

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

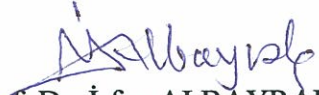
**İÇ ANADOLU BÖLGESİ *NANNOSPALAX LEUCODON* (NORDMANN,
1840)' UN G-BANTLAMA VE ALLOZİM VARYASYONLARI
(MAMMALIA:RODENTIA)**

TUBA YAĞCI

TEMMUZ 2010


Biyoloji Anabilim Dalında Tuba YAĞCI tarafından hazırlanan İÇ ANADOLU BÖLGESİ *NANNOSPALAX LEUCODON* (NORDMANN, 1840)' UN G-BANTLAMA VE ALLOZİM VARYASYONLARI (MAMMALIA: RODENTIA) adlı Doktora Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.


19 / 07 / 2010


Prof. Dr. İrfan ALBAYRAK

Anabilim Dalı Başkanı


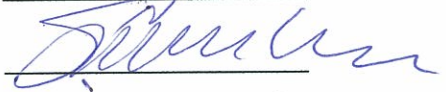
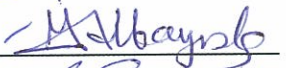

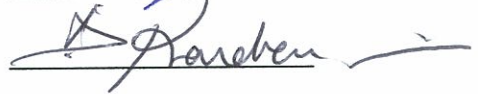
Bu tezi okuduğumu ve tezin **Doktora Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.


Yrd. Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR
Ortak Danışman


Prof. Dr. Şükran ÇAKIR
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Hacer ÜNLÜ
Üye (Danışman) : Prof. Dr. Şükran ÇAKIR
Üye : Prof. Dr. İrfan ALBAYRAK
Üye : Doç. Dr. Aysun ERGENE
Üye : Doç. Dr. İrfan KANDEMİR

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Doktora derecesini onaylamıştır.

Doç. Dr. Burak BİRGÖREN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

İÇ ANADOLU BÖLGESİ *NANNOSPALAX LEUCODON* (NORDMANN, 1840)'

UN G-BANTLAMA VE ALLOZİM VARYASYONLARI

(MAMMALIA:RODENTIA)

YAĞCI, Tuba

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Şükran ÇAKIR

Ortak Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

Temmuz 2010, 103 sayfa

İç Anadolu bölgesinin Ankara, Çankırı, Eskişehir, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya ve Yozgat illerinde yayılış gösteren *Nannospalax leucodon* (Nordmann, 1840)' a ait 67 örnek G-bantlama tekniği ile karyolojik ve allozim (α -Gpdh, Ldh, Mdh, Es) özellikleri bakımından incelenmiştir. Karyolojik özelliklere göre $2n = 54$ (NF = 74 NFa = 70) ve $2n = 60$ (NF = 78-80-82, NFa = 74-76-80) değerlerine sahip iki kromozomal forma ayrılmıştır. Eskişehir ve Kayseri illerine ait kromozomal formlar bu çalışma ile verilen yeni kayıtlardır. Allozim özelliklerine göre her bir il ayrı populasyonlar olarak incelenmiş ve esteraz enzimi polimorfik özellikte bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : *Nannospalax leucodon*, Allozim, Karyoloji, G- bantlama

ABSTRACT

G-BANDING AND ALLOZYME VARIATIONS OF *NANNOSPALAX LEUCODON* (NORDMANN, 1840) IN CENTRAL ANATOLIA (MAMMALIA: RODENTIA)

YAĞCI, Tuba

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Ph. D. Thesis

Supervisor : Prof. Dr. Şükran ÇAKIR

Co-Supervisor: Ass. Prof. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR

July 2010, 103 pages

A total of 67 specimen belonging to the species *Nannospalax leucodon* (Nordmann, 1840) that had a distribution in provinces, namely Ankara, Çankırı, Eskişehir, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya ve Yozgat in Central Anatolia was investigated on the course of their allozym and karyological properties by using G-banding technique. Based on kariological features, the specimen were separated to two distinguished forms as to having $2n = 54$ (NF = 74 NFa = 70) and $2n = 60$ (NF = 78-80-82, NFa = 74-76-80). Kariological forms from Eskişehir and Kayseri Provinces are new records given by the present study. Each province was taken as a population and subjected to the allozymal investigation. Esterasis enzyme was found to be polimorfic.

Keywords: *Nannospalax leucodon*, Allozyme, Karyology, G-banding

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın gerçekleşmesinde ilgi ve katkılarından dolayı danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Őukran ÇAKIR ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Nursel AŞAN BAYDEMİR'e teşekkür ederim. Arazi çalışmalarımda emeği olan Necdet CANKURT'a teşekkür ederim. Ayrıca maddi ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. <i>Nannospalax leucodon</i> (Körfare) 'un Genel Özellikleri.....	8
1.2. Kromozomal Özellikler.....	11
1.3. Allozim Özellikleri.....	18
1.4. α - Gliserofosfat Dehidrojenaz Enzimi Özellikleri.....	20
1.5. Malat Dehidrojenaz Enzimi Özellikleri.....	21
1.6. Laktat Dehidrojenaz Enziminin Özellikler.....	21
1.7. Esteraz Enzimi Özellikleri.....	22
2. MATERYAL VE YÖNTEM	25
2.1. Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması.....	25
2.2. Örneklerin Karyolojik Analizi.....	28
2.3. G-Bantlama.....	30
2.4. Nişasta Jel Elektroforezi.....	30
2.4.1. Elektroforetik Çalışmalarda Kullanılan Tampon Sistemleri.....	31
2.4.2. Elektroforez Şartları Ve Histokimyasal Boyama.....	33

2.4.3. Enzim sonuçlarının değerlendirilmesi	34
3. BULGULAR	35
3.1. Habitat Özellikleri	35
3.2. Karyolojik Özellikler, G-Bantlama	38
3.2.1. $2n = 54$ Kromozomal Formu	39
3.2.2. $2n = 60$ Kromozomal Formu	48
3.3. Allozim Özellikleri	57
3.3.1. α - Gliserofosfat dehidrojenaz (α -Gpdh)	58
3.3.2. Malat dehidrojenaz (Mdh)	59
3.3.3. Laktat dehidrojenaz (Ldh)	60
3.3.4. Esteraz (Es)	61
3.4. Allozimlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	66
3.4.1. Alel Frekansları	66
3.4.2. Genetik Varyasyon	68
3.4.3. Genetik Mesafe	71
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	74
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER DİZİNİ

2n	Diploid kromozom sayısı
n	Örnek sayısı
NFa	Otozomal kromozomların kol sayısı
NF	Temel kromozom kol sayısı
♀	Dişi
♂	Erkek
+	Anot
-	Katot

KISALTMALAR DİZİNİ

α -Gpdh	α - Gliserofosfat dehidrojenaz
Mdh	Malat dehidrojenaz
Ldh	Laktat dehidrojenaz
Es	Esteraz

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. <i>N. leucodon</i> türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009).....	13
2.2. Örneklerin alındığı lokaliteler.....	26
3.3. Enzim çalışmalarında uygulanan elektroforez şartları ve boyama teknikleri.....	33
3.4. <i>N. leucodon</i> örneklerinde incelenen lokuslar ve tespit edilen aleller.....	62
3.5. Her bir populasyona ait incelenen tüm lokuslarda gözlenen alel frekansları (Ö.S: Örnek sayısı); B, Gözlenen alellerin tüm lokuslardaki frekansları.....	67
3.6. Her bir populasyona ait örneklerin, çalışılan 4 lokustaki genetik varyasyonları (Ö.S: Örnek sayısı, S.S: Standart sapma).....	68
3.7. Tüm populasyona ait 67 örneğin çalışılan 4 lokustaki genetik varyasyonları (Ö.S: Örnek sayısı, S.S: Standart sapma).....	69
3.8. Her bir populasyonda (A) ve tüm bireylerde (B) saptanan polimorfik lokusların Khi kare testi ile karşılaştırılması.....	70
3.9. Tüm populasyonlara ait 67 örneğin Nei (1978)' e göre genetik benzerlik (I: matrisin alt kısmı) ve genetik farklılık (D: matrisin üst kısmı) matrisi.....	72
4.10. <i>N. leucodon</i> ' un İç Anadolu bölgesinden kaydedilen kromozomal formları....	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. <i>Nannospalax leucodon</i> 'un vücut yapısı	9
1.2. <i>N. leucodon</i> 'un yüzey üzerine çıkardığı tümsekler	10
1.3. Türkiye'de yayılış gösteren körfarelerin heterozigotluk değerlerinin dağılımı (Nevo ve ark., 1995)	13
2.4. İç Anadolu bölgesinde arazi çalışması yapılan iller ve örneklerin alındığı lokaliteler.....	25
2.5. Körfarelerin yakalanmasında kullanılan canlı yakalama kapanı	28
3.6. <i>N. leucodon</i> 'un yayılış alanı (Eskişehir)	36
3.7. <i>N. leucodon</i> 'un yayılış alanı (Çankırı)	36
3.8. <i>N. leucodon</i> 'a ait besin depo odası (Ankara)	37
3.9. <i>N. leucodon</i> 'a ait dinlenme odası (Yozgat).....	37
3.10. <i>N. leucodon</i> örneklerin alındığı lokaliteler ve tespit edilen karyolojik değerleri (2n: diploit kromozom sayısı, NF: temel kromozom kol sayısı)	38
3.11. Kırıkkale ilinden 2n=54, NF=74 kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N.</i> <i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)	40
3.12. Kırıkkale ilinden 2n=54, NF=74 kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N.</i> <i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	41
3.13. Yozgat ilinden 2n=54, NF=74 kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N.</i> <i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	42

3.14. Yozgat ilinden $2n=54$, $NF=74$ kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	43
3.15. Kayseri ilinden $2n=54$, $NF=74$ kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	44
3.16. Kayseri ilinden $2n=54$, $NF=74$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	45
3.17. Kırşehir ilinden $2n=54$, $NF=74$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	46
3.18. Kırşehir ilinden $2n=54$, $NF=74$ kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	47
3.19. Ankara ilinden $2n=60$, $NF=82$ kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	48
3.20. Ankara ilinden $2n=60$, $NF=82$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	49
3.21. Konya ilinden $2n=60$, $NF=80$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	50
3.22. Konya ilinden $2n=60$, $NF=80$ kromozomal formuna sahip erkek bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	51
3.23. Eskişehir ilinden $2n=60$, $NF=80$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	52
3.24. Eskişehir ilinden $2n=60$, $NF=80$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	53
3.25. Çankırı ilinden $2n=60$, $NF=78$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N</i> .	
<i>leucodon</i> örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B).....	54

3.26. Çankırı ilinden $2n=60$, $NF=78$ kromozomal formuna sahip dişi bir <i>N. leucodon</i> örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B) ...	55
3.27. α -Gpdh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot.....	58
3.28. Mdh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot, -: katot	59
3.29. Ldh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot.....	60
3.30. Es nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot, -: katot.....	61
3.31. İç Anadolu bölgesinde yayılış gösteren <i>N. leucodon</i> ' a ait 8 populasyon arasındaki genetik mesafeyi gösteren dendogram (Nei (1978), PHYLIP Version 3.5 Neighbor Procedure)	73
4.32. İç Anadolu bölgesinden alınan <i>N. leucodon</i> örneklerinin $2n$ ve NF dağılımı (● : $2n=54$, ◆ : $2n=60$)	81
4.33. Alel çeşitliliği ve $2n$ değeri bakımından ayrılan populasyonlar (Bu çalışma ile)	88

1. GİRİŞ

Toprak altında yaşayan memelilerin bu yaşama en iyi şekilde adapte olmuş türleri, Rodentia ordosunun Spalacidae familyasına aittir. Bu familya Kuzeydoğu Afrika, Balkanlar, Güneydoğu Avrupa, Orta Asya, Ortadoğu, Rusya ve Kafkaslarda yayılış göstermektedir. En son yapılan çalışmalarla, Spalacidae'nin Anadolu veya komşularında bulunan muroid-cricetoid stoktan köken alarak Oligosen zamanlarında ortaya çıktığı ve Kuzey Afrika, Ortadoğu, stepik Rusya, Balkanlara kadar uzandığı kaydedilmiştir (Savic ve Nevo 1990, Nevo 1991, Coşkun 2003). Yüksel ve Gülkaç (1990), Avrupa' da yayılış gösteren Spalacidae türlerinin Asya orjinli olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacılara göre, alt pleistosen'den önce Balkan yarımadasına geçen körfare popülasyonları, İstanbul ve Çanakkale boğazlarının oluşması sonucu ayrı kalmış ve bağımsız olarak türleşmişlerdir.

Spalacidae familyası, 1821 yılında tanımlanmış ve tek cins *Spalax* (Güldenstaedt, 1770) olarak kabul edilmiştir (Topachevskii 1969, Harrison 1972, Savic 1982, Kıvanç 1988, Savic ve Nevo 1990, Nevo 1991). Daha sonraki yıllarda morfolojik özelliklere dayanarak verilen tür kayıtları, familyanın taksonomisinde yeni düzenlemeler getirilmesi gereğini açığa çıkarmıştır.

Mehely (1909), *Spalax* cinsine ait *Nannospalax*, *Mesospalax*, *Macrospalax* ve *Microspalax* olarak dört alt cins tanımlamıştır. Ellerman (1940), Ellerman ve Morrison-Scott (1966), *Spalax* cinsi ve bu cinsin üç türünü; *S. ehrenbergi*, *S. leucodon*, *S. microphthalmus*'u vermişlerdir. Topachevski (1969), Spalacidae'yi

Prospalacinae ve Spalacinae olmak üzere iki alt familya, *Prospalax* (fossil), *Microspalax*, *Spalax* olmak üzere üç cinse bölmüştür (Nevo, 1991). *Prospalax*, De Bruijin (1984)'in bu ismi Anomalomyidae familyasına atfetmesinden dolayı, *Microspalax* ise daha önce bir acarina için kullanılmasından dolayı kabul görmemiştir (Gromov ve Baranova, 1981). Corbet (1978), üç türe sahip tek bir cins olan *Spalax*'ı kabul etmiştir. Gromov ve Baranova (1981), körfarelerde *Nannospalax* Palmer (1903) kullanılması gerektiğini belirterek *Nannospalax* ve *Spalax* cinslerini esas almışlardır. Araştırmacılar, *Nannospalax* cinsine ait üç tür; *N. ehrenbergi*, *N. nehringi*, *N. leucodon*, *Spalax* cinsine ait beş tür; *S. giganteus*, *S. arenarius*, *S. polonicus*, *S. microphthalmus* ve *S. graecus*'u belirtmişlerdir. Savic ve Nevo (1990), karışıklığı önlemek amacıyla yalnızca *Spalax* cins ismini kullanmışlardır.

Spalax cinsi, kafatasında occipital condyl'in üzerinde foramen bulunmayışı ve bazı kranial karakterleri ile *Nannospalax* cinsinden ayrılmaktadır (Novak, 1997). Ayrıca, *Nannospalax* cinsi türlerinin karyotiplerinde akrosentrik kromozomlar bulunurken, *Spalax* cinsi türlerinin karyotiplerinde akrosentrik kromozomlar bulunmamaktadır (Zima ve Kral 1984).

Corbet ve Hill' in (1991)' de verdiği sistematığe göre körfareler Muridae familyasının Spalacinae alt familyası altında toplanmıştır;

Familia : Muridae

Subfamilia : Spalacinae (Gray, 1821)

Genus : *Spalax* (Güldenstaedt, 1770), (Ukrayna körfaresi)

Species : *S. arenarius*

: *S. giganteus*

: *S. graecus*

: *S. microphthalmus*

: *S. polonicus* (*S. zemni*)

Genus : *Nannospalax* (Palmer, 1903), (Akdeniz körfaresi)

Species : *Nannospalax ehrenbergi* (Güney körfaresi, Sarıdişli fare)

Nannospalax leucodon Nordmann, 1840 (Körfare, Kösnü)

Nannospalax nehringi

Nannospalax cinsine ait olan *Nannospalax leucodon*; Güneydoğu Avrupa, Macaristan, Bulgaristan, Romanya, Yugoslavya, Bosna, Makedonya, Yunanistan, Trakya, Anadolu, Batı Karadeniz kıyıları, Batı Ukrayna, Kafkaslar, Transkafkasya, Kuzey Irak, Arap Yarımadası, Lübnan, Suriye, Ürdün, İsrail, Bengazze'ye kadar Mısır ve Libya kıyılarında yayılış göstermektedir (Ellerman ve Morrison - Scott 1951, Harrison ve Bates 1991, Mitchell-Jones ve ark., 1999).

Türkiye'de *N. leucodon*, *N. ehrenbergi*'nin yayılış alanı olan Güneydoğu Anadolu bölgesi hariç diğer bölgelerde bulunmaktadır. *Nannospalax leucodon*'un 5 alt türü (*S. leucodon nehringi*, *S. l. armeniacus*, *S. l. cilicicus*, *S. l. anatolicus*, *S. l. turcicus*) *N. ehrenbergi*'nin ise 2 alt türü (*S. e. intermedius*, *S. e. kirgisorum*) kaydedilmiştir (Kıvanç, 1988).

Yiğit ve ark. (2006) ve Sözen ve ark. (2006b), *N. leucodon*'un yayılış alanının Türkiye'nin Avrupa yakası olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, *N. nehringi*'nin

Anadolu'nun büyük bir bölümünde, *N. ehrenbergi*'nin ise Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunduğunu kaydetmişlerdir.

Harrison (1972), *Nannospalax leucodon* ve *N. ehrenbergi* türlerini birbirinden ayırt edemeyerek, Anadolu'da sadece *N. leucodon* türünün yayılış gösterdiğini belirtmiştir. Harrison ve Bates (1991), ise *N. ehrenbergi*'nin morfolojik olarak daha küçük ölçülere sahip olmasıyla ayırt edilebileceğini ifade ederek, *N. leucodon*'un alt türü olarak kabul etmişlerdir.

Nannospalax leucodon ve *N. ehrenbergi* türleri birbirlerinden diş yapılarındaki bazı farklılıklar ile ayrılmaktadır. *N. leucodon*'un üst kesici dişlerinin ön yüzeyinde kabartı şeklinde iki çizgi ve ergin bireylerin M³'lerinde tek adacık bulunmaktadır. *N. ehrenbergi* türü ise kabartı şeklinde bir çizgiye ve M³'lerinde iki adacığa sahiptir (Mursaloğlu 1979, Kıvanç 1988, Harrison ve Bates 1991, Coşkun 1998, Sözen 1999).

Morfolojik özelliklere dayanarak bu zamana kadar verilen kayıtlar ve sistematik, araştırmacılar arasında fikir ayrılıklarının doğmasına neden olmuş ve familyanın taksonomik karmaşasına çözüm getirilememiştir. Son yıllarda yapılan karyolojik ve elektroforetik çalışmaların, kriptik (sibling) türler arasındaki genetik farklılıkları ortaya çıkarması, morfolojinin tek başına türlerin ayırt edilmesinde ayırıcı bir özellik olmadığını düşündürmektedir (Nevo ve ark., 1995).

Spalacidae familyası üzerine ilk karyolojik çalışmalar Kafkasya'da başlatılmış ve Matthey (1959), ilk kez *N. nehringi*'nin diploid kromozom sayısını $2n = 48$

vermiştir. Daha sonraki yıllarda ise Walnowska (1963) Bulgaristan'dan, Soldatovic ve ark. (1967) Yugoslavya'dan, Raicu ve ark. (1968) Romanya'dan, Savic ve Soldatovic (1978) Yunanistan'dan olmak üzere yeni kromozomal formlar kaydedilmiştir (Matur, 2009).

Türkiye'de yayılış gösteren körfarelerin karyolojik çalışmaları, Savic ve Soldatovic (1978) tarafından başlatılmıştır. Araştırmacılar, Tekirdağ' dan (Çorlu ve Karaevli); $2n = 56$, $NF = 78$, Balıkesir ve İzmir'den; $2n = 38$, $NF = 74$ değerlerini vermişlerdir (Savic ve Soldatovic 1979).

Palearktik bölgede yayılış gösteren Spalacidae familyasının 50'den fazla kromozomal formu tespit edilmiştir. Bunların arasında karyolojik yönden en fazla çeşitliliği Türkiye, yaklaşık 30 forma sahip olmasıyla göstermektedir (Sözen, 2004).

Nevo ve ark. (1994, 1995), Ivanitskaya ve ark. (1997) kromozom farklılıklarını tür olarak, *N. leucodon* ve *N. ehrenbergi*'yi ise üst tür olarak değerlendirmiştir. Soldatovic ve Savic (1978), Yüksel ve Gülkaç (1992) ise kromozomal farklılığa sahip populasyon olarak kabul etmişlerdir (Sözen, 1999).

Sitogenetik çalışmalarda uygulanan G-bantlama tekniği ile kromozomlarda meydana gelen yapısal değişiklikler tespit edilebilmektedir (Seabright, 1972). Bu teknik, Ivanitskaya ve ark. (1997) tarafından, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılış gösteren körfarelerde uygulanmıştır. Araştırmacılar, G-bantlamanın yanı sıra C ve Ag-NOR gibi özel boyama tekniklerini de kullanarak, heterokromatin varyasyonunu tespit etmişlerdir. Türkiye körfareleri için ilk bantlama çalışması olan

bu araştırmada, heterokromatin değişimlerinin türlerin ayrılmasında önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Türkiye körfareleri için ikinci bantlama çalışması ise, Ivanitskaya ve ark. (2008) tarafından yapılmış, Orta Anadolu'dan $2n = 60W$ ve Kuzey Anadolu'dan $2n = 60R$ formları karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, bu formları iyi derecede farklılaşmış formlar olarak değerlendirmişlerdir.

Spalacidae familyasının taksonomisini aydınlatmak amacıyla yapılan sitogenetik çalışmaların yanı sıra, elektroforetik çalışmalar da hız kazanmıştır. Nevo ve ark. (1994a, 1994b), Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden aldığı körfare örneklerini elektroforetik olarak inceleyerek, allozim çeşitliliğini belirlemiştir. Araştırmacı, çalışmalarında $2n$ değeri ve heterozigotluğun bütün yönlerden ekolojik olarak kurak ve değişken bir iklime sahip İç Anadolu Bölgesine doğru artma eğiliminde olduğunu kaydetmiştir.

Kankılıç ve ark. (2005), Ankara-Beyşehir populasyonlarında yaptığı karyolojik ve allozim çalışmalarında kromozomların kol sayıları (NF, NFa) ve heterozigotluk değeri ile iklimsel değişiklik arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir.

Ekolojik, evrimsel ve tarihsel olaylar tür içi ve türler arası genetik farklılaşmanın etkenleridir (Moreina ve Morielle-Versute 2006). Toprakaltında yaşayan memelilerde görülen en belirgin adaptif evrim yapısal ve fonksiyonel regresyondur. Bu türler ayrıca moleküler yönden konvergent adaptasyon da göstermektedir (Nevo, 2001). Çevresel çeşitlilik, genetik varyasyonun devam ettirilmesinde önemli bir role sahiptir. Çevresel yayılma ve stres, moleküler çeşitliliğe ve evrimsel değişikliğe neden olan protein ve DNA'da farklılığa neden olmaktadır. Genetik çeşitlilik

toprakaltında yaşayan kemiricilerde önemli ölçüde düşüktür, çünkü bu türler toprak üstünde yaşayan aynı büyüklükteki kemiricilere nazaran daha sabit bir çevrede yaşamaktadır (Nevo ve ark., 1987, Nevo, 1992). Türlerin sitogenetik, genetik, biyokimyasal, ekolojik ve davranışsal özelliklere göre incelenmesi doğada sibling türlerin varlığını ispat etmektedir. Toprakaltında yaşayan kemiricilerde prolific türleşme çok sayıda yeni türün oluşumuna neden olmaktadır. Robertsonyan translokasyon, perisentrik inversiyon ve resiprokal translokasyon sonucu meydana gelen sibling türler toprakaltında yaşayan herbivor memeliler arasında yaygındır (Nevo ve ark., 1986, 1988).

Doğadaki genetik çeşitlilik (H) üzerine çalışmalar bitkiler, hayvanlar ve insanlarda görülen izozim çeşitliliği ile başlamış, DNA çeşitlilik analizleri ile devam etmiştir (Nevo, 1992). Dar niş alanına sahip toprak altında yaşayan türler, toprak üstünde yaşayan ufak memeli türlerinden daha düşük H değerine sahiptir. Bununla birlikte toprakaltında yaşayan memeliler farklı abiyotik ve biyotik çevrelere doğru yayıldıkça çevresel etkilere, genetik çeşitliliğini ($2n$ veya H değerini ya da her ikisini de) artırmak suretiyle karşı koymaktadır (Nevo ve ark., 1995).

Türkiye’de Spalacidae familyası üzerine yapılan çalışmaların taksonomik durumu, yukarıda verilen literatür özetinden de anlaşılacağı üzere, kesin olarak belirlenememiştir. *N. leucodon* türü için yapılan karyolojik araştırmalarda, çalışılan lokalitelerin birbirine çok yakın olmasına rağmen, $2n$ ve NF değerlerinde görülen çeşitlilik, bu konunun daha birçok çalışmayla incelenmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır. Nevo ve ark. (1995), morfolojik ve karyolojik çalışmaların yanı sıra

elektroforetik çalışmalarında Spalacidae taksonomisinin aydınlatılmasında önemli olduğunu vurgulamıştır.

Bu çalışmanın amacı; i) İç Anadolu bölgesinin farklı lokalitelerinde yayılış gösteren *Nannospalax leucodon* türünde görülen kromozomal polimorfizmin G-bantlama tekniği ile belirlenmesi, ii) kromozomal polimorfizm rastlanan bireylerde allozim varyasyonlarının da olup olmadığının tespit edilmesidir.

Elde edilecek sonuçların Palearktik bölgede, bu türle ve bu türün daha genç akrabası olan *N. ehrenbergi* üzerine ileride yapılacak filogenetik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. *Nannospalax leucodon* (Körfare) 'un Genel Özellikleri

Rodentia ordosunun toprak altında yaşayan 8 familya ve 120 türünden biri olan körfareler, yaşamlarının çoğunu toprak altında geçirmesi ve göz için dış bir açıklığının bulunmaması ile diğer bütün kemiricilerden ayrılır (Catzefflis ve ark., 1989, Hofmeijer ve de Bruijin 1985).

N. leucodon toprak altı yaşam şekli için özelleşmiş bir morfolojiye sahiptir. Kesici dişlerini toprağı kazmak, kürek şeklindeki başını ise kazdığı toprağı tünel boyunca iteklemek için kullanır. Burun pedinin üzerindeki duyu kılları, yön bulmada görevlidir. Tünel içerisinde kolaylıkla hareket etmesine olanak sağlayan esnek ve silindirik şeklinde gövdeye sahiptir (Harrison, 1972). Dış kulak, küçük bir çıkıntı

şeklinde fark edilmektedir. Kuyruk yoktur, gözler körelmiş ve deri altındadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. *Nannospalax leucodon*'un vücut yapısı

Nannospalax leucodon gerçek çöller ve yıllık yağışın 100 mm'den az olduğu bölgeler hariç bütün toprak tiplerinde yayılış göstermektedir. Toprağı kazmaya müsait olan açık alanları ve daha çok işlenmiş toprakları tercih ederler. 2500 m yüksekliğe kadar bulunabilirler (Nevo, 1991).

