

KUANTUM DÜNYASINDA ZAMAN

DURMUŞ ALİ DEMİR

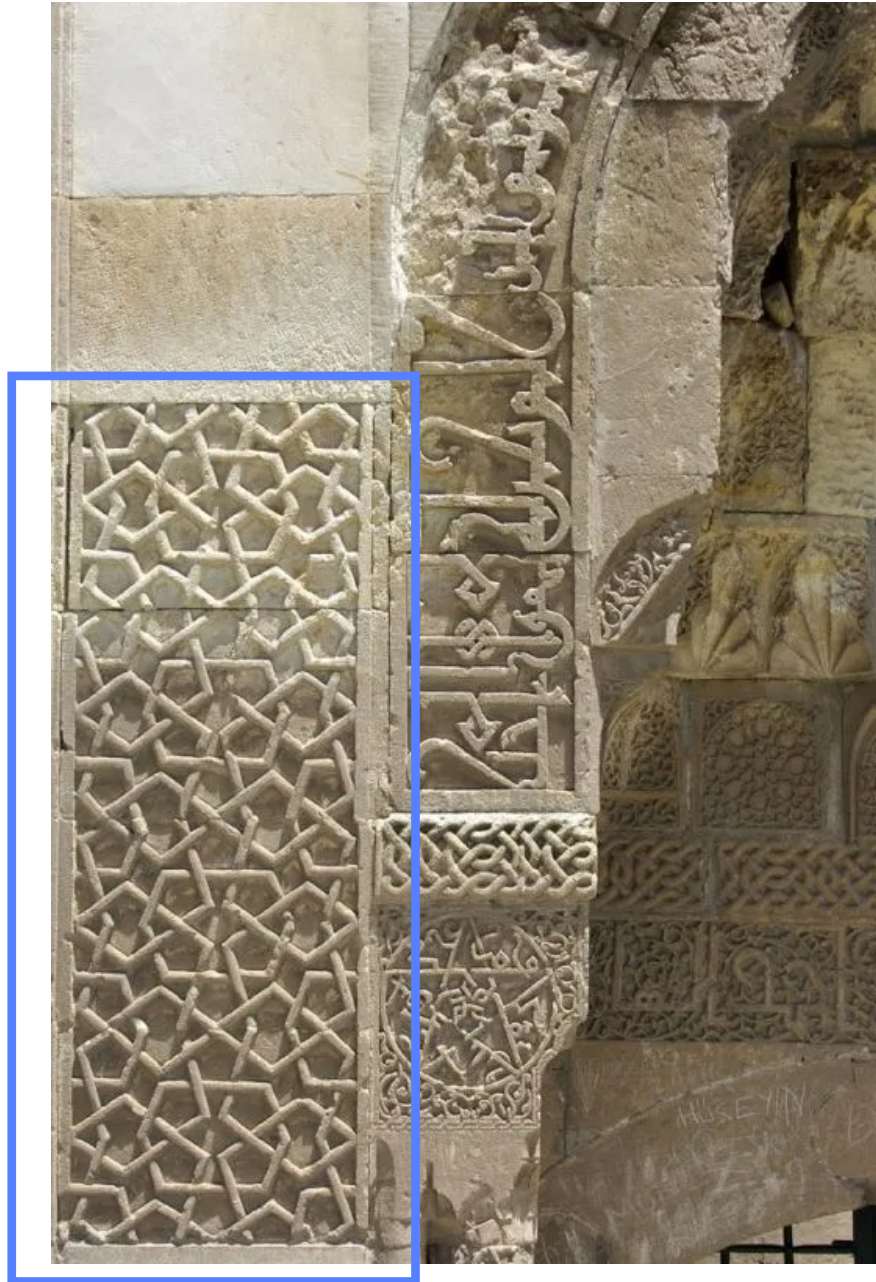
. Sabancı .
Üniversitesi

ZAMAN SEMPOZYUMU

OMÜ MİMARLIK FAKÜLTESİ &
TMMOB MİMARLAR ODASI SAMSUN
– 20 Mayıs 2023

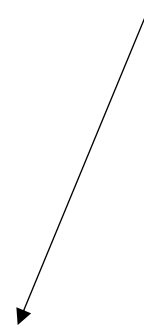


Mama Hatun Kümbeti, Tercan-Erzincan, 1192

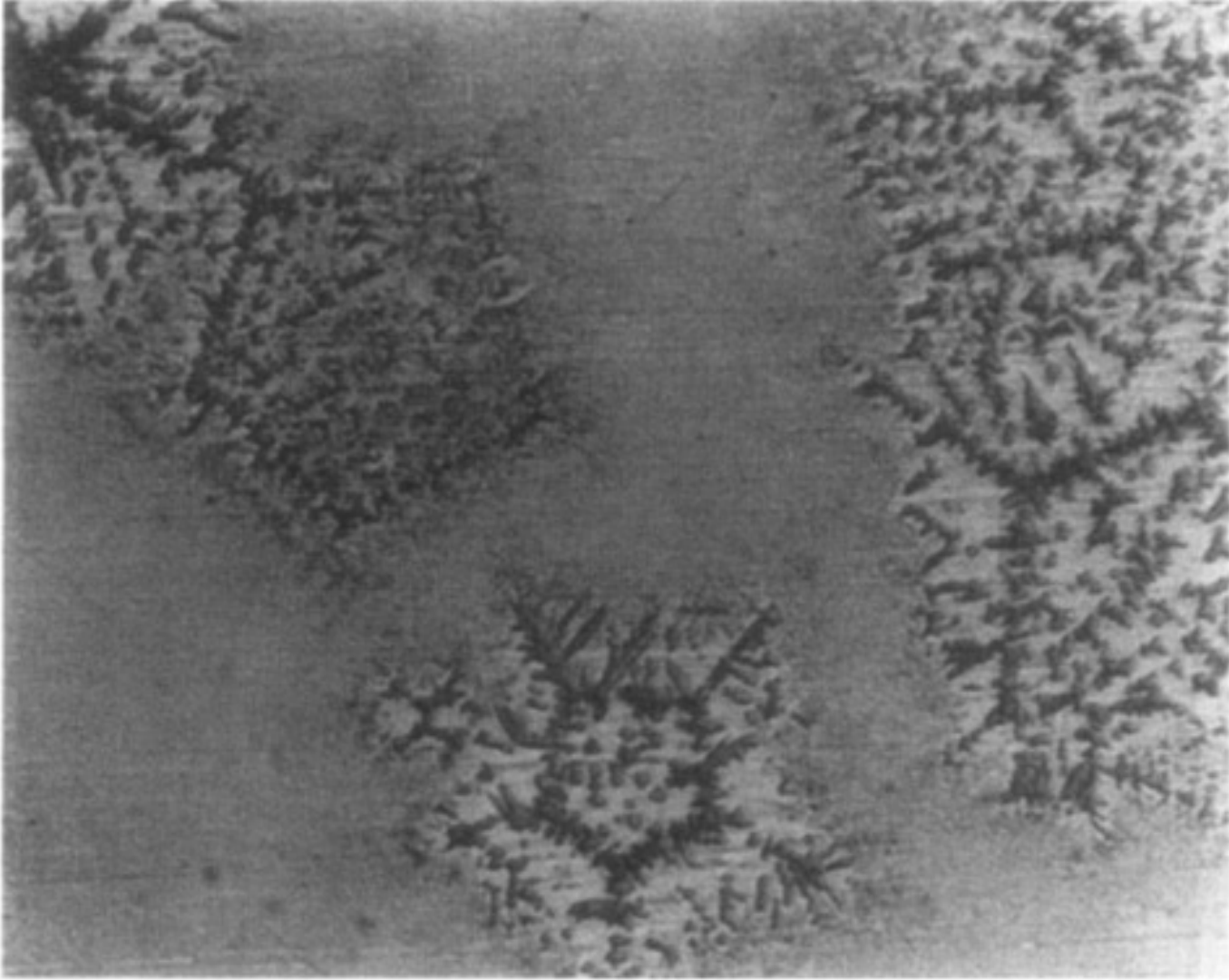


← 15 cm →

tekrar etmeyen şekillerden oluşan çok özel bir örgü!

