtus guentheri*, Morphology, Karyology, Geometric morphology, Chromosome, *Microtus hartingi*.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans süreci boyunca her türlü desteği veren, yol gösteren, bilgilerini benimle paylaşan, saygı değer hocam Prof. Dr. Haluk KEFELİOğLU' na çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her türlü çalışmada bana yardımcı olan doktora öğrencisi Ahmet Yesari Selçuk'a çok teşekkür ederim.

Tezin istatistik ile ilgili kısımlarında bana yardımcı olan arkadaşım Ramazan Özalp'e çok teşekkür ederim.

Sevgili aileme emeklerinden dolayı kocaman teşekkür ediyorum.

Şubat 2018, Samsun

Mehmet Akif Bilir

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	9
2.1. Karyolojik Analizler.....	9
2.1.1. Kullanılan lamaların temizlenmesi.....	9
2.1.2. Kemik iliği hücrelerinden kromozom elde etme	9
2.1.3. C-bantlama tekniği.....	10
2.1.4. C bantlamanın önemi	11
2.1.5. C-bantlamada kullanılan solüsyonlar.....	11
2.1.6. C-bantlamada yapılan işlemler	11
2.1.7. G-bantlama tekniği	12
2.1.8. G-bantlamada kullanılan solüsyonlar	12
2.1.9. G-bantlamada yapılan işlemler	12
2.1.10. NOR (Nucleolar Organiser Region) bantlama tekniği	13
2.1.11. NOR bantlamada kullanılan solüsyonlar	13
2.1.12. NOR bantlamada yapılan işlemler	13
2.2. Morfolojik Analizler.....	14
2.2.1. Dış karakter ölçüleri.....	14
2.2.2. Kafatası iç karakter ölçüleri	14
2.3. Geometrik Morfometrik Analiz.....	18
3. BULGULAR.....	21
3.1. <i>Microtus dogramacii</i> 'nin Habitat Özellikleri	21
3.2. <i>Microtus dogramacii</i> 'nin Post Özellikleri	21
3.3. <i>Microtus guentheri</i> 'nin Habitat Özellikleri	22
3.4. <i>Microtus guentheri</i> 'nin Post Özellikleri	22

3.5. Kafatası ve İç Karakter Özellikleri.....	26
3.6. Karyolojik Bulgular.....	43
3.6.1. Direk boyama bulguları	43
3.6.2. C-bant bulguları	44
3.6.3. G bant bulguları	46
3.6.4. NOR bant bulguları.....	47
3.7. Geometrik Morfometrik Bulgular	50
4. KARŞILAŞTIRMA VE TARTIŞMA.....	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

a	Akrosentrik
Ba(OH) ₂	Baryum hidroksit
df	Diferansiyel
gr	Gram
HCl	Hidroklorik asit
H ₂ O	Su
KCl	Potastum klorür
KH ₂ PO ₄	Potasyum dihidrojen fosfat
m	Metasentrik
mm	Milimetre
ml	Mililitre
NaCl	Sodyum klorür
Na ₂ HPO ₄	Disodyum fosfat
rpm	Dakikadaki devir sayısı
sm	Submetasentrik
st	Subtelosentrik
t	Telosentrik
X	Eşey kromozomu
Y	Eşey kromozomu
%	Yüzde
°C	Santigrat

KISALTMALAR

ANOVA	Varyans analizi
CS	Centroid büyüklük
CVA	Canonical varyans analizi
GPA	General procrustes analizi
MANOVA	Çok değişkenli varyans analizi
N	Örnek sayısı
NF	Temel kromozom sayısı
NFa	Otozom kol sayıları
NOR	Çekirdek düzenleme bölgeleri
O	Ortalama
PAST	PAlaeontological STatistics
PCA	Principal component analizi
SD	Standart sapma
SE	Standart hatalar
Vd	ve diğerleri
2n	Diploid kromozom sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kafatasının dorsal görünüşü ve alınan ölçüler.....	15
Şekil 2.2. Kafatasının ventral görünüşü ve alınan ölçüler.....	16
Şekil 2.3. Kafatasının lateral görünüşü ve alınan ölçüler.....	16
Şekil 2.4. Mandibul (alt çene)'un görünüşü ve alınan ölçüler.....	17
Şekil 2.5. <i>Microtus</i> örneklerinin lokaliteleri. Yıldız = <i>Microtus dogramacii</i> (1: Samsun, 2: Amasya); Üçgen = <i>Microtus guentheri</i> (1: Kahramanmaraş, 2: İzmir, 3: Mersin, 4: Tokat).....	18
Şekil 2.6. Landmarkların kafatasının ventralindeki görünüşü.....	18
Şekil 2.7. Landmarkların kafatasının dorsalindeki görünüşü. Örnek no: 495 <i>Microtus dogramacii</i> (Amasya,1990).....	18
Şekil 3.1. Zygomatik Genişlik.....	25
Şekil 3.2. Rostrum Genişliği.....	26
Şekil 3.3. İnterorbital Genişlik.....	27
Şekil 3.4. Occipitonazal Uzunluk.....	28
Şekil 3.5. Nazal Uzunluk.....	29
Şekil 3.6. Nazal Genişlik.....	30
Şekil 3.7. Condylöbazal Uzunluk.....	31
Şekil 3.8. Bazal Uzunluk.....	32
Şekil 3.9. Yüz Bölgesi Uzunluğu.....	33
Şekil 3.10. Diastema Uzunluğu.....	34
Şekil 3.11. Foramen İncisiva Uzunluğu.....	35
Şekil 3.12. Sağ Üstmalar Alveolleri Uzunluğu.....	36
Şekil 3.13. Bullalı Beyin Kapsülü Yüksekliği.....	37
Şekil 3.14. Sağ Altmolar Alveolleri Uzunluğu.....	38
Şekil 3.15. Mandibul Yüksekliği.....	39
Şekil 3.16. Mandibul Uzunluğu.....	40
Şekil 3.17. <i>Microtus dogramacii</i> örneklerinin dorsalden görünüşü.....	41

Şekil 3.18. <i>Microtus dogramacii</i> örneklerinin ventralden görünüşü.....	41
Şekil 3.19. <i>Microtus dogramacii</i> örneklerinin lateralden görünüşü.....	41
Şekil 3.20. <i>Microtus guentheri</i> örneklerinin ventralden görünüşü.....	41
Şekil 3.21. <i>Microtus guentheri</i> örneklerinin dorsalden görünüşü.....	41
Şekil 3.22. <i>Microtus guentheri</i> örneklerinin lateralden görünüşü.....	41
Şekil 3.23. <i>Microtus guentheri</i> 'nin standart karyotipi.....	42
Şekil 3.24. <i>Microtus dogramacii</i> 'nin standart karyotip dizilimi (tip II).....	43
Şekil 3.25. <i>Microtus guentheri</i> 'ye ait C bant dizilimi.....	44
Şekil 3.26. <i>Microtus dogramacii</i> ' ye ait C bant dizilimi.....	44
Şekil 3.27. <i>Microtus dogramacii</i> 'ye ait G bant dizilimi.....	45
Şekil 3.28. <i>Microtus guentheri</i> 'ye ait G bant dizilimi.....	46
Şekil 3.29. <i>Microtus guentheri</i> ' ye ait NOR boyama yapılmış bir metafaz plağı...	47
Şekil 3.30. <i>Microtus guentheri</i> ' ye ait NOR bant dizilimi.....	47
Şekil 3.31. <i>Microtus dogramacii</i> ' ye ait NOR boyama yapılmış bir metafaz plağı...	48
Şekil 3.32. <i>Microtus dogramacii</i> ' ye ait NOR bant dizilimi.....	48
Şekil 3.34. <i>M. dogramacii</i> ve <i>M. guentheri</i> türlerinin dorsal centroid büyüklüklerindeki farklılıklar, standart sapma, standart hata ve ortalama büyüklük grafiği.....	49
Şekil 3.35. <i>M. dogramacii</i> ve <i>M. guentheri</i> türlerinin ventral centroid büyüklüklerindeki farklılıklar, standart sapma, standart hata ve ortalama büyüklük grafiği.....	50
Şekil 3.36. PCA sonuçları dorsal.....	50
Şekil 3.37. PCA sonuçları ventral.....	51
Şekil 3.38. Eigen value değeri dorsal.....	51
Şekil 3.39. Eigen value değeri ventral.....	51
Şekil 3.40. Cros validation analizi dorsal.....	52
Şekil 3.41. Cros validation analizi ventral.....	52
Şekil 3.42. CVA sonuçları dorsal.....	53
Şekil 3.43. CVA sonuçları ventral.....	53

Şekil 3.44. Discriminant analizi dorsal.....54
Şekil 3.45. Discriminant analizi ventral.....54



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. <i>Microtus guentheri</i> ve <i>Microtus dogramacii</i> örneklerinden alınan iç karakterlerin ölçülerinde; örnek sayısına (N) bağlı olarak; ortalama (O), standart sapma (SD) ve standart hataları (SE).....	23
Çizelge 3.2. Jacknifed dorsal.....	54
Çizelge 3.3. Jacknifed ventral.....	54
Çizelge 3.4. Doğru sınıflandırma sonuçları dorsal.....	55
Çizelge 3.5. Doğru sınıflandırma sonuçları ventral.....	55



1. GİRİŞ

Microtus Schrank, 1798 cinsi, Kuzey Yarımküre'deki pek çok habitatta baskın olarak bulunan, küçük herbivor memelileri kapsamaktadır. Palearktik bölgede çok geniş alanlara yayıldığı için, çok sayıda tür ve alttürü ayrılmıştır (Corbet, 1978). *Microtus* cinsine ait birçok tür, açık, yeşil alanları tercih etmekle birlikte, bazı türler ormanlar ve yüksek habitatlarda yaşarlar (Getz, 1985; Hoffmann ve Koepl, 1985; Mitchell-Jones vd, 1999; Nowak, 1999; Jaarola vd, 2004).

Wilson ve Reeder (2005), memeliler içerisinde en geniş takım olan kemiricilerin (Rodentia) 2277 türü, yani vahşi yaşam üzerinde yaşayan memeli çeşitliliğinin %42'sini kapsadığını belirtmişlerdir. *Microtus* cinsi 15 altcins ve 62 tür ile Holarktik bölgede dağılışı göstermektedir (Musser ve Carleton, 2005). Holarktik memeliler içinde ise, *Microtus* cinsi hala var olan yaklaşık 65 türle *Cricetidae* familyasını temsil eden kemiricilerdendir (Wilson ve Reeder, 2005). Bu cins Palearktik ve Nearktik bölgelerdeki hızlı üreyen memelilerin yayılmasına iyi bir temsilcidir (Musser ve Carleton, 1993; Chaline vd. 1999; Nowak 1999).

Mimomys soyundan gelen *Microtus* cinsi, fosil *Allophaiomys* cinsinden köken almıştır (Chaline ve Graf, 1988; Garapich ve Nadachowski, 1996; Conroy ve Cook, 1999). Paleontolojik bulgulara göre, *Allophaiomys* cinsi Kuzey Avrasya, Orta Asya-Himalaya ve Kuzey Amerika'da yayılışı gösterirler (Brunet- Lecomte ve Chaline, 1991; Chaline vd, 1999). Pleistosen ortalarına kadar *Microtus* cinsinin türlerine ait fosiller bulunamamıştır (Rabeder, 1986; Richmond, 1996; Chaline vd, 1999). Bu nedenle; *Microtus* cinsine ait bazı türlerin kökeninin son buzul döneme dayandığına dair bir görüş ileri sürülmektedir (Brunet-Lecomte ve Chaline, 1990; Chaline ve Graf, 1988). Çin'de ise *Allophaiomys*' in yaklaşık 2.3-2.4 milyon yıl öncesine kadar var olduğuna dair kalıntılar bulunmuştur (Zheng ve Zhang, 2000).

Microtus soylarının bir anda ortaya çıkmalarının ve yayılmalarının, atalarındaki çeşitlilik patlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Orta Asya-Himalaya, Antarktika, Avrasya ve Kuzey Amerika'daki *Microtus* cinsleri bu hızlı yayılıştan dolayı genetik çeşitlilik ve farklılaşmayla birlikte hızlı bir türleşme ve evrimleşme göstermektedir (Anderson, 1985; Musser ve Carleton, 1993; Conroy ve Cook, 2000). *Microtus* cinsi hala devam eden türleşme süreciyle ve bir dizi özellik

sergilemesiyle filogenetik çalışmalarda ve türleşmeyle ilgili evrimsel çalışmalarda ideal hale gelmiş model bir takson niteliğindedir (Jaarola vd, 2004; Krystufek vd, 2009). Ancak *Microtus* taksonları arasındaki akrabalık ilişkileri ve bu cinsin yakın akrabalarının belirsizliği, hem altcinslerin tanımlanmasında hem de türlerin sınırlandırılmasında zorluklar çıkartmaktadır (Zagorodnyuk, 1990; Musser ve Carleton, 1993; Jaarola vd, 2004).

Ellerman ve Morrison-Scott (1966) palearktık memelilerin ilk revizyonunu yapmışlardır ve *Microtus* cinsini *Lasiopodomys* Lataste, 1887; *Stenocranius* Kastschenko, 1901; *Proedromys* Thomas, 1911 ve *Microtus* Schrank, 1778 şeklinde olmak üzere dört farklı altcins ayırmışlardır. Harrison (1972) *Microtus* ve *Chionomys* olarak iki alt cins ayırarak Arabistan memelilerinin revizyonunda *Microtus* cinsini bu şekilde değerlendirmiştir. Corbet (1978) ise *Agricola*, *Alexandromys*, *Campicola*, *Chionomys*, *Euarvicola*, *Lasiopodomys*, *Lemmimicrotus*, *Preodromys*, *Stenocranius*, *Sumeriomys* ve *Sylvicola* olmak üzere 11 tane altcins kapsadığını belirtmiştir. Neithammer ve Krapp (1982) *Microtus* cinsini *Microtus*, *Chionomys* ve *Pitymys* olmak üzere üç alt cins ayırmışlardır. Dünya memelilerinin en son revizyonunu yapan Wilson ve Reeder (2005) *Microtus* cinsine dahil edilen bazı altcinsleri (*Chionomys*, *Blanfordimys*, *Lasiopodomys*, *Proedromys*) ayrı olarak ele almıştır. Benzer şekilde, altcins olarak *Microtus* cinsine dahil edilen *Chionomys*'in mitokondrial sitokrom-b geninin analizi sonucunda farklı bir cins olduğu belirlenmiştir (Jaarola vd, 2004). Aynı araştırmacıların çalışmasında, mitokondriyal sitokrom-b dizi analizleri sonuçlarına göre; *Microtus* altcinsi diğer alt cinslerden kolaylıkla ayrılmaktadır. Araştırmacılar, *Microtus* altcinsi içerisinde *arvalis*, *obscurus*, *levis*, *dogramacii*, *guentheri* ve *socialis*'in dahil olduğunu belirtmişlerdir.

Türleşme sürecinde dişlere ve kafatasına ait özellikler hızlı bir değişime uğradığından, yapılan sınıflandırmalar çok güvenilir olmamaktadır. Bundan dolayı, mevcut olan türlerin evrimsel ilişkileri morfoloji ve karyolojiye dayanmaktadır. Kafatası ve dişlere ait olan karakterler *Microtus* cinsinde büyük bir değişim gösterdiğinden dolayı sadece bu karakterlere dayalı çalışmalar çok da güvenilir olmamaktadır. Bu durumda karyolojik bulgular kesin sonuca ulaşmamıza yardımcı olur. (Corbet, 1978; Koenigswald, 1980; Guthrie, 1982; Zakrzewski, 1985; Chaline ve Graf, 1988; Nadachowski ve Zagorodnyuk, 1996; Chaline vd, 1999; Jaarola vd, 2004).

Zima ve Král (1984) *socialis* grubuna ait *Microtus* cinsi üyeleri ile ilgili yoğun kromozom çalışmaları yapmışlardır. *Microtus* karyotipleri $2n=17$ 'den $2n=62$ 'ye kadar değişiklik göstermektedir. Bu durum ise memeliler içinde oldukça yüksek bir oranı temsil etmektedir (Zima ve Kral, 1984; Zagorodnyuk, 1990). Araştırmacılar değişik karyolojik yöntemler kullanıldığında (G-band, C-band, Gümüşleme), *Microtus* cinsi için filogenetik ilişkilerin çok daha anlaşılır olduğunu belirtmişlerdir. (Orlov vd, 1983; Meier vd, 1985; Modi, 1987; Zagorodnyuk, 1990; Mazurok vd, 2001).

Socialis grubu *Microtinae*'ler Avrupa'nın doğusundaki yarı çöllerde ve kuru steplerde; Balkanlarda, Libya'da Sirenayka'da ve Orta Asya'dan Orta Doğu'ya kadar uzanan geniş bir alanda yaşamaktadır (Krystufek ve Vohralik, 2005; Musser ve Carleton, 2005). Bu denli geniş alanlarda yayılış göstermelerine rağmen, türlerin çoğunluğu Anadolu'da, Kafkasya'da ve İran'da görülmektedir. Bu nedenle, Güneydoğu Asya muhtemelen bu grup için türleşmenin ve çeşitlenmenin merkezidir (Shenbrot ve Krasnov, 2005; Aulagnier vd, 2009).

Microtinae'e ait *Microtus* cinsinin taksonomik durumu oldukça karmaşık bir durum içerir. Bu sosyal tarla farelerinin bir altcinsi olan *Sumeriomys* (Argyropulo, 1933)'a ait bazı türlerin popülasyonlarının taksonomik statüsü açığa kavuşturulamamıştır. Golenishchev ve ark (2002) *Sumeriomys* altcinsinin taksonomik bileşimi üzerinde birkaç düşünce olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Argyropulo (1933)'nun, bu sosyal tarla fare altcinsinin; *M. socialis* Pallas, 1773 (ki bu tür; *M. socialis socialis*, *M. socialis paradoxus* Ognev ve Heptner, 1928 ve *M. socialis irani* Thomas, 1921 taksonlarını içerir); *M. guentheri* Danford ve Alston, 1880 ile *M. schidlovskii* Argyropulo, 1933 olarak üç tür içerdiğini; ayrıca bu türlerin de Orta Doğu'daki taksonomik statülerinin belirsiz olduğunu ifade etmişlerdir.

Microtus cinsi Türkiye'de 10 tür ile temsil edilmektedir. Bunlar, *Microtus socialis* Pallas 1773 (tip yeri: Kazakistan); *Microtus arvalis* Pallas 1778 (tip yeri: Rusya); *Microtus subterraneus* de Selys-Longchamps 1836 (tip yeri: Belçika); *Microtus guentheri* Danford ve Alston 1880 (tip yeri: Kahramanmaraş); *Microtus majori* Thomas 1906 (tip yeri: Trabzon, Sümela); *Microtus levis* Miller 1908 (tip yeri: Romanya); *Microtus daghestanicus* Shidlovsky 1919 (tip yeri: Rusya); *Microtus dogramacii* Kefelioğlu ve Krystufek 1999 (tip yeri: Amasya, Suluova) *Microtus anatolicus* Kryštufek and Kefelioğlu 2002 (tip yeri: Konya, Cihanbeyli);

Microtus elbeyli Yiğit vd, 2016 (tip yeri: Kilis); (Çolak vd, 1997; Kefelioğlu ve Krystufek, 1999; Krystufek ve Kefelioğlu, 2001; Yiğit ve Çolak, 2002; Musser ve Carleton, 2005; Mitsainas vd, 2010).

Danford ve Alston (1880)'un Maraş'tan *Microtus guentheri*'yi tanımlamasıyla birlikte, Türkiye'de *Microtus* cinsi ile ilgili çalışmalar başlamıştır. Thomas (1906) Sümela'dan (Trabzon) *Microtus roberti*'nin (*Chionomys roberti*), Blecler (1916) İzmir'den *Microtus lydius*'un, Kefelioğlu ve Krystufek (1999) Boyalı köyünden (Amasya) *Microtus dogramacii*'nin, Krystufek ve Kefelioğlu (2001) Cihanbeyli ilçesi Yapalı köyünden (Konya) *Microtus anatolicus*'un ilk tanımını yapmışlardır.

Danford ve Alston (1880) Erzurum'dan *Microtus socialis* (Pallas, 1773)'in, Satunin (1908) Kars'tan *Microtus arvalis* (Pallas, 1779)'in, Doğramacı (1989) Samsun çevresinden *Microtus epiroticus* (Ondrias, 1966)'un Çolak vd, (1997) Hatay'dan *Microtus irani*'nin Türkiye'deki ilk kayıtlarını vermişlerdir.

Blecler (1916) *Microtus lydius*'u İzmir'den morfolojik özelliklerine göre tanımlamıştır. Neuhauser (1936) ise, İzmir ve çevresinden topladığı örnekleri morfolojik olarak inceledikten sonra *M. lydius*'u, *M. guentheri* türünün alttürü olduğunu belirtmiştir.

Danford ve Alston (1880) *Microtus guentheri*'yi Maraş'tan tanımladıktan sonra Neuhauser (1936) Batı ve Güney Anadolu'yu, Misonne (1957) Urfa'yı, Osborn (1964) Tarsus ve Hatay'ı bu türün yayılış alanına dahil etmişlerdir. Kefelioğlu (1995) İzmir, Elmalı (Antalya), Tarsus ve Maraş örneklerinin morfolojik ve karyolojik özelliklerini inceleyerek Tarsus ve Maraş örneklerini *M. g. guentheri*, Elmalı ve İzmir örneklerini ise *M. g. lydius* olarak değerlendirmiştir. Çolak vd, (1997) Hatay, Kilis ve Gaziantep örneklerini karyolojik özelliklerine göre *M. guentheri* olarak vermişlerdir.

Kefelioğlu (1995) *Microtus* cinsine ait *socialis*, *arvalis*, *roberti*, *nivalis* ve *guentheri* türlerini tespit ederek, buldukları bölgelerdeki türlerin kayıtlarını vermiştir. Anadolu'da *M. epiroticus*, Akdeniz ve Ege Bölgesi sahil kesimlerinde *M. guentheri*, Van ve çevresinde *M. arvalis*, Trabzon civarında *M. roberti*, Antalya, Bursa ve Gümüşhane dolaylarında *M. nivalis* ve Gaziantep, Sivas, Erzurum ve Bayburt illerinin civarından *M. socialis* türlerinin yayılış gösterdiğini kaydetmiştir.

Harrison ve Bates (1991) *M. guentheri* ve *M. irani*'yi *socialis*'in alttürü olarak değerlendirmişlerdir. Fakat Çolak vd, (1997) *Microtus* cinsinin Güneydoğu Anadolu örneklerini morfolojik ve karyolojik özelliklerine göre incelemiş ve *M. socialis*'in bu bölgedeki yayılışının şüpheli olduğunu belirterek, *M. irani*'yi ayrı bir tür olarak bölgeden ilk kez kaydetmişlerdir.

Türkiye *Microtus*'ları üzerinde yapılan çalışmalarda; *Microtus guentheri*'nin topotiplerini Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Microtus* cinsinin $2n=54$ kromozomlu örnekleriyle karşılaştıran Yiğit ve Çolak (2002), *M. guentheri*'nin yapılan biyometrik ve morfolojik karşılaştırmalar sonucunda *M. lydius*'tan ayrı bir takson olduğunu belirtmişlerdir.

Yiğit ve Çolak (2000), Anadolu'daki *M. guentheri* türünün dağılımının diyagonal sınırının güneydoğu bölümüyle sınırlı olduğunu belirterek, Türkiye'nin bu bölgesinin diğer bir takson tarafından iskan edildiğini ve bunun *M. lydius ankaraensis* olduğu ileri sürmüşlerdir.

M. lydius'un taksonomik durumu üzerinde araştırmalar yapan Musser ve Carleton (2005), *hartingi*, *lydius*, *philistinus*, *mustersi*'nin holotipleri ve *martinoi*, *ankaraensis* ve *guentheri*'nin topotiplerini içeren karşılaştırmalı çalışmasıyla tekrar gözden geçirilmiş ve sonuçta *Microtus lydius*'un güncel olarak *Microtus guentheri*'nin sinonimi olduğu ortaya konulmuştur.

Microtus hartingi ilk defa Yunanistan'dan Barrett ve Hamilton tarafından 1903 yılında tanımlanmıştır. *M. hartingi*'nin Türkiye'deki doğal sınırları çözümeden problemliler olarak kalmıştır. Kefelioğlu (1995) Anadolu ve Trakya *M. guentheri*'leri üzerinde yaptığı morfolojik ve karyolojik incelemelerde, bu iki bölgede yayılış gösteren *M. guentheri* örnekleri arasında bir fark olmadığını belirterek, bu örneklerin tamamını *M. guentheri* olarak değerlendirmiştir. Kryštufek vd, (2002), Makedonya, Yunanistan, Trakya (Türkiye), Lübnan, İsrail, İran ve Libya'dan elde ettikleri *hartingi*, *lydius*, *philistinus*, *mustersi*, *martinoi* (=macedonicus), *ankaraensis* ve *guentheri* örneklerinin tamamını *M. guentheri* olarak değerlendirmişlerdir. Dünya memelilerinin en son revizyonunu yapan Wilson ve Reeder (2005), *ankaraensis*, *hartingi* ve *lydius*'un, *M. guentheri*'nin sinonimi olduğunu belirtmişlerdir. Ancak daha sonra yapılan çalışmalarda, Kryštufek vd, (2012), *M. guentheri* ve *M. hartingi* örneklerini sitokrom-b analizlerine göre birbirlerinden ayırmışlardır. Tabur ve ark

(2015), Isparta'dan 27 örnek üzerinde yaptıkları morfolojik ve karyolojik çalışmalarda, bu örneklerin *M. hartingi*'ye ait olduğunu ileriye sürmüşlerdir.

Microtus hartingi ve *Microtus guentheri* türlerindeki bireylerin çoğu incelenmiş ve Harput (Türkiye)'taki 53 kromozomlu iki erkek birey hariç diğer bireylerin (Makedonya, Bulgaristan ve Türkiye) karyotipinde 54 kromozom bulunmuştur (Zima vd, 2012). Zima vd, (2012), Türkiye (Anadolu) örneklerini *M. guentheri*, Türkiye dışında kalan Avrupa örneklerini ise *M. hartingi* olarak değerlendirmişlerdir. Bu nedenlerle, kökeni Anadolu olan bireylerin hepsi geçici olarak *M. guentheri* (sensu lato) olarak ele alınmıştır (Krystufek ve Vohralik, 2009).

Türkiye'de *Microtus* cinsine ait türler üzerinde klasik morfometrik, karyolojik ve genetik çalışmalar az sayıda bulunmaktadır. *Microtus* türleri kafatası morfolojisi açısından birbirlerinden ayırt edilmeleri zor olmasına rağmen karyolojik olarak oldukça farklılık göstermektedirler (Zima ve Kral, 1984; Modi, 1987; Zagorodnyuk,1990; Lemskaya vd, 2010). Klasik morfometri bazı durumlarda grupları ayırt etmede ve morfolojik özelliklerin spatial düzenlenmelerini yansıtmada yetersiz kalabilmektedir (Zelditch, 2004; Evin vd, 2008). Klasik morfometrinin yanı sıra, landmark noktalarının istatistiksel analizine dayalı bir yöntem olan geometrik morfometrik yaklaşım, memeli taksonomisinde morfolojik karakterlerin şekilsel varyasyonunu belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır (Evin vd, 2008; Macholan vd, 2008; Milenkovic vd, 2010; Jojic vd, 2012; Lu vd, 2014). Geometrik morfometrik yaklaşımın temelini oluşturan landmarklar, türler arasında biyolojik olarak homolog kabul edilen noktalar (Gunz ve Mitteroecker, 2013). Ontogenik gelişim, coğrafik adaptasyonlar ve evrimsel süreçler gibi birçok etken, şekil farklılığına neden olmaktadır (Zelditch vd, 2004). Geometrik morfometrik analiz biyolojik formların şekil analizinde kullanılan güçlü bir yöntemdir (Bookstein, 1991). Şekil varyasyonunun araştırılması, morfolojik evrimin anlaşılabilmesi açısından önemlidir (Barrow ve Macleod, 2008). Geometrik morfometrik analiz, türler arasındaki sistematik ve filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde veya ekolojik faktörlerin morfoloji üzerindeki etkisinin belirlenmesinde oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Jojic vd, 2012).

