

# Keçilerin Evciltme Tarihinin mtDNA Yoluyla Aydınlatılması

Bengi ÇINAR KUL\*, Okan ERTUĞRUL\*\*

**Öz:** Üç milyon yıldan beri süregelen insanlık tarihi için Tarım çağı, Sanayi çağı ve Bilgi çağı olmak üzere üç önemli adım vardır. Bu süreç düşünüldüğünde yakın sayılabilecek bir zamanda yaklaşık 11.000 yıl önce yani Neolitik dönemde avcı-toplayıcı insan, doğadaki bitkilerden ve yabani hayvanlardan nasıl faydalanabileceğinin farkına varmış ve Tarım çağının başlangıcı olan “evciltme” işine girişmiştir. Bu girişim “Bereketli Hilal-Fertile Crescent” olarak bilinen topraklarda başlamıştır. İnsanoğlunun evciltmede keçi, koyun, domuz ve sığıra öncelik verdiği düşünülmektedir. Tüm hayvan türlerinde olduğu gibi keçilerle ilgili olarak da; “Evciltme ne zaman başladı? Nerede başladı? Hangi ırklar ilk olarak ortaya çıktı?” gibi sorular arkeoloji ve genetik biliminin çalışmaları ile aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla keçilerle ilgili filogenetik çalışmalarda mitokondrial DNA gibi moleküler belirteçler sıklıkla kullanılmaktadır. Sunulan derlemede, mitokondrial DNA’nın filogenetik çalışmalarda ve keçinin evciltme tarihinin aydınlatılmasında kullanımı hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Bereketli hilal, evciltme, filogenetik, keçi, mtDNA.

## Illumination of the Domestication History of Goats Through mtDNA

**Abstract:** During the three million years of human history, there are three important steps: Agricultural age, Industrial age and Information age. This process can be considered, close to a given time period about 11.000 years ago, the Neolithic hunter-gatherer people have become aware of how to use nature, plants and wild animals and domestication of the beginning of the Agriculture age has begun in the lands known as “Fertile Crescent”. The human being gave priority to goat, sheep, cattle and swine in the domestication. As with all animal species in relation to the goats; questions such as “When did the domestication? Where did it start? Which breed was first?” tried to be illuminated by studies of archaeology and genetic science. For this purpose, molecular markers such as mitochondrial DNA markers are frequently used in the phylogenetic studies related with goats. This review provides information on the usage of mitochondrial DNA markers in the phylogenetic studies and illuminating of the domestication history of the goats.

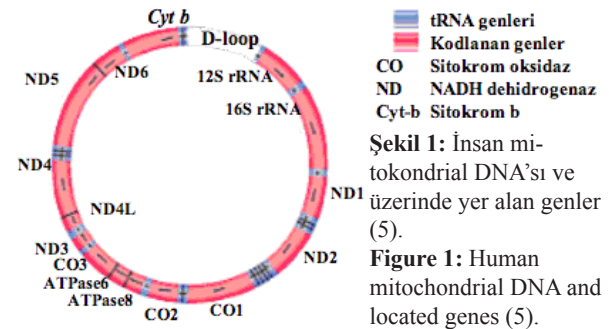
**Key words:** Domestication, Fertile Crescent, Goat, Phylogenetics, mtDNA.

## Giriş

Keçiler eski çağlardan bu yana insan toplulukları tarafından ekonomik, kültürel ve hatta dini amaçlarla kullanılmıştır. “Fakir adamın sığırı” olarak da tanımlanan keçi, özellikle aile tipi küçük işletmelerde eti, sütü, kılı ve derisinden yararlanmak amacıyla Türkiye gibi gelişmekte olan birçok ülke için hala önemli bir çiftlik hayvanıdır (8). Keçilerin ilk ne zaman, nerede evciltildiği ve hangi ırkların ilk olarak ortaya çıktığı konusundaki bilinmeyenler, arkeoloji ve genetik biliminin ortak katkıları ile hızla aydınlanmaya başlamıştır (20). Mitokondri DNA’sı, türlerin coğrafi dağılımına göre farklılıklar göstermesi, genomik DNA’ya oranla daha hızlı evrimleşmesi ve maternal kalıtılmasına bağlı olarak dişi ebeveynin geçmişi açısından fikir verici olması gibi özelliklerinden dolayı, keçilerin genetik polimorfizmi çalışmalarında sıklıkla tercih edilen belirteçlerden birisidir (1, 2, 3, 7, 18). Bu mitokondrial DNA diğer türlerde olduğu gibi, keçi filogenetik çalışmalarında popülasyon geçişlerinin ortaya konulması, coğrafi ve genetik uzaklık bağlantılarının araştırılması, popülasyonların farklılaşma zamanlarının belirlenmesi gibi çalışmalarda kullanılmaktadırlar (1, 7, 9, 11, 20).

