

39574

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

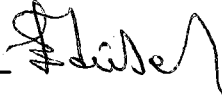
SPALAX LEUCODON VE SPALAX EHRENBERGİ'DE
NUKLEOLUS ORGANİZATÖR BÖLGENİN TESPİTİ VE
EVOLUSYONER DURUMU

İlknur (ŞENDOĞDU) KÜÇÜKDÜMLÜ


YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü 'ne

İş bu çalışma, jürimiz tarafından BİYOLOJİ Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan Prof. Dr. İzzet YÜKSEL 

Üye Yrd. Doç. Dr. M. Doğan GÜLKACI

Üye Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZMEN 

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

26.12.1995


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YÜKSEL

ÖZET

Bu çalışmada, bazı *Spalax* türlerinin nükleolus organizatör bölgelerinin (NOB) tespiti ve bunun evolusyoner önemi çalışılmıştır.

NOB analizleri Fırat nehrinin orta kısmındaki alanlarda toplanan iki *Spalax* türü (*Spalax leucodon* ve *Spalax ehrenbergi*) üzerinde yapılmıştır. Bütün preparatlar " Colchicine - hypotonic - citrate " tekniği ile hazırlanmış ve " Howell ve Black'ın gümüş nitrat " tekniği ile boyanmıştır.

Araştırma alanının Malatya kısmından elde edilen *Spalax leucodon* kromozom takımında 3 çift nükleolar kromozom içermektedir. Ancak, nehrin Elazığ tarafından elde edilen *Spalax ehrenbergi* tüm kromozom takımında 2 çift nükleolar kromozom içermektedir.

Sonuçta evolusyoner açıdan *Spalax ehrenbergi*'deki translokasyonun olabilirliği tartışılmış ve *Spalax*'ın evolusyoner durumu yeniden gözden geçirilmiştir.

ABSTRACT

In this study, determination and evolutionary significance of the nucleolar organizer regions (NORs) of some species *Spalax* have been investigated .

Analysis of NORs were conducted in the two species of *Spalax* (*Spalax leucodon* and *Spalax ehrenbergi*), from middle region of river Euphrates Each slide were prepared using "Colchicine-hypotonic-citrate" technique and stained "Howell and Black's silver nitrate" technique.

Spalax leucodon, from Malatya region of the field , has been including 3 pairs of nucleolar chromosomes in the chromosome set. However, *Spalax ehrenbergi*, from Elazığ side of the river, has been including 2 pairs of nucleolar chromosomes in the whole chromosome complement.

In the result, the possibility of the translocation in the *Spalax ehrenbergi* was discussed from evolutionary point of view and evolutionary background of *Spalax* was reviewed.

TEŐEKKÖR

Bu alıőma İnonü Őniversitesi, Fen-Edebiyat Fakóltesi, Biyoloji Bólümünde yapılmıştır.

Araştırmanın her aőamasında yardımlarını esirgemeyen ve her tŐrlŐ desteği sağlayan değerli danıőman hocam Yrd.Doç. Dr. M. Doğan GŐlka'a, çalıőmayı destekleyen hocam Prof. Dr. Eőref YŐksel'e, çalıőmalarım boyunca bana yardımcı olan Arő. Grv. Emel Yięit'e, Arő. Grv. BirgŐl Őzcan'a, Esin Ulubaba'ya ve Sıdika Akbulut'a teőekkŐrlerimi sunarım.

Çalıőmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen eőim Muharrem KŐũkdumlu'ya teőekkŐr ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TEŞEKKÜR	V
ŞEKİLLER VE TABLOLAR DİZİNİ	VIII
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİ.....	3
2.1.Bir Toprakaltı Memelisi:Spalax	3
2.1.1Morfolojisi	3
2.1.2.Lokalitesi.....	4
2.1.3.Ekolojisi.....	5
2.1.4.Fizyolojisi	6
2.1.5.Sitogenetiği	7
2.2.Nukleolus Organizatör Bölge.....	7
2.2.1.Nukleolus organizatör bölgenin yeri ve önemi.....	7
2.2.2.Nukleolus organizatör bölge üzerine yapılan çalışmalar	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14

3.1. Araştırma Alanının Tanımı ve Bu Bölgenin ve Organizmanın Seçilme Nedeni.....	14
3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler	15
3.3. Solüsyonlar	16
3.3.1. Kolşisin Solüsyonu	16
3.3.2. Sodyum Sitrat - (2 hidrat) çözeltisi	16
3.3.3. Fiksasyon Solüsyonu	16
3.3.4. Kolloidal geliştirici solüsyon.....	16
3.3.5. Sulu gümüş nitrat solüsyonu	17
3.3.6. Dehidrasyon sıvıları	17
4. BULGULAR.....	19
5. TARTIŞMA	23
KAYNAKLAR.....	27
ÖZGEÇMİŞ.....	38

ŞEKİLLER VE TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1	Araştırma alanını gösteren harita	14
Şekil 4.1	<i>Spalax leucodon</i> 'un gümüş nitrat ile boyanmış dişi metafaz plağı	20
Şekil 4.2	<i>Spalax leucodon</i> 'un gümüş nitrat ile boyanmış erkek metafaz plağı	21
Şekil 4.3	<i>Spalax ehrenbergi</i> 'nin gümüş nitrat ile boyanmış dişi metafaz plağı	22
Şekil 4.4	<i>Spalax ehrenbergi</i> 'nin gümüş nitrat ile boyanmış erkek metafaz plağı	22
Tablo 4.1	<i>Spalax leucodon</i> ve <i>Spalax ehrenbergi</i> 'nin somatik kromozom sayıları ve morfolojik tipleri	19

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Belirli bir olgunluk dönemine erişen her canlı, kendine benzer bir canlı meydana getirme yeteneğine sahiptir. Üreme olarak isimlendirilen bu olgu evolusyon denilen bir başka olgu ile beraber gerçekleşir.

Bugün evolusyoner biyoloji oldukça büyük bir bilim dalı olup hızla gelişmektedir. 20.yüzyılın en ünlü evolusyoner biyologlarından biri olan Theodosius Dobzhansky'nin belirttiği gibi "evolusyonun ışığı olmaksızın biyolojide hiç bir şey açıklanamaz"

Evolusyon basit bir tanım olarak "generasyonlar arasında organizmaların şekil ve davranışlarındaki değişim " anlamındadır. Organizmaların DNA dizilerinden makroskopik morfoloji ve sosyal davranışlarına kadar bütün seviyelerdeki formları atalarınınkinden farklılaşmış durumdadır. Evolusyoner değişimler temelde dış çevre değişimleri ve genetik farklılaşmalara bağlı olarak ortaya çıkar.

Evolusyoner değişimler ne şekilde olursa olsun eğer genetik olarak ifade edilebiliyorsa generasyondan generasyona aktarılabilir. Bu nedenle evolusyona önderlik eden temel yapı genler ve onları üzerinde taşıyan kromozomlardır. Özellikle 1960'lardan sonra kromozomal değişimler (inversiyonlar, translokasyonlar, duplikasyonlar vb.) hayvan ve bitkilerde sıkça çalışılmaya başlanmış ve kromozomal polimorfizme dayalı evolusyoner açıklamalar üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Kromozom çalışmaları pek çok hayvan grubunda taksonomi ve türleşme gibi iki büyük problemin açıklanması için en elverişli malzemeyi sağlamıştır.

Memelilerin akrabalığı hakkında bilgi temin etmek için onların kromozomları üzerindeki çalışmalar aktif bir alan oluşturmaktadır. Bu çalışmada incelenen *Spalax* genusuna ait türlerin akrabalıklarını ve türleşmelerini aydınlatabilmek için pek çok araştırmacı kromozom incelemelerine başvurmuştur.

Spalax genusu hayvanlar sınırlı hareket kabiliyetleri nedeni ile küçük popülasyonlar halinde yaşamaktadırlar. Bu nedenle oldukça yüksek oranda kromozomal polimorfizm göstermektedirler. Bu özelliği nedeni ile *Spalax* genusuna dahil türler oldukça yoğun olarak çalışılmış, akrabalıkları ve türleşmeleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Nukleolus organizatör bölge ise kromozom üzerinde yer alan, özel olarak boyanabilen bir bölgedir. Bu bölge yüksek oranda tür içi ve türler arası kromozom değişimleri göstermektedir. Bu bölge özellikle 1980' li yılların ikinci yarısından itibaren pek çok araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu bölgenin varyasyonları sık olarak çalışılmıştır.

Spalax'ın sahip olduğu yüksek kromozomal polimorfizm oranı ve nükleolus organizatör bölgenin de kromozomal varyasyonlarını sıkça taşıması *Spalax* popülasyonları üzerinde böyle bir çalışmanın yapılmasında itici bir güç olmuştur. Bu çalışma, nükleolus organizatör bölge varyasyonlarının bu genusun taksonomi ve türleşme çalışmalarına katkıda bulunacağı düşünülerek planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİ

2.1. Bir Toprakaltı Memelisi: *Spalax*

Rodentlerin birkaç farklı tipi toprakaltı ekolojik nişi kullanılan özelleşmiş memeliler arasında bulunur. Kazdıkları tüneller, bu tünelleri kazmaları esnasında toprak yüzeyine çıkardıkları toprak yığınları sayesinde ortaya çıkarılabilir. Dikkat çeken anatomik ve davranış adaptasyonları, yaşama tarzlarının gereği, kazmaya müsait ayak şekiller ile ilişkilidir. (Ellerman, 1959; Pearson, 1959)

Spalax genusu hayvanları böyle rodentlerin ekstrem bir örneğidir, genellikle toprakaltı bir hayat tarzı ile sınırlanmışlardır. Adaptasyonları gözlerinin gelişmesinde büyük gerileme gösterir. Dışardan gözleri bulunmaktadır (Wahrman et al, 1969a).