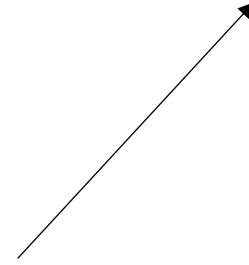


bu özel örgüye “Erzincan örgüsü” diyebiliriz



Metaller Erzincan örgüsü oluşturabilirler!

yapışmaz, paslanmaz, yanmaz



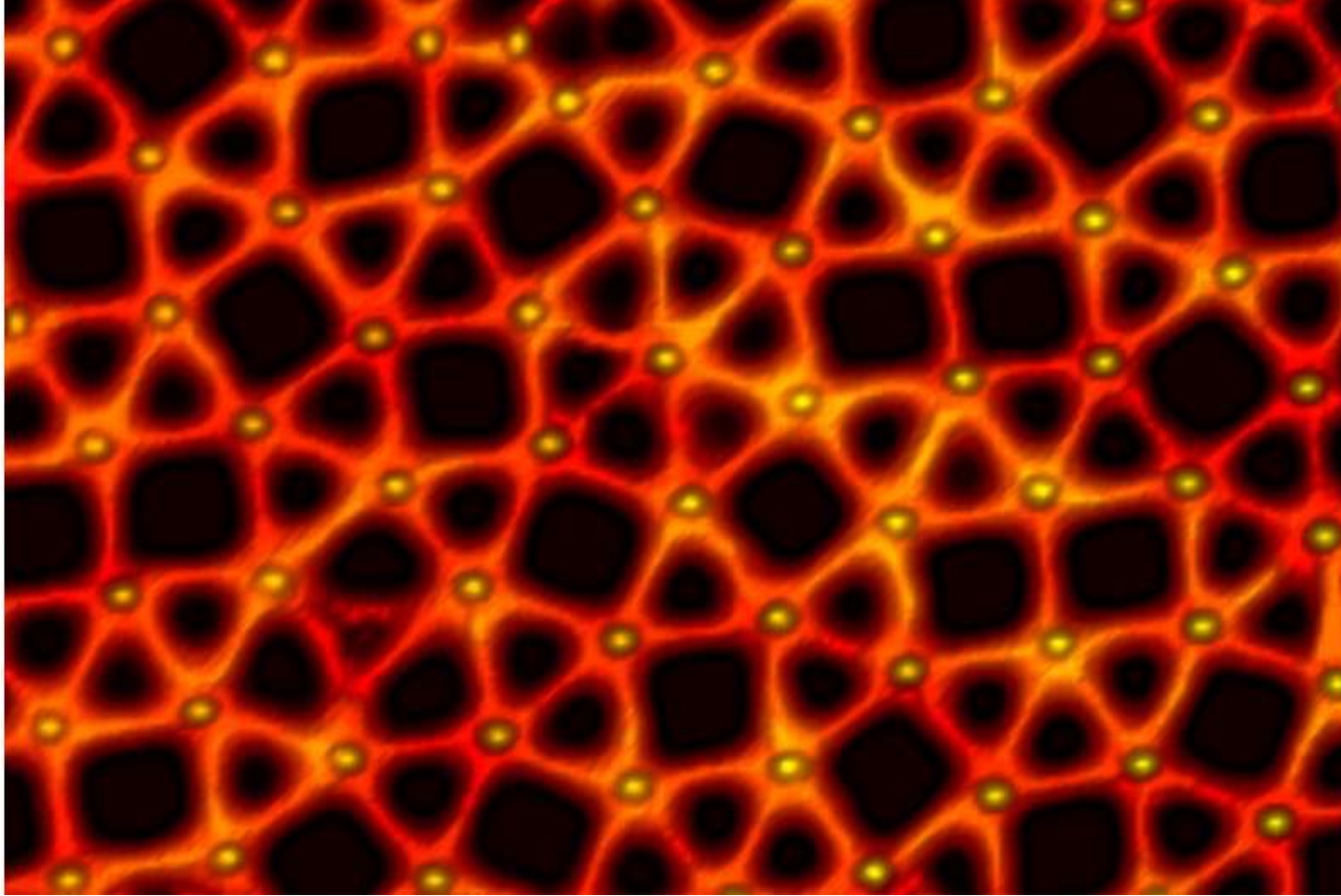
10 nm

ani soğutulmuş alüminyum-metal alaşımı

Schetman vd. *PRL*, 1984

Schetman, 2011 Nobel Ödülü

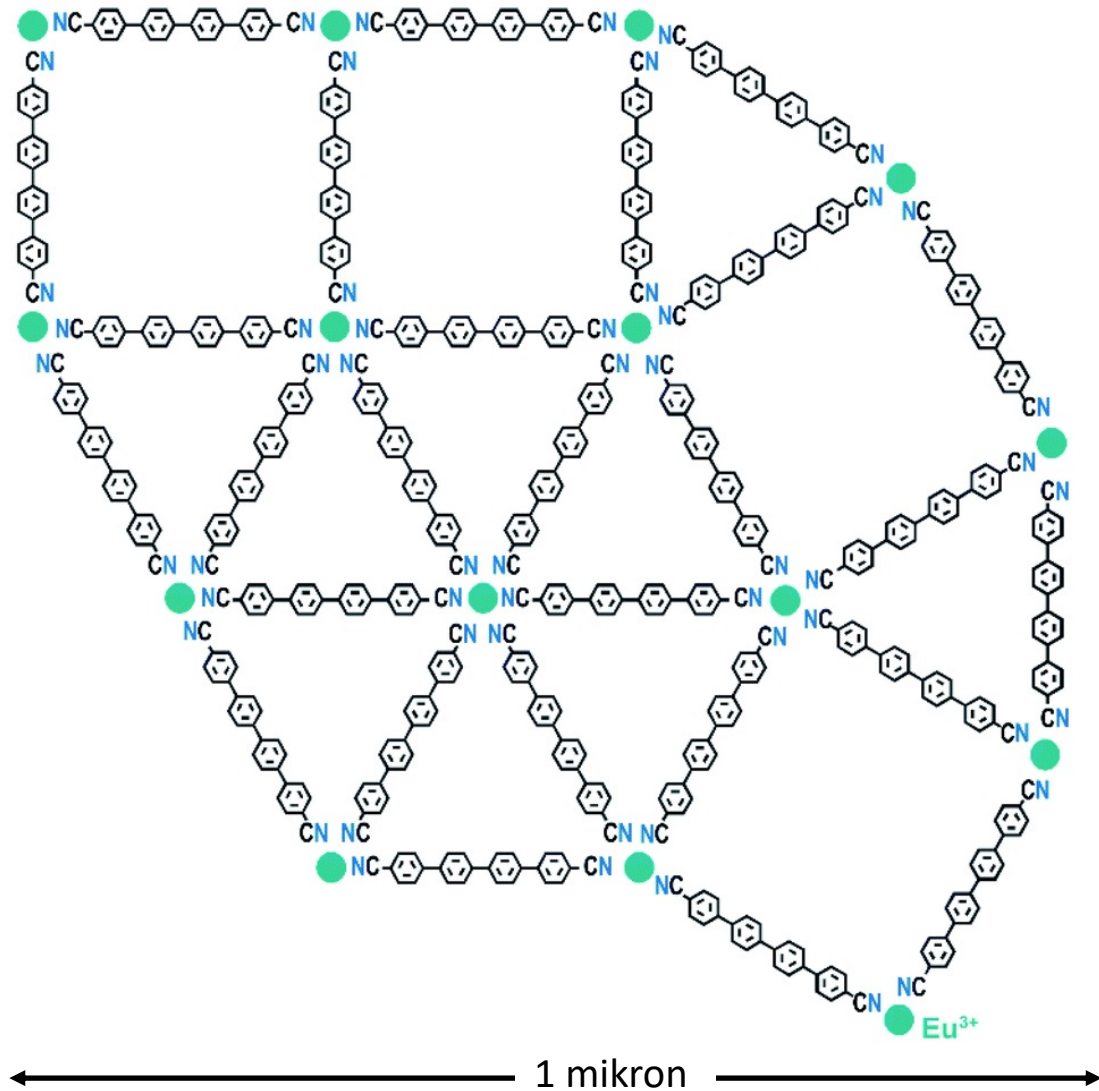
Organik yapılar da Erzincan örgüsü oluşturabilirler!



