



# DNA 50 Yaşında!

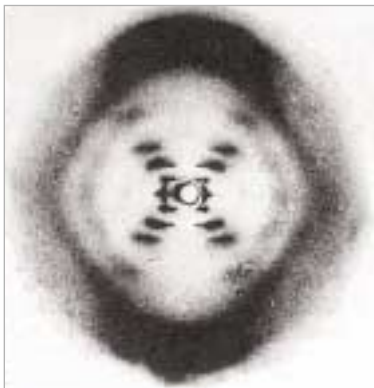
**DNA, hücre çekirdeğinin içinde yer alan, bizi biz yapan genlerimizin şifresini içeren yapı. 2003 yılı, DNA'nın yapısının belirlenişinin ellinci yılı. DNA'nın yapısı çözümlendiğinde, bu molekülün gelecekte ne denli önem kazanacağını gerçekten de kimse bilmiyordu. Oysa bu buluş, bilim dünyasının en önemli dönüm noktalarından biri oldu. Çünkü, DNA'nın ne olduğunun bilinmesi, pek çok yeni bulgunun da elde edilmesini sağladı. Bugün öyle bir aşamaya gelindi ki, kopya canlılar, gen tedavisi, canlıların genetik yapılarının değiştirilmesi gibi konular uygulanmaya ya da planlanmaya başlandı.**

İkili sarmal: Bu sözcükler, DNA'nın moleküler yapısının belki de en güzel ifadesi. Karşılıklı olarak birbirine tutunan iki molekül zincirinin,

aynı zamanda birbiri çevresinde döndüğünü bu sözcüklerden daha iyi anlatan başka bir ifade olamaz herhalde. DNA, canlılık açısından çok

önemli bir molekül. Yapısını oluşturan genlerin baz dizilişi, aklınıza gelebilecek tüm özelliklerimizi belirliyor. Saçımızın rengi, gözümüzün rengi, boyumuzun uzunluğu gibi. Canlı türlerinin birbirinden farklılığını sağlayan da DNA. Onun öyküsü, bundan elli yıl önce başlıyor. 7 Mart 1953'te, iki bilimadamı James Watson ve Francis Crick, bir süredir üzerinde çalıştıkları DNA'nın molekül modelini tamamlıyorlar. O tarihe değin yaptıkları çalışmaların bir gün gelip de tarihe mal olacağının henüz farkında değiller. Onlardan önce, DNA hakkında bilinenler o denli fazla değildi. Yapısında şeker, fosfat ve dört çeşit baz (adenin, timin, guanin, sitozin) olduğu biliniyordu. Ancak, bunların nasıl bir araya geldikleri ve oluşturdukları yapının biçimi bilinmiyordu. Watson ve Crick, bu bazların nasıl eşleştiğini saptadılar. Buna göre, adenin timinle, sitozin guaninle eşleşiyor. Baz çiftleri birbirine hidrojen bağıyla bağlanıyor. Şekerler ve fosfatlar, baz çiftlerini dıştan çevreleyecek iplikçikler halinde yerleşiyor. Sonuç olarak DNA, ip merdivene benzeyen bir yapıda.

DNA'nın "doğum tarihi", yapısının açıklandığı makalenin bilimsel bir dergi olan *Nature*'da yayımlandığı 25 Nisan 1953 olarak kabul edilir. Makalede, bazların özel eşleşme biçiminin, DNA'nın olası kendini kopyalama mekanizmasının nasıl işlediğinin ipuçlarını verdiği de belirtiliyordu. *Nature* dergisinin aynı sayısında, Rosalind Franklin ve Maurice Wilkins gibi başka araştırmacıların da DNA'yla ilgili makalelerine yer verilmişti. Bu DNA modeli zaman içinde kabul gördü. Sonuç olarak Watson, Crick ve Wilkins 1962 yılında bu konudaki çalışmaları nedeniyle Nobel Ödülü aldılar.

