

# Mikrosatellitlerin Önemi ve Kullanım Alanları

Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU\*, Okan ERTUĞRUL\*\*

**Öz:** Ko-dominant belirteçlerden olan mikrosatellit DNA lokusları; 2-6 nükleotit uzunlukta kısa, tekrarlanan ve polimorfik özellikte DNA dizilerini ifade etmektedir. Mikrosatellit DNA belirteçleri; popülasyon düzeyindeki araştırmalarda son derece kullanışlıdır. Bu bağlamda; popülasyon yapısı analizleri, genetik varyasyon tahminleri, ebeveyn tayini ve pedigrî çalışmaları, gen haritalarının çıkarılması, popülasyonlar arası genetik benzerlik ve farklılıkların belirlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Gelişen gen teknolojisine bağlı olarak mikrosatellit belirteçlerin hayvan genetiği alanında kullanımı her geçen gün artmaktadır. Bu teknolojilere ilişkin çalışmalar dikkate değerdir ve oldukça ilgi uyandırmaktadır. Hayvan genetiği alanında özellikle gen kaynakları koruma programlarında, ön moleküler tanımlama için bu belirteçlerin kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu derlemede mikrosatellit belirteçleri hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır.

**Anahtar sözcükler:** DNA belirteçleri, kodominat, mikrosatellit.

## Importance and Usage of Microsatellites

**Abstract:** Microsatellites loci which are co-dominant markers are short (2-6 nucleotides) and repetitive, additionally it has got polymorphic character. Microsatellites DNA markers are extremely useful in research on population levels. In this respect, microsatellites are used in many areas such as, the analysis of population structure, genetic variation estimates, parenteral identification, pedigree studies, gene mapping, determination of genetic similarities and differences among populations. Depending on the development in gene technology, using of microsatellite markers in the animal genetics research area increasing with in every day. Scientific researches relating to this technology is remarkable and raises considerable interest. The scientific research area of animal genetics, particularly in conservation of genetic resources programmes, using of these markers for preliminary molecular identification has great importance. This review, were aimed to provide information about microsatellites.

**Key words:** DNA markers, co-dominant, microsatellite.

## Giriş

Son yıllarda DNA üzerinde yapılan araştırmalarda; DNA'daki bazların ve baz dizilişlerinin birbiri ardı sıra tekrar ettiği belirlenmiştir. DNA, sezyum klorid yoğunluk gradienti içinde santrifüj edildiğinde; 1.701g. cm<sup>-3</sup> de ana bant oluşur. Bu DNA'nın esas bölümünü gösterir. Buna ek olarak; GC içeriklerinin düşük olması nedeniyle daha az yoğun olan üç ek bant daha vardır (satellitler). Bunlar; 100-6500 baz çifti (bç) tekrarlı DNA, 10-20 bç tekrarlı minisatellitler ve 2-6 bç tekrarlı mikrosatellitlerdir. Tekrarlayan diziler genellikle kodlanmayan (noncoding) bölgelerde bulunurlar. Mikrosatellitler; en sık görülen tekrarlayan DNA dizileridir (28). Tekrarlayan bu nükleotit dizileri; kromozomal sentromeri çevreledikleri için "satellit (uydu)" ismini almışlardır (7,29).

Ko-dominant belirteçlerden olan mikrosatellit DNA lokusları; 2-6 nükleotit uzunlukta kısa, tekrarlanan DNA dizilerini ifade etmektedir (7,13). Mikrosatellitler; basit dizi tekrarları (Simple Sequence Repeats, SSR) ya da kısa ard arda tekrarlar (Short Tandem Repeats, STR) olarak da adlandırılırlar (1,7).

Mikrosatellitler ilk olarak 1980'li yıllarda keşfedilmiştir (1). Polimorfik bir lokusta tekrarların sayısı 5'ten 100'e kadar değişebilmektedir. Mikrosatellit polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) ürünleri her bir lokusa göre değişen ve genel olarak 75 ile 300 baz çifti uzunluğu arasındadır (1).