2.1.1 Morfolojisi

Spalax kendi familyasının (Spalacidae) tek genusudur (Wahrman et al, 1969a). Genel morfoloji araştırmanın yapıldığı bütün bölgede hemen hemen birbirinin aynıdır. Ancak iklim ve coğrafik şartlara bağlı olarak bazı karakterler değişebilmektedir.

Corbet (1966), *Spalax*'ı bir biyolojik spesies olarak isimlendirilmiş taksonun bütününe bir araya toplayarak incelemeyi tercih etmektedir.

Ancak Ognev (1944) ise *Spalax*'ı birkaç spesies halinde paylaştırmaktadırlar (Wahrman et al, 1969a).

Vücut renkleri mevsimsel varyasyonlar göstermekle birlikte, genel vücut rengi gövdenin üst tarafı ile yanlarda sarımsı kahverengi olup çok sık ve yumuşak kıllarla kaplıdır. Kulak bölgesi ile gövdenin alt kısmı koyu, başın ön tarafı ise açık gri renktedir. Burundan kulaklara doğru uzanan beyazımtırak iki çizgi bulunmaktadır. Alt çeneden karına doğru uzanan kısım seyrek tüylerle kaplıdır (Kıral ve Benli, 1979).

Gövde silindir şeklinde olup, baş gövdeden biraz daha geniştir. Boyun kısa ve gövde kalınlığı kadardır. Ağız küt, gözler körelmiş olup dışarıdan görülmemektedir. Burunun üzerindeki deri tabakası kalındır. Kulak kepçeleri körelmiş olup büyükçe olan ve orta kulağa açılan kulak açıklığı tüyler arasında görülmektedir. Kuyruk mevcut olmayıp bu kısımda çok küçük, çıplak bir çıkıntı vardır. Kuvvetli yapıda olan ön ve arka ayaklarda keskin tırnaklarla sonlanan beşer parmak bulunmaktadır (Kıral ve Benli, 1979).

Alt kesici dişleri diğer rodentlerinkinden daha fazla gelişmiştir. Bu dişler alt çene çıkıntısının posterior ucundaki bir kemik kılıftan ileriye doğru çıkmaktadır (Beddard, 1959).

2.1.2. Lokalitesi

Spalax, Güneydoğu Avrupa, Yunanistan, Yugoslavya, Romanya, Bulgaristan, Anadolu, İsrail, Irak ve Kuzey Afrika'da yayılmış bulunmaktadır. (Wahrman et al, 1969a, 1969b, Savic, 1973; Lay and Nadler, 1972; Felten et al, 1973, Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Yüksel and Gülkaç, 1992; Sayın, 1980; Peshev, 1981, 1983, Raicu and Duma, 1969; Savic and Soldatovic, 1974, 1977, 1978, 1979a, 1979b; Soldatovic, and Savic 1974, 1977, 1978, 1979a, 1979b; Soldavic and

Savic, 1978; Raicu and Torcea, 1973). Ancak Kuzey Afrika ve İsrail arasında Akdeniz sahil şeridi boyunca yayılmış olan populasyonların yayılma alanlarının devamlılığı Sina'da kesilmektedir (Wahrman et al, 1969b).

2.1.3.Ekolojisi

Spalax vertikal yayılma bakımından epeyce geniş bir sınıra sahiptir. *Spalax* populasyonları 60 ile 2300m arasındaki tüm yüksekliklerde kaydedilmişlerdir (Savic, 1973).

Farklı tünel düzenlenmeleri (radyal, longitudinal ve yan dalların sayısındaki artma veya azalma) birinci derecede toprağın yapısı ve sertliği ile olduğu kadar besin kaynağı ile de sınırlanmıştır. Tüneller daima kullanılan daimi tüneller olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli tüneller yuva -depo - dinlenme odası arasındaki bağlantıyı sağlar. Tünellerin çapı ortalama 7-8cm olarak bulunmuştur (Savic, 1973). Beslenmeyle ilgili olan tünellerin derinlikleri bitkileri besleyen kök sistemler ile aynı düzlemedir, yani 15-20 cm derinliktedir. Sürekli olan tüneller ise biraz daha derine 25-30cm derinliğe yerleşmiştir. Yuvalar 25-30cm derinlikte ve yaklaşık 28x18x16cm boyutlarında bulunmuştur. Bu yuvalar maksimum çapı 26m ile 64m arasında değişen yerleşin, sınırları içinde oluşturulmuştur. Yerleşim yerinin alanı 194m²'den 1000m²'ye kadar çıkabilmektedir. Herbir sistem içindeki tünellerin toplam uzunluğu ise 65m ile 195m arasında değişmektedir. Tünellerin toplam uzunluğu, besin kaynağı, toprağın yapısı ve hayvanın yaşı ile değişmektedir. Yeni besin kaynakları aramak için hayvanlar eski tünellerini terk ederek bazı yeni tüneller açmaktadırlar, böylece yerleşim yerinin sınırları sürekli olarak değişmektedir (Savic, 1973).

Depolarda genellikle *Eryngium campestre*, *Cynodon doctylon*, *Festuca vaginata*, *Ranunculus bulbosus* gibi bitkilerin depolandığı tespit

edilmiştir (Savic, 1973). Depolarda genellikle rastlanan bitki türleri ile habitatta dominant olarak bulunan bitkilerin karşılaştırılması sonucunda kesin olarak bir ilişkinin varlığı not edilmiştir (Savic, 1973).

2.1.4.Fizyolojisi

Spalax'ların optimal laboratuvar şartlarında aktivite ve davranışları araştırıldığında, 13-14 saatleri ve gece 01-02 saatleri arasında yüksek iki aktivite ritmi gözlenmiştir. Arazi şartlarında ise gündüz 16-17 saatleri ile 03-06 saatleri arasında yüksek iki aktivite periyodu saptanmıştır (Savic, 1973).

Seksüel aktivite bütün yıl boyunca mevcut olup Ocak-Şubat aylarında oldukça fazladır. Gebelik periyodu yaklaşık 30 gün sürer ve yavrularının pekçoğunun doğumu Mart-Nisan aylarında olur. Çoğunlukla dişiler yılda bir defa doğururlar. Yılda birden fazla doğum yapan dişilerin oranı önemsiz bulunmuştur (Savic,1973). Doğuran dişilerde laktasyon Ağustos ayının sonuna kadar sürer. Yavruların gelişmesi ve bağımsız hale gelebilmesi için en azından birbuçuk aya ihtiyaçları vardır. Ağustostan sonra populasyon hemen hemen ergin bireylerden meydana gelir.

Bir batında doğan yavruların sayısı 1-5 arasında değişir, ekseriyetle 3 yavru doğururlar. Yeni doğmuş bir yavrunun ağırlığı 6-6,5 gr ve boyu yaklaşık 45 mm kadardır (Savic, 1973). Optimal laboratuvar şartlarında erkeklerin maksimum ömür uzunluğu 4,5 dişilerin 3,5 yıl olarak belirlenmiştir (Savic, 1973).

2.1.5.Sitogenetiği

Sitogenetik alışmalar *Spalax* genusunun taksonomisi ve türleşme problemi üzerine yeni bir ışık tutmaktadır. Geçmiř pekçok araştırmanın sonuçlarına göre *Spalacidae* familyası üyelerinde kolaylıkla gözlenebilen kromozomal polimorfizm oldukça açıktır (Soldatovic et al, 1966, 1967; Wahrman et al, 1969a; Lyapunova et al, 1974; Savic and Soldatovic, 1974, 1977, 1978, 1979a, 1979b, Peshev 1981, 1983; Yüksel 1984, Gülkaç ve Yüksel, 1989, Yüksel and Gülkaç, 1992).

2.2.Nukleolus Organizatör Bölge

2.2.1.Nukleolus organizatör bölgenin yeri ve nemi

Nukleolus ışığı kırar, bunun içinde çok belirgin görülür. Nukleustan belirli bir zarla ayrılmaz. Canlının türüne ve hücresine göre nukleolusun byklgde değişir. Yapısında RNA ve protein vardır. Nukleolus sayısı, RNA sentezini yöneten kromozomal segmentlerin sayısıyla belirlenir.

Kromozomlarda sentezlenen bu RNA, ribozomal RNA (rRNA) zelliđindedir. Duplike edilen genlerin aralıksız transkripsiyonu, yeterince rRNA 'nın temin edilmesini sağlar.