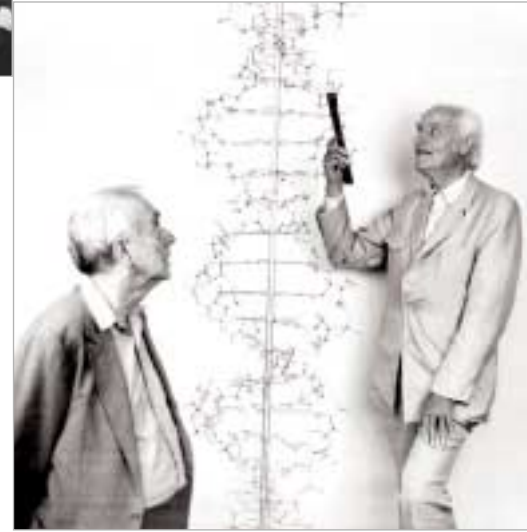


## DNA Çağı

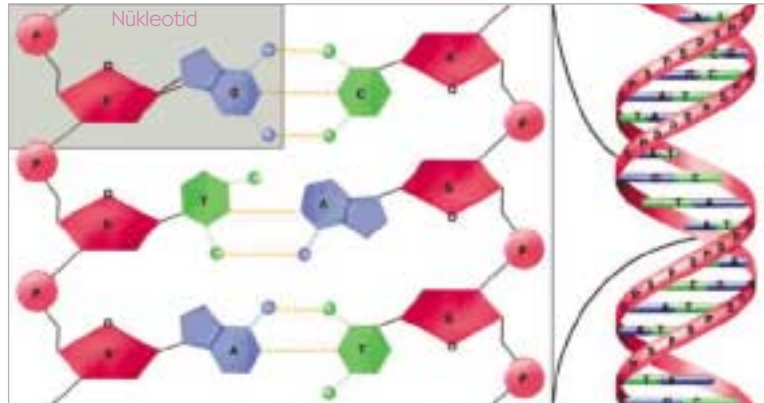
DNA açıklandı da ne oldu? Olan şu: genetik araştırmalarında büyük bir patlama. DNA'nın açıklanmasının ardından, önceden pek de



Bilimadamları, moleküllerin yapısını daha iyi anlamak için modeller yaparlar. DNA'nın doğru ölçekteki modelini ilk yapanlar, Watson ve Crick oldu. 1953 yılında yaptıkları DNA modeliyle birlikte çektiikleri ilk fotoğraflarını (üstte) ve yakın bir zaman önce çekilmiş bir fotoğraflarını (altta) görüyorsunuz.



tahmin edilemeyecek gelişmeler oldu. Yirminci yüzyılın ikinci yarısı, genetik araştırmalarında büyük ilerlemelerin kaydedildiği bir dönem haline geldi. DNA'nın yapısının belirlenmesi, özelliklerin bir kuşaktan diğerine nasıl aktarıldığını ortaya çıkardı. Bundan sonra bilimadamları, DNA şifresinin yaşamın temel taşlarından biri olan proteinlerin yapısını nasıl belirlediğini saptadılar. DNA şifresinde oluşan ani değişikliklerin (mutasyonlar) nasıl genetik bozukluklara neden olduğunu bulmaya çalıştılar. Bu arada, DNA



Çift iplikçikten oluşan DNA, sarmal biçimli bir merdivene benzer. DNA iplikçikleri şeker, baz ve fosfat molekülü içeren ve nükleotid adı verilen alt birimlerden oluşur. Bu nükleotidlerin içerdikleri bazlara göre, adenin nükleotidi, guanin nükleotidi gibi adlar alırlar. Bu nükleotidlerin oluşturdukları baz dizilişi, proteinlerin yapısını oluşturacak aminoasitleri belirler. Yukandaki çizimde, S harfi şeker, P harfi fosfat, A harfi adenini, T harfi timini, C harfi sitozini, G harfi de guanini gösteriyor.

incelemesinde kullanılan yöntemler daha da geliştirildi. Böylece, bilimadamları genetik hastalıklara neden olan hatalı genleri bulmayı öğrendiler. Zaman içinde, canlıların genetik şifre çözümlenmeleri konusunda da büyük adımlar atıldı. Bakteriler, bitkiler derken, İnsan Genom Projesi kapsamında insanların genetik yapısı da çözümlenmeye başlandı. İş daha da ilerledi; hastalıkların tedavisi konusunda genetikçiler de çalışmaya başladılar. Yeni ilaçlar ve tedavi

yöntemleri geliştirilmeye başlandı. Suçluların bulunmasında, arkeoloji ve tarih araştırmalarında DNA analizi yöntemi kullanılır oldu. Türlerin tükenmesini önlemek için genetikten yararlanma, canlılar arasında gen aktarımı, canlıların genetik yapısının değiştirilmesi, canlıların kopyalanması, genetik testler yaşamımıza giderek daha çok girer oldu.

