



# KROMOZOMUYLA GEÇMİŞİN İZİNDE

“Cengiz Han, benim büyük büyük büyük büyük ... babam olur!” Yakın bir geçmişte yapılan bir araştırma sonucundaki tahminlere göre, yeryüzünde şu anda bu cümleyi söyleyebilecek yaklaşık 16 milyon insan var. Onlardan biri olmadığımızı varsayarak, biz kendi aile ağacımızı nereye kadar çizebiliriz? Ağacın dallarının bizi bir İskoçya düküne ya da bir engizisyon yargıcına, belki de bir Hun imparatoruna yönlendirmeyeceğinden emin olabilir miyiz? Başka deyişle, DNA’mızın bizden binlerce yıl önce yaşamış bir fok avcısının DNA’sından parçalar içermediğini söyleyebilir miyiz? Bir noktada

takılıp kalacağımız, o noktadan öncesine ait ipuçları bulmamızın da çok zor olduğu kesin. Ancak, kendi ailesel geçmişimize ilişkin verilerin bulanıklaşıp sonra da yok olduğu, tüm insanlığa ilişkin arkeolojik bulguların yetersiz, tarihsel kayıtların da eksik kaldığı bir noktada, imdada yine kendi kromozomlarımız yetişebilir.

Bir antropolojik genetikçi olan Spencer Wells, insanoğlunun kökleri, özellikle de Orta Asya’daki kökleri üzerinde önemli çalışmalar yapmış bir araştırmacı. Nadide koleksiyonunu sakladığı yerde, evindeki buzdolabı; daha kesin bir tarifile, süt kutularının al-

tındaki raf. Koleksiyon pek alışılmış türden değil: Orta Asya’da yaşayan 2500 kişiden alınmış DNA örnekleri! Bunlar, onun gözünde bu DNA’nın alındığı kişilerden ötesini, insanlığın büyük bir bölümünün köklerini de temsil ediyor. Yalnızca erkeklerde bulunan Y kromozomlarıysa Wells’in olduğu kadar, başka birçok antropolojik genetikçinin de özel ilgi alanı. Çünkü babadan oğula neredeyse olduğu gibi, çıkmaz bir iz gibi aktarılan Y kromozomunun, popülasyon genetiği alanında özel bir önemi var. Bu alandaki bulguların, yerine konan her bir parçasıya geçmişimizin genetik izlerini sür-

mede bir adım daha 'geri' gidebilmemi-  
zi, köklerimize biraz daha yaklaşmamızı sağlıyor.

Doğal seçim, herhangi bir canlı grubunun, bulunduğu ortamın sunduğu koşullarda yaşayabilmesini sağlayan genlerin lehine gerçekleşir. Az güneş ışığı alan bölgelerde beyaz ten rengini sağlayan genlerin, yeterli D vitamini alımına yardımcı olması gibi. Farklı bölgeler, canlılar için farklı koşullar ve engeller sunar. Bu nedenle de doğal seçilimin yeğlediği genler de, tropik bir ormanda, çölde ya da sulak bir bölgede farklı olacaktır. Kuşaklar sonrasında, farklı bölgelerde yaşayan insanların özellikleri kadar, genomları da çeşitlilik gösterir. Çeşitli canlı gruplarıyla yapılan çalışmalar, popülasyonların hastalık, açlık ya da benzeri bir nedenle çökmesi durumunda da, kalan birkaç birey tarafından yeniden canlandırılabilirliklerini gösteriyor. Bu birkaç birey, ya doğrudan, ya da yeni bir bölgeye göç ederek yeni bir popülasyonun doğumuna önyak oluyorlar. Genleri de, seçim açısından herhangi bir avantaj taşımazlar bile, ister istemez bu yeni popülasyonun baskın genleri haline geliyor. Wells'e göre, DNA'da genetik çeşitlilik adına görülen ne varsa, çoğu bu tür nüfus olayları sonucu ortaya çıkmış olabilir.