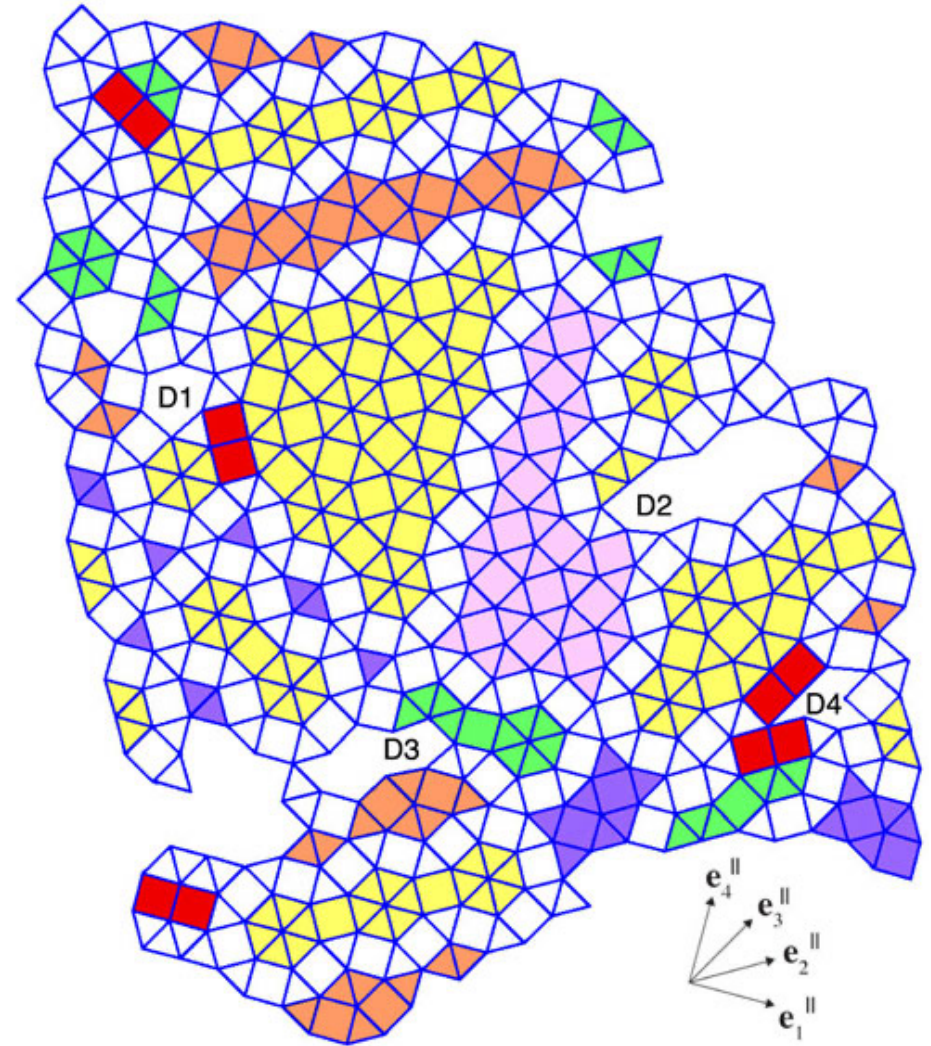
10 nm

metal-organik karışımı sanki-örgü

Molekül zincirleri (polimerler) de Erzincan örgüsü oluşturabilirler:

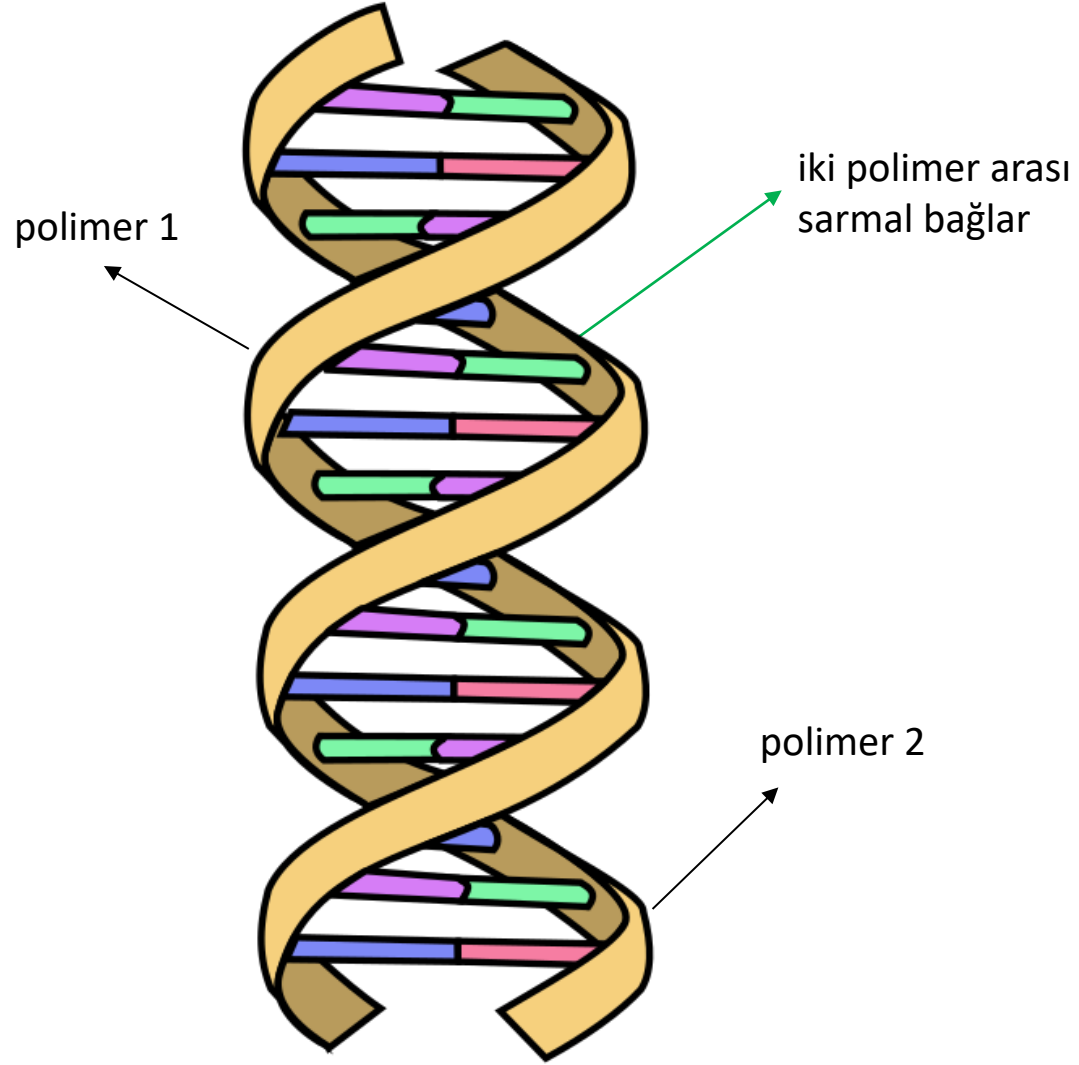


Oppenheim vd. *Chemical Science*, 2020



Hayashida vd. *PRL*, 2007

DNA iki polimerin sarmal bağlanması ile oluşmuş bir genetik bilgi bankasıdır:



DNA (iki zincirli sarmal)