Microtus dogramacii 1999 yılında Amasya (Boyalı köyü)'dan Kefelioğlu ve Krystufek tarafından ilk defa tanımlanmıştır. Popülasyondaki otozom kol sayıları (NFa= 46, 48 ve 50) çeşitlilik göstermesine rağmen, Konya ve Amasya örneklerinin

diploid kromozom sayısı $2n=48$ olarak tespit edilmiştir. Amasya popülasyonundaki otozom kol sayıları $NFa=46, 48$ ve 50 iken, bu türün Konya şehrindeki karyotipi $NFa=46$ ile temsil edilmiştir (Kefelioğlu ve Krystufek, 1999). Daha sonraki çalışmalarda bu türün Amasya'daki karyotipik formları tekrar gözden geçirilip daha detaylı olarak verilmiştir (Şekeroğlu vd, 2011).

Microtus dogramacii türü ile ilgili morfolojik ve karyolojik bulgular kullanılarak ilk tanımlanmasından sonraki çalışma Atlı (1998) tarafından yapılmış ve diğer araştırmacılarca türün morfolojisi detaylı bir şekilde analiz edilmiştir (Krystufek ve Vohralik, 2005). Ayrıca türün farklı karyolojik özellikleri de (C-band, G-band) değişik araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Lemskaya vd, 2010; Şekeroğlu vd, 2011, Albayrak vd, 2012). Jaarola vd, 2004 yılında Anadolu'da yayılış gösteren *M. dogramacii*'nin Kuzey Avrupa'da ve Palearktik bölgede bulunan diğer *Microtus* türlerinin çok büyük bir kısmını mitokondrial sitokrom-b analiziyle 1140 baz çiftlik kısmını inceleyerek bir filogenetik ağaç oluşturmuşlar ve bu türün diğer türlerden ayrıldığını belirlemişlerdir. Krystufek (2009) *Microtus* cinsindeki 6 tür için sitokrom-b filogenisini belirlemiş ve *M. dogramacii* ile *M. guentheri*'nin soyağacının farklılığını detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Yapılan moleküler analizler *M. dogramacii* ile *M. guentheri*'nin birbiri ile yakın ilişkili olduğunu da ortaya koymaktadır (Krystufek, 2009).

Microtus dogramacii türüne ait örneklerin hepsinde kromozom sayısı aynı olmasına rağmen ($2n=48$) iki karyotipik formda otozomların morfolojileri farklı çıkmıştır. Bu örnekler sitotip-1 ($NF=50$) ve sitotip-2 ($NF=52$) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bu durum bu türün karyotipinin değişmesinde perisentrik inversiyon'ların büyük bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Zira perisentrik inversiyonda diploid kromozom sayısı ($2n$) değişmez iken, kromozomların kol sayısının (NFa) değişmesi söz konusudur (Şekeroğlu vd, 2009).

Yukarıda verilen özet bilgiler ışığında;

- İncelenen türlerin (*Microtus dogramacii* ile *Microtus guentheri*) birbirleriyle olan morfolojik ve karyolojik farklılıklarını belirlemek,
- İncelenen türlerin (*Microtus dogramacii* ile *Microtus guentheri*) birbirleriyle olan morfolojik ve karyolojik “varsa” benzerliklerini belirlemek,

- Bugüne kadar bu araştırmada incelenen türlere uygulanmayan “geometrik morfoloji” analiz yöntemi ile *Microtus dogramacii* ile *Microtus guentheri* arasında farkın olup olmadığını ortaya koymak,
- Türkiye’den daha önce bazı araştırmacılarca verilen *Microtus hartingi* problemine açıklık getirmek,
- *Microtus dogramacii*’nin “varsa” yeni karyotipik formlarını ortaya koymak,
- Türlerin taksonomik problemlerine ve yayılışlarının belirlenmesine katkı sağlamak,

bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2015 yılında Amasya ilinin Boyalı Köyü'nden (41°31'K 35°35'D), *Microtus dogramacii* türünden 10 canlı örnek (4 müze örneği); Tokat ilinin Küçükbarlar köyündeki iki lokaliteden (36° 20' E, 40° 18' N ve 36° 26' E, 40° 19' N) *Microtus guentheri* türünden 10 canlı örnek (4 müze örneği) toplanmıştır. Örnekler araziden canlı yakalama kapanları kullanılarak yakalanıp, taşıma kafeslerinde zarar görmeden laboratuvara getirilmiştir.

Geometrik Morfometri araştırmaları için ise, Prof. Dr. Haluk KEFELİOĞLU, Doç. Dr. Zülal Atlı ŞEKEROĞLU tarafından 1986-1998 yılları arasında elde edilen *Microtus* örneklerinin yanı sıra, 2015 yılında elde edilen *Microtus guentheri* ve *Microtus dogramacii* örnekleri kullanıldı.

2.1. Karyolojik Analizler

Arazi çalışmalarından elde edilen bireylerin laboratuvar ortamında karyolojisini çalışmak için bir takım preparatlara ve malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gereçler sayesinde analizler istenilen sonuçlara ulaşmamızı sağlar.

2.1.1. Kullanılan lamların temizlenmesi

Elde edilen preparatların iyi sonuç vermesi için lamların temiz olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Lamlar saf su ile yıkanmış ve gazlı bezle silinmiştir. Sonrasında ise lamlar metanol dolu şaleye alınmış ve buzdolabında bekletilmiştir.

2.1.2. Kemik iliği hücrelerinden kromozom elde etme

Örnekler karyolojik özellikler yönünden incelenmiştir.

-Karyolojik analizler için Ford ve Hamerton (1956)'un Kolşisin-Hipotonik-Sitrat yöntemi kullanılarak örneklerin kemik iliklerinden kromozom preparatları hazırlanmıştır.

-Canlı hayvana gram başına 0,01 ml % 0,1'lik Kolşisin interperitoneal (karınzarı içi) olarak enjeksiyon yapılmıştır.

-Örneklerin arka ayak tibia ve femur kemik ilikleri izotonik 0.009'luk NaCl çözeltisi basıncıyla çıkartılarak tüpler içerisine alınmıştır.

-Tüplere alınan kemik iliği hücrelerinin dağılması için tüpler çalkalanıp 1000 rpm'de 8 dakika santrifüj edilmiş ve süpernatant kısmı atılmıştır.

-Tüplere önceden 37° C'de bekletilmiş olan 10 ml hipotonik solüsyon (0,56 gr KCl + 100 ml saf su) damla damla verilmiştir.

-Etüvde 37° C'de 25 dakika bekletilen tüpler, 1000 rpm'de 8 dakika santrifüj edildikten sonra tekrar süpernatant kısmı atılmıştır.

-Bu işlemden sonra 3:1 oranında fiksatif çözelti (metanol: asetik asit) yine damlalar şeklinde tüplere aktarılmış ve süpernatant kısmı atılmıştır.

-Bu fiksatif çözelti daha önceden ağzı kapalı şekilde buzdolabında saklanmış ve işlem sırasında soğuk uygulanmıştır. Birinci bekletmeden sonra 4 kez bu işlem tekrar edilmiş ve sonuncuya gelindiğinde falcon tüplerdeki süpernatantın hepsi atılmamış; 1 ml kalacak şekilde bırakılmıştır.

-Önceden alkolle temizlenmiş olan lamalar üzerine tüplerdeki 1 ml'lik süspansiyon yayılmıştır.

-Hazırlanmış olan preparatlar 37° C'de bir gün bekletildikten sonra %5'lik Giemsa boyasında 15 dakika bekletilmiştir.

-Boyama ve bantlama işlemleri yapılan preparatlar mikroskop altında incelenmiştir. -Örneklerdeki diploid kromozom sayısının tespiti ortalama 50 metafaz hücresinin sayılmasıyla belirlenmiştir.

-En iyi boyanmış karyotipler karyolojik karşılaştırmalarda kullanılmak için bu karyotiplerden ortalama 10 tanesinde kromozom sayıları ve gerekli ölçümler yapılmıştır. -Diploid kromozom sayısı (2n), temel kromozom sayısı (NF),

otozomların kol sayısı (NFa), akrosentrik (a), metasentrik (m), telosentrik (t), submetasentrik (sm) ve subtelosentrik (st) kromozomlar Levan vd, (1964)'ne göre belirlenmiştir.

2.1.3. C-bantlama tekniği

İnterfaz ve metafaz hücrelerinin nükleusta ve kromozomlarda bulunan heterokromatin bölgelerini tespit etmek için lam üzerine alkol-asetik asit ile fikse edilmektedir. Hazırlanan preparatlar asit ile muamele edildikten sonra Baryum hidroksit ile hidroliz edilmektedir. Hidroliz edilen kromozomal DNA yüksek

sıcaklıktaki tuz çözeltisi içinde belirli bir süre tutulup inkübe edilir. Giemsa ile boyanmış olan preparatlar mikroskop altında incelenmektedir ve heterokromatin bölgeler daha koyu boyanmış olarak görülmektedir (Sumner, 1972). Koyu boyanan bölgelerdeki sentromer ve ona yakın bölgelerdeki düzenlemelerin gösterimi için kullanılmaktadır. Bu teknik sayesinde kromozom morfolojilerinin ve polimorfizmlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Memeli çalışmalarında türlerin karyolojik evrimi hakkında bizlere detaylı bilgiler veren en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Atlı, 2005).

2.1.4. C bantlamanın önemi

Nükleus ve kromozom üzerindeki heterokromatin bölgelerin DNA'sı çok sıkı bir şekilde paketlenmiştir. Nükleus periferindeki bu heterokromatin bölgeler türün kromozomlarının tamamında veya belirli bölgelerinde bulunmaktadır ve çeşitli yerlere dağılmışlardır. C bantlar tekrar eden DNA bölgelerini içerirler ve bu bölgeler aktif değildir. Bu sebepten dolayı nesiller boyunca yapısını korumaktadır. (Varley vd, 1980; Sperling vd, 1984). Bu özellikten dolayı heterokromatin bölgeler kromozom üzerinde tespit edilip tür ayırımında kullanılmaktadır (Bridze, 1986).

2.1.5. C-bantlamada kullanılan solüsyonlar

-1,67 ml HCl, 100 ml saf su içerisinde çözülmüştür.

-2×SSC solüsyonu (1,75 gr NaCl + 100 ml saf su / 0,88 gr Na-Sitrat + 100 ml saf su)

-5 gr Ba(OH)₂.8H₂O + 100 ml saf su

-2 ml Giemsa + 98 ml Söransan tamponu

2.1.6. C-bantlamada yapılan işlemler

-İlk önce preparatlar, içerisinde HCl bulunan şaleye konulmuş ve 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir.

-Su banyosu 60°C'ye ayarlanıp içerisinde SSC (100 ml) olan şaleye konulmuştur.

-HCl içerisinde bulunan preparatların süresi bittikten sonra önce çeşme suyuyla daha sonra da saf su içerisinde yıkanarak 45°C'de 2 dakika bekletilmiştir.

- 2 dakikalık işlem sonunda preparatlar saf sudan geçirilerek 60 °C' deki SSC solüsyonunun içerisine alınmış ve 1 saat bekletilmiştir.
- 1 saatlik işlemde sonra SSC şalesinden çıkarılan preparatlar saf sudan geçirilip Giemsa + Söransan tampon çözeltisinin içine konulup 90 dakika bekletilmiştir.
- 90 dakikanın sonunda preparatlar mikroskop altında incelenmiştir.

2.1.7. G-bantlama tekniği

Karyolojik çalışmalarda özellikle G-bantlama tekniği kullanılmaktadır. Bu sayede filogenetik ilişkiler anlaşılır duruma gelmektedir (Orlov vd, 1983; Meier vd, 1985; Modi, 1987; Zagorodnyuk, 1990; Mazurok vd, 2001). Her kromozomda koyu (heterokromatin) ve açık (ökromatin) bölgeler bulunmaktadır. Koyu bantların, DNA'larında daha geç replike olmalarının nedeni S evresinden kaynaklanmaktadır. Bu bölgelerde çok az sayıda aktif gen bulunmaktadır ve A+T bakımından oldukça zengindir (Başaran, 1996). Karyolojik çalışmalarda temel yöntem olarak kullanılmaktadır (Bickmore, 2001). Translokasyon, inversiyon, duplikasyon ve delesyon gibi kromozom anomalilerinin belirlenmesinde G-bantlama tekniği kullanılmaktadır (Atlı, 2005).

2.1.8. G-bantlamada kullanılan solüsyonlar

- 0,009'luk NaCl çözeltisi (4 gr NaCl + 500 ml saf su)
- 0,05 mg Tripsin tartılıp, NaCl çözeltisine ilave edilip karıştırılmıştır. 15 dakika boyunca bu karışım bekletilmiştir.
- 1,18 gr Na₂HPO₄ 100 ml saf su içerisinde çözünmüştür.
- 0,9 gr KH₂PO₄ 100 saf su içerisinde çözülüp Na₂HPO₄ çözeltisine ilave edilmiştir.
- Hazırlanan bu tampon 95 ml saf su ve 5 ml Giemsa ile karıştırılmıştır.

2.1.9. G-bantlamada yapılan işlemler

- 10 saniye ile 20 dakika arasında değişen sürelerde tripsin çözeltisinde bekletilen preparatlar çeşme suyundan geçirilmiştir.
- Giemsa boyasıyla preparatlar 4,5-5 dakika boyanmıştır.
- Lamlar çeşme suyuyla yıkandıktan sonra dik bir şekilde kurutulmaya bırakılmıştır.

-Bu işlemden sonra mikroskop altında preparatlar incelenip, bantların almış olduğu durumlar göz önünde bulundurularak, Tripsin'de bekletme süreleri ayarlanmıştır.

2.1.10. NOR (Nucleolar Organiser Region) bantlama tekniği

Çekirdekçik düzenleme bölgeleri (NOR), gümüş nitratla boyanan bir grup özel proteini içeren çekirdek kısımlarıdır. Kromozomların, türe özgü olan ve akrosentrik kromozomların kısa kollarında ve satellitlerinde bulunan bu çekirdekçik organize edici bölgeler boyanmaktadır. Fakat farklı bireylerin akrosentrik kromozomlarının boyanma dereceleri farklı olduğundan dolayı, her zaman tüm akrosentrikler eşit boyanmamaktadır. Bazen de boya almayan veya farklı miktarlarda boya alan satellitler kopmaktadır (delesyon). Bu yüzden her birey için çok özel bir boyanma ortaya çıkmaktadır. Bu durum polimorfizme örnektir. Preparatların bekleme süreleri önemli değildir, fakat preparatlar çok uzun süre saklandığında granülasyon görülmektedir (Lüleci vd, 1990).

2.1.11. NOR bantlamada kullanılan solüsyonlar

-%50'lik AgNO₃ (5 gr. AgNO₃ 10 ml. saf suda çözülmüş ve alüminyum folyo ile sarılarak + 4 °C' da bekletilmiştir).

-%2'lik Giemsa-Tampon Solüsyonu (2 ml Giemsa + 98 ml Söransan Tamponu ile karıştırılmıştır).

2.1.12. NOR bantlamada yapılan işlemler

-Petri kabına kurutma kâğıdı yerleştirilmiş ve saf suyla nemlendirilmiştir.

-Preparatlar kurutma kâğıdına yerleştirilmiş ve üzerlerine %50'lik AgNO₃ damlatılıp lamel ile kapatılmıştır.

-Petrinin kapağı kapatılarak önce parafilm daha sonra alüminyum folyo ile sarılmıştır.

-Preparatlar 37 °C'de 36 saat bekletilmiştir.

-Süre sonunda lameller saf su bulunan piset yardımıyla yıkanarak uzaklaştırılmıştır.

-Preparatlar kurutularak %2'lik Giemsa-Tampon Solüsyonu ile 10-15 saniye boyanmıştır.

-Çeşme suyundan geçirilen preparatlar kurutulmuş ve entellan ile kapatılmıştır.

2.2. Morfolojik Analizler

Kromozom analizleri yapılan örneklerin standart dış ölçüleri olan tüm boy uzunluğu, kuyruk uzunluğu, baş-beden uzunluğu, sağ arka ayak uzunluğu ve gr olarak ağırlıkları kaydedilmiştir.

2.2.1. Dış karakter ölçüleri

Baş-Beden Uzunluğu: Sırt üstü yatırılmış olan hayvanın burnunun ucundan kuyruk ucuna kadar olan mesafedir.

Kuyruk Uzunluğu: Kuyruk ucundaki kıllar hariç anüsten son kuyruk omuruna kadar olan mesafedir.

Arka Ayak Uzunluğu: Hayvanın topuğundan en uzun parmağının ucuna kadar olan mesafedir.

Ağırlık.

2.2.2. Kafatası iç karakter ölçüleri

Zygomatik Genişlik: Zygomatik kavislerin birbirinden en uzak bulunan iki dış noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.1 1).

Rostrum genişliği: Rostrumun en dış iki noktası arasındaki mesafenin uzunluğudur (Şekil 2.1 2).

İnterorbital Genişlik: Frontal kemiklerin orbitler arasında en çok daraldığı yerdeki genişliktir (Şekil 2.1 3).

Nazal Genişlik: Nazalların en geniş olduğu yerdeki iki nokta arasındaki mesafedir (Şekil 2.1 4).

Occipitonazal Uzunluk: Occipital kondillerin ve nazal kemiklerin uçları arasındaki mesafedir (Şekil 2.1 5).

Condylöbazal Uzunluk: Occipital kondillerin ve premaxilla kemiklerinin en uç noktaları arasındaki mesafedir (Şekil 2.2 6).

Foramen İncisiva Uzunluğu: Foramen incisivanın ön noktalarını birleştiren doğru ile en arka noktalarını birleştiren doğru arasında kalan mesafedir (Şekil 2.2 7).

Yüz bölgesi uzunluğu: Nazal kemiklerin öndeki en uç noktası ile M¹ alveollerinin en ön noktalarını birleştiren doğru arasındaki en kısa mesafenin uzunluğudur (Şekil 2.2 8).

Bazal Uzunluk: Foramen magnum'un ventralindeki en ön noktası ile ön kesici diş alveolünün en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.2 9).

Nazal Uzunluk: Nazalları en ön noktası ile en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.3 10).

Diastema Uzunluğu: M¹ alveolünün en ön noktası ile ön kesici alveolünün en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.3 11).

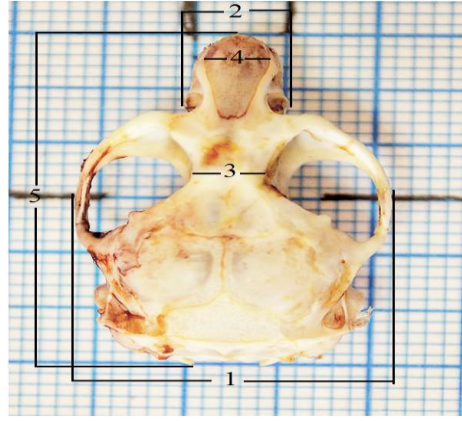
Sağ Üst Molar Alveolleri Uzunluğu: Üst molarların en ön noktası ile en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.3 12).

Bullalı Beyin Kapsülü Genişliği: Timpanik bullaların en alt noktasından geçen düzlemlerle, kafatasının en üst noktasından geçen düzlem arasındaki mesafenin uzunluğudur (Şekil 2.3 13).

Mandibul Uzunluğu: Sağ alt çene kesici diş alveolünün ventralindeki en ön noktası ile angular çıkıntının en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.4 14).

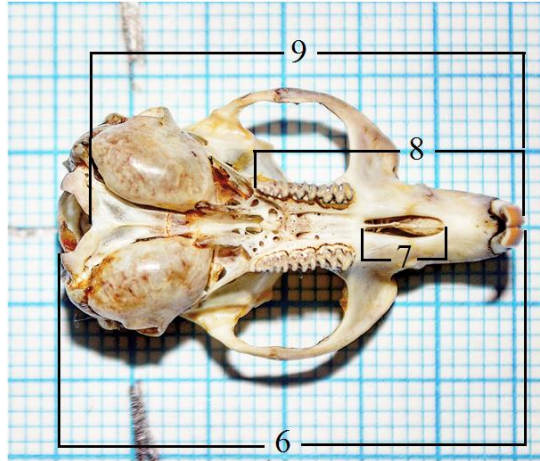
Mandibul yüksekliği: Angular çıkıntı ile artikular çıkıntı arasındaki en uzak mesafenin uzunluğudur (Şekil 2.4 15).

Sağ Alt Molar Alveolleri Uzunluğu: Alt çene molarlarının en ön noktası ile en arka noktası arasındaki mesafedir (Şekil 2.4 16).



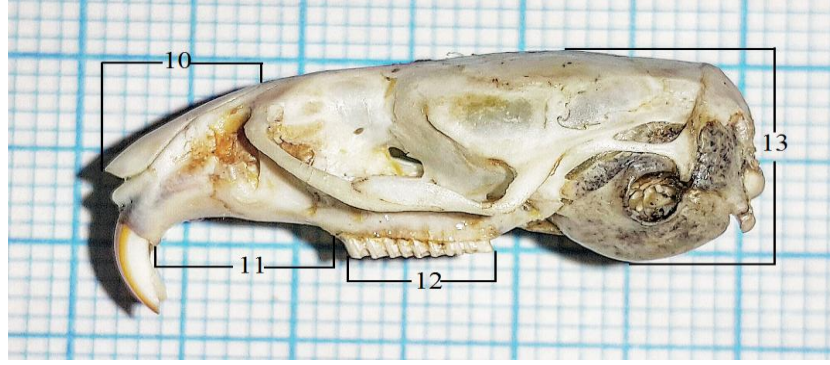
Şekil 2.1. Kafatasının dorsal görünüşü ve alınan ölçüler

- 1) Zygomatik genişlik
- 2) Rostrum genişliği
- 3) İnterorbital genişlik
- 4) Nazal genişlik
- 5) Occipitonazal uzunluk



Şekil 2.2. Kafatasının ventral görünüşü ve alınan ölçüler

- 6) Condylöbazal uzunluk
- 7) Foramen incisiva uzunluğu
- 8) Yüz bölgesi uzunluğu
- 9) Bazal uzunluk



Şekil 2.3. Kafatasının lateral görünüşü ve alınan ölçüler

- 10) Nazal uzunluk
- 11) Diastema uzunluğu
- 12) Sağ üst molar alveolleri uzunluğu
- 13) Bullalı beyin kapsülü genişliği



Şekil 2.4. Mandibul (alt çene)'un görünüşü ve alınan ölçüler

- 14) Mandibul uzunluğu
- 15) Mandibul yüksekliği
- 16) Sağ alt molar alveolleri uzunluğu

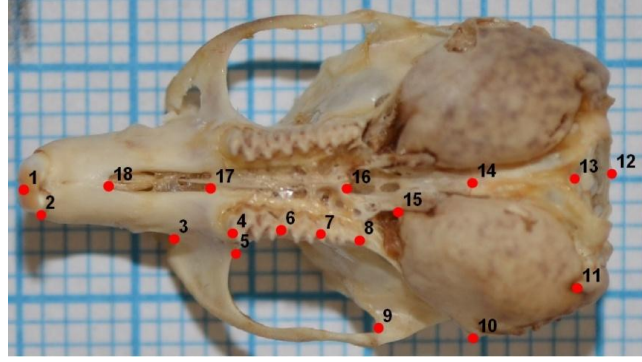
2.3. Geometrik Morfometrik Analiz



Şekil 2.5. *Microtus* örneklerinin lokaliteleri. Yıldız = *Microtus dogramacii* (1: Samsun, 2: Amasya); Üçgen = *Microtus guentheri* (1: Kahramanmaraş, 2: İzmir, 3: Mersin, 4: Tokat).

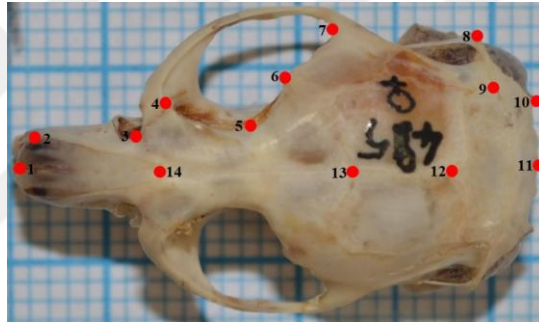
Çalışmada kullanılan örnekler (post ve kafatası) Ondokuz Mayıs Üniversitesi memeli hayvan müzesinde muhafaza edilmektedir (Çizelge 1; Appendix 1). Bu çalışmada *M. dogramacii* (dorsal; n=31, ventral; n=34), *M. guentheri* (dorsal; n=21, ventral; n=20) türlerine ait erişkin örneklerinin kafatası kemiği analizlerde kullanıldı. Erişkin bireyler, molar dişlerin aşınma oranı ve kafatası gelişim seviyesine göre belirlendi (Sözen vd, 1999; Kefelioğlu 1999). Lateral asimetriden kaynaklanan şekilsel varyasyondan kaçınmak için genç bireyler analizlere dâhil edilmedi. Örneklerin sınıflandırılması sırasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi memeli hayvan müzesi kataloğu, morfolojik ve karyolojik (Kefelioğlu, 1995; Şekeroğlu, 2005) veriler dikkate alındı.

Microtus türlerinin kafatası (ventral ve dorsal) fotoğrafları Nikon D5100 DSLR fotoğraf makinesi ile çekildi. Kafatası örnekleri geometrik morfometrik prosedür ile analiz edildi (Bookstein, 1991; Rohlf ve Marcus, 1993). Şekli tanımlamayı sağlayan iki boyutlu landmarklar, tpsDig programı ile yerleştirildi (Rohlf, 2008). Kafatasının ventrali için 18 (Şekil 2.6), dorsali için 14 (Şekil 2.7) landmark kullanıldı.



Şekil 2.6. Landmarkların kafatasının ventralindeki görünüşü

Kullanılan landmarklar suturların kesişim noktaları için kullanılan tip I ve şekil üzerindeki minimum ya da maksimum eğim bölgelerinde kullanılan tip II şeklindedir (Bookstein, 1991). Landmarklar dorsal ve ventral olarak kafatasının sadece sağ tarafına konuldu.



Şekil 2.7. Landmarkların kafatasının dorsalindeki görünüşü. Örnek no: 495 *Microtus dogramacii* (Amasya, 1990).

Büyüklik analizi: Gruplar arasındaki centroid size (CS: Her bir landmarkın şeklin centroidine olan uzaklıklarının karelerinin toplamı, Zelditch vd, 2004) farklılıklarını belirlemek için box plots kullanıldı ve 'centroid size' farklılıklarının istatistiksel önemi varyans analizi ile test edildi. ANOVA testi PAST ver. 3.10 (Hammer vd, 2001) programı ile yapıldı.

Şekil analizi: Landmarklar yerleştirildikten sonra General Procrustes analizi (GPA) uygulanarak, şekil ve büyüklik varyasyonu ayrıldı. GPA, örneklerin translasyon ve rotasyonu için kullanılan bir analizdir (Rohlf and Slice, 1990). Grupları karşılaştırmak için Canonical variance analizi (CVA) MorphoJ ver. 1.05 program paketi (Klingenberg, 2008) ile gerçekleştirildi. İstatistiksel analizler için PAST (PALaeontological STATistics) programı kullanıldı. Şekil varyasyonunu

açıklamak için canonical varyans analizi (CVA) ve MANOVA (multivariate analysis of variance) testleri uygulandı.



3. BULGULAR

Tez çalışmasında yer alan *Microtus guentheri* ve *Microtus dogramacii* türlerine ait habitat ve post özellikleri ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Aynı zamanda bu iki türe ait kafatası ve iç karakter özellikleri ölçülüp, yine türlere ait karyolojik bulgular detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Microtus dogramacii Kefelioğlu ve Krystufek, 1999.

Microtus dogramacii Kefelioğlu ve Krystufek, J. of Nat. Hist., 33: 289-303

Tip yeri: Türkiye, Amasya, Boyalı köyü.

