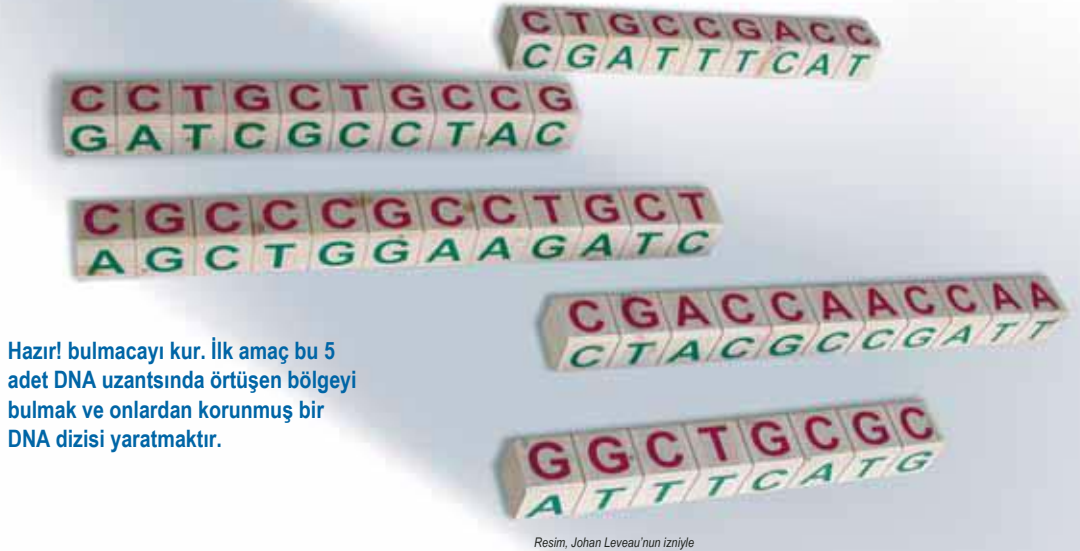


# Genomlarla eğlence: Mikoçiğner DNA Bulmacası\*

Hikmet Geçkil

İnönü Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, 44280 Malatya, Türkiye

Genom, gen ve proteinlerle ilgili açıklamalardan sıkıldınız mı? Öyleyse neden öğrencilerinize **Johan Leveau**'nun DNA bulmacasını kullanarak onların kendi kendilerine bu konuları anlamalarını denemiyorsunuz?



Hazır! bulmacayı kur. İlk amaç bu 5 adet DNA uzantsında örtüşen bölgeyi bulmak ve onlardan korunmuş bir DNA dizisi yaratmaktır.

Resim, Johan Leveau'nun izniyle

Genomları, genleri ve proteinleri yaparak açıklayan bir eğlence mi istiyorsunuz? Mikoçiğner DNA Bulmacası tam da aradığınız şey olabilir. Gerçek bir bilim adamı gibi genom araştırmaları ile ilgili tüm heyecanı yaşa. DNA şifresinin deşifrenmesini sağlayan çalışmaların değerini takdir et. Ve DNA'nın tüm biyolojik fonksiyonlar için nasıl bilgi taşıdığını öğren. Orta öğrenim öğrencilerinin yanında, Mikoçiğner DNA Bulmacası genele hitap eden bilim fuarlarında ve üniversite biyoloji ve ekoloji derslerinde destekleyici materyal olarak da kullanılabilir. Bu şartırtıcı DNA oyunu için ihtiyacınız olan zaman ise sadece 10 dakika.

