

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
HIZLI DESTEK PROJESİ KESİN RAPORU**

**TÜRKİYE'DE YAYILIŞ GÖSTEREN *MERIONES* ILLIGER 1811 (MAMMALIA:
RODENTIA) TÜRLERİNİN GENETİK VARYASYONLARININ ARAŞTIRILMASI**

Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Nuri YİĞİT

**Yardımcı Araştırmacılar
Şafak BULUT**

Proje Numarası: 09H4240003

Başlama Tarihi: 28.04.2009

Bitiş Tarihi: 28.04.2010

Rapor Tarihi: 25.05.2010

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

Ankara 2010

I. PROJENİN TÜRKÇE ADI: Türkiye’de Yayılış Gösteren *Meriones* Illiger 1811 (Mammalia: Rodentia) Türlerinin Genetik Varyasyonlarının Araştırılması

PROJENİN İNGİLİZCE ADI: A Research of Genetic Variations in the Genus *Meriones* Illiger 1811 (Mammalia: Rodentia) Distributed in Turkey.

ÖZET: Bu proje kapsamında, Anadolu’nun farklı bölgelerinden elde edilen 5 farklı *Meriones* türüne ait (*Meriones tristrami*, *Meriones crassus*, *Meriones vinogradovi*, *Meriones dahlii*, *Meriones persicus*) toplam 152 örnek ile çalışılmıştır. Bu türlerden yayılış alanı geniş olan *M.tristrami* 8 grup altında, *M. vinogradovi* 2 grup altında, diğer türler ise tek grup altında incelenmiştir. Buna göre toplam 13 grup oluşturulmuş ve allozimik varyasyonlar ortaya çıkarılmıştır. Allozim analizi için nişasta jel elektroforez tekniği kullanılmış, 24 lokus çalışılmıştır. Bu sonuçlara göre, çalışılan lokuslardan 11 tanesinin tek bir allele fikse olduğu, yani monomorfik olduğu; geriye kalan on üç lokusun ise polimorfik olduğu ortaya çıkarılmıştır. *Meriones* türlerinde polimorfik lokus yüzdesi %8.33 ile % 29.17 arasında değişmektedir. Allozim verilerine göre; *M.tristrami* ile *M.crassus*’un birbirine filogenetik olarak en yakın türler olduğu ortaya çıkmıştır

M.tristrami türü için *F* istatistik değerleri hesaplanmış ve fiksasyon indeksinin ortalama değerinin $F(ST) = 0.44$ olduğu, yani *M.tristrami* popülasyonlarının % 44 genetik farklılık gösterdiği belirlenmiştir. *Meriones tristrami* alt popülasyonları arasındaki gen akışı (NM) 0.3157 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, alt popülasyonlar arasında oldukça düşük miktardaki gen akışını ifade etmektedir.

ABSTRACT: In this Project, 152 specimens belonging five *Meriones* species (*Meriones tristrami*, *Meriones crassus*, *Meriones vinogradovi*, *Meriones dahlii*, *Meriones persicus*) collected from different localities of Anatolia. All *Meriones* specimens were divided geographically into thirteen sub-populations. Allozyme variations were investigated by the electrophoretic analysis of 24 gene loci. Eleven of the twenty loci analysed were monomorphic and fixed for the same allele in all the populations; thirteen loci were polymorphic. The overall mean percentage of polymorphic loci for all the populations was 15.38, ranging from 8.33 to 29.17 percent. According to allozymic data results; *M.tristrami* and *M.crassus* had most high genetic similarity in all *Meriones* populations. *F* statistical values were calculated for only *Meriones tristrami* populations The mean value of the fixation index ($FST = 0.44$) indicated moderate to high genetic differences between the populations of *M.tristrami*. The finding that the number of migrants (Nm) equalled 0.3157 also suggests low gene flow across populations.

II. AMAÇ ve KAPSAM

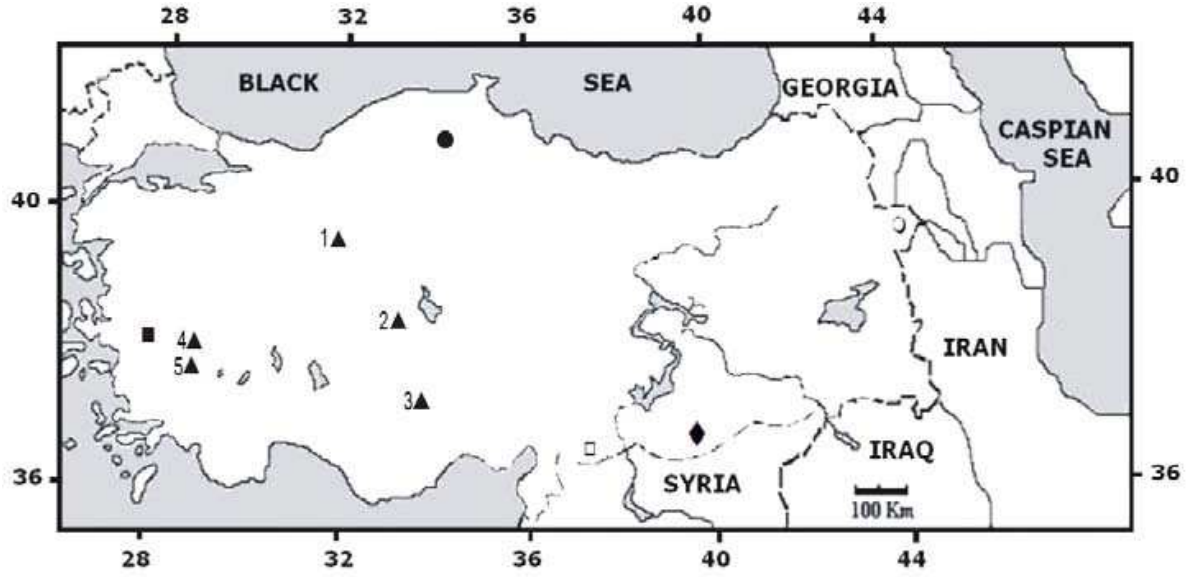
En son yapılan çalışmalara göre Türkiye’de 5 *Meriones* türünün (*Meriones tristrami*, *Meriones crassus*, *Meriones vinogradovi*, *Meriones dahlii*, *Meriones persicus*) yayılış gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca Missone’nin Harran (Şanlıurfa)’dan 1957’de *Meriones libycus* olarak teşhis ettiği türe o tarihten sonra rastlanmamıştır. *Meriones persicus*’un ve *Meriones vinogradovi*’nin Türkiye’deki yayılış alanı tam olarak bilinmemektedir. Step hayvanı olan bu türlerin populasyonları doğal steplerin tahrip edilmesiyle her geçen gün azalmakta ve henüz daha genetik özellikleri belirlenmeden türlerin yok olma tehlikesi bulunmaktadır.

Türkiye’nin biyoçeşitliliğinde önemli bir yeri olan *Meriones* cinsi üzerine Türkiye’de yapılan çalışmalar oldukça azdır ve özellikle populasyonların genetik yapısının incelendiği çalışmalar son derece kısıtlı kalmıştır. Yukarıda verilen taksonların taksonomik durumları allozim varyasyonları kullanılarak belirlenmiştir. Bu tür bir çalışmayla *Meriones* cinsinin filogenisine, taksonomik problemlerinin çözümüne ve Türkiye memeli faunasına katkı sağlanmıştır.

III. MATERYAL ve YÖNTEM

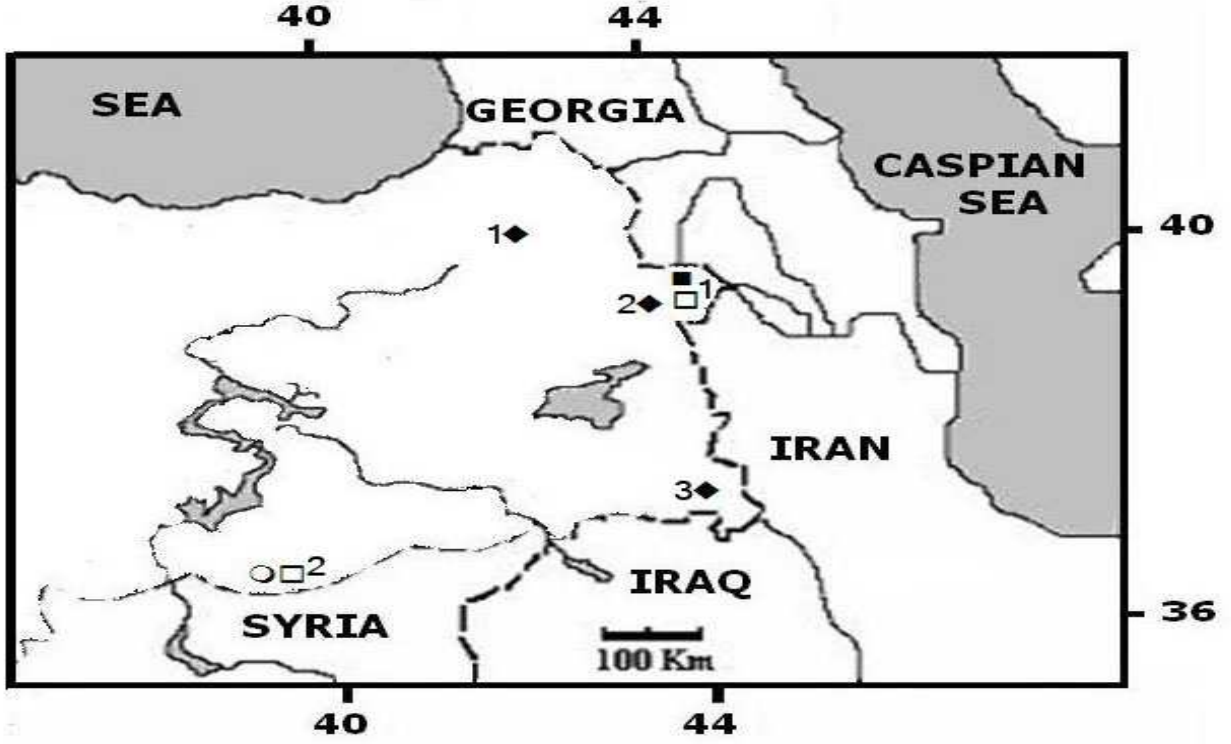
Örnekleme ve Arazi Çalışması

Bu projede, 1991- 1994 ve 2000-2008 yılları arasında yapılan arazi çalışmalarında toplanan *Meriones* cinsi türleri ile çalışıldı. Türlerin yayılış alanlarına dahil olan; Türkiye’nin çeşitli lokasyonlarından canlı ve ölü örnekler toplandı. *Meriones* cinsine ait 5 türün (*Meriones tristrami*, *Meriones crassus*, *Meriones dahlii*, *Meriones persicus* ve *Meriones vinogradovi*) toplandığı lokasyonlar Şekil 1 ve Şekil 2’deki haritalarda ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. *Meriones tristrami* alttürlerinin tip lokaliteleri; (▲) *Meriones tristrami lycaon*; (●) *Meriones tristrami intraponticus*; (■) *Meriones tristrami blackleri*. (□) *Meriones tristrami kilisensis*. Diğer alttürlerin Türkiye'den kayıt lokaliteleri (o) *Meriones tristrami bogdanovi*; ◆ *Meriones tristrami bodenheimeri*

- 1 ▲ Sivrihisar-Eskişehir
- 2 ▲ Cihanbeyli-Konya
- 3 ▲ Karadağ-Karaman
- 4 ▲ Denizler-Denizli
- 5 ▲ Çardak-Denizli
- Turgutlu-Manisa
- Elbeyli-Kilis
- o Aralık-Iğdır
- ◆ Ceylanpınar-Ş.Urfa
- Tosya-Kastamonu



Şekil 2. *M. tristrami* dışında Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu kesimlerinde yayılış yapan diğer *Meriones* türlerin elde edildiği lokaliteler (o) *Meriones crassus*; (◆) *Meriones persicus*; (□) *Meriones vinogradovi*; (■) *Meriones dahlii*

o Harran-Ş.Urfa

■ Aralık-Iğdır

1 □ Doğubayazıt-Ağrı

2 □ Ceylanpınar-Ş.Urfa

1 ◆ Oltu-Erzurum

2 ◆ Doğubayazıt-Ağrı

3 ◆ Yüksekova-Hakkari

Bu proje kapsamında, *Meriones tristrami* türüne ait 84 örnek, *Meriones vinogradovi*'ye ait 25 örnek, *Meriones persicus*' a ait 17 örnek ve *Meriones dahlii*'ye ait 16 örnekle olmak üzere; toplamda 152 örnek kullanılarak çalışılmıştır.