3.1. *Microtus dogramacii*'nin Habitat Özellikleri

Microtus cinsine ait türler, çayır ve mera gibi otlak alanlarda yaşamayı tercih eder (Jaarola vd, 2004). Bu cinsin üyeleri özellikle stepler, nemli-kuru ovalar, sürülmemiş ya da nadasa bırakılmış tarım arazileri, makilikler arası açık biyotoplarda geniş yayılış göstermektedir (Çolak vd, 1998, 1999, Kefelioğlu 1991, 1995, Özkurt vd, 1999). Dolayısıyla *Microtus dogramacii* türü bu kapsamdaki alanlarda olan buğday ve arpa tarlaları, şeker pancarı ile ekilmiş olan alanlar ve yoncalıklarda yaşarlar. Bu tür, bitkilerin boyları uzayana dek tarla içine, uzadıktan sonra da tarlaların kenarlarındaki küçük yüksekliklere yuva yaparlar.

3.2. *Microtus dogramacii*'nin Post Özellikleri

Yaş varyasyonuna bağlı olarak post rengi değişim göstermektedir. Bu varyasyonda varılan sonuç şu olmuştur; genç örneklerin vücut rengi erişkin örnekler göre daha koyudur. Yani vücut rengi ne kadar koyuysa o kadar genç, ne kadar genç ise hayvanın yaşı bir o kadar büyüktür. Vücudun üst tarafının rengi kahverengimsi sarıdan, sarımsı kahverengiye kadar geniş bir varyasyon göstermektedir. Bu türün kulaklarının dış kısımlarından başlayan ve başın ortalarına kadar uzanan sarımsı renkteki kılların oluşturduğu pek belirgin olmayan bir kavis bulunmaktadır. Bu kavisi görmek için hayvana dorsalden bakılması gerekmektedir. Vücudun alt tarafı ise sarımsı beyaz renktedir ve yanlara doğru renk biraz koyulaşmaktadır. Kuyruğu *Microtus* cinsi içerisinde en kısa olan türdür ve seyrek kıllarla kaplı olmakla birlikte kuyruğun üst kısmı vücudun dorsaline benzer renktedir. Kuyruğun alt kısmı da yine vücudun alt kısmındaki sarımsı beyaz renkle uyumlu olup, kuyruğun üst kısmındaki

renkten belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Ayrıca vücuttaki kılların dip kısımları siyah renktedir. Hayvanın ayaklarının altı beş tüberküllü ve çıplaktır. Üst kısmı ise sarımsı beyazdır.

Microtus guentheri Danford ve Alston, 1880.

Microtus guentheri Danford and Alston, 1880 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Tr. J. Zool., 22(4), 289-295.

Tip yeri: Türkiye, Kahramanmaraş.

3.3. *Microtus guentheri*'nin Habitat Özellikleri

Microtus cinsine ait türler, çayır ve mera gibi otlak alanlarda yaşamayı tercih eder (Jaarola vd, 2004). Bu cinsin üyeleri özellikle stepler, nemli-kuru ovalar, sürülmemiş ya da nadasa bırakılmış tarım arazileri, makilikler arası açık biyotoplarda geniş yayılım göstermektedir (Çolak vd, 1998, 1999, Kefelioğlu 1991, 1995, Özkurt vd, 1999). Dolayısıyla *Microtus guentheri* türü bu kapsamdaki alanlarda olan buğday ve arpa tarlaları, şeker pancarı ile ekilmiş olan alanlar ve yoncalıklarda yaşarlar. Bu tür, bitkilerin boyları uzayana dek tarla içine, uzadıktan sonra da tarlaların kenarlarındaki küçük yüksekliklere yuva yaparlar.

3.4. *Microtus guentheri*'nin Post Özellikleri

Kahverengimsi sarıdan sarımsı kahverengiye kadar değişen dorsal kürk rengi çeşitli varyasyonlar gösterir. Ventral kürk sarımsı gri veya sarımsı beyaz renkte görülmektedir. Kuyruğu *Microtus dogramacii* türünden sonra en kısa olan türdür. Kuyruğun ventrali sarımsı gri veya beyazımsı gri görünümünde iken kuyruğun dorsali sarımsı kahverengidir ve üzerinde kısa kıllar bulunmaktadır. Ardayaklar beş tüberküllü olup, ön ve ardayakların üzeri hayvanın ventral kürkü ile aynı renge sahiptir.

Çizelge 3.1. *Microtus guentheri* ve *Microtus dogramacii* örneklerinden alınan iç karakterlerin ölçülerinde; örnek sayısına (N) bağlı olarak; ortalama (O), standart sapma (SD) ve standart hataları (SE)

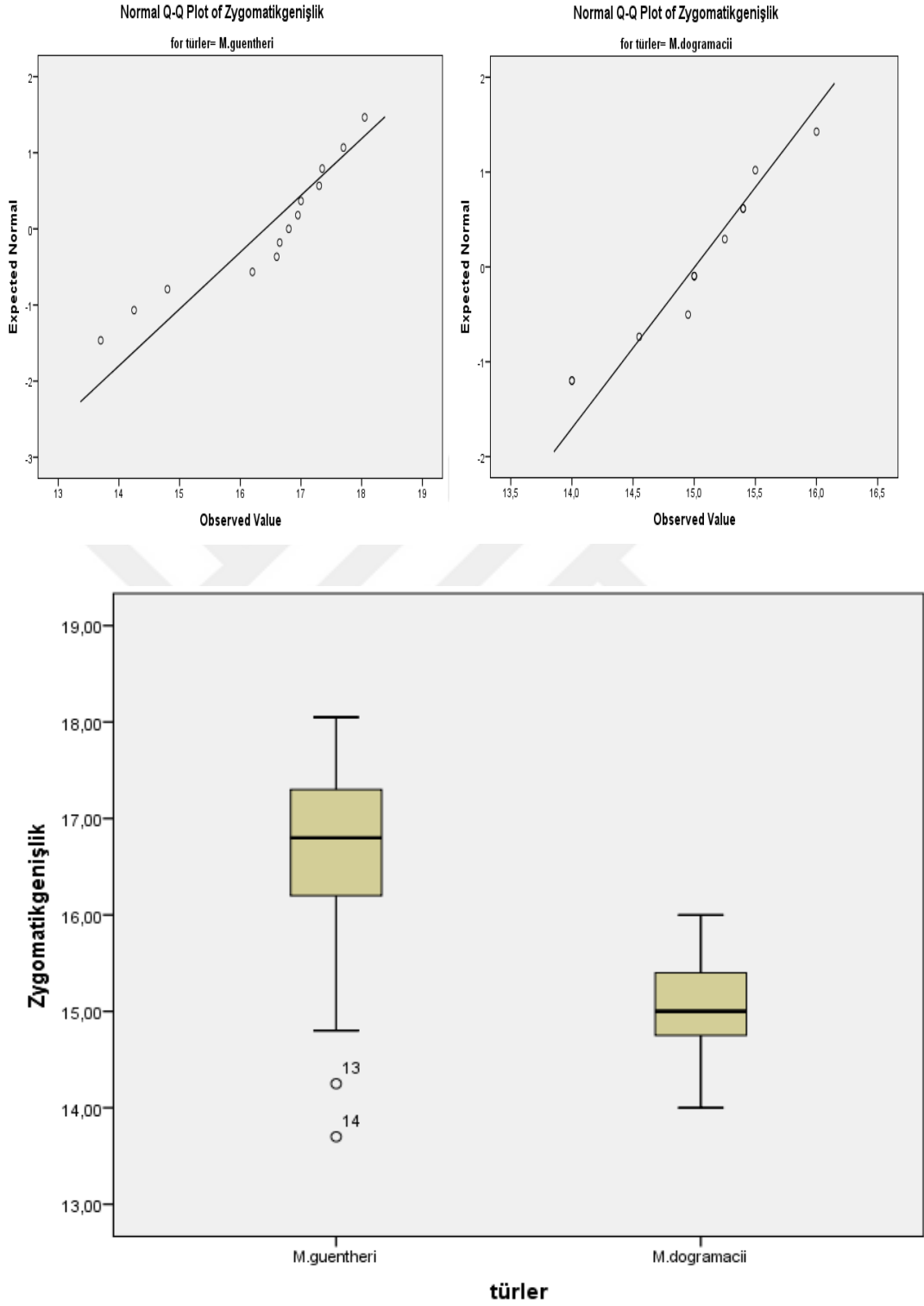
Özellikler	Türler	N	Ortalama (O)	Standart sapma (SD)	Standart hata (SE)
Zygomatik genişlik	M. guentheri	14	16,4750	1,30954	,34999
	M. dogramacii	14	14,9321	,59987	,16032
Rostrum genişliği	M. guentheri	14	5,3893	,49036	,13105
	M. dogramacii	14	4,9607	,20586	,05502
İnterorbital genişlik	M. guentheri	14	3,8036	,13653	,03649
	M. dogramacii	14	3,9429	,13708	,03664
Occipitonazal uzunluk	M. guentheri	14	27,8714	1,76196	,47090
	M. dogramacii	14	26,3500	,64510	,17241
Nazal uzunluk	M. guentheri	14	8,1143	,53867	,14397
	M. dogramacii	14	7,5357	,33936	,09070
Nazal genişlik	M. guentheri	14	4,4286	,23996	,06413
	M. dogramacii	14	4,1357	,15619	,04174
Condylöbazal uzunluk	M. guentheri	14	27,8143	1,77790	,47516
	M. dogramacii	14	26,3607	,70960	,18965

Bazal uzunluk	M. guentheri	14	24,4679	1,55892	,41664
	M. dogramacii	14	23,1786	,69024	,18447
Yüz bölgesi uzunluğu	M. guentheri	14	17,4500	1,22490	,32737
	M. dogramacii	14	16,0250	,61543	,16448
Diastema uzunluğu	M. guentheri	14	8,5929	,63786	,17048
	M. dogramacii	14	7,9607	,42162	,11268
Foramen incisiva uzunluğu	M. guentheri	14	5,0214	,45350	,12120
	M. dogramacii	14	4,7250	,21728	,05807
Sağ üstmolar alveolleri uzunluğu	M. guentheri	14	6,6607	,36384	,09724
	M. dogramacii	14		,28651	,07657
			6,1143		
Bullalı beyin kapsülü yüksekliği	M. guentheri	14	11,3357	2,52354	,67444
	M. dogramacii	13	9,5846	,19299	,05352
Sağ altmolar alveolleri uzunluğu	M. guentheri	14	6,3750	,39162	,10466
	M. dogramacii	13	5,7962	,28097	,07793
Mandibul yüksekliği	M. guentheri	13	9,4346	,71367	,19794
	M. dogramacii	12	8,5000	,67521	,19492

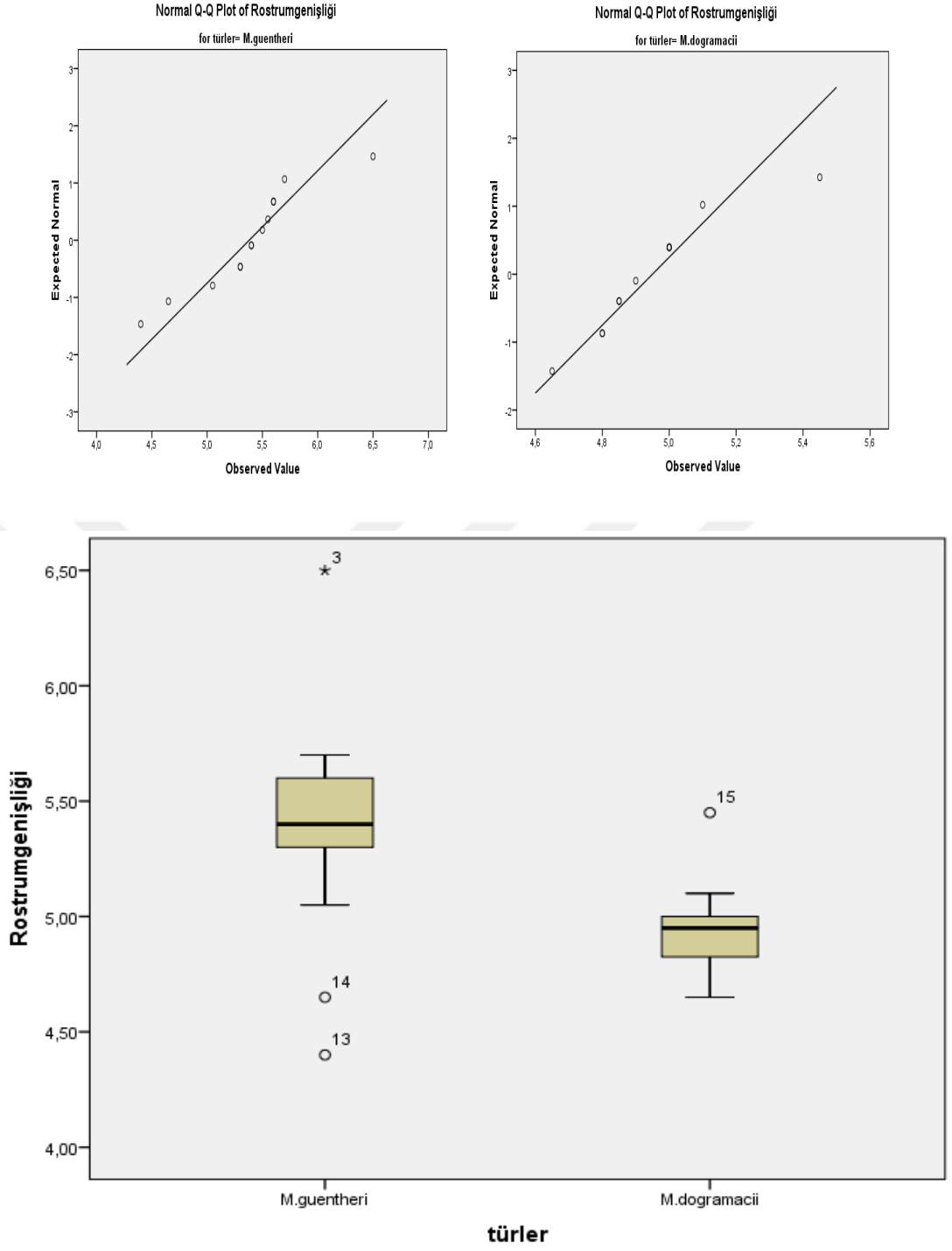
Mandibul uzunluğu	M. guentheri	14	17,1286	1,27592	,34100
	M. dogramacii	13	14,9923	3,04514	,84457



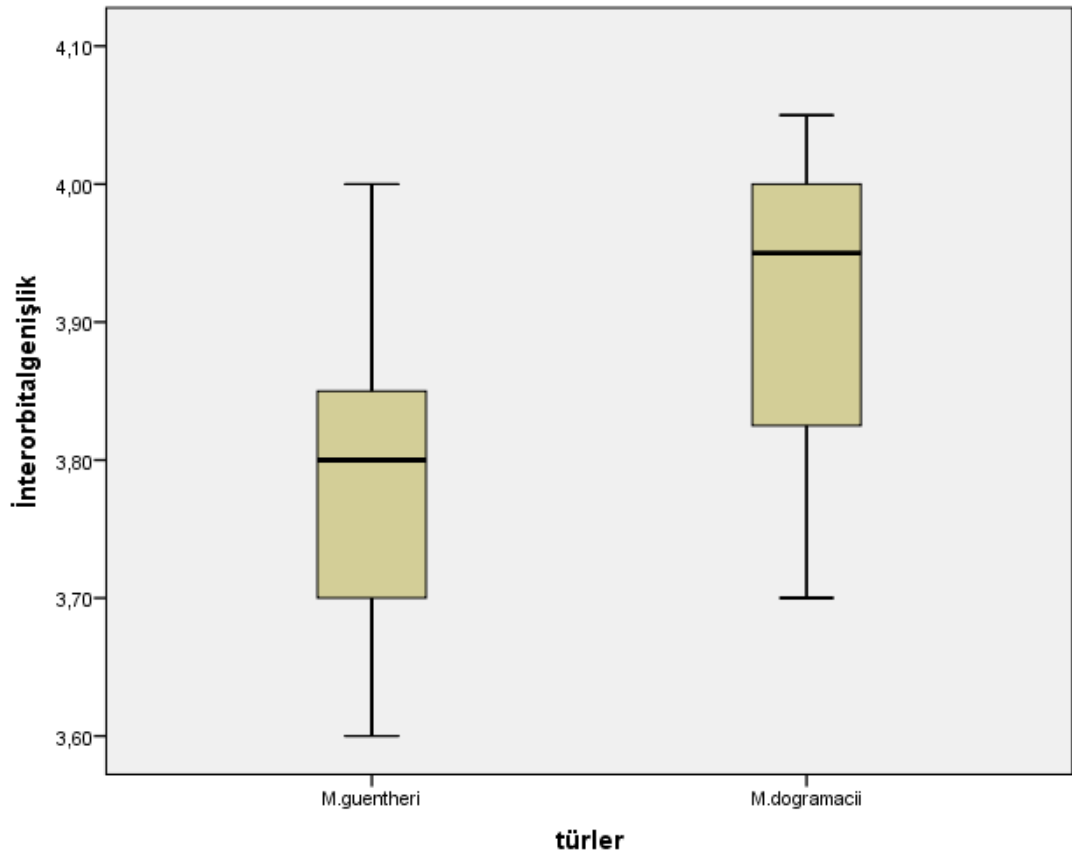
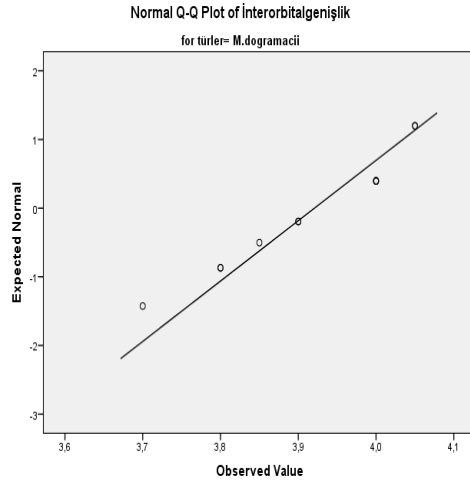
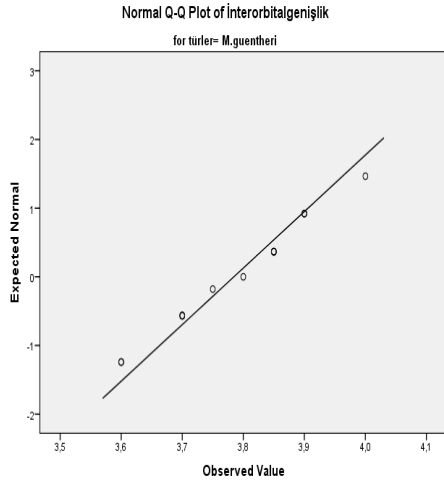
3.5. Kafatası ve İç Karakter Özellikleri



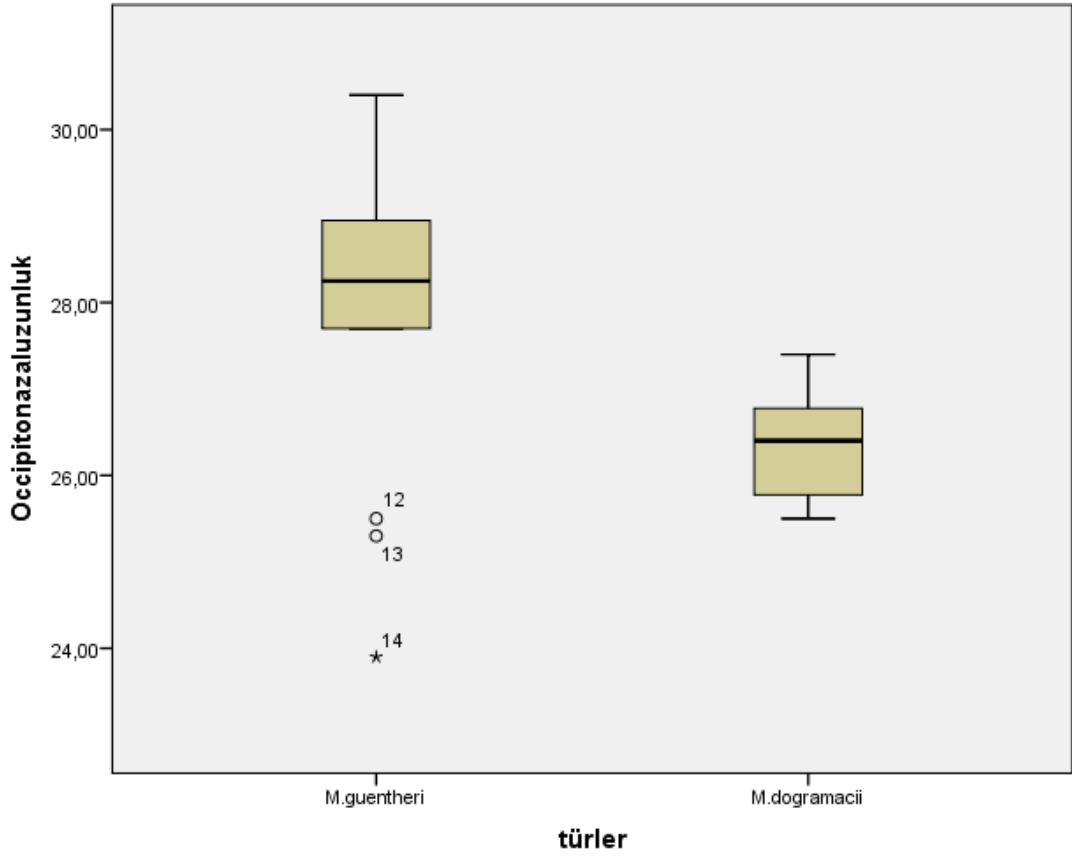
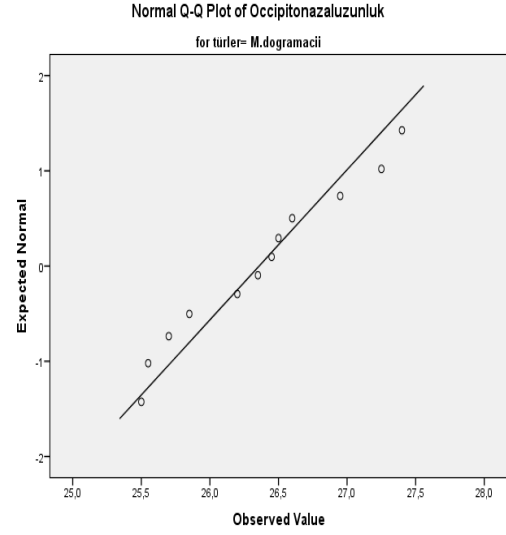
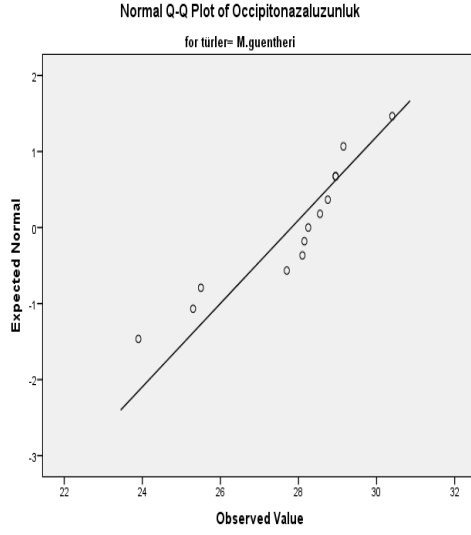
Şekil 3.1. Zygomatik Genişlik



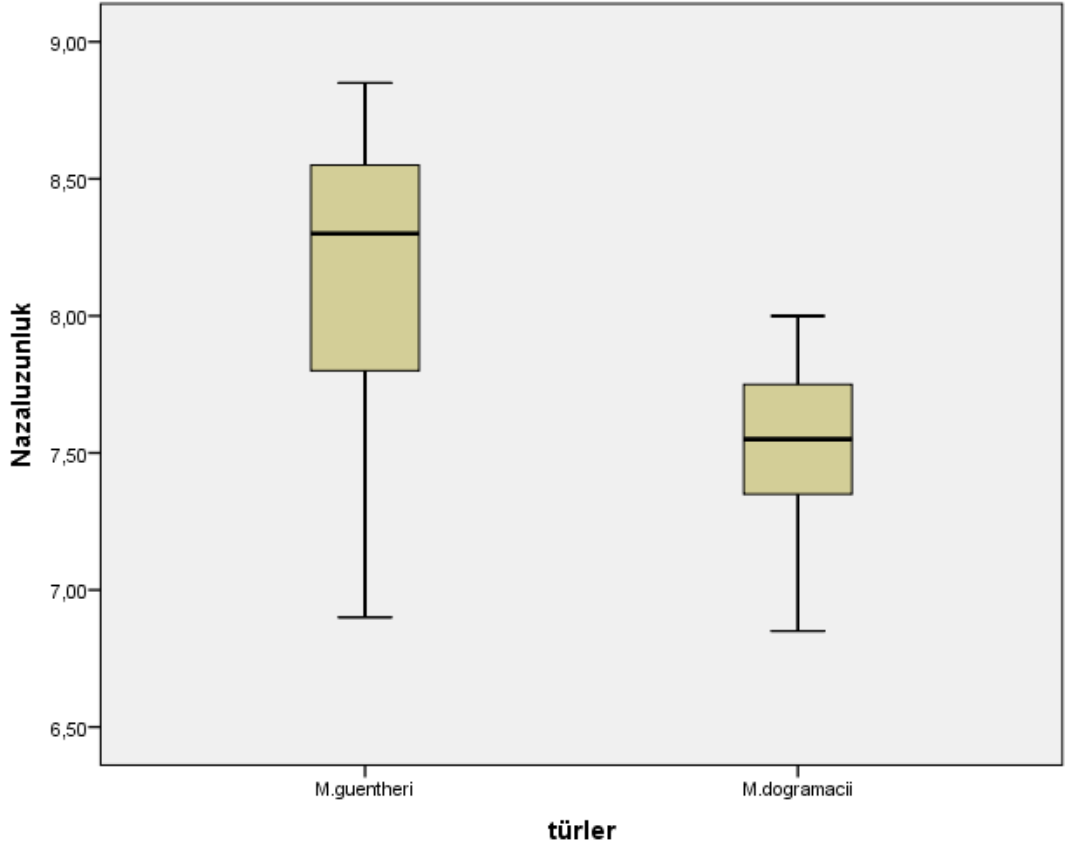
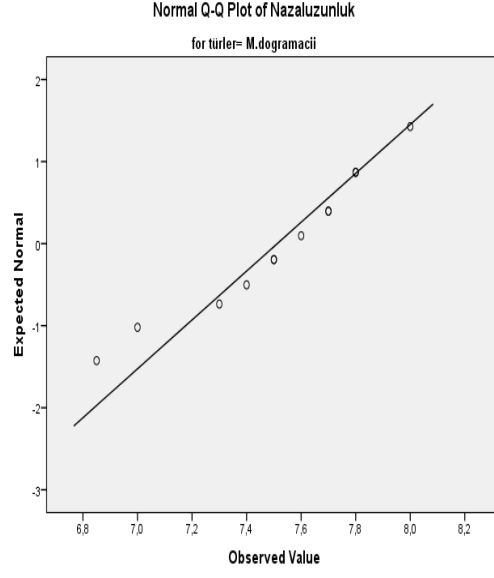
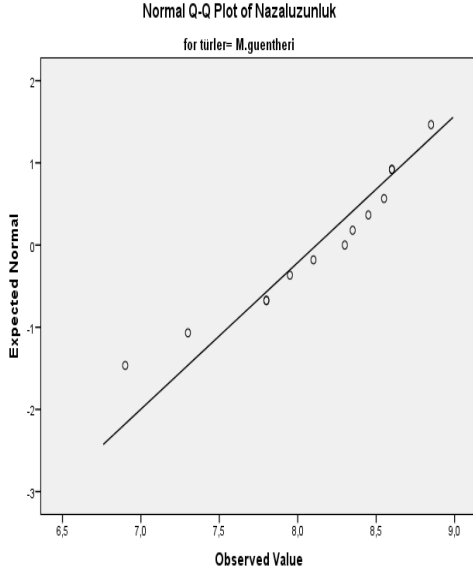
Şekil 3.2. Rostrum Genişliği