Nukleolus, RNA polimeraz I vasıtasıyla yüksek oranlarda RNA genlerinin transkripsiyonunu yapan iri DNA loplarnı içerir. Bu DNA loplarnı

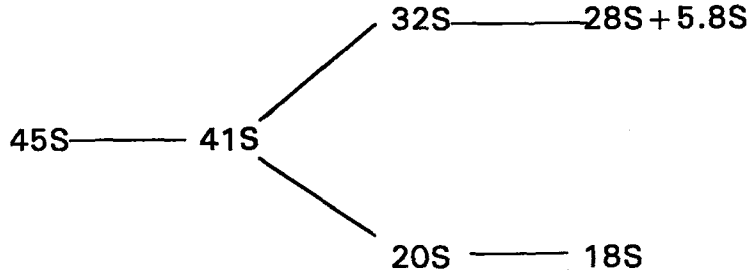
“Nukleolus Organizatör Bölge” olarak bilinir (Alberts et al, 1983). Kromozom üzerinde bulunan nukleolus organizatör bölge genellikle heterokromatin yapısındadır. Her tür için belli sayıda nukleolar kromozom bulunur. Birçok türde birden fazla nukleolar kromozom bulunurken, bazı türlerde haploid genomda yalnızca bir nukleolar kromozom bulunmaktadır. Farede X ve Y kromozomları ile 6.kromozom; *Triticum aestivum* 'da 1. 10. 14 . ve 18. kromozomlar; insanda 13. 14. 15. 21. ve 22. kromozomlar nukleolus oluşumu ile ilgili olan kromozomlardır (Ozban, 1994).

Oluşan nukleolus sayısı, nukleolus organizatör bölge sayısına bağlıdır. Genellikle bir nukleolus, bir nukleolus organizatör bölgeden oluşur. Bazan nukleolus organizatör bölgelerden bazılarının etkin olmayışından veya birden fazla nukleolus organizatör bölgenin tek bir nukleolus oluşumunda işbirliği yapmasından dolayı oluşan nukleolus sayısı nukleolus organizatör bölge sayısından az olabilir. Bu durum en iyi şekilde mitoz bölünmenin telofaz evresinde gözlenebilir. Nukleolus organizatör bölgede yeni oluşacak nukleolus materyali prenukleolar cisimler adı verilen fibrilli ve granüllü bölgeler halinde belirmeye başlar. Bu prenukleolar cisimlerin sayısı azalırken, biraraya toplanıp kaynaşarak yeni nukleolusu oluştururlar.

Nukleolar kromozomlarda bulunan nukleolus organizatör bölgeler bazen sekonder boğumla ilişkiliyken bazen hiç ilgisi olmayabilir, bu durumda nukleolus organizatör bölge genellikle nukleolar kromozom kolunun ucunda oluşur. Kemirgenlerde olduğu gibi nukleolus organizatör bölge nukleolar kromozom kolunun ucunda oluşmuşsa, bu şekildeki nukleolar kromozomların metafaz evresinde ikincil boğum görülmez.

Nukleolus organizatör bölge üzerindeki ribozomal genler, belli aralıkta bölgeler bırakarak DNA molekülü boyunca dizilirler. Aralık bölgelerde RNA transkripsiyonu yapılmadığı halde genlerde, RNA transkripsiyonu yapılmaktadır. Ömrü yaklaşık onbeş dakika kadar olan her RNA molekülü metilasyona uğrayarak kırılma adı verilen ilerleme olayı ile 18S, 28S ve

5,8S olmak üzere alt birimlerine ayrılır (Ozban, 1994). Olay şu şekilde gerçekleşir :



Nukleolus içerisinde yaklaşık olarak 40 dakika kadar kalan 32S RNA, 28S RNA ve 5,8S RNA 'lara ayrılır ve bu iki RNA molekülü bir süre daha nukleolusta kalır, büyük alt birime ait proteinlerle birleşip büyük alt birimin oluşumuna katılmak üzere sitoplazmaya geçer. 20S RNA 'nın 18S RNA'ya dönüşümü ise daha çabuk gerçekleşir. 18S RNA, küçük alt birimi oluşturmak üzere sitoplazmaya geçer.

Mitoz bölünme boyunca nukleolusta çeşitli değişiklikler meydana gelir. Hatta bölünmenin olmadığı interfaz evresinde bile nukleolustaki bu değişiklikler gözlenir. Kromozomların biçimlenmeye başladıkları geç profaz evresinde ribozomal RNA genlerini içeren DNA ilmeği kısalır, sarılıp bükülür ve kromozomun nukleolus organizatör bölgesine doğru çekilir, bu sırada nukleolusta küçülüp kaybolur.

Nukleolusun yeniden oluşumu ise geç telofaz evresinde gerçekleşir. Bu evrede nukleolus organizatör bölgesi içine çekilmiş olan sıkı sarmallı DNA ilmeği yavaş yavaş gevşeyip açılır ve bu bölgede nukleolus yeniden oluşur.

2.2.2.Nukleolus organizatör bölge üzerine yapılan çalışmalar

Nukleolus organizatör bölgenin yapısı ve önemi açıklandıktan ve bu bölgelerin türler arasında inversiyonlar, delesyonlar ve benzeri kromozomal değişimlerle farklılık gösterdikleri anlaşıldıktan sonra pekçok organizma, nukleolus organizatör bölgelerinin yeri ve karyotipik evolusyonu açısından incelenmiştir.

1980'li yıllardan sonra boyama tekniklerinin geliştirilmesi ve mikroskopideki gelişmeler bu çalışmaları desteklemiş ve özellikle son 10 yıl içinde bu çalışmalarda göze çarpıcı gelişmeler kaydedilmiştir.

Vespertilionidae familyasında *Eptesicus brasiliensis* ve *Molossidae* familyasından *Molossus molossus* üzerinde NOB çalışmaları yapılarak bu türler üzerinde NOB'nin hangi kromozomlar üzerinde bulunduğu karşılaştırılmalı olarak saptanmıştır (Freitas et al, 1992).

Mus musculus'ta NOB taşıyan kromozomlar in situ hibridizasyon tekniğinin kullanılmasıyla gösterilmiştir (Henderson et al, 1974; Elsevier and Ruddl, 1975).

Bickham ve Rogers (1985) kaplumbağaların 27 türünde NOB lokasyonlarındaki varyasyonları gösterdiler. Bu tip çalışmaları memelilerde yapmak, bireysel kromozomların tayininin güçlüğünden ve kromozom sayılarının yüksek olmasından dolayı genellikle zordur. Özellikle NOB lokasyonu yapıldığında akraba türler arasında karşılaştırma yapılabilir.

Microtidae'nin 5 türünün (*Microtus nivalis*, *M. cabrarea*, *M. arvelis*, *Arvicola sapidus* ve *A. terrestris*) karyotip evolusyonunda kromozomların yeniden düzenlenmesi yeterince anlaşılammıştır ve bir filogenetik ağaç çizilmiştir (Burgos et al, 1988). Buradaki bilgiler bu grubun karyotipik evousyonu esnasında kromozomların yeni düzeni ile NOB lokasyonunun mümkün olan modifikasyonlarının belirtilmesinde kullanılmıştır (Sanchez et al, 1990).

Gümüş boyama, mitoz kromozomları üzerinde NOB tespiti için yaygın olarak denenmiştir. (Goodpasture and Bloom, 1975). Bu boyama omurgalı (Hofgarther et al, 1979 ; Schmidt et al, 1982) ve omurgasız hayvanlarda (Czaker 1978; Rufas et al, 1985; Suja and Rufas 1987) mayoz boyunca RNA genlerinin transkripsiyonal aktivitesini göstermekte de kullanılmaktadır. Bu teknik *Psyllina* türlerinin çalışılmasında kullanıldı (Maryanska et al, 1992).

Amazon nehri, Sao Francisco nehri ve Tiete nehrindeki doğal populasyonlarında *Sternopygus macrurus*'un (*Pisces, Gymnotoidei*) karyotipleri, NOB lokasyonu ve konstitütif heterokromatin örnekleri rapor edilmiştir. (Almeida et al, 1993).

Archaeogastropoda (Mollusca; Pcosobranchia) içinde en düşük kromozom sayısına sahip *Tricolia speciosa*'da gümüş boyama tekniği ile NOB analizleri yapılmıştır. *Tricolia speciosa*'nın Ag-NOB örneklerinde bir intraspesifik değişkenlik mevcuttur (Vitturi and Catalano, 1989),

Nukleolus organizatör bölgenin (NOB) bir analizi gümüş boyamayla, *Synodontis* genusunun 5 türünde; *S. budgetti*, *S. sorex*, *S. violaceus*, *S. schall*, *S. filamentosus* ve *Hemisynodontis* genusunun bir türünde *H. membranaceus*'ta rapor edildi (Oberdorff et al, 1990).

Salyongoz *Helicella virgata*'nın testikular hücrelerinin gümüş boyama analizleri gösterdi ki nukleolus organizasyonunda hem mitotik ve hem de mayotik kromozomların her ikisi de ilgilidir. NOB örneklerindeki birey içi değişkenlik, analizleri yapılmış olan 20 örneğin herbirinde mevcuttur (Vitturi et al, 1991a).