Örneklerin toplanması için canlı yakalama kapanları kullanılmış; kapanlar özellikle kırsal ve yerleşim yerlerinde bulunan ahır, ambar, depo, bahçe, çatı gibi evlerin yüksek kesimlerine kurulmuştur. apanlarda yem olarak çoğunlukla ekmek fıstık ezmesi karışımı kullanılmıştır. Örneklerin yakalandığı lokalitelerin habitat özellikleri ve dış morfolojileri kaydedilmiş ve dokuları alınarak -80 derecede muhafaza edilmiştir.

Elektroforez Çalışmaları (Allozim Analizi)

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

Bu projede, aşağıda açık isimleri ve enzim kod numaraları verilen 20 enzim sistemi çalışılmıştır.

Çalışılan enzimler ve kodları;

E.C. 1.2.1.12 Glyceradehyde-phosphate dehydrogenase

E.C. 1.1.1.8 Glycerol-3-phosphate dehydrogenase(Alfa-Gliserofosfat Dehidrojenaz)

E.C. 2.7.1.1 Hexokinase

E.C. 4.2.1.3 Aconitase

E.C. 1.1.1.42 Isocitrate dehydrogenase

E.C. 1.1.1.40 Malic enzyme

E.C. 1.15.1.1 Superoksidge dismutase

E.C. 1.1.1.44 Fosfoglukonat Dehidrojenaz

E.C. 5.3.1.8 Mannose phosphate isomerase

E.C. 4.1.2.13 Aldolase

E.C. 1.1.1.27 Lactate dehydrogenase

E.C. 5.3.1.9 Glucose phosphate isomerase

E.C. 1.1.1.49 Glucose-6- phosphate dehydrogenase

E.C. 4.2.1.2 Fumarate hydratase

E.C. 2.7.4.3 Adenylate Kinase

E.C. 1.1.1.37 Malate dehydrogenase

E.C. 2.7.5.1 Phosphoglucomutase

E.C. 2.6.1.1 Glutamate-oxaloacetate transaminase

E.C. 3.5.4.4 Adenoside deaminase

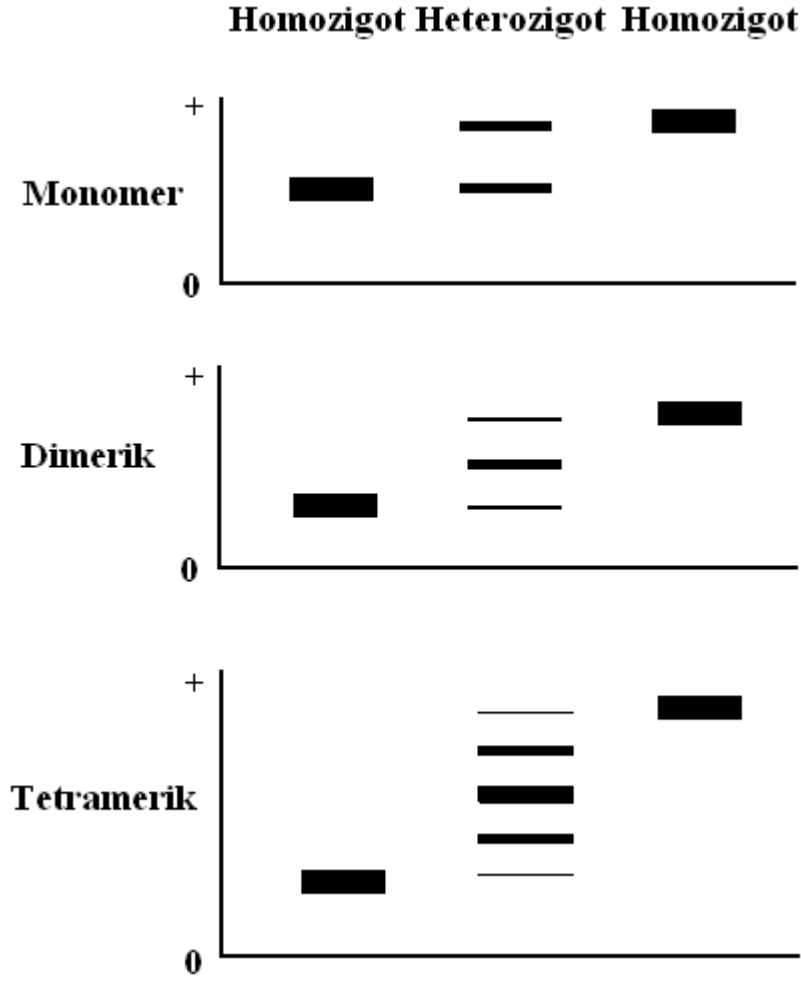
E.C. 4.2.1.1 Carbonic anhydrase

Nişasta Jel Elektroforezi Deneyinin Yapılışı

1. Dokuların Saklanması: Enzimlerin hassas olması ve çalışmaların sũresinin uzun olması nedeniyle dokular $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de derin dondurucu da saklandı.
2. Doku Homojenizasyonu: Doku bistũri ile kũũk parçalara bũlũnũp her bir parçanın 3-5 katı kadar buzda soğutulmuş distile su veya jel tamponu içine alındı. Homojenizatũr tũpũne alınan bu karışım mekanik olarak homojenize edildi. Elektroforez işlemine geçmeden hemen önce homojenat, hũcresel kalıntılardan arındırmak için santrifũj edildi (12000 rpm ' de 3 dakika).
3. Jelin Hazırlanması: % 10 oranında nişasta, incelenecek olan enzimlere spesifik olarak kullanılan jel tamponu içinde kaynatılarak hazırlandı. Su trompu ile vakum uygulanarak jel karışımının havası alındı ve jel kabına dũkũlerek katılaşması için 45-60 dakika bekletildi.
4. rnek Hazırlanması (Gel loading): Homojenatlar $0,3 \times 0,4\text{ cm}$ filtre kağıdı (Whatmann No 3) parçasına absorbe edildi ve örnek içeren kağıt parçaları nişasta jele yerleştirildi. Jel yatay olarak elektroforez tankına yerleştirildi.
5. Elektroforez: Elektroforez tankının bũlmelerine kullanılacak enzimlere göre spesifik olan elektrot tamponu konuldu. Tanktaki elektrot tamponu ve jel arasında teması sağlamak için sũnger fitiller kullanıldı. Bu dũzenek $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de buzdolabına yerleştirilerek gũ kaynağına bağlandı. Yapılacak enzime spesifik olacak şekilde volt ve zaman ayarlanarak elektroforez uygulandı.
6. Histokimyasal Boyama: Her bir enzim için farklı olan boyama boya içeriği jel üzerine muamele edildi. $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de karanlıkta ve oda sıcaklığında 1-1,5 saat inkube edildi.
7. Jel Fiksasyonu: Enzim bantları grũldũkten sonra jel fiksasyon solusyonu [45 kısım metanol, 55 kısım asetik asit solusyonu (1 asetik asit : 5 H_2O 'lu)] ile yıkanarak reaksiyon durduruldu.
8. Sonuçların Belgelenmesi: Boyama tamamlandığında jel ışık kutusu üzerine yerleştirilerek fotoğrafi çekildi ve gözlenen bant kalıpları çizildi. Enzim sistemlerinin genetik kontrolũ ve alt ünite yapısını belirleyen bu zimogramlardan değerlendirme yapıldı. İzoenzimler ve alloenzimler anoda en yakından başlanılarak A, B, C harfleri ile belirtildi. Bu allellerden en hızlı hareket edenler A, yavaş hareket edenler sırayla B, C olarak adlandırıldı.

Allozim varyasyonlarının araştırıldığı çalışmalarda karşılaşılabilecek 3 yapı bulunmaktadır. Monomerik, dimerik ve tetramerik olarak adlandırılan bu enzim yapıları, enzim yapısında bulunan alt ünite sayısına göre isimlendirilir. Monomerik yapıdaki enzimde tek alt ünite vardır. Dimerik enzimin yapısında ise iki alt ünite ve tetramerik yapıda ise dört alt ünite bulunmaktadır. Monomerik enzimlerde homozigot bireyler tek banda sahiptir, heterozigot bireyler ise iki banttandır. Monomerik

enzimlerde olduğu gibi dimerik enzimlerde homozigot bireyler tek banttandırken heterozigot bireyler üç bant şeklinde belirir. Tetramerik enzimlerde de homozigot bireyler tek banttandırken heterozigot bireyler beş banttandır (Şekil 3).



Şekil 3. Monomerik, Dimerik ve Tetramerik enzimlerin elektroforetik bant modelleri.

Elektroforetik Çalışmalarında Kullanılan Tampon Sistemleri

Koşturma ve Jel Tampon Sistemleri

1. Tris –Malat- EDTA Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris	12.12 gr
EDTA	3.72 gr
MgCl ₂ . 6H ₂ O	2.03 gr
Maleic asit	11.6 gr

Yukarıdaki kimyasal maddeler 600 ml distile suda çözüldükten sonra hacim 1 litreye tamamlanarak, pH: 7.4 ayarlandı.

Jel Tamponu: Koşturma tamponundan 1:10 oranında distile su ile seyreltilir ve pH 7.4'e ayarlanır.

2. Tris – HCl Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu: 12.12 gr Tris tartılarak hacim 1lt'ye distile su ile tamamlanır ve pH 8.6 olacak şekilde HCl asitle damla damla katılarak ayarlanır.

Jel Tamponu: 66,7 ml koşturma tamponundan alınarak 1 litreye seyreltilir ve pH 8.6 ayarlanır.

3. Tris – Sitrat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

0.155 M Tris

0.043 M Citric acid

Kimyasal maddeler karıştırılarak 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra pH: 7.0 ayarlanarak hacim 1 litreye tamamlanır.

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

4. Tris – Sitrat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris 27 gr

Citrik acid 18.1 gr

600 ml distile suda çözülerek 1000 ml ye tamamlanacak, HCl ile pH 7.0' e ayarlanır.

Jel Tamponu: 1:7 oranında koşturma tamponundan seyreltilir.

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

Koşturma Tamponu:

Tris 21.8 gr

Boric acid 5.87 gr

EDTA 1.49 gr

NAD 0.05 gr

Bu oranlarda 600 ml distile su içerisinde çözüldükten sonra 1 litreye tamamlanır ve pH 8.7'ye ayarlanır.

Jel Tamponu: 1: 9 oranında elektrod tamponundan alınarak distile su seyreltilir ve pH 8.7'ye ayarlanır.

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

Koşturma Tamponu:

Tris 60.6 gr

Boric acid 40 gr

EDTA 6 gr

600 ml distile suda çözölerek 1000 ml ye tamamlanacak, HCl ile pH 8.0' e ayarlanır.

Jel Tamponu:

Tris 6.06 gr

Boric acid 6 gr

EDTA 0.6 gr

600 ml distile su içerisinde çözölerek 1 litreye tamamlanır ve pH 8.0'e ayarlanır.

7. Tris – Potasyum Fosfat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Tris 0.05 M

KH₂PO₄ 0.05 M

600 ml distile suda çözölerek 1000 ml ye tamamlanır ve HCl ile pH 8.3' e ayarlanır.

Jel Tamponu: Elektrod tamponundan 1: 10 oranında distile su ile seyreltilir ve pH: 8.3 ayarlanır.

8. Potasyum Fosfat Tampon Sistemi

Koşturma Tamponu:

Potassium phosphate (monobasic –anhydrose) 18.78 gr

Sodium hidrokside 2.48 gr

600 ml distile suda çözölerek 1litreye tamamlanır ve pH 8.0' e ayarlanır.

Jel Tamponu: 1:19 oranında distile su ile seyreltilerek hazırlanır ve pH: 8.0 ayarlanır.