## DNA'dan Proteinlere...

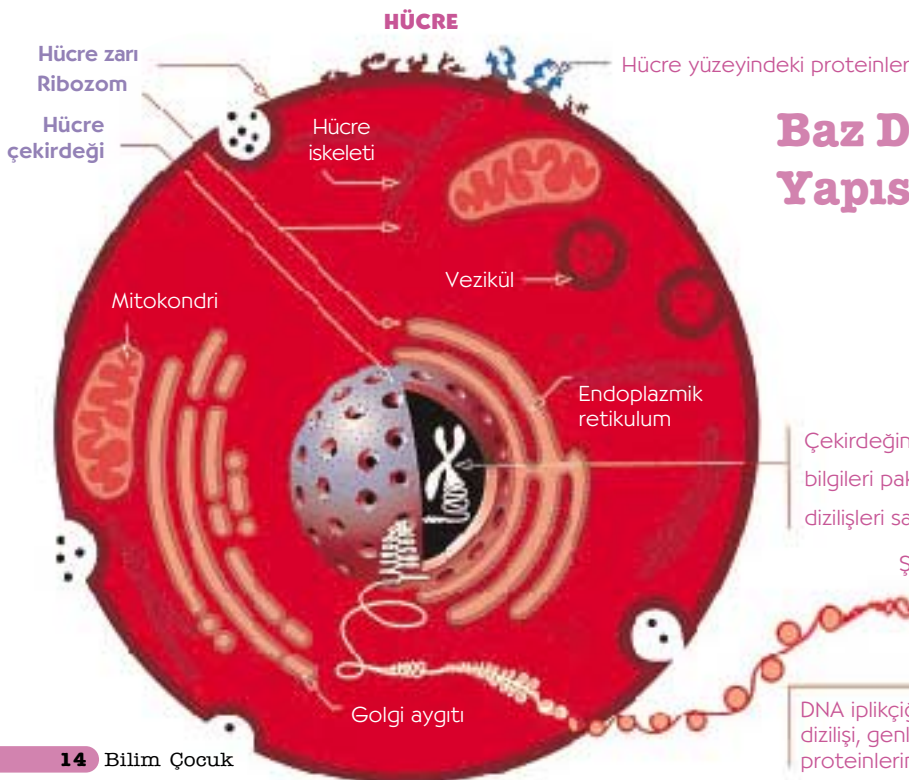
DNA, gen adı verilen küçük şifreciklerden oluşur. Her gen, hücrede belirli bir işlevi gerçekleştiren bir proteinin üretimini kontrol eden bilgiyi taşır. İnsanda 30 000'den fazla gen bulunur. Peki, gen şifreleri ne işe yarar? Gen şifreleri aminoasitlerin yapımını sağlar. Bu, iki önemli olay sayesinde gerçekleşir. Çevirim (transkripsiyon) ve yazılım (translasyon). Arka arkaya gerçekleşen bu iki olay sayesinde protein zincirlerini oluşturan aminoasitler yapılır. Çevirim olayı, aminoasit yapımının ilk aşamasıdır. Bu aşamada, DNA'nın baz dizilişi, haberci RNA denilen ve DNA'ya benzeyen tek iplikçikli bir moleküle kopyalanır. Haberci RNA da, tıpkı DNA gibi, dört baz içerir. Ancak, haberci RNA'da timin yerine urasil (U) bulunur. Şifre RNA'ya kopyalanırken DNA'daki adeninin karşısına urasil gelir. Aminoasitleri yapmak için gereken şifreyi taşıyan haberci RNA, hücre çekirdeğinden ayrılır ve sitoplazmaya geçerek bu bilgiyi ribozoma taşır. Ribozom, protein yapımından sorumlu bir organeldir. Yazılım, protein yapımının ikinci aşamasıdır. Haberci RNA'daki bilgiler, aminoasitleri oluşturmak üzere ribozomda "yazılır". Aminoasitlerin yapımını kontrol eden