Watson & Crick, *Nature*, 1953

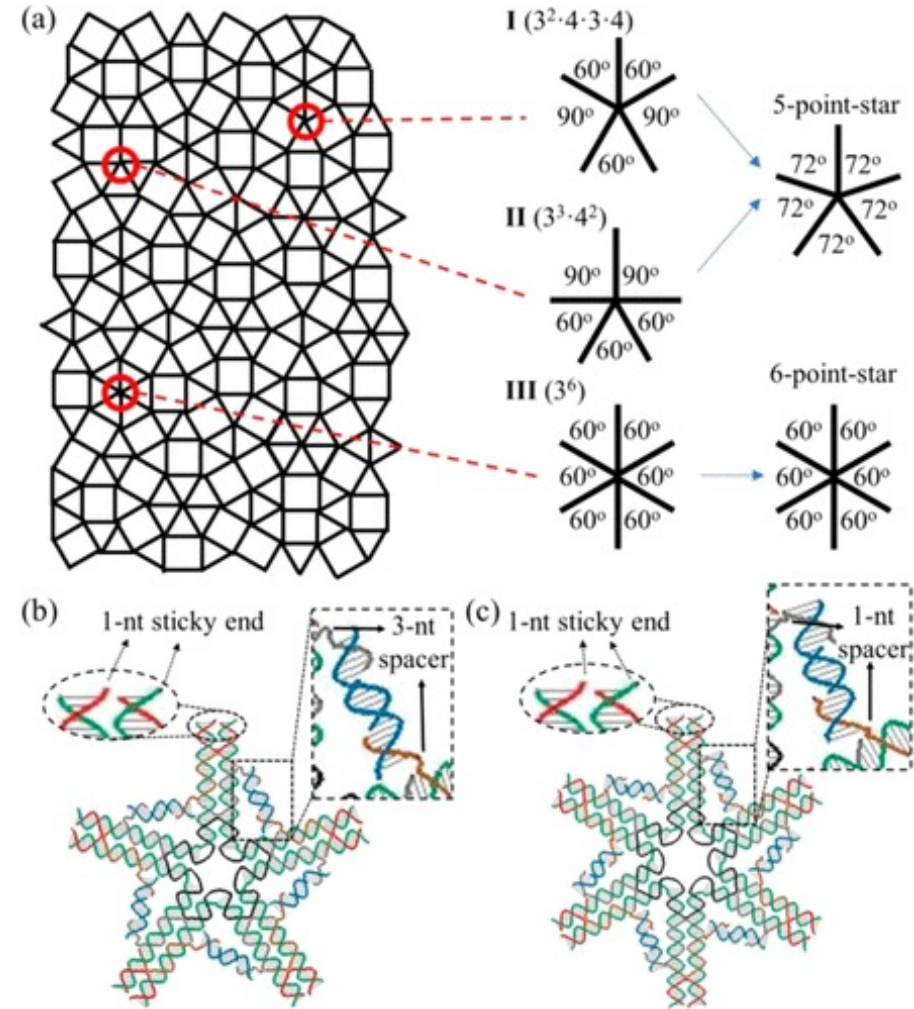
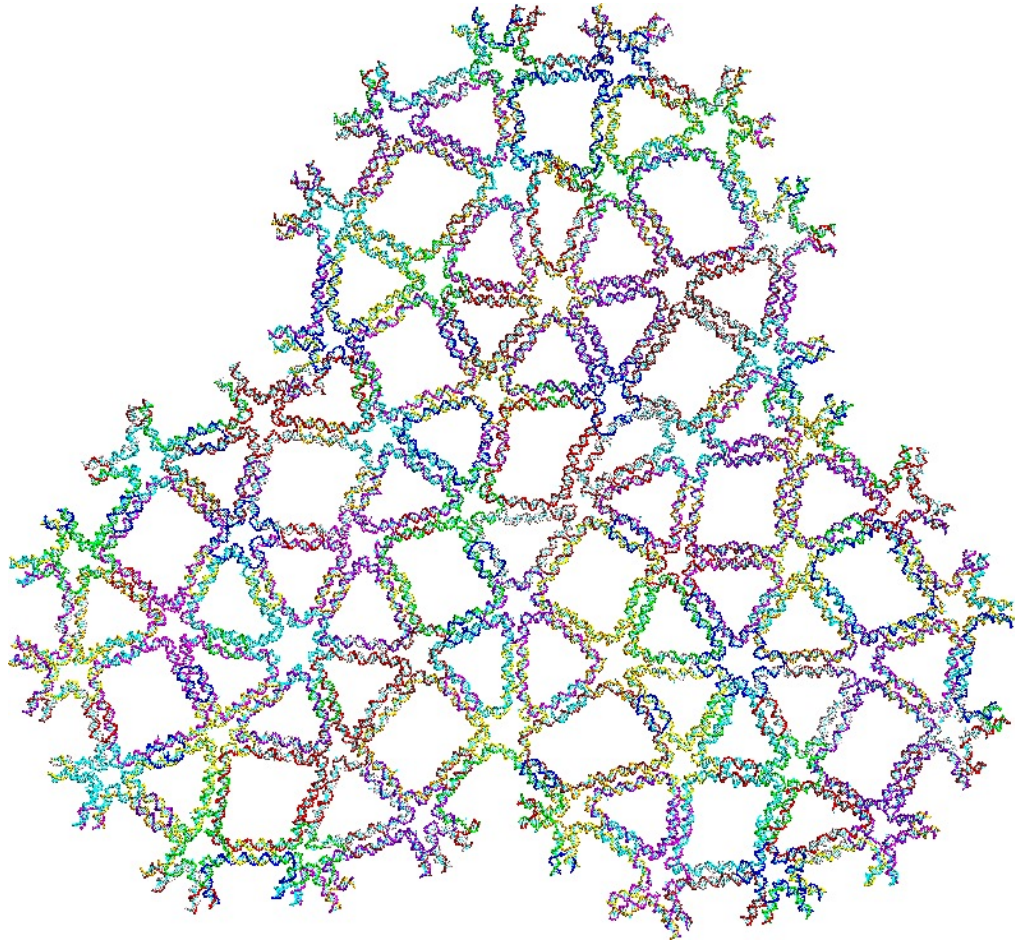
Nobel Ödülü, 1962

örnek:



bellavici.com

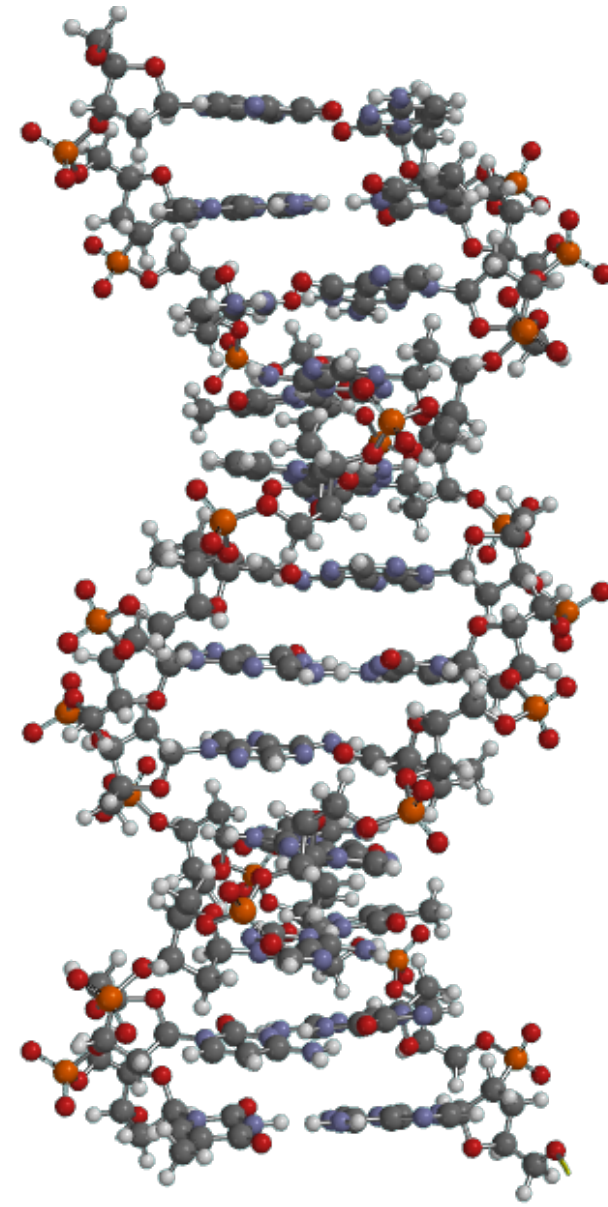
DNA bir polimerdir ve soğutulunca bir Erzincan örgüsü oluşturabilir:



Reinhardt vd. *J. Phys – Condensed Matter*, 2016

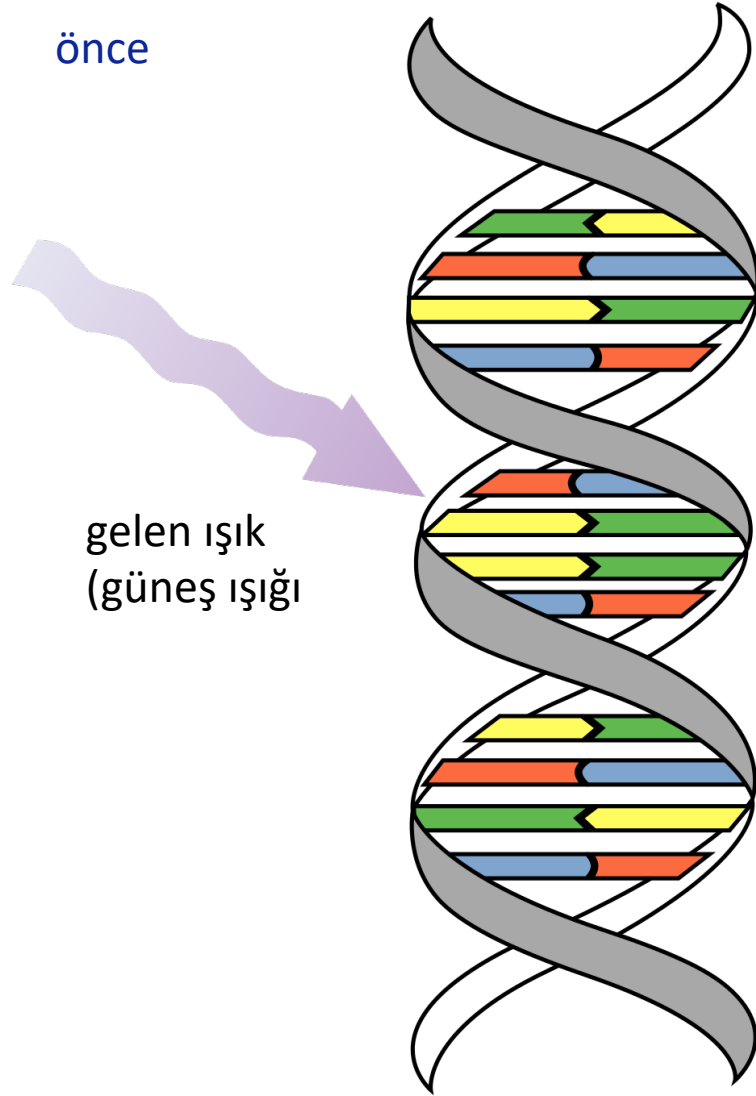
Liu vd. *JACS*, 2016

- DNA canlıların hücrelerinde bulunur.
- DNA bütün **genetik kodu** taşıyan temel moleküldür.
- Eğer DNA bozulursa yeni oluşan hücreler bozular.
- DNA'nın bozulması **mutasyona** yol açar ve canlının vücudunu değiştirir .
- DNA soğutulunca Erzincan örgüsü yapabilir.
- DNA'nın Erzincan örgüsü nasıl **kararlı (stabil)** tutulabilir?



DNA dış etkilerle bozulabilir (UV ışık):

önce

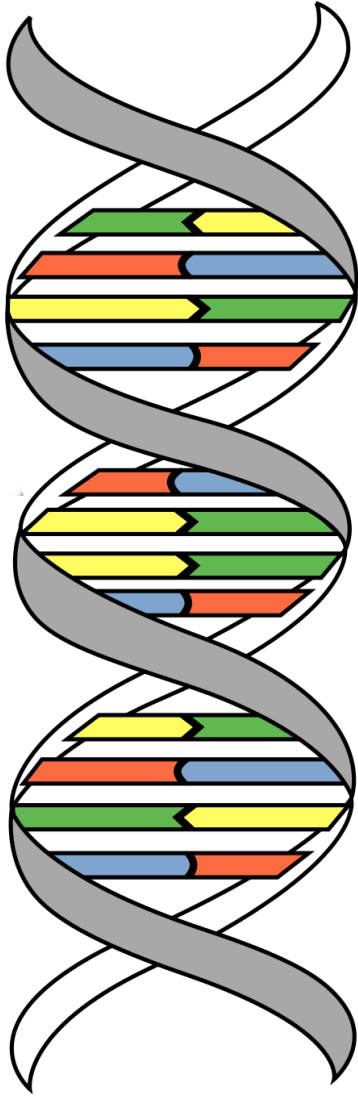


sonra



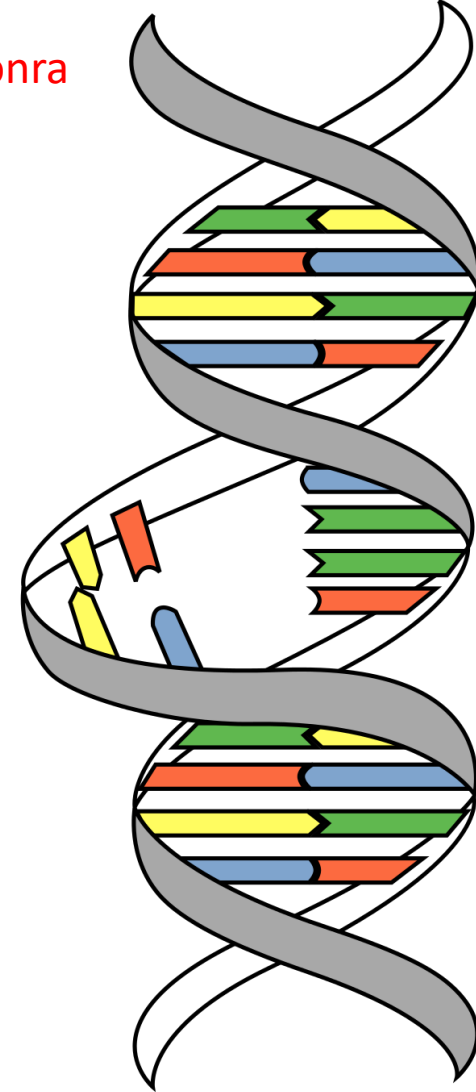
Kuantum fiziği: DNA kendiliğinden de bozulabilir:

önce



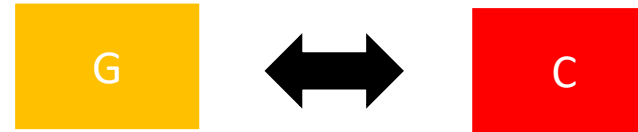
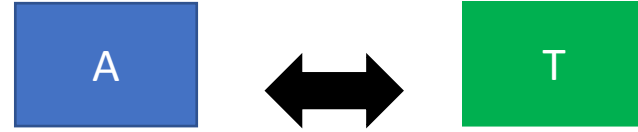
kendiliğinden

sonra

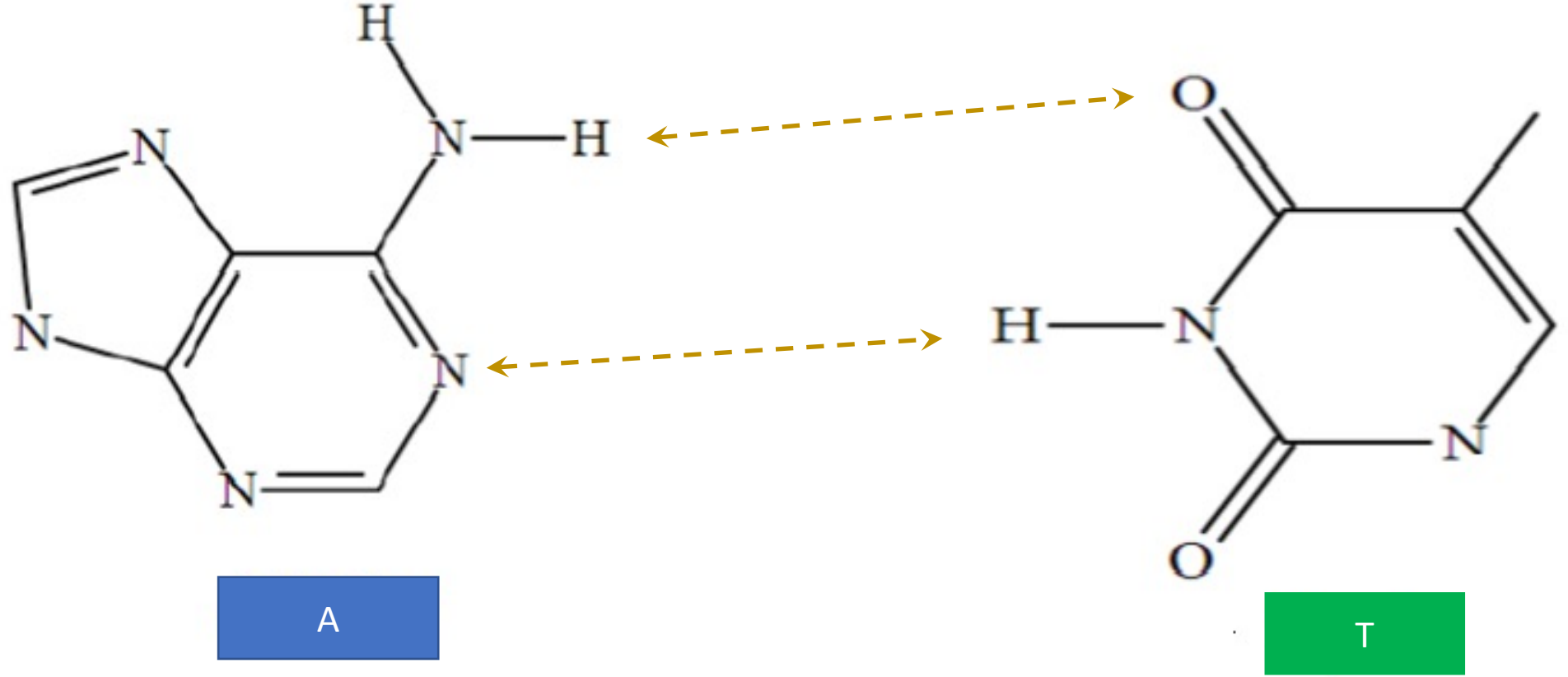


Kendiliğinden bozulmaya yol açan kuantum geçişi:

- DNA 4 tane temel yapıtaşının (molekül) birbirlerine sarmal bağlanması ile oluşur. Bu yapılar A, T, G, C olarak adlandırılır.
- Yapıları gereği A her zaman T ile, G de her zaman C ile bağlanır.

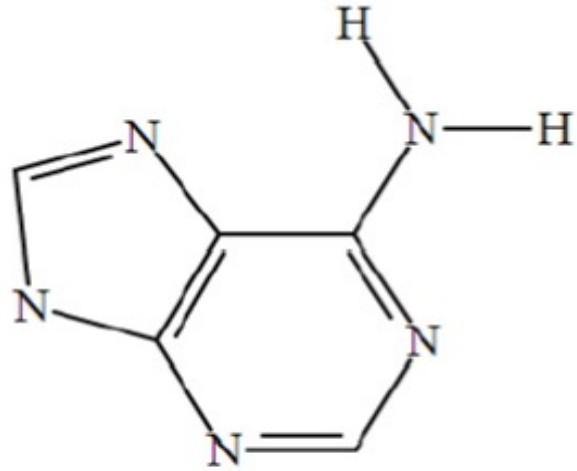


Kendiliğinden bozulmaya yol açan kuantum geçişi:

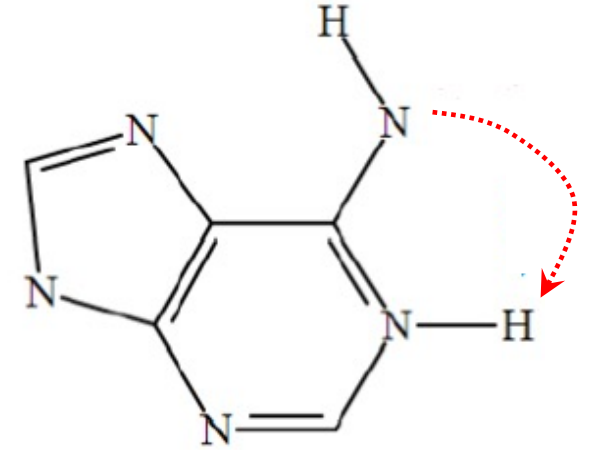


Normal durum: bozulmamış A ve bozulmamış T yapıtaşları bu şekilde bağlanırlar.

Erzincan örgüsü oluşturmuş soğuk DNA'da kuantum geçişleri baskın hale gelir ve bu etkiler DNA'nın yapıtaşlarını bozabilir.

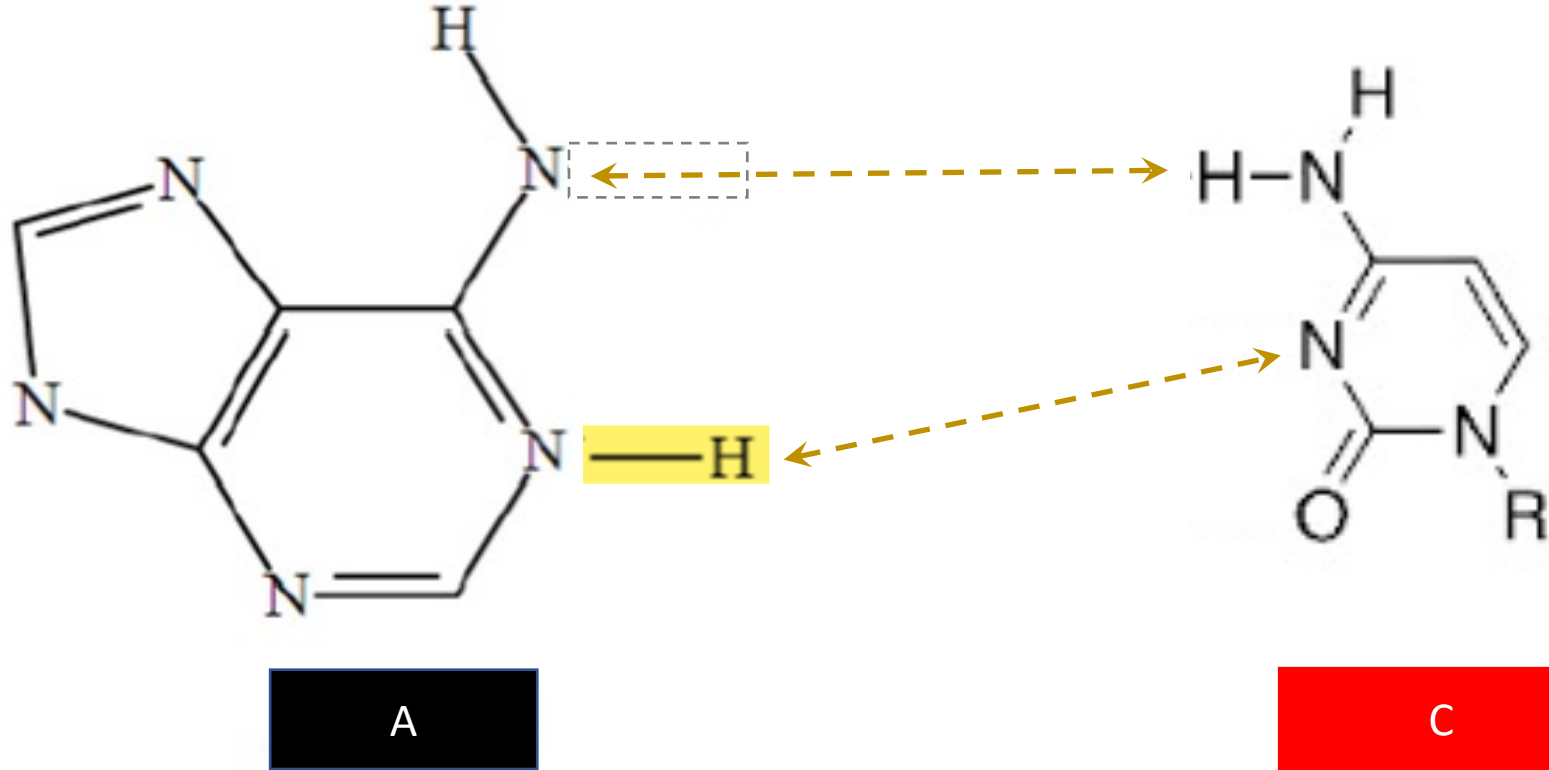


kuantum geçişi



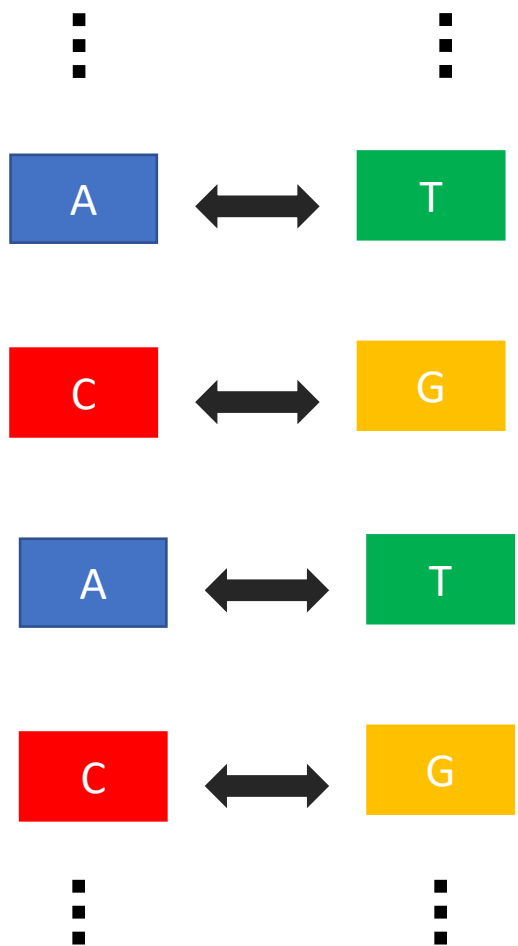
A yapıtaşının bozuluşu: H atomunun normal konumundan uzaklaşması

