

Türkiye'deki *Spalax* Tür ve Alttürlerinin Dağılımına ve Türleşmesine Coğrafik İzolasyonun Etkisi

M. Doğan GÜLKAÇ

Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü,
Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı 41900 Sopalı Çiftliği-Derince, Kocaeli-TÜRKİYE

Eşref YÜKSEL

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 44069 Kampüs, Malatya-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 16.07.1996

Özet: Dünyanın milyonlarca yıldır geçirdiği değişimler üzerinde bulundurduğu canlı topluluklarının da değişimlerine neden olmuştur. Bunun doğal sonucu olarak, bir bölgedeki floral ve faunal elemanlar zaman zaman değişik coğrafik ve iklimik faktörlerin etkileri nedeniyle az veya çok farklılaşma göstermişlerdir. Üzerinde yaşadığımız Anadolu yarımadası yüzbinlerce yıldır dünyanın bu değişimleri sonucu flora ve faunasının değişimine maruz kalmıştır.

Bu çalışmada Anadolu'nun coğrafik değişimleri incelenerek, bu değişimlere bağlı olarak *Spalax* tür ve alttürlerinin dağılımı ve türleşmesi incelenmiştir.

Anadolu'da şu anda yayılan *Spalacidae* familyasının bir genusuna ait yedi alttür bulunmaktadır. Bu hayvanların dağılım sınırları incelendiğinde coğrafik elemanlarla olan bağlantısı oldukça ilginçtir. Bunun sonucu olarak, coğrafik izolasyonun bu hayvanlar üzerinde türleşmelerindeki temel bir kriter olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Anadolu Diyagonalı olarak isimlendirilen ve Amanoslar'dan Erzurum Kars Platosuna kadar uzanan fay kırığının *Spalax* alttürlerinin izolasyonuna etkisi dikkate değerdir.

Anahtar Sözcükler: *Spalax*, Biyocoğrafya, Coğrafik izolasyon

The Effect of Geographical Isolation on the Spaciation and Distribution of *Spalax* Species and Subspecies in Turkey

Abstract: Changes in the earth in million of years brought about changes on living organism. As a result, the fauna and flora of an area had been subject to changes in geographic and climatic conditions in that particular area. Thus the flora and fauna of Anatolia had been changed parallel to the changes in the topography and climate.

In this study, geographic evolution of Anatolian Peninsula has been investigated and starting from this point of view the distribution and the speciation of *Spalax* species and subspecies connected with geographic isolation in the Anatolian Peninsula is discussed.

At present seven subspecies belonging to one genus of *Spalacidae* family is being found in Anatolian Peninsula. If the distribution ranges of these subspecies has been examined the geographic connection comes into sight. That is to say that the geographic isolation has been played a determining role in the speciation of these group of animal. The striking point is that the effect of the geographical fault so-called Anatolian Diagonal which extend from Amanos Mountains to Erzurum-Kars Plateau on the isolation of *Spalax* subspecies considered tremendous.

Key Words: *Spalax*, Biogeography, Geographical isolation.

Giriş

Türkiye'nin geçirdiği jeomorfolojik değişimler üzerindeki canlı topluluklarının az veya çok değişimini de beraberinde getirmiştir. Anadolu, milyonlarca yıldır geçirdiği jeolojik değişiklikler nedeniyle flora ve faunasında büyük farklılıklar gösteren bir alan konumuna gelmiştir. Bu değişimlerden etkilenen gruptan birisi de *Spalax* genusu kök farelerdir. Bu incelemede, Anadolu ve Trakya'nın

maruz kaldığı coğrafik değişimlerin *Spalax* genusu rodentleri nasıl etkilediği araştırılmaya çalışılmıştır.