9. Potasyum Fosfat- Sitrat Tamponu

Koşturma Tamponu:

K₂HPO₄ 29.1 gr

Citric acid 5.7 gr

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

Jel Tamponu:

K₂HPO₄ 1.06 gr

Citric acid 0.254 gr

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

Boya Tamponları

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

Enzim Sistemlerine Spesifik Boyalar

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

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

15 ml Tris-Cl tamponu pH 7.0

100 mg Fructose 1,6 –bisphosphate

20 unit Fructose-bisphosphate aldolase

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

5 mg NAD

30 mg Sodium arsenate

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Alfa-Glycerophosphate dehydrogenase (McDonald, 1985);

15 ml Tris – Cl tamponu pH:8.0

100 mg Alfa-glycerophosphate

25 mg EDTA

5 mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Hexokinase (Del Lama *et al.* 1988)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

100 mg glucose

5 mg NADP

5 mg ATP

5 mg MgCl₂

5 mg MTT

10 µl Glucose-6-phosphate dehydrogenase

1 mg PMS

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

Aconitase (Harris and Hopkinson 1976)

15 ml Tris-Cl tamponu pH: 8.0

5 mg MgCl₂

15 mg cis-acetic acid

3 U isocitric dehidrogenase

0.01 g NADP

5 mg MTT

1mg PMS

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

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

20 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

7.5 mg MTT

2 mg PMS

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

Phosphogluconate Dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

5 mg MgCl₂

0.01 g 6-phosphogluconic acid

0.01 NADP

5 mg NBT

1 mg PMS

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

Phosphoglucomutase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

25 mg Glucose – 1 phosphate

5 mg NAD

20 mg MgCl₂

5 mg MTT

4 µl G6PDH

1 mg PMS

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

Mannose phosphate isomerase (Hillis and Moritz 1990);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

20 mg Mg Cl₂. 6 H₂O

5 mg Mannose 6-phosphate

5 mg NADP

10 unit Glucose- 6- phosphate dehydrogenase

10 unit Glucose- 6 - phosphate isomerase

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Aldolase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

20 ml Tris – Cl tamponu pH:8.0

60 mg Sodium arsenate

100 mg Fructose 1.6 diphosphate

20 mg NAD

50 µl Gliceraldehyde-3- phosphate dehydrogenase

7.5 mg MTT

2 mg PMS

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

Malic enzyme (Shaw and Prasad 1970);

15 ml Tris – Cl tamponu pH:8.0

20 mg Malic acid

5 mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Lactate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 7

100 microlitre Lactic acid syrup

5mg NAD

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Isocitrate dehydrogenase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0

25 mg Isocitric acid

5 mg NADP

20 mg MgCl₂

20 mg MnCl₂

5 mg MTT

1 mg PMS

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

Glucose phosphate isomerase (McDonald 1985)

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 7.0

20 mg Mg Cl₂. 6 H₂O

5 mg D-Fructose 6-phosphate

5 mg NADP

10 unit Glucose -6- phosphate dehydrogenase

5 mg MTT

1 mg PMS

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

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

15 ml Tris – Cl tamponu pH:8.0
20 mg glucose 6- phosphate
5 mg EDTA
5 mg NADP
5 mg MTT
1 mg PMS

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

Fumarase (Shaw and Prasad 1970, McDonald 1985);

15 ml Tris – Cl tamponu pH: 8.0
0.05gr Fumaric acid
10 mg NAD
10 µl Malic dehydrogenase
5 mg MTT
1 mg PMS

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

Allozim Verilerinin Analizi

Allozimlerin allelleri AA, BB gibi harflerle gösterilmiştir. Allozistik dataların allel frekansları BIOSYS-2 programı ile oluşturulmuştur (Swofford ve Selander 1989). Populasyon içi genetik varyasyonlar; her lokusun ortalama heterozigotluğu (Hardy-Weinberg eşitliğinin altında bir heterozigotluk frekansı), populasyonda polimorfik lokusların oranı (yaygın allellerin frekansı sırasıyla 0.99 ya da 0.95'den büyük değil ise bir lokus polimorfiktir denir), ve her lokus allellerinin ortalama sayısı ile değerlendirilmiştir. Yine BIOSYS-2 programı ile genetik varyasyonlar (lokuslardaki allellerin yüzdesi, polimorfik lokusların yüzdesi, gözlenen ve beklenen heterozigotluk) saptandı. Frekans datası kullanılarak NTSYS pc 2.1 programında Nei (1978)'e göre küme analizi (cluster analyse) yapıldı ve UPGMA ağacı oluşturuldu.

Türler arasındaki genetik divergensin (farklılığın) miktarı standart genetik özdeşlik indisi (I) ve genetik mesafe indisi (D) ile değerlendirilmiştir (Nei, 1978) ve populasyon içi ve populasyonlar arası genetik varyasyonun derecesini belirlemek için *F* değeri kullanılarak yapılmıştır (Wright, 1978).

IV. BULGULAR

Meriones tristrami türünün Türkiye'den 6 alt türüne ait kayıt vardır. Bunlardan iyi bilen 3'ü Batı Anadolu'da yayılış göstermektedir. Batı Anadolu alt türlerinin tip yerlerinden elde edilen; *M. t. blackleri* (Turgutlu, n= 12), *M. t. intraponticus* (Tosya, n=13), *M. t. lycaon* (Karadağ, n= 10) ile yine *M. tristrami*'ye dahil Denizli'den 8, Eskişehir'den 4, Konya'dan 8 ve (Gölbaşı) Ankara'dan 1, Adana'dan 3 olmak üzere Batı Anadolu'dan 59 örnek, Doğu Anadolu'dan Gaziantep'ten 5, Şanlıurfa'dan 18 (*M. t. bodenheimeri* alttürü olarak tanımlanmıştır), Aralık (Iğdır)'dan 2 (*M. t. bogdanovi* alttürü olarak tanımlanmıştır) örnek olmak üzere toplam 84 *M. tristrami* örneğinin allozimi çalışılmıştır.

Diğer türlerden *Meriones vinogradovi*'ye ait 25 örnek (16 tanesi Doğubeyazıt'tan ve 9 tanesi Şanlıurfa'dan); *Meriones persicus*' a ait 17 örnek (3 tanesi Erzurum, 1 tanesi Hakkari ve 13 tanesi Doğubeyazıt); *Meriones dahlii*'ye ait 16 örnek (Aralık /Iğdır); *Meriones crassus*'a ait Şanlıurfa'dan 10 örnek değerlendirilmiştir. *Meriones* cinsine ait 5 türden toplamda 152 örneğin 20 enzim ve 24 lokusu çalışılmıştır. Çalışılan allozim lokusları; Ald, LDH, MDH-S, MDH-M, α -Gpdh, CA-1, CA-2, GPI, FUM, PGD, PGM, ME, MPI, HK, ADA, GAPDH, ACON, IDH-1, IDH-2, G6PDH, AK, SOD, GOT-S, GOT-M'dir.

Aldolaz (EC 4.1.2.13, ALD)

Enzim sistemi tetramerik yapıda olup 3 farklı lokus ALDa, ALDb, ve ALDc içerir. A, B ve C polipeptidleri bakımından izozimler belirlenir. Bu enzim sisteminde 6 farklı izoenzim görülmektedir. Bunlar A4, B4, A3C, A2C2, AC3 ve C4 polipeptidleriyle karakterizedir. Kas dokusunda yapılan elektroforetik çalışmalarda bu enzim sistemine ait tek bir izoenzim gözlenmiştir. A4 polipeptidleriyle karakterize edilen kas dokusunda gözlenen bu izoenzim monomerik bir yapıdadır.

M. tristrami içerisinde Adana örneklerinin 1 tanesi, Urfa örneklerinin 3 tanesi BB allellere diğer *M. tristrami* örnekleri ise AA allellere sahiptir ve bu bakımdan polimorfiktir. *M. vinogradovi*, *M. persicus*, *M. dahlii*, *M. crassus* örneklerini içeren populasyonlar AA allelleri gözlenmiştir, bu türler monomorfiktir.

Laktat Dehidrojenaz (EC 1.1.1.37, LDH)

Enzim sistemi A, B ve C polipeptidleri bakımından 3 otozomal lokus içermektedir. LDHa, LDHb ve LDHc olarak tanımlanır. İzozimler tetramer yapıdadır ve farklı alt ünitelere göre 5 izoenzim yapısı içerir. Bunlar LDH1(B4), LDH2 (A1B3), LDH3 (A2B2), LDH4 (A3B1) ve LDH5 (A4) olarak belirtilir.

Bunlardan LDH1-4'ü anadol olarak LDH5 ise katadol olarak göç etmiştir. *Meriones* örneklerinin kas

dokusuyla yapılan çalışmalarda 5 lokus tespit edilmiştir. Bu izoenzimlerin hepsi de tek bir allele fikse olmuştur ve monomeriktir.

M. tristrami içerisinde Konya örneklerinden (8 örnek) 1 tanesi, Denizli örneklerinden (8 örnek) 1 tanesi ve Tosya, Manisa, Karadağ örnekleri AA allellerine, Urfa örneklerinden (18 örnek) 1 tanesi CC allellerine ve diğer *M. tristrami* örnekleri BB allellerine sahiptir ve bu tür bu allozim bakımından polimorfiktir. *M. crassus* ve *M. dahlia* örnekleri AA allelerine, *M. persicus* örnekleri BB allelerine sahiptir ve monomorfiktir. *M. vinogradovi* içerisinde 2 örnek BB allellerine ve 23 örnek AA allellerine sahiptir ve polimorfiktir.

Malat dehidrojenaz (E.C. 1.1.1.37, MDH)

Enzim sistemi iki otozomal lokus içermektedir. Anoda göç eden sitozolik izoenzim MDH-S ve katoda göç eden mitokondriyal izoenzim MDH-M olmak üzere 2 izoenzim ünitesi göstermektedir.

M. tristrami örnekleri MDH-S izoenzimi için AA allelerine sahiptir. MDH-M izoenzimi içinse Konya örneklerinden 1 tanesi BB allelerine ve 7 tanesi AA allelerine, Denizli örneklerinden 4 tanesi BB allelerine ve 4 tanesi AA allelerine, Urfa örneklerinden 7 tanesi BB allelerine ve 11 tanesi AA allelerine sahiptir. Tosya, Manisa ve Karadağ örnekleri AA allellerine sahiptir, bu bakımdan çalışılan populasyon polimorfiktir. *M. crassus*, *M. dahlia*, *M. persicus* ve *M. vinogradovi* örnekleri iki otozomal lokus içinde AA alleleri gözlenmiştir ve bu türler monomorfiktir.

Alfa-Gliserofosfat Dehidrojenaz (EC 1.1.1.8, α -GPDH)

Bu enzim sistemi dimerik yapıdadır ve iki otozomal lokusa sahiptir. İki allozim de anadol olarak göç etmektedir. Bu enzim sisteminde *Meriones tristrami* populasyonu içinde 79 bireyde AA ve 5 bireyde AB alleleri ve *M. persicus* populasyonu içinde 17 tane AA ve 2 tane BB alleli gözlenmiştir. *M. dahlia* ve *M. crassus* örneklerini için bu lokus monomorfiktir ve AA allellerine sahiptir. *M. vinogradovi* örneklerinde ise 1 tane AA ve 24 tane BB alleli gözlenmiştir.

Carbonic anhydrase (E.C. 4.2.1.1, CA)

Enzim sistemi 2 otozomal lokus içermektedir. Bu lokusların hepsi anoda göç etmektedir. Bu enzimde hızlı ve yavaş koşan iki lokus bulunmaktadır. Yavaş koşan lokus *Ca-1* ve hızlı koşan *Ca-2* olarak adlandırılır. İki otozomal lokusta *Meriones* cinsinde 4 farklı allele fikse olmaktadır. Bunlardan yavaş alel DD, diğerleri sırasıyla CC, BB ve AA allel çifti ile gösterilmiştir. Bu enzim hem türleri birbirinden ayırmakta hem de her bir tür içerisinde farklılık göstermekte olup polimorfik yapıdadır. *M. tristrami* örneklerinde CA-I için AB, AA, BB, BC ve CC olmak üzere beş allel çifti görülmüştür. CA-II için AA, AB, BB olmak üzere üç allel çifti görülmüştür. *M. vinogradovi* örneklerinde CA-I için AB, BB ve CC olmak üzere üç allel çifti görülmüştür. CA-II için AA, AB, BB ve CC olmak üzere dört allel çifti görülmüştür. *M. crassus* örneklerinde CA-I için AB ve BB olmak üzere iki allel çifti

görülmüştür. CA-II için hepsinde BB allelleri görülmüştür. *M. persicus* örneklerinde CA-I için AA, BB ve CC olmak üzere üç allel çifti görülmüştür. CA-II için AA, AB ve BB olmak üzere üç allel çifti görülmüştür. *M. dahlii* örneklerinde CA-I için AA ve BB olmak üzere iki allel çifti görülmüştür. CA-II için AA, BB, CC ve CD olmak üzere dört allel çifti görülmüştür.

Glukoz Fosfat İzomeraz (EC 5.3.1.9, GPI)

Enzim sistemi dimerik yapıda olup iki izoenzim içermektedir. Bu izoenzimlerden değerlendirmeye alınan katodal olarak göç eden izoenzimdir. *M. tristrami* içerisinde Denizli örneklerinin 4 tanesi BB allellere, Konya örneklerinin 1 tanesi BB allellere ve Urfa örneklerinin 16 tanesi BB allellere ve diğer *M. tristrami* örnekleri AA allellere sahiptir. *M. crassus* içerisinde 1 tanesi BB alleline 9 tanesi AA allellere, *M. persicus* ve *M. dahlii* örnekleri BB allellere sahiptir. *M. vinogradovi* içerisinde 8 örnek BB allellere ve 17 örnek AA allellere sahiptir.

Fumaraz (EC 4.2.1.2, FUM)

Enzim sistemi tetramerik yapıdadır. *Meriones* örneklerinin kas dokusuyla yapılan çalışmada anodal olarak göç eden tek bir izoenzim gözlenmiştir ve *Meriones* örnekleri için bu enzim sistemi monomorfiktir. Tüm *Meriones* (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) 52 örnekleri AA allellere sahiptir.