haberci RNA şifreleri, başlatıcı (AUG) ve durdurucu (UAA, UAG ya da UGA) özellikle şifreler içerir. Haberci RNA molekülü, bu başlatıcı ve durdurucu şifreler arasındaki baz dizilişinin belirlediği aminoasitleri yaparlar. Başlatıcı AUG şifresinden sonra ribozom, her seferinde üç baz nükleotidi okur. Bu üç nükleotid grubu (kodon), belirli bir aminoasidin şifresidir.

## Canlılığın Sürmesi Proteinlere Bağlı

Proteinler, yaşam için gereken kimyasal tepkimelerde rol alan ve canlılara biçimini veren özel moleküller. DNA da, bu moleküllerin yapımı için gereken tüm bilgiyi içeriyor. Proteinler, canlılığımızı sürdürmek açısından önemli olan tepkimelerde rol alıyorlar; besinlerin sindirimi, hastalıklardan korunma, gözlerimizin renginin belirlenmesi gibi. Proteinler, aminoasit adı verilen yapıtaşlarının oluşturduğu zincirlerdir. Yirmi çeşit aminoasit vardır ve bunlar farklı şekillerde dizilerek farklı proteinleri oluştururlar. DNA'nın yapısında yer alan genlerse bu aminoasitlerin dizilişini belirler. Böylece proteinlerin yapısı belirlenir.

Vücudumuzda farklı işlevleri olan proteinler bulunur. Bu proteinlerin çoğu enzim işlevi görür ve vücudumuzdaki kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesini sağlarlar. Tüm enzimler, protein yapısındadır; ancak her protein enzim değildir. Yapısal proteinler, hücrelere ve organlara yapısal bakımdan destek sağlar. Koruyucu proteinler kanda bulunur ve bakteri ve virüslerle savaşırken devreye girerler. Taşıyıcı proteinler de bazı



## Baz Dizilişi, Proteinlerin Yapısını Nasıl Belirler?

Çekirdeğin içinde bulunan kromozomlarda, hücrenin tüm bilgileri paketlenmiş durumdadır. DNA, hücreden ayrılarak, baz dizilişleri saptanabiliyor.

Şeker-fosfat iskeleti

DNA iplikçığı üzerinde adenin, sitozin, timin ve guanin bazlarının dizilişi, genlerin yapısını belirler. Genlerdeki bazların dizilişi, proteinlerin yapısındaki aminoasitlerin şifresini oluşturur.



maddelerin vücudumuzda bir yerden diğerine taşınmasında rol alırlar.

Bilimadamları, bir genin baz dizilişini bildikleri zaman, onun hangi aminoasitlerin yapımından sorumlu olduğunu bulabiliyorlar. Çünkü, belirli baz dizilişlerinin hangi aminoasitlerin oluşumunu sağlayacağı saptanmış ve Evrensel Genetik Şifre listesi oluşturulmuş. Bilimadamları, baz dizilişinden yola çıkıp aminoasit dizilişlerini bulduklarında proteinlerin de dizilişini bulmuş oluyorlar. Ancak, proteinler, ince, uzun zincirler halinde durmazlar; kendi üzerlerinde katlanır ve üçboyutlu bir biçim alırlar. Onların bu biçimde olmaları, kendilerine özgü işlevlerini gerçekleştirmelerini sağlıyor. Araştırmalar, onların böylece biçimlenmelerini sağlayan şeyin aminoasitlerin dizilişi olduğunu ortaya koyuyor. Bir proteinin yapısını oluşturan aminoasitlerin dizilişini bilmek, yeni bulunan genlerin hangi aminoasitlerin ve dolayısıyla

proteinlerin işlevlerini denetlediğini bulma konusunda yardımcı oluyor. Bilimadamları, benzer yöntemler kullanarak pek çok proteinin işlevini bulmuş durumdalar. Örneğin, bir proteinin ne büyüklüğünü, canlının hangi hücrelerinde bulunduğunu, DNA, RNA ya da diğer proteinlerle nasıl bir ilişki içinde olduğunu bu yolla bulabiliyorlar.