## Mitokondri ve Mitokondrial Genom

Mitokondri, sürekli bölünen ve birleşen, çift membranlı bir organeldir ve oksijenli solunum yapan ökaryotik hücrelerde bulunur (5, 6). Yunanca mitos (üroç-iplik) ve khondrion (çovdörion-tanecik) sözcüklerinden türetilmiş ve Alman patolog Altmann tarafından, 1890 yılında kendine ait metabolik ve genetik otonomiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (2). Mitokondri içerisinde, sayıları 2-15 arasında değişen mitokondrial DNA (mtDNA) kopyaları bulunmaktadır. Dairesel bir forma sahip olan mtDNA, insanlarda 16.569 bazdan oluşmaktayken (Şekil 1), hayvanlarda 16-18 kilobaz (kb) arasında değişkenlik göstermektedir (3, 5, 6.).

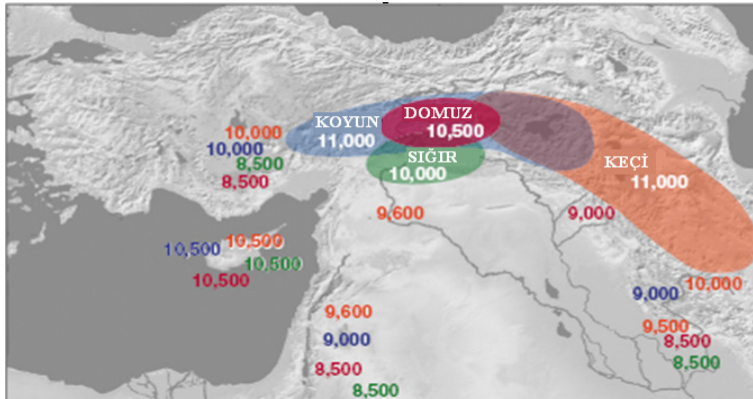


\* Dr., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Genetik AD, 06110, Dışkapı-Ankara

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

### Filogenetik Araç Olarak Mitokondrial DNA

Filogenetik teriminin sözlük anlamı, bir türün ya da yüksek taksonomik grupların soy gelişimi ve evrim geçmişi (18). Türler arasındaki ilişkiler, ırkların tarihi ve genetik çeşitlilik çalışmaları filogenetik çalışmalardır. Filogenetik çalışmalarda önceleri morfolojik karakterler, protein çeşitliliği kullanılırken, moleküler genetikteki ilerlemelerle çekirdek DNA polimorfizmleri ve organel genomları (mitokondri ve kloroplast DNA'sı) daha fazla tercih edilmiş hale gelmiştir (5). Özellikle mtDNA filogenetik çalışmalar için bazı avantajlara sahiptir. Mitokondrial DNA memelilerde, nükleer DNA'dan daha hızlı mutasyon biriktirir ve sadece maternal kalıtımının bir sonucu olarak popülasyonun büyüklüğündeki azalmalara karşı, çekirdek DNA'sından daha duyarlıdır (3, 9). Mitokondrial DNA dizilerinin popülasyonlarda karşılaştırılması filogenetik ağaçların çizilmesine olanak sağlar (5). Bu tür çalışmalarda mtDNA üzerinde bulunan 12S rRNA, 16S rRNA, sitokrom-b ve D-loop bölgeleri sıklıkla kullanılmaktadır.