Körfareler, toprağın altında tüneller kazmak suretiyle yuva yapan, soliter hayvanlardır. Savic (1973), gece daha aktif olduklarını ve nadiren yüzey üzerine çıktıklarını belirtmiştir (Novak ve Paradiso 1983). Toprak altında kazdığı tüneller ve yuvalar, yüzey üzerinde oluşturdukları tümsekler ile fark edilir (Şekil 1.2).



A



B

Şekil 1.2. *N. leucodon*'un yüzey üzerine çıkardığı tümsekler (A: erkek bireylere, B: dişi bireylere ait)

Nevo (1961) İsrail’de, Sözen (2005) Türkiye’de yayılış gösteren körfarelerin yuva ve tünel yapılarını incelemiştir. Araştırmacılar, yazın ve kışın iki ayrı tip yuva yapıldığını tespit etmiştir.

Kış başlangıcında dişi tarafından yapılan üreme yuvasının daha geniş ve düzenli olduğu, erkek bireylerin ise daha düzensiz ve birkaç tünelli yuvalara sahip olduğu kaydedilmiştir. Kurak yaz mevsiminde ise daha derin tüneller kazarak yuva yaptıkları gözlenmiş ve bu yuvaların bulunduğu tümseklere dinlenme tümsekleri adı verilmiştir (Nevo, 1961).

Körfarelerin başlıca besinleri kök, yumru, bitki soğanı gibi bitkilerin toprakaltı kısımlarıdır. Ayrıca yayılış alanlarına göre havuç, patates, pancar başlıca depo besinlerini oluşturmaktadır. Dişiler, gebelik ve süt salgılama dönemlerinde erkek bireyler tarafından yuvalarına taşınan taze yeşil bitkiler ile beslenmektedir. Yazın dinlenme tümseklerindeki depolarda tahıl, arpa ve buğday bulunmaktadır.

Üreme dönemleri, ocak-mart ayları olup, coğrafik bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Gebelik süresi yaklaşık 1 ay kadardır. Yılda bir defa, bir veya iki yavru doğar. Yavrular 4-6 haftalık iken yuvadan ayrılır (Harrison ve Bates, 1991).

1.2. Kromozomal Özellikler

Paleartik bölgede yayılış gösteren Spalacidae familyasının 50’den fazla kromozomal formu tespit edilmiştir. Bunların arasında karyolojik yönden en fazla

çeşitliliği Türkiye, 30' un üzerinde forma sahip olmasıyla göstermektedir (Nevo ve ark. 1995).

N. leucodon türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden 25 form kaydı verilmiştir. (Soldatovic ve Savic 1978, Savic ve Soldatovic 1979, Yüksel 1984, Gülkaç ve Yüksel 1989, Nevo ve ark., 1994,1995, Yüksel ve Gülkaç 1995, 2001, Ivanitskaya ve ark., 1997, Sözen ve Kıvanç 1998a, b, Sözen 1999, 2004, Sözen ve ark., 1999, 2000a, 2006a, 2008, Tez ve ark., 2001, 2002, Çataklı 2004, Matur ve Sözen 2005, Kankılıç ve ark. 2006, 2007, Aşan ve Yağcı 2008), (Çizelge 1.1). Bu kromozomal formlardan, diploid kromozom sayısı 40, 52, 54, 56, 58, 60 ve 62 arasında değişen sitotipler İç Anadolu Bölgesinden kaydedilmiştir. Aynı diploid kromozom sayısına sahip olsa bile bir populasyon diğerinden otozomal kromozomların kol sayısı ve temel kromozom sayısının farklı olmasıyla ayrılmaktadır (Nevo ve ark., 1995).

Nannospalax cinsinde karyotipik evrim Robertsonyan değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Diploid kromozom sayısında görülen artışlar büyük metasentrik kromozomların küçük akrosentrik kromozomlara ayrılmasıyla meydana gelmektedir (Nevo ve ark. 1986, 1988, 1995; Sözen, 2004).

Nevo (1991)'ya göre Türkiye körfarelerinde atasal form $2n = 38$ olup, $2n = 62$ ' ye doğru peripatrik bir türleşme görülmektedir. Ivanitskaya ve ark. (1997), Türkiye körfarelerinde atasal formu $2n = 60$ kabul etmektedir. Araştırmacıya göre akrosentrik kromozomların füzyonu sonucu metasentrik kromozomlar oluşmakta ve perisentrik inversiyonlarla yeni kromozomal formlar meydana gelmektedir.

Çizelge 1.1. *N. leucodon* türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009). (SM: Submetasentrik, ST: Subtelosentrik, M: Metasentrik, A: Akrosentrik, K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu).

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar	
Trakya (Çorlu,Karaevli)	56W	78	74	SM	A	Soldatovic ve Savic (1978)	
Havran ve Selçuk	38	74	70	ST	A	Savic ve Soldatovic (1979)	
Malatya	60	80	76	SM	ST	Yüksel (1984)	
Malatya merkez	60	80	76	SM	ST	Gülkaç ve Yüksel (1989)	
Malatya Yazıhan ilçesi	60	80	76	SM	ST		
Malatya Arguvan ilçesi	60	82	78	SM	-		
Balıkesir, İzmir	38	74	70	ST	A		
Beyşehir	40	72	68	SM	-	Nevo ve ark. (1994,1995)	
Aydın	50W	-	-	-	-		
Erzurum, Sarıkamış	50E	70	-	SM	-		
Bingöl	54E	-	-	-	-		
Bolu	54W	-	-	SM	-		
Denizli Pınarbaşı	60	-	-	-	-		
Malatya	60	78	74	SM	A		
Kütahya, Afyon, Konya, Ankara, Kayseri	62	-	-	-	-		
Kırşehir, Nevşehir, Kayseri	60	80	76	SM	ST		Yüksel ve Gülkaç (1995,2001)
Yozgat	54	74	70	SM	ST		
Malatya	60	-	74-76	SM	-	Ivanitskaya ve ark. (1997)	
Niğde Madenköy	58	72	68	SM	A	Sözen ve Kıvanç (1998a)	
Gülek	56S	72	68	M	A		
Sebil	52	72	68	SM	A	Sözen ve Kıvanç (1998b)	
Ulukışla, Madenköy, Madenocağı, Karınca dağı, Alpa-Pozantı	58	72	68	SM	A	Sözen (1999)	
Elmalı / Tekir Karboğazı 3 km	56	72	68	SM	A		
D Yılanovaşı / Gülek							
Sayındibi / Çamlıyayla Sebil	52	72	68	SM	A		

Çizelge 1.1. (devam) *N. leucodon* türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009). (SM: Submetasentrik, ST: Subtelosentrik, M: Metasentrik, A: Akrosentrik, K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu).

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
İzmir Bayındır	36	70	-	-	-	Sözen ve ark. (1999)
Ankara Merkez,15km K, 35kmG	60	82	78	SM	ST	
Afyon 95 km GD, 10 km D	60	82	78	SM	ST	
Burdur 5 km G, 10 km GD	60	84	80	SM	ST	
Akşehir 10 km GD	60	76	72	SM	ST	
Erzurum, Susuz, Ardahan	50E	72	-	SM	A	Sözen ve ark. (2000a)
Çamlıyayla	52	72	-	SM	A	Sözen ve ark. (2000b)
Ulukışla 30 km B	60	72	-	SM	A	
Aksaray 12 km D	60	74	-	SM	A	
Aksaray 35 km B	60	76	-	SM	ST	
Kayseri – Merkez, Sivas – Gürün	60	78	74	SM	-	Tez ve ark. (2001)
Dikili, Bigadiç	38	74	-	SM	A	Tez ve ark. (2002)
Ağrı, Van	48	68	-	SM	A	Coşkun (2003)
Erzurum ve Kars	50E	70	-	SM	A	
Bingöl, Elazığ, Tunceli	54	74	-	SM	A	Coşkun (2004)
Tunceli Ovacık	58	68	-	SM	A	
Çorum Kızılırmak 8 km D, Çadırhöyük	54	74	-	SM	A	Çataklı (2004)
Ilgaz Dağı	56N	72	-	SM	A	
Çankırı Orta, Ovacık, Çerkeş, Atkaracalar, Eldivan, Şabanözü, Ilgaz merkez, Kızılırmak 8 km D.	60	78	-	SM	ST	
Eceabat popülasyonu	56	76	72	SM	A	Sözen (2004)
Bigadiç 17 km G	38	74	70	SM	A	
Karabük Keltepe	50N	70	66	SM	A	
Safranbolu 10 km K, Aşağı çiftlik	56N	74	70	SM	A	
Bolu,Nallıhan	52	70	66	SM	A	

Çizelge 1.1. (devam) *N. leucodon* türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009). (SM: Submetasentrik, ST: Subtelosentrik, M: Metasentrik, A: Akrosentrik, K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu)

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
Sarıkavak	58N	78	74	SM	A	Sözen (2004)
Daday 38 km B, Eflani 12 km B, Alpagut, Yukarıaktaş, Karacalar ve Başçiftlik 4 km D	56N	72	68	SM	A	
Ankara	60	80	76	SM	ST	
Bilecik Gölpazarı Yenipazar	52	70	-	SM	A	Matur ve Sözen (2005)
Bilecik 10 km GB	60	78	-	SM	A	
Bursa İnegöl	60	78	-	SM	A	
Adapazarı Taraklı Geyve	52	70	-	SM	A	
Eskişehir İnönü 3 km K	60	78	-	SM	A	
Erbaa	54	75	-	SM	-	
Pozantı 15 km S	56	72	-	SM	A	Sözen ve ark. (2006a)
Koyunbaba, Hayranbolu, Sofular, Vize, Yeniçiftlik, Akalan, Tayakadın, Halkalı	56W	78	-	SM	A	
Konya Beyşehir 10 km K, Akşehir, Kütahya	60	76	-	SM	ST	
Başköy Ovid geçidi	50	72	-	SM	A	
Taşköprü	58N	74	-	SM	A	
Antalya Akseki	60	74	-	SM	A	
Göksun	60	74	-	SM	ST	
Karaali Havza	60	77	-	SM	ST	
Gümüşhane	48	71	-	SM	-	
Azdavay, Küre, Ağlı	60N	74	-	SM	A	
Isparta Aksu	56	-	-	-	-	Kankılıç ve ark. (2006)
Konya Yeşildağ	40	72	-	M	A	Kankılıç ve ark. (2007)
Kars 10 km B, Susuz, Selim	50	70	-	M	A	
						Sözen ve ark. (2006b)

Çizelge 1.1. (devam) *N. leucodon* türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009). (SM: Submetasentrik, ST: Subtelosentrik, M: Metasentrik, A: Akrosentrik, K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu)

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
Giresun, Rize, Bayburt, Erzincan	50	72	-	M	A	Kankılıç ve ark. (2007)
Bolu Merkez, Seben, Gerede	52	70	-	M	-	
Isparta Yılanlı Aksu	56	72	-	M	A	
Bolu Ayman yaylası, Isparta, Ankara Çeltikli, Samsun Kavak	60	78	-	SM	A	
Ankara Elmadağ, Kızılcahamam, Ayaş, Haymana, Nallıhan, Güdül, Gölbaşı, Polatlı, Bala	60	80	-	SM	ST	Kankılıç ve ark. (2007)
Kırıkkale	54	74	70	SM	A	Aşan ve Yağcı (2008)
Muğla Yatağan 4 km D, Aydın	36	70	-	SM	A	Sözen ve ark. (2008)
Balıkesir Karapınar köyü, Bursa Karacabey 10 km B, Manisa Demirtaş köyü Kırkağaç, Zeytinova Köyü, Akhisar, Gelenbe, Dualar Köyü	38	74	-	SM	A	
Manisa Yeşilyurt ayrımı Alaşehir, Ovacık köyü Pamukören	50	74	-	SM	A	
K. Maraş Andırın 5 km Göksun yolu	50	78	-	SM	A	
Yalova Merkez Bursa yolu çıkışı	52	72	-	SM	A	
Kırşehir 10 km K, Kaman merkez, Nevşehir Kozaklı 5 km D, Adana Tufanbeyli 23 km G	54	74	-	SM	A	
Adana Mansurlu köyü çıkışı, Antalya Fethiye çıkışı, Denizyolu Koskanteli 20 km B,	60	74	-	SM	A	

Çizelge 1.1. (devam) *N. leucodon* türü için Türkiye'nin çeşitli il ve ilçelerinden verilen kromozomal formlar (Matur, 2009). (SM: Submetasentrik, ST: Subtelosentrik, M: Metasentrik, A: Akrosentrik, K: Kuzey, G: Güney, B: Batı, D: Doğu)

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
Dağbeli, Burdur Bucak	60	74	-	SM	A	Sözen ve ark. (2008)
Yozgat Çayıralan 1 km D, Manisa, Karaman Ayrancı, Kayseri Bakırdağ 15 km D	60	76	-	SM	A	
Çorum, Amasya, Samsun, Tokat, Kütahya, Uşak, Mersin	60	78	-	SM	A	
Yozgat Çekerek, Kayseri Bakırdağ, Niğde Altınhisar, Kütahya, Bursa, Denizli Çameli, Antalya Elmalı	60	80	-	SM	A	

Nevo (1991), İsrail'de yayılış gösteren *S. ehrenbergi* üsttürünün, aynı diploid kromozom sayısına sahip olmasına karşılık, ekolojik ve coğrafik bakımdan farklılık gösteren popülasyonlarını tespit etmiştir. Bu üsttürün sahip olduğu dört kromozomal formun ($2n = 52$, $2n = 54$, $2n = 58$, $2n = 60$) sınırları devamlı olmasına karşılık çakışmamaktadır. Yakın formlar arasında çok dar hibrid zonlar bulunmaktadır ve burada hibridler nadirdir. Kromozomal yeniden düzenlemeler etkili üreme sonrası izolasyon mekanizmasını sağlamaktadır. Bu üsttürde kromozomal formlar gerek kromozomal gerekse etolojik bariyerler ile izole olmuşlardır. Temel izolasyon mekanizmasını oluşturan karyotipik farklılaşma sonradan etolojik bariyerlerle güçlendirilmiştir. *Nannospalax* cinsinde hibrid bireyler kısmen fertile olmasına karşılık çevreye uyumu ailesel bireylerden daha düşüktür. Hibridlerin aile territoryumlarına dağılımı genetik, sitogenetik, etolojik ve ekolojik faktörler tarafından sınırlandırılmıştır (Nevo ve Shaw 1972).

Nevo ve ark., (1995), Anadolu *Nannospalax*'larında diploid kromozom sayısının, yağışlı ve ılıman kıyı bölgelerinden kurak ve sert iklime sahip Orta Anadolu'ya gidildikçe arttığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, orta bir iklime sahip Ege'de $2n = 38$, yarı kurak Bolu'da $2n = 54$, kurak Ankara'da ise $2n = 62$ değerlerine sahip populasyonların olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer bir eğilim, Ankara-Mersin hattında da kaydedilmiştir. Kuraklığa bağlı $2n$ artışı, daha sonraki karyolojik çalışmalarda tam olarak desteklenmemiştir (Sözen ve ark., 2006a).

1.3. Allozim Özellikleri

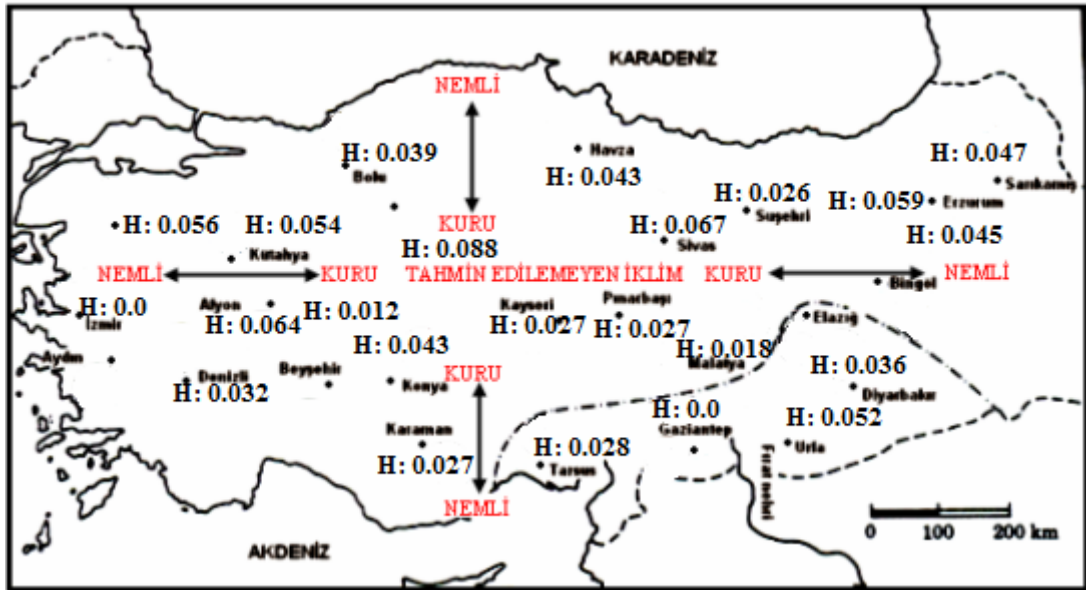
Günümüzde türlerin teşhisinde ve ayırımında moleküler teknikler kullanılmaktadır. Memelilerdeki allozim varyasyonun miktarı tür içinde ve türler arasında değişmektedir.

Toprak altında yaşayan türler sahip oldukları dar niş alanından dolayı toprak üstünde yaşayan memeli türlerine nazaran düşük heterozigotluk değerine sahiptir (Nevo ve ark. 1994).

Heterozigotluk önemli ölçüde yağış ve iklime bağlı olarak değişmektedir. İsrail'de yayılış gösteren *Nannospalax ehrenbergi*'de diploid kromozom sayısı ($2n$), temel kromozom sayısı (NF), allozimlerin gen çeşitliliği (H_e), heterozigotluk (H) ve polimorfizm (P) güneye doğru kuraklık stresi ve tahmin edilemeyen iklim koşulları ile artmaktadır. Benzer bir eğilim Türkiye'deki *N. leucodon*'un üsttürlerinde de bulunmuştur. Heterozigotluk (H) değeri nemli Ege kıyılarından (İzmir populasyonu

$2n = 38$, $H = 0.00$) kurak Anadolu'ya (Ankara $2n = 62$, $H = 0.09$) doğru gittikçe artmaktadır (Şekil 1.3). Karyolojik olarak farklılık gösteren populasyonlar allozim özellikleri bakımından da farklılık göstermektedir (Nevo ve ark. 1994 ve 1995, Sözen, 2004).

Nevo (1985)'ya göre memelilerdeki allozim polimorfizminin en önemli etkenlerinden biri ekolojik parametrelerdir. Memelilerdeki allozim varyasyon miktarı tür içinde ve türler arasında tesadüfi olmayacak şekilde değişmektedir. Allozimler sadece evrimin işleyişini ve mekanizmasını belirlemekle kalmaz aynı zamanda filogeni oluşturmak için de kullanılmaktadır (Nevo ve ark. 1987).



Şekil 1.3. Türkiye’de yayılış gösteren körfarelerin heterozigotluk değerlerinin dağılımı (Nevo ve ark., 1995)

1.1.4. α - Gliserofosfat Dehidrojenaz Enzimi Özellikleri

Enzim kodu, 1.1.1.8 olan bu enzim Gliserol-3-fosfat dehidrojenaz olarak da adlandırılmaktadır.

Katalizlediği reaksiyon;

Gliserol-3-fosfat + NAD = Dihidroksiaseton fosfat + NADH şeklindedir.

Gliserol-3-fosfat-dehidrojenaz enziminin iki otozomal lokusunun GPD1 ve GPD2, sırasıyla α ve β polipeptid zincirleri belirlenmiştir. İzozimleri dimer, ve aynı ya da farklı lokuslardan türettiği polipeptid altünitelerini içerebilmektedir. İzozimleri belirli koşullar altında anodal olarak göç eder; GPD1 izozimleri, GPD2 izozimlerine nazaran daha anodaldır.

GPD1 ve GPD2, her ikisi de ergin iskelet kasında belirli bir aktiviteye sahip olmasına karşın, GPD1 aktivite olarak daha yüksektir. Böbrek, beyin, testis, dalak ve kalp kasındaki aktiviteleri ise daha zayıftır. İzozimleri, kırmızı ve beyaz hücreler, kültüre edilmiş insan fibroblast ya da lenfosit hücrelerinde bulunmamaktadır. Aktiviteleri genellikle daha az olmakla birlikte, fetal dokularda bulunan izozimleri, ergin dokulardakine benzemektedir.

GPD1 ve GPD2 izozimlerinin alt ünite yapıları dimeriktir (Harris ve Hopkinson 1976).

1.1.5. Malat Dehidrojenaz Enzimi Özellikleri

Enzim kodu, 1.1.1.37 olan Malat dehidrojenaz enzimi, MDH olarak adlandırılmaktadır.

Katalizlediği reaksiyon;

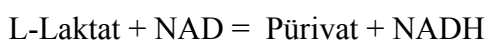


Malat dehidrojenaz enziminin sırasıyla; çözüner ve mitokondriyal formları olan iki otozomal lokusu, MDH_S ve MDH_M (MDH₁ ve MDH₂ ya da, MOR-S ve MOR-M), tespit edilmiştir. Elektroforez koşullarında çözüner formu, anodal olarak göç ederken, mitokondriyal formu katodal olarak göç etmektedir. Hem çözüner hem de mitokondriyal formları, kırmızı hücreler dışında bütün dokularda bulunmaktadır, fakat yalnız çözüner form görülebilmektedir.

Malat dehidrojenaz enziminin izozimleri, alt ünite yapısı olarak dimeriktir (Harris ve Hopkinson 1976).

1.1.6. Laktat Dehidrojenaz Enziminin Özellikleri

Enzim kodu, 1.1.1.27 Laktat dehidrojenaz (LDH) enzimi, aşağıdaki reaksiyonu katalizlemektedir;



LDH enziminin üç otozomal lokusu, LDH_A, LDH_B ve LDH_C'nin sırasıyla A, B ve C polipeptidleri tespit edilmiştir. Bu izozimler tetramerdir ve aynı ya da farklı lokuslardan polipeptidleri içerebilmektedir. LDH-1 = B₄, LDH-2 = A₁B₃, LDH-3 = A₂B₂, LDH-4 = A₃B₁, LDH-5 = A₄, LDH-X = C₄ enzimin alt ünite yapılarıdır.

Elektroforetik koşullar altında LDH 1-4 izozimleri anodal, LDH-5 katodal yönde göç etmektedir. LDH-X izozimi ise LDH-3 ve LDH-4 izozimleri arasında göç etmektedir.

LDH_A ve LDH_B'nin polipeptid ürünlerinin miktarları farklı olarak bütün dokularda bulunmaktadır. Ergin karaciğeri ve iskelet kasında LDH-A polipeptidi yaygındır ve LDH-5 daha aktiftir; LDH-B polipeptidi ise karaciğer ve kalp kasında yaygındır, LDH-1 ve LDH-2 daha aktif izozimlerdir. LDH-X yalnız ergenlik çağı sonrası testis ve spermlerde görülmektedir (Harris ve Hopkinson 1976).

1.1.7 Esteraz Enzimi Özellikleri

Enzim kodu, 3.1.1.1. olan Esteraz enzimi (ES); karboksilesterazlar, ali-esterazlar, B-esterazlar olarak bilinmektedir.

Katalizlediği reaksiyon;

Bir karboksilik ester + H₂O = bir alkol + bir karboksilik asit anyonu

Esteraz izozimlerinin büyük bir çoğunluğu insan dokularında bulunmaktadır. Bu izozimler birbirlerine karşılık gelen substrat özelliklerine sahiptir. Bu nedenle

sınıflandırılırken yalnızca substrat özelliklerine ve elektroforetik mobilitelerine göre değil aynı zamanda doku dağılımlarına, inhibisyon özelliklerine ve molekül ağırlığı gibi fiziksel karakterleri de dikkate alınmaktadır.

Esteraz izozimleri, substrat olarak asetatları tercih eden asetilesterazlar ve bütiratları tercih eden bütirilesterazlar olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Asetilesterazların, ESA ve yapısal gen lokuslarına göre ayrılmış 6 tipi, ESC ve ESD olarak 9 seti tanımlanmıştır.

ESA1, ESA2 ve ESA3 izozimleri anodal olarak göç eder ve kırmızı hücrelerde spesifik olarak gözlenebilmektedir. ESA4 izozimleri çoğu dokuda bulunur ve katodal olarak göç eden zonların karmaşık bir setini oluşturur. Bunlar muhtemelen tek bir otozomal lokus ESA4 ile belirlenmektedir. ESA5 ve ESA6 elektroforetik olarak sırasıyla, kırmızı hücrelerdeki ESA1 ve ESA3 izozimlerine benzemektedir. Çoğunlukla fetal dokularda bulunmasına karşın, birkaçı beyin, testis ve ovaryum gibi ergin dokularda da bulunabilmektedir. ESA7, kırmızı hücrelerin ESA2 izozimi ile benzer elektroforetik mobilite sergilemektedir. ESC izozimleri kırmızı hücre lisatlarında çok zayıf anodal zonlar olarak görülmektedir. ESD izozimleri ise bütün dokularda bulunur ve hidrolaz içerikleri ile çok kolay fark edilirler.

Bütirilesterazların ise ESB1, ESB2, ESB3 ve ESB4 olmak üzere 4 seti belirlenmiştir. Yapısal gen lokusu olarak üç grupta incelenirler. ESB1 izozimi belirgin tek anodal izozim olarak bütün dokularda görülmektedir. Diğer esterazlara nazaran daha az anodaldır. Elektroforezlerinde borat tamponu uygulanır. ESB2 ve ESB3 izozimleri kırmızı hücreler dışında birçok ergin dokuda bulunur. Bu dokulardan özellikle önde

gelenleri, karaciğer, böbrek, kalp, gastro intestinal sistemlerdir. Bu dokulardaki aktiviteleri, fetal doku özütlerine göre daha azdır.