## Mikoçiğnerle buluş

Hollanda Ekoloji Enstitüsü'nde (NIOO-KNAW)w1 devam eden çalışmalara dayanarak Mikoçiğner DNA Bulmacası yeni keşfedilen ve fungus (maya)ları yiyerek ilginç bir beslenme gösteren bir toprak bakterisi olan *Collimonas fungivorans* için geliştirilmiştir. Böylece lakabı "mikoçiğner", Yunanca fungus anlamına gelen *mycos*'tan türetilmiştir. NIOO-KNAW ve başka yerlerdeki araştırmacılar bu bakteri konusunda oldukça heyecanlanmış görünmektedirler. Çünkü bu bakteri bizlere insan, bitki ve diğer organizmalardaki fungal hastalıkların önlenmesi veya tedavi edilmesi konusunda ipuçları verebilir. Neyin *Collimonas*'ı bir mikoçiğner yaptığını anlamak için bizler şu anda bu bakterinin tüm

DNA'sını, yani genomunu analiz ediyoruz. *Collimonas* projesini bir örnek alarak Mikoçiğner DNA Bulmacası bir genomun ne olduğunu, neye yaradığını ve bağlı olduğu organizmanın biyolojisi ile ilişkisini anlamak için genomik DNA'nın nasıl okunup anlaşılabilirliğini açıklamaktadır. Diğer bir deyimle, sadece 4 harften (A, C, G, ve T) oluşan uzun bir DNA dizilerinden "fungus yeme" gibi bir özelliğe nasıl varılmaktadır?

## İşte hedef

Mikoçiğner DNA Bulmacası'nın amacı DNA'nın oluşturulmasından bir hipotezin formülasyonuna kadar tipik bir genom projesindeki bir seri görevi tamamlamaktır.



## Yakında...

Mai-Britt Meijer ve öğrencilerinin tavsiye ve önerilerine cevap olarak, bulmacanın bir ileri modeli 2007 güzünde piyasaya sürülecektir.

Hedefi orta öğretim seviyesindeki öğrenciler olan Mikoçiğner DNA Bulmacası PLUS! dizisi DNA'ya komplementer olan ve DNA'daki harfler (A, C, G, T) yerine RNA'nın harflerini (A, G, C, U) içeren mesajcı RNA (mRNA)'yı temsil eden fazladan bir tahta blok içermektedir.

Bu PLUS! oyun modelinde antikodonların (RNA üzerinde) mRNA üzerindeki kodonlarla eşleştirilerek karşılık gelecek proteinin amino asit dizisinin belirlenmesi gerekir.

Yeni oyuna bir transkripsiyon basamağının eklenmesi bulmacayı lise öğrencileri için daha da zorlayıcı ve gerçekçi yapmıştır.

Daha fazla bilgi için *Collimonas* websitesini<sup>w2</sup> ziyaret ediniz.

ARKA PLAN

Görev tamamlandı!  
Korunmuş DNA dizisi (aşağıdaki resim) daha kısa örtüşen dizilere kusursuz biçimde uymaktadır.



Resim, Johan Leveau'nun izniyle

İlk amacınız üzerine DNA harfleri (A, C, G, ve T) kazınmış 5 tahta parçası ile 5 adet biri biri üzerine örtüşen DNA dizilerinden bir adet korunmuş DNA dizisi oluşturmak olacaktır (yukarıdaki şekil).

Bir sonraki göreviniz, tipik bir *Collimonas* genini ifade eden bu korunmuş DNA dizisinin proteine dönüşümünü (translasyon) yapmaktır. Bu, DNA dizisindeki 3 harfin (*kodonlar*) özel bir amino asitle ilişkilendirilmesine dayanır (aşağıdaki resim). Amino asitler proteinlerin yapı taşıdır. Mikoçiğner DNA Bulmacası'nın bu kısmı bilginin taşınmasında DNA'nın rolünü ve bu bilginin proteinlere nasıl dönüştüğünü (yani translasyonu) gösterir.

Üçüncü amaç fungusu yemek için *Collimonas* tarafından bu proteinin nasıl kullanıldığını anlamaktır. Buradan çıkaracağımız ders, bir proteinin dizisinden fazla bir şey anlaşılmayacağıdır.

Bunun yerine, oyunculara belirlemiş oldukları bu yeni proteini araştırmacılar tarafından diğer organizmalardan elde edilmiş ve fonksiyonu belirlenmiş bir seri proteinle karşılaştırmaları istenir.