**Şekil 2:** Bereketli Hilal bölgesi ve türlere göre evciltme tarihleri (Milattan Önce, M.Ö.) (20).

**Figure 2:** The Fertile Crescent region and the domestication dates depending on species (Before Christ, B.C.) (20).

**Tablo 1:** Keçinin ilk evciltme yerleri olduğu düşünülen bölgeler.(3).

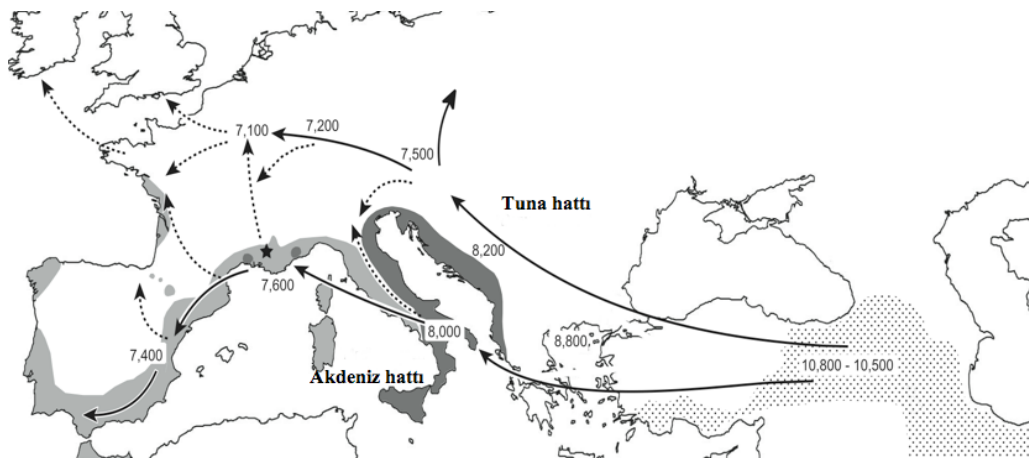
**Table 1:** The regions thought to be first domestication area for goats.(3).

Bölge ve Ülke	Kazı alanı	Hesaplanan tarih
Toroslar, Urfa, Güneydoğu Türkiye		8.500-8.000 M.Ö.
Toroslar, Urfa, Güneydoğu Türkiye	Nevali Çori	8.500-8.000 M.Ö.
Güney Kıbrıs Rum Yönetimi	Çayönü	8.500-8.000 M.Ö.
Aksaray, Türkiye	Shillourokambos	8.000-7.800 M.Ö.
Zagros Dağları, İran	Aşıklı Höyük	8.000-7.800 M.Ö.
Güney Levant, İsrail	Ganj Dareh	7.500 M.Ö.
Baluchistan, Pakistan	Jericho	7.000 M.Ö.
	Mehrgarh	

Evciltmede kullanılan yaban keçisi türleri ile ilgili olarak ise kan grupları ve kan protein polimorfizmine dayanan sınıflandırma çalışmaları da yapılmış ancak boynuz morfolojisine göre yapılan ve yaygın olarak kabul gören klasik sınıflandırma sonuçlarına uyumlu sonuçlar alınamamıştır (9, 14). Bu durum moleküler analizlere özellikle de, mtDNA analizlerine yönelmesine sebep olmuştur. Keçilerde mtDNA ile ilgili olarak Manceau ve ark., (9); Luikart ve ark., (7); Mannen ve ark., (10); Sultana ve Mannen, (16); Joshi ve ark., (4); Fernandez ve ark., (1); Pidancier ve ark., (14); Sardina ve ark., (15); Naderi ve ark., (11); Pereira ve ark., (13) ve Wu ve ark., (19) ait çalışmalar literatüre katkıları açısından önemlidirler.

Evcil keçinin tarihi ve kökenine yönelik yapılan ilk moleküler çalışma, Takada ve arkadaşlarına aittir (17). Bu çalışmaya göre, Bezoar'ın (*Capra aegagrus*) hem coğrafi dağılımı ve morfolojik özellikleri, hem de D-loop ve Sitokrom-b dizi analizleri ile evcil keçinin atası olmaya aday olduğu bildirilmiştir (17). Keçilerin evciltme tarihi ile ilgili en önemli genetik çalışma, Luikart ve arkadaşları (7) tarafından gerçekleştirilmiş ve keçilerin filogenetik tarihinin aydınlatılmasında mtDNA üzerinde yer alan D-loop kontrol bölgesinin önemi üzerinde durulmuştur. Çalışma sonunda elde edilen bulgular, keçilerde evciltme tarihi ve ırkların ortaya çıkışı konularında kilometre taşlarıdır. Aynı çalışmada; Avrupa, Asya, Afrika, Ortadoğu ve Yakınoğu coğrafyasını temsil eden 44 farklı şehirden; 406 evcil ve 14 yaban keçisine ait DNA örnekleri toplanmış ve Sitokrom b geni dizi analizi yapılarak, mtDNA haplogruplarının ilk farklılaştığı zaman hesaplanmıştır. Buna göre; belirlenen üç haplogrubun (A, B ve C) 200.000 yıl önce birbirlerinden farklılaştıkları ve bu tarihten ancak binlerce yıl sonra, farklı zaman ve coğrafi