## Gözlerim Neden Mavi?

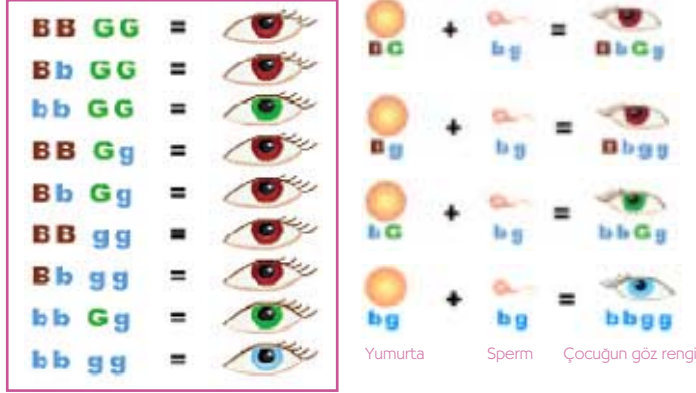
Biraz da, genlerimizin protein yapımını kontrol ederek, özelliklerimizi nasıl olup da belirlediğini inceleyelim. Bu amaçla, göz rengimizi belirleyen genlerin işlevlerini ele alalım. Gözlerimizin rengini, melanin adı verilen renk maddesinin miktarı belirler. Melanin, koyu kahverengi bir renk maddesidir. Göz rengini belirleyen genler, melanin miktarını belirleyen proteinlerin yapımını sağlar. Gözümüzde çok miktarda melanin varsa, göz rengimiz kahverengi ya da siyah olur. Melanin miktarı azsa, gözlerimiz mavi renkte olur. Miktarları, bunların arasında olduğunda da gri, yeşil, ela ya da kahverenginin farklı tonlarında olur. Yeni doğan bebeklerin gözleri mavi renkte görünür; çünkü o sırada vücutlarında melanin üretilmeye başlanmamıştır. İnsanda göz renginin belirlenmesi, iki-gen modeli denilen bir modelle açıklanıyor. Bu model, gri, ela ya da kahverenginin farklı tonlarındaki göz renkleri ve bazı özel durumlar için geçerli değil. Ayrıca, göz renginin daha fazla sayıda gen tarafından belirlendiğine ilişkin bulgular da var.

İki-gen modeline göre, göz renginin mavi, yeşil ve kahverengi olarak belirlenmesinden iki gen sorumlu. Bu genlere, "bey" ve "gey" adları veriliyor. Bu iki genin her birinin, alel denilen iki farklı çeşidi bulunuyor. Alellerin biri anneden diğeri de babadan geliyor. Bey geninin kahverengi (B) ve mavi (b) olmak üzere iki aleli var. Gey geninin alelleri de, yeşil (G) ve mavi (g). Göz renginiz, bu alellerden hangilerine sahip olduğunuza göre belirleniyor. Bey ve gey genlerinin alellerinin, renk baskınlığına göre sıralaması da şöyle: "B" aleli, "b" üzerinde baskın; "G" aleli de, "g" üzerinde baskın. Eğer, tek bir kahverengi alel geniniz varsa ve diğer aleller

Genler, protein yapımı için gereken şifreyi içerirler.



## Göz Renginin Kalıtımı



mavi ya da yeşilse kahverengi gözlü oluyorsunuz. "G" aleli, "b" ve "g" üzerinde baskın. Bu, eğer bir yeşil göz rengi aleliniz varsa ve geri kalanlar da maviyse, yeşil gözlü olacağınız anlamına geliyor. "b" ve "g" hiçbir durumda baskın değil. Bu durum, eğer tüm aleller mavi rengi belirliyorsa mavi gözlü olacağınızı gösteriyor.

### İki-gen modeline göre, anne-babanızdan hangi göz rengi genlerini aldığınızı bulmak ister misiniz?

Kurallara bir göz atalım:

Anne-babanızın her ikisi de mavi gözlüyse, size bg'yi aktarmışlar.