Basit, ard arda tekrarlanan di-, tri- nükleotit dizilerinin genomda polimorfik oldukları ortaya konulmuştur. Bu dizilerin tekrarlanma sıklıkları yani frekansları yüksek oranda polimorfizm gösterirler ve bu diziler genom boyunca rastgele dağılmışlardır. Bu özellikleri dolayısıyla mikrosatellitler gen haritalama çalışmalarında kullanılabilirlerdir (15). Küçük popülasyonlarda ve nesli tükenen türlerde bile yüksek derecede polimorfik olmaları, mikrosatellitlerin başlıca üstünlüklerinden biridir. Bu yüksek polimorfizm; yüksek mutasyon oranından kaynaklanmaktadır (1). Genomun diğer bölgelerine göre

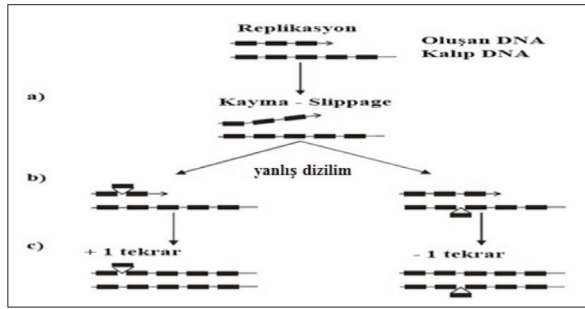
\* Arş. Gör. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootehni AD, 15100, Örtülü - Burdur

\*\* Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, 06110, Dışkapı - Ankara

mikrosatellitlerdeki kısa dizi tekrarları, tekrar bölgelerinin büyüklüğü, tekrar sayıları, DNA tekrar bölgelerindeki transkripsiyonun sıklığı ve varyant tekrarlarının varlığından dolayı mutasyon oranı daha yüksektir (22,33).

Mikrosatellit lokuslarında mutasyona sebep olan önemli iki mekanizma; DNA replikasyonu sırasında oluşan hatalar ve mikrosatellit tekrarlarında eşit olmayan crossing-overdir (1).

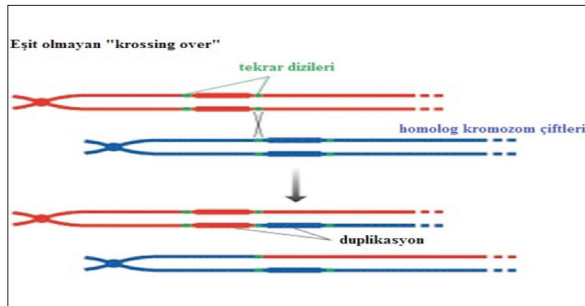
Maya ve E.coli üzerinde yapılan çalışmalarda, mikrosatellitlerde oluşan mutasyonların meydana gelme sürecinde asıl etkili olan mekanizmanın kayma (slippage) olduğu ortaya konmuştur (17). Replikasyon kayması olarak bilinen bu durum tekrar bölgesinin replikasyonu sırasında oluşur. Kayma sonrası, replikasyon devam ederken oluşan DNA, kalıp DNA'ya göre ya kısa ya da uzun olur. Sonuç olarak, mikrosatellitler birkaç tekrar kazanır ya da kaybeder (Şekil 1) (11,20).



**Şekil 1:** Polimeraz enziminin kayması sonucu mikrosatellitlerde oluşan mutasyon. a) Replikasyon sırasında DNA polimerazda oluşan kayma b) kalıp ya da oluşan DNA'da yanlış dizilim c) Replikasyonun devam etmesi ve eksik ya da fazla tekrar oluşması (11)

**Figure 1:** Result of slips of the polymerase enzyme which mutation occurs in microsatellites. a) Slippage of DNA polymerase during replication b) Wrong DNA sequencing in patterns c) Formation of more or little repeats for replication going on.

Mutasyona neden olan diğer mekanizma; homolog kromozomlardaki mikrosatellit tekrarlarında crossing-over sırasında tam olmayan bir eşleşmenin olmasıdır. Bu; homologlar arasındaki iyi olmayan eşleşmelerin; tekrar sayılarının artışından kaynaklandığını akla getirmektedir (11) (Şekil 2).