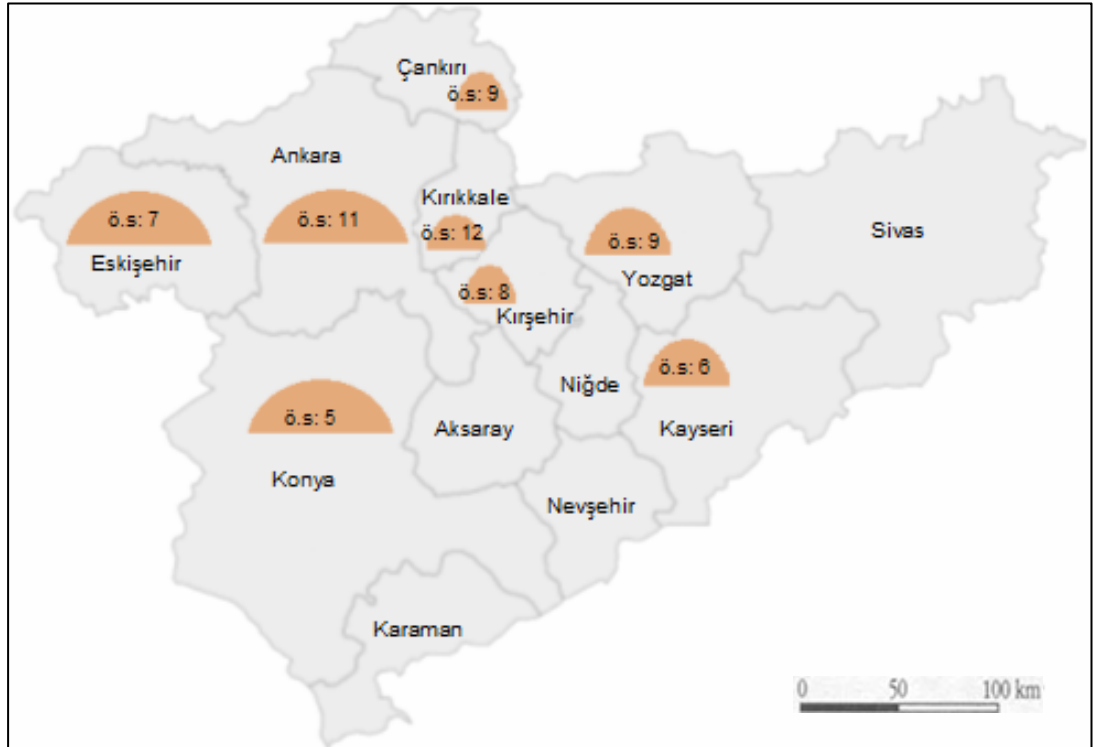
ESB4 çok zayıf katodal olarak göçeden bir izozimdir. Bütün dokularda bulunur ve floresan substratları 4-Me umbelliferil bütret ve floresan büttrattır.

Esteraz enzimi altünite yapısı olarak ESA1 monomerik, ESD dimerik ve ESB4 monomeriktir (Harris ve Hopkinson 1976).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Arazi Çalışmaları ve Örneklerin Toplanması

Bu araştırmada 2008 ve 2010 yılları arasında İç Anadolu Bölgesinin Ankara, Çankırı, Eskişehir, Kırıkkale, Kayseri, Kırşehir, Konya ve Yozgat olmak üzere toplam 8 ilinde uygun habitatlardan 41 erkek ve 26 dişi, 67 körfare örneğinin G-bantlama ve allozim verileri incelenmiştir (Şekil 2.4, Çizelge 2.2). Allozim verilerini, α -Gliserofosfat dehidrojenaz (α -Gpdh), Malat dehidrojenaz (Mdh), Laktat dehidrojenaz (Ldh) ve Esteraz (Es) enzimlerinin yatay nişasta jel elektroforezi ile belirlenen allozim çeşitliliği oluşturmaktadır.



Şekil 2.4. İç Anadolu bölgesinde arazi çalışması yapılan iller (ö.s: örnek sayısı)

Çizelge 2.2. Örneklerin alındığı lokaliteler

No	Eşey	Lokalite	No	Eşey	Lokalite
SP1	Erkek	Yenimahalle-Ankara	SP24	Dişi	Cihanbeyli-Konya
SP2	Erkek	Yenimahalle-Ankara	SP25	Erkek	Cihanbeyli-Konya
SP3	Erkek	Yenimahalle-Ankara	SP26	Erkek	Sarıcakaya-Eskişehir
SP4	Dişi	Yenimahalle-Ankara	SP27	Dişi	Sarıcakaya-Eskişehir
SP5	Dişi	Yenimahalle-Ankara	SP28	Dişi	Sarıcakaya-Eskişehir
SP6	Erkek	Eryaman-Ankara	SP29	Erkek	Sarıcakaya-Eskişehir
SP7	Erkek	Eryaman-Ankara	SP30	Dişi	Mihalgazi-Eskişehir
SP8	Dişi	Eryaman-Ankara	SP31	Dişi	Mihalgazi-Eskişehir
SP9	Dişi	Elmadağ-Ankara	SP32	Dişi	Mihalgazi-Eskişehir
SP10	Erkek	Elmadağ-Ankara	SP33	Dişi	Çelebi-Kırıkkale
SP11	Erkek	Elmadağ-Ankara	SP34	Erkek	Çelebi-Kırıkkale
SP12	Erkek	Kızılırmak-Çankırı	SP35	Erkek	Çelebi-Kırıkkale
SP13	Dişi	Kızılırmak-Çankırı	SP36	Erkek	Çelebi-Kırıkkale
SP14	Dişi	Kızılırmak-Çankırı	SP37	Erkek	Yahşihan-Kırıkkale
SP15	Erkek	Kızılırmak-Çankırı	SP38	Dişi	Yahşihan-Kırıkkale
SP16	Dişi	Kızılırmak-Çankırı	SP39	Erkek	Yahşihan-Kırıkkale
SP17	Erkek	Eldivan-Çankırı	SP40	Erkek	Yahşihan-Kırıkkale
SP18	Erkek	Eldivan-Çankırı	SP41	Erkek	Keskin-Kırıkkale
SP19	Dişi	Eldivan-Çankırı	SP42	Erkek	Keskin-Kırıkkale
SP20	Erkek	Eldivan-Çankırı	SP43	Erkek	Keskin-Kırıkkale
SP21	Erkek	Kulu-Konya	SP44	Erkek	Keskin-Kırıkkale
SP22	Erkek	Kulu-Konya	SP45	Dişi	Akpınar-Kırşehir
SP23	Dişi	Kulu-Konya	SP46	Erkek	Akpınar-Kırşehir

Çizelge 2.2. (Devam) Örneklerin alındığı İç Anadolu Bölgesine ait lokaliteler

No	Eşey	Lokalite	No	Eşey	Lokalite
SP47	Dişi	Akpınar-Kırşehir	SP58	Dişi	Yerköy-Yozgat
SP48	Dişi	Akpınar-Kırşehir	SP59	Dişi	Şefaati-Yozgat
SP49	Dişi	Akpınar-Kırşehir	SP60	Erkek	Şefaati-Yozgat
SP50	Dişi	Bayramözü-Kırşehir	SP61	Erkek	Şefaati-Yozgat
SP51	Erkek	Bayramözü-Kırşehir	SP62	Erkek	Bayramhacı-Kayseri
SP52	Erkek	Bayramözü-Kırşehir	SP63	Erkek	Bayramhacı-Kayseri
SP53	Erkek	Yerköy-Yozgat	SP64	Dişi	Bayramhacı-Kayseri
SP54	Erkek	Yerköy-Yozgat	SP65	Erkek	Bayramhacı-Kayseri
SP55	Erkek	Yerköy-Yozgat	SP66	Dişi	Yuvalı-Kayseri
SP56	Erkek	Yerköy-Yozgat	SP67	Erkek	Yuvalı-Kayseri
SP57	Erkek	Yerköy-Yozgat			

Arazi çalışmalarının yapılacağı illerdeki körfarelerin habitatları önceden belirlenerek, birbirinden uzak ve birbirine sınır lokalitelerden örnek toplanmasına dikkat edilmiştir. Körfarelerin yakalanmasında özel olarak yapılan canlı yakalama kapanları kullanılmıştır (Yağcı ve Aşan, 2007), (Şekil 2.5). Arazi çalışmaları sırasında körfarelerin yayılış alanları ve kapan kurma esnasında bulunan depo ve dinlenme gibi odalarının fotoğrafları çekilerek kaydedilmiştir.



Şekil 2.5. Körfarelerin yakalanmasında kullanılan canlı yakalama kapanı (Yağcı ve Aşan, 2007).

2.2. Örneklerin Karyolojik Analizi

Laboratuara canlı olarak getirilen örneklere aşağıdaki yöntem uygulanarak karyolojik analizleri yapılmıştır;

- Hayvan eterle bayıltılarak ya da aktif halde elle tutularak karın peritonunun sağ ve sol bölgesinden kolçisin (1/1000, 1/1500 ya da 1/2000'lik kolçisin) enjekte edilmiştir. Enjekte edilen kolçisin miktarı hayvanın her gramı için 0,01 ml olacak şekildedir.

- Kolçisin enjekte edilen hayvan 3 ila 4 saat bekletilmiş ve femur kemiği çıkarılmıştır. Kemik iliği %1'lik KCl ile yıkanarak tüpe alınmış ve 37 °C' de 15 dakika etüvde bekletilmiştir.

- Kemik iliği solusyonu 500-700 rpm'de santrifüj edilmiş ve süpernatant atılmıştır. Çökmüş hücreler 15 dakika Carnoy fiksatif ile (3:1, Metanol:Asetik asit) fikse edilmiştir. Fiksasyon işleminden sonra 500-700 rpm'de 5 dakika santrifüj yapılarak süpernatant atılmıştır. Her defasında fiksatif ilave etmek suretiyle bu işlem 3-4 kez tekrarlanmıştır. Son santrifüjden sonra kalan 1 ml hücresel tortudan 5 ila 10 adet yayma preparat hazırlanmıştır.

- Taze hazırlanmış 1/10 oranında Giemsa boyası ile (100 ml saf su, 10 ml Giemsa boyası) uygun süreler denenerek en iyi boyama yapılmıştır.

Standart boyanmış metafaz plaklarının X 100'lük immersiyon objektif altında fotoğrafları çekilmiştir. Karyogramlar hazırlandıktan sonra diploid kromozom sayısı (2n), otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) ve temel kromozom sayısı (NF) hesaplanmıştır. Aşan ve Yağcı (2008)'ya göre kromozomların metasentrik, akrosentrik (telosentrik), submetasentrik, subtelosentrik olup olmadıkları sentromerik indeksleri hesaplanarak tespit edilmiştir.

2.3. G-Bantlama

G- bantlama, Seabright (1971)'a göre yapılmıştır;

100 ml fosfat tamponu hazırlamak için, 100 ml saf su içine 1,188 gr Na_2HPO_4 olacak şekilde çözelti hazırlanır. Bu çözülden 57,1 ml alınır. Daha sonra 100 ml saf su içinde 0,908 gr KH_2PO_4 çözünür ve çözülden 42,9 ml alınarak Na_2HPO_4 ile tamamlanır.

100 ml fosfat tamponu içinde 0,1 gr Tripsin çözünür. Her seferinde taze hazırlanır.

Kromozom preparatları belirli süreler denenerek tripsin-fosfat ile muamele edildikten sonra musluk suyu ile yıkanır. Daha sonra 3-5 dakika giemsa boyası (Giemsa boyasından 3 ml alınıp, 97 ml fosfat tamponu içine katılarak) ile boyanır. Boyanmış preparatlar tekrar musluk suyu ile yıkanarak kurutulur ve mikroskop altında fotoğrafları çekilir.

2.4. Nişasta Jel Elektroforezi

Enzim çalışmaları için $-80\text{ }^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilen kas doku örneklerine aşağıdaki yöntemler sırasıyla uygulanmıştır.

1. Dokular bistüri kullanılarak küçük parçalar halinde alındıktan sonra 3 ila 5 katı olacak şekilde buz ile soğutulmuş su ya da jel tamponu içerisine konulmuştur.

2. Hazırlanan karışım mekanik olarak homojenize edilmek üzere homojenizatör tûpüne alınmıştır. Homojenat 1200 rpm'de 3 dakika santrifûj edilerek hücre kalıntılardan arındırılması sağlanmıştır.

3. %11'lik nişasta, incelenecek olan enzimler için kullanılan jel tamponu içinde kaynatılarak hazırlanmıştır. Jel karışımının havası su trompu ile vakum uygulanarak havası alındıktan sonra jel kabı içerisinde katılması için 45 ila 60 dakika bekletilmiştir.

4. Homojenatlar, 0.3 x 0.4 cm filtre kağıdı (Whatman No 3) parçalarına absorbe edilerek nişasta jele yerleştirilmiştir.

5. Elektroforez işlemi, +4 ° C de yatay olarak ve her enzim için spesifik olan elektrot tamponları ile elektroforez şartları uygulanarak yapılmıştır.

6. Her bir enzim için farklı yöntemler kullanılarak histokimyasal boyamaları yapılmıştır. Boyama tamamlandığında gözlenen bant kalıplarının fotoğrafları çekilmiş ve çizimleri yapılarak değerlendirilmiştir.

2.4.1. Elektroforetik Çalışmalarda Kullanılan Tampon Sistemleri

α - Gliserofosfat dehidrojenaz enzimi için Tris-Sitrat Tampon sistemi kullanılmıştır.

Tris – Sitrat Tampon Sistemi (Selander ve ark., 1971);

A. Elektrot Tamponu: 0.155 M Tris , 0.043 M Citric acid karıştırılarak 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 7.0' a ayarlanarak hacim 1 litreye tamamlanır.

B. Jel Tamponu: 66,7 ml elektrot tamponundan alınarak 1 litreye seyreltilir ve pH 7.0 olacak şekilde ayarlanır.

Malat dehidrojenaz enzimi için Fosfat- Sitrat tampon sistemi kullanılmıştır. Fosfat- Sitrat tampon sistemi (Harris and Hopkinson (1976) ;

A. Elektrot tamponu: 0.245 M Sodyum fosfat, 0.15 M Sitrik asit karıştırılarak 600 ml distile suda çözümlenerek 1litreye tamamlanır ve pH 8.0 olacak şekilde ayarlanır.

B. Jel Tamponu: Elektrot tamponu, 1:19 oranında distile su ile seyreltilerek hazırlanır ve pH: 8.0 olacak şekilde ayarlanır.

Laktat Dehidrojenaz enzimi için Tris-Sitrat II tampon sistemi kullanılmıştır. Tris- Sitrat II Tampon sistemi (Selander ve ark., 1971);

A. Elektrot tamponu: 0.687 M Tris, 0. 157 M Sitrik asit karıştırılarak 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 7.0 olacak şekilde ayarlanarak hacim 1 litreye tamamlanır.

B. Jel tamponu; Elektrot tamponu, 1:19 oranında distile su ile seyreltilerek hazırlanır ve pH: 7.0 ' a ayarlanır.

Esteraz enzimi için Tris- Borik asit tampon sistemi kullanılmıştır. Tris- Borik Asit Tampon Sistemi (Poulik ve ark., 1978);

Elektrot tamponu: 300 nM Borik asit, 60 nM NaOH karıştırılarak distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 8.2 olacak şekilde hacim 1 litreye tamamlanır.

Jel tamponu: 76 nM Tris, 5 nM Sitrik asit karıştırılarak 60 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 8.65 olacak şekilde hacim 100ml' tamamlanır.

2.4.2. Elektroforez Şartları Ve Histokimyasal Boyama

Enzimlerin her biri için farklı elektroforez koşulları uygulanmış ve ortaya çıkan bantlar yine enzime özgü yöntemlerle boyanarak tespit edilmiştir. Enzimleri boyamak için kullanılan boya tamponları ve karışımları; Harris ve Hopkinson, (1976), Shaw ve Prasad (1970), Hillis ve Moritz (1990)' e göre değiştirilerek uygulanmıştır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Enzim çalışmalarında uygulanan elektroforez şartları ve boyama teknikleri

Enzim	Elektroforez şartları	Boyamada kullanılan referanslar
α -Gliserofosfat dehidrojenaz	115 V, 150 dk	Harris ve Hopkinson 1976
Malat dehidrojenaz	91 V, 180 dk	Harris ve Hopkinson 1976
Laktat dehidrojenaz	120 V, 240 dk	Shaw ve Prasad 1970
Esteraz	104 V, 300 dk	Hillis ve Moritz 1990

2.4.3. Enzim sonuçlarının değerlendirilmesi

Nişasta jel elektroforezinde tespit edilen aleller, anoda en yakından başlanılarak A, B, C, D harfleri ile değerlendirilmiştir. A aleli en hızlı hareket eden, sırasıyla B, C, D alelleri ise yavaş hareket eden aleller olarak adlandırılmıştır. Bu şekilde tespit edilen aleller, POPGENE Software (POPGENE Version 1.31 Microsoft Window-based Freeware for Population Genetic Analysis) istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir;

Alel frekansları, her bir populasyon için ve populasyonların tümünde saptanmıştır. Genetik varyasyonlar; her lokusun ortalama heterozigotluğu (Hardy-Weinberg eşitliğinin altında bir heterozigotluk frekansı), populasyonda polimorfik lokusların oranı (yaygın alellerin frekansı sırasıyla 0.99 ya da 0.95'den büyük değil ise bir lokus polimorfiktir denir), ve her lokus alellerinin ortalama sayısı ile değerlendirilmiştir.

Genetik farklılık, Nei (1978)' e göre standart genetik özdeşlik indisi (I) ve genetik mesafe indisi (D) ile değerlendirilmiş ve buna göre dendogramı oluşturulmuştur. Belirlenen polimorfik lokuslar, Khi kare testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Habitat Özellikleri

İç Anadolu bölgesi coğrafik olarak; Konya Bölümü, Yukarı Sakarya Bölümü, Orta Kızılırmak ve Yukarı Kızılırmak Bölümü olmak üzere dört bölüme ayrılmaktadır. Arazi çalışmalarının yapıldığı illerden Konya ili, Konya Bölümünde yer alıp Türkiye'nin en kurak bölümüdür. Eskişehir ve Ankara illeri ise Yukarı Sakarya Bölümünde olup, daha nemli bir iklime sahiptir. Kızılırmak nehrinin oluşturduğu yay içerisinde bir kesimi kalan Kayseri ili ve Kırşehir, Yozgat, Kırıkkale, Çankırı illeri ise Orta Kızılırmak Bölümünde bulunmaktadır.

N. leucodon'un yayılış gösterdiği uygun habitatların en fazla sırasıyla; tarım alanlarının bol olduğu Orta Kızılırmak, nemli bir iklime sahip Yukarı Sakarya bölümü ve en az Konya bölümünde olduğu gözlenmiştir. Arazi çalışmalarının yapıldığı bu bölgelerde *N. leucodon*'a ait tümseklere açık alanlarda, yol kenarlarında, tarla ve bahçelerde rastlanmıştır (Şekil 3.6, Şekil 3.7). Örneklerin yakalanması için kazılan yuvalarda, bitki köklerinin bulunduğu depo ve dinlenme gibi odalar tespit edilmiştir (Şekil 3.8, Şekil 3.9).



Şekil 3.6. *Nannospalax leucodon*'un yayılış alanı (Eskişehir)



Şekil 3.7. *N. leucodon*'un yayılış alanı (Çankırı)



Şekil 3.8. *N. leucodon*'a ait besin depo odası (Ankara)



Şekil 3.9. *N. leucodon*'a ait dinlenme odası (Yozgat)

3.2. Karyolojik Özellikler, G-Bantlama

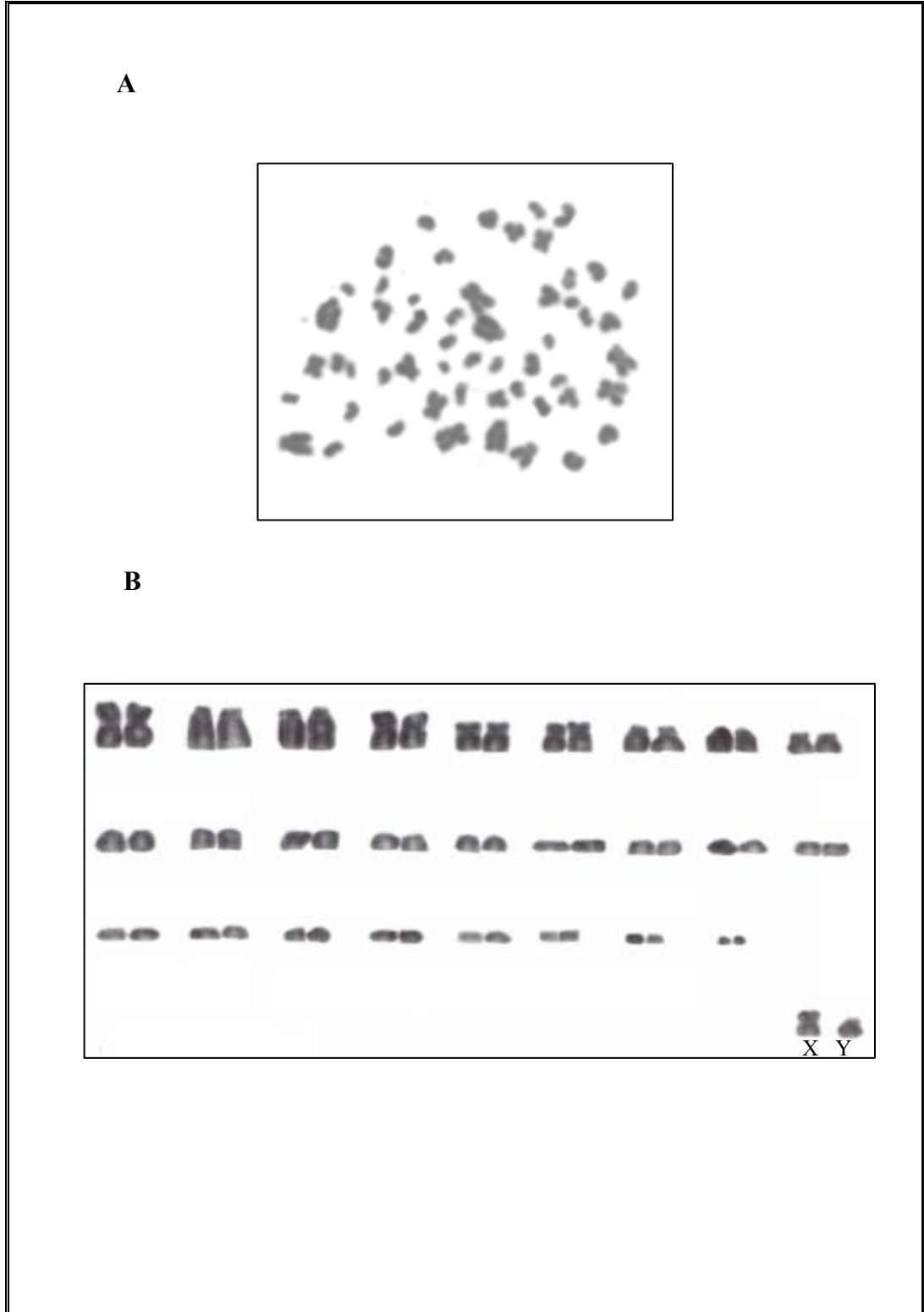
Ankara ilinden (Yenimahalle, Eryaman, Elmadağ) 7♂, 4♀, Çankırı ilinden (Kızılırmak, Eldivan) 5♂, 4♀, Eskişehir ilinden (Sarıcakaya, Mihalgazi) 2♂, 5♀, Kayseri ilinden (Bayramhacı, Yuvalı) 4♂, 2♀, Kırıkkale ilinden (Çelebi, Yahşihan, Keskin) 10♂, 2♀, Kırşehir ilinden (Akpınar, Bayramözü) 3♂, 5♀, Konya ilinden (Kulu, Cihanbeyli) 3♂, 2♀, Yozgat ilinden (Yerköy, Şefaati) 7♂, 2♀, toplam 67 körfare örneği yakalanmıştır. Her bir ile ait örneklerin karyolojik analizleri yapılarak, G-bantlama yöntemi ile 2n ve NF değerleri tespit edilmiştir. Örneklerin alındığı lokaliteler, Kızılırmak nehrinin oluşturduğu yay ile kromozomal iki gruba ayrılarak incelenmiştir (Şekil 3.10).