Bozulmuş yapıtaşları yanlış bağlanma yaparlar:

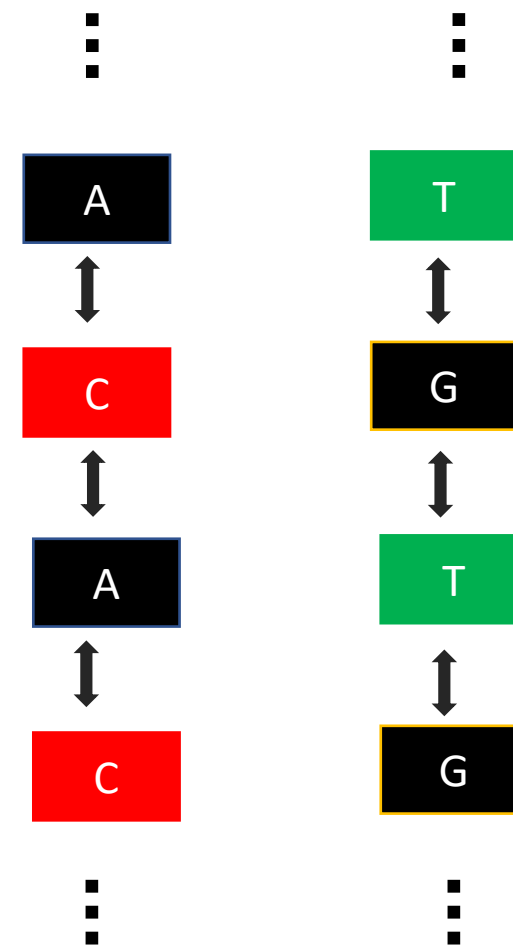
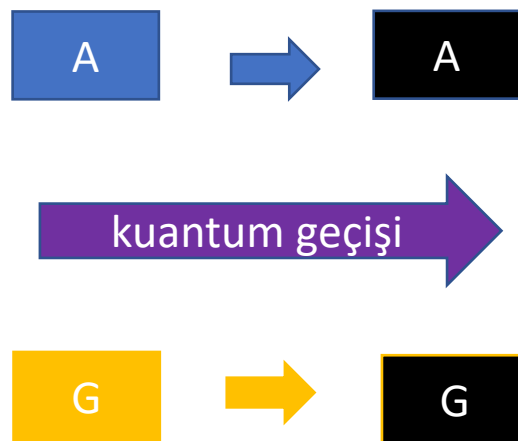


Bozulmuş durum: bozulmuş A ve bozulmamış C yapıtaşları bağlanırlar ve DNA'nın sarmal yapısı bozulur.

Erzincan örgüsü yapan DNA'nın sarmal yapısının bozulması:

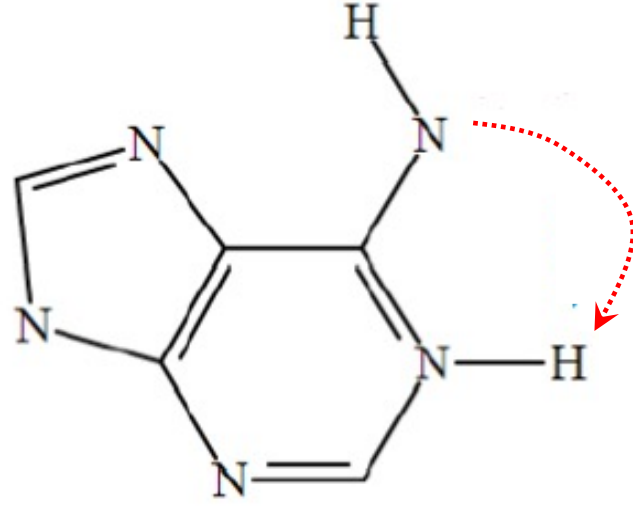


normal DNA sarmal örgüsü



bozulmuş DNA kopuk örgüsü
(birbiriden ayrılmış iki polimer)

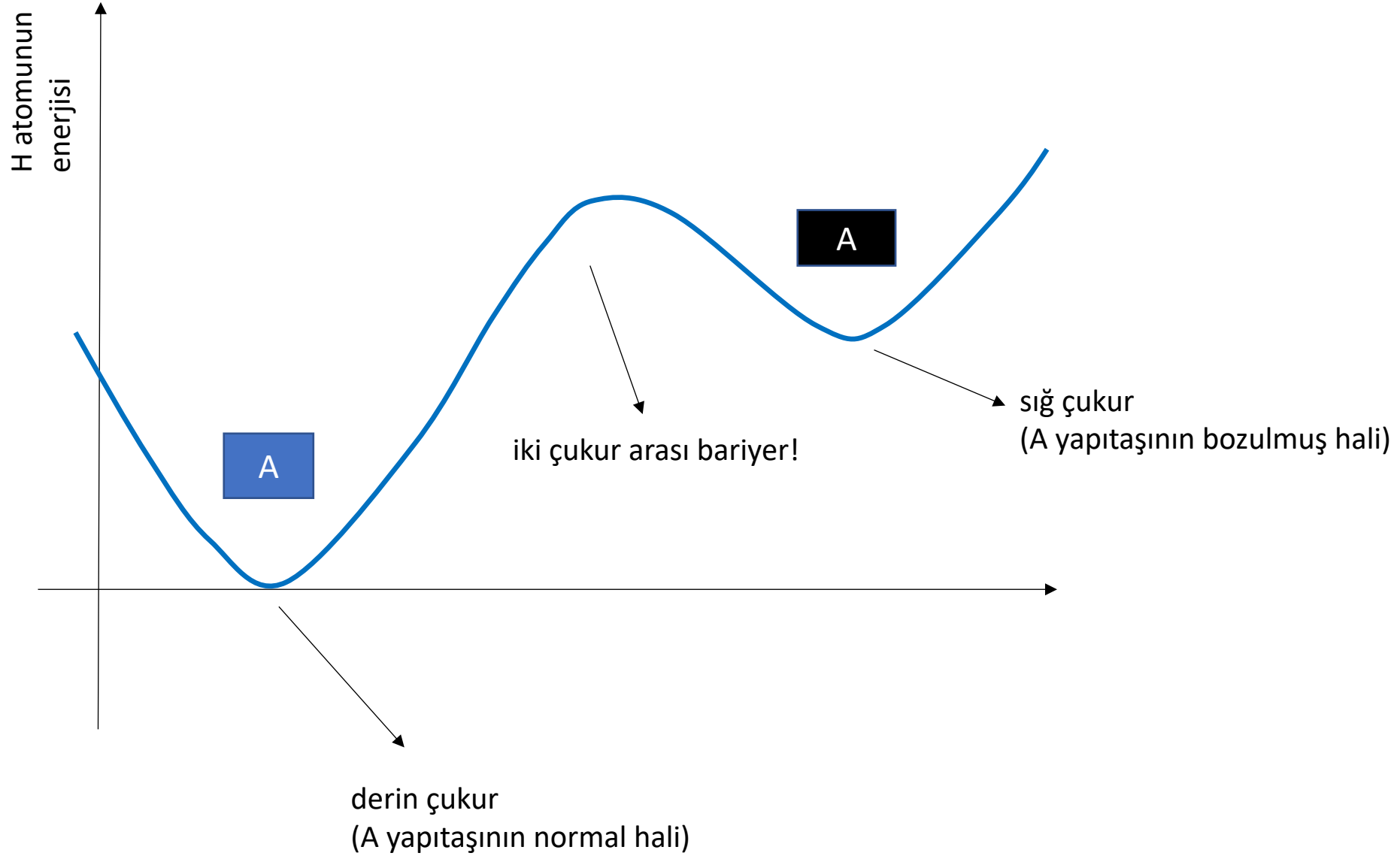
Sonuç: H atomu normal konumundan ayrıldığı için DNA'da bozulma oluşmaktadır.