Anne-babanızın her ikisi de yeşil gözlüyse, size bG ya da bg'yi aktarmışlar.

Anne-babanızın her ikisi de kahverengi gözlüyse, size BG, Bg, bG ya da bg'yi aktarmışlar.

Mavi gözlüyseniz, B ya da G alelleri size aktarılmamış.

Yeşil gözlüyseniz, B aleli size aktarılmamış.

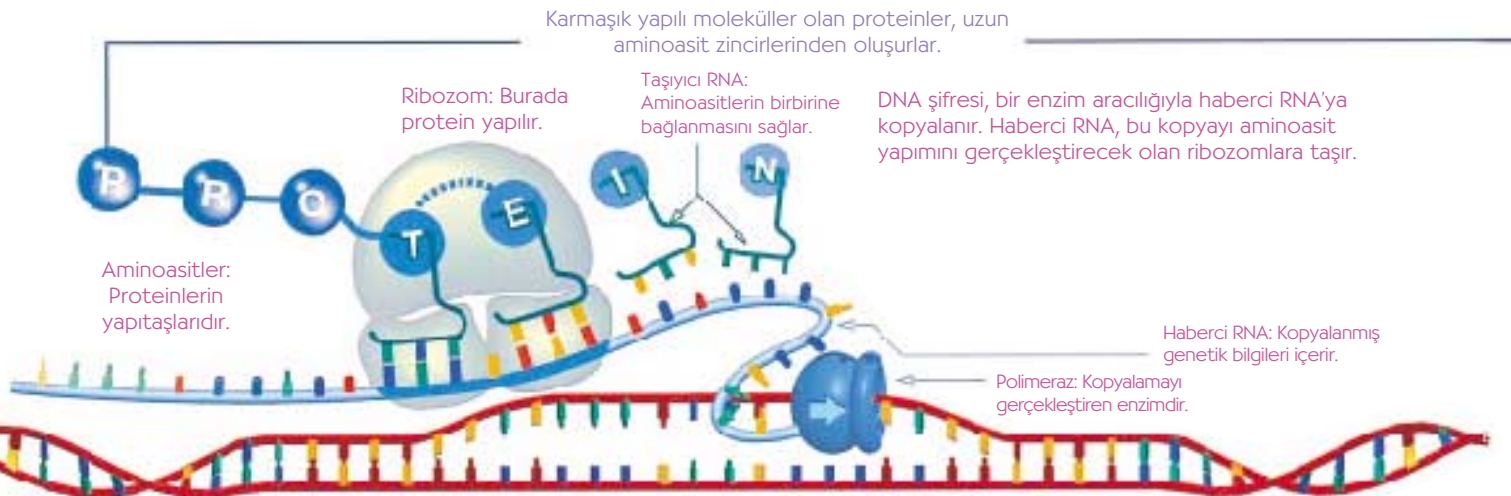
Kahverengi gözlüyseniz, B aleli size kesin olarak aktarılmış.

Şimdi, kendi göz renginizi düşünerek, anne-babanızdan hangi genleri almış olabileceğinizi tahmin edebilirsiniz. Daha doğru bir tahmin için, büyükanne ve büyübabalarınızın da göz renklerini düşünün. Ancak, unutmayın ki bugünkü bilgilerle göz renginizin nasıl belirlendiğini % 100 kesinlikte tahmin etmeye olanak yok.