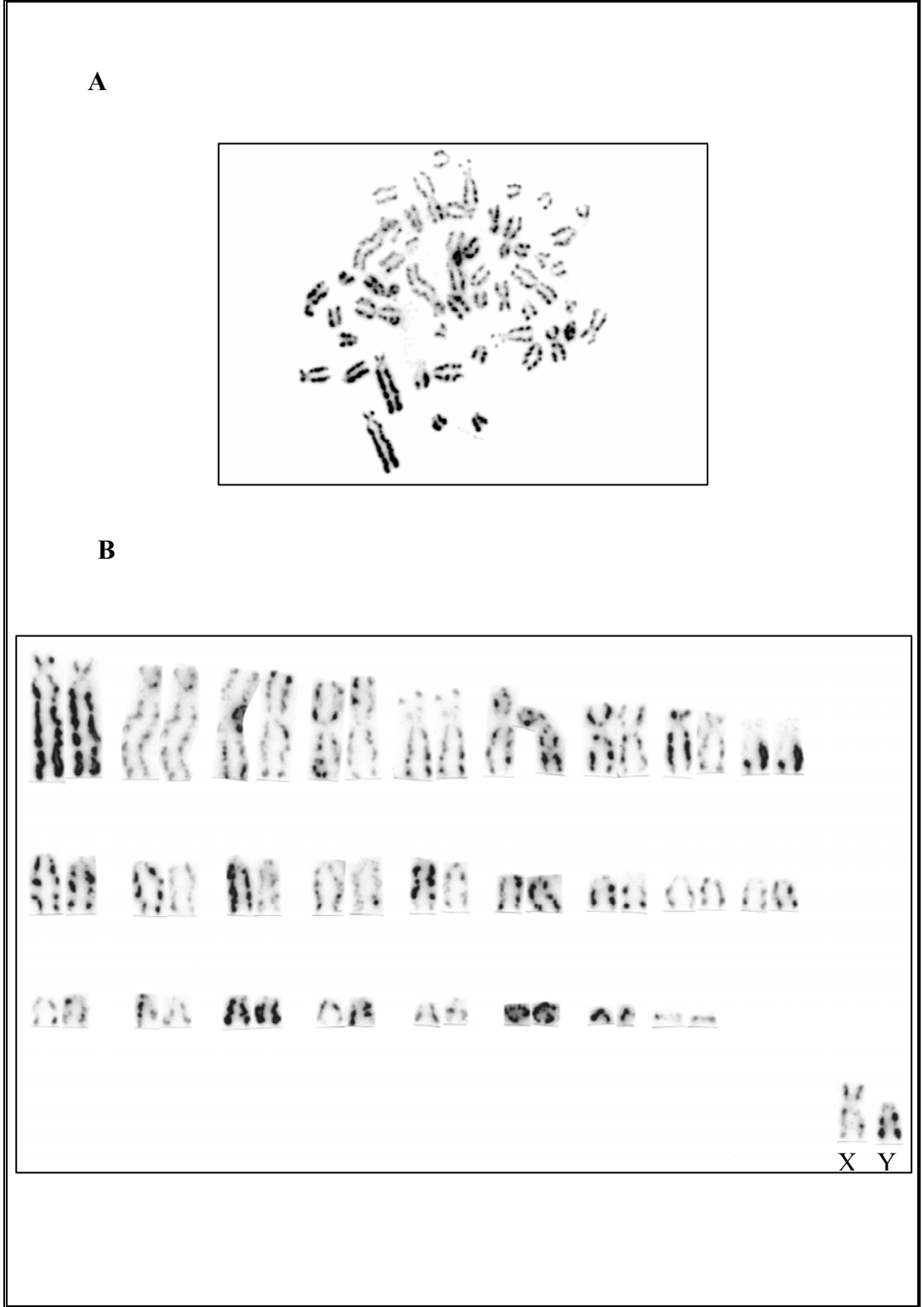
Şekil 3.10. *N. leucodon* örneklerin alındığı lokaliteler ve tespit edilen karyolojik değerleri (2n = diploid kromozom sayısı, NF = temel kromozom kol sayısı)

3.2.1. $2n = 54$ Kromozomal Formu

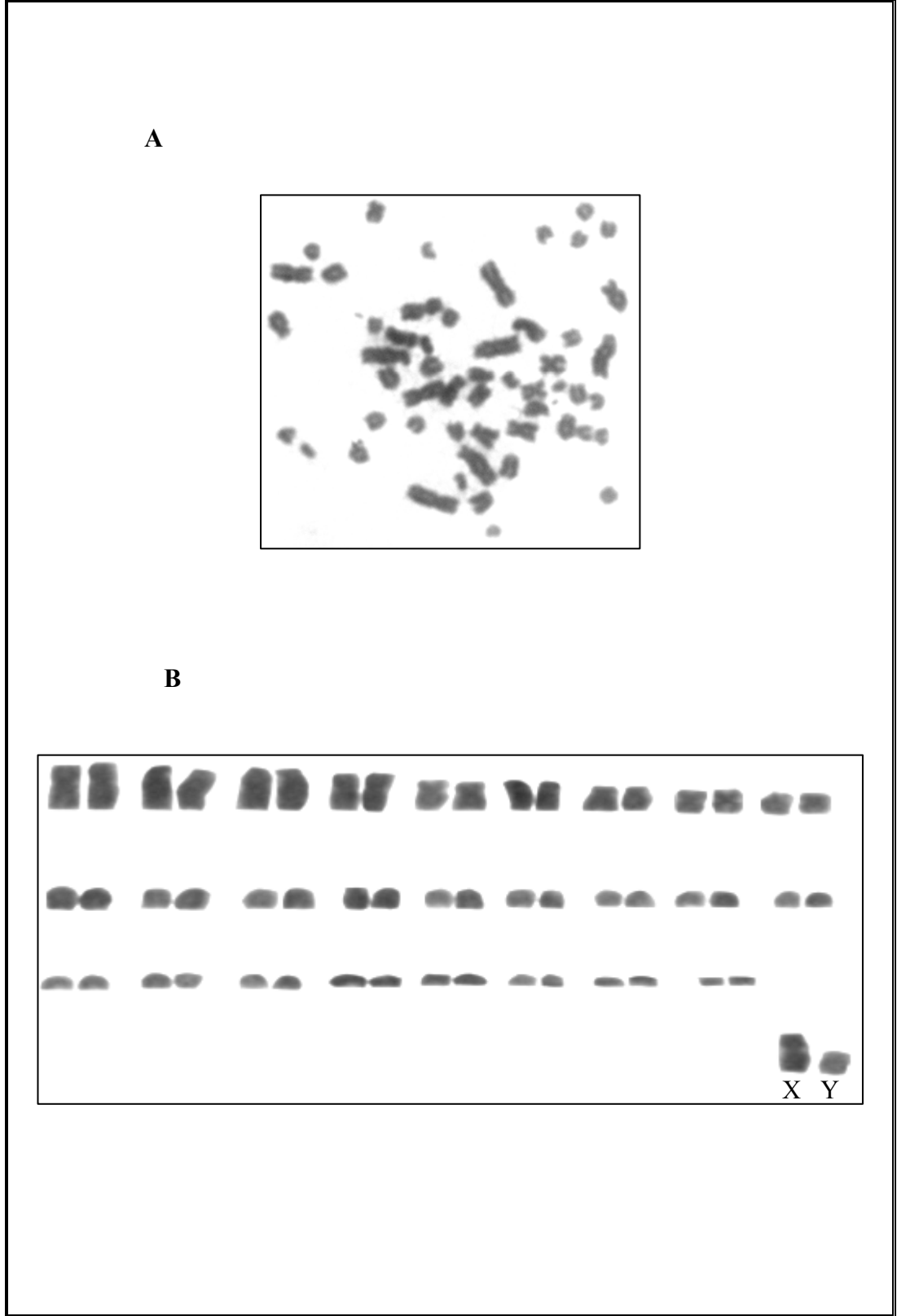
Kırıkkale, Yozgat, Kayseri ve Kırşehir illerinden alınan *N. leucodon* örneklerinin diploid kromozom sayısı ($2n$) 54, temel kromozom sayısı (NF) 74, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 70 olarak kaydedilmiştir. Kromozom setinde 4 çift metasentrik, 3 çift subtelosentrik ve 17 çift akrosentrik kromozom bulunmaktadır. X kromozomu orta büyüklükte bir submetasentrik, Y kromozomu ise akrosentriktir. Bu formun karyotip analizleri Şekil 3.11 - 3.18' de verilmiştir.



Şekil 3.11. Kırıkkale ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N. leucodon* örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)

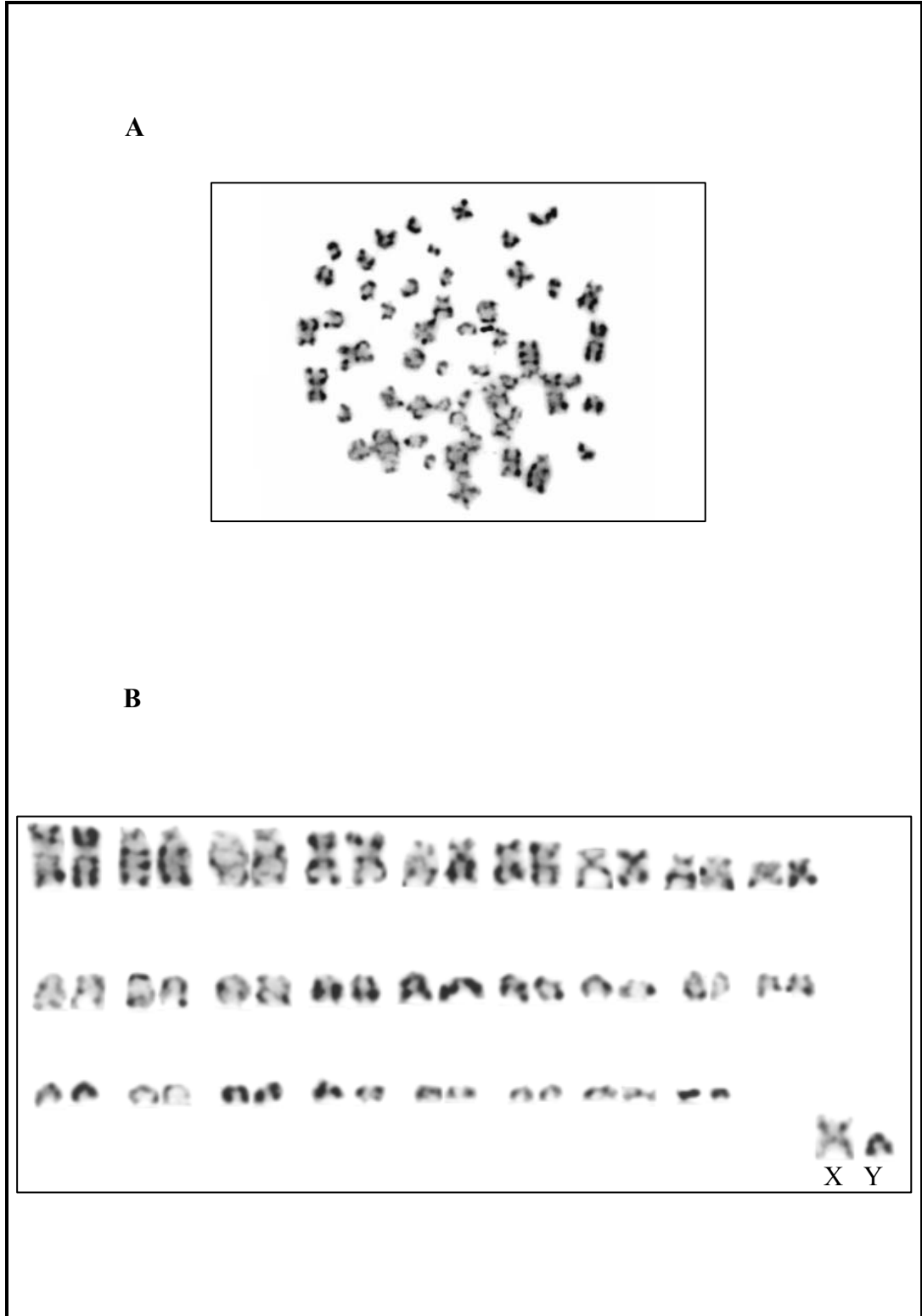


Şekil 3.12. Kırıkkale ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)

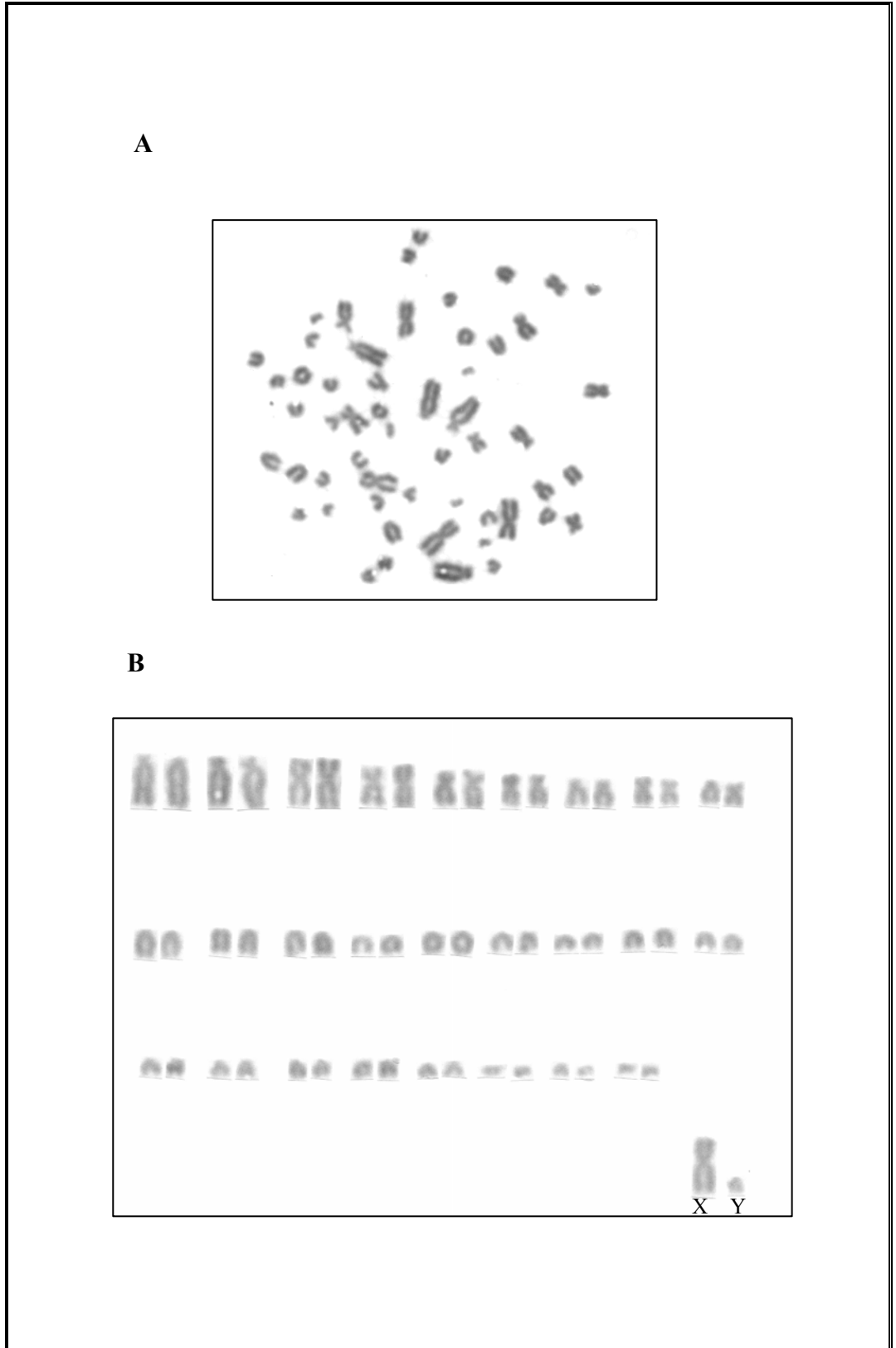


Şekil 3.13. Yozgat ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N.*

leucodon örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)

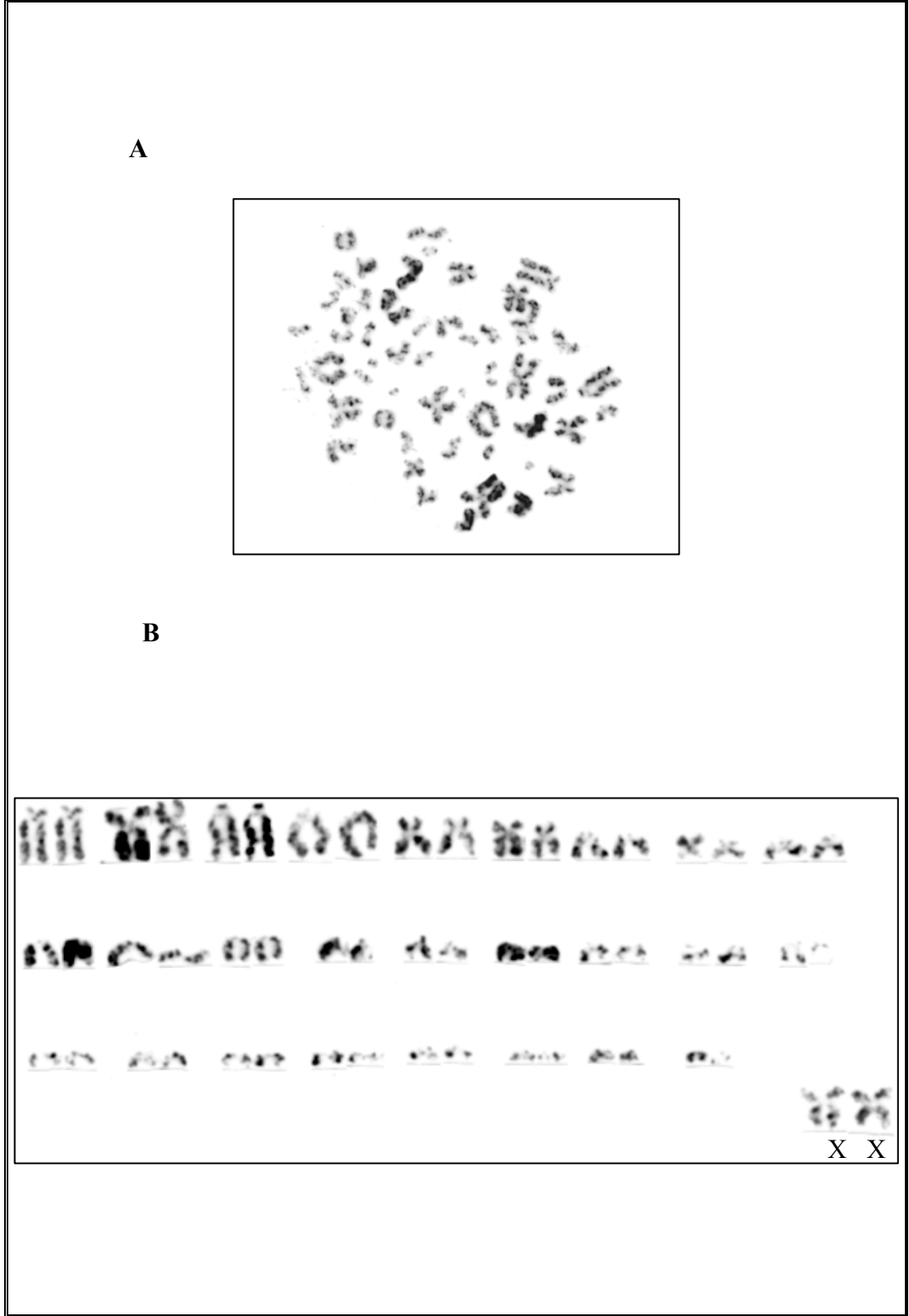


Şekil 3.14. Yozgat ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)

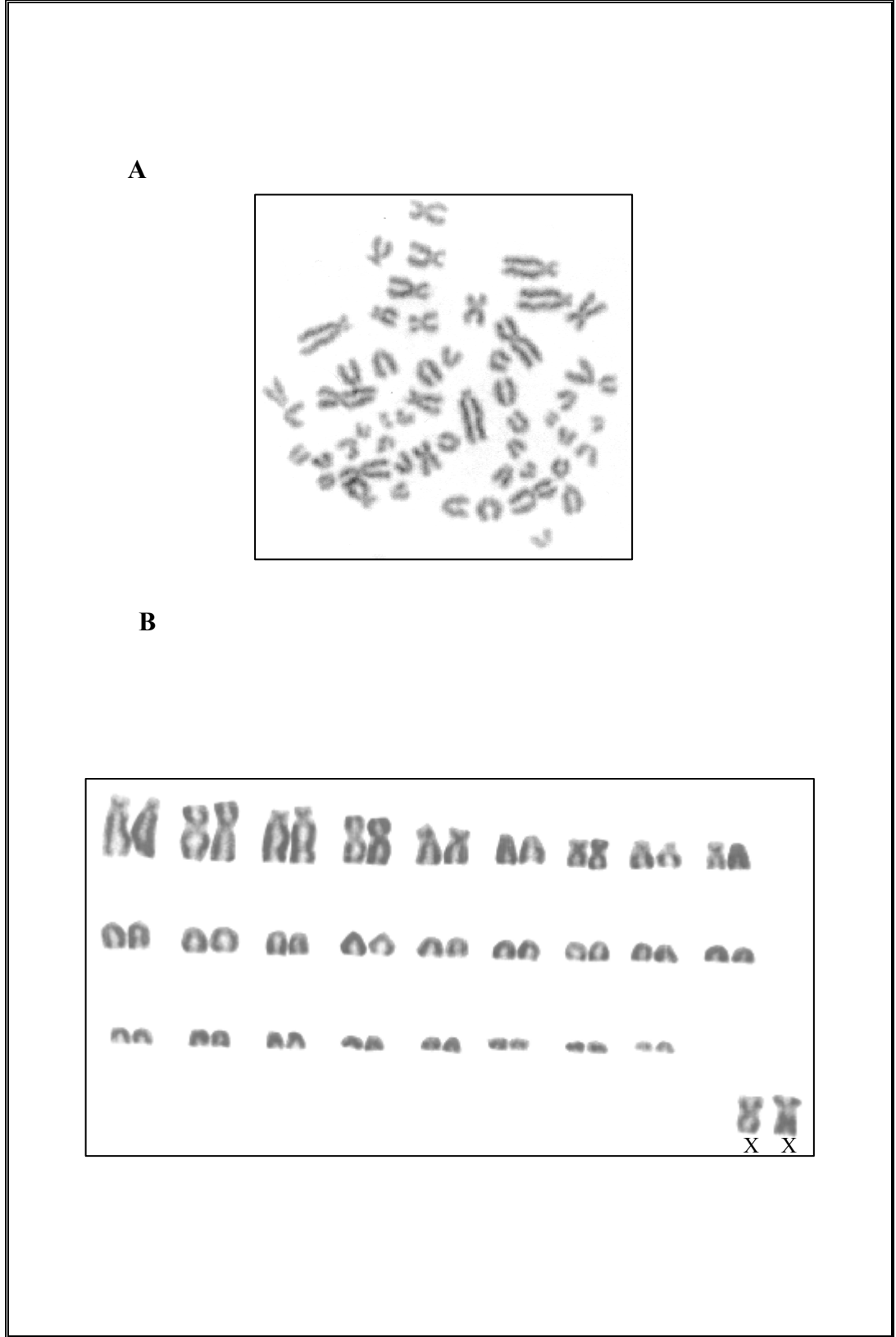


Şekil 3.15. Kayseri ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N.*

leucodon örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)

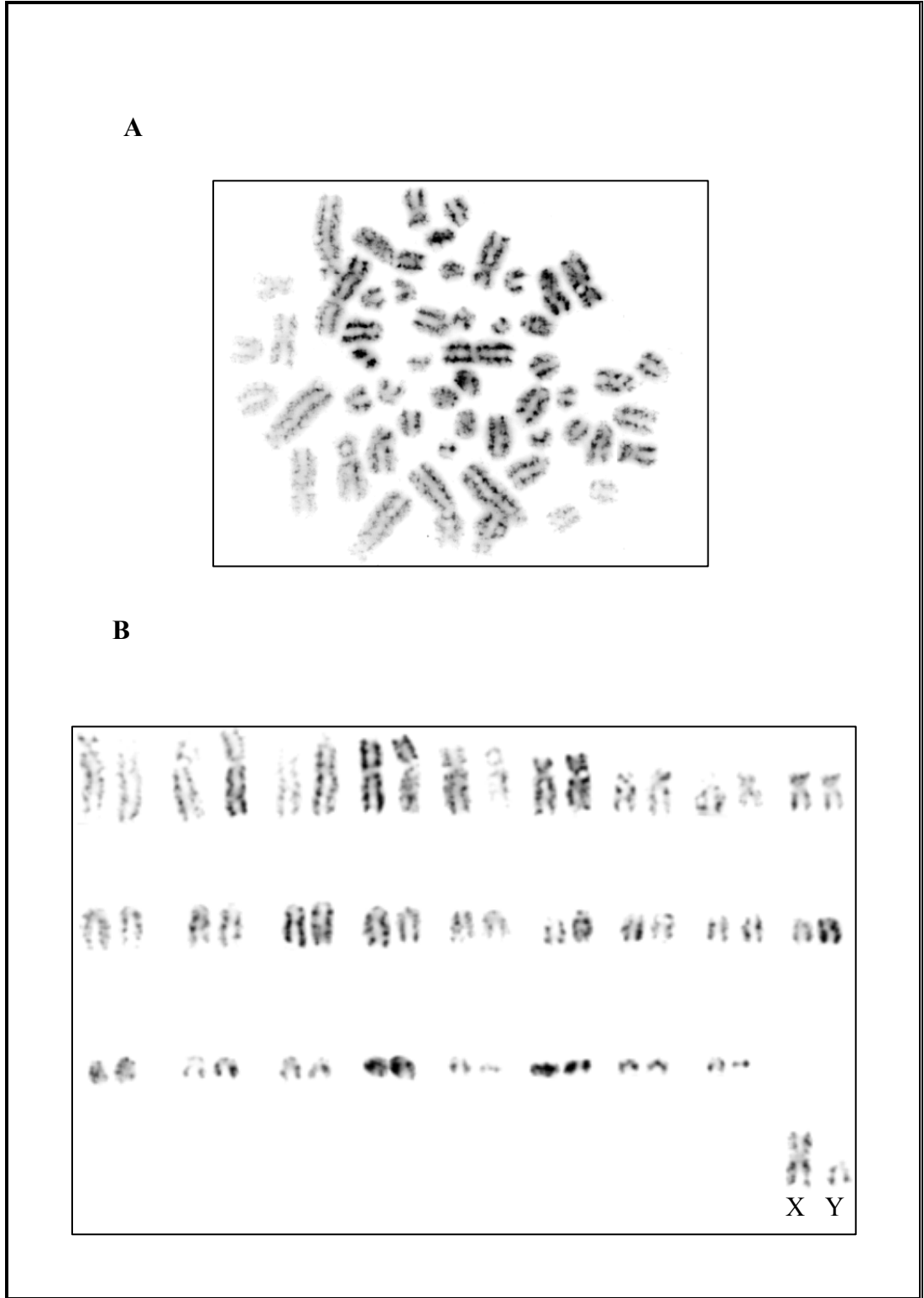


Şekil 3.16. Kayseri ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)



Şekil 3.17. Kırşehir ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N.*

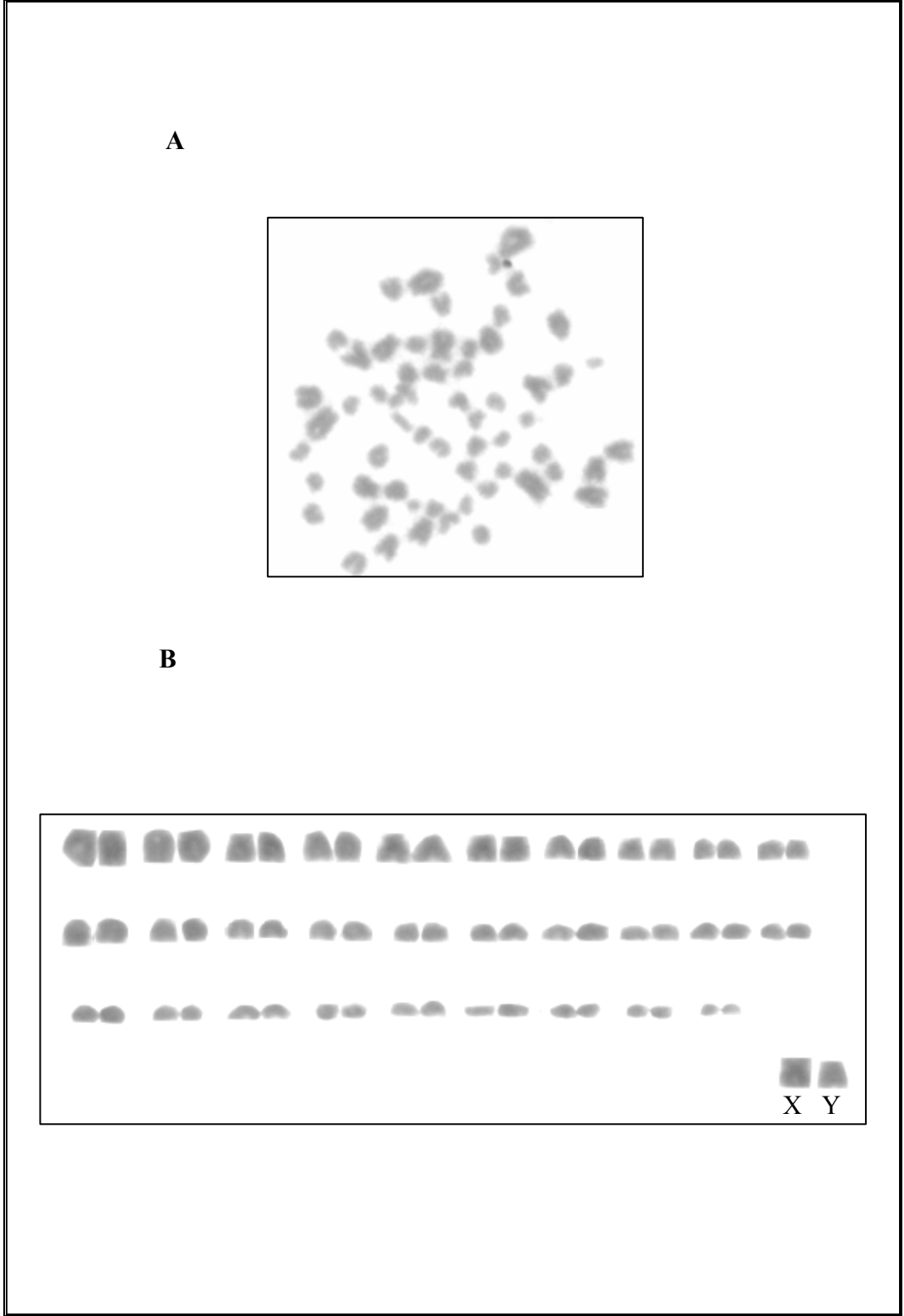
leucodon örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)