Fosfoglukonat Dehidrojenaz (EC 1.1.1.44, PGD)

Bu enzim sisteminde anodal olarak göç eden tek bir izozim bulunmaktadır. *Meriones tristrami* için monomorfik olup tek bir allel tespit edilmiştir. *M. vinogradovi*, *M. persicus*, *M. dahlii*, *M. crassus* örneklerini içeren populasyonlar için bu lokus monomorfiktir ve tek bir allel bulunmaktadır. Tüm örnekler AA allellere sahiptir.

Fosfoglukomutaz (EC 2.7.5.1, PGM)

Enzim sistemi 3 otozomal lokus içermektedir. Bu lokusların hepsi anoda göç etmektedir ama göçün hızına bağlı olarak farklılaşırlar. *Meriones* cinsinde anoda doğru göç eden tek bir lokus gözlenmiştir. *Meriones tristrami* için monomorfik olup tek bir allel tespit edilmiştir. *M. vinogradovi*, *M. persicus*, *M. dahlii*, *M. crassus* örneklerini içeren populasyonlar içinde bu lokus monomorfiktir ve tek bir allel bulunmaktadır. Tüm örnekler AA allellere sahiptir.

Malik Enzim (EC 1.1.1.40, ME)

ME-S ve ME-M olmak üzere iki otozomal lokus içermektedir. Çalışılan *Meriones* türlerine ait örneklerde sadece anodal olarak koşan ME-S bantları gözlenmiştir ve bu bantlarda heterozigot allellere rastlanmamış olup A ve B allelleri homozigottur. *M. tristrami* içerisinde Gaziantep

örneklerinden (5 tane) 1 tanesi BB ve 4 tanesi AA allelerine, Konya örneklerinden 1 tanesi AA ve 7 tanesi BB allelerine, Urfa örneklerinin 10 tanesi ve Adana, Gölbaşı (Ankara), Tosya, Karadağ, Manisa örneklerinin hepsi AA allelerine sahiptir. *M. vinogradovi* örneklerinin 6 tanesi BB ve 19 tanesi AA allelerine, *M. persicus* örneklerinin 3 tanesi BB ve 14 tanesi AA allelerine, *M. dahlii* örneklerinden 5 tanesi BB ve 11 tanesi AA allelerine, *M. crassus* örnekleri AA allelerine sahiptir.

Mannoz–6-Fosfat İzomeraz(EC 5.3.1.8, MPI)

Tek bir izozim gözlenmiştir ve anodal yönde koşmaktadır. *M. crassus* örneklerinin hepsinde heterozigotluk gözlenmiştir ve AB allelerine sahiptirler. *M. tristrami*, *M. vinogradovi*, *M. Persicus* ve *M. dahlii* içeren örneklerin hepsinde ise AA alleleri gözlenmiştir.

Heksokinaz (EC 2.7.1.1, HK)

Bu enzim sisteminde anodal yönde koşan tek bir lokus bulunmaktadır. *Meriones* populasyonu içinde tek bir allel saptanmıştır ve bu bakımdan monomorfiktir. Tüm *Meriones* (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) örnekleri AA allelerine sahiptir.

Adenoside deaminase (E.C. 3.5.4.4, ADA)

Bu enzim anoda doğru göç eder ve monomerik bir yapı gösterir. Tüm *Meriones* (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) örnekleri AA allelerine sahiptir.

Gliseraldehid Fosfat Dehidrojenaz (EC 1.2.1.12, GAPDH)

Tetramerik yapıdadır ve anodal olarak göç eder. *Meriones* populasyonları arasında monomorfik ve heterozigot yapıda olan lokuslardan biridir. Elektroforezi yapılan *M. tristrami* örneklerinde 79 bireyde homozigot (AA) ve 5 bireyde heterozigot (AB) alleleri gözlenmiştir. *M. persicus*, *M. dahlii* ve *M. crassus* örneklerini içeren populasyonlar için bu lokus monomorfiktir ve AA allelerine sahiptir. *M. vinogradovi* örneklerinde ise BB alleleri gözlenmiştir. Beş tür içerisinde *M. vinogradovi* 'yi ayırmıştır.

Aconitase (EC 4.2.1.3, ACON)

Bu enzim dimerik bir yapı gösterir. Anodal ve katodal olmak üzere iki lokusa sahiptir. Tüm *Meriones* 53 (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) örnekleri AA allelerine sahiptir.

İzositrat Dehidrojenaz (EC 1.1.1.42, IDH)

Bu enzimin biri anadol göç eden ve mitokondrial olan *Idh-1* diğeri ise orijine yakın olan ve sitosolik olan *Idh-2* iki farklı izozimi bulunmaktadır. Anotta kalan lokus *Idh-2* olarak adlandırılmış ve tüm örneklerde A alleleline fikse olmuş yani monomorfik bir lokustur. *Idh-1* lokusunda heterozigot allellere rastlanmamış olup A ve B alleleri homozigot olarak gözlenmiştir. *M. vinogradovi* ve *M. persicus*

örnekleri BB, *M. dahlii*, *M. tristrami* ve *M. crassus* örnekleri AA allelerine sahiptir.

Süperoksit Dismutaz (EC 1.15.1.1, SOD)

Bu enzim sistemi tetramerik yapıdır. Çalışılan *Meriones tristrami* populasyonları arasında Manisa populasyonu, polimorfik ve heterozigot allellere rastlanan tek lokustur. Turgutlu örneklerinden 3 tanesi AB allelerine sahiptir. Diğer *M. tristrami* örneklerinin hepsinde AA alleleri gözlenmiştir. *M. vinogradovi*, *M. persicus*, *M. dahlii*, *M. crassus* örneklerini içeren populasyonlar için bu lokus monomorfiktir ve AA allelerine sahiptirler.

Adenilat kinaz (E.C. 2.7.4.3, AK)

Enzim sistemi iki otozomal lokus içermektedir. *Meriones* örneklerinde yapılan çalışmalarda anadol olarak koşan tek bir lokusun izoenzimi gözlenmiştir. Tüm örnekler tek bir allelde fikse olmuştur. *M. tristrami* örnekleri BB allelerine, *M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus* ve *M. vinogradovi* örnekleri AA allelerine sahiptir.

Glukoz-6-Fosfat Dehidrojenaz (EC 1.1.1.49, G6PDH)

Enzim sistemi dimerik yapıdadır. *Meriones* örneklerinde yapılan çalışmalarda anadol olarak koşan tek bir lokusun izoenzimi gözlenmiştir. Tüm örnekler tek bir allelde fikse olmuştur. Tüm *Meriones* (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) örnekleri AA allelerine sahiptir.

Glutamate-oxaloacetate transaminase(E.C. 2.6.1.1,GOT)

Enzim sistemi dimerik yapıdır. İki otozomal lokus içermektedir. Anoda göç eden sitozolik izoenzim GOT-S ve katoda göç eden mitokondriyal izoenzim GOT-M olmak üzere 2 izoenzim ünitesi göstermektedir. *Meriones* içerisinde çalışılan türler, izoenzimde monomerik yapı göstermiştir. Tüm *Meriones* (*M. crassus*, *M. dahlii*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. tristrami*) örnekleri AA allelerine sahiptir.

Allozimlerin İstatistiksel Analizi

Allozim çalışmalarında elde edilen verilerin istatistiksel analizleri, Biosys2 ve NTSYS-pc programları kullanılarak tamamlanmıştır. Sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Allel frekansları

Meriones cinsine ait türlerin ve bu türlerden *M. tristrami* ve *M. vinogradovi* altpopulasyonlarındaki allel frekansları Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir, istatistiksel hesaplamalar bu frekans değerleri kullanılarak yapılmıştır. Bu tablolardan da görüleceği gibi çalışılan 24 lokustan 13’ü polimorfik

bulunmuştur. *Meriones* cinsine ait türler ve bu türlerin alt populasyonlarında çalışılan 24 lokustaki genetik varyasyonlar Tablo 3’de verilmiştir.

Yayılış alanı tüm Türkiye olan ve çok sayıda lokaliteden kaydedilen *M. tristrami* örnekleri 8 grup altında değerlendirildi. Bu gruplardan Mt5 (Iğdır) alt populasyonu 2 örnekle temsil edildiği için yorumlara dahil edilmedi. Örnek sayısı yeterli olan diğer 7 grupta polimorfik lokusların yüzdesi 8.33 ile 29.17 arasında değişmektedir. Polimorfik lokuslar % 8.33’le *M. t. lycaon* alttüründe en düşük ve % 29.17’le Şanlıurfa örneklerinde en yüksek saptanmıştır. Lokus başına alel sayısı 1.08 ile 1.38 arasında değişmektedir. *M. tristrami* örneklerinde *Ho* değeri 0.00 ile 0.029 arasında bulunmuştur.

Türler içinde en fazla heterozigotluk *M. tristrami*’nin Urfa (MT4) ve *M. vinogradovi*’nin Doğu Anadolu (MV1) populasyonlarında % 29.17 oranında ortaya çıkmıştır. Bu populasyonları % 20.83’lik polimorfizmle *M. tristrami*’nin Antep - Adana (MT1) ve Orta Anadolu (MT2) populasyonları izlemektedir. *M. persicus* (MP1) ve *M. tristrami*’nin Denizli (MT3), Karadağ (MT7) alt populasyonlarında % 16.67’lik bir değerle üçüncü sırada polimorfizme sahip olan gruplardır (Tablo 3).

Tek lokasyondan kaydedilen *M. crassus* örnekleri bir grup olarak değerlendirildi. Polimorfik lokus yüzdesi 12.50 ve lokus başına alel sayısı 1.13’tür. *M. crassus* örneklerinde *Ho* değeri 0.046’dır.

Doğu Anadolu’dan birbirine yakın 3 lokaliteden yakalanan *M. persicus* örnekleri de bir grup olarak değerlendirildi. Bu türde polimorfik lokuslar % 16.67 ve lokus başına alel sayısı 1.21’dir. *M. persicus* örneklerinde *Ho* değeri 0.054’tür.

M. vinogradovi örnekleri daha önceki çalışmalarda sadece Doğu Anadolu’dan Iğdır yöresinden kaydedilebiliyordu. Bu proje kapsamında yaptığımız çalışmalarda bu tür ilk kez Ş.Urfa yöresinden kaydedildi. İki lokasyon arasında ciddi bir coğrafik izolasyon olduğu için bu türün örnekleri iki grup altında değerlendirildi. Polimorfik lokuslar gruplarda sırasıyla % 29.17 ile % 8.33 ve lokus başına alel sayısı ise 1.38 ve 1.08’dir. *M. vinogradovi* örneklerinde *Ho* değeri Doğu Anadolu örneklerinde 0.066 ve Ş.Urfa örneklerinde 0.019’dır.

M. dahlii sadece Ağrı Dağı’ nın eteklerindeki kumluk arazilerde yayılış yapmaktadır. Nesli tehlike altında olan (IUCN/EN) ve endemik bir türüdür. Bu türün örnekleri de bir grup altında değerlendirildi. Polimorfik lokuslar % 8.33 ve lokus başına allel sayısı 1.17’dir. *M. dahlii* örneklerinde *Ho* değeri 0.032’dir.