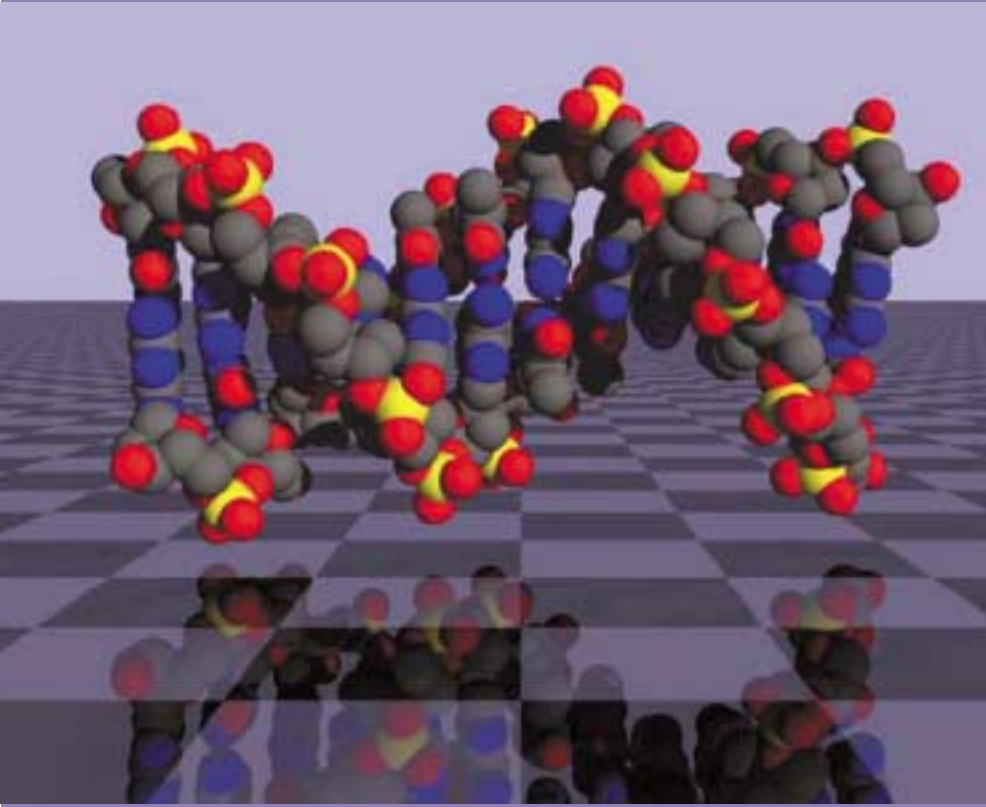
## Bundan Sonra Neler Olacak?

DNA'nın yapısının çözülmesiyle başlayan araştırma sürecinin doruk noktası, insanın genetik yapısının çözümlendiği İnsan Genom Projesi oldu. Uluslararası bir çalışma olan bu projede, 24 çeşit insan kromozomunun yapısında bulunan genlerin haritalanması planlanıyor. 1990'da başlayan çalışmaların amacı, genetik hastalıkların temelini çözümllemek ve insanın evrimine ilişkin ipuçları elde etmek. Geline nokta, kistik fibrozis (bir salgı bezi bozukluğu), Huntington hastalığı (bir sinir sistemi hastalığı), nörofibromatozis (bir sinir sistemi hastalığı) ve bir tür meme kanseri gibi genetik bozukluklara neden olan genler saptandı. Yakın bar zamanda tamamlanması planlanan projede, insan genomu, bir bakteri türü olan E. coli, bir solucan türü ve sirkesineğinkinle karşılaştırılacak. Böylece türler arasındaki benzerlikler de saptanabilecek.

Araştırmacılar, İnsan Genom Projesi'nin tamamlanmasının her şeyin çözümlenmiş olması anlamına gelmediğini söylüyorlar. Çünkü, genlerin baz dizilişlerinin çözümlenmiş olması, tek başına pek bir anlam taşıyor. Bilimadamları, ardı arkası kesilmeyecek planlamalar yapıyorlar. Planda ilk görünen projeyse, insanın protein yapısının çözümlenmesine yönelik bir çalışma. Projenin adı bile kısmen belli: İnsan Proteom Projesi. Bu



## DNA Modeli Günü Düzenleyin!



Siz de okulunuzda, sınıfınızda ya da birkaç arkadaş bir araya gelerek, DNA'nın yapısının çözümlenmesinin 50. yılı şerefine etkinlikler yapabilirsiniz. Üstelik, bunu yapmak için 25 Nisan 2003'ü seçmek çok anlamlı olabilir. DNA gününde neler yapabileceğinize hep birlikte karar verebilirsiniz. DNA'yla ilgili deneyler, gösteriler, oyunlar hazırlayabileceğiniz gibi, tıpkı Watson ve Crick gibi DNA modeli yapabilirsiniz. Şekerler, fosfatlar, hidrojen bağları ve bazlar... Oyun hamurları, çubuklar, kurdanlar, bezelyeler, nohutlar, kâğıt... Aklınıza gelebilecek her şey malzemeniz olabilir. Şimdiden yapacağınız modelleri çok merak ediyoruz ve onların fotoğraflarını çekip bize göndermenizi istiyoruz. Ancak, fotoğraflarınıza dergimizde yer verebilmemiz için net ve anlaşılır olmaları gerekiyor. Fotoğraflarınızı en geç 15 Mayıs 2003 tarihinde elimizde olacak şekilde gönderin.