Semenderlerden *Triturus*'un 2 türünün mitotik metafaz kromozomlarında amonyaklı gümüş boyama tekniği uygulandı. Bu metod NOB'nin belirlenmesinde yararlıdır (Ragghianti et al, 1977).

Goodpasture ve Bloom (1975) tarafından geliştirilen gümüş boyama tekniği, kromozomun özel bir bölgesindeki (NOB) kromozom proteinlerinin farklı boyanmasına izin vermiştir. Miller ve arkadaşları (1976) insan-fare

somatik hücre hibritlerindeki gümüş ile boyanan aktif nukleolus organizatör bölgeleri gösterdiler.

Evcil koyunda NOB 5 çift kromozomun telomerik bölgesine yerleştiği tespit edilmiştir. (Moreno-Millan et al,1990).

Buccinulum corneum'un kromozomlarının heterokromatin bölgeleri ve NOB basit bir metod aracılığı ile tanımlandı. *B.corneum*'un gümüş ile boyanmış kromozom preparasyonlarının analizleri birey içi değişkenliği 5 örneğin herbirinde analizleri yapılan NOB örneklerinde mevcuttur (Vitturi and Catalano 1990).

Kuşların 8 türünde NOB incelendi. *Gallus domesticus*, *Columba livia*, *Colombina talpacoti* ve *Molothrus bonariensis* türleri sadece 1 NOB taşıyan mikrokromozom çiftine sahiptir. *Guira guira* ve *Pitangus sulphuratus* türlerinde NOB 9. kromozom çiftinin satellit bölgesine yerleşmiştir. Çok sayıda mikrokromozom olmasına rağmen, bunların birkaçı fonksiyonel olarak aktif NOB'e sahiptir (Rocha and Lucca, 1988).

Tymallus thmallus (Kalat et al, 1988), *Pagellus bogaraveo* (Vitturi et al, 1990) üzerinde NOB tespiti için çalışmalar yapılmış ve birey içi Ag-NOB değişkenliği gözlenmiştir.

Pamphagus ortolani'nin spermatogenesisinde Ag-NOB örnekleri rapor edildi. X kromozomunun kısalma derecesi, mayoz ve mitoz evrelerinde aynı değildir. X elementi kapsayan bütün mitotik kromozomlar, taşıyıcı bivalent NOB sayısında bir değişiklik gözlenene kadar nukleolar organizasyonda sabit olarak bulunurlar (Mansueto and Vitturi, 1989).

Diplodus bellottii'de Ag-NOB analizleri yapılmıştır. Çalışmanın amacı, *D. bellottii*'nin Ag-NOB'yi tanımlamak ve çok yakın akraba türlerde kromozom akrabalığını tartışmaktır. NOB'ye yakın görünüşte heterokromatin içeren intra-individual polimorfizmi tanımlamaktadır (Amores et al, 1993).

Hindistan evcil domuzlarının kromozomlarında NOB çalışılmıştır (Vijh et al, 1991).

Gymnamadytes cicereus'un büyük kromozomlarının iki çiftinde NOB görülür. Yapılan çalışmalar bu türlerin karyotip evrimlerinde büyük sayıda yeniden düzenlemeler olduğunu göstermektedir (Amores et al, 1993).

Zeus faber'in 5 erkek, 4 dişi olmak üzere toplam 9 olgun sex türünün karyotip analizleri yapılarak NOB sonuçları tartışılmıştır (Vitturi et al, 1991b).

Evcil tavşan üzerinde de NOB aktivitesi üzerine istatistiksel analiz çalışmaları yapılmıştır (Monteagudo and Arruga, 1991).

Cervus nippon hortulorum üzerinde NOB çalışmaları yapılarak kromozomlar üzerinde NOB'nin bulunduğu yerler tespit edilmiştir (Mayr and Kalat, 1989).

Geliştirilmiş N-banding tekniğiyle, memeli hayvanlar, keseli hayvanlar, balıklar, kuşlar, böcek ve bitkileri içeren 27 çeşit materyalde NOB yerleşimi belirtilmiştir (Funaki et al, 1975).

Birbirleriyle sıkı ilişkili, *Symphodus melops* ve *Symphodus roissali* türlerinde yaygın Ag-NOB karyotiplerinin karşılaştırmalı analizleri yapılmış ve aralarında göze çarpan farklılıklar olduğu gösterilmiş, onların başlıca 2n ve temel sayı değerlerinde de bu farklılıklar gözlenmiştir (Lopez et al, 1989).

Pycnogaster cucullata (Orthoptera) türünde de NOB çalışılmıştır (Santos et al, 1990).

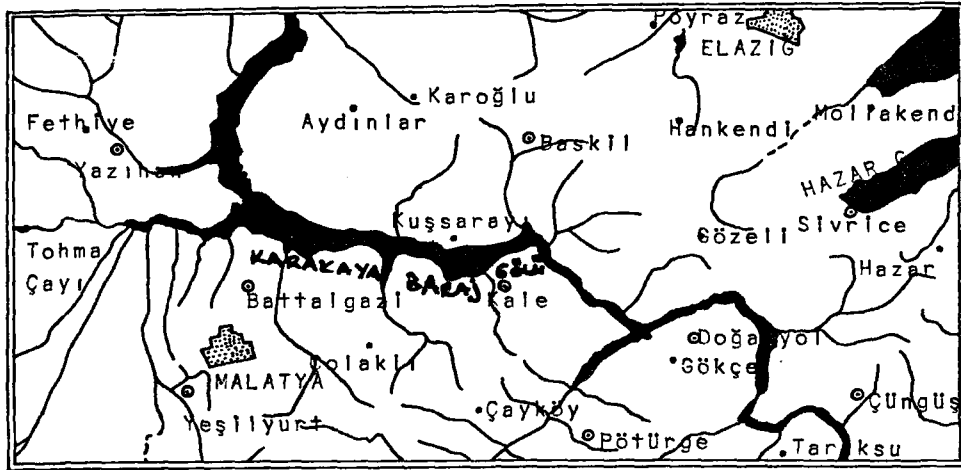
Hayvan mayotik kromozomlarında, NOB'ler özel metafaz kromozomları üzerine yerleşmiş, gümüş boyalı noktalar gibi gözlenmiştir (Howell, 1982).

Birçok omurgalı hayvanda, bu bölgeler ne metafaz I ne de metafaz II deki mayotik kromozomlarda tanımlanamamıştır (Schmid et al, 1982). Bununla beraber, Suja ve Rufas (1987) yakın zamanda, çekirgede, mayotik bölünmelerin her ikisinde de iki nukleolar siklus olduğunu göstermişlerdir, öyleki, bunlar bitki mayozlarında da benzer şekilde rapor edilmiştir (Loidl and Greilhuber, 1983; Cunado et al, 1986).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanımı ve Bu Bölgenin ve Organizmanın Seçilme Nedeni

Araştırma alanı olarak Orta Fırat Havzası içinde yer alan Malatya ve Elazığ illerinin bir bölümünü içine alan bölge seçilmiştir. Fırat nehrinin iki tarafında kalan alanlardan yakalanan *Spalax* örnekleri bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır. Bu alanı ikiye bölen Fırat nehri aracılığı ile *Spalax* genusunun iki türü ayrılmaktadır. Bu türlerden *Spalax leucodon* Fırat nehrinin Malatya tarafındaki, *Spalax ehrenbergi* ise bu nehrin Elazığ tarafındaki alanlarda yayılmaktadır (Kıvanç, 1988, Yüksel 1984) (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Araştırma alanını gösteren harita.

Daha önce pekçok araştırmanın sonuçlarına göre (Soldatovic et al, 1966; 1967; Wahrman et al, 1969a; 1969b; Savic and Soldatovic, 1974; 1977; 1978; 1979a; 1979b; Raicu and Duma, 1969; Soldatovic and Savic, 1978; Peshev, 1981; 1983; Nevo 1982; Yüksel, 1984; Gülkaç ve Yüksel, 1989; Yüksel ve Gülkaç, 1992) *Spalax* genusuna dahil hayvanlar tür içi ve türler arasında yüksek oranda kromozomal polimorfizm göstermektedirler.

Bu açıdan hareketle, coğrafik bir bariyer ile ayrılan bu iki *Spalax* türünün muhtemelen nukleolus organizatör bölge farklılığı taşıyacağı ve bunun türleşmelerinin açıklanmasında kullanılabileceği planlanarak bu araştırma alanı ve organizma tercih edilmiştir.

3.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

Araştırmanın tümü boyunca aşağıdaki kimyasallar kullanılmıştır.

Sodyum sitrat - (2 hidrat)

Kolşisin (Colchicine)

Metanol

Asetik asit, glassial

Ksilol

Aseton

Kanada balzamu

Gümüş nitrat

Jelatin

Formik asit

Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler Merck'den sağlanmıştır.

3.3. Solüsyonlar

3.3.1. Kolşisin solüsyonu

0,1 gr kolşisin
100 mL'ye distile su ile tamamlandı.

3.3.2. Sodyum sitrat - (2 hidrat) çözeltisi

1 gr. sodyum sitrat
100 mL'ye distile edilmiş su ile tamamlandı.

3.3.3. Fiksasyon solüsyonu

3 kısım metanol
1 kısım asetik asit ile karıştırıldı.
Kullanmadan önce taze olarak hazırlandı.