Özellikle son 30 yıl içinde *Spalacidae* familyası üzerinde kromozomal polimorfizmin araştırılması amacıyla oldukça yoğun araştırmalar gerçekleştirilmiştir (1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19). Bu araştırmaların sonucunda özellikle coğrafik ve iklimik etmenlere bağlı olarak kromozomal polimorfizmin yoğunlu-

ğu dikkati çekmektedir. Sınırlı bir hareket kabiliyetine sahip olan bu genus üyelerinde ortaya çıkan yeni bir formun fiksasyonu da oldukça hızlı gerçekleşmektedir (20; 21). Bunun sonucunda pek çok lokaliteden yaklaşık 40 civarında karyotipik form tespit edilmiştir.

Türkiye'de son yıllarda gerçekleştirilen jeolojik ve jeofizik araştırmalar, ülkemizin yatay ve düşey doğrultuda pek çok deformasyona maruz kaldığını göstermiştir.

Türkiye neotektonik bakımdan çok aktif bir alandır ve aktivitesi hala devam etmektedir. Karadeniz ve Doğu Akdeniz hareketli bir çanaklaşma alanı teşkil ederken ara kısımdaki İç Anadolu bir kubbeleşme alanına tekabül etmektedir. Bu kubbeleşme alanı, çanaklaşma alanlarından, bükülme ve kırılma zonları ile ayrılmaktadır. Hareket, kırık sistemlerinin ortaya koyduğu sonuca göre, daha ziyade gerilimin eseri olup, oligosenden bu yana değişik sıralarla devam etmektedir.

Anadolu'da batıdan doğuya yükseklik artar. İlk kez Davis (22) tarafından öne sürülen ve son zamanlarda gerek botanikçiler (23). gerekse zoologların (34) üzerinde önemle durdukları "Anadolu Diagonalı", Anadolu flora ve faunasının şekillenmesinde rol oynayan önemli bir topografik etmendir. Hem kuzey-güney, hem de doğu-batı yönünde ard arda dizilmiş dağların oluşturduğu bu yapı ile Anadolu kuzeyden güneye bir set ile ayrılmıştır, Amanoslardan başlayan bu yapı yer yer kesintiye uğramakla beraber Erzurum-Kars Platosuna kadar uzanmaktadır (Şekil 1). Bu yapı doğu ve batı Anadolu'yu bir çok grup için çok iyi bir şekilde yalıtmıştır. Özellikle hareket yetenekleri sınırlı olan ve ekolojik valansları düşük olan türlerde bu yalıtım etkili bir şekilde gerçekleşmiştir (24).

Türkiye'deki *Spalax* Tür ve Alttürlerinin Yayılış Alanları

Ülkemizde şimdiye kadar iki *Spalax* türüne dahil 7 alttür tespit edilmiştir. Bunlar *Spalax leucodon* türüne ait *S.l. nehringi*, *S.l. armeniacus*, *S.l. cilicicus*, *S.l. anatolicus*, *S.l. turcicus* ve *Spalax ehrenbergi* türüne ait *S.e. intermedius*, *S.e. kirgisorum*'dur (25).

Bu türlerden *Spalax leucodon* Türkiye'nin Doğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde yayılışı bulunmaktadır (Şekil 1 ve 2). Bu türün alttürlerinden *S.l. nehringi* Doğu Karadenizde, Doğu Anadolu'da ve Munzur ve devamı olan dağlar boyunca Anamur'a doğru; *S.l. armeniacus* Artvin, Ardahan yörelerinde; *S.l. cilicicus* İç Anadolu'da ve Orta Karadeniz'de; *S.l. anatolicus* Ege ve Akdeniz bölgelerinde; *S.l. turcicus* ise