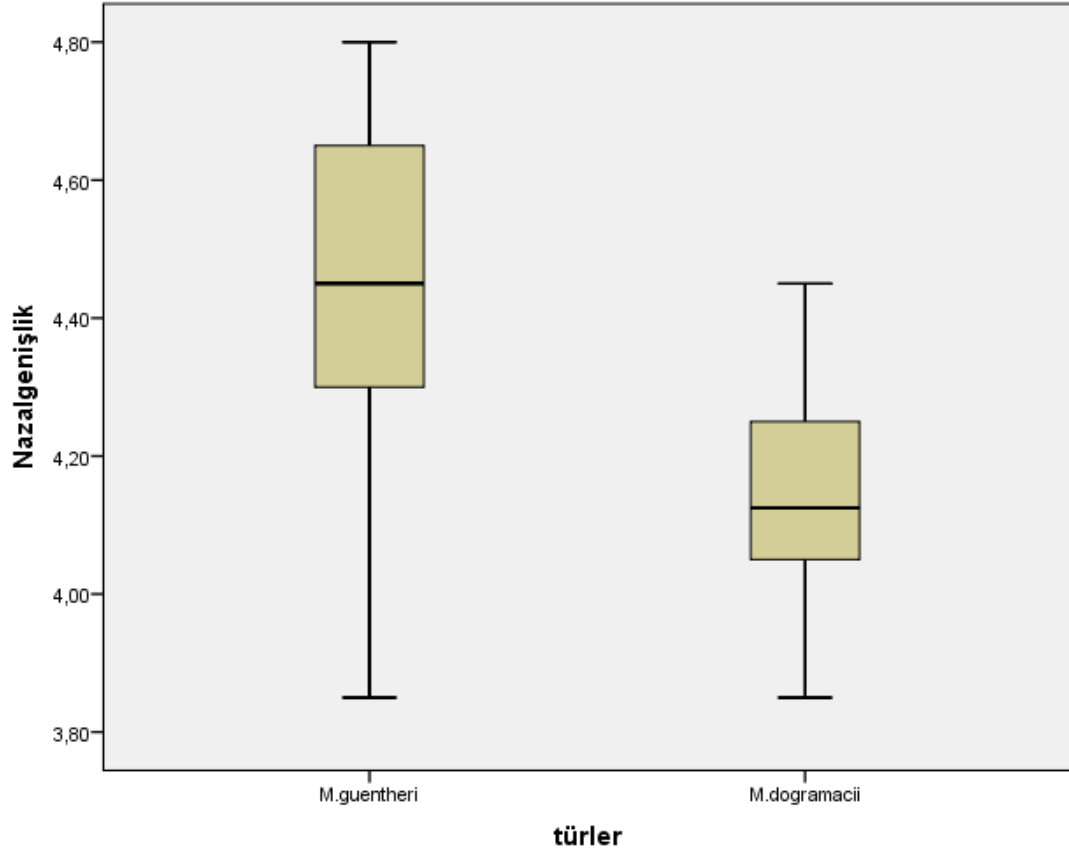
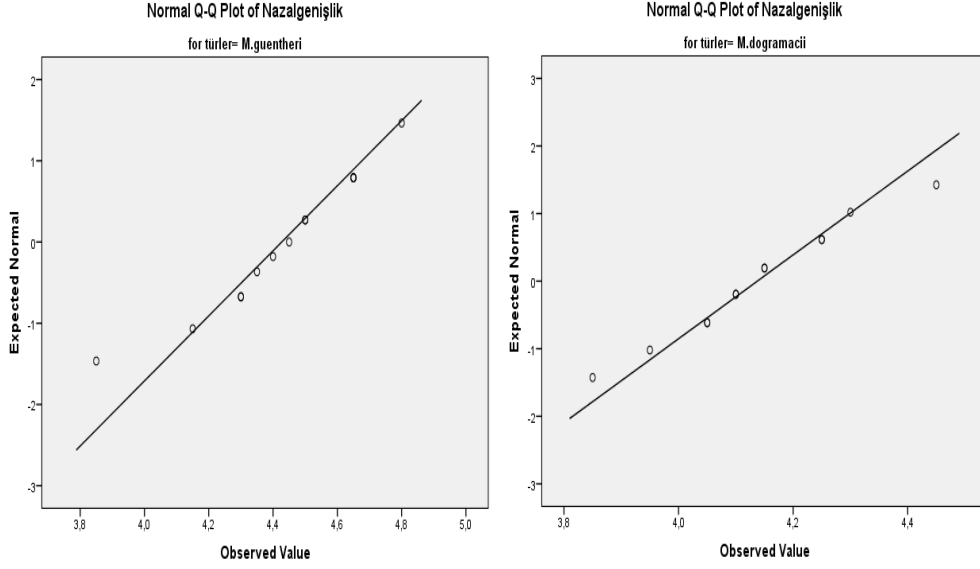
Şekil 3.3. İnterorbital Genişlik



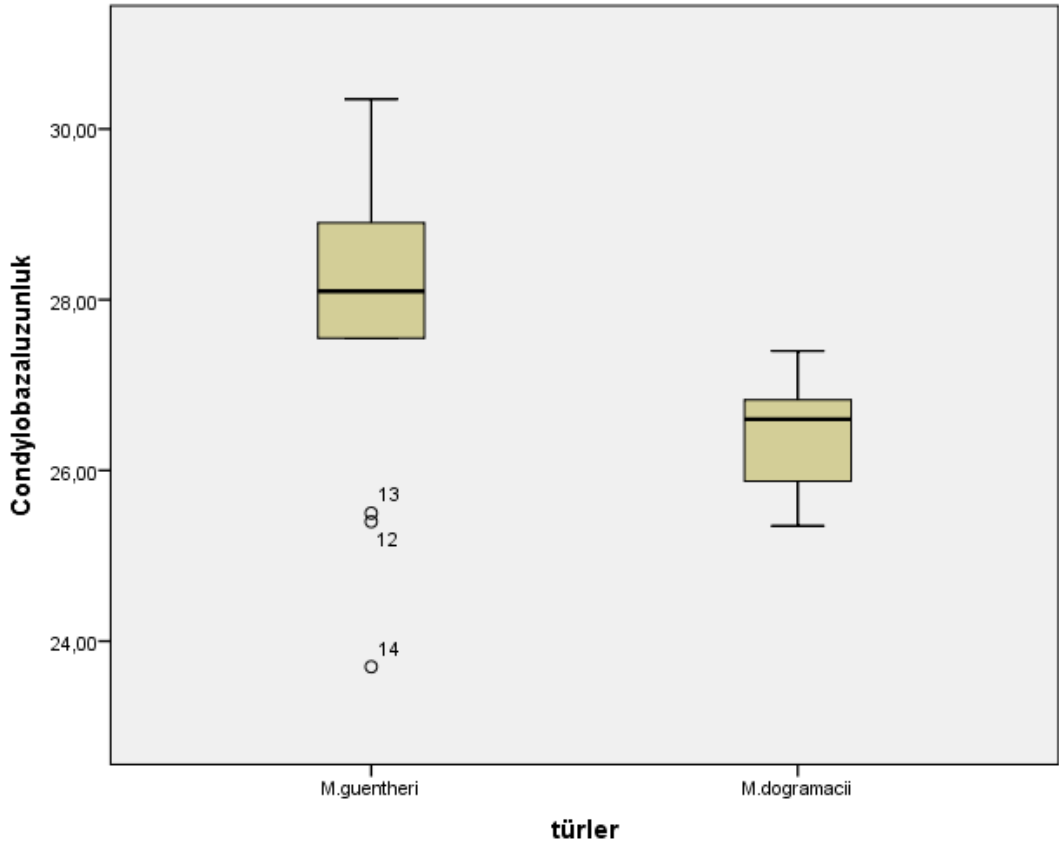
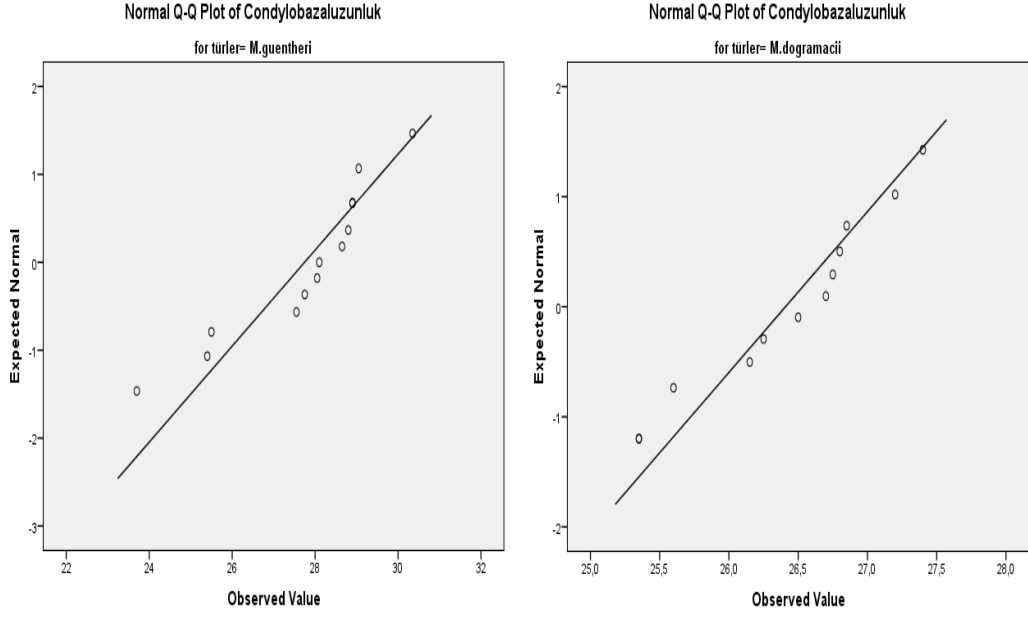
Şekil 3.4. Occipitonazal Uzunluk



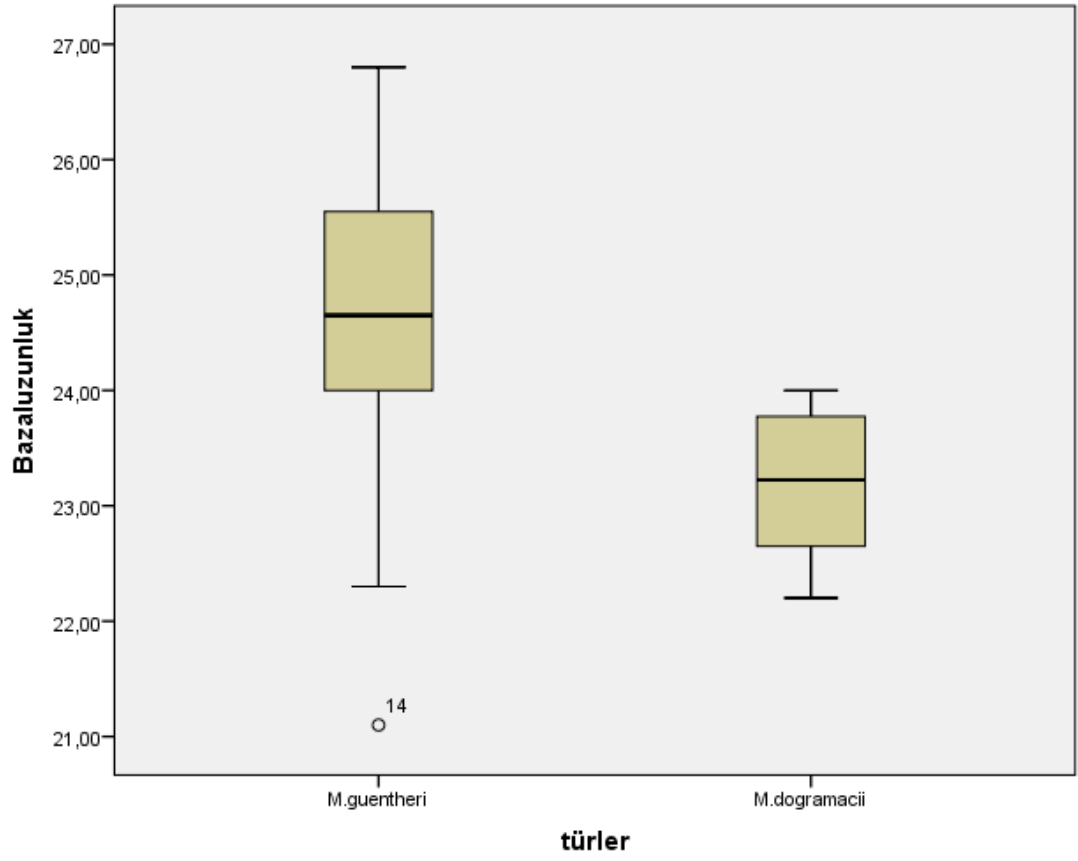
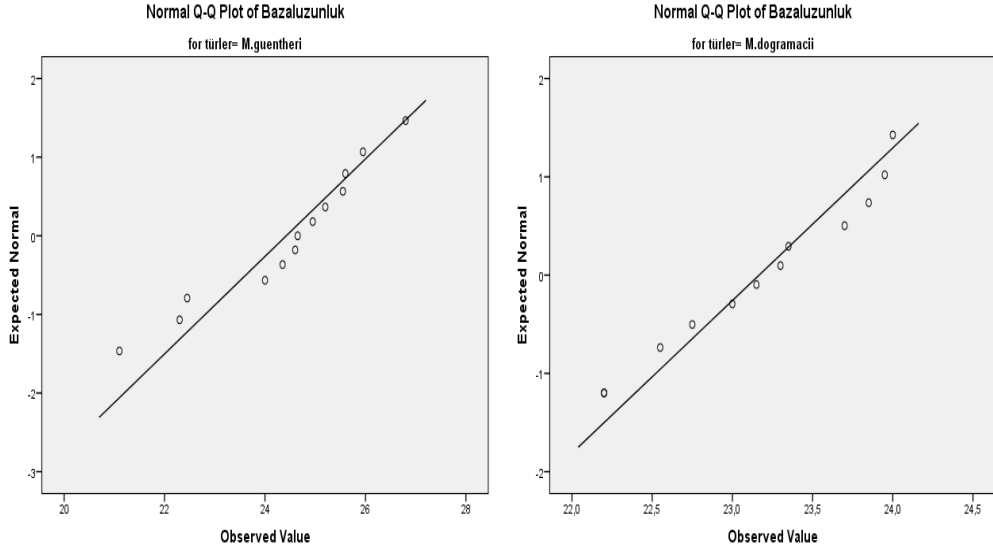
Şekil 3.5. Nazal Uzunluk



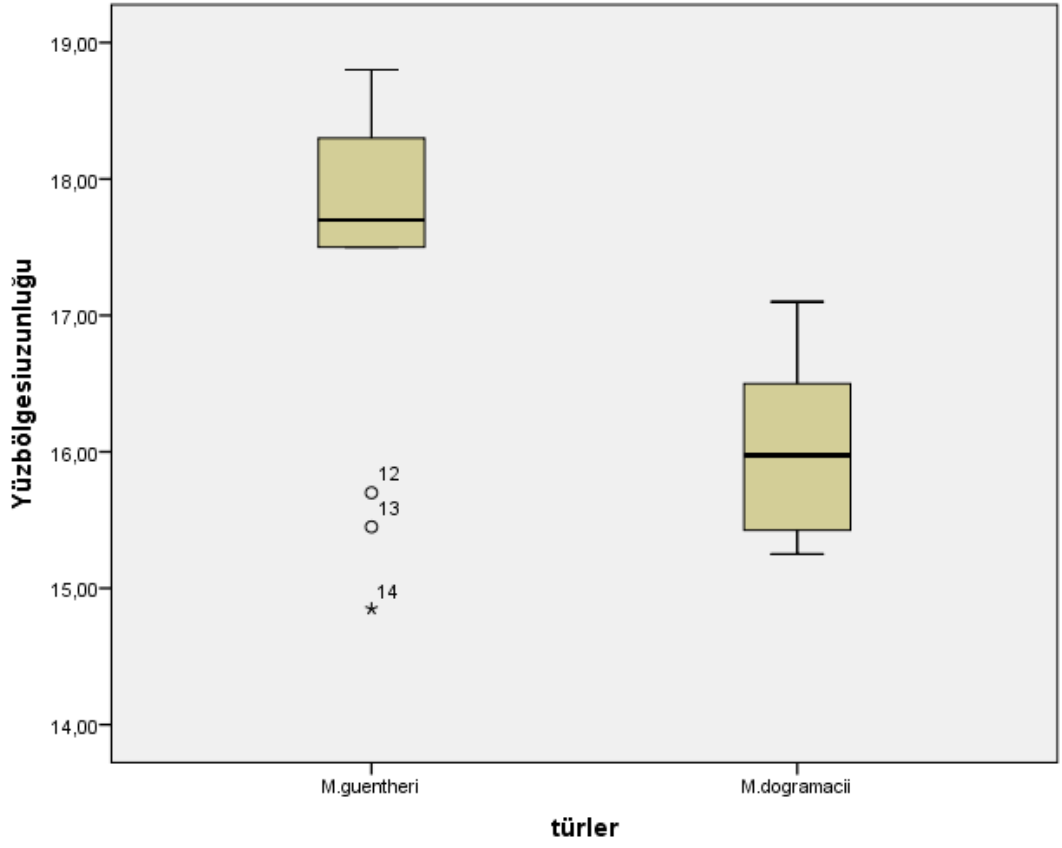
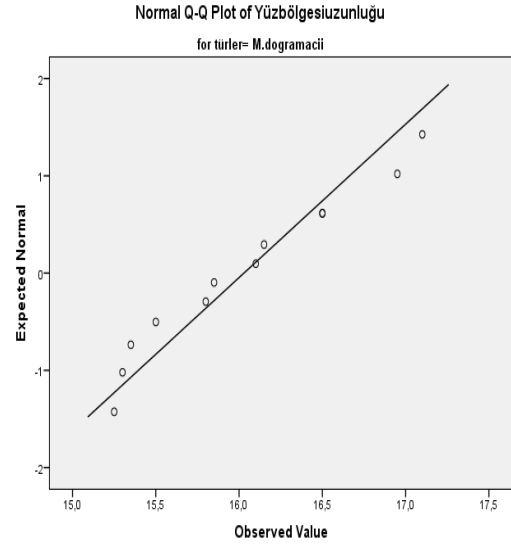
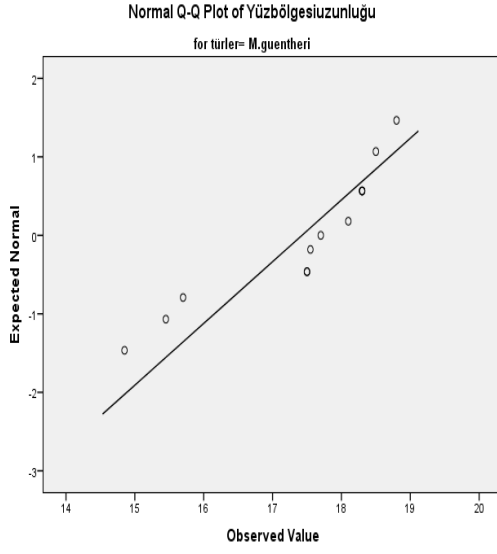
Şekil 3.6. Nazal Genişlik



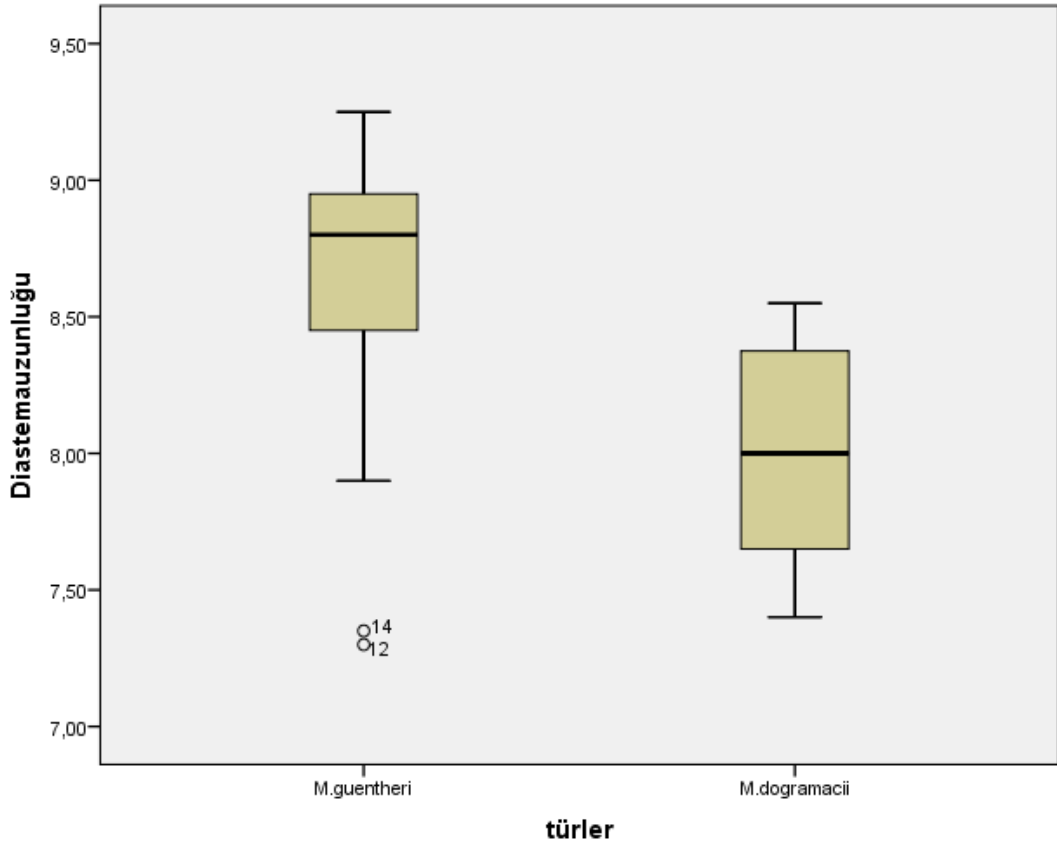
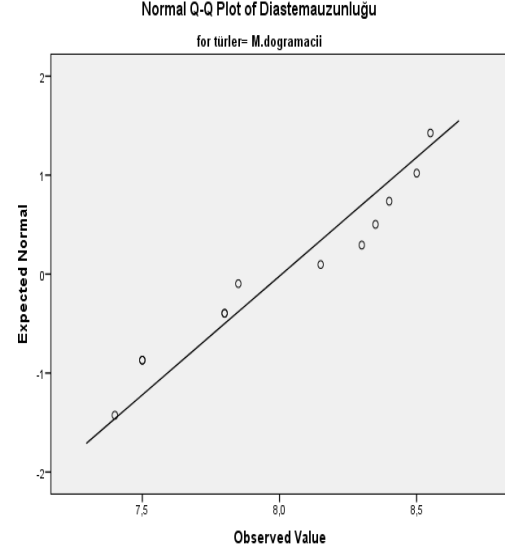
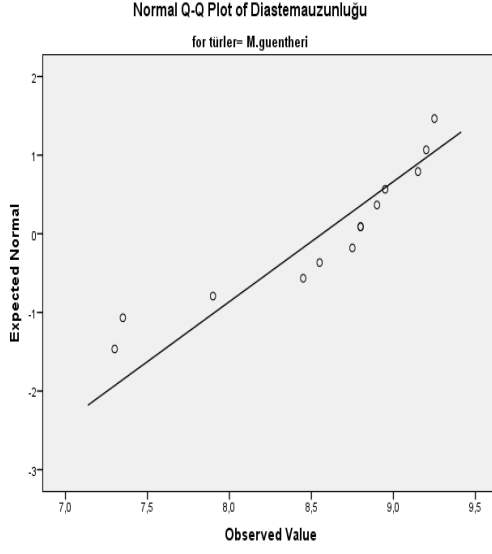
Şekil 3.7. Condyllobazal Uzunluk



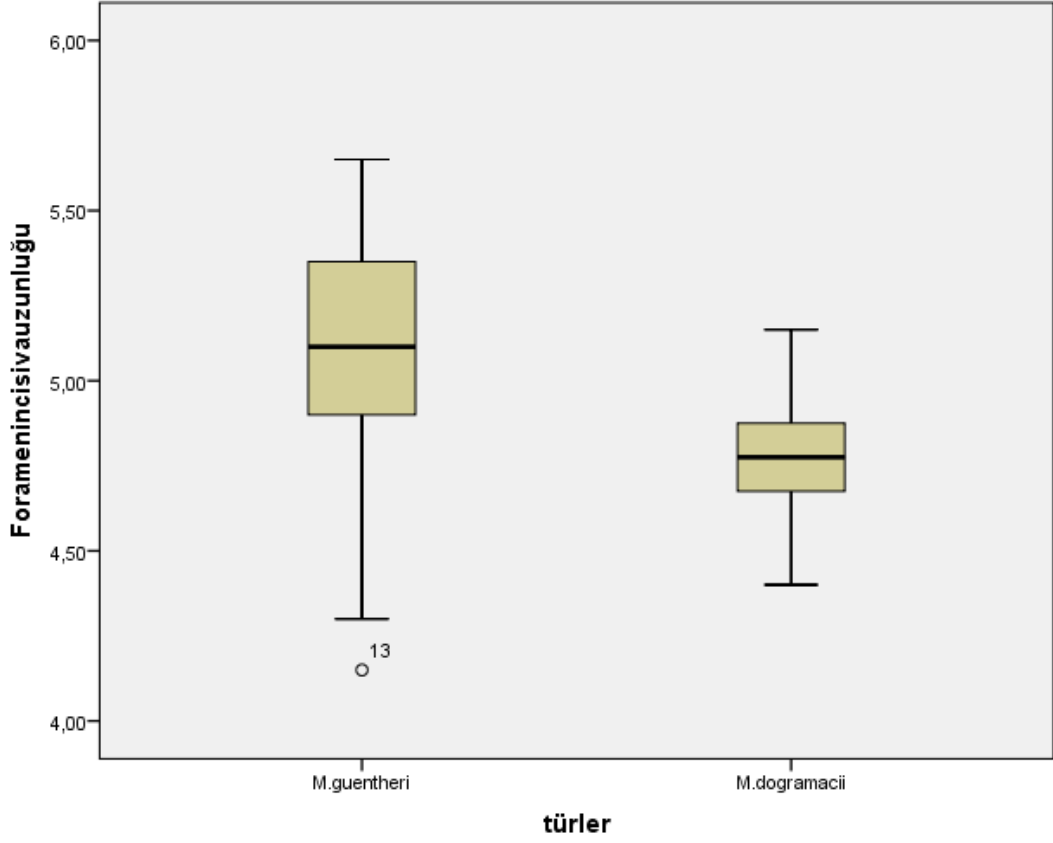
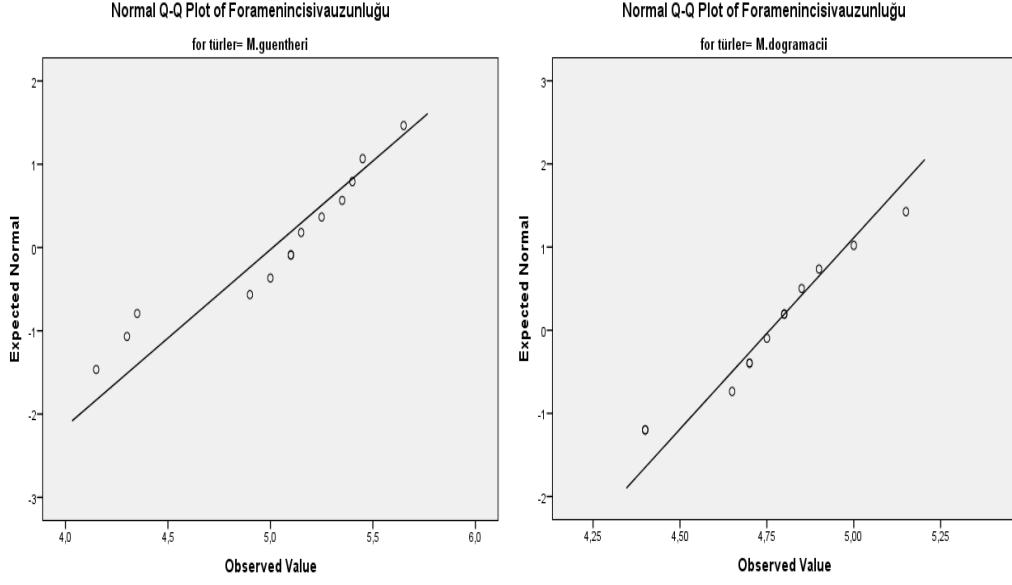
Şekil 3.8. Bazal Uzunluk