## Sırlar, Y Kromozomunda

1994 yılında, antropolojik genetiğin babası, Stanford Üniversitesi'nden Luigi Luca Cavalli-Sforza ve ekibi, iki farklı kişinin genomlarında, ikisi de aynı

noktada bulunan DNA mutasyonlarını hızlı bir biçimde bulmak için yeni bir teknik geliştirmişler. Bu mutasyonlar bir anlamda, normal diziden sapmaları gösteren birer "işaretleyici". Bu nedenle sözkonusu teknik, insan göçünü izlemek için kullanılan yararlı bir araç haline gelmiş durumda. Kendiliğinden oluşan mutasyonların çoğu ne yararlı ne de zararlı. Bunlar yalnızca, bir nesilden diğerine aktarıldıkça, teker teker genom üzerinde yerlerini alıyor ve zaman içinde birikiyorlar. Sonuç: Grup içindeki bütün bireylerde var olan bir mutasyon, bireylerin ortak atasından gelen bir mutasyon olmalı. İşte, popülasyona ait aile ağacının gövdesi! Bu durumda, bundan sonraki her bir mutasyon da birer dallanma noktasını belirliyor olacak. Ta ki ağacın ucundaki en küçük dal parçalarına; yani tek tek insanlara gelene kadar. Adli genetikçiler, bu dalların daha çok uç kısımlarındaki işaretleyicilerden yararlanırken, popülasyon genetikçileri de büyük dallara odaklanmış durumdadır. Bu işaretleyicilerden yararlanma ilkeleriyle gayet basit: Sözelimi Asya'da neredeyse herkeste varolup, Afrika'da da neredeyse hiç kimsede bulunmayan bir mutasyona, zamanın içinde bir yerlerde, bu işaretleyiciyi taşıyan küçük bir grubun Afrika'yı terkedip Asya'da yeni bir popülasyon oluşturduklarının bir işareti gözüyle bakılabilir.

İlkece basit olsa da, her konuda olduğu gibi, burada da ortalığı bulandıran bir etken var: cinsiyetler. DNA'yı taşıyan kromozomlar, bir iplikçığı anneden, diğeri babadan olmak üzere, çiftler halinde bulunuyorlar. Bir yumurta ya da sperm hücresinin yapımın-

daysa bir çifti oluşturan iki iplikçik, belli noktalardan biraraya gelerek büyük DNA parçalarını değiş tokuş ediyorlar. Kuşaktan kuşağa aktarılan bu kromozomlar, her seferinde gerçekleşen parça alışverişine bağlı olarak, zamanla bütün ataların katkılarıyla oluşmuş bir 'yamalı bohça'ya dönüşüyorlar. Böyle bir kromozom, size Buzul Çağı atanızın bir Orta Asyalı olduğunu, sonraki bir atanızın da ABD'de bir vali olduğunu söyleyebilir; ama onların İngiltere'den geçişlerini de büyük olasılıkla atlamış olacak, sonuçta hikaye de fazla birşey ifade etmeyecektir. İşte Y kromozomu, antropolojik genetik araştırmacılarının imdadına bu noktada yetişiyor.

İnsandaki 23 çift kromozomun son çifti olan cinsiyet kromozomları, kadınlarda XX, erkeklerde XY biçiminde ortaya çıkıyor. Bu, kadınların anneden de babadan da birer X kromozomu alırken, erkeklerin anneden X, babadan Y kromozomu almaları demek. Diğer bütün kromozomlardan farklı olarak, Y kromozomunun eşi yok; X kromozomuyla parça alışverişinde bulunduğu tek bölgeyse uçları. Sonuçta Y kromozomu, babadan oğula, oğuldan toruna vs. geçerken büyük ölçüde korunmuş oluyor. Her durakta yapısına katılan, en fazla bir ya da iki mutasyon. Ortaya çıkan sonuç, oldukça ilginç: Şu an yeryüzünde yaşayan bütün erkeklerin Y kromozomlarının, 50.000-60.000 yıl önce yaşayan bir ortak atanın Y kromozomuyla % 99,99'dan fazla benzerlik taşıyor olması. Aradaki minicik değişikliklerse, insan türünün gezegen üzerindeki yayılım öyküsünün kayıtlarını sunan işaretleyicilerin ta kendileri!