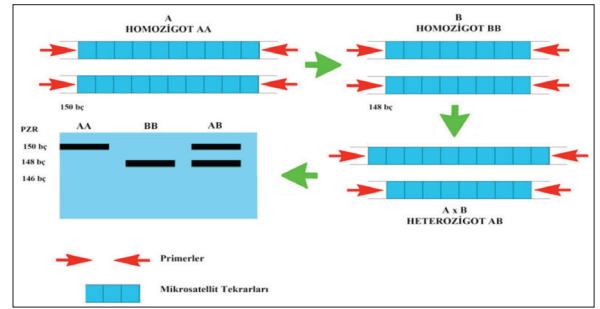


**Şekil 2:** Eşit olmayan "crossing over" (2)

**Figure 2:** Unequal "crossing-over"

Mikrosatellitler ko-dominant kalıtım özelliği göstermeleri (31), lokusa özgü olmaları (9), genom içinde düzgün ve geniş yayılım göstermeleri (18,31), yüksek mutasyon oranı (34) ve genom hakkında diğer moleküler belirteçlere göre daha fazla bilgi vermeleri (31) yanında PZR'a dayalı bir teknik olmasından dolayı çok tercih edilen ve birçok türde kullanılan bir DNA belirteçidir.

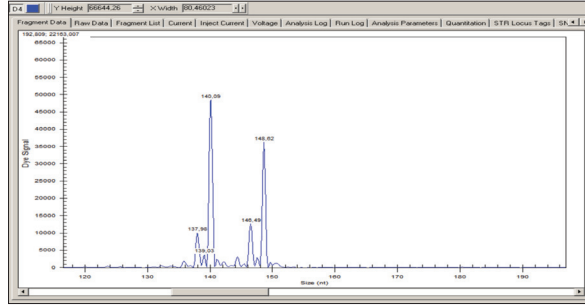
Genom içerisinde ki mikrosatellit lokusları; oligonükleotit primerler kullanılarak PZR aracılığıyla yükseltgenebilir. Bir popülasyonda; mikrosatellit lokuslarının PZR yöntemiyle çoğaltılması ve jel elektroforezinde yürütülmesi sonucunda, heterozigot ve homozigot bireylere ait molekül ağırlıklarına göre yayılarak oluşan bantlar jel üzerinde görüntülenebilmektedir (Şekil 3). Heterozigot bireylere ait PZR ürünleri iki bant, homozigot bireylere ait PZR ürünleri ise tek bant olarak görüntülenirler (12).



**Şekil 3:** Bir popülasyondaki homozigot ve heterozigot bireylere ait mikrosatellit lokuslarının PZR ile çoğaltılması sonucunda elde edilen bantların jel elektroforezi yardımıyla görüntülenmesi. **Figure 3:** Visualization of microsatellite locus bands in electrophoresis gel with PCR, obtained from individuals which are homozygous or heterozygous.

Bir canlı; biri anneden diğeri babadan gelen kromozomlar bakımından her ikisinde de benzer sayıdaki mikrosatellit bölgelerine sahip ise yani; bu bölgeler bakımından homozigot ise (A ve B) PZR sonucunda çoğalan bu mikrosatellit bölgesi jel üzerinde tek bir bant olarak görülür (Şekil 3, AA ve BB'nin görüntüsü). Şekil 3'te A bireyi; 150 bp uzunlukta ve B bireyi ise 148 bp uzunlukta bant oluşturmaktadır. Bu bantlar jel üzerinde kalın tek bir bant olarak görülebilmektedir. Ancak heterozigot birey anne ve babadan gelen kromozomlarda farklı uzunlukta mikrosatellit bölgeleri içerdiği için; PZR ile elde edilen mikrosatellit bölgesine ait DNA bantlarının elektroforezi sonucunda iki farklı uzunlukta bant oluşur ve jel üzerinde çift bant olarak görülür (Şekil 3, AB'nin görüntüsü). Mikrosatellitler, jel elektroforezi ile görüntülenebildikleri gibi otomatik dizi analiz cihazlarında fragment analizi yapılarak bilgisayar sisteminde özel analiz programlarıyla uzunluğu bilinen standart örnek yardımıyla da analiz edilebilmektedirler. Kapiller elektroforez sisteminin kullanıldığı bu teknikte; sonuçlar allel uzunluklarını gösteren pikler şeklinde elde edilmektedir. Bir mikrosatellit lokusuna ait fragment analiz sonucu Şekil 4'te görülmektedir. Mavi renkte görülen pikler allelleri ifade etmektedir ve heterozigot (140,09-148,62) bir

birey işaret edilmektedir.