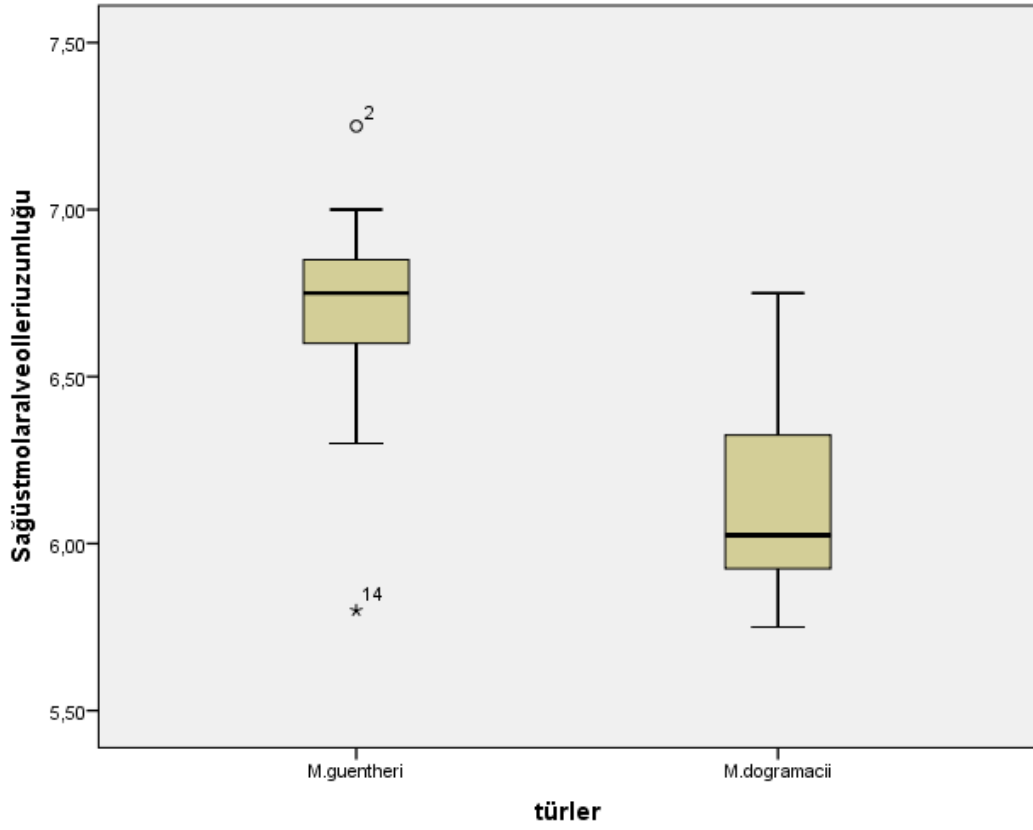
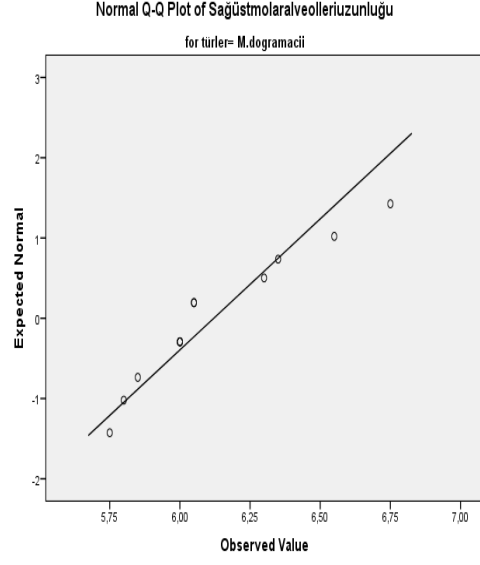
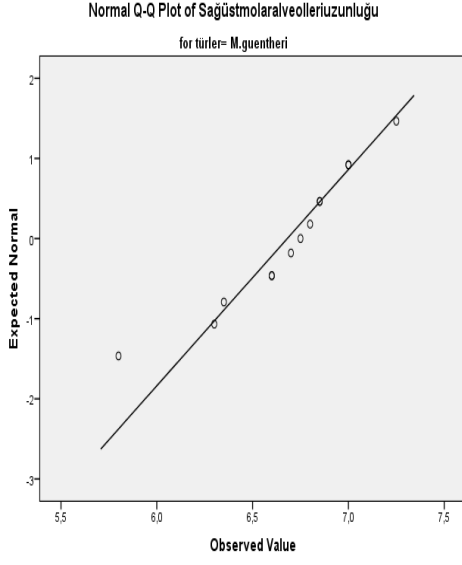
Şekil 3.9. Yüz Bölgesi Uzunluğu



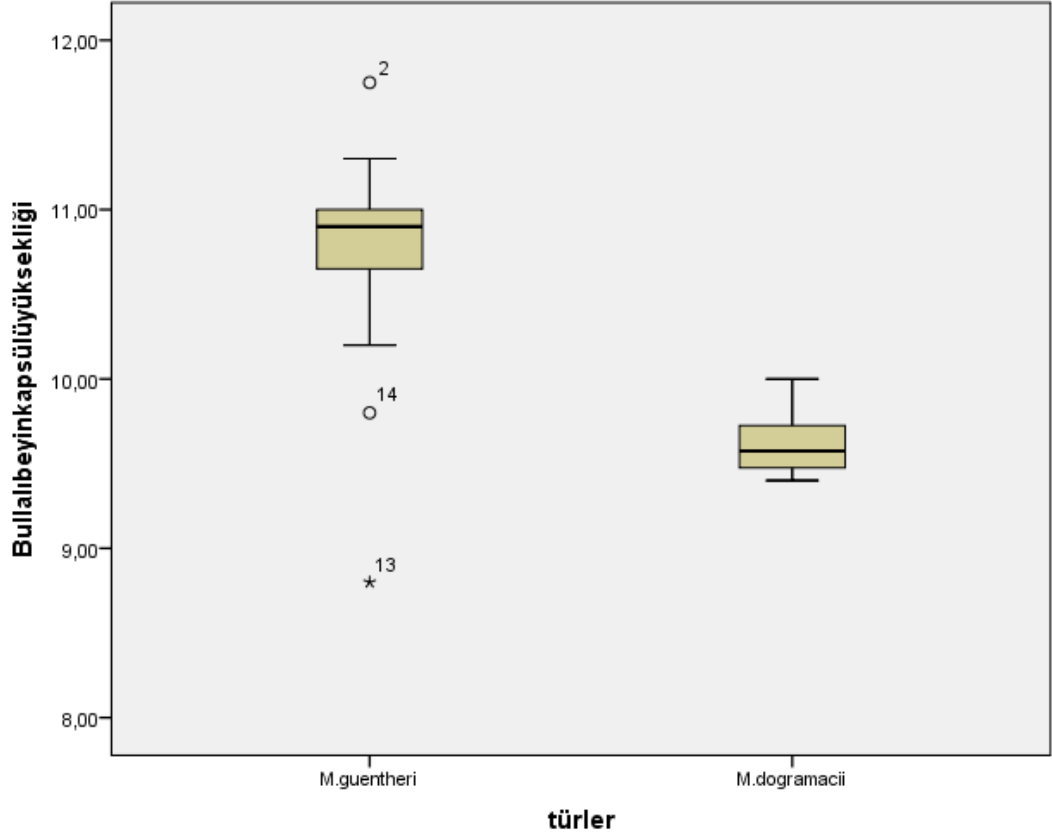
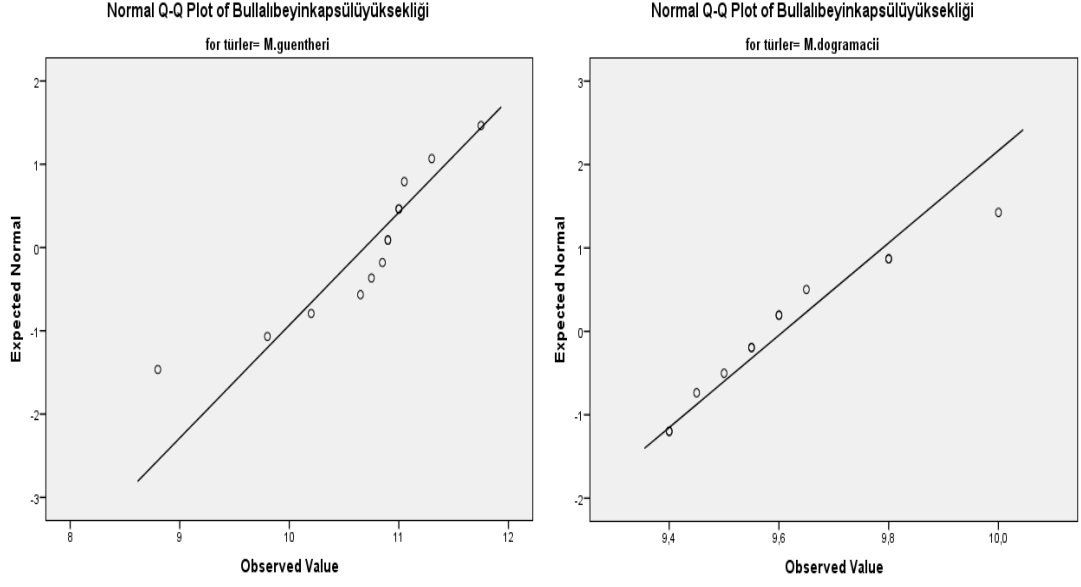
Şekil 3.10. Diastema Uzunluğu



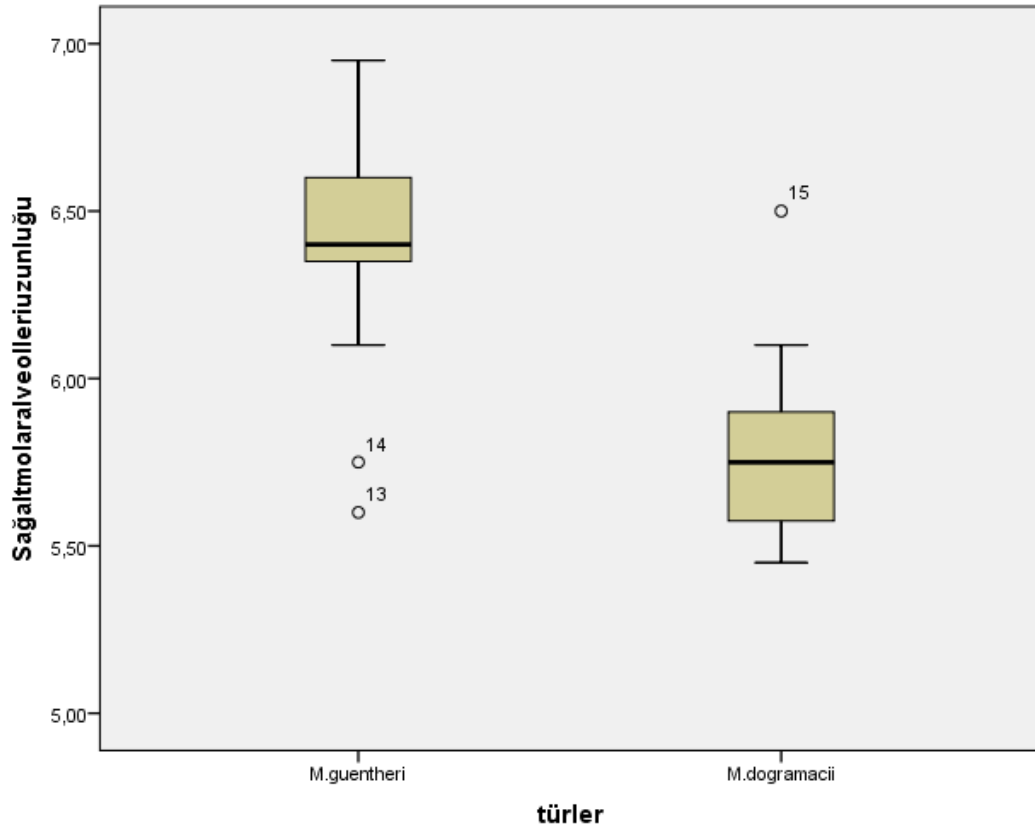
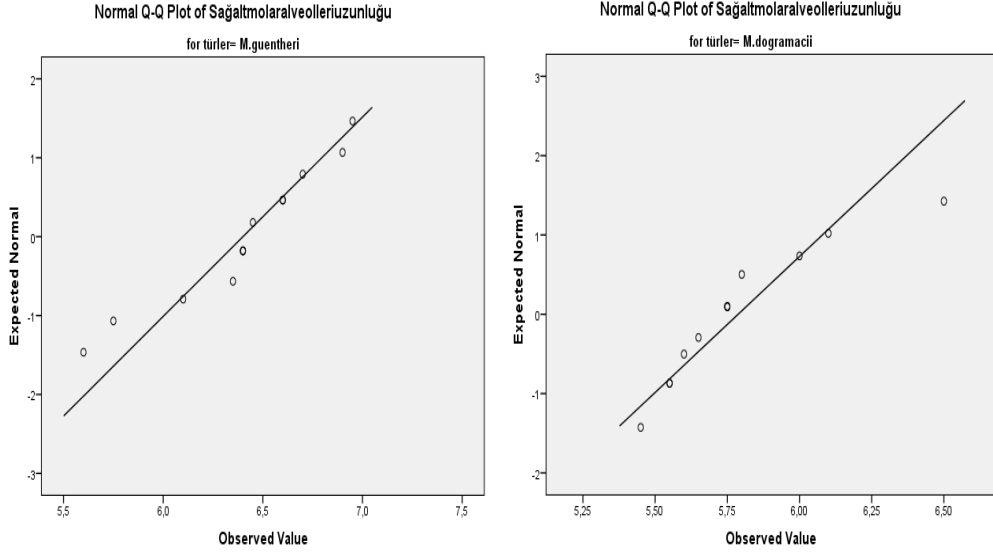
Şekil 3.11. Foramen İncisiva Uzunluğu



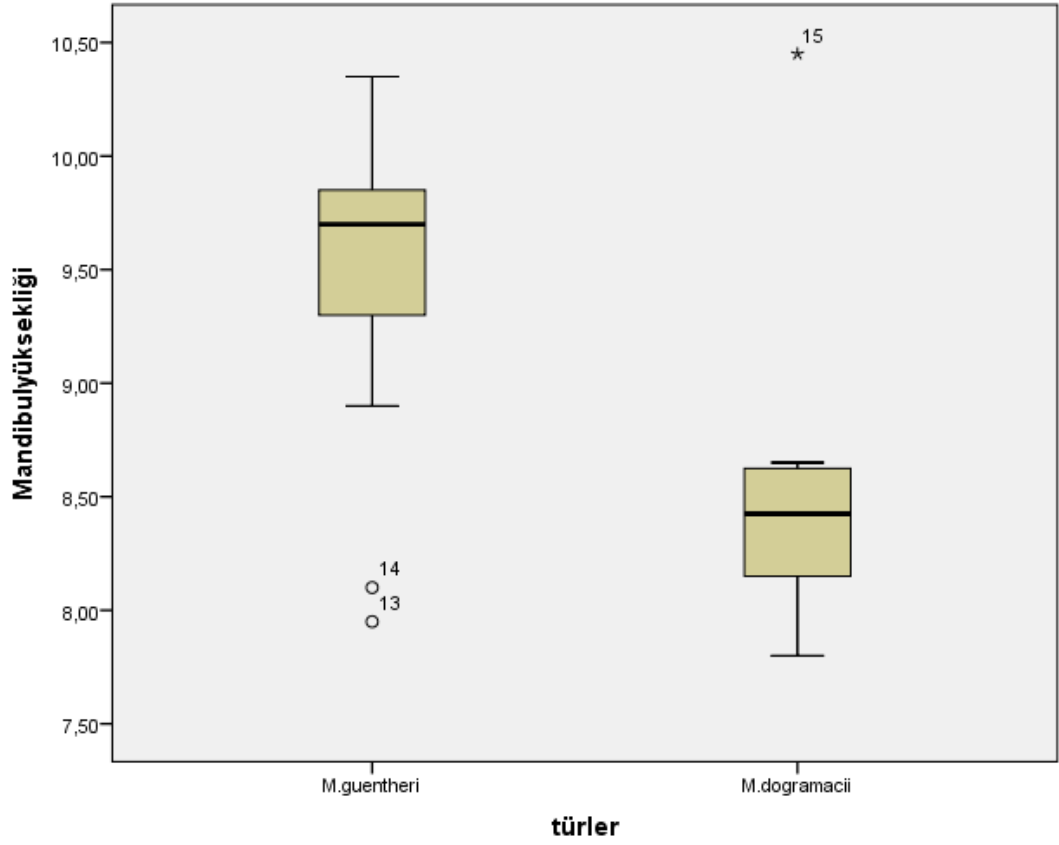
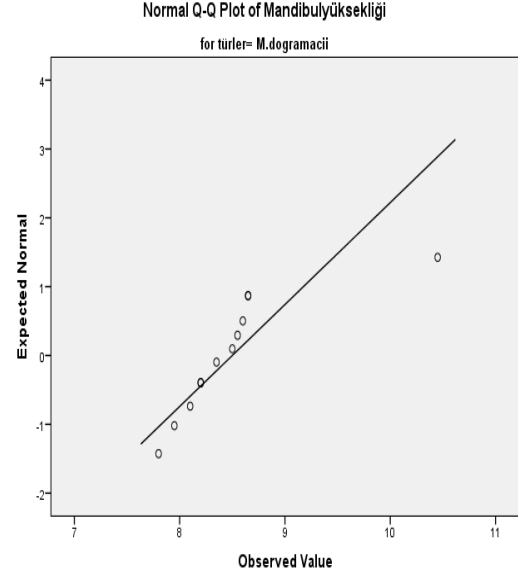
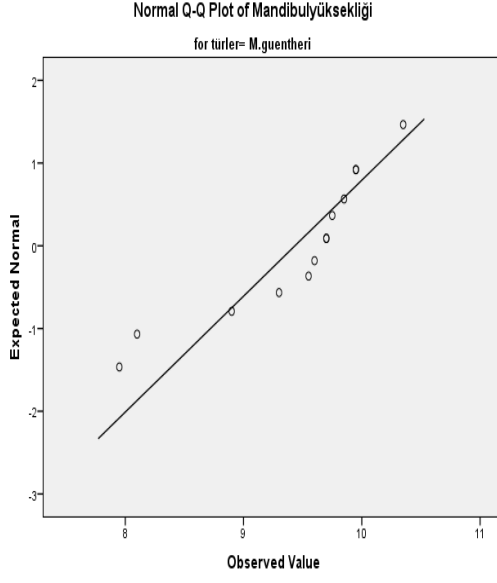
Şekil 3.12. Sağ Üstmalar Alveolleri Uzunluğu



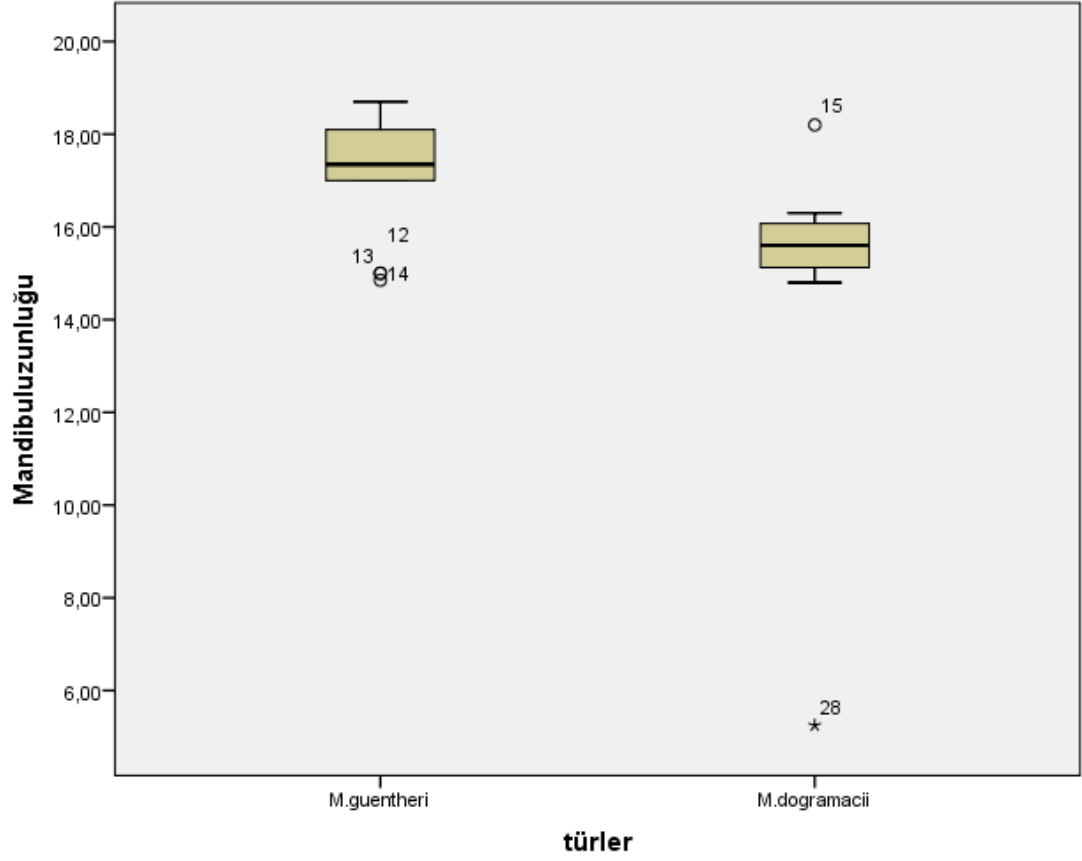
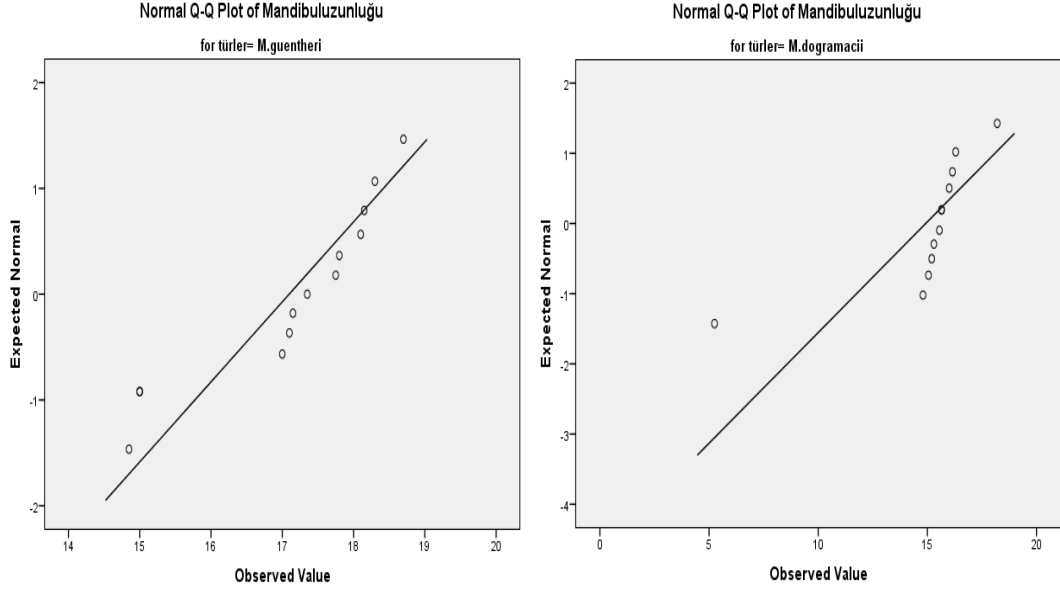
Şekil 3.13. Bullalı Beyin Kapsülü Yüksekliği



Şekil 3.14. Sağ Altmolar Alveolleri Uzunluğu



Şekil 3.15. Mandibul Yüksekliği



Şekil 3.16. Mandibul Uzunluğu



Şekil 3.17. *Microtus dogramacii* örneklerinin dorsalden görünüşü



Şekil 3.18. *Microtus dogramacii* örneklerinin ventralden görünüşü



Şekil 3.19. *Microtus dogramacii* örneklerinin lateralden görünüşü



Şekil 3.20. *Microtus guentheri* örneklerinin ventralden görünüşü



Şekil 3.21. *Microtus guentheri* örneklerinin dorsalden görünüşü



Şekil 3.22. *Microtus guentheri* örneklerinin lateralden görünüşü

3.6. Karyolojik Bulgular

Tip yerinden toplanan *Microtus dogramacii* örneklerin hepsinde yapılan çalışmalar sonucunda kromozom sayısı $2n=48$ ve *Microtus guentheri* örneklerinin hepsinde kromozom sayısı $2n=54$ olarak tespit edilmiştir.

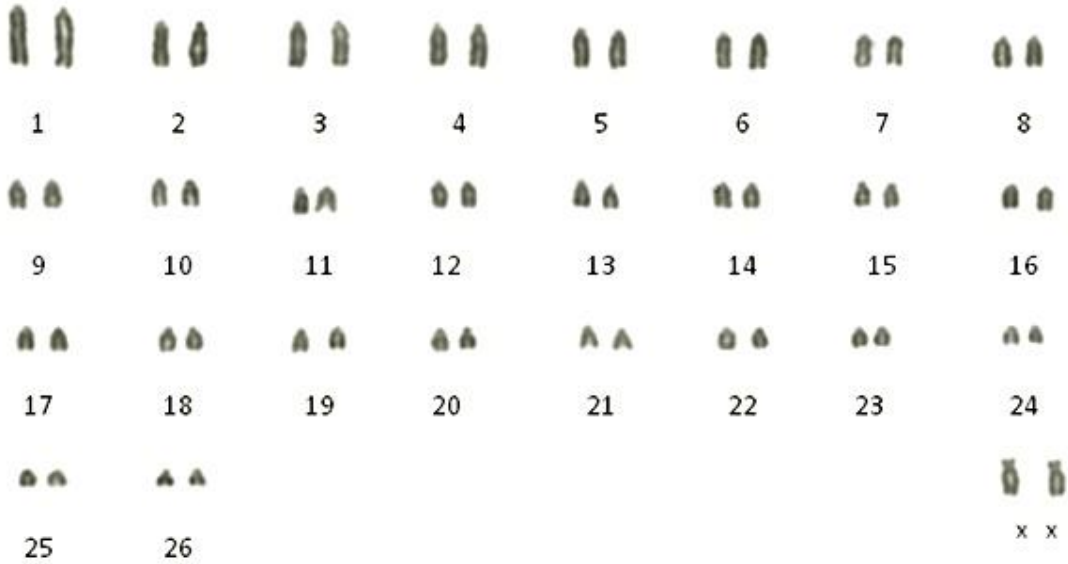
3.6.1. Direk boyama bulguları

M. guentheri: $2n=54$, $NFa=52$, $NF=56$, $X=SM$, $Y=A$

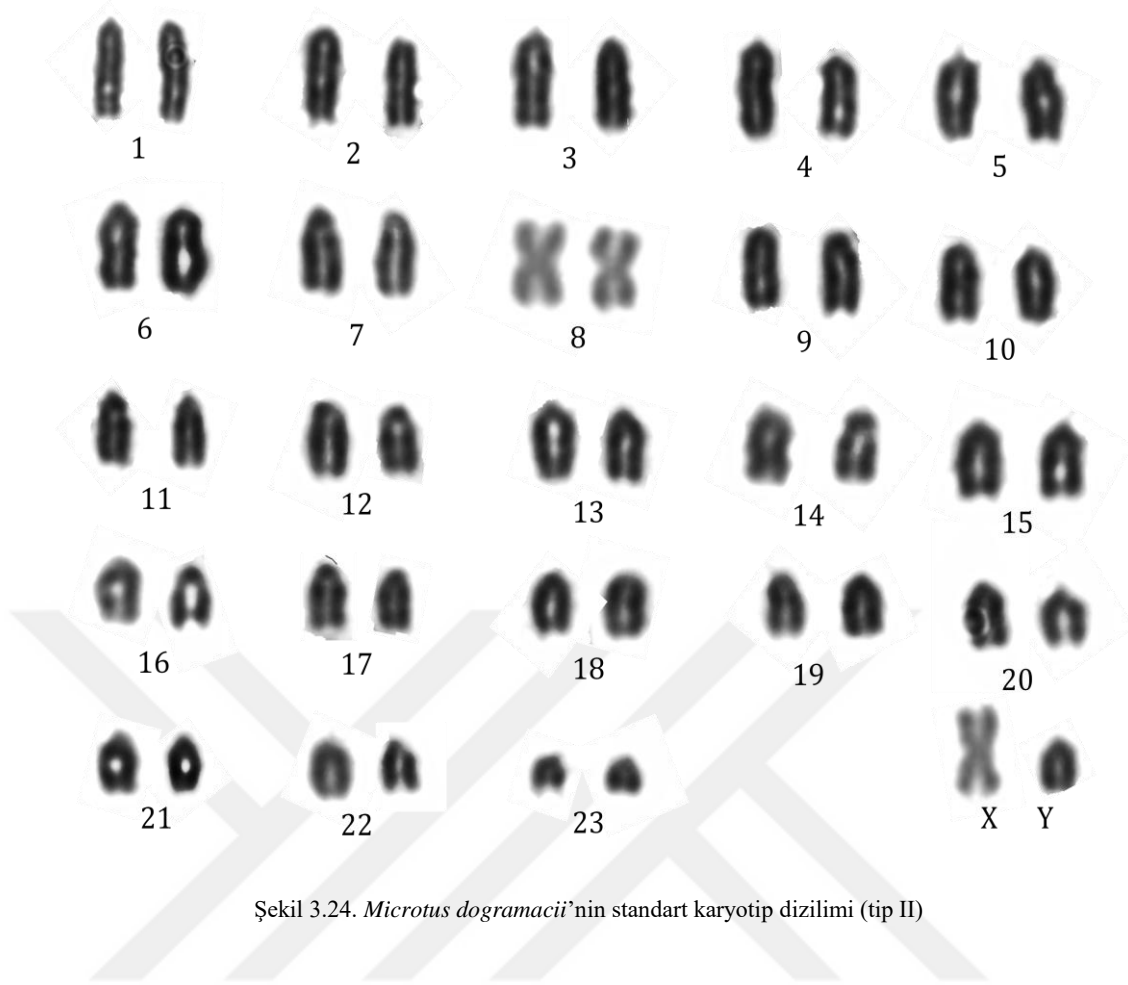
Otozomların çoğu akrosentriktir; kısa kollar çeşitli derecelerde ve belirgindir. X kromozomu daima büyüktür ve belirgin kısa kollara sahiptir. Y kromozomu ise daima en küçük ve genellikle belirgin bir şekilde kısa kollara sahiptir.