Şekil 3.18. Kırşehir ilinden $2n = 54$, $NF = 74$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)

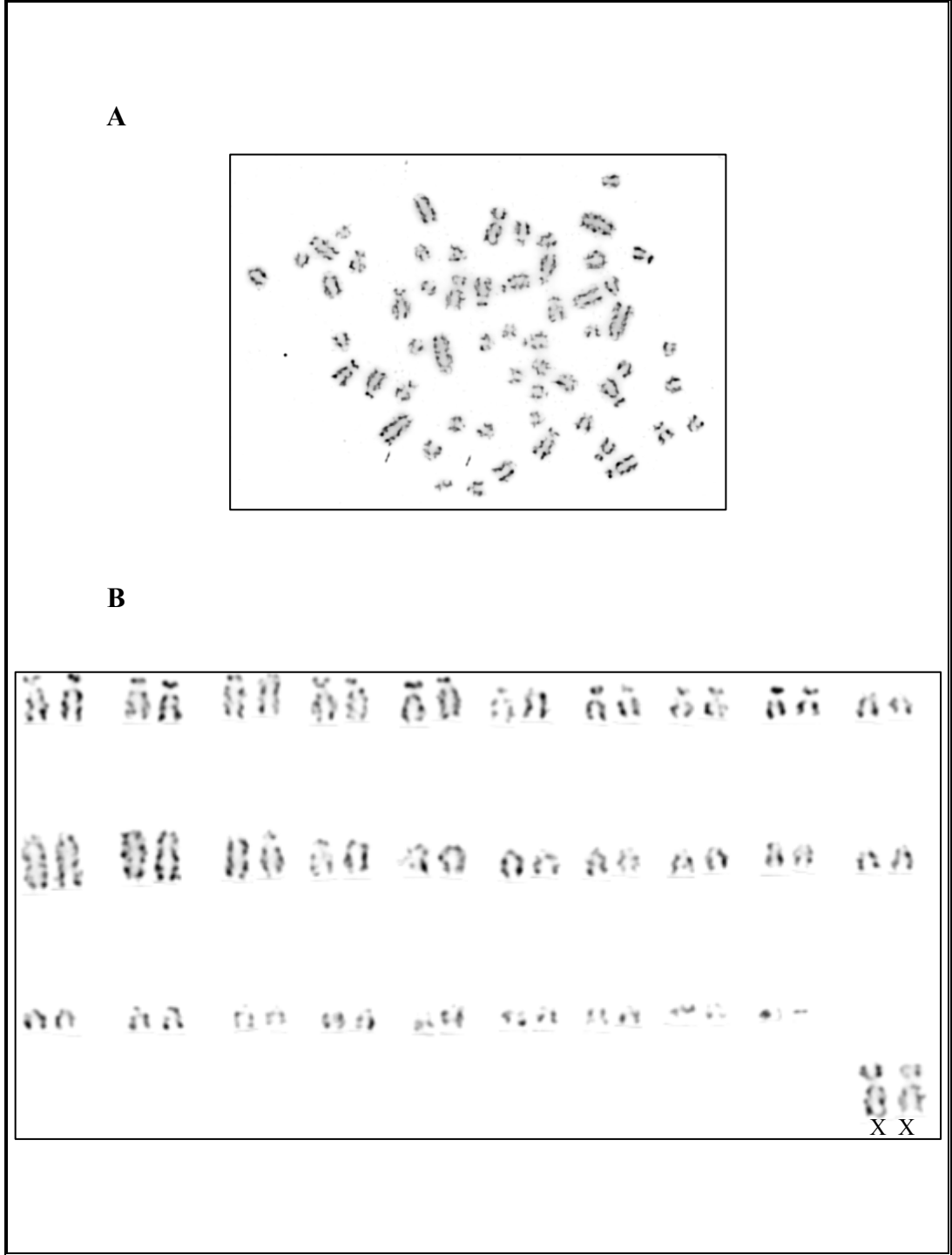
3.2.2. $2n = 60$ Kromozomal Formu

Ankara, Eskişehir, Konya ve Çankırı illerinden alınan *N. leucodon* örneklerinin diploid kromozom sayısı ($2n$) 60 olarak kaydedilmiştir. Ankara örneklerinin temel kromozom sayısı (NF) 82, otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) 78, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu subtelosentriktir. Otozomal kromozomlarını, 10 çift subtelosentrik, 19 çift akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Konya örneklerinin NF = 80, NFa = 76, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu küçük subtelosentriktir. Otozomal kromozomlarını, 2 çift subtelosentrik, 7 çift subtelosentrik ve 20 çift akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Eskişehir örneklerinin NF = 80, NFa = 76, X kromozomu submetasentriktir. Otozomal kromozomlarını, 9 çift subtelosentrik, 20 çift akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Çankırı örneklerinin NF = 78, NFa = 74, X kromozomu submetasentrik, Y kromozomu subtelosentriktir. Otozomal kromozomlarını, 8 çift subtelosentrik, 21 çift akrosentrik kromozom oluşturmaktadır. Bu illere ait formların karyotip analizleri Şekil 3.19-3.26' da verilmiştir.

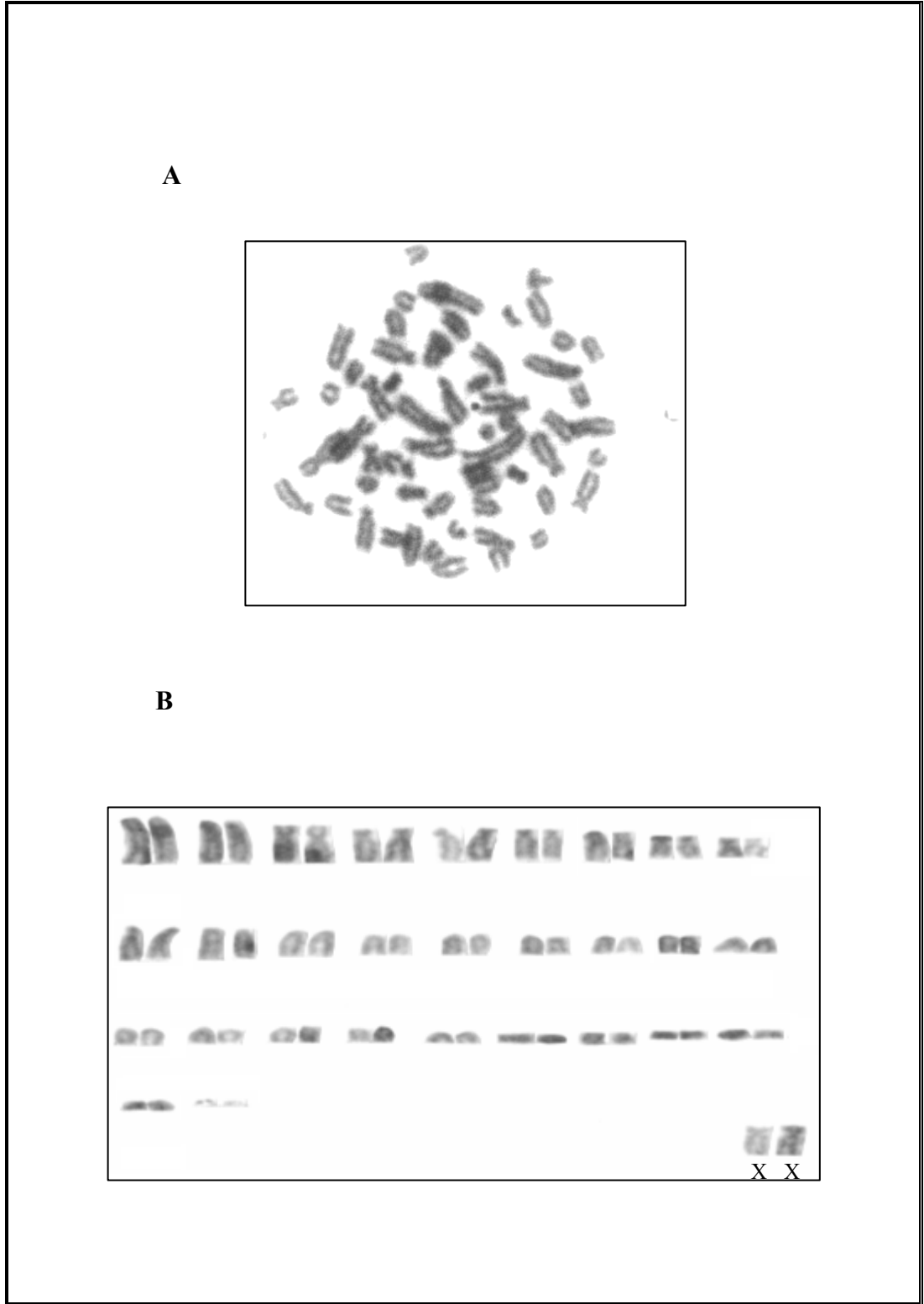


Şekil 3.19. Ankara ilinden $2n = 60$, $NF = 82$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N.*

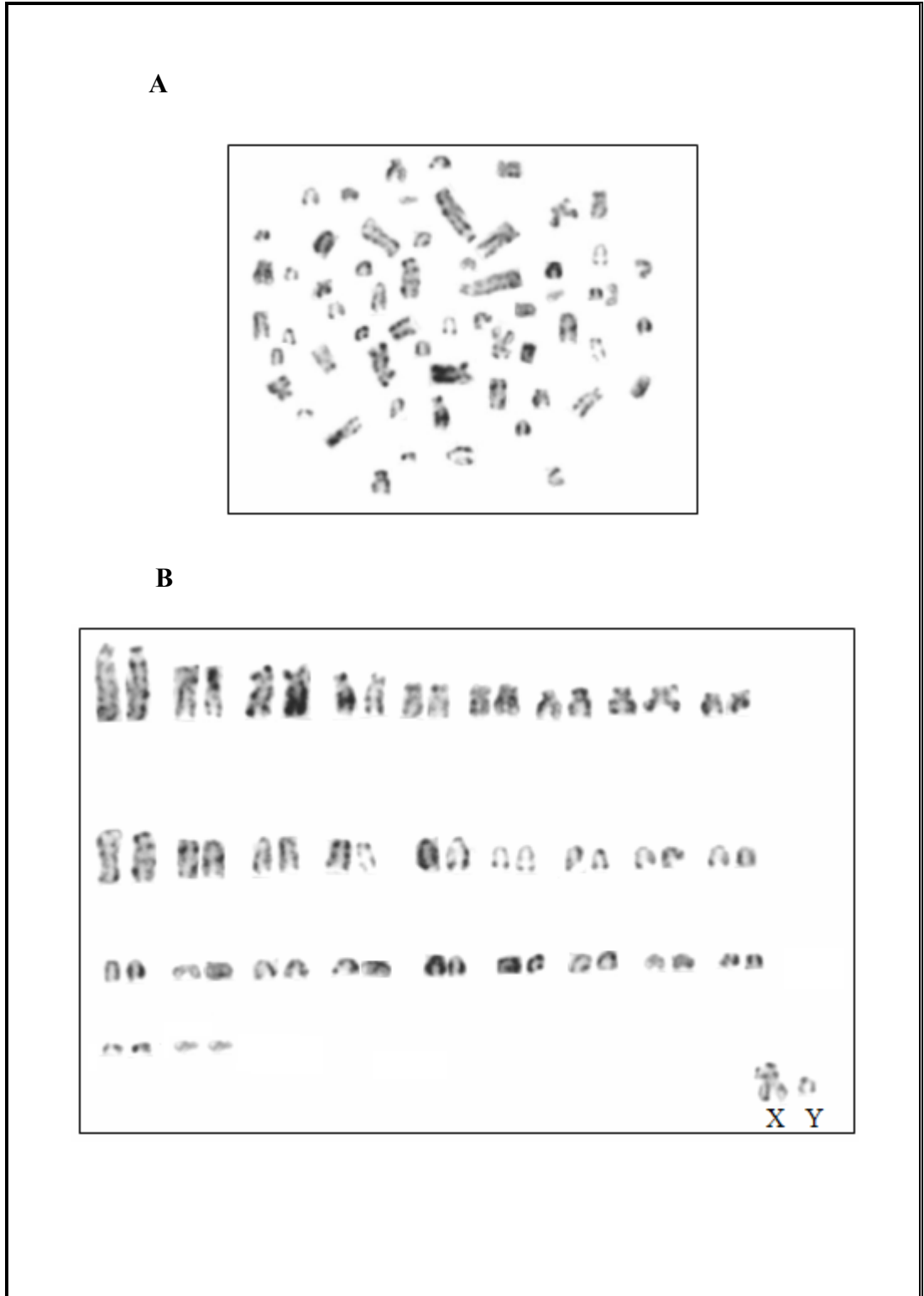
leucodon örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)



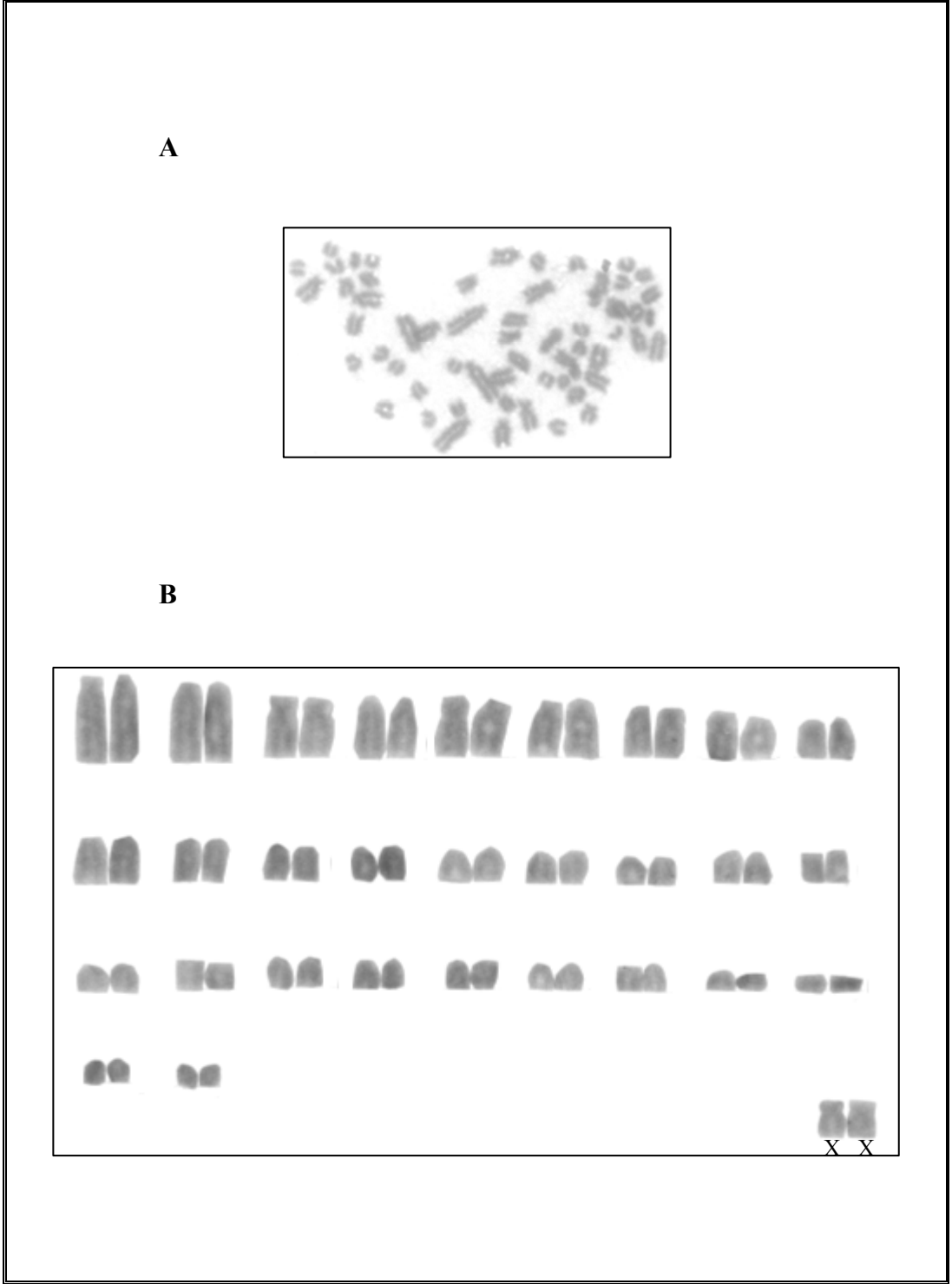
Şekil 3.20. Ankara ilinden $2n = 60$, $NF = 82$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)



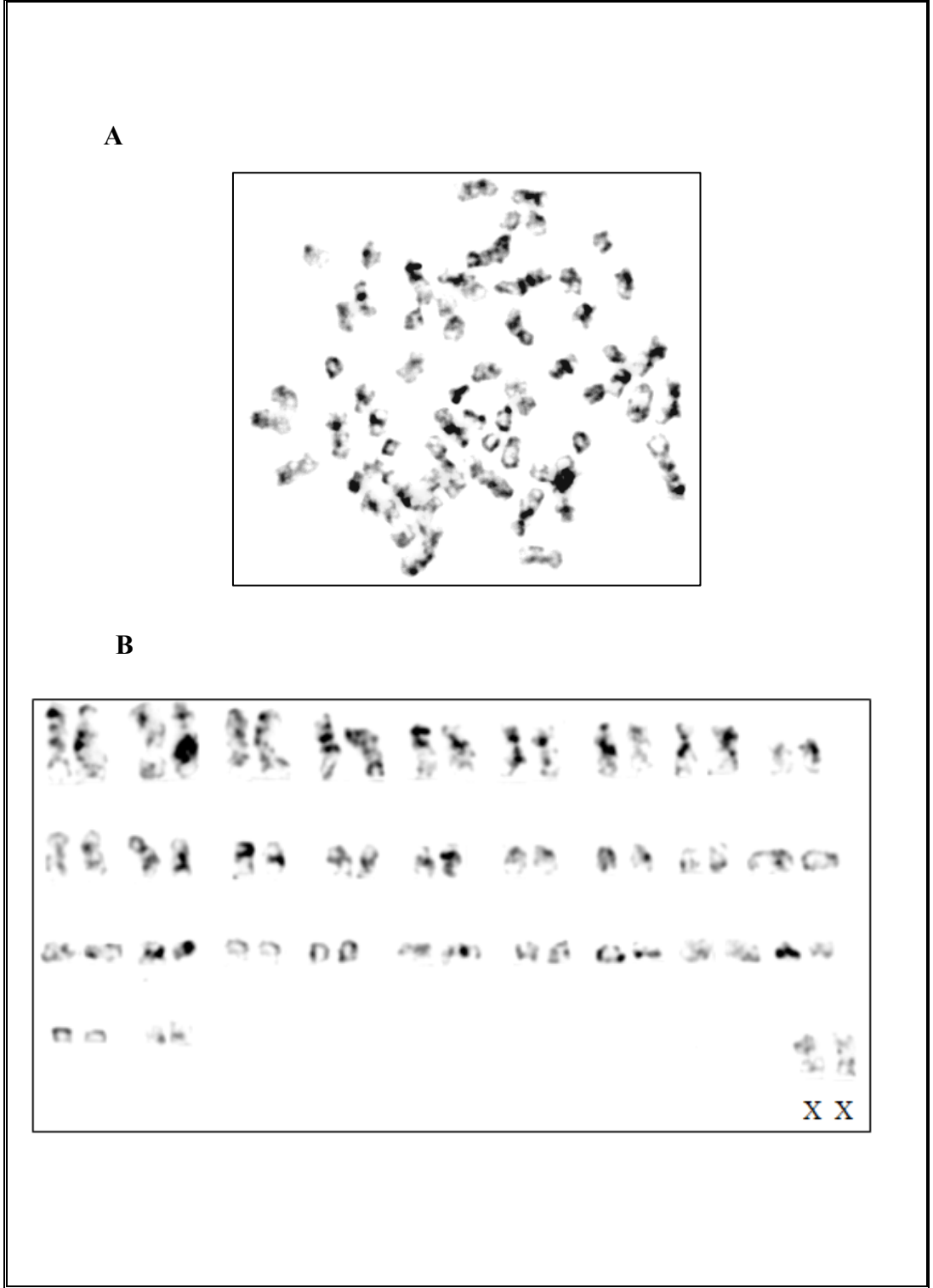
Şekil 3.21. Konya ilinden $2n = 60$, $NF = 80$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)



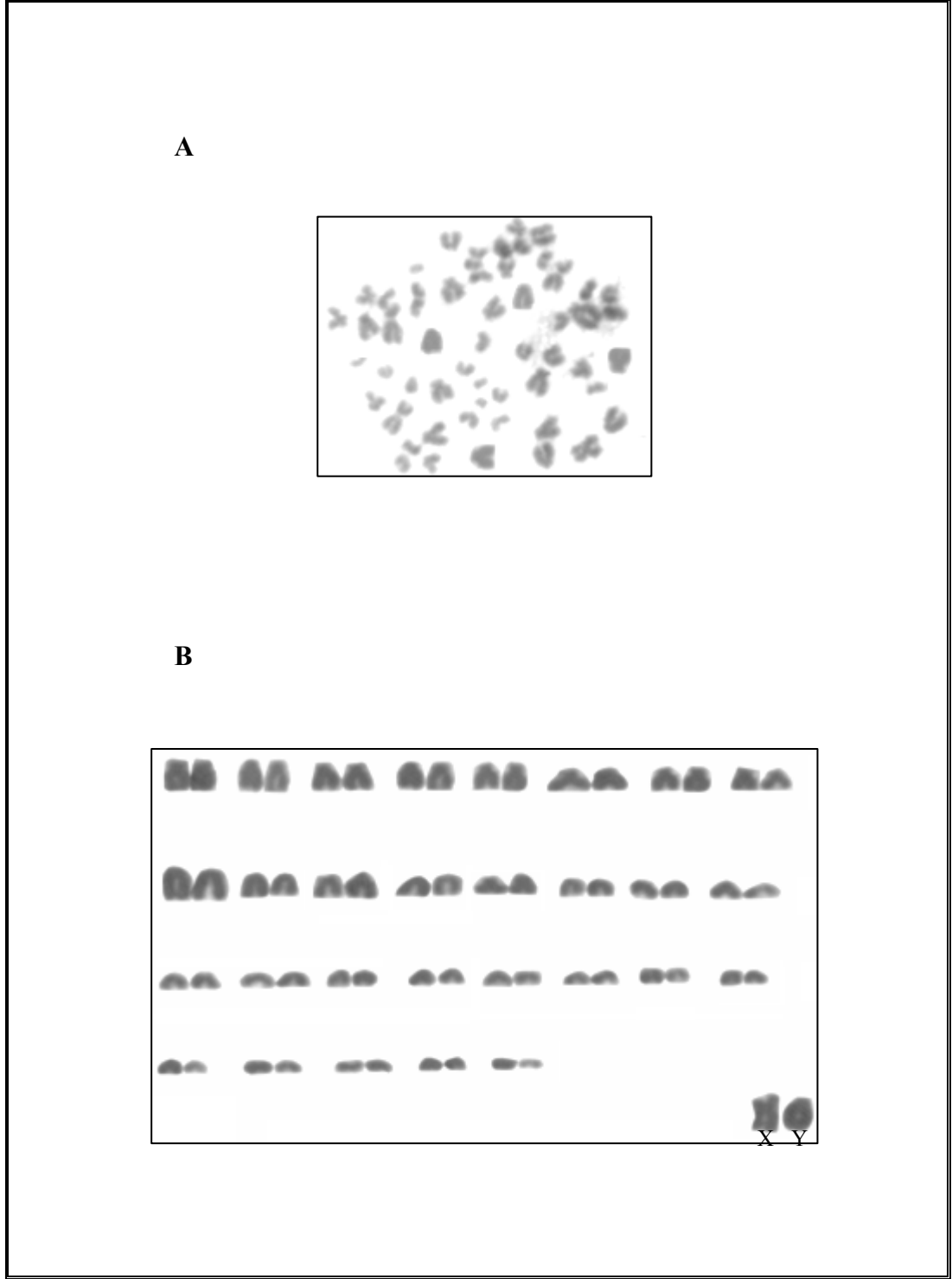
Şekil 3.22. Konya ilinden $2n = 60$, $NF = 80$ kromozomal formuna sahip erkek bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)



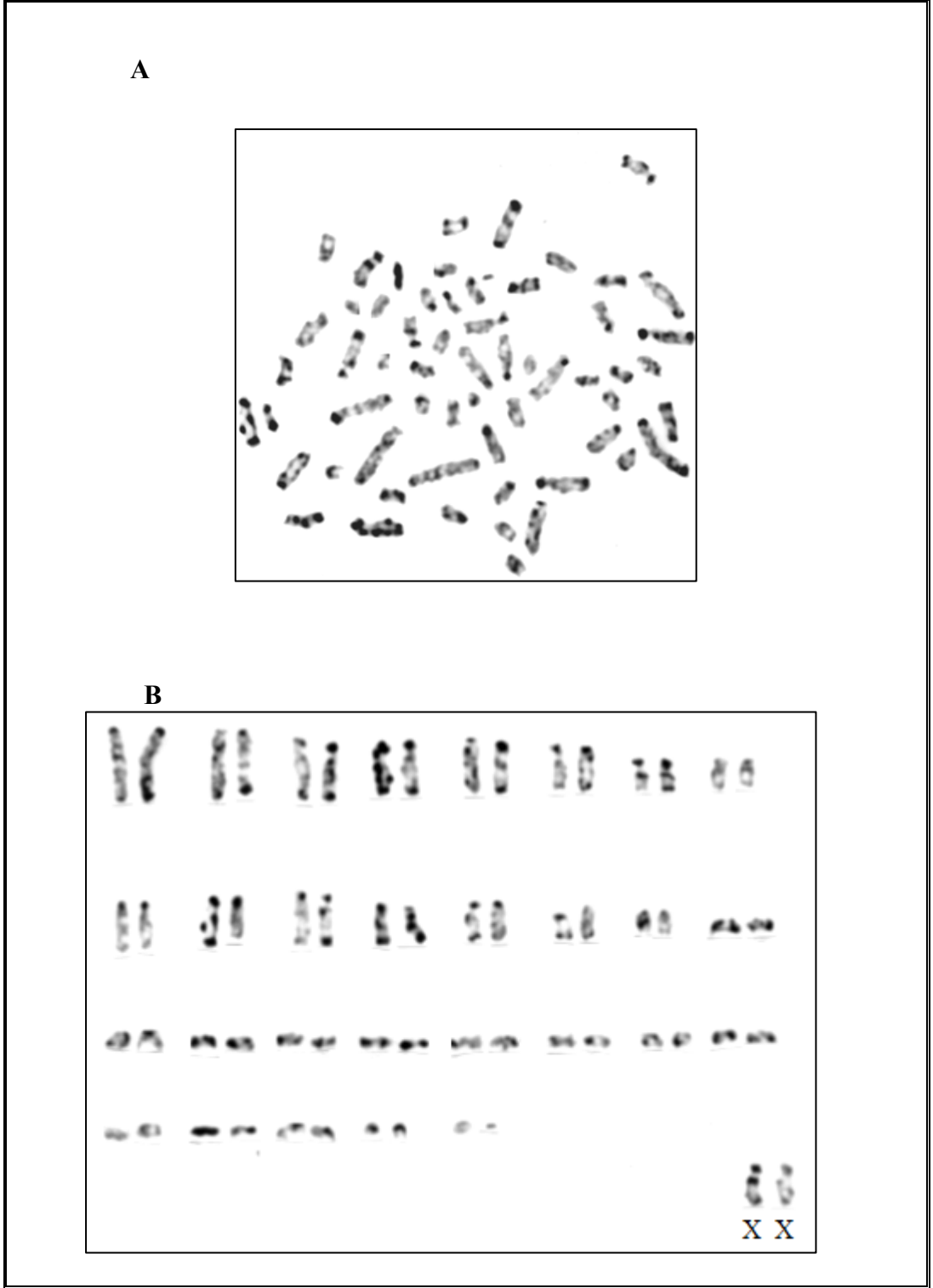
Şekil 3.23. Eskişehir ilinden $2n = 60$, $NF = 80$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)



Şekil 3.24. Eskişehir ilinden $2n = 60$, $NF = 80$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)



Şekil 3.25. Çankırı ilinden $2n = 60$, $NF = 78$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin metafaz plağı (A) ve karyogramı (B)



Şekil 3.26. Çankırı ilinden $2n = 60$, $NF = 78$ kromozomal formuna sahip dişi bir *N. leucodon* örneğinin G-bantlı metafaz plağı (A) ve G-bantlı karyogramı (B)

3.3. Allozim Özellikleri

İç Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *Nannospalax leucodon*'a ait 67 bireyde, 4 enzim sistemi (α - Gpdh, Mdh, Ldh, Es) nişasta jel elektroforezi ile incelenmiştir.