Oyuncuların *Collimonas*'ta belirledikleri protein bu proteinlerden birine benzeyecektir. Oyuncular bu proteinin fonksiyonunun mikoçiğnerdeki önemini düşünmeye teşvik edilir. Bunun için fungus hücre duvarlarında bulunan kitini parçalayan kitinaz proteini bir örnek olarak alınabilir. Dolayısı ile muhtemel bir hipotez *Collimonas*'ta bu proteinin böyle bir fonksiyonun olabileceğini ve bununla bakterinin fungusun hücre duvarını parçalayarak içindeki besinlere ulaştığı şeklinde olabilir. Bulmaca, hipotezleri formülize etmeye yardım için *Collimonas* ile fungus arasındaki ilişkiyi açıklayan ölçeğe uygun bir model de içermektedir. Farklı gruplardan gelen hipotezler tahtaya



**DNA'nın deşifre edilmesi. Tahta bloklar DNA kodonlarını temsil eder ve bu kodonlarla ilişkili amino asitler birer translasyon anahtarı olarak kullanılarak bir DNA dizisini (yukarıda) ona denk gelen amino asit dizisine, yani proteine (aşağıda) dönüştürürler. Bulunan protein diğer proteinlerle karşılaştırılarak fonksiyonu anlaşılmasına çalışılır.**



Resim, Johan Leveau'nun izniyle

yazılıp karşılaştırılır ve tartışılır.

## Takım çalışması ve diğer bilimsel prensiplerin öğretilmesi

Oyuncularının gen ve proteinler konusunda eğitmek yanında, gruplar halinde oynandığında Mikoçiğner DNA Bulmacası takım çalışmasını da stimüle eder. Tahta blokların 4 yüzü 4 farklı DNA dizisi oluşturmayı mümkün kılar; böylece, aslında bir oyunda dört proteini içeren dört adet bulmaca bulunmakta ve bunlar *Collimonas*'ın mikoçiğner yaşam biçimini irdelemek için bize farklı açıklamalar yapma imkânı tanmaktadır.



## Bir öğretmenin Mikoçığner DNA Bulmacası ile ilgili deneyimi

*Hollanda'da bir biyoloji öğretmeni olan Mai-Britt Meijer Mikoçığner DNA Bulmacasını öğrencileri ile birlikte test etti.*

Bir öğretmen olarak her zaman yeni öğretim metot ve yollarına açık bulundum. Öğrencileri "kitaba bağlı kılmadan" protein sentez basamaklarını incelemeye imkân tanıdığı için Mikoçığner DNA Bulmacası orijinal ve ilham verici bir öğretme aracıdır. Öğrenciler sadece fiziksel olarak meşgul değil aynı zamanda genlerin fonksiyonlarının belirlenmesi için metot ve hipotezler kumaları için düşünmeye teşvik edilmektedir.

Bulmacayı oynamaya başlamadan önce sınıfla protein sentezi teorisini tartıştım. Üniversite öncesindeki ve yaşları 15-16 arasında olan bu öğrencilerin bilgisi oldukça iyi idi. Bu oyunu oynamak için öğrencilerin belli seviyede olmaları bir ön şarttır.

*Collimonas fungivorans* ile ilgili kısa bir girişten sonra, sınıf 3-4 kişilik gruplara bölündü. Bulmaca ile meşgul olmayanlar bağımsız olarak DNA ve proteinler konusunda ilgili bir konu üzerinde çalıştılar.

İlk korunmuş DNA dizisini bulmak ve bulmacanın nasıl çalıştığını anlamak için sınıf birlikte çalıştı. Daha sonra, sıra ile her grup 4 adet korunmuş dizi arısından kendi korunmuş dizisini araştırdı. Gruplar kendi korunmuş dizilerini buldukça bir sonraki basamağa geçerek ilişkili kodonları belirlemeye başladılar. Posterler ne yapılacağını açık şekilde gösterdiğinden her grup herhangi bir rehberliğe gerek duymadan çalışabiliyordu.