M. dogramacii: $2n=48$, $NFa=48$, $NF=51$, $X=M$, $Y=A$

Tip I formundaki otozomların hepsi akrosentriktir. Tip II formunda otozomların bir çifti metasentrik olup, diğer otozom çiftlerinin hepsi akrosentriktir. X kromozomu büyük ve metasentriktir. Y kromozomu genellikle submetasentriktir fakat bazı bireylerde akrosentrik olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.23. *Microtus guentheri* 'nin standart karyotipi

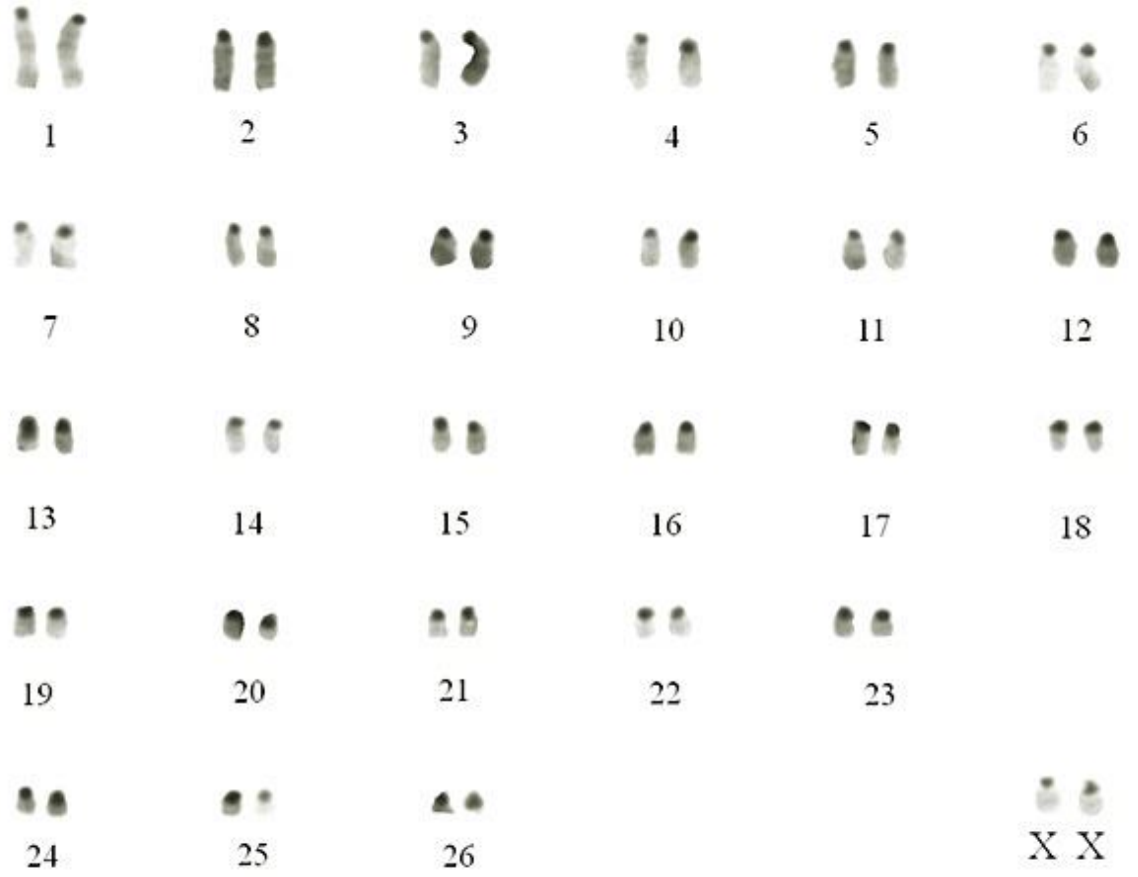


Şekil 3.24. *Microtus dogramacii*'nin standart karyotip dizilimi (tip II)

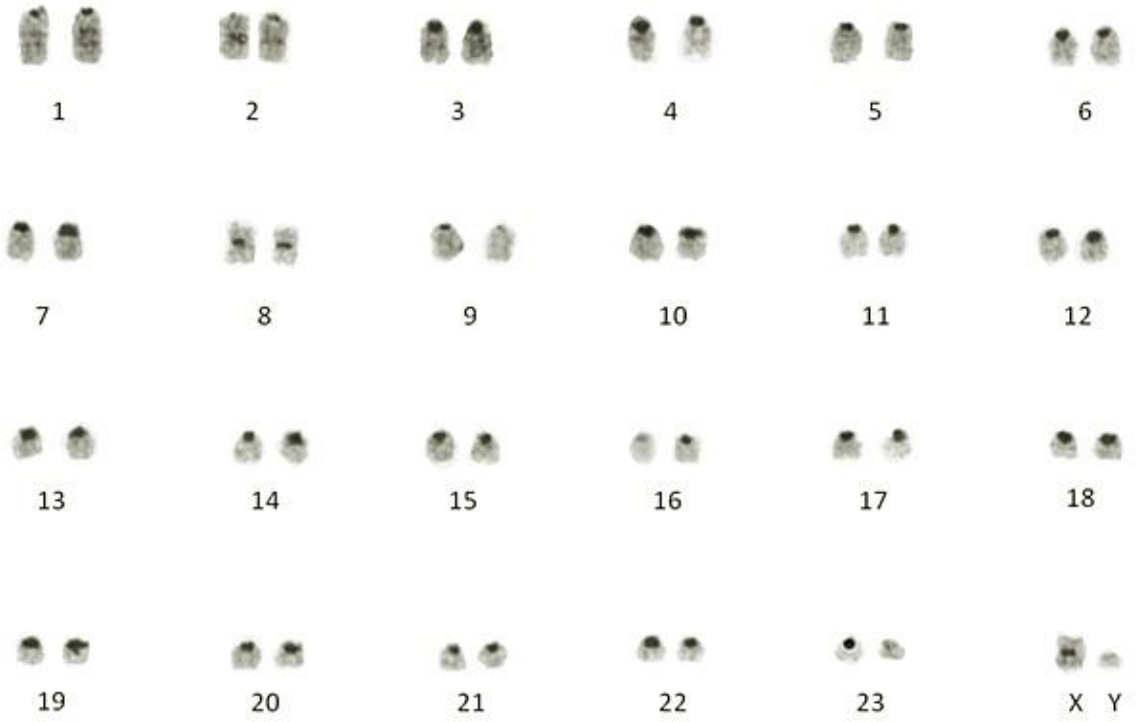
3.6.2. C-bant bulguları

M. guentheri: Tüm kromozomlarda belirgin koyu bantlar görülmüştür fakat C-pozitif olarak boyanmış (lekelenmiş) bölgeler popülasyonlar arasında çeşitlilik gösterir. Bu farklılık özellikle, en büyük ikinci kromozomda ve X kromozomundadır.

M. dogramacii: Tüm kromozomlarda büyük ve koyu bantlar görülmüştür. X kromozomunda sentromerik bölge koyu olarak görülmüştür.



Şekil 3.25. *Microtus guentheri*'ye ait C bant dizilimi

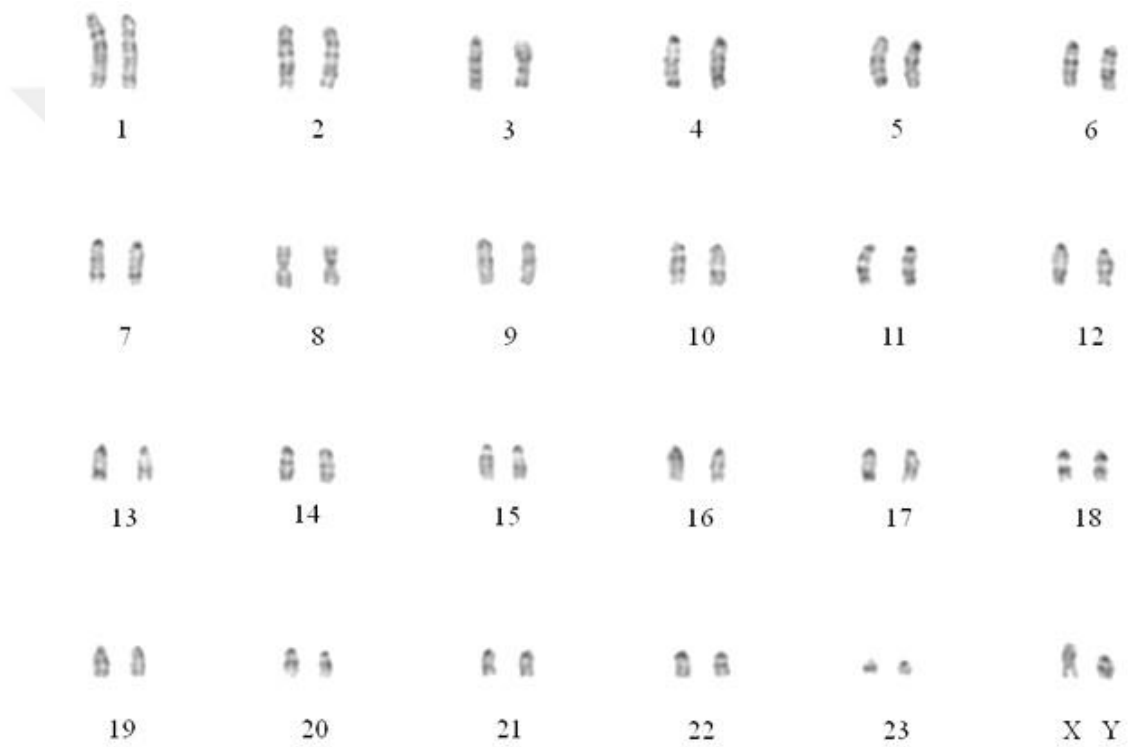


Şekil 3.26. *Microtus dogramacii*' ye ait C bant dizilimi

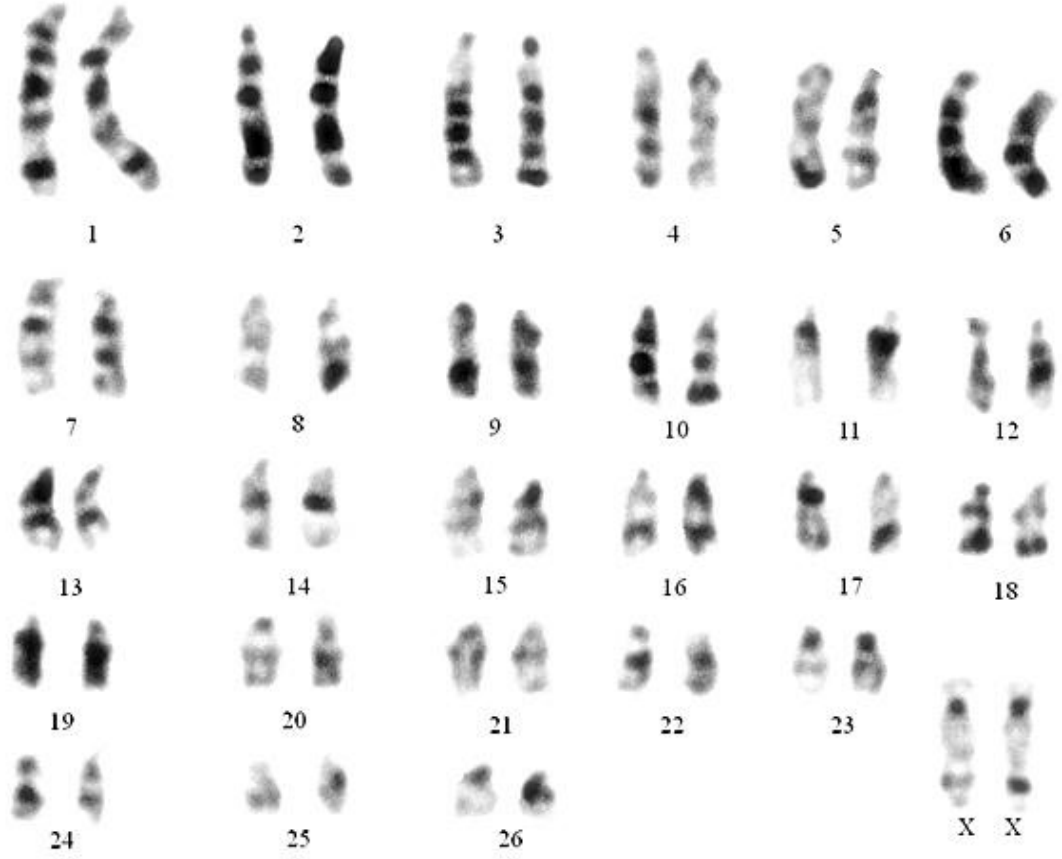
3.6.3. G bant bulguları

M. guentheri: G-bantlama modelinde, kromozomlardaki ardışık birleşmelerin, diploid sayısından kaynaklandığı düşünülmektedir.

M. dogramacii: Tip 1 karyotipinde bulunan 8 nolu otozom, ortadan kırılarak kendi etrafında dönüp, tekrar kırıldığı yere yapışmıştır. Gerçekleşen bu olaya “ perisentrik inversiyon” adı verilir. Bu olay sonucunda 8. otozom tip 2 karyotipindeki metasentrik otozomu oluşturmaktadır. Kromozom sayısı değişmese de otozomların kol sayısı (NFa) artmıştır.



Şekil 3.27. *Microtus dogramacii*'ye ait G bant dizilimi

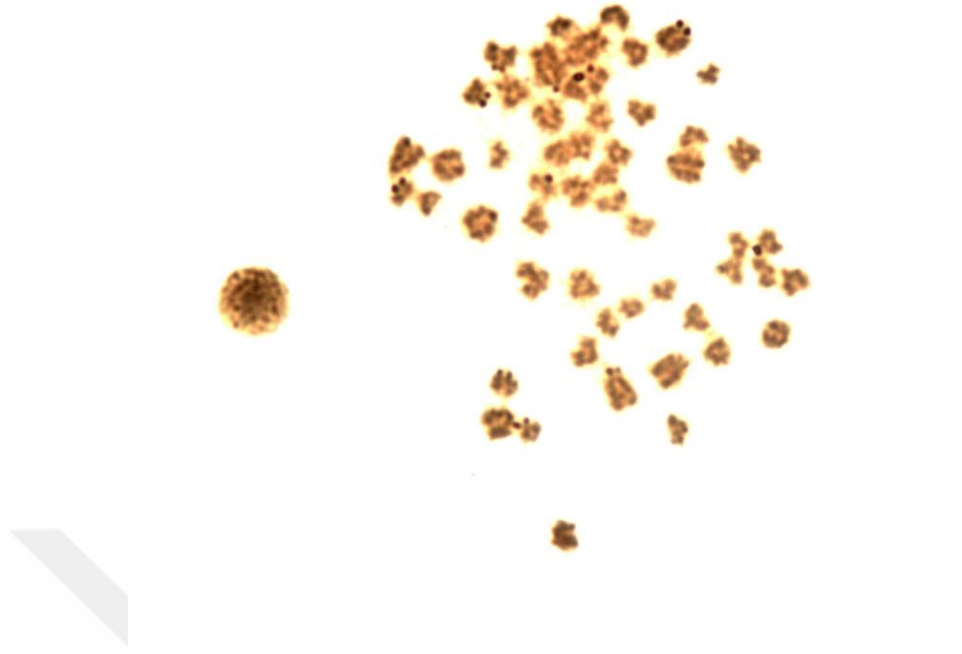


Şekil 3.28. *Microtus guentheri*'ye ait G bant dizilimi

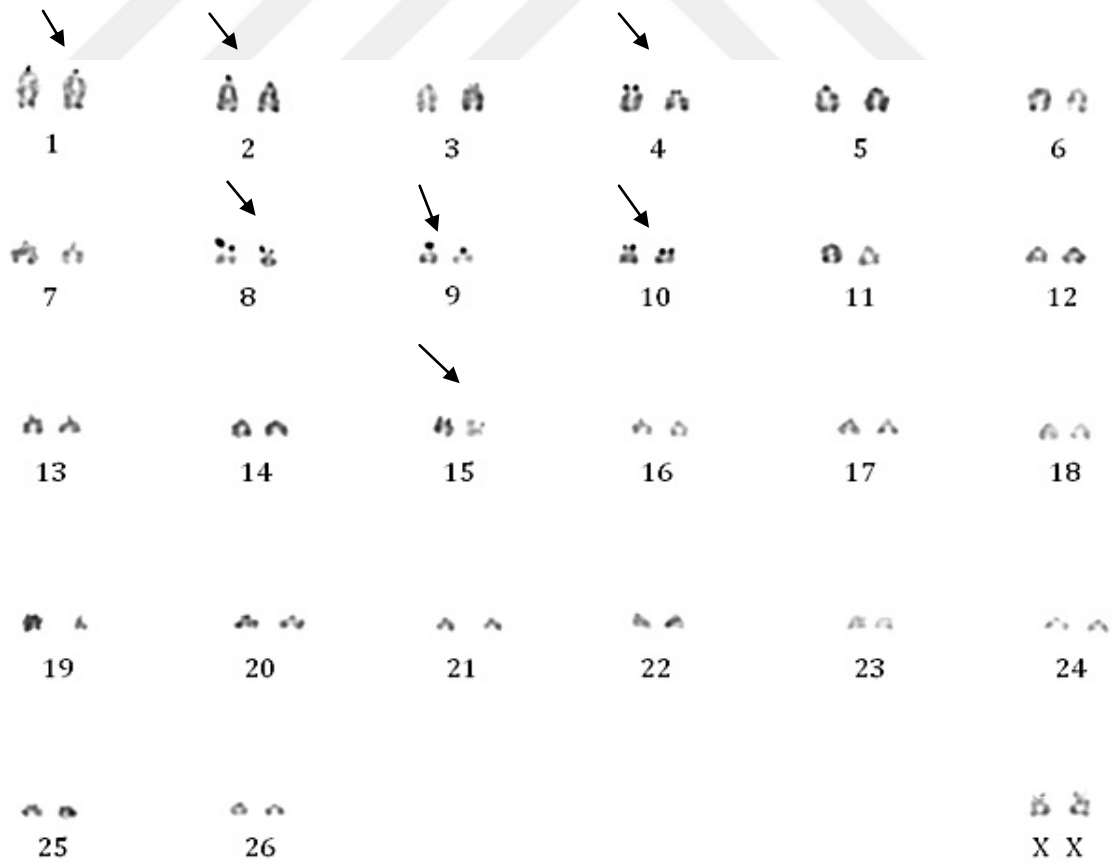
3.6.4. NOR bant bulguları

M. guentheri: Aktif NOR sayısı, otozom çiftlerinden; büyük, orta veya küçük olan akrosentrik kromozomlardan yedi tanesinde tanımlanmıştır.

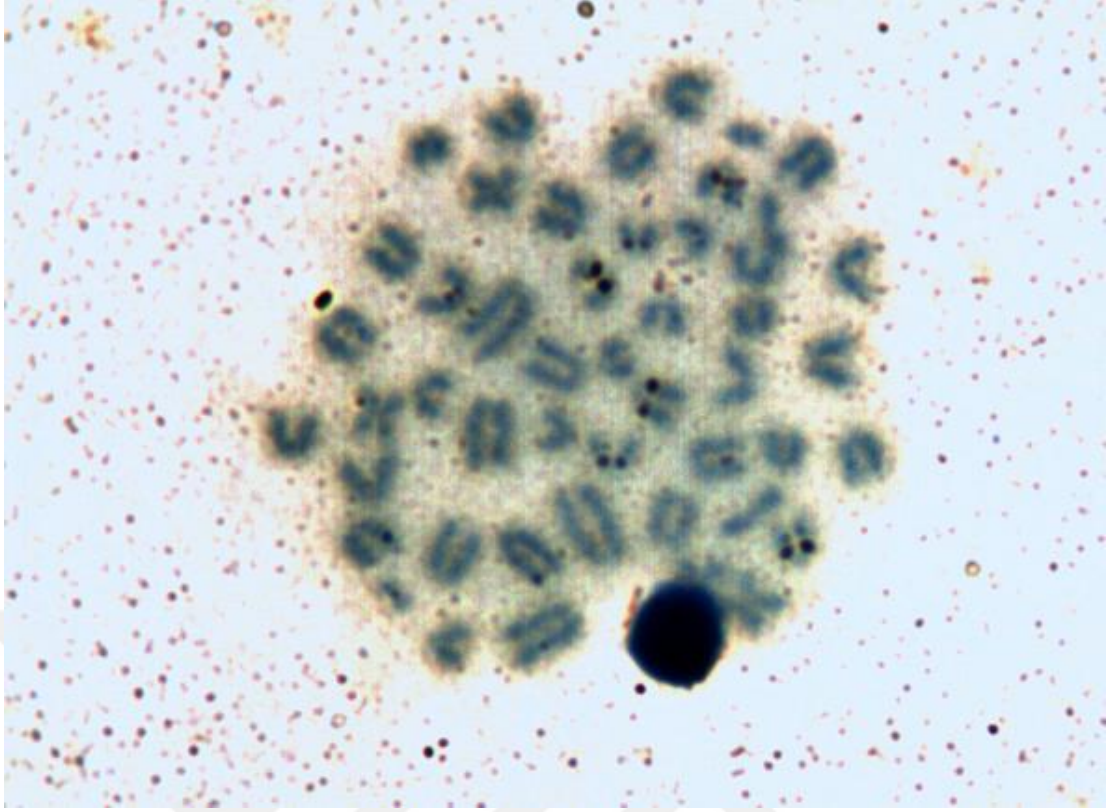
M. dogramacii: Aktif NOR sayısı, otozom çiftlerinin sentromerik bölgelerinde ve homomorfik olarak gözlenmiştir; büyük, orta veya küçük olmak üzere akrosentrik kromozom çiftlerinden dört tanesinde tanımlanmıştır.



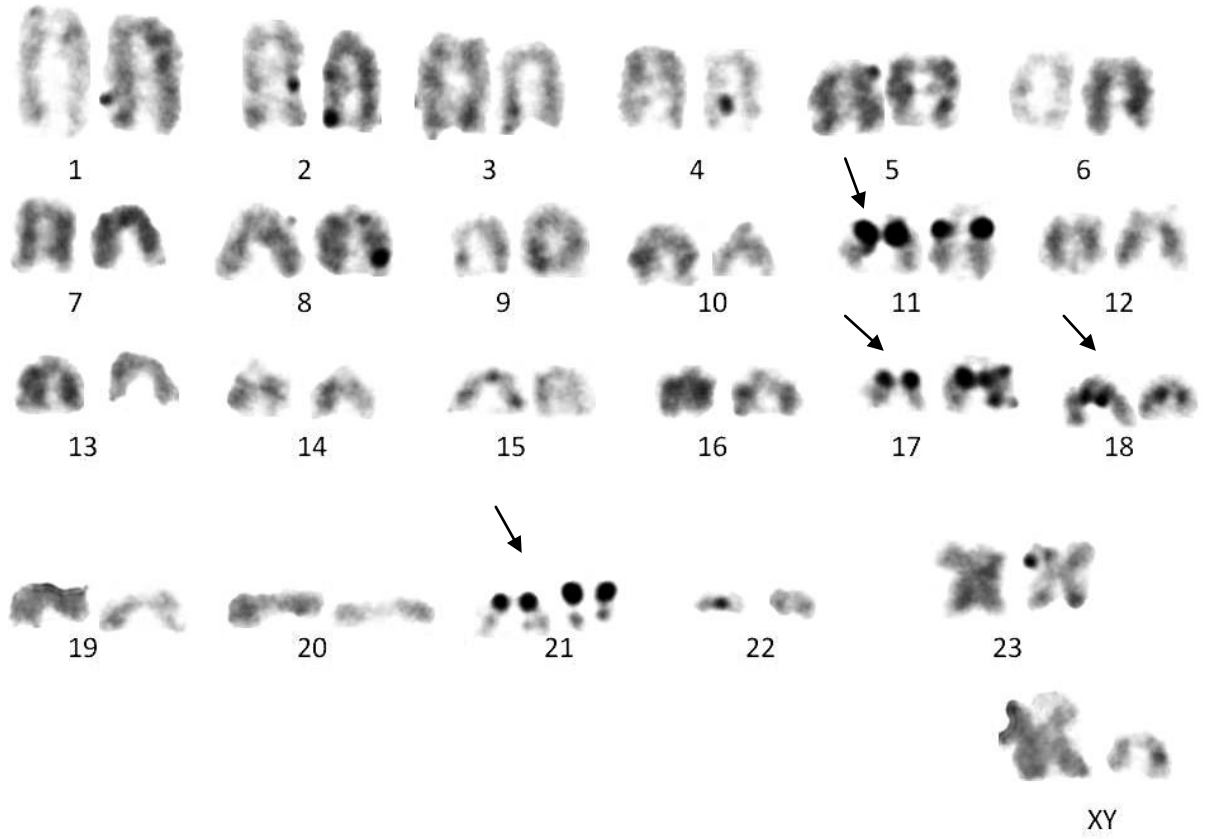
Şekil 3.29. *Microtus guentheri*' ye ait NOR boyama yapılmış bir metafaz plağı



Şekil 3.30. *Microtus guentheri*' ye ait NOR bant dizilimi



Şekil 3.31. *Microtus dogramacii*' ye ait NOR boyama yapılmış bir metafaz plağı

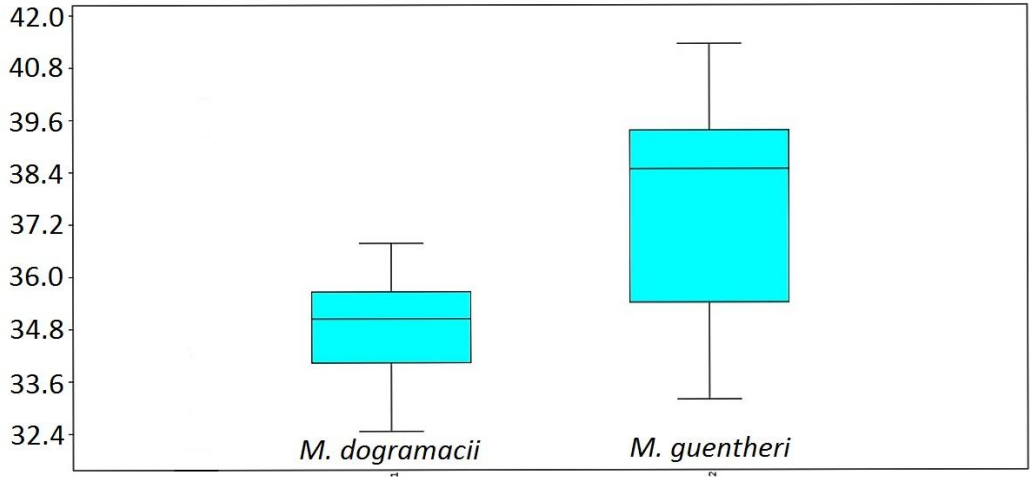


Şekil 3.32. *Microtus dogramacii*' ye ait NOR bant dizilimi

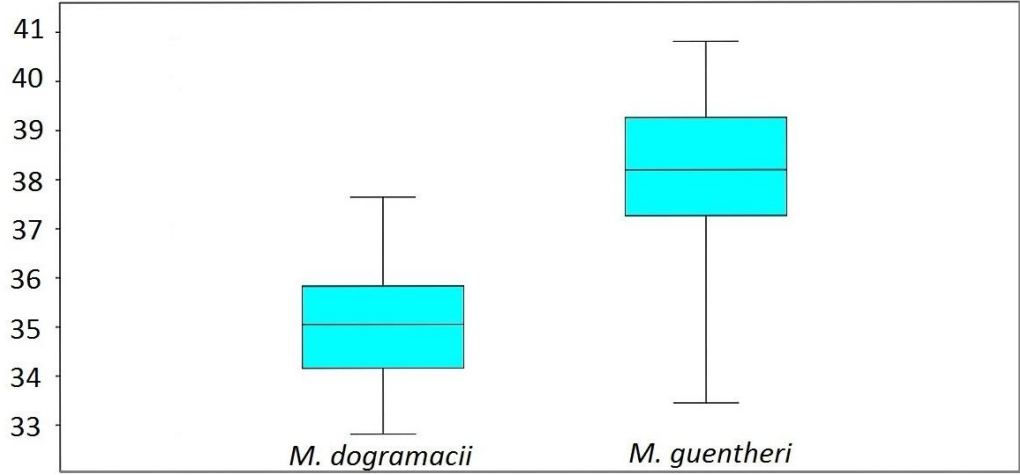
3.7. Geometrik Morfometrik Bulgular

Microtus dogramacii ve *Microtus guentheri* kafatasının dorsal ve ventral yönden 'centroid size' olarak birbirlerinden farklılık göstermektedirler (Dorsal için; ANOVA; F=33.11; df= 27.01; p= 6.47 x10⁻⁶: Ventral için ANOVA; F=28.89; df=25.3; p=1.36 x 10⁻⁵). Ortalama centroid büyüklük olarak *M. guentheri*'nin *M. dogramacii*'dan daha büyük bir kafatasına sahip olduğu belirlenmiştir.