<i>B</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sod</i>								
<i>A</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ak</i>								
<i>A</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>G₆pdh</i>								
<i>A</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Got-S</i>								
<i>A</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Got-M</i>								
<i>A</i>	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 2. *M. crasus*, *M. persicus*, *M. vinogradovi* ve *M. dahlii* türlerinde çalışılan allozimlerin Frekansları

Lokus/Pop	Mcl(10)	Mp1(17)	Mv1(16)	Mv2(9)	Md1(16)
<i>Aldolaz</i>					
<i>A</i>	1	0,882	0	0	1
<i>B</i>	0	0,118	1	1	0
<i>Ldh</i>					
<i>A</i>	1	0	1	1	1
<i>B</i>	0	1	0	0	0
<i>C</i>	0	0	0	0	0
<i>Mdh-S</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>Mdh-M</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>B</i>	0	0	0	0	0
<i>A-Gpdh</i>					
<i>A</i>	1	0,824	0,688	0,889	0,688
<i>B</i>	0	0,176	0,313	0,111	0,313
<i>Ca-1</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>B</i>	0	0	0	0	0
<i>C</i>	0	0	0	0	0
<i>Ca-2</i>					
<i>A</i>	1	0	0	0	1
<i>B</i>	0	1	1	1	0
<i>Gpi</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>B</i>	0	0	0	0	0
<i>Fumaraz</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>Pgd</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>Pgm</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>Malic</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1
<i>B</i>	0	0	0	0	0
<i>Mpi</i>					
<i>A</i>	1	1	1	1	1

<i>Hk</i>					
A	1	1	1	1	1
<i>Ada</i>					
A	1	1	0	0,056	0,813
B	0	0	0	0,944	0,188
C	0	0	1	0	0
<i>Gpdh</i>					
A	0	0,235	0,063	0,056	0,250
B	1	0,706	0,813	0,833	0,313
C	0	0,059	0,125	0,111	0,406
D	0	0	0	0	0,031
<i>Acon</i>					
A	0	0,794	1	1	1
B	1	0,206	0	0	0
<i>Idh-I</i>					
A	1	1	1	1	1
<i>Idh-II</i>					
A	0,5	1	1	0,111	0
B	0,5	0	0	0,889	1
<i>Sod</i>					
A	0,9	0	0	0	1
	0,1	1	1	1	0
<i>Ak</i>					
A	1	1	1	1	1
B	0	0	0	0	0
<i>G₆pdh</i>					
A	1	1	1	1	1
<i>Got-S</i>					
A	1	1	1	1	1
<i>Got-M</i>					
A	1	1	1	1	1

Tablo 3. Tüm populasyonlarda 24 lokustaki genetik varyasyon (standart hata parantez içindedir)

Populasyon	Örnek sayısı	Lokustaki allellerin yüzdesi	Polimorfik lokusların yüzdesi*	Doğrudan sayılan ortalama heterozigotluk (H_o)	HydWbg'e göre beklenen heterozigotluk** (H_e)
MT1	8	1.25 (0.11)	20.83	0.021 (0.012)	0.071 (0.032)
MT2	13	1.25 (0.09)	20,83	0.003 (0.003)	0.051 (0.022)
MT3	8	1.17 (0.08)	16,67	0.00 (0.00)	0.071 (0.035)
MT4	17	1.38 (0.12)	29,17	0.010 (0.006)	0.088 (0.034)
MT5	2	1.0 (0.0)	0	0.000 (0.00)	0.000 (0.00)
MT6	13	1.13 (0.07)	12,50	0.006 (0.006)	0.034 (0.023)
MT7	10	1.17 (0.08)	16,67	0.029 (0.020)	0.067 (0.033)
MT8	12	1.08 (0.06)	8,33	0.00 (0.00)	0.031 (0.022)
MC1	10	1.13 (0.07)	12,50	0.046 (0.042)	0.034 (0.023)
MP1	17	1.21 (0.10)	16.67	0.002 (0.002)	0.054 (0.026)
MV1	17	1.38 (0.13)	29.17	0.005 (0.003)	0.066 (0.027)
MV2	8	1.08 (0.06)	8.33	0.000 (0.000)	0.019 (0.013)
MD1	16	1.17 (0.13)	8.33	0.003 (0.003)	0.032 (0.024)

(Mt1= Gaziantep, Adana, Mt2= Batı Anadolu, Mt3= Denizli, Mt4= Şanlıurfa, Mt5= Iğdır, Mt6= Tosya / Kastamonu, Mt7= Karadağ / Karadağ, Mt8= Turgutlu / Manisa, MD1=Iğdır/Aralık, MP1= D.beyazıt, Oltu- Erzurum, Hakkari, MV1= D.beyazıt, MV2=Ceylanpınar-Ş. urfa, MC1=Şanlıurfa)

* *Eğer en yaygın allelin frekansı 0.095'i geçmemişse, bir lokus polimorfik olarak dikkate alınır.

**Tarafsız (unbiased) hesaplama (Nei, 1978)

Lokuslardaki Hardy- Weinberg eşitliğinden sapmalar

Hardy- Weinberg eşitliğinden allozimlerin tek tek gösterdikleri sapmaları belirlemek için yapılan khi-kare testi Tablo 4'te verilmiştir.

M. tristrami'de Antep-Adana (MT1) populasyonunda *Aldolaz*, *Ca-1* ve *Malic* olmak üzere 3 lokusta, Orta Anadolu (MT2) populasyonunda *LDH-1*, *MDH-M*, *Ca-1*, *GPI-1* ve *ME* olmak üzere 5 lokusta, Denizli (MT3) populasyonunda *LDH-1*, *MDH-M* ve *GPI-1* olmak üzere 3 lokusta, Urfa (MT4) populasyonunda *LDH-1*, *MDH-M*, *GPI-1*, *Ca-2*, *ME* ve *Ald* olmak üzere 6 lokusta Hardy – Weinberg eşitliğinden sapma gözlenmiştir ($P < 0.05$). Tosya (MT6), Karadağ (MT7) ve Manisa (MT8) populasyonlarında *Ca-1*, *Ca-2* olmak üzere 2 lokusta Hardy – Weinberg eşitliğinden sapma gözlenmiştir. Iğdır (MT5) populasyonunda polimorfik lokus gözlenmemiştir, bunun nedeni örnek sayısındaki yetersizliktir.

M. crassus (MC1) popülasyonunda *GPI-1* ve *MPI-1* olmak üzere 2 lokusta Hardy-Weinberg dengesinde olmadığı gözlenmiştir ($P < 0.05$).

M. persicus (MP1) popülasyonunda α -*Gpdh*, *Ca-1*, *Ca-2* ve *Malic* olmak üzere 4 lokusta Hardy-Weinberg dengesinde olmadığı gözlenmiştir ($P < 0.05$).

M. vinogradovi popülasyonu iki gruba ayrılmıştır. Bunlardan Doğu Anadolu (MV1) popülasyonunda *LDH-1*, *GPI-1*, α -*Gpdh*, *Ca-1*, *Ca-2*, *Malic* ve *Aldolaz* olmak üzere 7 lokusta, Güneydoğu (MV2) popülasyonunda *Ca-2* ve *GPI-1* olmak üzere 2 lokusta Hardy – Weinberg eşitliğinden sapma gözlenmiştir.

M. dahlii (MD1) popülasyonunda *Ca-1*, *Ca-2* olmak üzere 2 lokusta Hardy – Weinberg eşitliğinden sapma gözlenmiştir.

Tablo 4’de verilen diğer lokuslar Hardy-Weinberg dengesindedir ($P > 0.05$). Popülasyonlarda gözlenen ve beklenen frekanslar birbirlerine uyum göstermiştir.

Tablo 4. Hardy-Weinberg eşitliğinden sapmaları gösteren ki-kare testi

Popülasyonlar	Lokuslar	Allel	Gözlenen Frekans	Beklenen Frekans	χ^2	DF	P	Exact test P
MT1	ALDOL	A-A	7	6.067	15.077*	1	0.000	0.067
		A-B	0	1.867				
		B-B	1	0.067				
	α -GPDH	A-A	7	7.000	0.000	1	1.000	1.000
		A-B	1	1.000				
		B-B	0	0.000				
CA-1	A-A	0	0.000	9.333 *	3	0.025	0.007	
	A-B	1	0.333					
	A-C	0	0.667					
	B-B	2	0.667					
	B-C	0	3.333					
	C-C	5	3.000					
C-A-2	A-A	1	0.400	1.432	1	0.231	0.369	
	A-B	2	3.200					
	B-B	5	4.400					
MALIC	A-A	7	6.067	15.077*	1	0.000	0.067	
	A-B	0	1.867					
	B-B	1	0.067					
MT2	LDH-1	A-A	1	0.040	25.043 *	1	0.000	0.040
		A-B	0	1.920				
B-B		12	11.040					
	MDH-M	A-A	12	11.040	25.043*	1	0.000	0.040

		A-B	0	1.920				
		B-B	1	0.040				
	C-A-1	B-B	9	6.120	14.521*	1	0.000	0.000
		B-C	0	5.760				
		C-C	4	1.120				
	C-A-2	A-A	0	0.000	0.000	1	1.000	1.000
		A-B	1	1.000				
		B-B	12	12.000				
	GPI-1	A-A	12	11.040	25.043*	1	0.000	0.040
		A-B	0	1.920				
		B-B	1	0.040				
	MALIC	A-A	2	0.240	16.762*	1	0.000	0.005
		A-B	0	3.520				
		B-B	11	9.240				
MT3	LDH-1	A-A	1	0.067	15.077*	1	0.000	0.067
		A-B	0	1.867				
		B-B	7	6.067				
	MDH-M	A-A	4	1.867	9.143 *	1	0.002	0.005
		A-B	0	4.267				
		B-B	4	1.86				
	GPI-1	A-A	4	1.867	9.143 *	1	0.002	0.005
		A-B	0	4.267				
		B-B	4	1.867				
	MALIC	A-A	1	0.067	15.077*	1	0.000	0.067
		A-B	0	1.867				
		B-B	7	6.067				
MT4	LDH-1	B-B	16	15.030	33.032*	1	0.000	0.030
		B-C	0	1.939				
		C-C	1	0.030				
	MDH-M	A-A	9	4.636	18.071*	1	0.000	0.000
		A-B	0	8.727				
		B-B	8	3.636				
	α -GPDH	A-A	16	16.000	0.000	1	1.000	1.000
		A-B	1	1.000				
		B-B	0	0.000				
	C-A-1	A-A	0	0.000	0.032	3	0.998	1.000
		A-B	1	0.970				
		A-C	0	0.030				
		B-B	15	15.030				
		B-C	1	0.970				
		C-C	0	0.000				
	C-A-2	A-A	10	6.364	14.066 *	1	0.000	0.000
		A-B	1	8.273				
		B-B	6	2.364				
	GPI-1	A-A	1	0.030	33.032*	1	0.000	0.030
		A-B	0	1.939				
		B-B	16	15.030				

	MALIC	A-A	10	5.758	18.138 *	1	0.000	0.000
		A-B	0	8.485				
		B-B	7	2.758				
	ALDOL	A-A	15	13.182	22.069*	1	0.000	0.003
		A-B	0	3.636				
		B-B	2	0.182				
MT5	Polimorfik lokus gözlenmemiştir.							
MT6	α -GPDH	A-A	11	11.040	0.043	1	0.835	1.000
		A-B	2	1.920				
		B-B	0	0.040				
	C-A-1	A-A	7	3.640	14.098*	1	0.000	0.000
		A-B	0	6.720				
		B-B	6	2.640				
C-A-2	A-A	12	11.040	25.043*	1	0.000	0.040	
	A-B	0	1.920					
	B-B	1	0.040					
MT7	α -GPDH	A-A	6	6.316	0.450	1	0.502	1.000
		A-B	4	3.368				
		B-B	0	0.316				
	C-A-1	A-A	6	3.474	11.221 *	1	0.001	0.002
		A-B	0	5.053				
		B-B	4	1.474				
	C-A-2	A-A	6	3.474	11.221*	1	0.001	0.002
		A-B	0	5.053				
		B-B	4	1.474				
	G ₃ PDH	A-A	7	7.158	0.199	1	0.656	1.000
		A-B	3	2.684				
		B-B	0	0.158				
MT8	C-A-1	A-A	4	1.217	13.410*	1	0.000	0.001
		A-B	0	5.565				
		B-B	8	5.217				
	C-A-2	A-A	10	8.261	15.439*	1	0.000	0.006
		A-B	0	3.478				
		B-B	2	0.261				
MC1	C-A-1	A-A	0	0.000	0.000	1	1.000	1.000
		A-B	1	1.000				
		B-B	9	9.000				
	GPI-1	A-A	9	8.053	19.059*	1	0.000	0.053
		A-B	0	1.895				
		B-B	1	0.053				
	MPI-1	A-A	0	2.368	9.000*	1	0.003	0.007
		A-B	10	5.263				
		B-B	0	2.368				
MP1	α -GPDH	A-A	15	13.182	22.069*	1	0.000	0.003
		A-B	0	3.636				
		B-B	2	0.182				
	C-A-1	A-A	4	0.848	52.075*	3	0.000	0.000
		A-B	0	5.818				
		A-C	0	0.485				
		B-B	12	8.364				
		B-C	0	1.455				
		C-C	1	0.030				
	C-A-2	A-A	13	10.636	13.206*	1	0.000	0.004
		A-B	1	5.727				

		B-B	3	0.636				
	MALIC	A-A	14	11.455	19.911*	1	0.000	0.001
		A-B	0	5.091				
		B-B	3	0.455				
MV1	ALDOL	A-A	1	0.030	33.032*	1	0.000	0.030
		A-B	0	1.939				
		B-B	16	15.030				
	LDH-1	A-A	15	13.182	22.069*	1	0.000	0.003
		A-B	0	3.636				
		B-B	2	0.182				
	α -GPDH	A-A	1	0.030	33.032 *	1	0.000	0.030
		A-B	0	1.939				
B-B		16	15.030					
C-A-1	A-A	0	0.000	33.032*	3	0.000	0.030	
	A-B	1	0.030					
	A-C	0	0.970					
	B-B	0	0.000					
	B-C	0	0.970					
	C-C	16	15.030					
	C-A-2	A-A	1	0.091	30.080*	3	0.000	0.001
	A-B	1	2.273					
	A-C	0	0.545					
	B-B	12	9.091					
	B-C	0	4.545					
	C-C	3	0.455					
GPI-1	A-A	16	15.030	33.032*	1	0.000	0.030	
	A-B	0	1.939					
		1	0.030					
MALIC	A-A	11	7.000	18.286 *	1	0.000	0.000	
	A-B	0	8.000					
	B-B	6	2.000					
MV2	C-A-2	B-B	7	6.067	15.077*	1	0.000	0.067
		B-C	0	1.867				
		C-C	1	0.067				
GPI-1	A-A	1	0.067	15.077 *	1	0.000	0.067	
	A-B	0	1.867					
	B-B	7	6.067					
MD1	C-A-1	A-A	14	12.194	20.741 *	1	0.000	0.003
		A-B	0	3.613				
		B-B	2	0.194				
C-A-2	A-A	2	0.194	39.505*	6	0.000	0.001	
	A-B	0	0.774					
	A-C	0	2.710					
	A-D	0	0.129					
	B-B	3	0.484					
	B-C	0	4.065					
	B-D	0	0.194					
	C-C	10	6.774					
	C-D	1	0.677					
	D-D	0	0.000					

(Mt1= Gaziantep, Adana, Mt2= Batı Anadolu, Mt3= Denizli, Mt4= Şanlıurfa, Mt5= Iğdır, Mt6= Tosya / Kastamonu, Mt7= Karadağ / Karadağ, Mt8= Turgutlu / Manisa)

Genetik Varyasyon

Wright (1978)'in F istatistiği popülasyondaki heterozigotluğu, diğer bir deyişle popülasyon içi genetik farklılığın miktarını ve alt popülasyonların total popülasyona genetik katkısını ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu analiz sadece *M. tristrami* altpopülasyonları için yapılmıştır.