bölgelerde evciltme sürecine dahil oldukları belirlenmiştir (7). Elde edilen veriler, keçinin birden fazla anasal orjinden köken aldığı (parafiletik) ya da ilk evciltmenin ardından diğer haplogrupların introgresyonu olduğu (gen havuzuna dahil olma) düşüncelerini pekiştirmektedir. İncelenen örneklerden elde edilen veriler kullanılarak uyumsuzluk dağılım analizi (mismatch distribution analysis) de yapılmış ve bu sonuçlardan hareketle introgresyon sırası için bir varsayım üretilmiştir. Bu varsayımına göre; 10.000 yıl önce ilk evciltmenin A haplogrubundan bir dişi hayvanla başladığı, bundan 6000 yıl sonra C haplogrubu ve bundan 2000 yıl sonra da B haplogrubundan dişi hayvanların evciltmeye dahil edildiği düşünülmektedir. Bu çalışmada varılan bir diğer önemli sonuç da, özellikle evciltme bölgesinden yapılan örneklem sayısının artırılması durumunda keçilerde evciltmenin tarihini değiştirebilecek sonuçlara varılabileceğidir (7). Bu önemli çalışmanın ardından evcil keçi ırklarında A, B ve C haplogruplarına ilave olarak Joshi ve arkadaşları tarafından D haplogrubu, Sardina ve arkadaşları tarafından F haplogrubu, Naderi ve arkadaşları tarafından G haplogrubu olduğu da bildirilmiştir (4, 11, 15). Fernandez ve arkadaşlarının Fransa'da radyoizotop işaretleme ile tarihlendirdikleri ve Neolitik döneme ait oldukları bilinen keçi örneklerinde yaptıkları bir diğer çalışmadan elde edilen bilgiler evciltme tarihi açısından ayrı bir öneme sahiptir (1). Söz konusu çalışma ile Şekil 3'te gösterilen Akdeniz hattında olan göç yolunun, Tuna hattından eski olduğu ve ilk evciltmeye katkıda bulunan haplogrupların A ve C hatları olduğu daha kesin olarak ortaya konulmuştur (1). Ayrıca arkeolojik bulgularla uyumlu olarak, Türkiye'nin evciltmenin olası merkezlerinden birisi olduğu görülmektedir.



**Şekil 3:** *C. aegagrus*'un Neolitik dönemle birlikte evciltme bölgesinden (noktalı bölgeler), Tuna ve Akdeniz rotalarıyla batıya doğru yayılımı (1).

**Figure 3:** The expansion of the *C. aegagrus* from the domestication regions (dotted regions) to the west regions through the Danubian route and the Mediterranean route during the Neolithic period (1).

## Sonuç

Evciltme yaklaşık 11.000 yıl önceki Neolitik Çağ sonunda başlamıştır. Evciltelen türlerden özellikle keçinin farklı yönleri vardır. Çünkü tüm çiftlik hayvanları içinde, keçinin farklı coğrafi bölgelerde yaşama kabiliyeti daha yüksektir. Bu nedenle tarım toplumunun ilk insanları, Avrupa'ya göçleri sırasında en başta keçilerini yanlarına almışlardır. İnsanlık tarihinde, hayvanların evciltme süreci ile insan göçlerinin paralellik gösterdiği de vurgulanmaktadır (20). Hatta hayvan göç yollarından yararlanılarak, insan göç yollarının aydınlatılması yönünde olumlu çalışmalar da yapılmıştır. Örneğin Pellechia ve arkadaşları sığır mtDNA haplogruplarından yola çıkarak, İtalya'nın orta kesimlerinde yaşamış ve Herodot'un hikâyelerinde Anadolu'dan İtalya'ya göç eden bir kavim olarak tanımlanan Etrüsk'lerin tarihini destekler nitelikte önemli çıkarımlar yapmışlardır (12). Ancak keçilerin evciltme tarihi ve göç yollarıyla ilgili olarak hala bilinmeyenler bulunmaktadır. Bu konuda özellikle Türkiye gibi evciltme bölgelerinde yetiştirilmekte olan yerli keçi ırklarının kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü hem arkeolojik veriler hem de moleküler belirteçler keçinin evciltmesinde Türkiye'nin önemini ortaya koymaktadır.