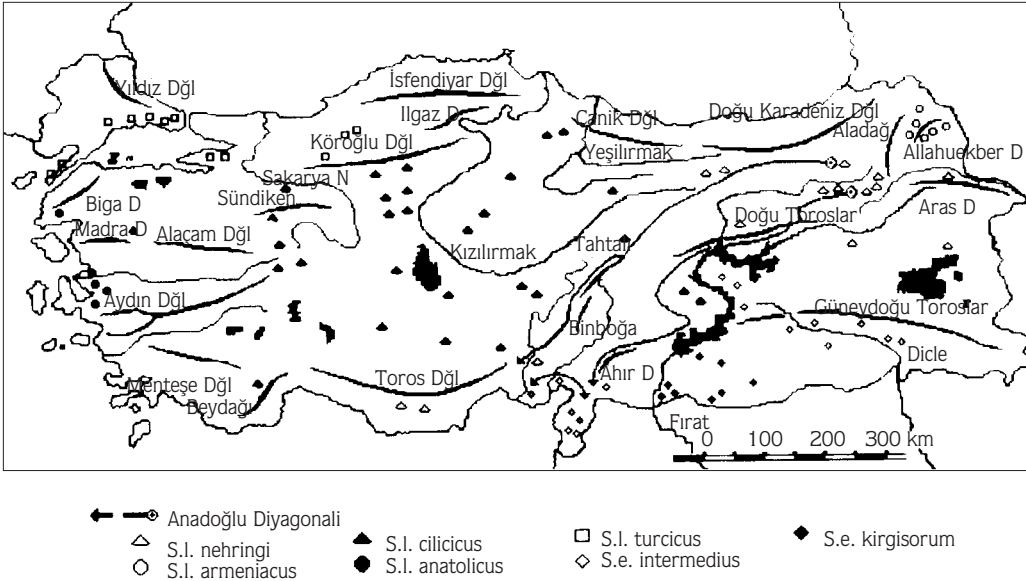
Trakya, Bolu ve İzmit yörelerinde yayılış göstermektedir (Şekil 1 ve 2) *Spalax ehrenbergi* ise Doğu Anadolu bölgesinin güneyinde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılış göstermektedir (Şekil 1 ve 2). Bu türün alttürlerinden *S.e. intermedius* Urfa civarı hariç Doğu Anadolu Bölgesinin güneyinde ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde yayılışa sahip iken; *S.e. kirgisorum* Urfa yöresinde yayılışa sahiptir (Şekil 1 ve 2) (25).