İnsanda bulunan 23 çift kromozomdan 23. kromozom çifti, kadınlarda XX, erkeklerde XY biçimindedir. Bütün diğer çiftler, hücrenin mayoz bölünmesi sırasında birbirleriyle büyük DNA parçalarını değiş tokuş ederken, erkeklerdeki 23. çiftte, X ve Y kromozomları arasındaki parça alışverişi yalnızca uç kısımlarda ve çok düşük oranda gerçekleşir. Bunun sonucu olarak Y kromozomunda ortaya çıkan herhangi bir mutasyon, bir sonraki kuşağa olduğu gibi geçebilir.



#### İLK İNSANLARIN GÖÇLERİ:

"M" harfiyle gösterilen genetik işaretleyiciler, farklı Y kromozomu soylarının dünya üzerinde ne zaman ve nasıl yayıldığını anlamamızı sağlıyor.

<b>M168</b> : 50.000 yıl önce	<b>M20</b> : 30.000 yıl önce
<b>M130</b> : 50.000 yıl önce	<b>M242</b> : 20.000 yıl önce
<b>M89</b> : 45.000 yıl önce	<b>M122</b> : 10.000 yıl önce
<b>M9</b> : 40.000 yıl önce	<b>M3</b> : 10.000 yıl önce
<b>M175</b> : 35.000 yıl önce	<b>M172</b> : 10.000 yıl önce
<b>M45</b> : 35.000 yıl önce	<b>M17</b> : 10.000 yıl önce
<b>M173</b> : 30.000 yıl önce	

## Neden Orta Asya?

Wells'in buzdolabına şimdi bu gözle baktığımızda, büyümlü bir değişime tanık oluyoruz. Süt kutularının altında duran örnekler, çılgın bir bilimadamının koleksiyonu olmaktan çıkıp, belki de tüm insanlığın öyküsünü barındıran bir kütüphaneye dönüşüyor...

Orta Asya, genetikçilerin gözünde

insan çeşitliliğinin ikinci büyük yol ayrımı. Genetik ve yanısıra başka birçok disiplinin ortak bir çıkarımı da, yaşayan bütün insanların ortak atasının, yüzbinlerce yıl önce Afrika'da ortaya çıkmış olduğu. Y kromozomu ağacının kök ve gövdesinin Afrika'da yer aldığı, 1990'larda Arizona Üniversitesi ve Stanford Üniversitesi araştırmacılarınca gösterilmiş. Mitokondriyal DNA (yalnızca anneden alınan ve kuşaktan kuşağa çok az değişikliklerle geçen, kromozomal olmayan bir DNA türü) ile yapılan daha önceki bazı çalışmalar, 'ilk kadın'ın da Afrika'da yaşadığı sonucunu vermiş. Kimi araştırmacıların gözünde, geniş alanları ve hayvan bolluğuyla Afrika savanalarını oldukça andıran Orta Asya, Afrika'yı 50.000-60.000 yıl kadar önce terkeden insanoğlunun yerleşip de "gürbüzleştiği"

yer olabilir. "Burası onlar için bir et deposuydu" diyor Wells. "Tonlarca yiyecek... Ve tabii bu da onlara, yeterli nüfus yoğunluğuna ulaşma ve yayılma olanağını tanıdı." Yayılma önce batıya (batı Asya) doğru gerçekleşmiş, zamanla doğu, kuzey ve güney yönlerine de sürmüştü. Batı kolu, sonunda Avrupa'ya, doğu kolu da Bering Boğazı'nı geçerek Kuzey Amerika'ya ulaşmıştı. Bu iki kol 1492'de burada yeniden biraraya geldiler. Bu zamana kadar, görünüş bakımından birbirlerinden oldukça farklı hale de gelmişlerdi. İnsanların gezegen üzerinde nasıl yayıldıkları ve bu farklılıkları nasıl kazandıklarının izleri, Y kromozomunda gizlenmiş durumda.