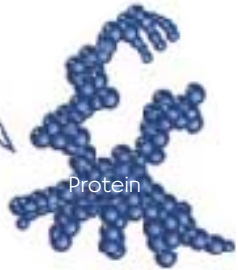
Adres

TÜBİTAK Bilim Çocuk Dergisi Atatürk  
Bulvarı/No:221/06100/Kavaklıdere/Ankara

projenin amacı, genlerin belirlediği proteinleri tanımlamak. Proteinler, zaten araştırmacıların çok ilgilendiği bir konuydu; ancak bu kez hedef, hangi genin ya da genlerin hangi proteinlerin yapımını kesin olarak sağladığını belirlemek. Bu sayede, genlerle vücut işlevleri arasındaki bağı kuracak olan bilgiler tamamlanacak. İnsan Proteom Projesi bittiğinde, insan vücudundaki tüm proteinlerin tanımlanıp, çözümlenip, işlevlerinin kesin bir sınıflandırmasının yapılması gerçekleştirilmiş olacak. Önümüzdeki yıllarda yaklaşık 10 000 proteinin

yapısının tanımlanacağı söyleniyor. Bu sayı, doğadaki proteinlerin çok küçük bir bölümünü içeriyor.

Ancak, bilimadamları, bu sayıda proteinin tanımlanmasının bile biyoloji ve sağlık alanında önemli adımlar atılmasını sağlayacağını düşünüyorlar.



Protein

İnsan genomu, insan proteinleri derken, iş bu kadarla da kalmayacak.

Sırada şekerler de var. Tıpkı proteinlerin tanımlanması gibi, şekerler için de benzer bir proje yapılması hedefleniyor. Bir başka çalışma da haberci RNA'larla ilgili. Daha önceden haberci RNA'nın, protein yapımında rol oynayan önemli bir molekül olduğunu belirtmiştik. Haberci RNA, protein yapımının çevirim aşamasında rol alıyor ve

DNA'daki şifreyi kopyalayarak, sitoplazmadaki ribozomlara taşıyor. İşte, bu molekülün DNA'dan kopyaladığı şifreye transkriptom deniyor. Bazı araştırmacılar da transkriptomları inceliyorlar.

DNA'dan başlayan araştırma yolculuğu hâlâ sürüyor. Proteinlerin, şekerlerin, RNA'nın çözümlenmesi derken, insan elli yıl sonra hangi noktaya gelineceğini düşünüp heyecanlanmaktan kendini alamıyor.

**Genetik konusunda daha fazla bilgi edinmek için aşağıdaki adreslerden yararlanabilirsiniz**

<http://www.dnalc.org/>  
[http://www.exploratorium.edu/exhibits/mutant\\_fies/mutant\\_fies.html](http://www.exploratorium.edu/exhibits/mutant_fies/mutant_fies.html)  
<http://www.mendelweb.org/>  
<http://library.thinkquest.org/18617/>  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/disease/>  
<http://www.eurekascience.com/ICanDoThat/index.htm>  
<http://www.yourgenome.org/>

Zuhal Özer

### Kaynaklar

Özer, Z., Yılmaz, E., "Genlerimizi Anlamak Yaşamımızı Değiştirecek mi?", Bilim Teknik, Ağustos 2000  
<http://gslc.genetics.utah.edu/units/basics/>  
[http://www.so.wustl.edu/science\\_outreach/curriculum/genetics/download.html](http://www.so.wustl.edu/science_outreach/curriculum/genetics/download.html)  
[www.sciencephotogallery.com/articles/DNA\\_50yearsArticle.php](http://www.sciencephotogallery.com/articles/DNA_50yearsArticle.php)