8 grup altında değerlendirilen *M. tristrami* örneklerinin 9 polimorfik lokustan oluşturulan F değerleri ve ortalamaları Tablo 5'de verilmiştir. F_{IS} bir alt popülasyondaki bireylerin içinde buldukları alt popülasyonun heterozigotluğuna yaptıkları katkıyı gösteren katsayıdır ve bunun ortalama değeri 0,83'dür, *M. tristrami* alt popülasyonları içinde α -*Gpdh* ve *G₃pdh* hariç diğer lokuslarındaki polimorfizm 0.83'lük F_{IS} değerinin oluşumunda belirleyici lokuslar olmuşlardır.

Bireylerin total popülasyonun heterozigotluğuna katkısını gösteren F_{IT} ortalama değeri de 0.90'dır. F_{IS} üzerine belirleyici olan lokuslar F_{IT} değerinde de benzer şekilde belirleyicidir. Alt popülasyonların total popülasyonun heterozigotluğuna katkısı olan F_{ST} değeri 0,44'tür ve bu değer *M. tristrami* alt popülasyonları arasındaki genetik farklılığın % 44 civarında olduğunu göstermektedir.

M. tristrami türü içinde gen akışı değeri (Nm) popülasyonlar arasındaki temas noktalarının ne derecede olduğunu gösterir. Alt popülasyonlar arasındaki gen akışı Wright (1951, 1965, 1978)'in $F_{ST} = 1 / (4Nm + 1)$ formülüyle hesaplanmıştır. Bu formüle göre gen akışı $Nm = 0,3157$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer popülasyonlardaki normal gen akışıyla kıyaslanırsa oldukça düşük bir değerdir. Nm değeri F_{ST} değeri ile ters orantılıdır, F_{ST} değeri yükseldikçe Nm değeri düşer yani alt popülasyonlar arasında gen göçü azalır. Daha açık bir ifadeyle düşük Nm değeri alt popülasyonlardaki allellerin popülasyonun tamamı içine gen akışı ile iyi bir şekilde yayılmadığını gösterir. Bu bulgular geniş bir coğrafik alanda yayılımı oluşturan *M. tristrami* alt popülasyonları arasında gen akışının iyi olmadığını kesinti bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu tanımlanan alttürlerin geçerliliğini ve bu alttürlerdeki morfolojik farklılığı da destekler niteliktedir.

Tablo 5. Wright (1965)'e göre *M. tristrami* alt popülasyonlarında varyasyon gösteren lokusların F istatistiği

Loci	F_{IS}	F_{IT}	F_{ST}	Nm
<i>Aldolaz</i>	1	1	0.0871	2.6202
<i>Ldh</i>	1	1	0.0605	3.8822
<i>Mdh-M</i>	1	1	0.3471	0.4702
α - <i>Gpdh</i>	-0.1504	-0.0506	0.0867	2.6335
<i>Ca-1</i>	0.8933	0.9303	0.3466	0.4712

<i>Ca-2</i>	0.8179	0.9036	0.4705	0.9965
<i>Gpi</i>	1	1	0.7537	0.0816
<i>Malic</i>	1	1	0.5252	0.2260
<i>G₃pdh</i>	-0.1765	-0.0184	0.1344	1.6101
Mean	0.8364	0.9087	0.4419	0.3157

Genetik mesafe

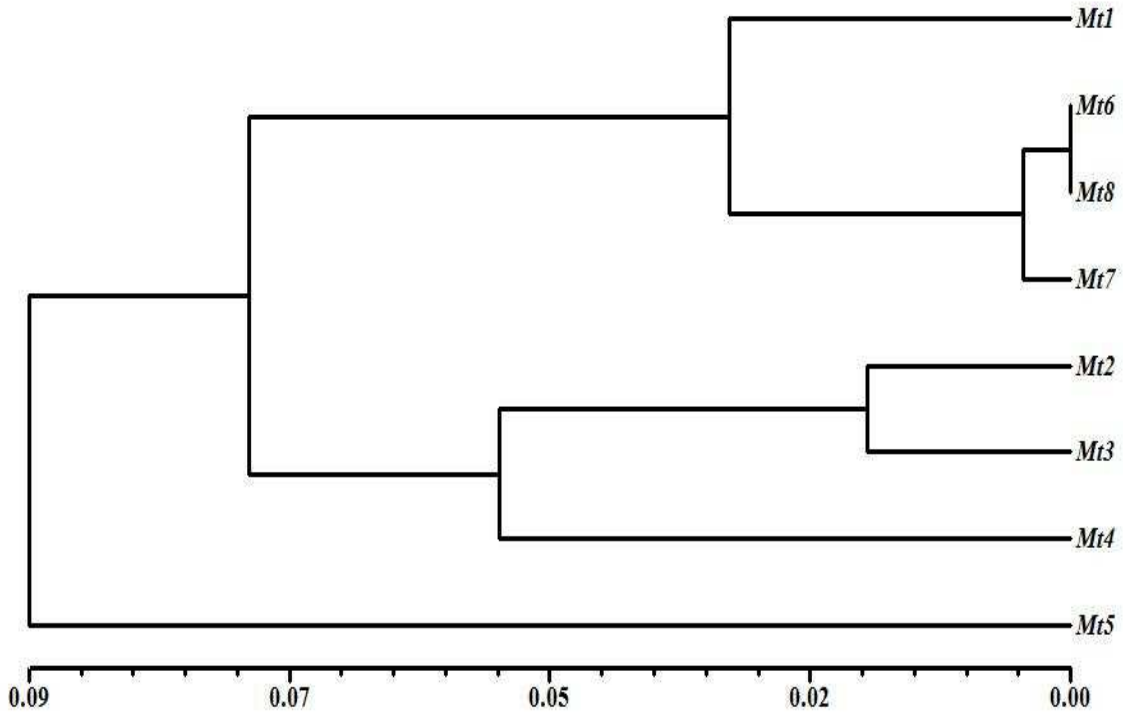
D değerleri kullanılarak NTSYS-pc programında veriler analiz edildi. Manhattan katsayısına göre mesafe matrisleri hesaplandı. UPGMA ve Neighbour joining küme analizleri yapıldı. *M. tristrami* popülasyonu 8 gruba ayrılarak kendi içerisinde değerlendirildi ve buna bağlı olarak yapılan analizlerle Tablo 6'da verilen farklılık matrisi ortaya çıkmıştır. *Meriones* cinsindeki tüm türler dikkate alınarak filogenetik değerlendirmede *M. tristrami*, *M. t. blackleri* ve *M. t. lycaon* altpopülasyonlarıyla analizlere dahil edildi, analizde *M. tristrami*'nin bu 2 alt popülasyonu ile birlikte diğer 4 türe (*M. persicus*, *M. dahlii*, *M. vinogradovi* ve *M. crassus*) ait değerler kullanıldı. Buna göre elde edilen farklılık matrisi değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

M. tristrami altpopülasyonlarına yönelik yapılan analiz sonucunun özetlendiği Tablo 6'da *M. tristrami*'nin Tosya (MT6) ve Manisa (MT8) popülasyonları birbirine en yakın popülasyonlar olarak görülmektedir (D= 0,003). Bu kümeye Karadağ (MT7) popülasyonu bağlanmış, bunu da Antep-Adana (MT1) popülasyonu bağlanmıştır. Batı Anadolu (MT2) ve Denizli (MT3) popülasyonları da birbirine çok yakındır (D= 0,020). Bu kümeye de Urfa (MT4) grubu bağlanmıştır. Iğdır örnekleri az sayıda örnekle temsil edildiklerinden dolayı dendograma dış grup gibi en dıştan bağlanmıştır. *M. tristrami* popülasyonu içerisinde 0,133'lük D değeri ile Iğdır (MT5) ve Urfa (MT4) birbirlerine en uzak popülasyonlardır. Bu matristen oluşturulan küme ağaçları Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.

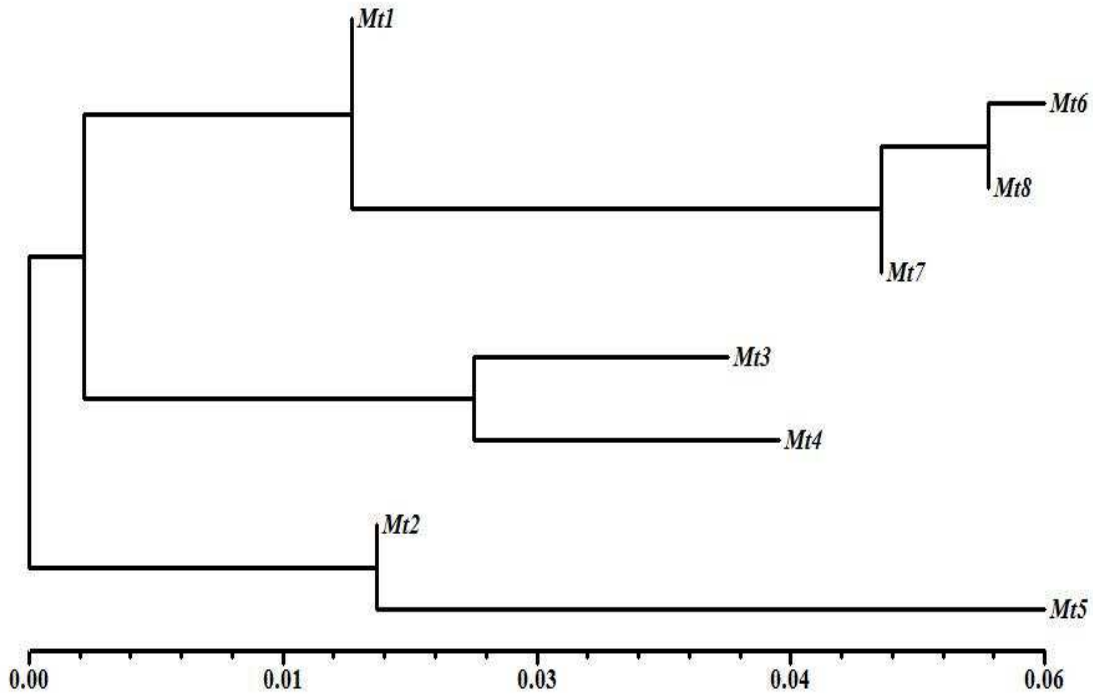
Tablo 6. *M. tristrami* alt populasyonları arasındaki farklılık (D) matrisi (Coef. Dist.)