## Kaynaklar

- Fernandez H, Hughes S, Vigne JD, Helmer D, Hodgins G, Miquel C, Hanni C, Luikart G, Taberlet P (2006):** Divergent mtDNA lineages of goats in an Early Neolithic site, far from the initial domestication areas. *PNAS* 103: 15375–15379
- Henry A, Schapira V (2002):** Mitochondrial function and dysfunction. Elsevier Science, USA
- Hirst KK (2008):** The History of the Domestication of Goats. Erişim: <http://archaeology.about.com/od/domestications/qt/goats.htm>. Erişim Tarihi: 12.09.2010
- Joshi MB, Rout PK, Mandal AK, Tyler-Smith C, Singh L, Thangaraj K (2004):** Phylogeography and Origin of Indian Domestic Goats. *Mol Biol Evol* 21: 454–462
- Lewin B (2004):** Genes VIII. Pearson Education, Inc. USA
- Lodish H, Baltimore D, Berk A, Zipursky SL, Matsudaira P, Darnell J (2003):** Molecular Cell Biology. W. H. Freeman Company, USA
- Luikart G, Gielly L, Excoffier L, Vigne JD, Bouvet J, Taberlet P (2001):** From the Cover: Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *PNAS* 98: 5927–5932
- MacHugh DE, Bradley DG (2001):** Livestock genetic origins: Goats buck the trend. *PNAS* 98: 5382–5384
- Manceau V, Després L, Bouvet J, Taberlet P (1999):** Systematics of the Genus *Capra* inferred from Mitochondrial DNA sequence data. *Mol Phylogenet Evol* 13(3): 504–510
- Mannen H, Nagata Y, Tsuji S (2001):** Mitochondrial DNA reveal that domestic goat (*Capra hircus*) are genetically affected by two subspecies of Bezoar (*Capra aegagrus*). *Biochem Genet* 39: 145–154
- Naderi S, Rezaei HR, Taberlet P, Zundel S, Rafat SA, Naghash HR, Elbarody MAA, Ertugrul O, Pompanon F (2007):** Large-scale mitochondrial DNA analysis of the domestic goat reveals six haplogroups with high diversity. *PLoS ONE* 2(10): e1012
- Pellecchia M, Negrini R, Colli L, Patrini M, Milanesi E, Achilli A, Bertorelle G, Cavalli Sforza LL, Piazza A, Torroni A, Marsan PA (2007):** The mystery of Etruscan origins: novel clues from *Bos taurus* mitochondrial DNA. *Proc Biol Sci* 7: 1175–1179
- Pereira F, Pereira L, Van Asch B, Bradley DG, Amorim A (2005):** The mtDNA catalogue of all Portuguese autochthonous goat (*Capra hircus*) breeds: high diversity of female lineages at the western fringe of European distribution. *Mol Ecol* 14: 2313–2318
- Pidancier N, Jordan S, Luikart G, Taberlet P (2006):** Evolutionary history of the genus *Capra* (*Mammalia, Artiodactyla*): Discordance between mitochondrial DNA and Y-chromosome phylogenies. *Mol Phylogenet Evol* 40(3): 739–749
- Sardina MT, Ballester M, Marmi J, Finocchiaro R, van Kaam JB, Portolano B, Folch JM (2006):** Phylogenetic analysis of Sicilian goats reveals a new mtDNA lineage. *Anim Genet* 37: 376–378
- Sultana S, Mannen H (2004):** Polymorphism and evolutionary profile of mitochondrial DNA control region inferred from the sequences of Pakistani goats. *Anim Sci J* 75: 303–309
- Takada T, Kikkawa Y, Yonekawa H, Kawakami S, Amano T (1997):** Bezoar (*C. aegagrus*) is a matriarchal candidate for ancestor of domestic goat (*C. hircus*): evidence from the mitochondrial DNA diversity. *Biochem Genet* 35: 315–326
- Türk Dil Kurumu. Büyük Sözlük.** Erişim: <http://tdkterim.gov.tr/bts/> Erişim Tarihi: 05.09.2010
- Wu YP, Guan WJ, Zhao QJ, He XH, Pu YB, Huo JH, Xie JF, Han JL, Rao SQ, Ma YH (2009):** A fine map for maternal lineage analysis by mitochondrial hypervariable region in 12 Chinese goat breeds. *Anim Sci J* 80: 372–380
- Zeder MA (2008):** Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *PNAS* 105(105): 11597–11604

Geliş Tarihi: 20.11.2010 / Kabul Tarihi: 14.01.2011

### Yazışma Adresi:

Arş. Gör. Dr. Bengi ÇINAR KUL  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Genetik Anabilim Dalı,  
06110, Dışkapı / Ankara  
E-posta: bkul@veterinary.ankara.edu.tr