3.3.4. Kolloidal geliştirici solüsyon

1 gr. toz jelatin,
50 mL deiyonize su,
0.5 mL formik asit karıştırılarak hazırlandı.

3.3.5. Sulu gümüş nitrat solüsyonu

4 gr. AgNO₃ ,

8 mL deiyonize su içinde eritilerek hazırlandı.

3.3.6. Dehidrasyon sıvıları

2 kez saf aseton banyosu

Araştırmada 4'ü dişi 7'si erkek olmak üzere 11 kör fare örneği kullanılmıştır. Bunların 7'si *Spalax leucodon*(3 dişi,4 erkek),4'ü ise *Spalax ehrenbergi* (1 dişi,3 erkek) türüne aittir.

Yaşadıkları habitatlardan canlı olarak yakalanan hayvanlar 2-3 gün laboratuvar koşullarına uyum sağlamaları için bekletildi.

Yakalanan hayvanların NOB analizinin gerçekleştirilmesi için özellikle Patton (1967)'in Colchicine - hypotonic - citrate tekniğinin Yüksel (1984) tarafından modifiye edilen kromozom preparasyon tekniği kullanılmıştır. Buna göre hayvanlar eter ile bayıltılarak intraperitoneal olarak 1 gr'lık vücut ağırlığı başına 0,01 ml, %0,1'lik kolşisin enjekte edildi, Kolşisin enjeksiyonundan sonra 3-4 saat bekletilen hayvanların boyun kemikleri kırılarak ölmeleri sağlandı ve hayvanların femurları alındı. Femurlardaki kemik iliği %1'lik sodyum sitrat enjeksiyonu ile bir tüp içinde toplandıktan sonra iyi bir süspansiyon elde etmek için 1 dakika süre ile tüp şiddetlice sallandı. Sodyum sitrat içindeki bu hücre süspansiyonu 30 °C'de 15 dakika inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında süspansiyon bir santrifüj tüpünde toplandı ve 5 dakika 700RPM'de santrifüj edildi. Santrifüj işleminden sonra toplanan hücre yığınının dağılmamasına dikkat edilerek süpernatant atıldı ve

hücre yığınının üzerine 3 ml fiksatif solüsyonu eklendi. Daha sonra 30 °C'de 15 dakika fiksasyon için inkübe edildi.

Hücreler fiksasyon sonrasında şiddetle sallanarak tekrar süspansiyon haline getirildi ve 700 RPM'de 5 dk santrifüj edildi. Hücre yığınının dağılmamasına dikkat ederek süpernatant atıldı ve hücre yığınının üzerine 3 ml fiksatif solüsyonu eklenerek 700 RPM'de tekrar santrifüj edildi. Bu yıkama işlemi 4-5 kez tekrarlandı. Son yıkamadan sonra hücreler 1 ml fiksatif solüsyonu içinde süspansiyon edildi ve bu hücre süspansiyonu bir pipet ile alınarak kimyasal olarak temizlenmiş lam üzerine 4-6 damla damlatılarak preparatlar hazırlandı. Sonra "air drying" metodu ile lam kurumaya terkedildi. Lam tamamen kurduktan sonra, Howell ve Black (1980)'in "1-step" metodu kullanılarak boyama işlemine geçildi.

Daha önceden hazırlanarak ışık ile teması önlenen, koloidal geliştirici solüsyon ve sulu gümüş nitrat solüsyonu "Nükleolus Organizatör Bölgenin" boyanmasında kullanıldı. Bunun için 65 µl koloidal geliştirici solüsyon ve 130 µl sulu gümüş nitrat (AgNO₃) solüsyonu preparatlar üzerinde mikropipet yardımıyla damlatıldı. Bir lamın üzeri kapatılarak 70 °C'de 2 dakika 45 saniye bekletildi. Bu işlem tamamlandıktan sonra preparatlar deiyonize su ile yıkanarak boyama tamamlandı. Boyama işlemi takiben lamın herbirinde 30 saniye tutulmak suretiyle dehidrasyon banyolarından geçirildi. Son olarak lamın kanada balzamu kullanılarak kapatıldı. Hazırlanan preparatlar mikroskopta tarandı. Taranan metafaz plağındaki kromozomların mikrografları çekilerek kromozomlarda ki nükleolus organizatör bölgeleri (NOB) tespit edildi.

4. BULGULAR

Araştırma alanının çeşitli yerlerinden toplanan kör fare örnekleri Kıvanç (1988) tarafından verilen anahtara ve dağılım haritasına göre teşhis edilmişlerdir. Buna göre Fırat nehrinin Malatya tarafından toplanan kör fareler *Spalax leucodon* ve Elazığ tarafından toplanan kör fareler *Spalax ehrenbergi* olarak isimlendirilmiştir.

Toplanan kör fare örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde her tür kendi içinde morfolojik bir farklılık göstermiştir. Ayrıca yapılan kaba morfolojik ölçümler (tüm boy uzunluğu ve ağırlık) literatürde verilen değerler ile uyuşmaktadır (Savic, 1973).

Bu iki türe ait olan aynı bölge için somatik karyotipler Yüksel (1984) ve Gülkaç ve Yüksel (1989) tarafından yapılmıştır. Bu yazarlar *Spalax leucodon*'un diploid kromozom sayısının 60 olduğunu ve karyotipinin 9 çift subtelosentrik 20 çift akrosentrik otozom taşıdığını, *Spalax ehrenbergi*'nin diploid sayısının 52 ve karyotipinin 3 çift metasentrik, 2 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 14 çift akrosentrik kromozomdan oluştuğunu belirtmişlerdir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 *Spalax leucodon* ve *Spalax ehrenbergi*'nin somatik kromozom sayıları ve morfolojik tipleri (Yüksel, 1984)

Tür	Kromozomlar								
	2n	m	sm	st	a	x	y	NFa	NF
<i>Spalax leucodon</i>	60	-	-	9	20	sm	st	76	80
<i>Spalax ehrenbergi</i>	52	3	2	6	14	sm	st	72	76

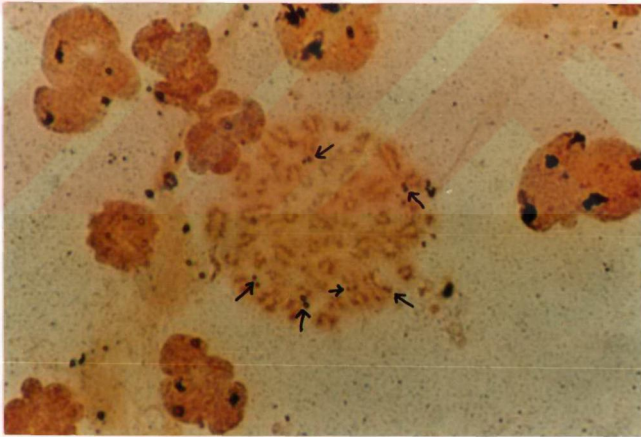
m = metasentrik, sm = submetasentrik, st = subtelosentrik

a = akrosentrik, NFa = otozomların temel sayısı

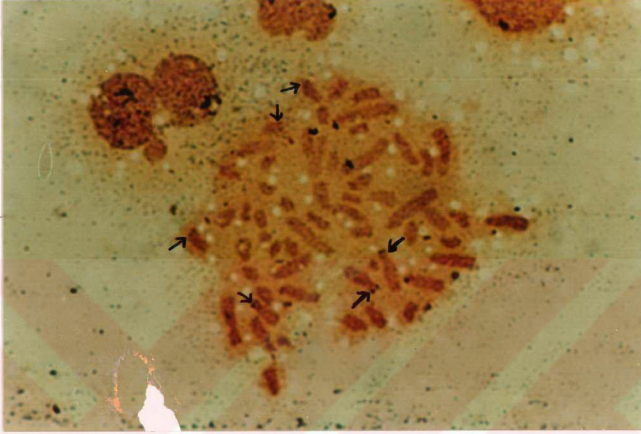
NF = sex kromozomları dahil tüm kromozom takımının temel sayısı

Yapılan NOB preparatları incelendiğinde iki *Spalax* türü arasında nukleolus kromozomları açısından farklılık olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, *Spalax leucodon* türü hem dişilerinde hemde erkeklerinde mitozun metafaz plaklarında 6 adet NOB içeren kromozoma sahiptirler. Bu kromozomlar incelendiğinde hepsinin subtelosentrik yapıdaki kromozomlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

Tüm karyotipteki bu 3 çift subtelosentrik kromozomların morfolojisi, Yüksel (1984) ve Gülkaç ve Yüksel (1989) tarafından verilen karyotipler ile karşılaştırıldığında bu kromozomların bu yazarlar tarafından st₁, st₂ ve st₃ olarak isimlendirilen kromozomlarla uyduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.1 *Spalax leucodon*'un gümüş nitrat ile boyanmış dişi metafaz plağı (oklar NOB taşıyan kromozomları gösterir).