**Şekil 4:** Heterozigot bir bireye ait mikrosatellit lokusu fragment analizi sonucu.

**Figure 4:** Results of microsatellite locus fragment analysis in a heterozygous individual.

Polimeraz zincir reaksiyonu ve çeşitli moleküler uygulamaların yaygınlaşması ile birlikte SNP, mtDNA, Y kromozomu, RAPD, RFLP, AFLP ve mikrosatellitler gibi çok

farklı moleküler belirteçlerin kullanıldığı teknikler geliştirilmiştir. Bu belirteçler birçok hayvan türünde çeşitli amaçlara yönelik olarak başarıyla ve sıklıkla kullanılmaktadır. Çiftlik hayvanlarında genetik çeşitliliğin belirlenmesi ile ilgili olarak; Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO); İkinci Ulusal Çiftlik Hayvanları Genetik Kaynaklarının Yönetimi Planı'nda (Secondary Guidelines for Development of National Farm Animal Genetic Resources Management Plans) mikrosatellitlerin kullanılmasını önermiştir. Bu kararın sonucu olarak da FAO, çiftlik hayvanlarının genetik karakterizasyonunu Çiftlik Hayvanları Genetik Farklılığı Ölçüm Sistemi (Measurement of Domestic Animal Diversity, MoDAD) programı ile koordine etmektedir (12). Bu program çerçevesinde; polimorfik oldukları belirlenen ve yaygın olarak bütün ırklarda gözlenen bazı mikrosatellit belirteçleri yayınlanmıştır. Bu belirteçler; Uluslararası Hayvan Genetiği Derneği (International Society of Animal Genetics, ISAG) tarafından oluşturulan ekiplerce ve birçok çiftlik hayvanı türünde denenmiştir. Bu mikrosatellit lokusları Tablo 1'de listelenmiştir.