Ancak, bu eski göçe ait kayıtların kaybolmasına çok da zaman kalmadı. Unutmamak gerek ki, atalarımızın ge-





zegen üzerinde yayılmaları on binlerce yıl almıştı. Ancak şimdi oldukça uzak mesafeleri katetmek için saatler yeterli. Yaşam artık çok hızlandı ve gidip gelmelerin, yerleşmelerin, gruplaşmaların vb. genetik açıdan izlenmesi çok zor. Bunun getirdiği tehlike, genetik geçmişimize ait ipuçlarının da çok kalmadan silinip süpürülecek olması. Genetikçiler, çok eski bir kütüphanenin kalıntılarına benzetilebilecek olan genlerimizi kazıp bulmaya çalışırken, kazı yerine sanki birden bir havaalanı inşa edileceği söyleniyor. Tek yapabilecekleri, acil bir kurtarma operasyonu ile kazı alanından bulabildiklerini çıkarmak. Yani, bulabildikleri bütün ata genlerini.

1991 yılında Cavalli-Sforza tarafından bu amaçla önerilen ve dünyadaki yüzlerce populasyondan DNA örnekleri toplamayı hedefleyen "İnsan Genom Çeşitliliği Projesi", özellikle de daha küçük grupların küresel kültür içinde

kaybolmaya yüz tuttıkları bir zamanda, tüm insanlığa ait kayıtları toplayacaktı. Ancak, kanlarını kimbilir hangi amaçla kullanacak olan Batı biliminin hizmetine verme düşüncesine büyük tepki gösteren kimi grupların da etkisiyle, öneri büyük tartışmalara neden oldu, ABD hükümeti ise projeyi desteklemedi. Ancak araştırmalar yine de sürdü. Cavalli-Sforza'nın önerileriyle, içlerinde Wells'in de olduğu araştırmacılar, öncelikle hakkında genetik açıdan hiç bir şey bilinmeyen Orta Asya'ya yöneildiler.

## Y Kromozomunun Anlattıkları

Y kromozomu içinde yazılı olan tarihsel bilgi nasıl okunuyor? Araştırmadan birkaç örnek: Kazakistan'da, M45 olarak anılan bir Y kromozomu işaret-

leyicisine rastlanıyor (Hatırlatmak gerekirse bu işaretleyiciler, Y kromozomunda görülen mutasyon bölgeleri). M45, insan aile ağacındaki önemli ayırım noktalarından biri. Dallardan biri, kökleri Batı Avrupa'da olan birçok kişi tarafından paylaşılan M173'e; diğeri de birçok yerli Amerikalıda bulunan M3'e yöneliyor. Avrupalı ve Amerikalılarda da M45 var; ancak Orta Asya'da M45'e sahip olup daha sonraki iki işaretleyiciye sahip olmayan, onun yerine farklı birçok mutasyon içeren kişiler de bulunuyor. Bunun anlamı, Orta Asya'nın, M45'in ortaya çıktığı yer olduğu; ayrıca hem Avrupa, hem de yerli Amerikalıların ortak köklerinin de burada bulunduğu. M45'ten sonraki mutasyonların sayısıysa, araştırmacılara bu işaretleyicinin yaklaşık 35.000-45.000 yaşında olduğunu düşündürüyor. M173'ün, yaklaşık 30.000 yıl önce ortaya çıktığı görülüyor (yaklaşık ola-