Türkiye'nin Coğrafik Yapılarının *Spalax* Tür ve Alttürlerinin Yayılışına Etkisi

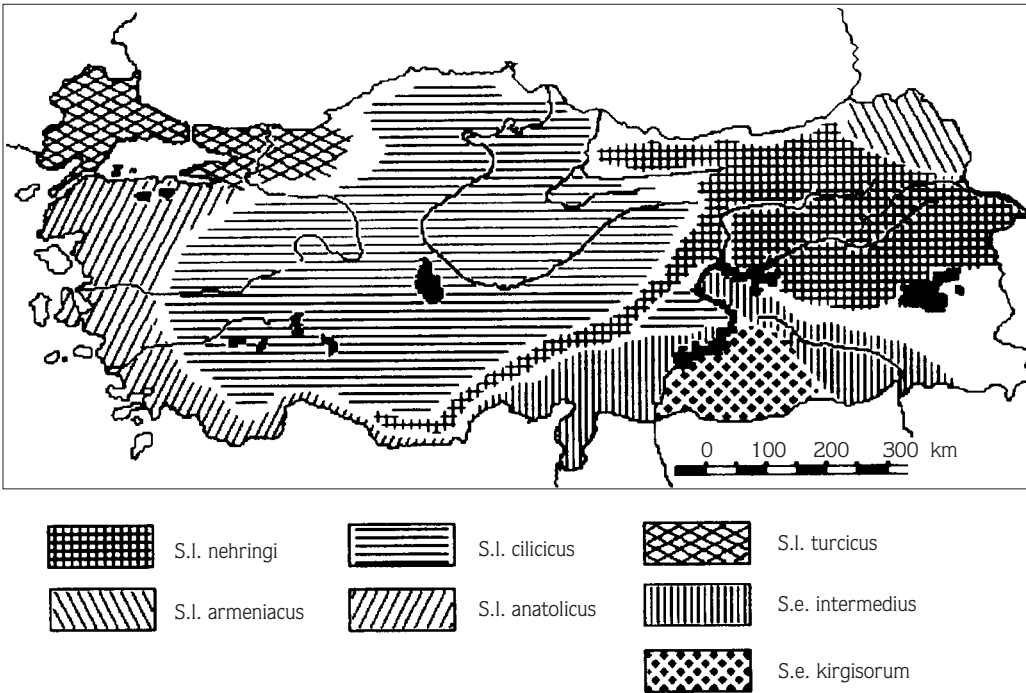
Türkiye'nin coğrafik oluşumları pek çok hayvan grubunda türleşmeye yol açan bir kuvvet olarak rol oynamıştır (24; 26). *Spalax* genusu hayvanlar bu etkilerden oldukça yüksek oranda etkilenmişlerdir. Öncelikle iki *Spalax* türü birbirinden oldukça keskin sayılabilecek bir coğrafik engel olan Güneydoğu Toroslar ve özellikle pek çok botanikçi tarafından desteklenen Anadolu Diagonalinin güney kısmı (Ahır dağı ve Amanoslar), tarafından ayrılmıştır (Şekil 1). *Spalacidae* familyasına ait fosil örneklerin incelenmesi ve eldeki fosillerin yaş tayini sonunda bu familya üyelerinin Pliosen'de ortaya çıktıkları ve Pleistosen'de geliştikleri düşünülmektedir (12; 27; 28). Fosillerin incelenmesi sonucu ve karyotip analizleri neticesinde öne sürülen Avrupa *Spalacidae* üyelerinin Asya orijinli olduğu ve Anadolu'da bir başlangıç nükleusunun var olduğu tezi (12) bu iki türün başlangıçta Anadolu'da temas halinde olduğunu ve Oligosenden beri Anadolu'da meydana gelen kubbeleşme ve çanaklaşma sonucunda coğrafik engelle ayrıldığını düşündürmektedir. Gerçekleştirilen karyotipik analizleri sonucu elde edilen verilerle ana nükleusun *Spalax leucodon cilicicus* olabileceği sanılmaktadır (28).

Coğrafik yapı ile yayılış birlikte incelendiğinde, alttürlerin yine aynı şekilde birbirlerinden bazı coğrafik engellerle oldukça iyi sayılabilecek şekilde izole oldukları dikkate değerdir.

Spalax leucodon nehringi'nin yayılışı Kıvanç'ın belirttiği gibi (25) Kafkas coğrafik bölgesi ile Anadolu'nun yüksek yaylaları arasındaki geçit bölgelerinin özelliklerini taşıyan yerlerde yaşamaktadır (Şekil 1). Bu alttür "Anadolu Diagonalı" olarak isimlendirilen ve birden yükselerek Anadolu'yu kuzeyden güneye ayıran topografik oluşumlar buna bağlı ortaya çıkan yapıların etkisi ile yüksek kesimlere lokalize olmuştur ve yayılışı, yüksek kesimlerin boyunca Tekir yaylası ve Çandır yaylasına kadar devam etmiştir. Fakat diagonalin oluşturduğu yükseklikler aynı zamanda ekolojik bir bariyer oluşturduğundan dolayı *S.l. cilicicus*'un



Şekil 1. Türkiye'nin coğrafik oluşumları ile *Spalax* tür ve alttürlerinin yayılışı arasındaki ilişkiyi gösteren harita.



Şekil 2. Türkiye'deki *Spalax* tür ve alttürlerinin yayılışını gösteren harita (Kıvanç (25)'tan)

yayıldığı İç Anadolu bölgesine ve *S. ehrenbergi* alttürlerinin yayıldığı Güneydoğu Anadolu Bölgelerine doğru geçiş yapamamıştır.