**Tablo 1:** Türler göre ISAG'm önerdiği mikrosatellit belirteçleri (19).

**Table 1:** Microsatellite markers for species recommended by ISAG.

SİĞİR	MANDA	YAK	KEÇİ	KOYUN	DOMUZ	AT	EŞEK	TAVUK	DEVEGİLLER
INRA003	CSSM033	AGLA293	SRCRSP5	MAF65	S0026	HMS07	HMS07	ADL0268	CMS9
INRA005	CSSM038	BM1824	MAF065	OarFCB193	S0155	HMS06	HMS06	MCW0206	CMS13
ETH225	CSSM043	BM2113	MAF70	OarJMP29	S0005	HTG07	HTG07	LEI0166	CMS15
ILST005	CSSM047	CSSM066	SRCRSP23	OarJMP58	Sw2410	AHT05	AHT05	MCW0295	CMS17
HEL5	CSSM036	ETH152	OarFCB48	OarFCB304	Sw830	HTG04	HMS03	MCW0081	CMS18
HEL1	CSSM019	ETH225	INRA023	BM8125	S0355	HMS02	HMS02	MCW0014	CMS25
INRA035	CSSM060	HEL1	SRCRSP9	OarFCB128	Sw24	ASB02	HTG06	MCW0183	CMS32
ETH152	CSSM029	HEL5	OarAE54	OarCP34	Sw632	HMS03	HTG10	ADL0278	CMS50
INRA023	CSSM041	HEL13	SRCRSP8	OarVH72	Swr1941	HTG06	AHT04	MCW0067	CMS121
ETH10	CSSM057	ILSTS008	SPS113	OarHH47	Sw936	HTG10	ASB17	MCW0104	CVRL01
HEL9	BRN	ILSTS028	INRABERN172	DYMS1	S0218	AHT04	ASB23	MCW0123	CVRL02
CSSM66	CSSM032	INRA005	OarFCB20	SRCRSP1	S0228	VHL20	LEX33	MCW0330	CVRL05
INRA032	CSSM008	MGTG4B	CSR247	SRCRSP9	Sw122	ASB17	LEX34	MCW0165	CVRL06
ETH3	CSSM045	MGTG7	McM527	MCM140	Sw857	ASB23	SGCV28	MCW0069	CVRL07
BM2113	CSSM022	TGLA53	ILSTS087	MAF33	S0097	LEX33	LEX68	MCW0248	LCA66
BM1824	CSSM046	TGLA57	INRA063	MAF209	Sw240	UCDEQ425	COR058	MCW0111	VOLP03
HEL13	CSSM013	TGLA73	ILSTS011	INRA063	IGF1	LEX34	COR069	MCW0020	VOLP08
INRA037	ETH003	TGLA122	SRCRSP7	OarFCB20	Sw2406	SGCV28	VHL209	MCW0034	VOLP10
BM1818	CSSM061	TGLA126	ILSTS005	BM1329	Sw72	COR058	ASB02	LEI0234	VOLP32
ILST006	BMC1013	TGLA227	SRSRSP15	MAF214	S0226	COR069	HMS20	MCW0103	VOLP67
MM12	DRB3	ETH185	SRCRSP3	ILSTS11	S0090	VHL209	COR007	MCW0222	YWLL08
CSRM60	CSSM062	ILSTS013	ILSTS029	OarFCB226	Sw2008	COR007	LEX54	MCW0016	YWLL09
ETH185	CSSME070	ILSTS050	TGLA53	ILSTS28	Sw1067	LEX54	LEX73	MCW0037	
HAUT24	ETH121	SPS115	ETH10	MAF70	S0101	LEX73	COR022	MCW0098	
HAUT27	ILSTS033	BM861	MAF209	BM1824	Sw1828	COR022	LEX63	LEI0094	
TGLA227	ILSTS005	BYM-1	INRABERN185	HUJ616	S0143	LEX63	COR018	MCW0284	
TGLA126	ILSTS030	INRA189	BM6444	OarCP38	S0068	COR018	COR071	MCW0078	
TGLA122	ILSTS008		P19(DYA)	ILSTS5	S0178	COR071	HMS45	LEI0192	
TGLA53	RM009		TCRVB6	OarAE129	Sw911	HMS45	NVHEQ054	ADL0112	
SPS115	HMH1R		DRBP1	SRCRSP5	S0002	COR082	COR082	MCW0216	
				MCM527					

Bu mikrosatellit lokuslarının yapılacak çalışmanın amacına göre; farklı kromozom bölgeleri üzerinde olmaları (10), yüksek polimorfik özellikte olmaları (10), yüksek heterozigotluk düzeylerine sahip olmaları (30), allel sayılarının 4 ve üzerinde olmaları (3) ve ISAG ve FAO tarafından önerilmiş olmaları (10, 21) gibi özelliklere sahip olmaları gerekmektedir.

Mikrosatellit belirteçleri; genetik haritalama (4,35), ebeveyn tayini (paternity test) ve pedigrî çalışmaları (5,14,25), akrabalı yetiştirmelerin (inbreeding) seviyesi ve etkisinin belirlenmesi (8,20,26), popülasyonların evrim tarihi çalışmaları (6,24), gen kaynaklarının korunması çalışmaları (16,21,23), genetik çeşitliliğin araştırılması (22,32) ve biyolojik materyallerin adli amaçlı kimliklendirilmesinde (27) kullanılmaktadır.

### Sonuç

Mikrosatellit belirteçleri birçok hayvan türünde çeşitli amaçlara yönelik olarak başarıyla ve sıklıkla kullanılmaktadır. Mikrosatellit belirteçlerin belirli bir tür içerisinde polimorfik olmaları ve bireyden bireye farklılık göstermeleri moleküler genetik alanında belirteç olarak kullanılmalarını uygun hale getirmektedir. Ayrıca; güvenilir olmaları ve kısa zamanda sonuç alınabilmesi bu belirteçlerin moleküler genetik çalışmalarında tercih edilme nedenleri arasında gösterilebilir.