α - Gpdh ve Mdh enzimleri, çalışılan populasyonların tamamında monomorfik olarak tespit edilmiştir. Heterozigot bireylere rastlanmamış ve aynı alel için fikse oldukları gözlenmiştir.

Ldh enzimi için, Yozgat ve Kayseri populasyonlarında AA aleli, diğer tüm populasyonlarda ise BB aleli saptanmıştır. Bu enzimin populasyon içi monomorfik bir yapı gösterdiği belirlenmiştir.

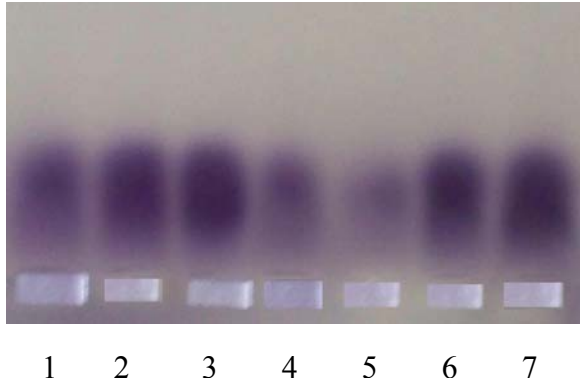
Esteraz enzim sistemi tüm populasyonlarda polimorfik lokus olarak tespit edilmiştir. A, B ve C olarak ifade edilen üç alel ve tüm bireylerde iki bant profili gözlenmiştir. Ankara ve Kırşehir populasyonlarında AC, diğer tüm populasyonlarda AB alelleri kaydedilmiştir. Esteraz enzimi sonuçları incelenirken hatalı yorum yapma ihtimali artacağı düşünülerek, fazla sayıda alel içeren ve birbirine çok yakın lokuslar değerlendirilmeye alınmamıştır.

İç Anadolu bölgesinin 8 populasyonunda incelenen 4 enzim sisteminde, her bir populasyona ait bireylerin aynı alelleri içerdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3.4). Populasyonlar içerisinde herhangi bir farklılığa rastlanmamış ve bu nedenle populasyonlar arası karşılaştırmaya gidilerek istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

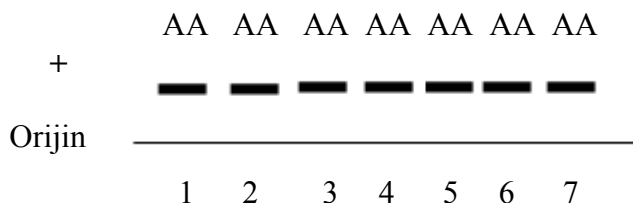
3.3.1 α - Gliserofosfat dehidrojenaz (α -Gpdh)

α - Gliserofosfat dehidrojenaz enzimi için incelenen tüm bireylerde anodal yönde tek bir lokus tespit edilmiştir (Şekil 3.27).

a



b

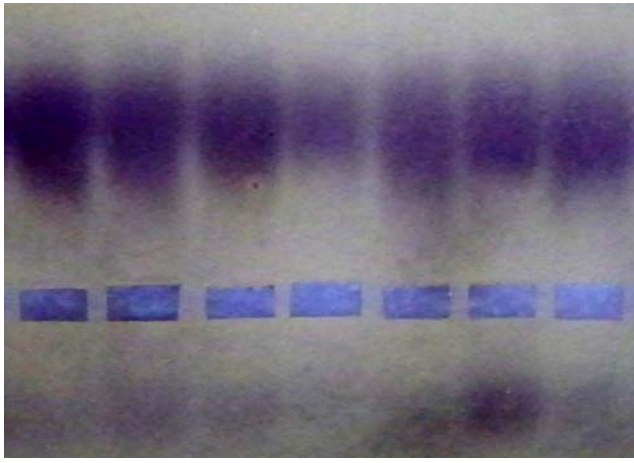


Şekil 3.27. α -Gpdh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot

3.3.2 Malat dehidrojenaz (Mdh)

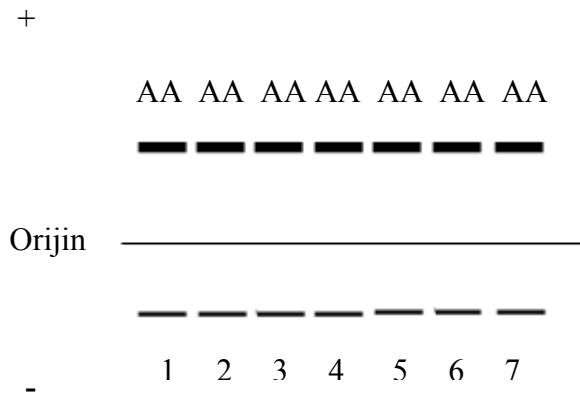
Malat dehidrojenaz enzimi için incelenen tüm bireylerde biri anodal, diğeri katodal olmak üzere iki lokus gözlenmiştir. Katodal bantlar daha silik ve yavaş gelişmiştir (Şekil 3.28).

a



1 2 3 4 5 6 7

b

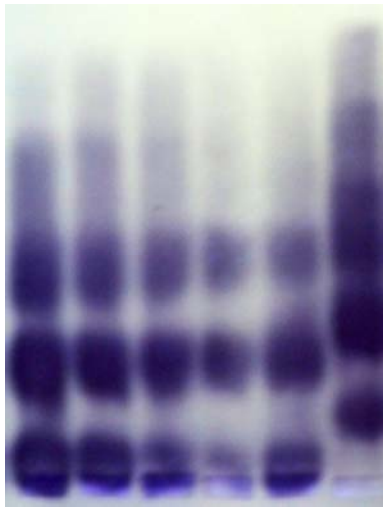


Şekil 3.28. Mdh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot, -: katot

3.3.3. Laktat dehidrojenaz (Ldh)

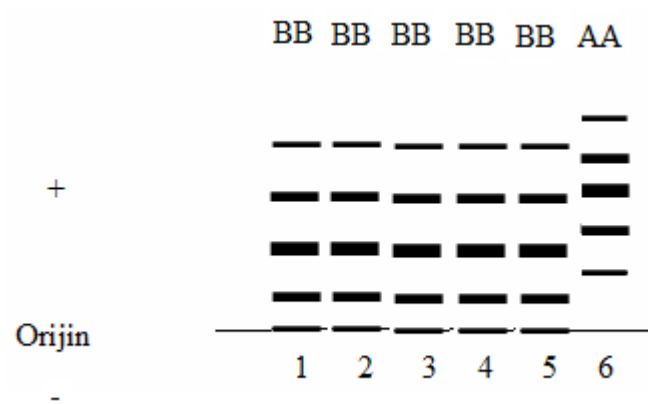
Laktat dehidrojenaz enzimi tetramerik bir enzim olup incelenen tüm bireylerde anodal yönde beş bant gözlenmiştir. Bu alellerde hızlı mobilite olanı AA, yavaş mobilite olanı BB olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.29).

a



1 2 3 4 5 6

b

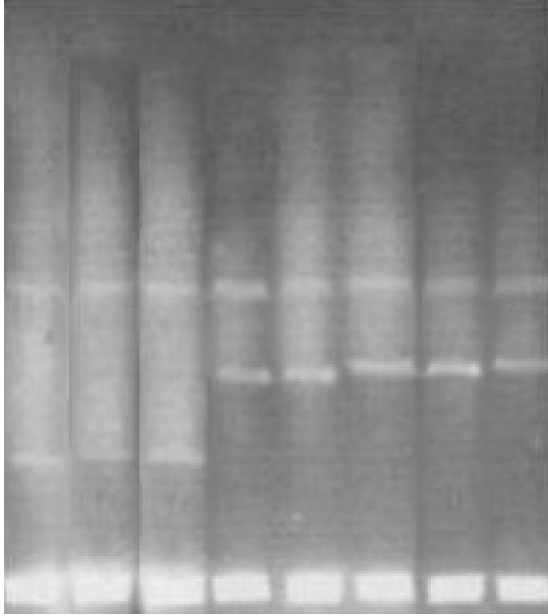


Şekil 3.29. Ldh nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot

3.3.4 Esteraz (Es)

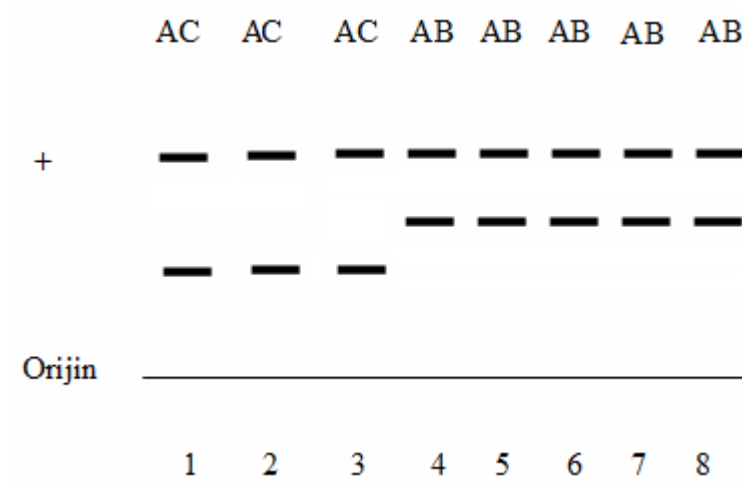
Esteraz enzimi için dört allel tespit edilmiştir (3.30).

a



1 2 3 4 5 6 7 8

b



Şekil 3.30. Es, nişasta jeldeki görünümü (a) ve çizimleri (b), +: anot, -: katot

Çizelge 3.4. *N. leucodon* örneklerinde incelenen lokuslar ve tespit edilen aleller

POPULASYON 1 ANKARA					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP1	Yenimahalle	AA	AA	BB	AC
SP2	Yenimahalle	AA	AA	BB	AC
SP3	Yenimahalle	AA	AA	BB	AC
SP4	Yenimahalle	AA	AA	BB	AC
SP5	Yenimahalle	AA	AA	BB	AC
SP6	Eryaman	AA	AA	BB	AC
SP7	Eryaman	AA	AA	BB	AC
SP8	Eryaman	AA	AA	BB	AC
SP9	Elmadag	AA	AA	BB	AC
SP10	Elmadag	AA	AA	BB	AC
SP11	Elmadag	AA	AA	BB	AC
POPULASYON 2 ÇANKIRI					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP12	Kızılırmak	AA	AA	BB	AB
SP13	Kızılırmak	AA	AA	BB	AB
SP14	Kızılırmak	AA	AA	BB	AB
SP15	Kızılırmak	AA	AA	BB	AB
SP16	Kızılırmak	AA	AA	BB	AB
SP17	Eldivan	AA	AA	BB	AB
SP18	Eldivan	AA	AA	BB	AB
SP19	Eldivan	AA	AA	BB	AB
SP20	Eldivan	AA	AA	BB	AB

Çizelge 3.4. (devam). *N. leucodon* örneklerinde incelenen lokuslar ve tespit edilen aleller

POPULASYON 3 KONYA					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP21	Kulu	AA	AA	BB	AB
SP22	Kulu	AA	AA	BB	AB
SP23	Kulu	AA	AA	BB	AB
SP24	Cihanbeyli	AA	AA	BB	AB
SP25	Cihanbeyli	AA	AA	BB	AB
POPULASYON 4 ESKİŞEHİR					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP26	Sarıcakaya	AA	AA	BB	AB
SP27	Sarıcakaya	AA	AA	BB	AB
SP28	Sarıcakaya	AA	AA	BB	AB
SP29	Sarıcakaya	AA	AA	BB	AB
SP30	Mihalgazi	AA	AA	BB	AB
SP31	Mihalgazi	AA	AA	BB	AB
SP32	Mihalgazi	AA	AA	BB	AB

Çizelge 3.4. (devam). *N. leucodon* örneklerinde incelenen lokuslar ve tespit edilen aleller

POPULASYON 5 KIRIKKALE					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP 33	Çelebi	AA	AA	BB	AB
SP 34	Çelebi	AA	AA	BB	AB
SP 35	Çelebi	AA	AA	BB	AB
SP 36	Çelebi	AA	AA	BB	AB
SP 37	Yahşihan	AA	AA	BB	AB
SP 38	Yahşihan	AA	AA	BB	AB
SP 39	Yahşihan	AA	AA	BB	AB
SP 40	Yahşihan	AA	AA	BB	AB
SP 41	Keskin	AA	AA	BB	AB
SP 42	Keskin	AA	AA	BB	AB
SP 43	Keskin	AA	AA	BB	AB
SP 44	Keskin	AA	AA	BB	AB
POPULASYON 6 KIRŞEHİR					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP 45	Akpınar	AA	AA	BB	AC
SP 46	Akpınar	AA	AA	BB	AC
SP 47	Akpınar	AA	AA	BB	AC
SP 48	Akpınar	AA	AA	BB	AC
SP 49	Akpınar	AA	AA	BB	AC
SP 50	Bayramözü	AA	AA	BB	AC
SP 51	Bayramözü	AA	AA	BB	AC
SP 52	Bayramözü	AA	AA	BB	AC

Çizelge 3.4. (devam). *N. leucodon* örneklerinde incelenen lokuslar ve tespit edilen aleller

POPULASYON 7 YOZGAT					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP 53	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 54	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 55	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 56	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 57	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 58	Yerköy	AA	AA	AA	AB
SP 59	Şefaati	AA	AA	AA	AB
SP 60	Şefaati	AA	AA	AA	AB
SP 61	Şefaati	AA	AA	AA	AB
POPULASYON 8 KAYSERİ					
Örnek No	Lokalite	α-GPDH	MDH	LDH	ES
SP 62	Bayramhacı	AA	AA	AA	AB
SP 63	Bayramhacı	AA	AA	AA	AB
SP 64	Bayramhacı	AA	AA	AA	AB
SP 65	Bayramhacı	AA	AA	AA	AB
SP 66	Yuvalı	AA	AA	AA	AB
SP 67	Yuvalı	AA	AA	AA	AB

3.4. Allozimlerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

3.4.1. Alel Frekansları

Her bir populasyona ait örneklerin incelenen tüm lokuslardaki alel frekansları ile tüm populasyonlarda gözlenen alel frekansı POPGENE Software (POPGENE VERSION 1.31 Microsoft Windows- based Freeware for Population Genetic Analysis) istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3.5-A).

α -Gliserofosfat dehidrojenaz ve Malat dehidrojenaz enzimlerinin tüm populasyonlardaki alel frekansları 1 olarak bulunmuştur. Laktat dehidrojenaz enziminin alel frekansı, AA aleli için populasyon 7 ve populasyon 8' e ait örneklerde 1, diğer populasyonlara ait örneklerde ise BB aleli için 1 olduğu tespit edilmiştir. Esteraz enziminde populasyon 1 ve populasyon 6 için gözlenen A ve C alellerinin frekansları 0.5, diğer populasyonlarda gözlenen A ve B alellerinin frekansları 0.5 olarak tespit edilmiştir.

Tespit edilen A, B ve C alellerinin incelenen populasyonların tümünde gözlenen alel frekansları, Çizelge 3.5-B' de verilmiştir. A aleli tüm lokuslarda gözlenirken, B aleli laktat dehidrojenaz ve esteraz enzimlerinde, C aleli ise yalnız esteraz enziminde kaydedilmiştir.

Çizelge 3.5. A, Her bir popülasyona ait incelenen tüm lokuslarda gözlenen alel frekansları (Ö.S: Örnek sayısı); B, Gözlenen alellerin tüm lokuslardaki frekansları

A

Lokus	GPDH	MDH	LDH		ES		
Alel	A	A	A	B	A	B	C
POP. 1 Ö.S: 11	1.000	1.000		1.000	0.500		0.500
POP. 2 Ö.S: 9	1.000	1.000		1.000	0.500	0.500	
POP. 3 Ö.S: 5	1.000	1.000		1.000	0.500	0.500	
POP. 4 Ö.S: 7	1.000	1.000		1.000	0.500	0.500	
POP. 5 Ö.S: 12	1.000	1.000		1.000	0.500	0.500	
POP. 6 Ö.S: 8	1.000	1.000		1.000	0.500		0.500
POP. 7 Ö.S: 9	1.000	1.000	1.000		0.500	0.500	
POP. 8 Ö.S: 6	1.000	1.000	1.000		0.500	0.500	

B

Alel/ Lokus	GPDH	MDH	LDH	ES
A	1.000	1.000	0.2239	0.5000
B			0.7761	0.3582
C				0.1418

3.4.2. Genetik Varyasyon

N. leucodon popülasyonlarının genetik varyasyonları Çizelge 3.6’ da verilmiştir. Buna göre her bir lokusun ortalama alel sayısı, polimorfik lokusların yüzdesi ile ortalama heterozigotluk değerlerinin, popülasyonlar arasında aynı değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Popülasyonların tamamında çalışılan 67 örneğin, 4 lokustaki Hardy-Weinberg eşitliği altında beklenen ortalama heterozigotluk (Nei, 1978) değeri, gözlenen heterozigotluk değerine yakındır ve beklenen değerlere uymaktadır. Polimorfik lokusların yüzdesi 50, lokuslardaki ortalama alel sayısı 1.75 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.7)

Çizelge 3.6. Her bir popülasyona ait örneklerin, çalışılan 4 lokustaki genetik varyasyonları (Ö.S: Örnek sayısı, S.S: Standart sapma)

Popülasyon	Lokusların Ort. Alel Sayısı	Polimorfik Lokusların Yüzdesi	Ortalama Heterozigotluk	
			Gözlenen	Beklenen
POP. 1 (Ö.S: 11)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 2 (Ö.S: 9)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 3 (Ö.S: 5)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 4 (Ö.S: 7)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 5 (Ö.S: 12)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 6 (Ö.S: 8)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 7 (Ö.S: 9)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)
POP. 8 (Ö.S: 6)	1.25 (S.S: 0.5)	25	0.250 (S.S: 0.5)	0.125 (S.S: 0.250)

Çizelge 3.7. Tüm popülasyona ait 67 örneğin çalışılan 4 lokustaki genetik varyasyonları (Ö.S: Örnek sayısı, S.S: Standart sapma)

Populasyon	Lokusların Ort. Alel Sayısı	Polimorfik Lokusların Yüzdesi	Ort. Heterozigotluk	
			Gözlenen	Beklenen
POP. 1-8 (Ö.S: 67)	1.75 (S.S: 0.9)	50	0.250 (S.S: 0.5)	0.237 (S.S: 0.293)

İncelenen 4 lokusun Hardy-Weinberg dengesinde olup olmadığını tespit etmek için için ki kare testi uygulanmıştır (Çizelge 3.8). Her bir popülasyon öncelikle ayrı olarak ve daha sonra tüm bireyler olmak üzere değerlendirilmiştir. Gpdh, Mdh ve Ldh enzimleri monomorfik lokus olarak tespit edildikleri için yalnızca polimorfik lokus olan esteraz enzimi değerlendirilebilmiştir. Sonuç olarak tüm lokuslar Hardy-Weinberg dengesindedir ($P > 0.05$)

Çizelge 3.8. Her bir populasyonda (A) ve tüm bireylerde (B) saptanan polimorfik lokusların Khi kare testi ile karşılaştırılması

A

Populasyon	Lokus	Alel	Khi kare testi	DF (Serbestlik Derecesi)	P
POP.1 (Ö.S: 11)	ES	AC	10.000	1	0.0015
POP.2 (Ö.S: 9)	ES	AB	8.000	1	0.0046
POP.3 (Ö.S: 5)	ES	AB	4.000	1	0.0455
POP.4 (Ö.S: 7)	ES	AB	6.000	1	0.0143
POP.5 (Ö.S: 12)	ES	AB	11.000	1	0.0009
POP.6 (Ö.S: 8)	ES	AC	7.000	1	0.0081
POP.7 (Ö.S: 9)	ES	AB	8.000	1	0.0046
POP.8 (Ö.S: 6)	ES	AB	5.000	1	0.0253

B

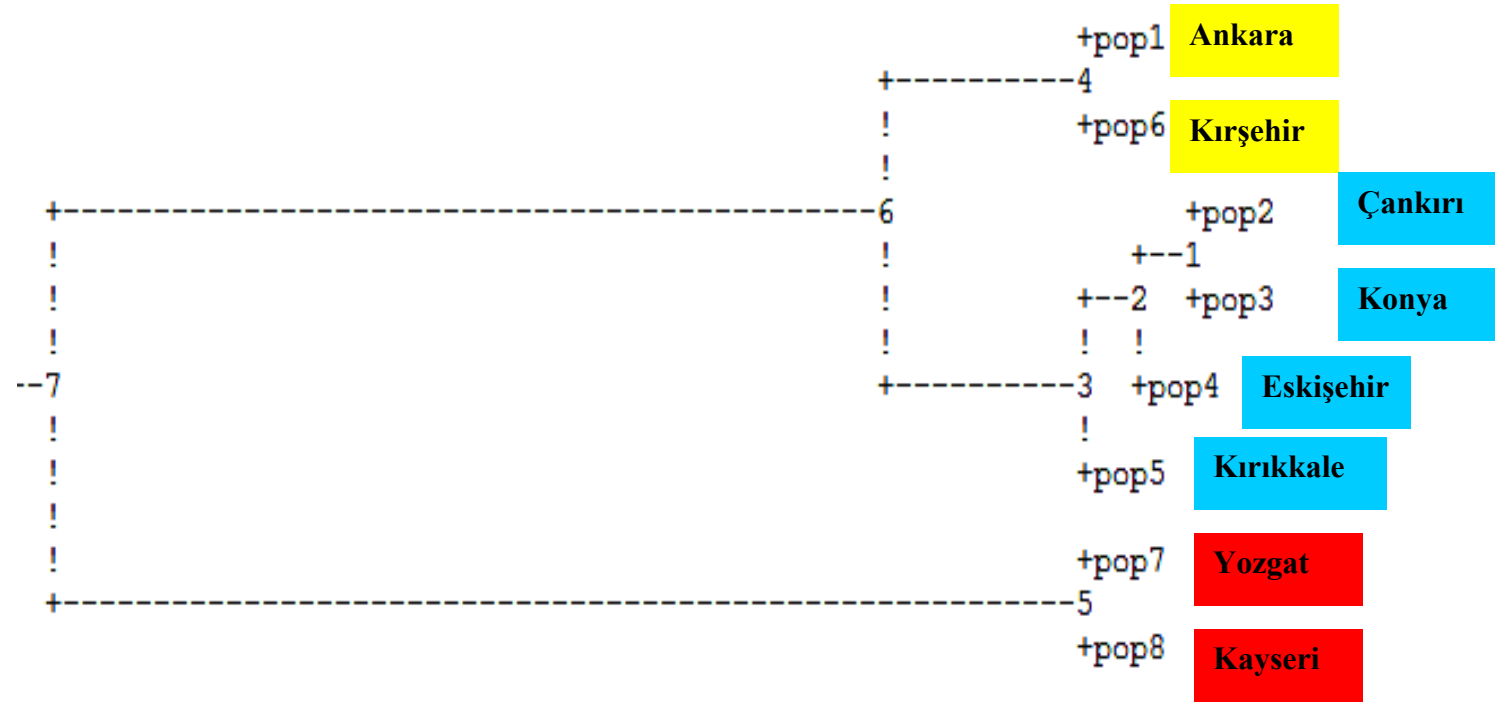
Populasyon	Lokus	Alel	Khi kare testi	DF (Serbestlik Derecesi)	P
POP. (1-8) Ö.S: 67	LDH	AA	68.938	1	0.000
	EST	BB AB AC	66.000	3	0.000

3.4.3 Genetik Mesafe

İç Anadolu bölgesinin 8 ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* populasyonlarının genetik mesafe analizleri POPGENE (1.31) istatistik programı ile yapılmıştır. Populasyon içinde gözlenen aleller arasında fark bulunmadığı için populasyonlar arasında Nei (1978)' e göre karşılaştırma yapılarak genetik mesafe dendogramları oluşturulmuştur (Çizelge 3.9, Şekil 3.31).