	MT 1	MT 2	MT 3	MT 4	MT 5	MT 6	MT 7	MT 8
MT 1	0							
MT 2	0,024	0						
MT 3	0,057	0,020	0					
MT 4	0,076	0,069	0,031	0				
MT 5	0,039	0,029	0,076	0,133	0			
MT 6	0,037	0,079	0,102	0,074	0,124	0		
MT 7	0,025	0,062	0,085	0,076	0,104	0,006	0	
MT 8	0,031	0,066	0,085	0,064	0,117	0,003	0,008	0

(Mt1= Gaziantep, Adana, Mt2= Batı Anadolu, Mt3= Denizli, Mt4= Şanlıurfa, Mt5= Iğdır, Mt6= Tosya / Kastamonu, Mt7= Karadağ / Karadağ, Mt8= Turgutlu / Manisa)



Şekil 4. *M. tristrami* populasyonları arasındaki genetik akrabalığı gösteren UPGMA dendrogramı (Nei 1978'e göre) (Mt1: *M.tristrami*1, Mt2: *M.tristrami*2, Mt3: *M.tristrami*3, Mt4: *M.tristrami*4, Mt5: *M.tristrami*5, Mt6: *M.tristrami*6, Mt7: *M.tristrami*7, Mt8: *M.tristrami*8)



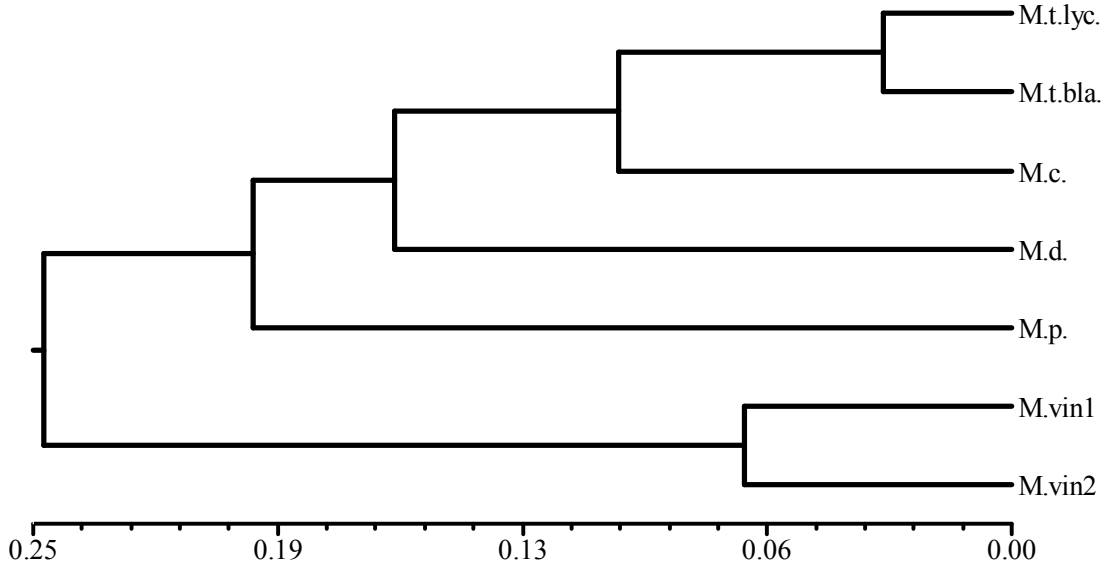
Şekil 5. *M. tristrami* populasyonları arasındaki genetik akrabalığı gösteren Neighbour joining dendrogramı (Nei 1978'e göre) (Mt1: *M.tristrami*1, Mt2: *M.tristrami*2, Mt3: *M.tristrami*3, Mt4: *M.tristrami*4, Mt5: *M.tristrami*5, Mt6: *M.tristrami*6, Mt7: *M.tristrami*7, Mt8: *M.tristrami*8)

Tablo 7'de belirtilen değerlere göre *M. t. lycan* ve *M. t. blackleri* birbirine en yakın populasyonlar olarak görülmektedir (D= 0,032). Bu gruplara *M. crassus* populasyonu bağlanmış, bunu da *M. dahlii* izlemiştir. *M. persicus*'ta *M. dahlii*'ye bağlanmıştır (D= 0.193). İkinci birbirlerine en yakın grup olan *M.vinogradovi*1 ve *M.vinogradovi*2 (D=0.068)'de oluşan bu kümeye bağlanmışlardır. *Meriones* cinsi içerisinde *M. t.l lycan* ve *M. vinogradovi*1 birbirlerine D= 0.292 değeriyle en uzak populasyonlardır. Bu matristen oluşturulan küme ağaçları Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.

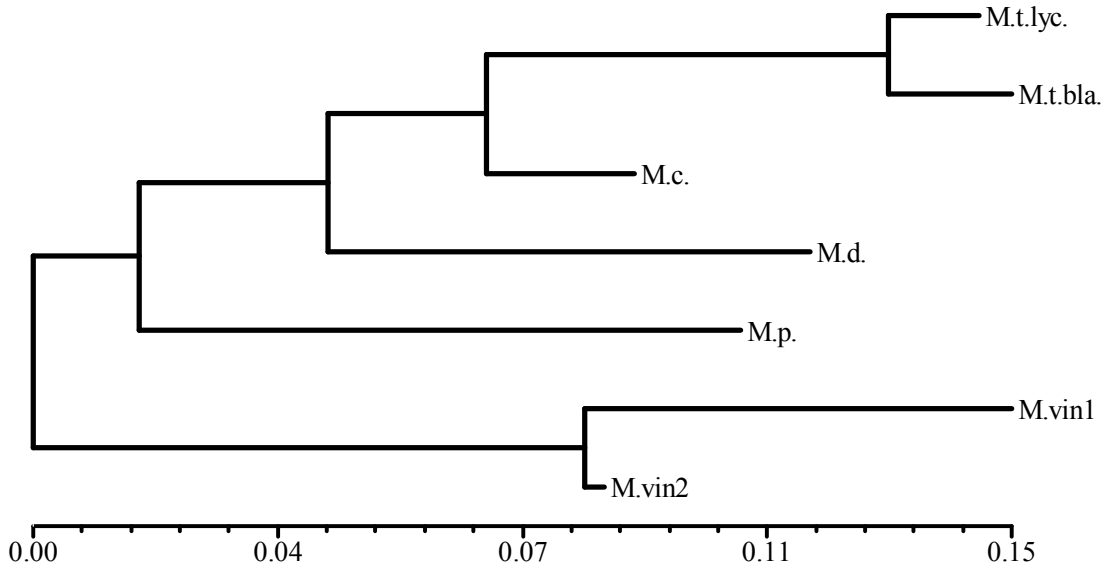
Tablo 7. Nei (1978)'e göre *Meriones* populasyonları arasındaki genetik benzerlik (I) ve genetik mesafe (D) matrisi (I, matrisin alt tarafı; D, matrisin üst tarafı)

	M.t.lyc	M.t.bla	M.vin1	M.vin2	M.c	M.p	M.d
M.t.lyc	0						
M.t.bla	0.032	0					
M.vin1	0.292	0.332	0				
M.vin2	0.276	0.281	0.068	0			
M.c	0.098	0.102	0.223	0.134	0		
M.p	0.216	0.164	0.277	0.175	0.200	0	
M.d	0.153	0.199	0.265	0.211	0.119	0.193	0

M.t.lyc: *M.t.lycan*, M.t.bla: *M.t.blackleri*, M.c: *M.crassus*, M.d: *M.dahlii*, M.p: *M.persicus*, M.vin1: *M.vinogradovi*1, M.vin2: *M. vinogradovi*2



Şekil 6. *Meriones* populasyonları arasındaki genetik akrabalığı gösteren UPGMA dendrogramı (Nei 1978'e göre) (M.t.lyc: *M.t.lycaon*, M.t.bla: *M.t.blackleri*, M.c: *M.crassus*, M.d: *M.dahlii*, M.p: *M.persicus*, M.vin1: *M.vinogradovi1*, M.vin2: *M. vinogradovi2*)



Şekil 7. *Meriones* populasyonları arasındaki genetik akrabalığı gösteren Neighbour joining dendrogramı (Nei 1978'e göre) (M.t.lyc: *M.t.lycaon*, M.t.bla: *M.t.blackleri*, M.c: *M.crassus*, M.d: *M.dahlii*, M.p: *M.persicus*, M.vin1: *M.vinogradovi1*, M.vin2: *M. vinogradovi2*)

V. SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Bu çalışmaya çöl sıçanları olarak bilinen step habitatlara adapte olmuş *Meriones* cinsine ait 5 türün genetik varyasyonu allozim verilerine göre ortaya konulmuştur.
2. Yine bu çalışmaya 1957 yılından beri Güneydoğu Anadolu'dan kaydedilemeyen *M. vinogradovi* türü ilk kez kaydedilmiştir. Bu sayede Türkiye'de Iğdır civarında ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere 2 altpopulasyonu olduğu saptanmıştır.
3. Polimorfik lokus yüzdesi türler arasında 8.33 den 29.17'ye değişim göstermektedir. En fazla polimorfizm *M.tristrami* türünün Şanlıurfa alt populasyonu ile, *Meriones vinogradovi* türünün Doğubeyazıt alt populasyonlarında gözlenmiştir.
4. Allozim verilerine göre *M.tristrami* ile *M.crassus* bir birine filogenetik olarak en yakın türler olarak ortaya çıkmıştır.
5. Morfolojik olarak *M.persicus* türünün diğer türlerden daha daha farklı olmasına rağmen allozim verileri genetik olarak en farklı türün *M.vinogradovi* olduğunu göstermiştir.
6. Anadolu steplerinde geniş yayılışa sahip *M. tristrami* altpopulasyonlar arasında genetik varyasyonun fazla olmasına karşın, lokalitelere arasında gen göçünün az olduğu, bu durumun zaman heterozigot eksikliğine yol açabileceği ve buna bağlı olarak habitat kayıpları ve tarım zehirleri ile yapılan mücadele sonunda zamanla populasyonun tehdit altına girebileceği öngörülmektedir.

VI. KAYNAKLAR

- Alston, E. 1876. On the classification of the order Glires. Proceedings of the Zoological Society of London: 61-98.
- Atallah, S. I. 1977. Mammals of the eastern Mediterranean region: their ecology, systematics and zoogeographical relationship. Z. Säugetierkunde., 26: 1-50.
- Ayala, F.J., Powell, J.R., Tracey, M.L., Maurano, C.A. and Perez-Salas, S. 1972. Enzyme variability in the *Drosophila willistoni* Group. IV. Genic variation in natural populations of *Drosophila willistoni*. Genetics 70: 113-139.
- Baltazard, M., Bahmanyar, M., Mostachfi, P., Eftekhari, M. and Mofidi, C. 1960. Recherches Sur la peste en Iran. Bull. World Health Org., 23: 141-155.
- Benazzou, T., Viegus Pequignot, E., Petter, F., et Dutrillaux, B. 1982. Phylogénie chromosomique de quatre espèces de *Meriones* (Ronqueur, Gerbillidae). Ann. Génét. 25(1): 19-24.
- Benazzou, T. 1984. Contribution à l'étude chromosomique et de la diversification biochimique des Gerbillidés (Rongeurs). Ph.D. Thesis, Université de Paris XI, France.
- Black, W.C. 1997. A Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in Genetics. Modification of original version (BIOSYS-1) by David L. Swofford and Richard B. Selander. Available at: wcb4@lamar.colostate.edu
- Bukie, A.P. and Smith, R.H. 1994. Rodent pests and their control, CAB int. Pres 405 pages, London.
- Chaline, J., Mein, P. and Petter., F. 1977. Les grandes lignes d'une classification évolutive des Muroidea. Mammalia, 41: 245-252.
- Carleton, M. and Musser, G. 1984. Muroid rodents. Pp. 289-379 in S. Anderson, J. K. Jones Jr., eds. Orders and Families of Recent Mammals of the World. New York: John Wiley and Sons.
- Chaworth-Musters, J.L. and Ellermann, J.R. 1948. A revision of the genus *Meriones* Proceedings of the general meetings for scientific Zoological Society, 1243: 478-504.
- Chevret, P. and Dobygny, G. 2005. Systematics and evolution of the subfamily Gerbillinae (Mammalia, Rodentia, Muridae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 35: 674-688.
- Cobert, G.B. 1978. The mammals of the Palearctic region: a taxonomic review. Brit. Mus. Nat. Hist. London/Carnell. Univ. Pres. p: 314.
- Coşkun, Y. 1999. Diyarbakır *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillidae) örneklerinin morfolojik özellikleri. Tr. J. of Zool. 23: 345-355.
- Çolak, R., Yiğit, N., Çolak, E., Gattermann, R. and Neumann, K. 2002. SDS-PAGE Patterns of Blood Serum Proteins in some Species of the Genus *Meriones* (Mammalia: Rodentia). Turk J Zool., 26: 177-181.
- Danford, C.G. and Alston, E.R. 1880. On the mammals of Asia Minor. Part II., Proc. Zool. Soc., 1880: 50-64.