Tüm gruplar en son basamağa (kendi korunmuş dizileri tarafından kodlanan proteinin fonksiyonunu ileri sürmek) geldiklerinde, hipotezlerini tartıştık. Kodlanan proteinlerin fonksiyonu hakkında ne düşünüyorlardı? Egzersiz önemli sorular açığa çıkarabilir. Örneğin, öğrenciler hipotezlerini nasıl kurdular? Hipotez doğru biçimde formülize edilebildi mi? Hipotezlerini test etmek için ne çeşit deneyler düşünebilirler? Özellikle daha ileri düzeydeki öğrenciler için en son soru onların daha ayrıntılı ve kesin cevaplar vermesi için oldukça yardımcı olabilir.

Öğrencilerin tavsiye ettiği ve benim de hemfikir olduğum konu, bulmacanın DNA'dan RNA'ya transkripsiyonu ve

RNA'dan da proteine transkripsiyonu için ilave basamaklar içermesi durumunda daha uygun ve tamamlanmış olacağı idi. Böylece, bulmaca DNA'nın transkripsiyonu ve proteine transkripsiyonu için bir giriş olarak kullanılabilir. Bu, öğrencilere böyle çalışmalarındaki tüm basamaklar için fiziksel bir hatırlatma ve sonraki derslerde teori tartışıldığında bulmacaya başvurma imkânı sağlar.

Öğrencilerin ortalıkta tahta bloklarla meşgul olduğunu görmek hoş bir şeydi. Tahta blokları önlerinde ilk gördüklerinde kendilerini tekrar kreş yıllarında hissettiklerini söylediler. Ancak, bulmacayı çözmeye çalıştıklarında oyunun görüldüğü kadar basit olmadığını ve DNA'nın deşifre edilmesi ve genlerin fonksiyonun anlaşılmasının ne kadar uzun zaman alabileceğini anladılar.



Mikoçığner DNA Bulmacası hareket halinde. Bu fotoğraf 2004 yılında Hollanda Ekoloji Enstitüsü (NIOO-KNAW) bilim fuarında çekilmiştir. "Olmak istiyorum" genç genom araştırmacıları kendilerini mikoçığneri çözmeye adanmışlar

Her ne kadar İnternet ortamında birçok araç varsa da, Mikoçığner DNA Bulmacasının avantajı öğrencilerin elleri ile dokunarak ve yaparak öğrenmesidir. Özellikle yaptıklarını bizzat gözlemlediklerinden bu oyun oldukça faydalıdır. Son bir hatırlatma! öğrencilerin bir arada çalışmalarının göz önünde bulundurulması ve bulmacanın tüm safhalarını tamamlamak için konuları tartışmaları gerekmektedir. Bu da oldukça faydalı bir öğrenme yoludur.



Bu makale bir araştırma enstitüsünde orta öğrenim öğrencileri için geliştirilen bir

materyali tanımlamaktadır. Bu özellikle akademik çalışmalarla liselerdeki bilim ve fen eğitimi arasında büyük bir mesafe olduğunu düşünen öğretmenler için bir yeniliktir.

Fikir basit fakat dâhicedir: bir bakteri genomu ve onun ekolojisi hakkındaki bilimsel verileri sınıfta oynanabilecek bir oyuna dönüştürmek ve oyunu İnternet üzerinde bitirmek. Böylece, dokunarak yapma ve e-öğrenme yöntemleri ile DNA, gen ekspresyonu ve metabolizma gibi temel biyolojik konuları anlamak ve açıklamak.

Bu makaleyi yaratıcı öğretim araçlarını önemseyen orta öğrenim öğretmenlerine tavsiye ederim. Bu oyunda öğretmenler kullanıma hazır ve öğrencilerin bilim adamları gibi düşünmesini sağlayacak materyal bulacaklardır. Daha maharetti öğretmenler ise kullanım kılavuzunu kullanarak kendi başlarına veya öğrencileri ile oyunu oluşturabilirler.