Spalax leucodon armeniicus'us yayılışı ise Allahuekber

dağlarının fazla yüksek olmayan ve genellikle 1750 m civarındaki yükseklikte olan yerlerdedir. Bu alttürün yayılışı Kuzeyde Akdağ silsilesi, güneyde Aras dağları ile sınırlandırılmıştır (Şekil 1). Çevresinde pekçok bölgeden fark-

lı bir iklimatik yapıya sahip olan Ardahan-Kars platosu muhtemelen bu alttür için uygun bir ekolojik ortam meydana getirmiştir. Bu etkenler nedeniyle, *S.I. nehringi* alttürünün yayılış alanlarından farklı bir bölgeye lokalize olmuşlardır.

Spalax leucodon cilicicus Türkiye'de en geniş yayılıma sahip olan alttürdür. Bu alttür İç Anadolu'dan kuzeye doğru yükselen Köroğlu, Ilgaz Dağları ve Kızılırmak ve Sakarya nehirlerinin etkisi ile kuzeybatı'da yayılış gösteren *S.I. turcicus* tan ve güneye doğru yükselen Beydağları ve Toroslar nedeniyle de *S.I. nehringi* den ayrılmıştır. Batıda ise enine sıralanan ve İç Ege'de yükselen Bozdağ, Aydın dağı, Alaçam dağları gibi yükseltiler ve vadilerde coğrafik izolasyon oluşturan Gediz ve B. Menderes nehirleri nedeniyle *S.I. anatolicus* tan ayrılmıştır. Doğuda ise Aladağ, Tahtalı ve Tecer dağlarının oluşturduğu yükseltiler ve Yeşilırmağın etkisi ile yayılış nisbeten sınırlanmış, ancak Kıvanç tarafından da belirtildiği gibi (25) vadiler boyunca Doğu Anadolu'ya doğru sokulmuş ve Malatya'ya kadar gelmiştir ve Fırat nehrinin oluşturduğu bariyer neticesinde daha içeriye ilerleyememiştir (Şekil 1).

Muhtemelen Alt Pleistosen'de Boğazlar oluşmadan önce türleşen ve şimdi ayrı iki büyük populasyon halindeki *Spalax leucodon turcicus* Çanakkale boğazı aracılığıyla *S.I. anatolicus* tan; Sakarya nehri, Köroğlu ve Ilgaz dağları aracılığı ile *S.I. cilicicus* tan ayrılmaktadır (Şekil 1).

Spalax ehrenbergi nin Türkiye'de yayılan iki alttüründen *Spalax ehrenbergi intermedius* Anadolu Diyagonalinin güneyi, Amanoslar, Ahır dağları aracılığı ile *S.I. nehringi* alttüründen ayrılırken; Fırat nehri, ve Güneydoğu Torosların oluşturduğu izolasyon nedeni ile hem *S.I. cilicicus* ve *S.I. nehringi* den ayrılmıştır (Şekil 1). Fırat nehrinin oluşturduğu vadiler boyunca Güneydoğu Torosları geçen bu alttür Elazığ çevresine kadar sokulmuş, fakat Fırat nehri ve Mastar dağının oluşturduğu bariyer nedeniyle Güneydoğu Torosların kuzeyinde küçük bir alana yayılabilmmiştir (Şekil 1).

Spalax ehrenbergi kirgisorum ise Fırat nehrinin oluşturduğu izolasyon ve doğuda Mardin'e doğru yüksekliğin artması neticesinde Urfa ve çevresinde yayılabilmıştır. Bu engeller aracılığı ile *S.e. intermedius* tan ayrılmıştır (Şekil 1 ve 2).

Sonuç

Türkiye'nin binlerce yıldır geçirdiği coğrafik değişimler üzerinde bulundurduğu pekçok hayvan populasyonunu ol-

duğu gibi, *Spalax* populasyonlarını da etkilemiştir. Bu etkileşim sonucu Anadolu'da bir başlangıç nükleusu olduğu kabul edilen bu genusa dahil hayvanlar, coğrafik pekçok bariyerin araya girmesi sonucu birbirlerinde bağımsız daha küçük populasyonlara ayrılmış ve türleşmelerine ayrı ayrı devam etmişlerdir. Coğrafik izolasyonun olmadığı pek çok durumda dahi kromozomal polimorfizm gösteren *Spalax* genusunda, toprakaltı hayata oldukça iyi bir adaptasyonun sonucu olan hareket yeteneğinin sınırlı oluşu (6; 7), araya giren bir takım coğrafik etmenlerle hızlandırılmıştır.