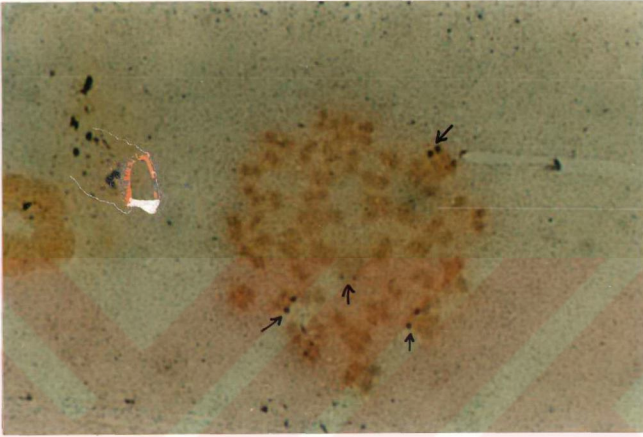


Şekil 4.2 *Spalax leucodon*'un gümüş nitrat ile boyanmış erkek metafaz plağı (oklar NOB taşıyan kromozomları gösterir).

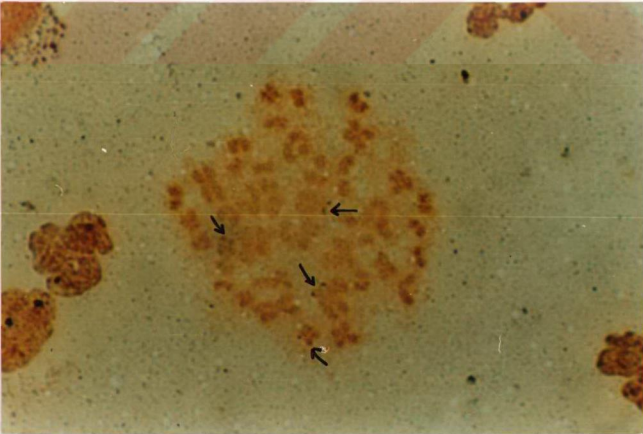
Spalax ehrenbergi türü ise hem dişi hem de erkeklerinde 4 adet NOB taşıyan kromozoma sahiptirler. Bu kromozomların tamamı morfolojik olarak subtelosentrik yapıda kromozomlardır (Şekil 4.3 ve 4.4).

İki çift olan bu subtelosentrik yapılu NOB taşıyan nukleolar kromozomların morfolojisi, Yüksel (1984) tarafından verilen *Spalax ehrenbergi*'ye ait karyotipler ile karşılaştırıldığında yazarın st₁ ve st₃ olarak isimlendirdiği kromozomlar ile benzerliği gözlenmiştir.

Ne *Spalax leucodon*'da nede *Spalax ehrenbergi*'de NOB taşıyan eşey kromozomuna rastlanılmamıştır.



Şekil 4.3 *Spalax ehrenbergi*'nin gümüş nitrat ile boyanmış dişi metafaz plağı (oklar NOB taşıyan kromozomları gösterir.)



Şekil 4.4 *Spalax ehrenbergi*'nin gümüş nitrat ile boyanmış erkek metafaz plağı (oklar NOB taşıyan kromozomları gösterir.)

5. TARTIŞMA

Modern evrim kuramına göre, türler arasında mikro ve makro düzeyde gözlediğimiz tüm sistematik farklılıklar, populasyon düzeyinde işleyen evrimsel mekanizmaların doğurduğu kalıtsal farklılaşmaların birikimi sonucunda ortaya çıkmışlardır.

Nükleolus organizatör bölgenin metafaz kromozomlarındaki yeri tür içinde ve türler arasındaki varyasyonlarının karşılaştırmalı çalışmalarında oldukça sık olarak kullanılmıştır (Thiriot-Quievreux and Insua 1992). Birçok türde NOB'lerin türüçü, bireyiçi ve bireylerarası polimorfizmi farklı derecelerde gösterdikleri bilinmektedir (Rodriquez- Daga et al, 1993). Ayrıca, pek çok grubun akrabalığı nükleolar kromozomlarındaki türlerarası polimorfizmleri ile yapılmıştır (Vitturi et al, 1990; Gold and Zoch 1990; Sanchez et al, 1990).

Spalax genusunda nükleolus organizatör bölgenin tespiti ve varyasyonlarının gözlenmesi amacıyla, Fırat nehri tarafından izole edilmiş olan *Spalax leucodon* ve *Spalax ehrenbergi* türleri üzerinde kurulan bu çalışma sonunda *Spalax leucodon*'da 3 çift, *Spalax ehrenbergi*'de 2 çift homolog kromozom üzerinde NOB tespit edilmiştir. Kromozomal NOB'lerin filogenetik akrabalığın açıklanmasında kullanılması, büyük oranda bu karakterin stabilliği ve bir takson içindeki değişkenliğinin derecesine bağlıdır (Gold and Zoch,1990). NOB lokalizasyonu yapıldığında akraba türler arasında karşılaştırma yapılabileceği Sanchez ve arkadaşları (1990) tarafından bildirilmiştir.

Hem *Spalax leucodon* hem de *Spalax ehrenbergi* NOB taşıyan homolog kromozomlar heteromorfizm göstermemektedir. Nükleolar

kromozomlar her iki türde de subtelosentrik morfolojiye sahip olan kromozomlar üzerine yerleşmişlerdir.

Bu veriler ışığında , *Spalax ehrenbergi*'nin NOB taşıyan primitif bir subtelosentrik (muhtemelen *Spalax leucodon*'daki st₂ nolu kromozom) kromozomunda görülen translokasyon (Robertsonian füzyon veya Robertsonian translokasyon) bu türün oluşumuna katkıda bulunmuştur. Böylelikle, robertsonian füzyonlar daha önceki yayında (Yüksel, 1984) tartışıldığı gibi *Spalax ehrenbergi*'de diploid sayıdaki azalmanın yanı sıra parasentrik NOB'lerden birinde azalmasına neden olmuştur. Benzer durum, 5 *Microtidae (Rodentia: Mammalia)* türünde robertsonian translokasyonlar ile parasentrik NOB kayıpları bildirilmiştir. (Sanchez et al, 1990). Perisentrik inversiyonlar ile akraba türlerden farklılaşan *Pagellus bogaraveo (Pisces: Sparidae)*'nin evolusyonunun tartışılması, NOB'lerin evolusyoner önemini ortaya koymaktadır (Vitturi et al, 1990).

Wright tarafından belirtildiği üzere, toprak altı memelilerin populasyon yapısı uzaklıkla izolasyon prensibine dayanan göç örnekleri göstermektedir. Göç ve yayılmanın derecesi, muayyen bir bölgeden uzaklıkla azalmaktadır. Aynı şekilde, populasyonlar arasındaki gen akışı düşük varyasyon nedeniyle nispeten düşüktür. Türleşme üretken bir durumdadır, populasyon yapısı ve coğrafik izolasyon nedeni ile oldukça kolaylaştırılmıştır. Nispeten küçük populasyonlarda kromozomal mutasyonların hızlı fiksasyonu sıklıkla çiftleşme sonrası üreme izolasyonunun evolusyonuyla neticelenir. Çiftleşme öncesi etnolojik izolasyon üreme izolasyonu üzerine ilave edilir ve onu takviye eder. Hibritlerin, çoğunlukla prenatal tipler olarak, uyum değerleri zayıftır veya hayatta kalışları ve ekolojik uyumları düşüktür ve bundan dolayı selektif olarak elimine edilirler; böylelikle tür oluşumu kuvvetlendirilir (Nevo, 1979; 1982) *Spalax* genusu hayvanlar lokalitelerinde bir dereceye kadar izole olmuş küçük populasyonlar halinde yaşamakta olduklarından ve hareketlerinin sınırlı olmasından dolayı fikse olmuş karyotipik formlar coğrafik izolasyonun olmaması halinde dahi mümkündür. (Wahrman et al;

1969a; 1969b). Yeni karyotipik formların nispeten hızlı fiksasyonlarının gerçekleştirilmesi oluşabilecek muhtemel hibridizasyonlara da engel olmaktadır ve üreme izolasyonunun bir takviyesi olan etholojik (eşeyssel davranışa bağlı) engellerle genişleyebilmektedir. Farklılaşma sürecinde bulunan populasyonların giderek yeni türler oluşturabilmesi için, coğrafik izolasyona ek olarak bazı izolasyon mekanizmalarının da işleyerek populasyonlar arası gen alışverişini kısıtlaması gerekir. Eşeyssel davranışa bağlı izolasyon, populasyonlar arası gen alışverişini kısıtlayarak tür oluşumunda rol oynayan en önemli izolasyon mekanizmalarından birisidir (Kence ve ark.1981).