Giulia Realdon, İtalya

GÖRÜŞ

Her ne kadar her basamakta durup konu ile ilgili bilgilerin verilmesi ve tartışılması için daha çok zaman gerekse de, tipik olarak bir oyunu tamamlamak 10 dakikadan daha az bir süre alır. Ayrıca, bulmaca öğrencileri bazı temel bilimsel araştırma prensipleri ile de karşı karşıya getirir. Bunlar içinde hipotezlerin formülasyonu ve çevrelerindeki bilim adamları ile sonuçlarını paylaşmak gelir (ör. eğer diğerleri kendi araştırma bulgularını henüz yayımlamamışlarsa, biz *Collimonas* proteini için nasıl bir fonksiyon ileri sürebiliriz?)

Düzeyleri ileri derecede olan öğrenciler için bulmacanın temel konseptleri sınıflarda İnternet tabanlı programlarla ilişkilendirilerek sadece 5 parçalık kısa DNA'ların birleştirilip deşifre edilmesi değil, gerçek genomlarla çalışmalarda yüz binlerce DNA parçası ile bu işin nasıl başarılı olduğu anlaşılır. Bulmaca ile birlikte gelen öğretmen kılavuzu bir kaç örnek içermektedir. Bulmaca DNA'daki değişikliklerin (mutasyonlar) proteinlerin amino asit dizisi ve fonksiyonu üzerindeki etkisini anlamak gibi DNA ile ilgili diğer konuları da açıklamaktadır.

## Gerçek genler!

Mikoçiğner DNA Bulmacası *Collimonas fungivorans* genomundan elde edilen gerçek DNA dizilerini kullanır. Her bulmaca *Collimonas* genomundaki özel bir gene bağlanmak için bir sertifika içerir. Öğrenciler *Collimonas* websitesinde<sup>w2</sup> bu geni izleyerek, genin *Collimonas* genomu üzerindeki yerini, nasıl bir proteini kodladığını ve hangi laboratuvarların o geni çalıştığını bulurlar.

## Ürün bilgisi

Mikoçiğner DNA Bulmacası Hollanda Ekoloji Enstitüsünden (NIOO-KNAW) sağlanabilir: komple bulmaca setini satın alabileceğiniz gibi, kendi bulmacanızı oluşturmak için açıklamalar içeren bedava bir el kılavuzu ısmarlayabilirsiniz.

\*“*Fun with genomes: the Mycomuncher DNA Puzzle*” başlıklı orijinal makaleden çevrilmiştir. Doç. Dr. Hikmet Geçkil

E-mail: [hgeckil@inonu.edu.tr](mailto:hgeckil@inonu.edu.tr)

Tel: +[90]422-341-0010/3749

Fax: +[90]422-341-0037

[www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org)

Daha fazla detay için *Collimonas* websitesini<sup>w2</sup> ziyaret ediniz ya da [c.fungivorans@nioo.knaw.nl](mailto:c.fungivorans@nioo.knaw.nl) adresine bir e-mail yazınız.

Standart bir oyun seti şu parçalardan oluşmaktadır; oyunu kurmak için tahtadan yapılmış beş adet DNA dizisi, 4 adet korunmuş DNA dizisi taşıyan tahta bir blok ve bunlara karşılık gelen 4 protein dizisi kazanmış tahta bir blok, yine kodonları ve onların amino asitlerini simgeleyen 30 parça tahta bloklar, tahtadan sehpaları olan 6 adet A3-boyutunda poster, bir adet ölçeğine uygun *Collimonas*-fungus interaksyonu modeli ve öğretmen el kılavuzu.

## Web referansları

w1 - Hollanda Ekoloji Enstitüsü (Netherlands Institute of Ecology (NIOO-KNAW)) hakkında daha fazla bilgi için lütfen ilgili web sitesini ([www.nioo.knaw.nl](http://www.nioo.knaw.nl)) ziyaret ediniz.

w2 - *Collimonas* websitesi: [www.nioo.knaw.nl/games/collimonas](http://www.nioo.knaw.nl/games/collimonas)

Johan Leveau Hollanda, Hetern'de bulunan Hollanda Ekoloji Enstitüsü'nde (NIOO-KNAW) bir araştırmacıdır.