Spalax genusu hayvanlar yaşadıkları lokalitelerde bir dereceye kadar izole olmuş küçük populasyonlar halinde yaşamakta olduklarından ve hareketlerinin çok sınırlı olmasından dolayı fikse olmuş karyotipik formlar, coğrafik izolasyonun olmaması halinde dahi mümkündür (6; 7). Yeni karyotipik formların nisbeten hızlı fiksasyonlarının gerçekleştirilmesi oluşabilecek muhtemel hibridizasyonlara da engel olmaktadır ve üreme izolasyonunun bir takviyesi olan etolojik (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 alış verişini kısıtlaması gerekir. Eşeyssel davranışa bağlı izolasyon, populasyonlar arası gen alış verişini kısıtlayarak tür oluşumunda rol oynayan en önemli izolasyon mekanizmalarından birisidir (39).

Wright tarafından belirtildiği üzere, toprakaltı memelilerin populasyon yapısı uzaklıkla izolasyon prensibine dayanan göç örnekleri göstermektedir. Göç veya yayılmanın derecesi, muayyen bir bölgeden uzaklıkla azalmaktadır. Aynı şekilde, populasyonlar arasındaki gen akışı, hareket özgürlüklerinin zayıf olması nedeniyle nisbeten düşüktür. Türleşme, üretken bir durumdadır ve populasyon yapısı ve coğrafik izolasyon nedeniyle oldukça kolaylaştırılmıştır. Nisbeten küçük populasyonlarda kromozomal mutasyonların hızlı fiksasyonu sıklıkla çiftleşme sonrası üreme izolasyonunun evolusyonuyla neticelenir. Çiftleşme öncesi etolojik izolasyon üreme izolasyonu üzerine ilave edilir ve onu takviye eder. Hibridlerin çoğunlukla prenatal tipler olarak uyum değerleri düşüktür veya hayatta kalışları ve ekolojik uyumları düşüktür ve bundan dolayı selektif olarak elimine edilirler, bu münasebetle tür oluşumu kuvvetlendirilir (30; 21).

Türleşme teorisi son zamanlarda ölçülebilir kromozomal ve genik değişimleri içermektedir. Bu, eleştirilen hi-

potezlerin test edilmesini sağlamaktadır ve bu münasebetle yeni genetik, coğrafik ve zaman örneklemeleri ile teorianın baştan kuruluşu ve açıklanma gücü artmaktadır. Allopatrik, parapatrik ve stasipatrik tarzdaki türleşmeleri içeren kromozomal türleşme genel olarak memelilerde, özellikle toprakaltı rodent genuslarından *Spalax*, *Thomomys*, *Geomys* ve *Ctenomys*'de olağandır.

Toprakaltı memelilerdeki hızlı ve ani türleşme, tahminen altpopulasyonlara bölünmüş, küçük ve yarı izole (yapılı bir yayılım gösteren, bulunduğu alana kuvvetle bağlı, hareketi kısıtlı) populasyonlardan dolayı kromozomal evolüsyonun yüksek oranı ile kuvvetli ilişkili olarak meydana gelmiştir (20; 21).

Toprakaltı memelilerin türleşmesi, (a) nisbeten düşük genetik varyasyon, (b) stenotermiklik -dar sınırlı sıcaklık isteği- ve stenohigrobiklik - dar sınırlı nemlilik isteği-, (c) silindirik vücut, (d) anatomik kayıplar -kuyruk, üyeler, gözler, kulaklar vs.- ve hipertrofiler -ses ve dokunma duyarındaki aşırı gelişmeler-, (e) herbivorlukta veya insektivorlukta beslenme genelleşimi ve (f) 24 saat aktivite ör-

nekleri içerir. Bu nedenlerden, populasyonlar ve türler dar habitat uzmanıdır (20; 21).