### Kaynaklar

1. **Allendorf FW, Luikart G** (2007): *Conservation and the Genetics of Populations*. First Edition, Wiley-Blackwell, MA, USA
2. **Anonim** (2010): Erişim: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=genomes&part=A8671> . Erişim Tarihi: 13.05.2010
3. **Barker JSF** (1994): *A global protocol for determining genetic distance among domestic livestock breeds*. pp. 501–508. In: Proceeding of 5th World Congress on Genetic Application of Livestock Production, vol. 21
4. **Batendse W, Vaiman D, Kemp SL** (1997): *A medium density Genetic linkage map of the bovine genome*. Mamm Genome, **8**, 21-28
5. **Bolormaa S, Ruvinsky A, Walkden-Brown S, Van Der Werf J** (2008): *DNA-based parentage verification in two Australian goat herds*. Small Rumin Res, **80**, 95–100
6. **Buchanan FC, Adams LJ, Little John RP** (1994): *Determination of evolutionary relationships among sheep breeds using microsatellites*. Genomics, **22**(2): 397-403
7. **Butler JM** (2005): *Forensic DNA Typing: Biology, Technology, and Genetics of STR Markers (2nd Edition)*. Elsevier Academic Press, New York.
8. **Canon J, Checa ML, Carleos C, Vega-Pla JL, Vallejo M, Dunner S** (2000): The genetic structure of Spanish Celtic horse breeds inferred from microsatellite data. Anim Genet, **31**, 39-48
9. **Condit R, Hubbell SP** (1991): *Abundance and DNA sequence of two-base repeat regions in tropical tree genomes*. Genome, **34**, 66-71
10. **Dixit SP, Verma NK, Ahlawat SPS, Aggarwal RAK, Kumar S, Chander R, Singh KP** (2008): *Molecular genetic characterization of Kutchi breed of goat*. Current Science, **95** (7): 946-952
11. **Eisen JA** (2000): *Mechanistic basis for microsatellite instability* (in: Microsatellites Evolution and Applications. p: 34–36. In: DB Goldstein, C Schlötterer (ed), Oxford University Press, Newyork,
12. **Fatima S** (2006): *Study of genetic variability among Gohilwadi, Surti and Zalawadi Goats using microsatellite analysis*. Master of Veterinary Science in Animal Genetics and Breeding. Department of Animal Genetics and Breeding, College of Veterinary Science & Animal Husbandry Anand Agriculture University, Anand. (Master of Science Thesis)
13. **Freeland JR** (2005): *Molecular ecology*. John Wiley&Sons, Ltd., England.
14. **Gao Ai-Bao, Wu Deng-Jun** (2005): *Microsatellite marker for paternity testing of Liangshan semi-fine wool sheep*. Hereditus (Beijing), **27**(1): 85–90
15. **Georges M, Mishra A, Sargeant L, Steele M, Zhao X** (1990): *Progress towards a primary DNA marker map in cattle*. 4th World Congress Genetics Applied Livestock Production **13**, 107–112
16. **Glowatzki-Mullis ML, Muntwyler J, Baumle E, Gaillard C** (2008): *Genetic diversity measures of Swiss goat breeds as decision-making support for conservation policy*. Small Rumin Res, **74**, 202–211
17. **Henderson ST, Petes TD** (1992): *Instability of simple sequence DNA in Saccharomyces cerevisiae*. Mol Cell Biol, **12**, 2749-2757
18. **Iamartino D, Bruzzone A, Lanza A, Blasi M, Pilla F** (2005): *Genetic diversity of Southern Italian goat populations assessed by microsatellite markers*. Small Rumin Res, **57**, 249-255
19. **ISAG** (2004): *New MoDAD marker sets to be used in diversity studies for the major farm animal species: recommendations of a joint ISAG/FAO working group*.
20. **Karhu A** (2001): *Evolution and applications of pine microsatellites*. Academic Dissertation, Faculty of Science, University of Oulu, Finland.
21. **Kumar S, Dixit SP, Verma NK, Singh DK, Pande A, Kumar S, Chander R, Singh LB** (2009): *Genetic Diversity Analysis of the Gohilwari Breed of Indian Goat (Capra hircus) Using Microsatellite Markers*. American J. Animal & Vet. Sci., **4**(3): 49–57
22. **Li M-H, Zhao S-H, Bian C, Wang H-S, Wei H, Liu B, Yu M, Fan B, Chen S-L, Zhu M-J, Li S-J, Xiong T-A, Li K** (2002): *Genetic relationships among twelve Chinese indigenous goat populations based on microsatellite analysis*. Genet Sel Evol, **34**, 729–744
23. **Ligda Ch, Altarayrahb J, Georgoudisb A, the ECONOGENE Consortium** (2009): *Genetic analysis of*