Çizelge 3.9. Tüm popülasyonlara ait 67 örneğin Nei (1978)' e göre genetik benzerlik (I: matrisin alt kısmı) ve genetik farklılık (D: matrisin üst kısmı) matrisi

Pop I / D	1	2	3	4	5	6	7	8
1	****	0.9320	0.9336	0.9326	0.9315	1.0040	0.6452	0.6459
2	0.0704	****	1.0058	1.0047	1.0036	0.9326	0.7172	0.7180
3	0.0687	-0.0058	****	1.0064	1.0053	0.9342	0.7185	0.7192
4	0.0698	-0.0047	-0.0064	****	1.0042	0.9332	0.7176	0.7184
5	0.0709	-0.0036	-0.0053	-0.0042	****	0.9321	0.7168	0.7176
6	- 0.0040	0.0698	0.0680	0.0691	0.0703	****	0.6457	0.6464
7	0.4381	0.3324	0.3307	0.3318	0.3329	0.4375	****	1.0052
8	0.4371	0.3313	0.3296	0.3307	0.3318	-0.4364	-0.0052	****



Şekil 3.31. İç Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *N. leucodon*' a ait 8 populasyon arasındaki genetik mesafeyi gösteren dendrogram (Nei (1978), PHYLIP Version 3.5 Neighbor Procedure)

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gromov ve Baranova (1981), Zima ve Kral (1984), Corbet ve Hill (1991), Nowak (1997)' a göre Türkiye'de yayılış gösteren körfareler *Nannospalax* cinsine aittir. *Spalax* ve *Nannospalax* cinsleri diploid kromozom sayıları ve kromozom morfolojileri bakımından birbirinden ayrılabilir. *Nannospalax* cinsinin karyotipinde akrosentrik kromozomlar bulunurken, *Spalax* cinsinde bulunmamaktadır (Zima ve Kral, 1984). Ayrıca, bu iki cinsin bazı morfolojik karakterlere göre de ayrılabilirlikleri belirtilmiştir. *Nannospalax* cinsinin kafatasında occipital condyl'in üzerinde bulunan foremen, *Spalax* cinsinde mevcut değildir (Novak, 1997).

Yukarıda verilen kriterlere göre İç Anadolu bölgesinin, Ankara, Çankırı, Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, Kırıkkale, Konya ve Yozgat illerinden alınan körfarelerin *Nannospalax* cinsine ait oldukları kabul edilmiştir.

Ellerman ve Morrison-Scott (1951), Corbet (1978), Harrison ve Bates (1991), Mitchell-Jones ve ark., (1999), Anadolu' da *Nannospalax leucodon* türünün yayılış gösterdiğini belirtmişlerdir. Kıvanç (1988)' a göre, *Nannospalax leucodon* türü Güneydoğu Anadolu bölgesi hariç, Türkiye'nin diğer bölgelerinde yayılış göstermektedir.

N. leucodon türünün İç Anadolu bölgesinden kaydedilen karyolojik verileri ile bu araştırmadan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.10). Buna göre diploid kromozom sayısı, $2n = 40, 52, 54, 56, 58, 60, 62$; temel kromozom kol sayısı, $NF =$

70, 72, 74, 76, 78, 80, 82 kromozomal değerleri ve eğey kromozomlarındaki farklılıklar, bu türün İç Anadolu bölgesinde oldukça fazla kromozomal çeşitliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10. *N. leucodon*' un İç Anadolu bölgesinden kaydedilen kromozomal formları

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
Konya (Beyşehir) Konya (Yeşildağ)	40	72	68	SM	-	Nevo ve ark., (1994,1995) Kankılıç ve ark., (2007)
Ankara (Nallıhan)	52	70	66	SM	A	Sözen (2004)
Yozgat Kırıkkale Kırşehir, Nevşehir	54	74	70	SM	ST/ A	Yüksel ve Gülkaç (1995,2001) Aşan ve Yağcı (2008) Sözen ve ark., (2008)
Çankırı (Ilgaz dağı)	56	72	-	SM	A	Çataklı (2004)
Ankara (Sarıkavak) Niğde (Ulukışla)	58	78/72	74/68	SM	A	Sözen (2004), Sözen ve Kıvanç (1998), Sözen (1999)
Kırşehir, Nevşehir, Konya (Akşehir, Beyşehir), Niğde (Ulukışla, Altınhisar) Aksaray (12 km D, 35 km B), Kayseri (Bakırdağ) Sivas, Çankırı, Eskişehir (İnönü), Ankara (MerkezÇ eltikli, Elmadağ, Kızılcahamam, Ayaş, Nallıhan) Yozgat (Çayıralan, Çekerek)	60	72/74/7 6/78/80 /82	72/74/ 76/78	SM	SM/ A/ ST	Yüksel ve Gülkaç (1995,2001) Sözen ve ark., (1999) Tez ve ark., (2001) Çataklı (2004) Sözen ve ark., (2008) Matur ve Sözen (2005) Kankılıç ve ark., (2007)

Çizelge 4.10. (devam) *N. leucodon*' un İç Anadolu bölgesinden kaydedilen kromozomal formları

Lokalite	2n	NF	NFa	X	Y	Yazar
Konya, Sivas, Ankara, Kayseri,Çankırı	62	-	-	-	-	Nevo ve ark., (1994, 1995) Butler ve ark., (1993)
Ankara(Elmadağ,Eryaman, Yenimahalle)	60	82	78	SM	ST	Bu çalışma
Eskişehir (Sarıcakaya, Mihalgazi)	60	80	76	SM		Bu çalışma
Konya (Cihanbeyli, Kulu)	60	80	76	SM	ST	Bu çalışma
Çankırı (Kızılırmak,Eldivan)	60	78	74	SM	ST	Bu çalışma
Kırıkkale(Çelebi, Yahşihan, Keskin) Kırşehir (Akpınar, Bayramözü), Yozgat (Yerköy, Şefaati), Kayseri (Bayramhacı,Yuvalı)	54	74	70	SM	A	Bu çalışma

Ankara ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* için, Butler ve ark. (1993), Nevo ve ark. (1994, 1995), 2n = 62, Sözen ve ark. (1999), 2n = 60, NF = 82, NFa = 78 (Merkez), Sözen (2004), 2n = 60, NF = 78, (Nallıhan, Beypazarı, Kızılcahamam), 2n = 60, NF = 80 (Batıkent, Sarayköy), Kankılıç ve ark. (2007), 2n = 60, NF = 78 (Çeltikli), 2n = 60, NF = 80 (Batıkent, Sarayköy, Elmadağ, Kalecik, Beypazarı, Kızılcahamam, Ayaş, Nallıhan,Güdül, Gölbaşı, Polatlı, Bala) değerlerini vermişlerdir. Bu çalışmada, Ankara'nın Yenimahalle, Eryaman ve Elmadağ ilçelerinden alınan örneklerin karyolojik değerleri 2n = 60, NF = 82, NFa = 78 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, Sözen ve ark. (1999) tarafından Ankara Merkez'den verilen değerler ile uygunluk,

Kankılıç ve ark. (2007)'nin Elmadağ'dan verdikleri NF değeri ile farklılık göstermektedir.

Konya ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* için, Nevo ve ark. (1994,1995), $2n = 40$, $NF = 72$, $NFa = 68$ (Beyşehir), $2n = 62$, Sözen (1999), $2n = 60$, $NF = 76$, $NFa = 72$, (Akşehir, Beyşehir), Kankılıç ve ark. (2007), $2n = 40$, $NF = 72$, $NFa = 68$ (Yeşildağ), $2n = 60$, $NF = 80$, $NFa = 76$ (Cihanbeyli, Kulu), değerlerini vermişlerdir. Bu çalışmada da, Konya ilinin Kulu ve Cihanbeyli örneklerinin kromozomal değerleri $2n = 60$, $NF = 80$, $NFa = 76$ olarak tespit edilmiştir.

Çankırı ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* için, Çataklı (2004) tarafından, $2n = 60$, $NF = 78$ (Orta, Ovacık, Eldivan, Şabanözü, Ilgaz merkez, Kızılırmak 8 km D, Bayramören, Harmancık), $2n = 56N$, $NF = 72$ değerleri verilmiştir. Bu çalışmada, Çankırı ilinden (Kızılırmak, Eldivan), $2n = 60$, $NF = 78$, $NFa = 74$ değerleri kaydedilmiştir. Bu veriler Çataklı (2004)'nin Kızılırmak ve Eldivan' dan verdiği değerler ile uygunluk göstermektedir.

Eskişehir (İnönü) ilinden alınan *N. leucodon* örnekleri için; Matur ve Sözen (2005), $2n = 60$, $NF = 78$ değerlerini vermişlerdir. Bu çalışmada, Eskişehir' den (Sarıcakaya ve Mihalgazi) alınan örneklerin $2n = 60$, $NF = 80$, $NFa = 76$ değerleri tespit edilmiştir. Bu veriler, Eskişehir ilinde kaydedilen NF ve Nfa değerleri için yeni bulgulardır.

Kayseri ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* için, Nevo ve ark. (1994, 1995), $2n = 62$, Tez ve ark. (2001), $2n = 60$, $NF = 78$ (Gürün), Yüksel ve Gülkaç (2001), Sözen ve

ark. (2008), $2n = 60$, $NF = 80$ (Bakırdağ, Yeşilhisar), Sözen ve ark. (2008), $2n = 60$, $NF = 76$ (Bakırdağ), değerlerini vermişlerdir. Bu çalışmada, Kayseri ilinden (Bayramhacı ve Yuvalı) alınan örneklerin $2n = 54$, $NF = 74$, $NFa = 70$ değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler Kayseri ilindeki *N. leucodon* örnekleri için yeni bulgulardır.

Kırşehir ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* örneklerinin karyotip değerleri, Yüksel ve Gülkaç (2001), $2n = 60$, $NF = 80$, Sözen ve ark. (2008), $2n = 54$, $NF = 74$, (Kaman merkez, Kırşehir 10 km K) olarak verilmiştir. Bu çalışmada, Kırşehir ilinden (Akpınar, Bayramözü) alınan örneklerin $2n = 54$, $NF = 74$ ve $NFa = 70$ değerleri tespit edilmiştir. Bu değerler Sözen ve ark., (2008) tarafından verilen değerler ile uygunluk göstermektedir.

Yozgat ilinde yayılış gösteren *N. leucodon* örnekleri için, Yüksel ve Gülkaç (2001), $2n = 54$, $NF = 74$, Sözen ve ark. (2008), $2n = 54$, $NF = 74$ (Sorgun) değerlerini kaydetmişlerdir. X kromozomu her iki çalışmada da submetasentrik bulunurken, Y kromozomu Yüksel ve Gülkaç (2001) subtelosentrik, Sözen ve ark. (2008) akrosentrik olarak vermişlerdir. Bu çalışmada, Yozgat ili için aynı karyotip değerler tespit edilmiş olup X ve Y kromozomu Sözen (2008) tarafından verilen değerler ile uygunluk göstermektedir.

Kırıkkale ilinde yayılış gösteren *N. leucodon*' un $2n$, NF ve NFa değerleri; Kayseri, Yozgat ve Kırşehir illerinden alınan örneklerin değerleri ile aynıdır.

Nevo ve ark. (1994,1995) tarafından, Ankara, Kayseri ve Konya illerinden verilen $2n = 62$ değerinin, daha sonra yapılan karyolojik çalışmalarda Türkiye’de kaydı bulunamamıştır. Bu araştırma ile de karyotipi yapılan örneklerin hiçbirinde $2n = 62$ değerine rastlanmamıştır. Ivanitskaya ve ark. (2008) bu değerini Türkiye’de yayılış gösteren körfarelerin kromozomol formlarından çıkarıldığını belirtmişlerdir.

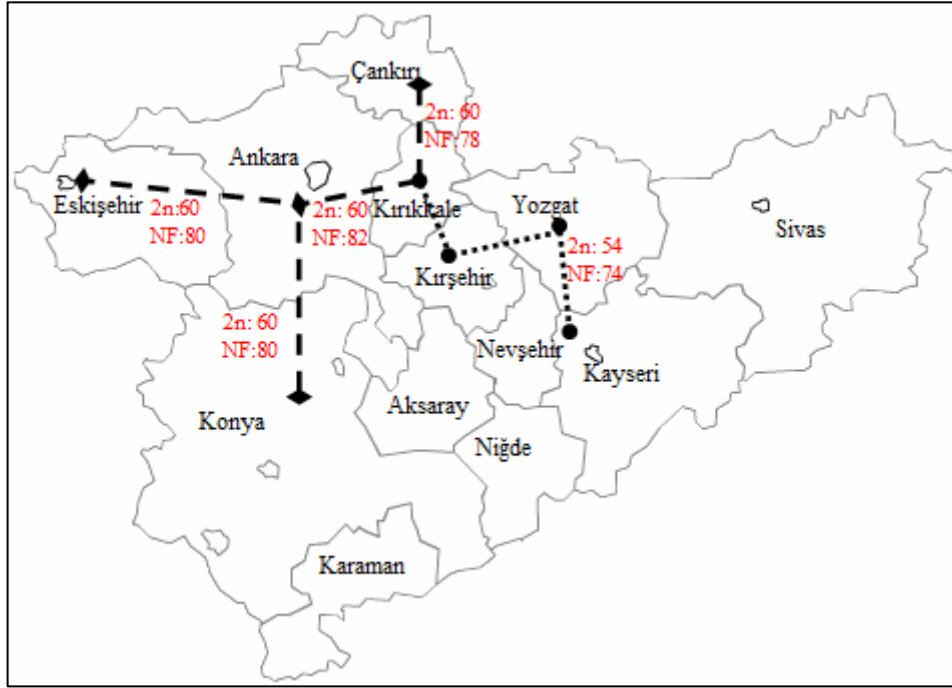
N.leucodon’un birbirine komşu yayılış gösteren farklı karyotipe sahip popülasyonları olduğu gibi, birbirinden ayrı lokalitelerde aynı kromozom sayısına sahip popülasyonlarının olduğu da bilinmektedir. Ankara, Çankırı, Eskişehir, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya ve Yozgat illeri aynı coğrafik bölgede olmalarına karşılık, sahip oldukları kromozomal formlar, Türkiye’nin başka bölgelerinden de tespit edilmiştir. Çankırı ilinden tespit edilen $2n = 60$, $NF = 78$ değerleri, Ivanitskaya ve ark. (1997) Malatya’dan, Sözen (2004) Bolu’dan, Matur ve Sözen (2005) Bilecik ve Bursa’dan, Sözen ve ark. (2008) Çorum, Amasya, Samsun, Tokat, Kütahya, Uşak ve Mersin’den kaydetmişlerdir. Ankara ilinden tespit edilen $2n = 60$, $NF = 82$ değeri, Gülkaç ve Yüksel (1989) tarafından Arguvan (Malatya)’dan, Sözen ve ark. (1999) tarafından Afyon’dan verilmiştir. Eskişehir ve Konya’dan tespit edilen $2n = 60$, $NF = 80$ değeri, Sözen ve ark. (2008) Yozgat, Niğde, Denizli, Kütahya, Bursa ve Antalya illerinin çeşitli bölgelerinden kaydetmişlerdir. Kırıkkale, Kırşehir, Kayseri ve Yozgat illerinde tespit edilen $2n = 54$, $NF = 74$ değeri, Çataklı (2004) Çorum’dan, Coşkun (2004) Bingöl, Tunceli ve Elazığ’dan tespit etmişlerdir. Ayrıca, diploid kromozom sayıları ve kromozomların kol sayıları aynı olsa bile eşey kromozomlarının morfolojileri bakımından farklılık görülmektedir.

Kırıkkale, Kırşehir ve Yozgat illeri birbirine sınır iller olup, bu bölgelerden alınan örneklerin hem diploid kromozom sayılarının, hem de kromozomların kol sayılarının aynı değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Eşey kromozomları da benzer morfolojiye sahiptir. X kromozomları orta büyüklükte submetasentrik, Y kromozomları ise küçük akrosentriktir. Ankara ve Çankırı illerinin, Kırıkkale il sınırına çok yakın olmasına karşılık, bu bölgelerde $2n = 60$ değeri kaydedilmiştir. Ankara ve Çankırı illerinden alınan örneklerin karyotipleri $2n$ değeri bakımından aynı, fakat NF ve NFa değerleri bakımından birbirinden ayrılmaktadır. Diploid kromozom sayısı 60 tespit edilen Eskişehir ve Konya örnekleri ise hem NF, hem de NFa değerleri birbiri ile benzerdir (Şekil 4.32). Ayrıca, $2n$ değeri 60 tespit edilen örneklerin eşey kromozomlarının aynı morfolojik yapıya sahip olduğu görülmüştür.

Wahrman ve ark. (1969b), İsrail’de $2n = 58$ ve $2n = 60$ hibridi $2n = 59$ olan bir birey tespit etmişlerdir. $2n = 52$ kromozomlu bir erkek ve $2n = 58$ kromozomlu bir dişi birey çiftleştirildiğinde ise embriyonun gelişimin erken safhalarında öldüğü kaydedilmiştir.

Nevo (1985), *Spalax ehrenbergi*’nin farklı karyotip formlarının birbirlerine temas ettikleri bölgede sağlıklı hibridlere sahip dar hibrit alanları oluşturduklarını tespit etmiştir. Türkiye’de *Nannospalax leucodon* türünün birbirine komşu farklı karyotipe sahip popülasyonlarının bireyleri arasında hibrit bireylere rastlanmamıştır. Yüksel ve Gülkaç (2001), hibrit bireylerin olmamasının, körfarelerin sınırlı bir harekete sahip ve toprak altı yaşama yüksek ölçüde bağlı olmasından kaynaklandığını ve bu nedenle popülasyonlar arası gen akışının sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, popülasyonlar arasında hibrit oluşsa bile zamanla üreme izolasyonu ve davranışsal

izolasyon gibi izolasyon mekanizmalarının etkisiyle birbirlerinden ayrılacaklarını, populasyonların gen havuzlarının farklılaşması sonucu sibling türler veya diğer taksonların meydana gelebileceğini ifade etmişlerdir. Bu araştırma da birbiriyle kesişen lokalitelerden örnek alınarak karyotipleri yapılmış, fakat hibrit bireyler tespit edilememiştir.



Şekil 4. 32. İç Anadolu bölgesinden alınan *N. leucodon* örneklerinin 2n ve NF dağılımı (● : 2n = 54, ◆ : 2n = 60)

Wahrman ve ark. (1969a), İsrail’ de tespit edilen 4 farklı kromozomal formun fiziksel bir bariyerle coğrafik olarak birbirlerinden kesin ayrılmadıklarını belirtmişler ve sınırlı hareketlilik gösteren canlılarda türleşmenin coğrafik bariyerlerin yokluğunda da meydana gelebileceğini kaydetmişlerdir.

Yüksel (1984), Fırat nehri ile ayrılan Malatya ve Elazığ populasyonlarının karyotiplerini sırasıyla; $2n = 60$, $NF = 80$, $2n = 52$ $NF = 76$ olarak tespit etmişlerdir. Gülkaç ve Yüksel (1989), Fırat nehrinin kolu olan Tohma çayı ile ayrılmış üç populasyonun karyolojik analizinde, Tohma çayının güneyinde ve kuzeyinde kalan populasyonların aynı karyotipe sahip olduklarını, Tohma çayının daha kuzeyinde kalan ve aralarında coğrafik engel teşkil etmeyen diğer bir populasyonun NF sayısı ile ayrıldığını kaydetmişlerdir.

Yüksel ve Gülkaç (1995), Kızılırmak nehrinin bir kolu olan Delice ırmağının batısında kalan *N. leucodon* örneklerini $2n = 54$, $NF = 74$, doğusunda kalan örnekleri ise $2n = 60$ $NF = 80$ olarak kaydetmişlerdir.

Yüksel ve Gülkaç (2001), Kırşehir, Nevşehir, Yozgat ve Kayseri illerinden aldıkları örneklerde $2n = 60$ ve $2n = 54$ değerlerini bulmuşlardır. Araştırmacılar, Kızılırmak nehrinin her iki tarafında kalan örneklerin karyotiplerinin aynı olduğunu tespit ederek, nehrin bu bölgede doğal bir bariyer teşkil etmediğini belirtmişlerdir.

İç Anadolu bölgesinde örneklerin alındığı lokalitelerin Kızılırmak nehri ile kromozomal olarak ayrıldıkları tespit edilmiştir. Kızılırmak yayının iç bölümünden alınan örneklerin $2n = 54$, $NF = 74$, Kızılırmak yayınının dış bölümünden alınan örneklerin $2n = 60$ olup, NF sayılarının da coğrafik bir bariyer olmaksızın aralarında değişken olduğu kaydedilmiştir. Kayseri ilindeki *N. leucodon* için verilen $2n = 60$, $NF = 78$ (Gürün), $2n = 60$, $NF = 80$ (Bakırdağ, Yeşilhisar) $2n = 60$, $NF = 76$ (Bakırdağ), değerleri ile bu araştırma da tespit edilen $2n = 54$, $NF = 74$ değerinin Kızılırmak nehri ile ayrıldığı tespit edilmiştir. Kayseri ilinden alınan örnekler,

Kızılırmak nehrinin iç kısmında bulunan Kırşehir, Yozgat ve Kırıkkale örnekleri ile aynı değerlere sahiptir.

Nevo ve ark. (1995), İsrail’ de görülen diploid kromozom sayısı ile kuraklık arasındaki pozitif ilişkinin, Anadolu *Nannospalax*’larında da olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Araştırmacılara göre Türkiye’de yayılım gösteren körfarelerde, yağışlı ve ılıman kıyı bölgelerinden kurak ve sert iklime sahip Orta Anadolu’ya gidildikçe diploid kromozom sayısı artmaktadır. Sözen ve ark. (2000a), Ankara-Mersin hattında yaptıkları karyolojik çalışmalarda kuraklık ile kromozomların kol sayısı arasında benzer bir eğilim tespit etmişlerdir. Bu çalışma ile Eskişehir-Ankara ve Konya-Ankara hattında yalnız NF sayısında bir artış görülmüş fakat diğer bölgelerde araştırmacının belirttiği ilişki kurulamamıştır. Ayrıca, en batı da kalan Eskişehir ilinden alınan örneklerin $2n = 60$, $NF = 80$, en iç kesimdeki Kırıkkale ilinden alınan örneklerin ise $2n = 54$, $NF = 74$ olarak kaydedilmesi diploid kromozom sayısı ve kromozomların kol sayısında artışın değil bir azalışın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle kromozomların kol sayısındaki artış, kuraklık ile tam olarak ilişkilendirilememiştir.

Yüksel ve Gülkaç (2001), $2n = 60$ karyotipine sahip *N. leucodon*’ a ait bir bireyin hücrelerinde sentrik olarak kaynaşmış, $2n = 54$ karyotipine sahip bir bireyin hücrelerinde ise inversiyon yapmış bir kromozom tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kromozom sayısının etkileyen bu değişimlerin çok nadir olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, $2n = 60$ ’ a sahip bazı bireylerde 56 ve 58, $2n = 54$ ’ e sahip örneklerin bazılarında da $2n = 56$ ve 57 kromozom sayıları tespit edilmiştir. Fakat çok az

örnekte rastlanması nedeniyle kromozomal form olarak değil, bireysel varyasyon olarak değerlendirilmiştir.

Nannospalax cinsinde görülen $2n$ çeşitliliğinin, Robertsonian translokasyonlarından kaynaklandığı bilinmektedir. Akrosentrik kromozomların sentromer bölgelerinden birleşerek füzyonu, ya da bir kromozomun sentromer bölgesinden bölünerek iki kromozom oluşturduğu füzyonu sonucu yeni kromozomal formlar meydana gelmektedir. Sentromer pozisyonunun değişimine neden olan perisentrik inversiyonlar ise kromozomların kol sayısında artış ya da azalışa neden olarak NF sayısını etkilemektedir (Savic ve Nevo, 1990, Nevo, 1991, Nevo ve ark., 1994, 1995).

Nevo ve ark. (1994), *Spalax*'ın atasal karyotipinin çoğunlukla metasentrik kromozomlardan oluşan $2n = 38$ olduğunu ve kromozomların füzyonu sonucu diğer formların oluştuğunu kabul etmektedir. Ivanitskaya ve ark. (1997) ise atasal karyotipin akrosentrik kromozomlardan oluşan $2n = 60$ olduğunu, kromozomların füzyonu ve perisentrik inversiyonlarla yeni karyotiplerin oluştuğunu kabul etmektedir.

Seabright (1972), sitogenetik çalışmalarda uygulanan G-bantlama tekniği ile kromozomlarda meydana gelen yapısal değişikliklerin tespit edilebileceğini ifade etmiştir. Kromozomların G-bantlama tekniği ile incelenmesi atasal formun tespit edilmesinde de belirleyicidir. Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden alınan körfarelerin karyotiplerinde meydana gelen kromozomal yeniden düzenlenmeler, Ivanitskaya ve ark. (1997), Ivanitskaya ve ark. (2008) tarafından G-bantlama tekniği ile incelemiştir.

Araştırmacılar, perisentrik inversiyonlar ve Robertsonian kromozom bölünmelerinin $2n$ ve NF değerlerinin çeşitliliğinde etkili olduğunu kaydetmişlerdir.

Bu çalışmada tespit edilen kromozomal formların karyotipleri G-bantlama tekniği ile verilmiş olup, İç Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *Nannospalax leucodon* türünün diğer bölgelerden bu tür için belirlenen formlar ile karşılaştırılarak yapılması gereken kromozomal evrim çalışmalarında yardımcı olacağı düşünölmektedir.

Nevo ve ark. (1994), Türkiye’de yayılış gösteren körfarelerin diploid kromozom sayısı ile iklimsel değişiklik arasındaki pozitif ilişkinin, heterozigotluk değerinde de göröldüğünü ortaya çıkarmıştır

İsrail’deki *Spalax ehrenbergi* üsttöründe görölen heterozigotluk güneye kurak bölgelere doğru gidildikçe artmaktadır. Kurak ve tahmin edilemeyen iklime sahip bölgelerde görölen heterozigotluk artışı Türkiye’deki *N. leucodon* üsttörlerinde de görölmüştür. H değeri ılıman sınırdan kurak Anadolu’ya doğru artmaktadır (Nevo ve ark. 1994).