Toprakaltı memelilerin genel özellikleri ile *Spalax*'ın aşağıdaki özellikleri arasındaki ilişki dikkate değerdir; i) *Spalax*, yerleşik ve gen akımı sınırlı populasyonlara sahiptir (Nevo, 1979; Heth and Nevo, 1981) ii) karyotipik formlar arasında zaman zaman hibrit zonlara rastlanmasına rağmen (Wahrman et al, 1969a; 1969b) tesadüfi seleksiyon işlemlerinde *Spalax*'ın hibrit zonları edafik ve jeolojik yapı faktörlerinden ziyade kuraklık indeksindeki değişimler ile ilişkilidir ve hibrit zonları iklimik bölgeler arasındaki sınırlar boyunca uzanmaktadır (Nevo and Bar-EI, 1976), hibrit zonlarının dikkat çekecek derecede geniş olmasına rağmen hibrit oranının beklenenden düşük olması bu hibritlere karşı seleksiyonun varlığını göstermektedir (Nevo and Bar-EI, 1976); bu sonuçlar tüm tür sınırlarına karşılık dar hibrit zonlarını ortaya çıkarmaktadır (Heth and Nevo, 1981); iii) genelde, yüksek organizasyonlu hayvanlarda etholojik izolasyon mekanizmalarının karmaşık bir genetik temele sahip olduğu düşünülmektedir ve bunların dar bir hibrit zonunda direkt olarak seleksiyondan ziyade tür sınırları boyunca adaptif değişmelerin bir neticesi olarak ortaya çıktığı kolaylıkla görülmektedir (Heth and Nevo, 1981).

Yukarıda belirtilen tüm görüşler *Spalax* populasyonlarında değerlendirildiğinde, populasyonlar uzun süre hibritler oluştursalar dahi zamanla araya giren üreme izolasyonu, etholojik izolasyon vb. etkili

izolasyon mekanizmaları sonucu populasyonlarda bir ayrılma meydana gelecek ve populasyonlar gen havuzu bakımından farklılaşarak; neticede birbirinden tam olarak ayrılan formlar, sibling türler ve diğer taksonlara ulaşılacaktır.

Anadolu *Spalax* populasyonları üzerinde gerçekleştirilecek her türlü kromozomal çalışma ve analizler şu ana kadar oldukça iyi düzeyde çalışılmış olan Balkanlar ve Orta Doğu *Spalax* populasyonları arasındaki filogenetik ilişkinin aydınlatılmasına katkıda bulunacaktır. Bu çalışmalar neticesinde ortaya çıkacak sonuçlar *Spalacidae* üyelerinin başlangıç nükleusunun yeri konusundaki hipotezin yorumlanmasını sağlayacaktır. Ayrıca, türleşme konusunda oldukça detaylı veriler sağlayan bu genus üyeleri üzerinde gerçekleştirilecek bu tip çalışmalar evolüsyonun bu kısmının tartışılmasını mümkün kılacaktır.

KAYNAKLAR

- Alberts, B., Bray D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. and Watson, J., 1983, Molecular biology of the cell, Garland Publishing Inc., New York and London
- Almeida - Toledo, L.F., Foresti, F., Daniel, M.F. and Toledo- Filho, S.A., 1993, Nucleolar chromosome variants in *Sternopygus macrurus* from three Brazilian river basins, *Caryologia*, 46:53-61
- Amores, A., Thode, G. Martinez G., Giles, V., 1993, Chromosome complement, C- banding and Ag-NOR in *Gymnamodytes cicerelus* , *Journal of Fish Bigology*, 43: 649-651
- Beddard, F., 1959, The Cambridge Natural History, Vol.X Mammalia, Hafner Publishing Co., New York, 483 p.
- Bickham, J. W., and Rogers, D.S., 1985, Structure and variation of the nucleolus organizer regions in turtles, *Genetica*, 67: 171-184
- Bruce, A., Raff, M., Roberts, K. and Watson, D.J., 1983, Molecular Biology of the Cell, Garland Publishing, Inc. New York and London. 424p.

- Burgos, M., Jimenez, R. and Guardia, R., 1988, Comparative Study of G- and C-banded chromosomes of five species of *Microtidae* chromosomal evolution analysis, *Genome*, 30: 540-546
- Corbet, G.B., 1966, *The Terrestrial Mammals of Western Europe*, Foulis, London.
- Cunado, N., Cermeno, M.C. and Orellana, J. 1986, Nucleolar organizer activity at meiosis in wheat-rye hybrid plants, *Can.J.Genet. Cytol.*, 28: 227-234
- Ellerman, J.R., 1959, The subterranean mammals of the world: *Trans. Roy. Soc. S. Afr.*, 35:11-20
- Elsevier, S.M. and Ruddle, F.H., 1975, Location of genes coding for 18S and 28S ribosomal RNA within the genome of *Mus musculus*, *Chromosoma*, 52: 219-228
- Felten, H., Spitzenberger F. and Storch, G., 1973, Zur Kleinsäugerfauna West-Anatoliens. Teil II : *Senckenbergiana Biol.*, 54(4/6). 227-290.
- Freitas, T.R., Bogo, M.R and Christoff, A.U., 1992, G-, C- bands and NOR Studies in Two Species of Bats from Southern Brasil (*Chiroptera : Vespertilionidae, Molossididae*) : *Zeitschrift für Säugetierkunde* 57: 330-334

Funaki, K., Matsui, S.I., Sasaki, M., 1975, Location of nucleolar organizers in animal and plant chromosomes by means of an improved N-banding technique, *Chrosoma (Berl.)*, 49: 357-370

Gold, J.R. and Zoch, P.K., 1990, Intraspesifik Variation in Chromosomal Nukleolus Organizer Regions in *Notropis chrysocephalus* (*Pisces: Cyprinidae*), in Texas, *Southwestern Naturalist*, 35: 211-215

Goodpasture, C. and Bloom, S.E., 1975, Visualization of nucleolar organizer regions in mammalian chromosomes using silver-staining, *Chromosoma (Berl.)* 53: 37-50

Gülkaç, M.D ve Yüksel, E., 1989, Malatya Yöresi Kör Fareleri (*Rodentia: Spalacidea*) Üzerine Sitogenetik Bir İnceleme, *DOĞA Türk Biol. Derg.*, 13:63-71

Henderson, A.S., Eicher, E.M., Yu, M.T., Atwood, K.C., 1974, The chromosomal location of ribosomal DNA in the mouse, *Chromosoma (Berl.)* 49: 155-160.

Henderson, A.S., Warburton, D., Atwood, K.C., 1974 Localization of DNA in the chromosome complement of the Rhesus (*Macaca mulatta*), *Chromosoma (Berl.)* 44: 367-370.

Heth, G. and Nevo, E., 1981, Origin and Evolution of Ethological Isolation in Subterranean Mole Rats, *Evolution*, 35: 254,274.

- Hofgartner, F.J., Schmid, M., Krone, W., Zenses, M.T. and Engel, W., 1979, Pattern of activity of nucleolus organizer during spermatogenesis in mammals as analyzed by silver staining, *Chromosoma*, 71: 197-216.
- Howell, W.M. and Black, D.A., 1980, Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer a 1-step method, *Experientia*, 36: 1014-1015
- Howell, W.M., 1982, Selective staining of nucleolus organizer regions (NORs) in the cell nucleus, Vol XI, Academic Press, Newyork pp. 89-142
- Kalat, M., Mayr, B., Rab, P., Schleger, W., 1988, Heterochromatin Studie and localization of NORs in European Grayling (*Thymallus thymallus*, Pisces, *Thymallidae*), *Caryologia*, 41: 245-249
- Kence, A., Bozcuk, A.N. and Yazgan, Ş., 1981, Türkiye'de Yayılan Karasinek Topluları Arasında Eşeyse İzolasyon ve Genetik Farklılaşmalar, *Doğa Bilim Dergisi*, S:173-178
- Kıral, E. ve Benli, O., 1979, Orta Anadolu'nun kemirici türleri ve zarar yaptığı kültür bitkileri: *Bit. Kor. Bült.*, 19(4):191-217
- Kıvanç, E., 1988, Türkiye *Spalax*'larının coğrafik varyasyonları (*Mammali : Rodentia*), 88 pp; Ankara
- Lay, D.M. and Nadler, C.F., 1972, Cytogenetics and Origin of North African *Spalax* (*Rodentia:Spalacidea*) *Cytogenetics*, 11:279-285

- Loidl, J. and Greilhuber, J., 1983, Structural changes of Ag stained nucleolus organizing regions and nucleoli during meiosis *Allium flavum*, *Can.J. Genet. Cytol.* 25: 524-529
- Lopez, J.R., Alvarez, M.C., Thodes, G. and Martinez, C., 1989, Karyotype divergence in *Symphodus melops* and Ag-NOR karyotypes, *Genome*, 32: 35-39
- Lyapunova, E.A., Vorontsov, N.N. and Martynova, L.Y., 1974, Cytogenetical differentiation of burrowing mammals in the Palaeartic: Symp. Theriologicum II-Proceeding, 203-215
- Mansueto, C. and Vitturi, R., 1989, NORs location and C-Banding Pattern in spermatogenesis of *Pamphagus ortolanii* (Orthoptera, Acrididae), *Caryologia*, 42: 303-311
- Maryanska - Nadachowska, 1992, Karyotype, C-bands and NORs locations in spermatogenesis of *Isophya brevipennis* Brunne (Orthoptera: Phaneropteridae), 45: 83-89
- Mayr, B., Kalat, M., 1989, Chromosome banding and NORs in *Cervus nippon hortulorum* Swinhoe, *Caryologia*, 42: 243-248
- Miller, O.L. and Beatty B.R., 1969, Handbook of Molecular Cytology 605-619
- Miller, O.J., Miller, D.A., Dev, V.G., Tantravahi, R. and Croce, C.M., 1976, Expression of human and suppression of mouse nucleolus organizer activity in mouse-human somatic cell hybrids, *Proceeding/National Academy Science*, 73: 4531-4535