Bu yorumlar *Spalax*'in türleşmesinin coğrafik ve iklimik faktörlere yüksek derecede bağlılığını ortaya koymaktadır. Coğrafik oluşumların büyük izolasyon bariyerleri oluşturduğu Balkanlardan elde edilen *Spalax*'in yaklaşık 25 kadar karyotipik formu bunu desteklemektedir (2; 3;4; 5; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16). Yaşadığı habitat yapısı, yükseklik, iklimik faktörler gibi coğrafik ve ekolojik etmenlerden oldukça fazla etkilenen *Spalax*'in türleşmesi üzerinde Anadolu'nun topografik yapısı etkili rol oynamıştır. Ayrıca, Tettigoniidae (Orthoptera) familyasında ve pek çok diğer Orthoptera türünde hareket yeteneğine bağlı olarak coğrafik ve yüksekliğe bağlı faktörlerinde yardımıyla aynı zamanda ekolojik bir bariyer olarak görev yapan Anadolu Diyagonalı (24; 26), hareket yeteneği sınırlı ve coğrafik ve ekolojik faktörlerden oldukça etkilenen (30) bu genus üyeleri için etkili sayılabilecek bir bariyer oluşturmuştur.

Kaynaklar

- Matthey, R., Formules Chromosomiques de Muridae et de Spalacidae. La Question du Polymorphisme Chromosomique chez les Mammaferes. Rev. Suisse de Zool., 66: 175-209, 1959.
- Soldatovic, B., Zivkovic, S., Savic, I. and Milosevic, M., Comparative Karyotype Analysis of Two Populations of *Spalax leucodon* Nordmann 1840. Arh. Biol. Nauka, 18: 15-16, 1966
- Soldatovic, B., Zivkovic, S., Savic, I. and Milosevic, M., Vergleichende Analyse der Morphologie und der Anzahl der Chromosomen zwischen verschiedenen Populationen von *Spalax leucodon* Nordmann 1840. Säugetierkunde, 32: 238-245, 1967.
- Raicu, P., Bratosin, S. and Hamar, M., Study on the Karyotype of *Spalax leucodon* and *Spalax microphthalmus*. Caryologia, 21: 127-135, 1968.
- Raicu, P. and Duma, D., Cytogenetical Study in *Sp. leucodon* in Moldavia (Rumania). Genet. Res., 13: 99-104, 1969.
- Wahrman, J., Gotein, R. and Nevo, E., Geographic Variation of Chromosomal Forms in *Spalax*, a Subterranean Mammal of Restricted Mobility. Comparative Mammalian Cytogenetics, Springer Verlag, New York, 30-48p, 1969.
- Wahrman, J., Gotein, R. and Nevo, E., Mole Rat *Spalax*: Evolutionary Significance of the Chromosome Variation. Sciences, 164: 82-84, 1969.
- Lay, D.M. and Nadler, C.F., Cytogenetics and Origin of North African *Spalax* (Rodentia: Spalacidae). Cytogenetics, 11: 279-285, 1972.
- Savic, I. and Soldatovic, B., Distribution of the Karyotype Forms of the Genus *Spalax* (*Mesospalax*) in Yugoslavia. Arh. Biol. Nauka, 26: 115-122, 1974.
- Savic, I. and Soldatovic, B., Contribution to the Study of Ecogeographic Distribution and Evolution of Chromosomal Forms of the *Spalacidae* from the Balkan Peninsula. Arh. Biol. Nauka, 29: 141-156, 1977.
- Savic, I. and Soldatovic, B., Studies on the Karyotype and Distribution Range of the Mole Rat (*Spalax leucodon* Nordmann), in Greece. Caryologia, 31: 63-73, 1978.
- Savic, I. and Soldatovic, B., Distribution Range and Evolution of the Chromosomal Forms in the *Spalacidae* of the Balkan Peninsula and Bordering Regions. J. Biogeography, 6: 363-374, 1979.
- Savic, I. and Soldatovic, B., Contribution to Knowledge of the Genus *Spalax* (*Microspalax*) Karyotype from Asia Minor. Arh. Biol. Nauka, 31: 1-2, 1979.
- Soldatovic, B. and Savic, I., Karyotype in Some Populations of the genus *Spalax* (*Mesospalax*) in Bulgaria and Turkey. Säugetierk. Mitt., 26: 252-256, 1978.
- Peshev, D., On the Caryotypes in Some Populations of the Mole Rat (*Spalax leucodon* Nordmann) in Bulgaria. Zoo. Anz., 206: 129-133, 1981.
- Peshev, D., New Karyotype Forms of the Mole Rat *Nonnospalax leucodon* Nordmann (Spalacidae, Rodentia) in Bulgaria. Zoo. Anz., 211: 65-72, 1983.