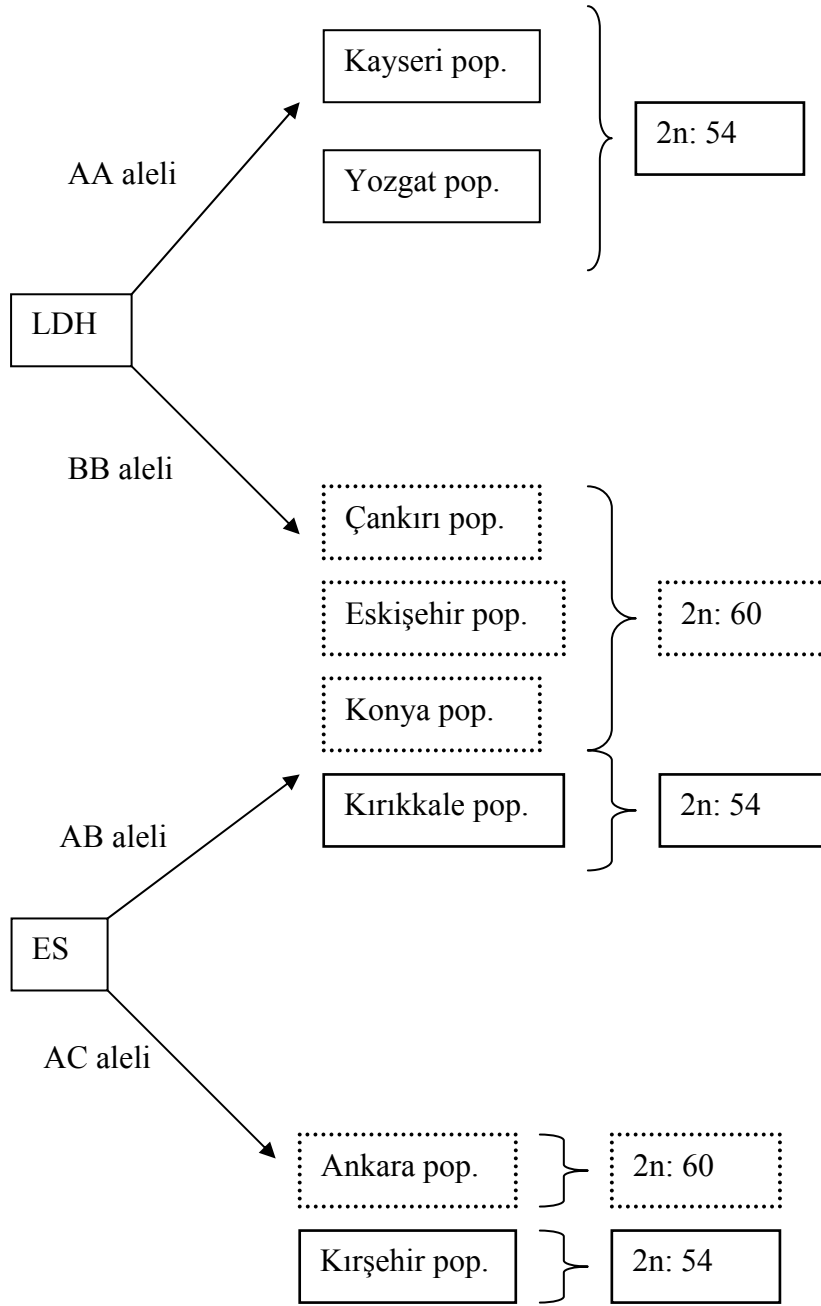
Nevo ve ark. (1995), Türkiye’nin çeşitli illerinden alınan 20 popülasyona ait 55 *Spalax leucodon* ile dört popülasyona ait 14 *S. ehrenbergi* örneklerinde 37 gen lokusundaki allozim çeşitliliğini ve karyotipleri tanımlamıştır. Araştırmacılar Ankara popülasyonu için H (Heterozigotluk) değeri ve He (Gen çeşitliliği, beklenen heterozigotluk) değerini 0.088, Konya popülasyonu için $H = 0.045$, $He = 0.043$, Beyşehir popülasyonu için $H = 0.014$, $He = 0.012$, Kayseri popülasyonu için H ve $He = 0.027$ değerlerini bulmuşlardır. Ankara popülasyonu için lokus başına alellerin

ortalama sayısı (A), 1.243, Konya popülasyonu için $A = 1.135$, Beyşehir popülasyonu için $A = 1.027$, Kayseri popülasyonu için $A = 1.027$ 'dir. Polimorfiklik (P), Ankara popülasyonunda 0.243, Konya popülasyonunda 0.108, Beyşehir popülasyonunda 0.027, Kayseri popülasyonunda 0.027 olarak hesaplanmıştır.

Kankılıç ve ark., (2005), Ankara popülasyonu için $H = 0.211$, Beyşehir popülasyonu için $H = 0.183$ değerlerini kaydetmiştir. Araştırmacı, Nevo ve ark. (1995)' na nazaran Heterozigotluğu bu bölgelerde oldukça yüksek bulmuştur. Ayrıca, Ankara popülasyonu ve Beyşehir popülasyonu aynı diploid kromozom sayısına sahip olmalarına karşılık ($2n = 60$), temel kromozom sayısı (NF) ve otozomal kromozomların kol sayısı (NFa) bakımından farklılık göstermektedir (sırasıyla $NF = 80$, $NFa = 70$ ve $NF = 76$, $NFa = 72$). Nevo ve ark. (1994, 1995) verilerine göre ortaya konulan nemli bölgelerden, ekolojik olarak sert ve değişken iklime sahip İç Anadolu bölgesine doğru $2n$ ve Heterozigotluk artışını $2n$ değerinde değil, NF , NFa ve H değerlerinde görülmüştür. Heterozigotluk önemli ölçüde yağış ve iklime bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmada, Ankara, Konya, Eskişehir, Çankırı, Kırıkkale, Kırşehir, Kayseri ve Yozgat popülasyonları için lokus başına alellerin ortalama sayısı 1.25 olup, H değeri popülasyonların her biri için 0.125 olarak kaydedilmiştir. Bu değer Nevo ve ark. (1995)'nin Ankara popülasyonu için verdikleri değere yakın, Kankılıç ve ark. (2005) tarafından verilen değerden düşüktür. Araştırmacılar tarafından iklim-Heterozigotluk arasındaki ilişki bu çalışmada tüm popülasyonlarda eşit değerde Heterozigotluk bulunduğu için desteklenmemiştir.

Nevo (1995), Konya ile Ankara populusyonları arasındaki genetik mesafe değerini (D), 0.010, Konya ile Kayseri arasında 0.075, Ankara ile Kayseri arasında 0.043 bulmuştur. Bu çalışmada Ankara ile Konya (D = 0.933), Konya ile Kayseri (D = 0.719), Ankara ile Kayseri (D = 0.645) arasındaki genetik mesafe değerleri araştırmacının verdiği değerlere göre oldukça yüksektir. Ayrıca, genetik mesafe değerlerine göre incelenen 8 populusyonun laktat dehidrojenaz (LDH) ve esteraz (ES) enzimlerinde görülen alel çeşitliliği ile ayrıldığı tespit edilmiştir. Ankara, Kırşehir, Çankırı, Konya, Eskişehir, Kırıkkale populusyonları ile Yozgat ve Kayseri populusyonları LDH enziminde tespit edilen aleller ile ayrılmaktadır. Ankara ve Kırşehir populusyonları ise Çankırı, Konya, Eskişehir ve Kırıkkale populusyonlarından Esteraz enziminde tespit edilen aleller ile ayrılmaktadır. 2n değerinde görülen çeşitlilik ile allozim çeşitliliği karşılaştırıldığında ise bu iki varyasyonun birbiriyle ilişkili olmadığı görülmüştür (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Alel çeşitliliği ve 2n değeri bakımından ayrılan populasyonlar (Bu çalışma ile)

Sonuç olarak;

a) İç Anadolu bölgesinde, *N. leucodon* türüne ait, diploid kromozom sayıları $2n = 54$ ve $2n = 60$ olmak üzere iki farklı kromozomal form tespit edilmiştir. Ayrıca, $2n = 60$ formunun, NF ve NFa değerleri bakımından farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sözkonusu farklılık, NF = 82, NFa = 78 (Ankara); NF = 80, NFa = 76 (Konya, Eskişehir); NF = 78, NFa = 74 (Çankırı) şeklinde ortaya çıkmıştır. Aynı lokalitelerden daha önceki çalışmalarda elde edilen karyotip analiz sonuçları karşılaştırıldığında, bu çalışma kapsamında sadece Eskişehir ve Kayseri illerine ait yeni kromozomal formlar ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca, bu çalışmada, İç Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *N. leucodon* türünde görülen kromozomal polimorfizmin G-bantlama tekniği ile belirlenmesi, ileride bu türün kromozomal evrimi ile ilgili yapılacak çalışmalara katkıda bulunacaktır.

Bütün bu sonuçlar değerlendirildiğinde; kromozom sayılarının oldukça değişken olduğu (özellikle bireysel varyasyonların varlığı) daha önceki çalışmalardan bilinen ve çalışmamız sonuçlarıyla teyit edilen bu türün, değişkenliğinin derecesi veya en küçük coğrafi/ekolojik sınırlarının ne olabileceği konusunda kesin ve belirgin kurallar ortaya konulabilmesi oldukça zor gözükmektedir. Bu zorluğun aşılabilmesi için, bireysel varyasyonları da istatistiki olarak ayrıştırabilecek şekilde örnek sayısının ve ekolojik-jeolojik özellikleri dikkate alacak şekilde belirlenecek lokalite sayısının artırılmasının gerekli olduğu öne sürülebilir.

b) Diploid kromozom sayısına bağlı olarak iki farklı formun ortaya çıkmasında, Kızılırmak nehrinin İç Anadolu bölgesinde yay şeklinde gelişen yatağının etkili

olabileceği ancak tam bir coğrafik bariyer olarak davranmadığı sonucuna varılmıştır. Buna rağmen, Kızılırmak nehrinin bariyer işlevinin anlaşılabilmesi, nehir ve yakın çevresinin (riparian habitat) ekolojik, fiziksel özellikleri ile türün davranış özelliklerini dikkate alan detaylı bir çalışma sonucunda açıklığa kavuşacak bir konu olarak değerlendirilmelidir.

c) Bu türün biyocoğrafik yayılışında, iklim özellikleri ile kromozomal özellikler (NF, 2n, NFa) ve heterozigotluk arasında kurulan ilişkiler sıklıkla başvurulan araçlardandır. Yapılan çalışmalarda, kuraklığın, iklimsel özellikler arasında en belirleyici özellik olarak ön plana çıktığı görülmektedir. Ancak, kuraklığın etkisi konusunda elde edilen sonuçlar, farklı ve çelişkili yorumlara açık niteliktedir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar da bu konuda belirgin bir kural olduğunu ortaya koyar özellikte değildir. O halde; i). Literatürdeki haliyle, yapılan lokalite karşılaştırmalarının aynı değil farklı iklim kuşaklarından olmasına dikkat edilmelidir, ii) bundan sonra yapılacak çalışmalarda, aynı iklim kuşağındaki lokaliteler olsa bile, sadece yağış özellikleri değil, kuraklığın diğer iklimsel özelliklerle birlikte kullanılışı değerlendirmeye alınabilir. Örneğin, lokalitelerin jeolojik yapısı, su tutma özellikleri, eğim, yükselti vb.

d) Allozim verilerine göre incelenen karyotiplerde, kromozomal polimorfizme bağlı allozim varyasyonlarının olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar tarafından, çalışılan allozim lokus sayısının az olması, belirlenen kromozomal formların sınırlarının tam olarak ortaya konulamaması nedeniyle bu türün taksonomik durumunun kesinlik kazanamadığı ifade edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen karyolojik ve elektroforetik veriler, *N. leucodon* türü için daha önce yapılan ve

yapılacak olan araştırmalara katkı sağlamaktadır ancak, bu tür çalışmaların daha fazla lokus ile yapıldığında daha doğru ve güvenilir sonuçlar ortaya koyacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Aşan, N., Yağcı, T., 2008. Karyotype and hair scale structure of *Nannospalax leucodon* (Nordmann, 1840) from Central Anatolia (Rodentia: Spalacidae). Turk. J. Zool. 32: 125-130.
- Corbet, G. B., 1978. The Mammals of the Palaearctic region; a taxonomic review. Brit. Mus. nat. Hist., London Cornell Univ. Pres. 1-314.
- Coşkun, Y., 1998. Şırnak yöresi *Spalax ehrenbergi*, Nehring, 1898 (Rodentia; Spalacidae) türünün morfolojik ve karyolojik özellikleri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül 1998. Samsun.
- Coşkun, Y., 2003. A study on the morphology and karyology of *Nannospalax nehringi* (Satunin, 1898) (Rodentia: Spalacidae) from Northeast Anatolia, Turkey. Turk. J.Zool., 27: 171-176.
- Coşkun, Y., 2004. A new chromosomal form of *Nannospalax ehrenbergi* (Nehring, 1898) 2004. (<http://www.dicle.edu.tr/-yuksele/Batman.htm>) 1-8.
- Ellerman, J. R. 1940. The families and Genera of living Rodents. Vol. 1. Rodents. Other than Muridae. Trustees of Brit. Mus. IX + 651.

- Ellerman, J. R., T. C. S. Morrison-Scott, 1951. Checklist of Palaearctic and Indian Mammals 1758-1946. British Museum (Natural History), 1-810.
- Ford, C. E., J. L., Hamerton, 1956. A colchicine hypotonic citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. Stain Technology, 31(6):247-251.
- F. Matur, 2009. Batı Türkiye *Nannospalax* (Mammalia: Rodentia) Kromozomal formlarının G ve C bantlama yöntemleriyle karşılaştırılması. Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi.
- Gromov, I., M. and Baranova, G., I. (1981) Catalogue of Mammals in USSR. Nauka, Leningrad. Structure, Function, Genetics and Evolution, R. S. Holmes and H. A. Lim (eds.). World Scientific, Singapore, pp. 55-70.
- Gülkaç, M. D., E. Yüksel, 1989. Malatya yöresi körfareleri (Rodentia; Spalacidae) üzerine sitogenetik bir inceleme. Doğa T. Biol. D., 13: 63-71.
- Harrison, D. L. 1972. The Mammals of Arabia. Vol. III, Lagomorpha Rodentia. London, XVII+ 382-670
- Harris, H. and Hopkinson, D. A. 1976. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics. Amsterdam: North-Holland Publishing Company. 115.
- Harrison, D. L., P. J. J. Bates, 1991. Mammals of Arabia. Second edition. Harr. Zool. Mus. Pub. London, 1-353.

Hillis, D.M., C. Moritz, C. 1990. Molecular Systematics. Sinauer Associates, Inc. USA. P. 45-127

Hofmoijer, G. K., H. De. Bruijn, 1985. The mammals from the Lower Miocene of Aliveri (Island of Evia. Greece). 4; The Spalacidae & Anomalomyidae. Paleontology Proc. B; 185-198.

Ivanitskaya E, Çoşkun Y and Nevo E (1997) banded karyotypes of mole rats (*Spalax*, Spalacidae, Rodentia) from Turkey: a comparative analysis. J. Zool. Syts. Evol. Research, 35: 171-177.

Ivanitskaya E, Sözen M, Rashkovetsky L, Matur F and Nevo E (2008) Discrimination of $2n = 60$ *Spalax leucodon* cytotypes (Spalacidae, Rodentia) in Turkey by means of classical and molecular cytogenetic techniques. Cytogenet Genome Res., 122:139-149.

Kıvanç, E. 1988. Geographic variations of Turkish *Spalax* species (Spalacidae, Rodentia, Mammalia). Ph.D. Thesis, Ankara University, Ankara, 88 pp.

Kankılıç, T., Çolak, E., Çolak, R., Yiğit, N. 2005. Allozyme Variation in *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 (Rodentia: Spalacidae) in the Area between Ankara and Beyşehir. Turk. J. Zool. 29: 377-384

- Kankılıç T, Kankılıç T, Çolak R, Çolak E and Karataş A (2007) Karyological comparison of populations of the *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 superspecies (Rodentia: Spalacidae) in Turkey. *Zoology Middle E*, 42: 15–24.
- Matthey, R. 1959. Formules chromosomiques de Muridae et de Spalacidae. La question du polymorphisme chromosomique chez les Mammiferes. *Rev. Suisse de Zool.* 66; 175-209, Geneve.
- Matur, F., and Sözen, M. 2005. A karyological study on Subterranean Mole Rats of the *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 (Mammalia: Rodentia) superspecies around Bilecik province in Turkey. *Zoology Middle E*, 36: 5-10.
- Mehely, V. L. 1909. A Foldi Kutyak Fajai, Budapest. (Mathem und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, Bd. 28; H. 4; 1-273. Almanca tercümesi).
- Mitchell-Jones A. J., G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Krystufek, P. J. H. Reijnders, F. Spitzwenger, M. Stubbe, J.B.M. Thissen, V. Vohralik, J. Zima, 1999. The atlas of European mammals. Academic Press., London, 262-263.
- Mursaloglu, B. 1979. Türkiye *Spalax*' larında (Mammalia: Rodentia) Sistematiik Problemler. T.B.T.A.K. VI. Bilim Kongresi, Mat., Fiz. ve Biyo. Bil. Araş. Gr. Biyo. Sek. Teb. 83-92.

- M. Sözen, 1999. Ulukışla (Niğde) – Tarsus (Mersin) – Adana Bölgesi *Spalax* Güldenstaedt, 1770 (Mammalia: Rodentia) Populasyonlarının Karyolojik ve Morfolojik Analizi. A.Ü.F.B.E. 1-134, Doktora Tezi.
- Nevo, E., 1961. Observations on Israeli populations of the mole rat *Spalax ehrenbergi* Nehring, 1898. *Mammalia*, 25: 127-144.
- Nevo, E. 1985. Ecological and populational correlates of allozyme polymorphisms in mammals. *Acta Zool. Fennica* 170:25-29.
- Nevo, E., E. Capanna, M. Corti, J. U. M. Jarvis, G. C. Hickman, 1986. Karyotype differentiation in the endemic subterranean mole rats of South Africa (Rodentia, Bathyergidae). *Z. Saugetierkunde* 51: 36-49.
- Nevo, E. and A. Beiles. 1987. Genetic diversity in mesic, semi-arid and arid environments. In: *What's Special About Desert Ecology? Abstracts from the Binational Workshop, 14-22 March, 1987, Ben Gurion University of the Negev, Sede Boqer, Israel*, p. 17.
- Nevo, E., Corti, M., Heth, G., Beiles, A. and Simson, S. 1988. Chromosomal polymorphisms in subterranean mole rats: origins and evolutionary significance. *Biol. J. Linn.Soc.* 33: 309-322.

- Nevo, E., Kishi, K. and Beiles, A. 1990. Genetic polymorphism of urine deoxyribonuclease I isomerases of subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies, in Israel: Ecogeographical patterns and correlates. Biochemical genetics. Vol. 28, 561-570.
- Nevo, E., 1991. Evolutionary theory and processes of active speciation and adaptive radiation in subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies, in Israel. Evol. Biol, 25: 1-125.
- Nevo, E. 1992. Evolutionary processes and theory: the ecological-genetics interface. In: Environmental Quality and Ecosystem Stability; Vol. V/B - Ecosystem Stability. A. Gasith, A. Adin, Y. Steinberger & J. Garty (eds.) ISEEQS Publication. pp. 724-731.
- Nevo, E., M.G. Filippucci and A. Beiles. 1994 a. Genetic polymorphisms in subterranean mammals (*Spalax ehrenbergi* superspecies) in the Near East revisited: patterns and theory. Heredity 72:465-487.
- Nevo, E., Filippucci, M. G., Redi, C., Korol, A. and Beiles, A. 1994 b. Chromosomal speciation and adaptive radiation of mole rats in Asia Minor correlated with increased ecological stress. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 91: 8160-8164.
- Nevo, E., Filippucci, M. G., Redi, C., Simson, S., Heth, G. and Beiles A. 1995. Karyotype and genetic evolution in speciation of subterranean mole rats of the genus *Spalax* in Turkey. Biol. J. Linn. Soc. 54: 203-229.

- Nevo, E., Ivanitskaya, E., Filippucci, M. G. and Beiles, A. 2000. Speciation and adaptive radiation of subterranean mole rats, *Spalax ehrenbergi* superspecies, in Jordan. *Biological Journal of the Linnean Society*. 69:263-281
- Nevo, E. 2001. Evolution of genome-phenome diversity under environmental stress. (anonim)
- Novak, M. R., Paradiso, L. J., 1983. Walker's Mammals of the World. Vol. I-II. The Johns Hopkins University Press. London, 1307.
- Savic, I. and Soldatovic, B., 1979. Contribution to the knowledge of the genus *Spalax (Microspalax)* karyotype from Asia Minor. *Arhive Bioloskin Nauka*, 31: 1-2.
- Savic, I., 1982. Familie Spalacidae Gray, 1821 - Blindmause. In; *Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/1 Rodentia*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. pp. 537-584.
- Savic, I. and Nevo, E., 1990. The Spalacidae; Evolutionary history, speciation and population biology, in; *Evolution of Subterranean Mammals at the Organismal and Molecular Levels*, (E. Nevo and A. O. Reig, eds.), Alan R. Liss, New York. pp. 129-153.

Seabright, M., 1971. A rapid banding technique for human chromosomes. *Lancet* 2: 971-972.

Seabright, M., 1972. The use of proteolytic enzymes for the mapping of structural rearrangements in the chromosomes of man. *Chromosoma*, 36:204-210.

Sözen, M., E. Kıvanç, 1998a. Two new karyotypic forms of *Spalax leucodon* (Nordmann, 1840) (Mammalia: Rodentia) from Turkey. *Z. Säugetierkunde* 63: 307-310.

Sözen, M., E. Kıvanç, 1998b. A new karyotype of *Spalax leucodon cilicicus* Mehely, 1909 (Mammalia: Rodentia) from the type locality in Turkey. *Isr. J. Zool.*, 44: 53-56.

Sözen, M., E. Çolak, N. Yiğit, Ş. Özkurt, R. Verimli, 1999. Contributions to the karyology and taxonomy of the genus *Spalax* GÜLDENSTAEDT, 1770 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Z. Säugetierkunde* 64: 210-219.

Sözen, M., N. Yiğit, E. Çolak, 2000. A study on karyotypic evolution of the genus *Spalax* GÜLDENSTAEDT, 1770 (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Isr. J. Zool.*, 46: 239-242.

Sözen, M. 2004. A karyological study on subterranean mole rats of the *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 superspecies in Turkey. *Mamm. Biol.* 69:420-429.

- Sözen, M., 2005. A biological investigation on Turkish *Spalax* Güldenstaedt, 1770 (Mammalia: Rodentia). G. Ü. Fen. Bil. Dergisi, 18(2): 167-181.
- Sözen, M., Sevindik, M. and Matur, F. 2006a. Karyological and some morphological characteristics of *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 (Mammalia: Rodentia) superspecies around Kastamonu province, Turkey. Turk. J. Zool. 30: 205-219.
- Sözen M, Matur F, Çolak E, Özkurt Ş and Karataş A. (2006b) Some karyological records and a new chromosomal form for *Spalax* (Mammalia: Rodentia) in Turkey. Folia Zool., 55(3): 247-256.
- Sözen, M., Matur, F., Sevindik, M. and Çolak, F., 2008. Batı Anadolu Körfarelerinin, *Nannospalax nehringi* (Mammalia: Rodentia) Kromozomal Formlarının Belirlenmesi. Proje No: TBAG – HD 164 (106T225) nihai raporu.
- Soldatovic, B. and Savic, I., 1978. Karyotypes in some populations of the genus *Spalax* (*Mesospalax*) in Bulgaria and Turkey. Säugetierkundliche Mitteilungen, 26: 252-256.
- Tez, C., I. Gündüz, H. Kefelioğlu, 2001. Karyological Study of *Spalax leucodon* (Nordmann, 1840) in central Anatolia, Turkey. Pakistan J. Biol. Sciences, 4 (7): 869-871.

- Tez, C., İ. Gündüz, H. Kefelioğlu, 2002. New data on the distribution of $2n = 38$ *Spalax leucodon* (Nordmann,1840) cytotype in Turkey. *Isr. J. Zool.*, 48:155-159.
- Topachevskii W A (1969) Fauna USSR Spalacidae. Leningrad; Nauka. (English translation; US Dept. Commerce. Natn. Info. Serv., Springfield, Virginia).
- Wahrman, J., R. Goitein, E. Nevo, 1969a. Geographic variation of chromosome forms in *Spalax*, a subterranean rodent of restricted mobility. *La Chromosome* 75: 2442.
- Wahrman, J., R. Goitein, E. Nevo, 1969b. Geographic variation of chromosome forms in *Spalax*, a subterranean mammal of restricted mobility. *Comparative Mammalian Cytogenetics*. (ed: K. Benirschke) Newyork: Springer Verlag, 30-48.
- Wahrman, J., C. Richler, R. Gamperl, E. Nevo, 1985. Revisiting *Spalax*: Mitotic and meiotic chromosome variability. *Israil Journal of Zoology* 33: 15-38.
- Yağcı, T., Aşan, N., 2007. A live trap model for subterranean mole rats. *Mammalia* (2007): 98–99 □
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M. and Karataş, A., 2006. Rodents of Türkiye. *Meteksan*, Ankara: 76-80.

- Yüksel, E. 1984. Cytogenetic study in *Spalax* (Rodentia; Spalacidae) from Turkey. Communications, C; Biologie. 2; 1-12.
- Yüksel, E., M.D. Gülkaç, 1990. The evolution and phylogenetic relationship in some subspecies and chromosomal forms of *Spalax leucodon*. Tr. J. of Biology, 14: 59-68.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 1992. On the karyotypes in some populations of the Subterranean mole rats in the lower Euphrates-basin, Turkey. Caryologia, 47:175-190.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 1995. Kızılırmak Havzası Kayseri-Kırşehir-Nevşehir-Yozgat kesimi *Spalax* populasyonları üzerine sitogenetik incelemeler. TBAG-904, 1-22.
- Yüksel, E., M. D. Gülkaç, 2001. The cytogenetical comparisons of *Spalax* (Rodentia:Spalacidae) populations from middle Kızılırmak Basin, Turkey. Turk. J. Biol., 25:17-24.
- Zima, J., B. Kral, 1984. Karyotypes of European Mammals II. Acta sc. Nat Brn, 18 (8): 1-62.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuba YAĞCI

Doğum Tarihi : 1981

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji
Bölümü, 2003

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Fen Bil. Enst., 2006

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl/Yıllar :

Yayımları (SCI) : Yağcı, T., Aşan, N. 2007. A live trap model for subterranean mole rats. *Mammalia* (2007): 98-99

Aşan, N., Yağcı T., 2008. Karyotype and hair scale structure of *Nannospalax leucodon* (Nordmann, 1840) from Central Anatolia (Rodentia: Spalacidae). *Turk. J. Zool.* 32: 125-130.

Yayımları (Diğer) :

Araştırma Alanları : Moleküler Genetik, Zooloji