rak, Fransa'da bulunan ilk mağara resminin tarihi). M3 ise yalnızca yerli Amerikalılarda var; bu nedenle insanların Bering Boğazı'nı ilk geçip de Amerika'ya vardıkları zamandan sonra ortaya çıkmış olmalı. Bunun kesin zamanı arkeologlarca hâlâ tartışılmakta olmasına karşın, Wells ve ekibi, benzeri ipuçlarıyla yaklaşık 17.000 yıl önce sine işaret edebiliyorlar. 1492'den sonra, insanlığın 30.000 yıl kadar önce ayrılan iki büyük kolu ve dolayısıyla da genleri, yeniden biraraya gelmeye başlıyor. Araştırmacılar, yerli Amerikalı erkeklerin % 17'sinin, buna bağlı olarak Avrupalılardan miras kalmış Y kromozomu taşıdığını tahmin ediyorlar.

Şurası kesin ki, insan gen havuzunu tek belirleyicisi doğal seçim değil. Tarihsel olayların da azımsanmayacak bir etkisi var.

## Cengiz Han'ın Damgası

2003 Şubatında yayımlanan ve 23 araştırmacının katılımıyla gerçekleşen bir araştırmaya göre, bundan yaklaşık 800 yıl kadar önce yaşayan Moğol İmparatoru Cengiz Han, yalnızca tarihe değil, epeyce bir Y kromozomuna da hatırı sayılır bir damga basmış olabilir. (*Bilim ve Teknik*, Mart 2003, s.5; "Cengiz Han'ın 16 Milyon Torunu") Araştırmacılar, şu anda Asya'daki 12 erkekten 1'i, dolayısıyla da dünyadaki her 200 erkekten 1'inin (yaklaşık 16 milyon), Moğolistan'da 1000 yıl kadar önce ortaya çıkmış bir Y kromozomunu taşıdığını düşünüyorlar. Bunca yıl önce ortaya çıkmış bir kromozomun günümüzde görülme sıklığı açısından, 16 milyon oldukça şaşırtıcı bir rakam.

Araştırmayı yürüten Chris Tyler-Smith ve ekibi, Orta Asya'da yaşayan 2123 erkeğin Y kromozomlarını incelemiş ve inceleme kapsamına mikrosatellit DNA dizilerini de katmışlar. (Mikrosatellitler, DNA'nın kısa ve tekrarlamalı dizileri; CACACACA gibi. Tekrarlamaların sayısı genellikle bir kuşaktan diğerine değişiyor.) Bireylerin %90'dan fazlasında Y kromozomlarının birbirinden epeyce farklı, ancak %8'inde de neredeyse tıpatıp aynı olduğunu görmüşler. Bunun anlamı, bu %8'e giren bireylerin görece yakın bir geçmişte ortak bir atalarının olduğu. Mikrosatellit DNA'daki tahmini mutas-

yon sayısından yola çıkarak da, bu Y kromozomunu taşıyan ilk erkeğin yaklaşık 1000 yıl kadar önce yaşamış olabileceği sonucunu çıkarmışlar.

Moğolları birleştirmek için başta Çin olmak üzere Asya ülkelerinin çoğunu fethetmiş olan Cengiz Han, gücüyle olduğu kadar kadınlara olan düşkünlüğüyle de tanınır. Altı Moğol karısının yanı sıra, fethettiği ülkelerin hükümdarlarının kızlarını da haremine kattığı biliniyor. Bu koşullar altında, istila ettiği bölgenin genişliği de göz önüne alınırsa, kromozomlarının da epeyce yayılmış olmasına şaşmamak gerekir. Fethettiği ülkelerdeki erkekleri öldürme geleneği (ki bu da onların Y kromozomlarını safdışı bırakıp, yerine kendininkileri koymasına demek), ayrıca sayısını bugün de bilmediğimiz (kendisinin de bilmediği kesin!) oğullarının Y kromozomunu yayma konusundaki azımsanmayacak katkıları da hesaba katılırsa, Cengiz Han'ın, insanlığın gen havuzunda bomba etkisi yarattığı pek kuşku götürmüyor. Araştırmacıların, tahminlerine göre 16 milyon kişide tıpkı bir doğum lekesi gibi barınmakta olan bu Y kromozomunun kaynağı olarak Cengiz Han'ı aday göstermelerinin nedeni de bu. Sonuçta, kromozomun bu kadar kısa zamanda bu kadar büyük bir alana yayılmış olmasının koşullarını, Cengiz Han'dan iyi sağlayan bir aday yok. Ancak kendilerinin de vurguladıkları nokta, bu Y kromozomunun ilk sahibinin başka bir kişi de olabileceği. Tahminen kendisinden birkaç kuşak önce yaşamış bir ata.