Microtus türlerine ait kafatası kemiğinin ventral ve dorsal centroid büyüklüklerindeki (CS) farklılıklar, standart sapma, standart hata ve ortalama büyüklük grafiği; dorsal (Şekil 3.34), ventral (Şekil 3.35).



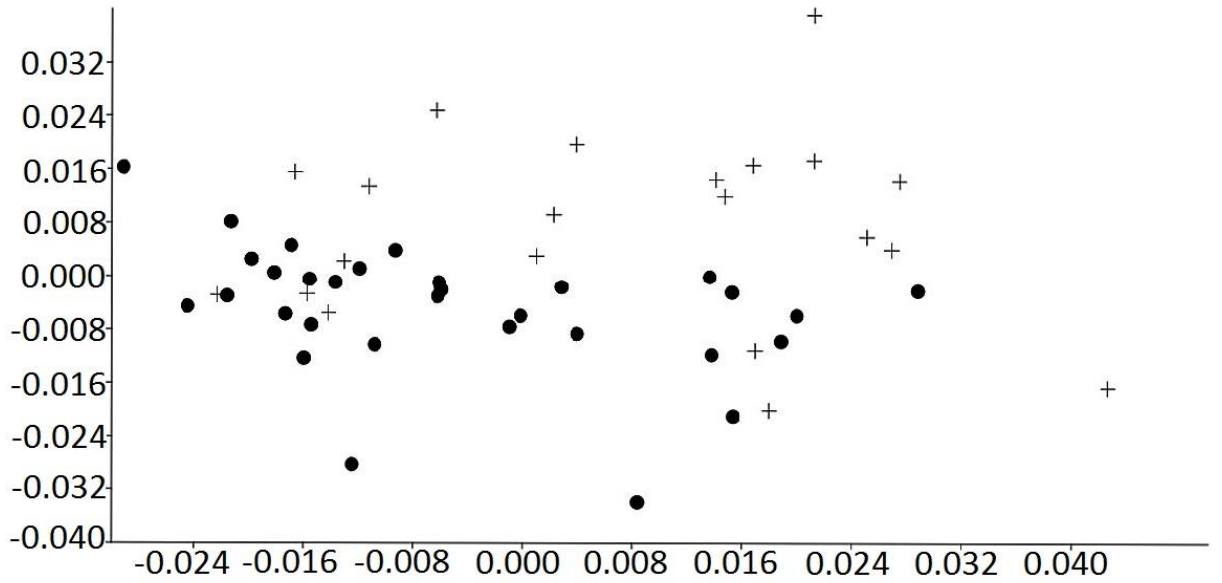
Şekil 3.34. *M. dogramacii* ve *M. guentheri* türlerinin dorsal centroid büyüklüklerindeki farklılıklar, standart sapma, standart hata ve ortalama büyüklük grafiği



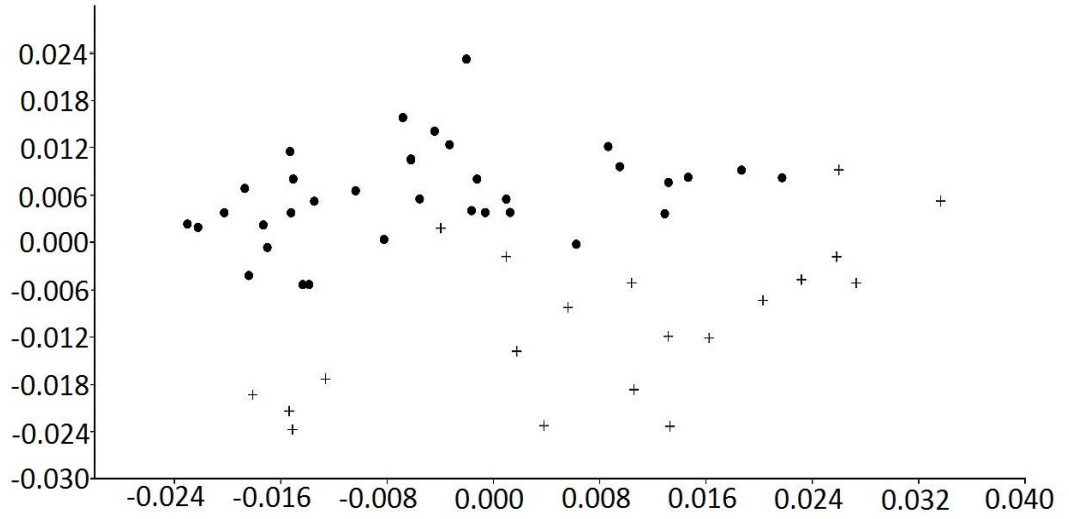
Şekil 3.35. *M. dogramacii* ve *M. guentheri* türlerinin ventral centroid büyüklüklerindeki farklılıklar, standart sapma, standart hata ve ortalama büyüklük grafiği

Geometrik morfometrik olarak analiz edilen *M. dogramacii* ve *M. guentheri* türleri kafatasının dorsal ve ventral açıdan şekilsel olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlendi. MANOVA testi sonuçlarına göre kafatasının dorsali için Wilks' lambda= 0.1133; $p=1.15 \times 10^{-5}$; Pillai trace= 0.8868 iken kafatasının ventrali için Wilks' lambda= 0.0762; $p= 0.0001$; Pillai trace= 0.9239 şeklindedir.

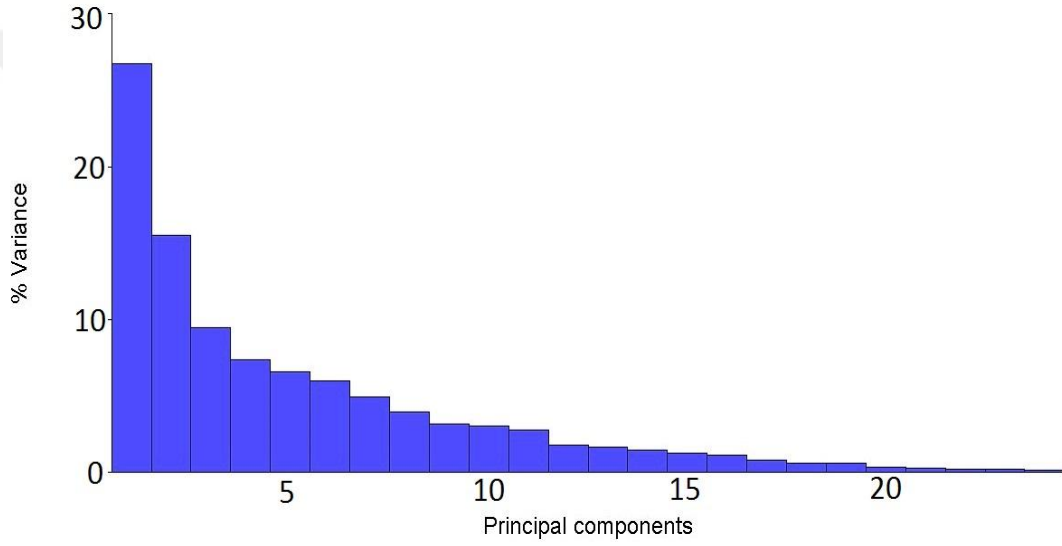
Principal Component analysis (PCA) da, kafatasının dorsali ve ventrali için ilk 10 PCA, toplam varyansın %80 ve %75.6 'ını açıklamaktadır (Şekil 3.36-3.39).



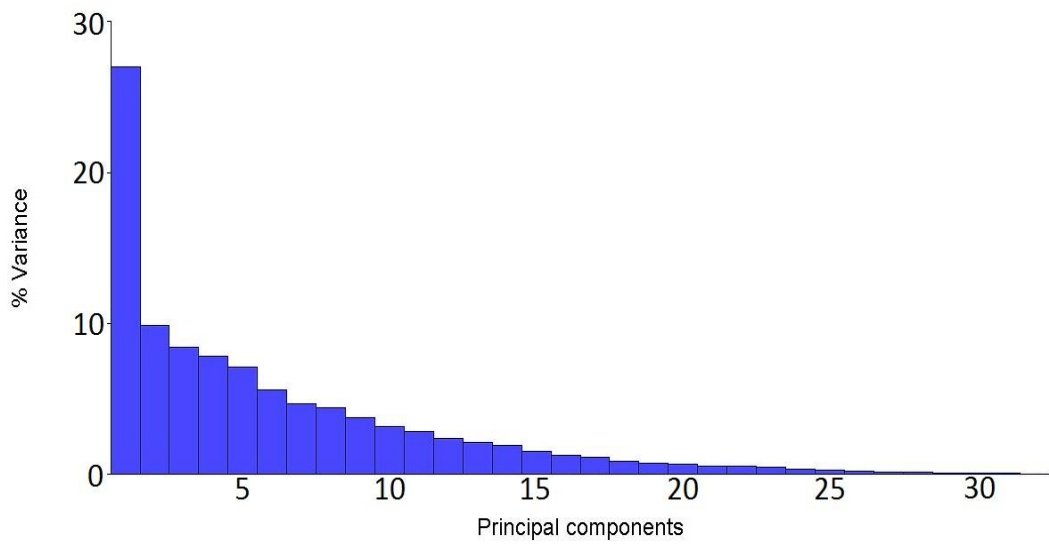
Şekil 3.36. PCA sonuçları dorsal



Şekil 3.37. PCA sonuçları ventral

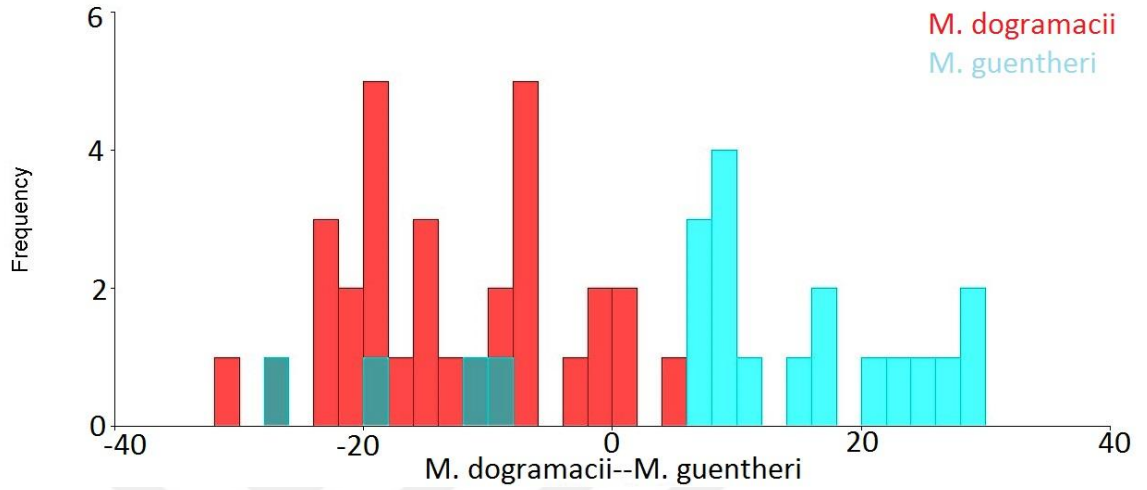


Şekil 3.38. Eigen value değeri dorsal

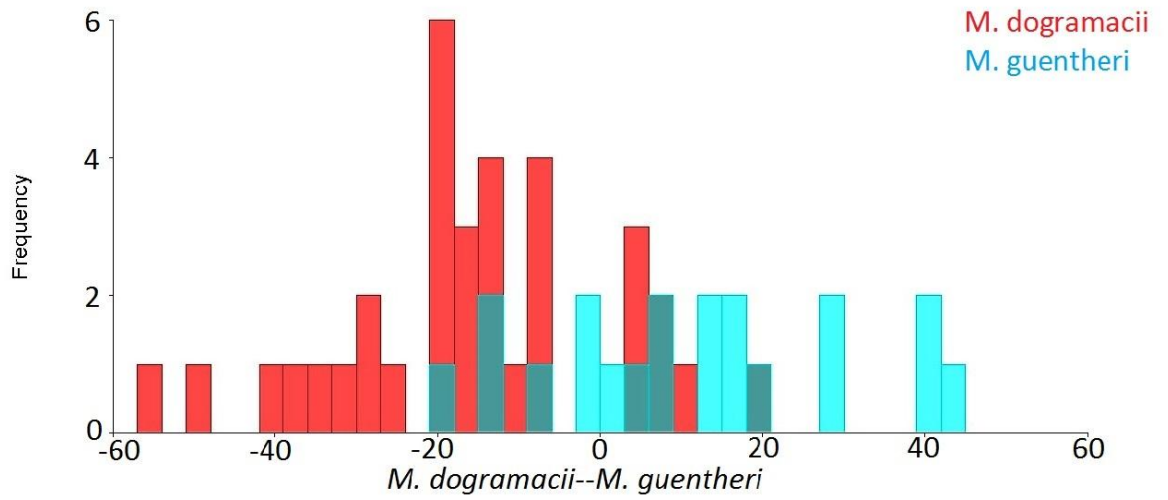


Şekil 3.39. Eigen value değeri ventral

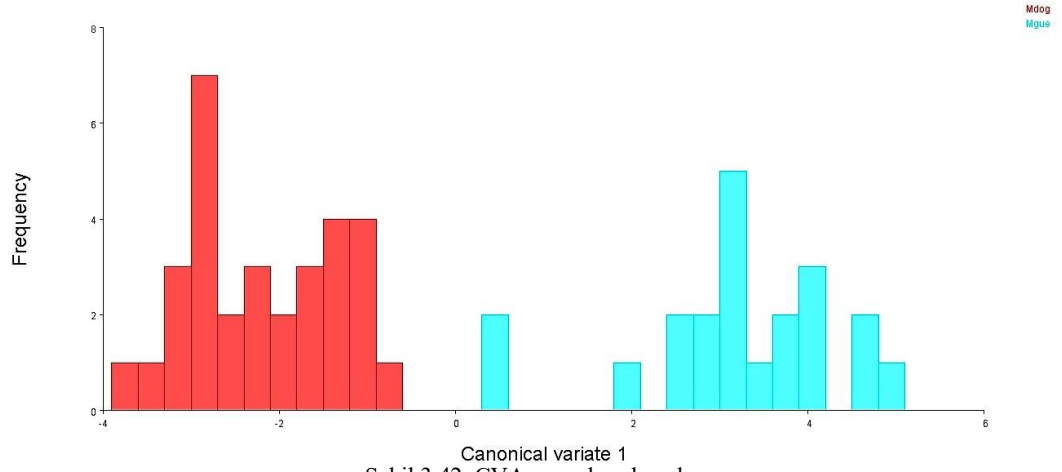
Kanonik varyans analizi kafatası şeklinin (ventral ve dorsal) gruplar arasında önemli farklılık olduğunu göstermektedir. Kafatasının dorsali ve ventrali için Canonic varyans analizi sonuçlarına göre *M. dogramacii* ve *M. guentheri* birbirlerinden ayrılabilir (Şekil 3.40-3.43).



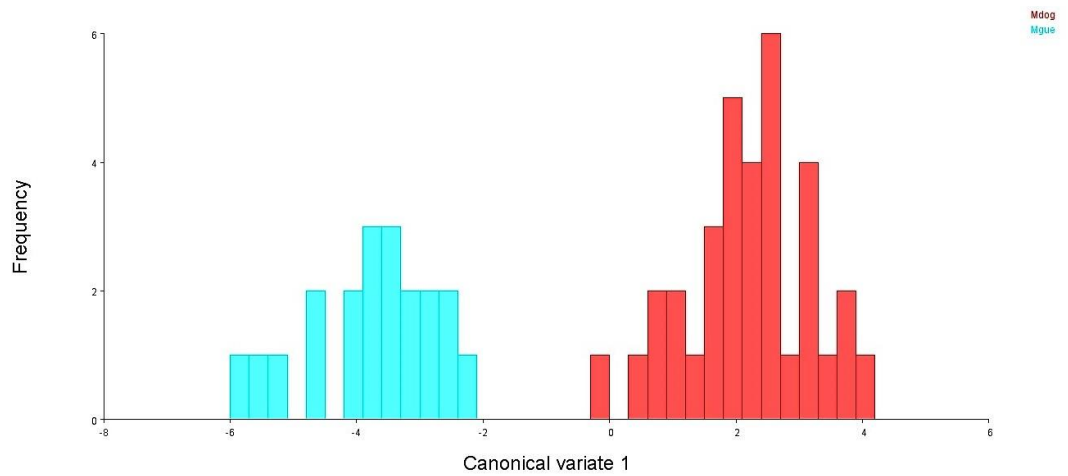
Şekil 3.40. Cros validation analizi dorsal



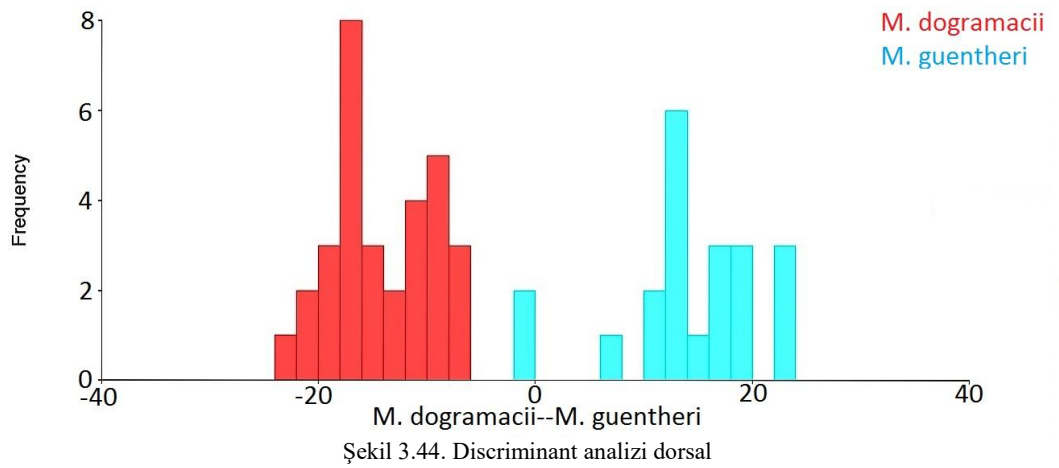
Şekil 3.41. Cros validation analizi ventral



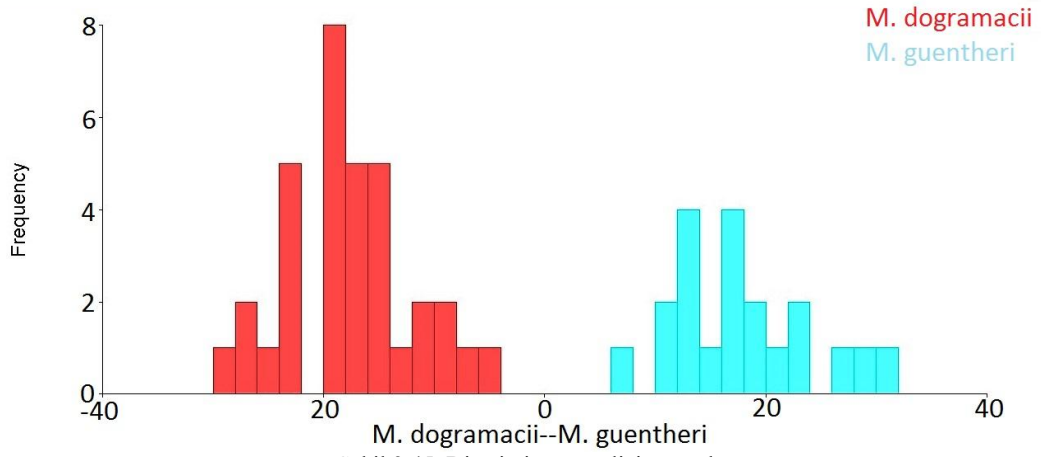
Şekil 3.42. CVA sonuçları dorsal



Şekil 3.43. CVA sonuçları ventral



Şekil 3.44. Discriminant analizi dorsal



Kafatasının dorsali ve ventrali için discriminant analizine göre doğru sınıflandırma (Şekil 3.44-345) oranının *M. dogramacii* ve *M. guentheri* için %100 şeklindedir.

Jackknifed sonuçları ise kafatasının dorsali için %86.54, Kafatasının ventrali için %83.33 şeklinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2., Çizelge 3.3)

Çizelge 3.2. Jackknifed dorsal

	<i>M. dogramacii</i>	<i>M. guentheri</i>	Toplam
<i>M. dogramacii</i>	29	2	31
<i>M. guentheri</i>	5	16	21
Toplam	34	18	52

Çizelge 3.3. Jackknifed ventral

	<i>M. dogramacii</i>	<i>M. guentheri</i>	Toplam
<i>M. dogramacii</i>	30	4	34
<i>M. guentheri</i>	5	15	20
Toplam	35	19	54

Discriminant analizine göre ise doğru sınıflandırma sonuçları şu şekildedir;

Çizelge 3.4. Doğru sınıflandırma sonuçları dorsal

	<i>M. dogramacii</i>	<i>M. guentheri</i>	Toplam
<i>M. dogramacii</i>	31	0	31
<i>M. guentheri</i>	0	21	21
Toplam	31	21	52

Çizelge 3.5. Doğru sınıflandırma sonuçları ventral

	<i>M. dogramacii</i>	<i>M. guentheri</i>	Toplam
<i>M. dogramacii</i>	34	0	34
<i>M. guentheri</i>	0	20	20
Toplam	34	20	54

4. KARŞILAŞTIRMA VE TARTIŞMA

Microtus dogramacii ve *Microtus guentheri* örnekleri birbirleriyle karşılaştırıldığında; habitat özellikleri benzer olmasına karşılık, *Microtus dogramacii* örneklerinin daha kurak habitatları tercih ettiği belirlenmiştir. *M. dogramacii* kulaklarının dış kısımlarından başlayan ve başın ortalarına kadar uzanan sarımsı renkteki kılların oluşturduğu pek belirgin olmayan bir kavis bulunması ve kuyruk renklenmesinin vücudun alt ve üst tarafı ile aynı olması *Microtus guentheri* örnekleri ile farklılığını ortaya koymaktadır. *Microtus dogramacii* türü *Microtus* cinsi içerisindeki en kısa kuyruklu tür olması nedeniyle *Microtus guentheri* örneklerinden farklılık gösterir (Çizelge 3.1. Şekil 3.17-3.22). *Microtus dogramacii* ve *Microtus guentheri* örneklerinin iç ölçü özelliklerinin karşılaştırılmasından da görülebileceği gibi; mandibul yüksekliği, mandibul uzunluğu, bullalı beyin kapsülü yüksekliği, diastema uzunluğu ve yüz bölgesi uzunluğu, ölçü özellikleri bakımından aralarında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur (Şekil 3.1-3.16).

Microtus dogramacii ve *Microtus guentheri* örneklerinin karyolojik karşılaştırılmasında ise büyük farklılıklar tespit edilmiştir. *Microtus dogramacii* örneklerinde $2n=48$ iken *Microtus guentheri* örneklerinde $2n=54$ dir ve bu özelliği ile iki tür belirgin bir fark içermektedir. Bunun yanı sıra, *M. guentheri*'de, $2n=54$, $NFa=52-54$, $NF=56-58$, X kromozomu submetasentrikten akrosentriğe kadar değişkenlik gösterirken, Y kromozomu küçük akrosentriktir (Şekil 3.23). *Microtus dogramacii*'da ise $2n=48$, $NFa=46-48-50$, $NF=50-52-54$, X kromozomu metasentrik, Y kromozomu ise submetasentrik veya akrosentriktir (şekil 3.24). İki tür bu karyotipik özellikleri bakımından büyük farklılıklar göstermektedir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar Şekeroğlu vd. (2011) ve Zima vd. (2013) ile uyum içerisinde.

C band özellikleri türler arasında belirgin bir farka işaret etmezken (şekil 3.25-3.26), G- band özellikleri bakımından *Microtus dogramacii* örneklerinde gözlenen perisentrik inversiyon bu iki tür arasında önemli bir farklılığa işaret etmektedir. *Microtus dogramacii* örneklerinde gözlenen ve kromozom kol sayısının değişmesine neden olan perisentrik inversiyon türün en önemli farklılıklarında biri olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.27-3.28).

Microtus dogramacii ve *Microtus guentheri* örneklerinin NOR bandlarında görülen farklılıklar ise, *M. guentheri*'de aktif NOR sayısı, otozom çiftlerinden; büyük,

orta veya küçük olan akrosentrik kromozomlardan yedi tanesinde tanımlanırken, *M. dogramacii* örneklerinde, aktif NOR sayısı, otozom çiftlerinin sentromerik bölgelerinde ve homomorfik olarak gözlenmiştir; büyük, orta veya küçük olmak üzere akrosentrik kromozom çiftlerinden dört tanesinde tanımlanmıştır. Bu özellikler göz önüne alındığında karşılaştırılan iki tür arasında NOR band özellikleri bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Şekil 3.30-3.32).