- Del Lama, M.A., Figueiredo, R.A., Soares, A.E.E. and Del Lama, S.N. 1988. Hexokinase polymorphism in *Apis mellifera* and its use for Africanized honeybee identification, Rev. Brazil. Genet., Vol. 11, pp, 287-297.
- Dempster, E. and Perrin. M. 1989. Maternal behavior and neonatal development in three species of Namib Desert rodents. Journal of Zoology, 218 (3): 407-420.
- Demirsoy A. 2002. Genel Zoocoğrafya ve Türkiye Zoocoğrafyası "Hayvan Coğrafyası". Meteksan. ISBN: 975-7746-33-9.
- Demirsoy, A., Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M. and Karataş, A. 2006. Rodents of Türkiye. Meteksan co. Ankara, ISBN: 9944-5560-0-9.
- Ellerman, J. R. 1941. The families and genera of living rodents. British Museum Vol. 2, xii p: 690. London.
- Ellerman, J.R. and Morrison – Scott, T. C. S. 1951. Checklist of Palearctic and Indian Mammals. 1758 to 1946. Brit. Mus. Nat. Hist. London page: 810
- Ellermann, J.R. 1948. Key to the Rodents of south-west Asia in the British Museum collection. Proc. Zool. Soc. Lond. , 118; 765-816.
- Felten, H., Spitzenberger, F. and Storch, G. 1971. Zur Kleinsäugerfauna West-Anatoliens. Teil 1. Senckenberg. biol., 52: 393-424.
- Filipucci, M.G., Krystufek, B., Simson, S., Kurtonur, C., and Özkan, B. (1994) Allozymic and biometric variation in *Dryomys nitedula* (Pallas, 1779). Proc. II Conf. on Dormice (Rodentia, Myoxidae). Hystrix, 6 (1 - 2): 127 - 126.
- Ford, G.E. and Hamerton, J.L. 1956. A colchicine hypotonic-citrate, squash sequence for mammalian chromosomes. Stain Tec. 31: 247-254
- Gattermann, R., Gattermann, E.M., and Harnisch, CH. 1986. Vergleichende Laboruntersuchungen an den Rennmäusen *Meriones unguiculatus* and *Meriones meridianus*. Erforsch. Boil. Ress. MVR, Halle (Saale). 5: 33-40.
- Haldane, J.B.S. 1954. A test for randomness of mating. Journal of Genetics, 52, 631–635.
- Harris, H. and Hopkinson, D.A. 1976. Handbook of enzyme electrophoresis in human genetics. American Elsevier, New York.
- Harrison, D.L. 1972. The Mammals of Arabia: Lagomorpha and rodentia. Vol. 3. Ernest Benn Ltd. London.
- Harrison, D.L., and Bates, P.J.J. 1991. The Mammals of Arabia. Second edition. Harrison Zoological Museum Publication, Severoaks Kent. England.
- Hillis, D.M. and Moritz, C. 1990. Molecular Systematics. Sinauer Associated Inc., Sunderland, MA USA.

- Jansa, S. and Weksler, M. 2004. Phylogeny of muroid rodents: relationships within and among major lineages as determined by IRBP gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 256-276.
- Kefelioglu, H. 1995. Türkiye *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Mammalia: Rodentia) lerinin taksonomik durumu ve karyolojik özellikleri. *Tr. J. of Zoology*, 21(1): 57- 62.
- Kock, D. 1998. The gerbils and jirds of Syria. *Senckenbergiana biologica*, 77(2): 117-122.
- Lay, D.M., Agerson, K., Nadler, C.F. 1975. Chromosomes of some species of *Gerbillus* (Mammalia; rodentia) *Zeitschrift fuer Säugetierkunde* 40: 141-50.
- Lehman, E. 1969. Eine neue Säugetier auf sammlung aus der Türkei in Museum Koenig (Kumerloeve-Reise (1968)). 314-315.
- Levene, H. (1949) On a matching problem arising in genetics. *Annals of Mathematics and Statistics*, 20, 91-94.
- Masumi, S., Kazumi, I., Haruhiro, Y., Kazuhiro, S. 1996. Electrophoretic Study of Lactate Dehydrogenase and Alkaline Phosphatase Isoenzymes of the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*), *J. Vet. Med. Sci.* 58(5): 401-406.
- Matthey, R. 1957. Cytologie et taxonomie du genre *Meriones*, Illiger. *Säugetierk. Mitt.*, 5: 145-150.
- Mayr, E., Linsley, G.E., and Usiger L.R. 1953. *Method and Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill Book Company Inc. USA.
- McDonald, J.H. 1985. No bad Gels, Starch gel electrophoresis fort he masses. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook, NY 11794.
- Michaux, J.A. Reyes, F. Catzefflis. 2001. Evolutionary history of the most speciose mammals: Molecular phylogeny of muroid rodents. *Molecular Biology and Evolution*, 18(11): 2017-2031.
- Miller, G., J. Gidley. 1918. Synopsis of supergeneric groups of rodents. *Journal of the Washington Academy of Science*, 8: 431-448.
- Misonne, X. 1957. Mammifères de la Turquie Sub-orientale et du nord de la Syrie. *Mammalia*, 21: 53-67.
- Musser, G.M. Carleton. D.E. Wilson, D. M. and Reeder, E. 2005. *Mammal Species of the World*. Baltimore and London: Superfamily Muroidea. The Johns Hopkins University Press.
- Nadler, C.F. and Lay, D.M., 1967. Chromosomes of some Species of *Meriones* (Mammalia : Rodentia). *Z. Säugetierkunde*, 32(8): 285-291.
- Nei, M. 1978. *Molecular population genetics and evolution*, Amsterdam (North Holland Publ. Co.)
- Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- Nei, M. and Chesser, R.K. 1983. Estimation of Fixation indices and gene diversities. *Ann. Human Genet.* 47: 253-259.
- Neuhäuser, G. 1936. Die Muriden von Kleinasien. *Zeit. Säugetierk.*, volume: 11: 161-236.

- 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. *Bio. J. of the Linnean Society*. 54: 203-229.
- Nevo, E. 1978. Genetic variation in natural populations: patterns and theory. *Theor. Pop. Biol.* 13, 121-177.
- Nevo, E., Filippucci, M., G. and Beiles, A. 1994. Genetic polymorphisms in subterranean mammals (*Spalax ehrenbergi* superspecies) in the Near East revisited: patterns and theory.
- Nowak, R. 1999. *Walker's Mammals of the World, vol. 2*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- Ognev, S.I. 1947. Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries. Vol. V. Rodents. Moscovia, 1-662.
- Osborn, D.J. 1964. Rodents of the subfamilies Murinae, Gerbillinae and Cricetinae from Turkey. *Journal Aegyptian Pub. Health Assoc.*, 40: 401 – 424.
- Osborn, D.J. and Helmy, I. 1980. The contemporary land mammals of Egypt (including Sinai). *Fieldiana Zoology*. 5: 1-579.
- Patton, J.L. 1967. Chromosome studies of certain pocket mice, genus *Perognathus* (Rodentia: Heteromyidae). *J. Mammalogy*. 48(1): 27-37.
- Poulik, M.D. (1957). Starch gel electrophoresis in a discontinuous system of buffers. *Nature*, 180; 1477-1479.
- Qumsiyeh, M.B. 1986. Schlitter D. A., and Disi, A. M., New records and karyotypes of small mammals from Jordan. *Zeitschrift Säugetierk.* 51(3): 139-149.
- Qumsiyeh, M.B. and Chesser, R.K. 1988. Rates of Protein, Chromosome and Morphological Evolution in Four Genera of Rhombomyine Gerbils. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol. 16, No. 1, pp. 89-103, Printed in Great British.
- Rohlf, J.F. 1992. NTSYS-pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 2.1, Exeter Publishing, LTD, New York.
- Rohlf, F.J. 2000. NTSYS – pc, version 2.1. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Exeter Publishing, LTD. New York.
- Shaw, R.C and Prasad, R. 1970. Starch Gel Electrophoresis of Enzymes- A Compilation of Recipes. *Biochemical Genetics*. 4: 297-320.
- Simpson, G. 1945. The principles of classification and a classification of mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 85: 1-350.
- Sinai, P., Krasnov, B., Shenbrot, G. and Choshniak. I. 2003. Ecology and behaviour of the lesser Egyptian gerbil (*Gerbillus gerbillus*) (Rodentia: Gerbillidae) from the Negev highlands and Arava valley, Israel. *Mammalia*, 67 (1): 1-14.
- Slatkin, M. and Barton, N. (1989) A comparison of three indirect methods for estimating average level of gene flow. *Evolution*, 43, 1349–1368.

- Sokal, R.R. and Sneath, P.H.A. 1963. Principles of numerical taxonomy. W.H. Freeman, San Francisco: 1-359.
- Steppan, S., Adkins, R. and Anderson, J. 2004. Phylogeny and divergence-date estimates of rapid radiations in muroid rodents based on multiple nuclear genes. *Systemic Biology*, 53(4): 533-553.
- Swofford, D.L. and Selander, R.B. 1989. BIOSYS-1. A Computer Program for the Analysis of Allelic Variation in Population Genetics and Biochemical Systematics. Illinois Natural History Survey, Champaign.
- Thomas, O. 1892. Description of a new species of *Meriones* from Palestine. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 9: 147-149.
- Thomas, O. 1903. On two new Muridae from Smyrna. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 9: 188-190.
- Thomas, O. 1919. Notes on Gerbils referred to the Genus *Meriones* with Descriptions of new species and subspecies. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 9: 263-273.
- Tullberg, T. 1899. Über das system der nagethiere: eine phylogenetische studie. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, 3: 1-514.
- Weir, B.S. and Cockerham, C.C. (1984) Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38, 1358–1370.
- Wilson, K. and Goulding, K.H. 1986. A biologist's guide to principles and techniques of practical biochemistry, ELBS, 3rd Edition, London. 396p.
- Wilson, E. and Reeder, M.D. 1993. *Mammal Species of the World, A taxonomic and Geographic Reference*, Second Ed. Smithsonian Institution Press Washington and London.
- Wright, S. (1951) The genetical structure of populations. *Annals of Eugenics*, 15, 323–354.
- Wright, S. (1965) The interpretation of population structure by F-statistics with special regard to systems of mating. *Evolution*, 19, 395–420.
- Wright, S. 1978. *Evolution and the Genetics of Populations, Vol. 4. Variability Within and Among Natural Populations*. University of Chicago, Chicago.
- Yiğit, N., Kankılıç, T., Çolak, R., Çolak, E., Gatterman, R., Neumann, K., Öztürk, Ş. and Moradi, M.G. 2007. Allozyme Variations and Genetic Differentiation in *Mesocricetus brandti* Nehring 1898 and *Mesocricetus auratus* (Waterhouse, 1839) (Mammalia: Rodentia). *Tr. J. of Zool.* (Baskıda).
- Yiğit, N. 1995. Türkiye'deki *Meriones* Illiger, 1811 (Mammalia: Rodentia) Cinsinin Taksonomik Durumu ve Yayılışı. *Ank. Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi*, Ankara.
- Yiğit, N., Kıvanç, E. and Çolak, E. 1997. Türkiye'deki *Meriones* Illiger, 1811 (Rodentia; Gerbillinae) türlerinin teşhis karakterleri ve yayılışı. *Tr. J. Zool.*, 21: 361-374.

- Yiğit, N., Kıvanç, E. and Çolak, E. 1998a. Contribution to taxonomy and karyology of *Meriones meridianus* (Pallas, 1773) and *Meriones crassus* Sundevall, 1842 (Rodentia: Gerbillinae) from Turkey. *Z. Säugetierkunde*, 63: 311-314.
- Yiğit, N., Kıvanç, E. and Çolak, E. 1998b. Taxonomic status of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) in Turkey. *Zoology in the Middle East*. 16: 19-30.
- Yiğit, N. and Çolak, E. 1998c. A new subspecies of *Meriones tristrami* Thomas, 1892 (Rodentia: Gerbillinae) from Kilis (Southeastern Turkey); *Meriones tristrami kilisensis* subsp. n. *Tr. J. of Zool.* 22: 99-103.
- Yiğit, N., and Çolak, E. 1999. A study on taxonomy and karyology of *Meriones persicus* (Blanford, 1875) (Mammalia: Rodentia) in Turkey. *Tr. J. of Zoology*, 269-274.
- Zaïme, A.K., Pascal, M. 1988. Recherche d'un indice craniométrique discriminant deux espèces de mériones (*Meriones shawi* et *M. libycus*) vivant en sympatrie sur le site de Guelmime (Maroc). *Mammalia*. 52, 4, 575-582.

VII. EKLER

a) Mali Bilanço ve Açıklamaları

Bu projenin mali bilanço tablosu aşağıda verilmiştir.

Proje no	Bütçe kodu	Ödenek Adı	Gelir miktarı	Gider Miktarı	Proje bütçesinde kalan toplam miktar
09H4240003	2-03-2	Tüketime yönelik mal ve hizmet alımları	6.779,00	5.572,00	1.207,00
09H4240003	6-03-5	Hizmet alımları	1.121,00	1.121,00	,00
			7.900,00	6.693,00	1.207,00

b) Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Bu başlık altında alım yapılmamıştır.

c) Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar (varsa Kesim III'de yer almayan analiz ayrıntıları)

Kesim III'de verilenlerin dışında herhangi bir analiz yapılmamıştır.

d) Sunumlar (bildiriler ve teknik raporlar) (Altyapı Projeleri için uygulanmaz)

Bu proje kapsamında sunum yapılmamıştır.

e) Yayınlar (hakemli bilimsel dergiler) ve tezler (Altyapı Projeleri için uygulanmaz)

Bu proje kapsamında yayın/tez yapılmamıştır.