- Greek sheep breeds using microsatellite markers for setting conservation priorities.* Small Rumin Res, **83**, 42–48
24. **Loftus RT, Ertugrul O, Barbar AH, El-Barody MAA, Machugh DE, Park SDE, Bradley DG** (1999): *A microsatellite survey of cattle from a centre of origin: the Near East.* Mol Ecol, **8**, 2015–2022
  25. **Luikart G, Biju-Duval M-P, Ertugrul O, Zagdsuren Y, Maudet C, Taberlet P** (1999): *Power of 22 Microsatellite Markers in Fluorescent Multiplexes for Parentage Analysis in Goats (Capra hircus).* Anim Genet, **30**(6): 431-438
  26. **Mateus JC, Penedo MC, Alves VC, Ramos M, Rangel-Figueiredo T** (2004): *Genetic diversity and differentiation in Portuguese cattle breeds using microsatellites.* Anim Genet, **35**, 106-113
  27. **Pádár Z, Angyal M, Egyed B, Füredi S, Woller J, Zöldág L, Fekete S** (2001): *Canine microsatellite polymorphisms as the resolution of an illegal animal death case in a Hungarian Zoological Gardens.* Int J Legal Med, **115**, 79–81
  28. **Passarge E** (1995): *Color Atlas of Genetics. (Second Edition).* Thieme Press, New York.
  29. **Primrose SB** (1998): *Principles of Genome Analysis. A Guide to Mapping and Sequencing DNA from Different Organisms.* Blackwell, Oxford.
  30. **Qi Y, Luo J, Han XF, Zhu YZ, Chen C, Liu JX, Sheng HJ** (2009): *Genetic diversity and relationships of 10 Chinese goat breeds in the Middle and Western China.* Small Rumin Res, **82**, 88–93
  31. **Ramamoorthi J, Thilagam K, Sivaselvam SN, Karthickeyan SMK** (2009): *Genetic characterization of Barbari goats using microsatellite markers.* J Vet Sci, **10**(1): 73–76
  32. **Sollero BP, Paiva SR, Faria DA, Guimarães SEF, Castro STR, Egito AA, Albuquerque MSM, Piovezan U, Bertani GR, Mariante A da S** (2009): *Genetic diversity of Brazilian pig breeds evidenced by microsatellite markers.* Livestock Science, **123**, 8–15
  33. **Somasundaram S, Kalaiselvam M** (2010): *Molecular Tools for Assessing Genetic Diversity. UN University Course.* Erişim: [http://ocw.unu.edu/international-network-on-water-environment-and-health/unu-inweh-course-1-mangroves/Molecular\\_Tools\\_for\\_Assessing\\_Genetic\\_Diversity.pdf](http://ocw.unu.edu/international-network-on-water-environment-and-health/unu-inweh-course-1-mangroves/Molecular_Tools_for_Assessing_Genetic_Diversity.pdf). Erişim Tarihi: 13.05.2010
  34. **Toro MA, Fernández J, Caballero A** (2009): *Molecular characterization of breeds and its use in conservation.* Livestock Science, **120**, 174–195
  35. **Vaiman D, Schibler L, Bourgeois F, Oustry F, Amigues Y, Cribiu EP** (1996): *A genetic linkage map of the male goat genome.* Genetics, **144**, 279-305

---

Geliş Tarihi: 12.04.2010 / Kabul Tarihi: 15.06.2010

**Yazışma Adresi:**

Arş. Gör. Dr. Özgecan KORKMAZ AĞAOĞLU  
 Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
 Zootekni Anabilim Dalı  
 Orta Alan Yerleşkesi Örtülü / BURDUR  
 E-posta: ozgecan2006@myynet.com