Tabii bu tahmin, Cengiz Han'ın mezarı ortaya çıkarılıp da kendi DNA'sı incelenene kadar kesinlik kazanamayacak. Kimi genetikçilerse tüm bunların varsayımdan öteye geçemeyeceğini savunuyorlar. Öne sürdükleri bir neden, Cengiz Han'ın, şu anda akrabası olduğu belgelenebilecek herhangi birinin bulunmaması. İkincisiyse "1000 yıl öncesi" sonucunun, ele alınan mutasyon sıklığı ve hızına bağlı olarak değişebileceği, bu rakamın 2000 de, 3000 de olabileceği gerekçesi.

Cengiz Han'ın torunu olup olmak kim için ne kadar önem taşır, bilinmez; ama bu örnek, hiç birşey için olmasa, geçmişimizle ilgili ortaya çıkabilecek çok şeyin varlığını göstermesi bakımından önemli. Geçmiş bilmek istemekse, insanın kaçamayacağı bir



Orta Asya'ya yaptıkları üç ayrı araştırma gezisinde Spencer Wells ve ekibi, 2500'den fazla Orta Asyalı erkekten kan örnekleri alarak, bunlardan DNA içeren beyaz kan hücrelerini ayırmış ve Y kromozomları üzerinde incelemelerde bulunmuşlardı.

dürtüsü. Ancak küreselleşme, bu bilginin, en azından genlerin sağlayabileceği kadarki kısmını sonsuza kadar kaybetme tehlikesiyle karşı karşıya bırakıyor bizi. Antropolojik genetikçiler, "ya şimdi, ya da hiç bir zaman" diyorlar. Öyle bir zamanda yaşıyoruz ki, genlerimizde yazılı tarihsel kayıtları okumaya yeni başlamışken, onları silmeye de başladık. Wells, Asya'da bulunduğu belki de bütün soyları, New York'taki tek bir gece kulübünde birarada görmenin mümkün olabileceğini söylüyor. Onun benzetmesiyle, buradan örnek almaya kalkışacak bir genetikçinin durumu, nefis bir şarap içen, ama içtiği şarabın ne olduğunu bile bilmeyen bir şarap uzmanının durumu gibi. Elinin altında aradığı herşey var; ama onları o gece kulübünde mucizevi bir şekilde biraraya getiren büyüü geçmiş, olayları ya da göçleri anlayacak her türlü araçtan yoksun. "Bir tek insanlık tarihi var" diyor Wells. "Kendi genetiğimizi değiştirmeye başlamadan önce, onun hakkında bilecebileceğimiz herşeyi bilebilmek, hiç de fena olmazdı."

Zeynep Tozar

### Kaynaklar:

- Benderly, B.L. "Review on Genes, Peoples and Languages by Luigi Luca Cavalli-Sforza" [http://www.genomenewsnetwork.org/articles/09\\_00/genes\\_peop\\_review.php](http://www.genomenewsnetwork.org/articles/09_00/genes_peop_review.php)
- Kunzig, R. "The History of Men" Discover, Aralık 2004
- Sailer, S. "Genes of History's Greatest Lover Found" United Press International (<http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20030205-100301-1566>)
- Jobling, M.A. "Lands of our Fathers: Y-chromosome diversity and the histories of human populations" <http://www.wellcome.ac.uk/en/genome/genesandbody/hg07f003.html>