17. Yüksel, E., Cytogenetics Study in *Spalax* (Rodentia: Spalacidae) from Turkey. Communications, Serie C: Biologie, 2: 1-12, 1984.
18. Gülkaç, M.D. and Yüksel, E., Malatya Yöresi Kör Fareleri (*Rodentia: Spalacidae*) Üzerine Sitogenetik Bir İnceleme. DOĞA Türk Biol. Derg., 13: 63-71, 1989.
19. Yüksel, E. and Gülkaç, M.D., On the Karyotypes in Some Populations of the Subterranean Mole Rats in the Lower Euphrates-Basin, Turkey. Caryologia, 45: 175-190, 1992.
20. Nevo, E., Adaptive Convergence and Divergence of Subterranean Mammals. Ann. Rev. Ecol. Syst. 10: 269-308, 1979.
21. Nevo, E., Speciation in Subterranean Mammals, in Mechanism of Speciation. Alan R. Liss, Inc., New York, 1982, 191-218p.
22. Davis, P.H., Distribution Patterns in Anatolia with particular Reference to Endemism, in Davis, Edit. Harper and Hedge, Plant Life of SW Asia, 1971, 15-27.
23. Ekim, T. and Güner, A., The Anatolian Diagonal: Fact or Fiction? Proc. R. Soc. Edinburg, 89B: 69-77, 1986.
24. Çıplak, B., Demirsoy, A. and Bozcuk, A.N., Distribution of Orthoptera in Relation to the Anatolian Diagonal in Turkey. Articulata, 8(1): 1-20, 1993.
25. Kıvanç, E., Türkiye *Spalax*'larının Coğrafik Varyasyonları (Mammalia: Rodentia) 72 Teksir, Daktilo-Fotokopi, Ankara, 1988, 88pp.
26. Çıplak, B., Türkiye Tettigoniidlerinin Anadolu Diyagonaline göre Yayılışları ve Hareket Yeteneği (Kanat Uzunluğu) ile İlişkisi. II. Ulusal Entomoloji Kongresi Bildirileri, 28-31 Ocak 1992, Adana, 373-385.
27. Nevo, E. and Bar-El, H., Hybridation and Speciation in Fossorial Mole Rats. Evolution, 30: 831-840, 1976.
28. Yüksel, E. ve Gülkaç, M.D., *Spalax leucodon*'un bazı Alttür ve Kromozomal Formlarının Evolusyonu ve Filogenetik İlişkileri. Doğa TU Biyol., 14: 59-68, 1990.
29. Kence, A., Bozcuk, A.N. and Yazgan, Ş., Türkiye'de Yayılan Karasinek Toplulukları Arasında Eşeyssel İzolasyon ve Genetik Farklılaşma. Doğa Bilim Derg., 5: 173-178, 1981.
30. Savic, I., Ecology of the Mole Rat *Spalax leucodon* Nordm. in Yugoslavia. Proc. Nat. Sci., 44:5-70, 1973.