Morfolojik olarak *Microtus* türleri aralarında oldukça fazla varyasyon gösterdikleri için, *Microtus* türlerine ait kafatası ve dental morfolojik karakterler, türler arasında kesin ayrımı belirlemede yetersiz kalabilmektedir (Jarola vd. 2004). Geometrik morfometrik analiz yöntemi sonucunda kafatasının büyüklük varyasyonu analizine göre, ortalama değerler olarak *M. guentheri*, *M. dogramacii*' ya göre daha büyük bir kafatasına sahiptir. Bu sonuçlar daha önce yapılan klasik lineer ölçüm (non-geometrik) sonuçları ile uyum içerisindedir (Kefelioğlu ve Krystufek 1999; Krystufek ve Vohralik 2005). Son 15 yılda canlıların taksonomik durumlarını ortaya koymak için tür içi ve türler arası şekilsel varyasyonu açıklamada geleneksel morfometrik analizlerin yerini geometrik morfometrik analizler almaya başlamıştır (Shipunov ve Bateman, 2005). Özellikle memelilerde kafatası kemiği taksonomik birçok karaktere sahip olduğu için taksonomik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Loy vd, 2001; Roohollah Siahsharvie vd, 2008; Burgio vd, 2009; Fahlke ve Oliver, 2015). Bu çalışma ile *Microtus guentheri* ve *Microtus dogramacii* türleri üzerinde ilk defa Geometrik morfometrik analiz yöntemi ile şekilsel olarak karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu çalışma, karyolojik olarak farklılık gösterdiği kadar geometrik morfometrik analizler ile de *M. guentheri* ve *M. dogramacii* türlerinin kafatasının dorsali ve ventrali açısından şekilsel varyasyon ile ayrılabildiklerini göstermektedir (Şekil 3.40- 3.43).

Kefelioğlu ve Krystufek (1999), Jaarola ve arkadaşları (2004)'na göre Boyalı Köyü, Suluova, Amasya; Cihanbeyli, Konya ve Ortaköy, Aksaray'daki *Microtus dogramacii* örnekleri için condylobasal uzunluk 26.87 iken bizim çalışmamızda 26.36 mm'dir. Aynı şekilde zygomatik genişlik 15.31 iken bizde 14.93; üst molar alveolleri uzunluğu 6.29'a 6.11; baş ve beden uzunluğu 108.2'ye 128.5; kuyruk uzunluğu 22.6'ya 24.93; arka ayak uzunluğu 18.7'ye 19.12; kulak uzunluğu 9.9'a 9.87 mm'dir. *M. dogramacii* için ağırlık 26.9 gram verilirken, bizim çalışmamızda bulduğumuz ortalama değer 23.5 gr'dır. Bu değerler, bu çalışmada incelenen

örneklerin iç ve dış ölçü özellikleri bakımından incelendiğinde aralarında belirgin farklılıkların olmadığı tespit edilmiştir.

M. dogramacii türünün karyotipleri Kefelioğlu ve Krystufek tarafından 1999 yılında tanımlanmıştır. G bantlama çalışmaları ve çaprazlanan bireylerin standart karyotipleri 2010 yılında Lemskaya ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda, en düşük otozomal kol sayısı (NFa= 46) Konya popülasyonunda bulunmuş iken, Amasya popülasyonunda bu durum polimorfiktir (NFa=46, 48, 50). Konya'dan toplanan örneklerde Y kromozomu submetasentriktir. Bu çalışmada incelenen Amasya örneklerinde Y kromozomu hem submetasentrik hem de akrosentrik olarak kaydedilmiştir.

M. dogramacii örneklerinin Amasya'nın Boyalı köyünden toplanan 74 bireyin G-C ve NOR bantlama çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekeroğlu vd, 2011a). Bununla beraber G ve C bantları 2012 yılında Albayrak ve arkadaşları tarafından da ortaya konulmuştur. Bu çalışmada incelenen *M. dogramacii* örneklerinin karyotipik özellikleri ile araştırmacıların verdiği karyotipik özellikler bakımından bir fark görülemez.

Krystufek ve Vohralik (2005)'e göre Batı Anadolu *Microtus guentheri* örnekleri için condylobasal uzunluk 28.2; merkez ve Kuzey Anadolu' da 29.3; Güney Anadolu' da 29.2; Doğu Anadolu' da 28.2 ve bizim çalışmamızda 27.8 mm'dir. Yine aynı şekilde Batı Anadolu'da zygomatik genişlik 16.4; Kuzey Anadolu'da 17.2; Güney Anadolu'da 17.0; Doğu Anadolu'da 16.2 iken bizim bulduğumuz değer 16,47 mm'dir. Batı Anadolu'da üst molar alveollerinin uzunluğu 7.22; Kuzey Anadolu'da 7.14; Güney Anadolu'da 7.05; Doğu Anadolu'da 6.69 iken bizde 6,66 mm'dir. Batı Anadolu'da baş ve beden uzunluğu 116.0; Kuzey Anadolu'da 122.6; Güney Anadolu'da 122.7; Doğu Anadolu'da 120.0 iken bizim bulduğumuz değer 153,75 mm'dir. Batı Anadolu'da kuyruk uzunluğu 26.4; Kuzey Anadolu'da 28.0; Güney Anadolu'da 28.0; Doğu Anadolu'da 27,3 iken bizim bulduğumuz değer 28.68 mm'dir. Batı Anadolu'da arka ayak uzunluğu 18.2; Kuzey Anadolu'da 19.5; Güney Anadolu'da 19.3; Doğu Anadolu'da 27,3 iken bizim çalışmamızdaki değer 211.06 mm'dir. Batı Anadolu'da kulak uzunluğu 11.9; Kuzey Anadolu'da 11.5; Güney Anadolu'da 13.2; Doğu Anadolu'da 11.8 olup, bizim çalışmamızda 12.37 mm'dir. Batı Anadolu'da *M. guentheri* örnekleri için ağırlık 44.5; Kuzey Anadolu'da 41.3; Güney Anadolu'da 60.0; Doğu Anadolu'da 37.2 iken

bizim bulduğumuz değer 42.71 gr'dır. Bu ölçü özellikleri bakımından incelenen örnekler arasında önemli bir fark yoktur.

M. guentheri türünün Trakya'daki popülasyonun standart karyotipleri Kefelioğlu (1995) tarafından çalışılmıştır. Bulgaristan popülasyonunun G ve C bantlama örnekleri Belcheva ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (1980). 2009'da Mitsainas ve arkadaşları Yunanistan popülasyonunun C bantlama örneklerini çalışmışlardır. 2008 yılında Chassovnikarova ve arkadaşları, Bulgaristan popülasyonundaki örneklerin eşey kromozomlarındaki sentromerik konumunun varyasyonunu rapor etmişlerdir. Elde ettiğimiz standart, G ve C-band sonuçları, araştırmacıların verdiği karyolojik özelliklerle benzerlik göstermektedir.

Microtus guentheri'nin X kromozomu; akrosentrik, metasentrik, submetasentrik ve subtelosentrik olarak tanımlanmıştır (Belcheva vd, 1980; Kefelioğlu, 1995; Çolak vd, 1997; Golenischev vd, 2002a,b; Chassovnikarova vd, 2008; Mitsainas vd, 2009; Gözütok ve Albayrak 2009). X kromozomu daima belirgin bir kısa kola sahiptir ve subtelosentrik olarak evrilebilir; buna rağmen, çeşitli coğrafi popülasyonlardaki bireylerde, kısa kolun boyutu farklı olabilir. Y kromozomu küçük ve genellikle belirgin bir kısa kola sahiptir (Zima ve Kral, 1984b; O'Brien vd, 2006). Araştırmacıların verdikleri karyolojik özellikler bu çalışmada incelenen *M. guentheri*'nin karyolojik özellikleri ile karşılaştırıldığında, X kromozomunda bir varyasyonun gözlenmemesi dışında önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Türkiye'ye yakın coğrafi bölgelerden de bu türün karyotipleri tanımlanmıştır (Golenishchev vd, 2002a, b). Eşey kromozomlarında ve otozomlardaki C-heterokromatin miktarı ve dağılımında, popülasyonlar arasında varyasyonlar bulunmuştur (Zima vd, 2013). Araştırmacılar C bantlama sonuçlarının tüm kromozomlarda belirgin sentromerik koyu bantlar olduğunu göstermişlerdir. Fakat C-pozitif olarak görülen sentromerik bölgelerin boyutları popülasyonlar arasında çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada incelenen *M. guentheri* C band özelliği araştırmacıların verdikleri özelliklerle benzerlik göstermektedir.

Aşan Baydemir ve arkadaşları (2011), Gaziantep ve Kahramanmaraş şehirlerinden topladıkları *M. guentheri* örneklerinde, X kromozomunun akrosentrik olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada incelenen *M. guentheri* örneklerinde X

kromozomu submetasentriktir. Bu durum diğerk araştırıcılarca verilen X kromozomu varyasyonu ile açıklanabilir.

Çeşitli yazarlar tarafından da önerildiği gibi Chassovnikarova ve ark (2008), temel heterokromatinlerin birikiminden ötürü *Microtus* cinsinin X kromozomunun morfolojisinde çeşitlilik gösterdiğini belirtmiştir. Bu sebeple; X kromozomundaki heterokromatinin dağılımına bağlı olarak Türkiye'den analiz edilen örneklerde muhtemelen *M. guentheri*'nin X kromozomunun yapısında uyuşmazlık olduğu bulunmuştur. Ek olarak, *M. guentheri*'nin X kromozomunun yapısındaki değişkenlik sadece çeşitli popülâsyonlar arasında değil, popülâsyonun içinde de olduğu belirtilmiştir (Chassovnikarova vd, 2008). Gözütok ve Albayrak (2009), bu türün Kırıkkale popülâsyonundaki X kromozomunu akrosentrik olarak rapor etmesine rağmen, bu çalışmada aynı şehirde bir tane erkek bireyin, submetasentrik X kromozomuna sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bunun sonucu olarak, aynı şehirde alınan bireyler arasında X kromozomunun yapısındaki farklılık, Chassovnikarova vd, (2008) tarafından öngöröldüğu üzere, popülâsyonda bulunan varyasyona bağlı olabilir. Araştırıcılarca verilen X kromozomundaki çeşitlilik bu çalışmada incelenen *M. guentheri*'de gözlenememiştir.

Bu çalışmada incelenen *M. dogramacii* ve *M. guentheri* türlerinin morfolojik olarak farklılıkları olduğuça belirgin olmakla beraber, literatür çalışmalarımızda asıl taksonomik problemin *M. guentheri* ve bu çalışmada kullanılmayan *M. hartingi* (Barrett-Hamilton, 1903) arasında olduğu belirlenmiştir (Krystufek ve Vohralik, 2005). Gözütok (2010) tarafından klasik morfometrik analiz yöntemiyle yapılan çalışmada *M. hartingi* ve *M. guentheri*, iç ve diş morfolojik özellikler ve baculum (penis kemiği) açısından bulunan farklılıklar ortaya konulmuştur.

Benzer şekilde, *M. guentheri* ve *M. hartingi* arasında karyotipik farklılıklar olduğu literatür araştırmamızda belirlenmiştir (Zima, 2004). Zima ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada *M. hartingi* ve *M. guentheri*'nin kromozom sayılarının ($2n=54$) benzer olduğu görölmekle birlikte, kromozom setine ait $NFa=54$ ve X kromozomunun yapısında bazı farklılıklar olduğu belirtilmektedir. Zima ve arkadaşları (2013)'na göre Türkiye'nin Trakya bölgesinde verilen *M. hartingi* örneklerinde X kromozomu akrosentrik ve metasentrik olduğu belirtilmiştir (Kefelioğlu, 1995). Yine aynı çalışmada Türkiye'nin merkez Anadolu bölgesinden verilen *M. guentheri* örneklerde X eşey kromozomu akrosentrik ve metasentrik

olarak belirtilmiştir (Çolak vd, 1997; Kefelioğlu, 1995). Bu çalışmada, Türkiye'nin Tokat ilinden alınan *M. guentheri* örneklerinde X kromozomu submetasentriktir. Elde edilen bu sonuç, Türkiye'den daha önce çeşitli araştırmacıların (Kefelioğlu 1995; Çolak vd, 1997e; Kefelioğlu ve Kryštufek 1999; Yiğit ve Çolak 2002; Gözütok ve Albayrak 2009; Aşan Baydemir vd, 2011a) kromozomal çalışmalarda bulunduğu veriler ile uyum içerisindedir.

Kromozomlar üzerindeki heterokromatin/ökromatin bölgelerin dağılımını gösteren G band (Giemsa-Tripsin bantlama) çalışmasında, *M. guentheri* ve *M. hartingi* kromozomlarının G band morfolojilerinin tamamen aynı olduğu görülmektedir (Zima vd, 2013). Buna karşın, G band yapıları benzerlik göstermekle birlikte, kromozom setindeki NOR band dağılımları farklılık göstermektedir. *M. hartingi* Makedonya örneklerinde en büyük iki otozom çiftinde aktif NOR bölgeleri görülür iken, bizim çalışmamızdaki *M. guentheri* örneklerinin 1. Otozom çiftinde aktif NOR bölgesi bulunmamıştır. Ayrıca yine Makedonya *M. hartingi* örneklerinde (Zima vd, 2013) aktif NOR sayısı toplam 6 otozom çiftinde iken, bu çalışmada toplam 10 çift olarak gözlenmiştir.

Zima vd, 2013 *M. guentheri* ile *M. hartingi* arasında Ag-NOR band farkının bulunduğunu bildirmelerine karşın, filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde gümüş boyamaya dayalı NOR (Ag-NOR)'un güvenilir olmadığı belirtilmiştir (Dobigny vd, 2002). Bu nedenle, kromozomal çalışmalar, *M. hartingi* ve *M. guentheri* arasında tür sınırlarını belirlemede yetersiz kalmaktadır. *M. hartingi* ve *M. guentheri* arasındaki taksonomik problemin çözümünde kullanılacak en önemli verilerin genetik çalışmalarla ortaya konulacağı açıktır (Kryštufek vd, 2012).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Buraya kadar verilen literatürlere ve yapılan klasik morfometrik, geometrik morfometrik, kromozomal ve moleküler (Krystufek, 2012) çalışmalara göre, *M. guentheri* ve *M. dogramacii* arasında karyolojik, morfolojik, ölçü özellikleri ve geometrik morfometrik özellikler bakımından taksonomik farklılıklar oldukça belirgin düzeydedir.

Bu çalışmada incelenen *Microtus dogramacii* örneklerinin karyolojik özelliklerinin daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen karyolojik özelliklere benzediği ve literatürde verilen karyotipik varyasyonlardan farklı bir karyotipik formunun bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Şekeroğlu ve ark. (2011) tarafından belirlenen, *M. dogramacii* türünün sitotip II'si ile uyum içerisinde dir.

M. guentheri ve bu çalışmada kullanılmayan *M. hartingi* arasındaki klasik morfometrik, kromozomal çalışmalar bu iki tür arasındaki farklılığı sınırlı seviyede ortaya koyduğu görülmektedir (Krystufek ve Vohralik, 2005; Aslan ve Zima 2014). Taksonomik olarak daha geniş bilgileri edinmemize imkan sağlayan moleküler çalışmalar, *M. hartingi* ve *M. guentheri*'nin tür sınırlarının belirlenmesinde daha yardımcı olabilmektedir. Krystufek ve arkadaşları (2012) tarafından yapılan sitokrom-b dizi analizine dayalı moleküler çalışmada, iki tür arasındaki genetik dizi farklılığı (KP2 divergens) 6.75 olduğu görülmektedir. Ayrıca bu iki tür *guentheri* soy hattı içerisinde yer almakla birlikte iki farklı clada ayrılmıştır. Yine bu çalışmada *M. hartingi* ve *M. dogramacii*, kardeş tür olarak gruplandırılırken, *M. guentheri* bu üç türün bazal grubunu oluşturmaktadır (Kryštufek vd, 2012). Buradan da anlaşılacağı gibi, *M. dogramacii*, *M. guentheri* ve yine bu çalışmada kullanılmayan *M. hartingi* türlerinin birbirinden moleküler açıdan farklılıkları oldukça belirgindir (Krystufek vd, 2012). Bu nedenle, Türkiye'de *M. hartingi* türünün yayılış gösterip göstermediğini tespit edebilmek için oldukça detaylı moleküler çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada incelenen *M. guentheri* örnekleri Tokat'ta çalışılan ilk örnekler olması bakımından *M. guentheri*'nin taksonomisine ve yayılış alanının tespitine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Albayrak, I., Aşan Baydemir, N. and Gözütok, S. 2012: C bands and nucleolarorganizer regions (NORs) of *Microtus dogramacii* Kefelioğlu and Kryštufek, 1999 (Rodentia: Cricetidae) from Black Sea Region. *Mun. Ent. Zoology*, 7: 742–745.
- Anderson, S. 1985. Taxonomy and sistematics. Biology of New World *Microtus* (R.H. Tamarin) Special Publication, The American Society of Mammalogists 8:1-893.
- Arslan, A., Arslan, E. 2007. Karyosistematik’de C-bantlama (Konstitütif heterokromatin)’nın Önemi, SÜ Fen Ed Fak Fen Dergisi, Konya, 29: 121-126.
- Arslan, A., Zima, J. 2014. Karyotypes of the mammals of Turkey and neighbouring regions: a review, *Folia Zoology*, 63:1-62.
- Aşan Baydemir, N., Albayrak, I. and Gözütok, S. 2011a: Cytogenetic study on *Microtus guentheri* (Danford and Alston, 1880) (Mammalia: Rodentia) from Turkey: constitutive heterochromatin distribution and nucleolar organizer regions. *Folia Biology*, (Kraków) 59: 35–40.
- Atlı, Z. (1998). Türkiye *Microtus (Socialis)* (Mammalia: Rodentia)’e ait Konya ve Amasya örneklerinin Karyolojik ve Morfolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 40, Samsun.
- Aulagnier, S., Haffner, P., Mitchell-Jones, A.J., Moutou, F., Zima, J. 2009. Mammals of Europe, North Africa and the Middle East. A and C Black, London.
- Başaran, N. 1996. Tıbbi Genetik, Bilim Teknik Yayınevi, 448, Eskişehir.
- Bickmore, W. A. 2001. Karyotype analysis and chromosome banding. MRC Human Genetics Unit, Edinburg, Scotland, UK.
- Blecler, W. F. G. 1916. *Microtus lydius*, Ann. Mag. Nat. Hist. 7: 426-427.
- Brunet-Lecomte, P. and Chaline, J. 1991. Morphological evolution and phylogenetic relationships of the European ground voles (Arvicolidae, Rodentia). *Lethaina* 24: 45-53.
- Burgio, G., Baylac, M., Heyer, E., Montagutelli X. 2009. Genetic analysis of skull shape variation and morphological integration in the mouse using interspecific recombinant congenic strains between C57BL/6 and mice of the *Mus spretus* species. *Evolution* 63: 2668–2686.
- Chaline, J. and Graf, J.-D. 1988. Phylogeny of the Arvicolidae (Rodentia): biochemical and paleontological evidence. *Journal Mammal.* 69: 22-33.
- Chaline, J., Brunet-Lecomte, P., Montuire, S., Viriot, L. and Courant, F. 1999. Anatomy of the arvicoline radiation (Rodentia): palaeogeographical, palaeoecological history and evolutionary data. *Ann. Zool. Fenn.* 36: 239–267.
- Conroy, C. J. and Cook, J.A. 1999. MtDNA evidence for repeated pulses of speciation within arvicoline and murid rodents. *J. Mamm. Evol.* 6, 221-245.
- Conroy, C.J. and Cook, J.A. 2000. Molecular systematics of a holarctic rodent (*Microtus: Muridae*). *Journal Mammal.* 81: 344-359.

- Corbet, G.B. 1978. The Mammals of the Palaearctic region: a taxonomic review, Brit. Mus. Nat. Hist. London/Cornell Univ. Press, p. 1-334.
- Çolak, E., Sözen, M., Yigit, N. and Özkurt, S. 1997. A study on ecology and biology of *Microtus guentheri* Danford and Alston, 1880 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Tropical Journal of Zoology 22: 289–296.
- Çolak, E., Yiğit, N., Sözen, M. and Özkurt, S. 1997. Distribution and taxonomic status of the genus *Microtus* (Mammalia: Rodentia) in southeastern Turkey. Israel Journal of Zoology, 43: 391-396.
- Danford, Ch. and Alston, E. 1880. On the Mammals of Asia Minor, Proc. Zoology, Soc. 50-64 p.
- Ellerman, J. R. and Morrison-Scott, T. C. S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian mammals 1758 to 1946. British Museum (Natural History), London.
- Fahlke and Oliver. 2015. Cranial symmetry in baleen whales (Cetacea, Mysticeti) and the occurrence of cranial asymmetry throughout cetacean evolution, The Science of Nature, Volume 102, article id. 58, 16 pp.
- Ford, C.E. and Hamerton, J.L. 1956. ‘A colchicine-hypotonic-citrate’ squash sequence for mammalian chromosomes. Stain Tech. 31: 247-251.
- Getz, L.L. 1985. Habitats. In: Tamarin, R.H.(Ed.), Biology of New World *Microtus*. American Society of Mammalogists. Special Publication No. 8, pp. 286–309.
- Golenischev, F. N., Sablina, O. V., Borodin, P. M. and Gerasimov, S. 2002. Taxonomy of voles of the subgenus *Sumeriomys* *Argyropulo*, 1933 (Rodentia, Arvicolinae, *Microtus*). – Russian Journal of Theriology, 1 (1):43-55.
- Golenishchev, F. V., Malikov, V. G., Nazari, F., Vaziri, A. Sh., Sablina, O. V. and Polyakov, A. V. 2002. New species of vole of “*guentheri*” group (Rodentia, Arvicolinae, *Microtus*) from Iran. Russian Journal Theriology, 1: 117-123.
- Gözütok, S. and Albayrak, İ. 2009. Biology and ecology of the species of the genus *Microtus* (Schrank, 1798) in Kırıkkale province (Mammalia: Rodentia). IJNES 3: 94-101.
- Guthrie, R. D. 1982. Mammals of the mammoth steppe as paleoenvironmental indicators. Pp. 307– 326 in Paleocology of Beringia (D. M. Hopkins, J. V. Matthews, Jr., C. E. Schweger, and S. B. Young, eds.). Academic Press, New York.
- Harrison, D.L. 1972. The Mammals of Arabia. Volume III, Ernest Benn Limited London, 670 p.
- Hoffmann, R.S. and Koepl. J.W. 1985. Zoogeography In: Tamarin. R.H. (Ed.). Biology of New World *Microtus*. American Society of Mammalogists. Special Publication No. 8. 84–115.
- Jaarola, M., Martínková, N., Gündüz, I., Brunhoff, C., Zima, J., Nadachowski, A., Amori, G., Bulatova, N.S., Chondropoulos, B., Fraguadakis-Tsolis, S., González-Esteban, J., López-Fuster, M.J., Kandaurov, A.S., Kefelioglu, H., Mathias, M.L., Villate, I. and Searle, J.B. 2004. Molecular phylogeny of the speciose vole genus *Microtus* (Arvicolinae, Rodentia) inferred from

- mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 33: 647-663.
- Kefelioğlu, H. (1991). Türkiye *Microtus* (Mammalia: Rodentia) Cinsinin Taksonomisi ve Yayılışı, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76, Samsun.
- Kefelioğlu, H. 1995. The taxonomy of the genus of *Microtus* (Mammalia: Rodentia) and its distribution in Turkey.
- Kefelioğlu, H. and Kryštufek, B. 1999. The taxonomy of *Microtus socialis* group (Rodentia: *Microtinae*) in Turkey, with the description of a new species. – *Journal of Natural History*, 33: 289-303.
- Kryštufek, B. and Kefelioğlu, H. 2001. The social vole *Microtus socialis* in the Near East. *Mammal Rev.*, 31:229-237.
- Kryštufek, B. and Kefelioğlu, H. 2001. Redescription and species limits of *Microtus irani* Thomas, 1921 and description of a new social vole from Turkey (Mammalia:Arvicolinae). *Bonn. Zool. Beitr.* 50: 1-14.
- Kryštufek, B. and Vohralik, V. 2005. *Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae.* Založba Annales, Koper, Slovenia.
- Kryštufek, B. and Vohralík, V. 2004. Molar size variation in three species of pine vole in Asia Minor: *Microtus subterraneus*, *M. majori*, and *M. daghestanicus* (Rodentia: Arvicolinae). *Isr. Journal Zoology*, 50: 311-319.
- Kryštufek, B., Bužan, E. V., Vohralík, V., Zareie, R. and Özkan B. 2009. Mitochondrial cytochrome b sequence yields new insight into the speciation of social voles in South-west Asia. – *Biological Journal of the Linnean Society*, 98: 121-128.
- Lemskaya, N.A., Golenishchev, F.N. and Romanenko, S.A. vd. Chromosomal Evolution of Arvicolinae (Cricetidae, Rodentia): III. Karyotype Relationship of Ten Species from Genus *Microtus*, *Chromosome Res.*, 2010, vol. 18, pp. 459–471.
- Levan, A., Fredga, K. and Sandberger, A. 1964. Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes, *Hereditas*, 52, 201-202.
- Loy, A., Capula, M., Palombi, A. and Capanna, E. (2001): Genetic and morphometric evidence of past introgression between *Talpa europaea* and *Talpa romana* along a parapatric contact zone. *Journal of Zoology*, 254, 229–238.
- Mitsainas, G.P., Rovatsos, M.Th. and Giagia-Athanasopoulou, E.B. 2010. Heterochromatin study and geographical distribution of *Microtus* species (Rodentia, Arvicolinae) from Greece. *Mamm. Biol.* 75(3): 261-269.
- Musser, G.G. and Carleton, M.D. 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference.* Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 510-756.
- Musser, G. G. and Carleton, M. D. 2005. *Microtus guentheri*. (In: *Mammal Species of the World.* Wilson D.E. Reeder D. M. eds. The Johns Hopkins University Press, Baltimore): 999-1000.

- Roohollah S. and Jamshid D. Geometric morphometric analysis of Iranian wood mice of the genus *Apodemus* (Rodentia: Muridae) June 2008 *Mammalia* 72 (2) : 109-115.
- Shenbrot, G.I. and Krasnov, B.R. 2005. An atlas of geographic distribution of the Arvicolinae rodents of the world (Rodentia, Mu: Arvicolinae). Pensoft, Sofia.
- Shipunov, A. B. and Bateman, R. M. Geometric morphometrics as a tool for understanding *Dactylorhiza* (Orchidaceae) diversity in European Russia. *Botanical Journal of the Linnean Society, Biological Journal of the Linnean Society* 85 (1) : 1–12.
- Sözen, M., Çolak, E. and Yiğit, N. 1999. Age variations in *Microtus guentheri* Danford and Alston, 1880 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal Zoology*, 23: 145-155.
- Şekeroğlu, A. (2005). Amasya ve çevresinde yayılış gösteren *Microtus dogramacii* (Mammalia: Rodentia)' nın kromozomal anomalileri ve türleşme problemlerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 88, Samsun.
- Şekeroğlu, A., Kefelioğlu, H. and Şekeroğlu V. 2011a: Cytogenetic characteristics of *Microtus dogramacii* (Mammalia, Rodentia) around Amasya, Turkey. *Turk. J. Zool.* 35: 593–598.
- Wilson, D.E. and Reeder, D.M. 2005. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press., Baltimore.
- Yiğit, N. and Çolak, E. 2002. On the distribution and taxonomic status of *Microtus guentheri* (Danford and Alston, 1880) and *Microtus lydius* Blackler, 1916 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Turkish Journal Zoology* 26: 197-204.
- Zheng, S.-H. and Zhang, Z.-Q. 2000. Late Miocene-Early Pleistocene micromammals from Wenwanggou of Lingtai, Gansu, China. *Vertebrata Palasiatica* 38, 58-71.
- Zima, J. 2000. Chromosomal Evolution İn Small Mammals (Insecticora, Chiroptera, Rodentia), *Hystrix*, (n.s.) 11 (2), 5-15.
- Zima, J., Arslan, A., Benda, P., Macholàn, M. and Kryštufek, B. 2013. Chromosomal variation in social voles: a Robertsonian fusion in Günter's vole // *Acta teriologica*. Vol.58. P.255–265.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Mehmet Akif Bilir

Doğum Yeri : Denizli

Doğum Tarihi : 27.06.1989

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Nevzat Erten Lisesi (2006)

Lisans : Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü (2013)

Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı
(Eylül 2014-)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

.....

Yayınlar

.....