- Monteagudo, L.V. and Arruga, M.V., 1991, NOR activity interaction among the chromosomes of common rabbit : a statistical analysis, *Caryologia*, 44: 85-91
- Moreno - Millan, M. and Rodero - Franganilio, A., 1990, Nucleolus organizer regions, types of association and identification of carrier chromosomes in domestic sheep, *Genetics Selection Evolution*, 22: 273-277
- Nevo, E., 1979, Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals, *Ann. Rev.Ecol. Syst.*, 10: 269-308
- Nevo, E., 1982, Speciation in Subterranean Mammals, Mechanism of Speciation, Alan R.Liss, Inc., 191-218, New York
- Nevo, E. and Bar-El, It., 1976, Hibridization and Speciation in Fossorial Mole Rats, *Evolution*, 30: 831-840
- Oberdorff,T., Contaz,C., Agnese, J.F., 1990, Chromosome banding in African catfishes : Nucleolar organizer regions in five species of the genus *Synodontis* and one of the genus *Hemisynodontis*, *Caryologia*, 43: 9-16
- Ozban, N., 1994, Sitoloji, İstanbul Üniversitesi Yayınları, s : 199
- Patton, J.L., 1967, Chromosome studies of certain pocket mice genus *Perognatus* (Rodentia, Heteromyidae) : *J. Mammalogy*, 48: 27-37
- Pearson, O.P., 1959, Biology of Subterranean Rodents, *Ctenomys*, in Peru; *Memor: Mus. Hist. Nat. Javier*, 9: 1-56

- Peshev, D., 1981, On the caryotypes in some populations of the mole rat (*Spalax leucodon Nordmann*) in Bulgaria: Zool. Anz., 206:129-133
- Peshev, D., 1983, New karyotype forms of the mole rat *Nanospalax leucodon Nordmann (Spalacidea, Rodentia)* in Bulgaria; Zool. Anz., 211: 65-72
- Ragghianti, M., Bucci-Innocenti, S., Mancino, G., 1977, An ammoniacal silver staining technique for mitotic chromosomes of *Triturus (Urodela:Salamandridea)*, *Experientia*, 33:1329-1321
- Raicu, P. and Duma D., 1969, Sytogenetical study in *Spalax leucodon* in Moldavia (Rumenia): *Genet. Res.*, 13:99-104
- Raicu, P. and Torcea, S., 1973, Chromosomal polymorfizm in the lesser mole rat. *Spalax leucodan: Chromosomes Today*, 4;383-386
- Rocha, G.T. and Lucca E.J., 1988, Nucleolar organizer regions in somatic chromosomes of some species of birds, *Caryologia*, 41: 299-308
- Rodriguez-Daga, R., Amores, A. and Thode, G., 1993, Kargotype and Nukleolus organizer regions in *Epinephelus caninus*, *Caryologia*, 46; 71-76.
- Rufas, J.S., Espando, P. and Gosalves, J., 1985, NOR and nukleolus in the spermatogenesis of *Schistocerca gregaria*, *Genetica*, 66: 139-144.

- Sanchez, A., Burgos, M., Jimenez, R. and Guardia, D., 1989, Quantitative analysis of silver staining of nucleolar organizing region in *Eliomys quercinus*, *Genome*, 32:978-982.
- Sanchez, A., Burgos, M., Jimenez, R., Guardia, D., 1990, Variable Conservation of Nucleolus Organizatör Regions During Karyotypic Evolution in *Microtidea*, *Genome*, 3:119-122
- Santos, J., Sentis., C.,Rodrigez, J. and Piqueras, J., 1990, Latent NORs in the species *Pycnogaster cucullata*, *Heredity*, 65: 7-10.
- Savic, T.R., 1973, Ecology of the mole rat *Spalax leucodon* Nordm. in Yugoslavia: *Proc. Nat. Sci.*, 44; 5-70.
- Savic, I. and Soldatovic, B., 1974, Distribution of the karyotype forms of the genus *Spalax*(*Meso Spalax*) in Yugoslavia; *Arh. Biol. Nauka*, 26:115-122
- Savic, I. and Ryba, J., 1975, Contribution to the study of fleas from different chromosomal forms of the mole rat, *Spalax*, in Yugoslavia:*Arh. Biol. Nauka*, 27: 145-153
- Savic. I. and Soldatovic, B., 1977,Contribution to the study of ecogeographic distribution and evolution of chromosomal forms of the *Spalacidea* from the Balkan Peninsula: *Arh. Biol. Nauka*, 29;141-156
- Savic, F. and Soldatoviic, B. 1978, Studies on the karyotype and distribution range of the mole rat *Spalax leucodon* Nordmann, in Greece,*Caryologia*, 31:63-73.

- Savic, F. and Soldatovic, B., 1979a, Distribution range and evolution of the chromosomal forms in the *Spalacidea* of the Balkan Peninsula and bordering regions: J. Biogeography, 6: 363-374
- Savic, F. and Soldatovic, B., 1979b, Contribution to knowledge of the genus *Spalax* (*Microspalax*) karyotype from Asia Minor: Arh. Biol. Nauka, 31:1-2
- Sayin, F., 1980, *Eimerriidae* of the herbivorous mole rat, *Spalax ehrenbergi* Nehringi: J. Protozool., 27(4): 364-367.
- Schmid, M., Loser, C., Schmidtke, J. and Engel, W., 1982, Evolutionary conservation of a common pattern of activity of nucleolus organizers during spermatogenesis in vertebrates, Chromosoma, 86: 149-179
- Soldatovic, B., Zivkovic, S., Savic, I. and Milosevic, M., 1966, Comparative karyotype analysis of two Populations of *Spalax leucodon* Nordmann 1840: Arh. Biol. Nauka, 18: 15-16
- Soldatovic, B., Zivkovic, S., Savic, I. and Milosevic, M. 1967, Vergleichende Analyse der Morphologie und der Anzahl der Chromosomen zwischen verschiedenen Populationen von *Spalax leucodon* Nordmann, 1840 Säugetierkunde, 32: 238-245
- Soldatovic, B. and Savic, I., 1978, Karyotype in some populations of the genus *Spalax* (*Mesospalax*) in Bulgaria and Turkey: Säugetierk. Mitt., 26: 252-256

- Suja, J.A. and Rufas, J.S., 1987, Nucleolar meiotic cycle in Orthoptera, *Cell. Biol. Int. Rep.*, 11: 289-290
- Thiriot-Quievreux, C. and Insua, A., 1992, Nucleolar organizer region variation in the chromosomes of three oyster species, *Journal of Exper.Mar. Biol. and Ecology*, 157: 33-40
- Vijh, R.K., Sahai, R., Sharma, A., 1991, Nucleolar organizer regions in *Kutchi camel*, *Indian Journal of Animal Sciences*, 61:443-444
- Vitturi, R., Catalano, E., 1989, Spermatocyte chromosomes and nucleolus organizer regions (NORs) in *Tricolia speciosa*, *Malacologia*, 31:211-216.
- Vitturi, R. and Catalano, E., 1990, Spermatocyte chromosome banding studies in *Baccinulum corneum* (Prosobranchia: Neogastropoda) variation in silver-NOR banding pattern, *Marine Biology* 104: 259-263
- Vitturi, R., Catalano, E., Lafargue, F., 1991, Evidence for heteromorphic sex chromosomes in *Zeus faber*, nucleolus organizer regions and C-banding pattern, *Cytobios*, 68: 37-44.
- Vitturi, R., Colombera, D., Catalano, E. and Amico, F.P., 1991, Spermatocyte chromosome analysis of *Helicella virgata* (Pulmonata: Helicidae) silver staining and C-banded chromosomes, *Journal of Heredity*, 82: 339-343.
- Vitturi, R., Colombera, D., Catalano, E. and Turon, X., 1991, Ag-NOR and C-banding analysis of spermatocyte chromosomes of *Clavelina lepadiformis*, *Caryologia*, 44:343-345.

Wahrman, J., Gotein, R. and Nevo, E., 1969a, Geographic variation of chromosomal forms in *Spalax* a subterranean mammal of restricted mobility; *Comparative Mammalian Cytogenetics* Springer Verlag, New York, 30-48.

Wahrman, J., Gotein, R. and Nevo E., 1969b, mole Rat *Spalax*: Evolutionary significance of the chromosome variation: *Science*, 164:82-84.

Yüksel. E., 1984, Cytogenetics study in *Spalax* (Rodentia: Spalacidae) from Turkey, *Communications Serie C., Biologie*, 2:1-12.

Yüksel, E., and Gülkaç, M. D., 1992, On the Karyotypes in some populations of the subterranean mole rats in the lower Euphrates -Basin, Turkey, *Caryologia*, 45:175-190.

ÖZGEÇMİŞ

30. 11.1970 tarihinde Malatya'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Malatya'da tamamladı. 1988 yılında İnönü Üniversitesi Biyoloji Lisansına girmeye hak kazandı. 1992 yılında Biyoloji Lisansı ile mezun oldu. 1993 yılında aynı Üniversite'de Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.

İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKÜMAN YERİ