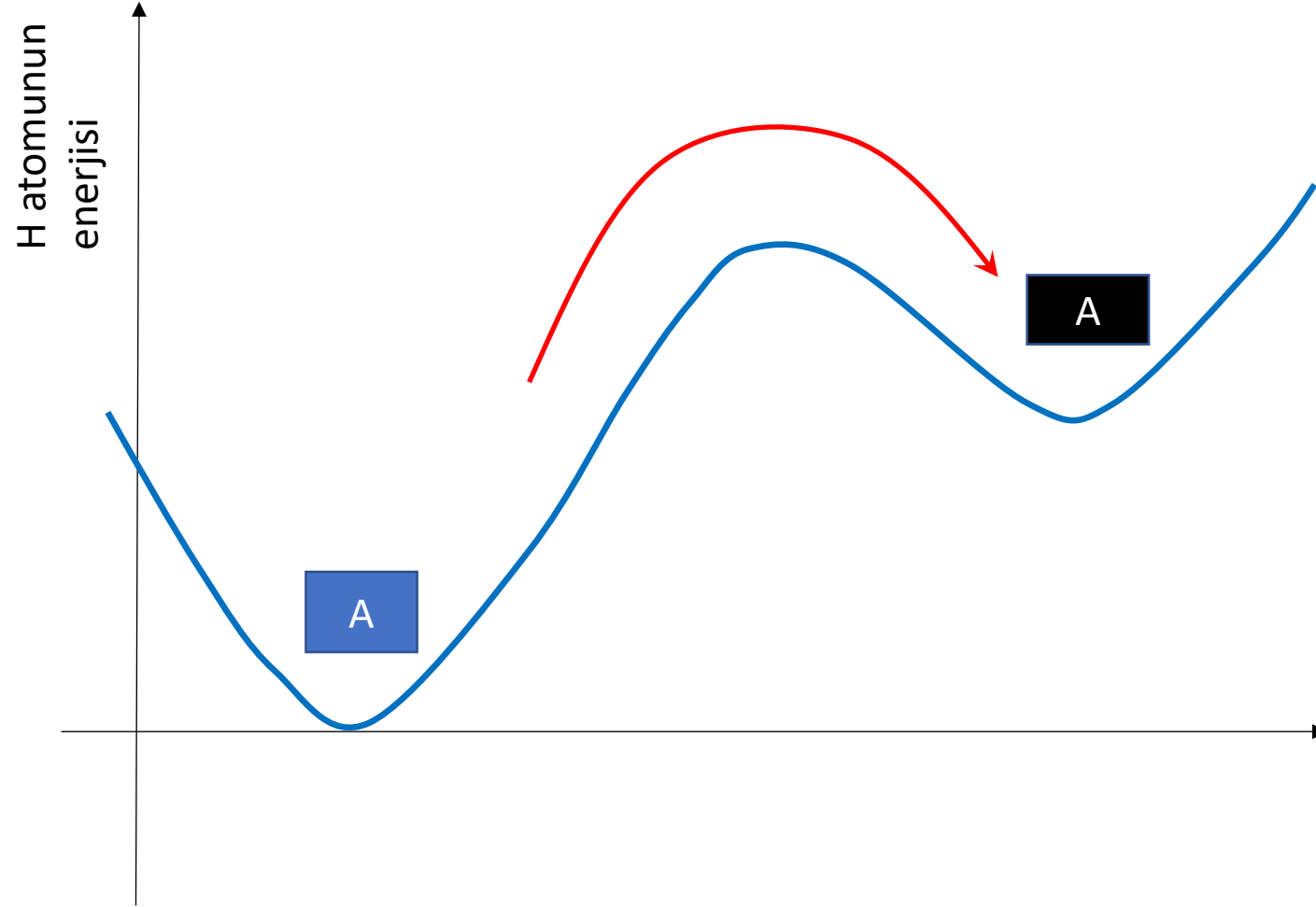
A

Soru: Peki, H atomu yerinden nasıl ayrılıyor? Sebep olan ne? Kendiliğinden mi ayrılıyor?

H atomunun enerji diyagramı DNA'daki bozulmanın doğasını ortaya koymaktadır.



DNA'yı bozan kuantum geçişi tam bir bilmece!dir!



- A'nın bozulması için bariyeri **aşmak** gerekir.
- Aşmak için **ısıtmak** gerekir.
- Fakat ısıtırsak DNA **yanar!** (Erzincan örgüsü zaten bozulur)
- Peki öyleyse A'nın bozulması nasıl gerçekleşiyor?

DNA'yı bozan kuantum geçişi: Kuantum tünelleme olayı

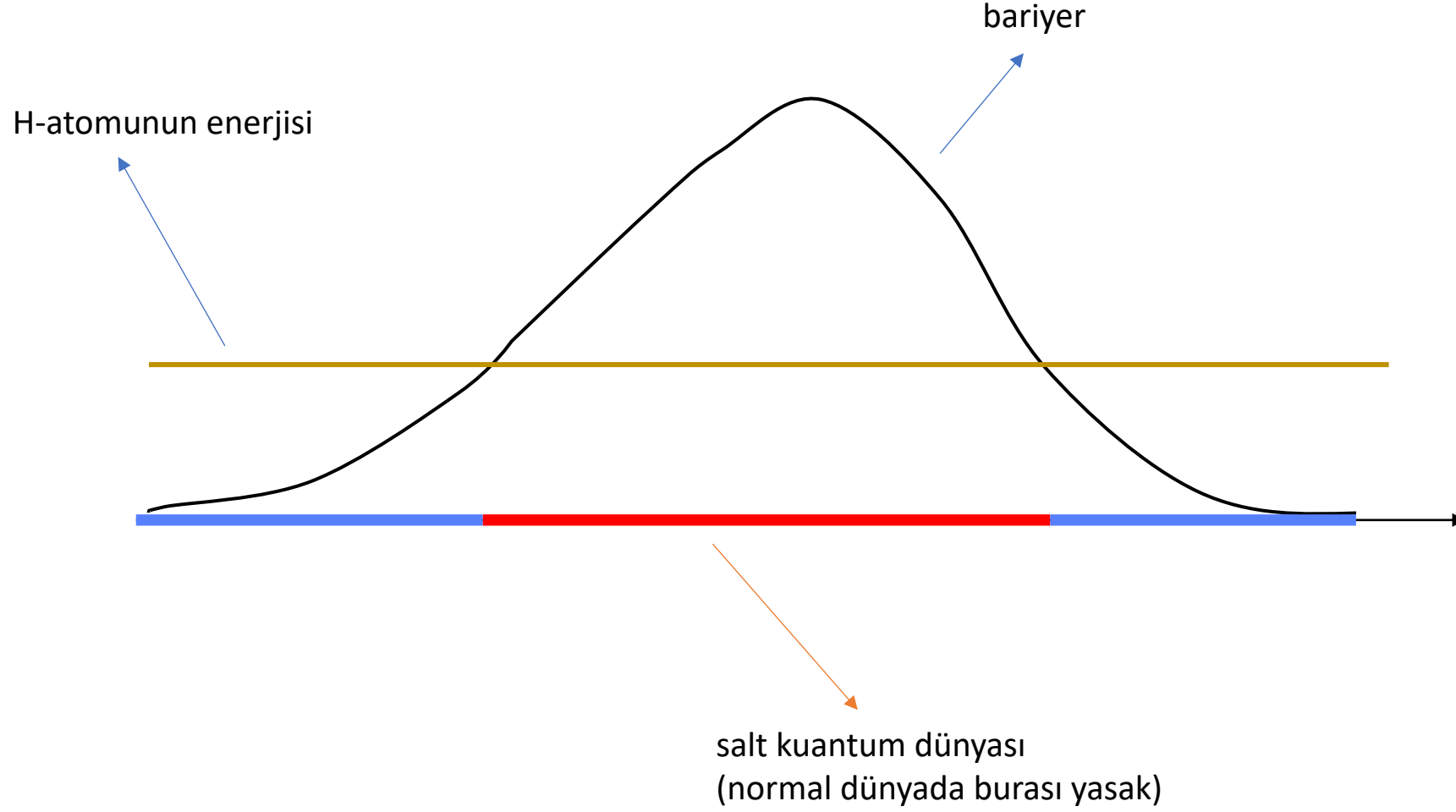
Normalde beklenen: Cisim bariyeri tırmanarak ařar.



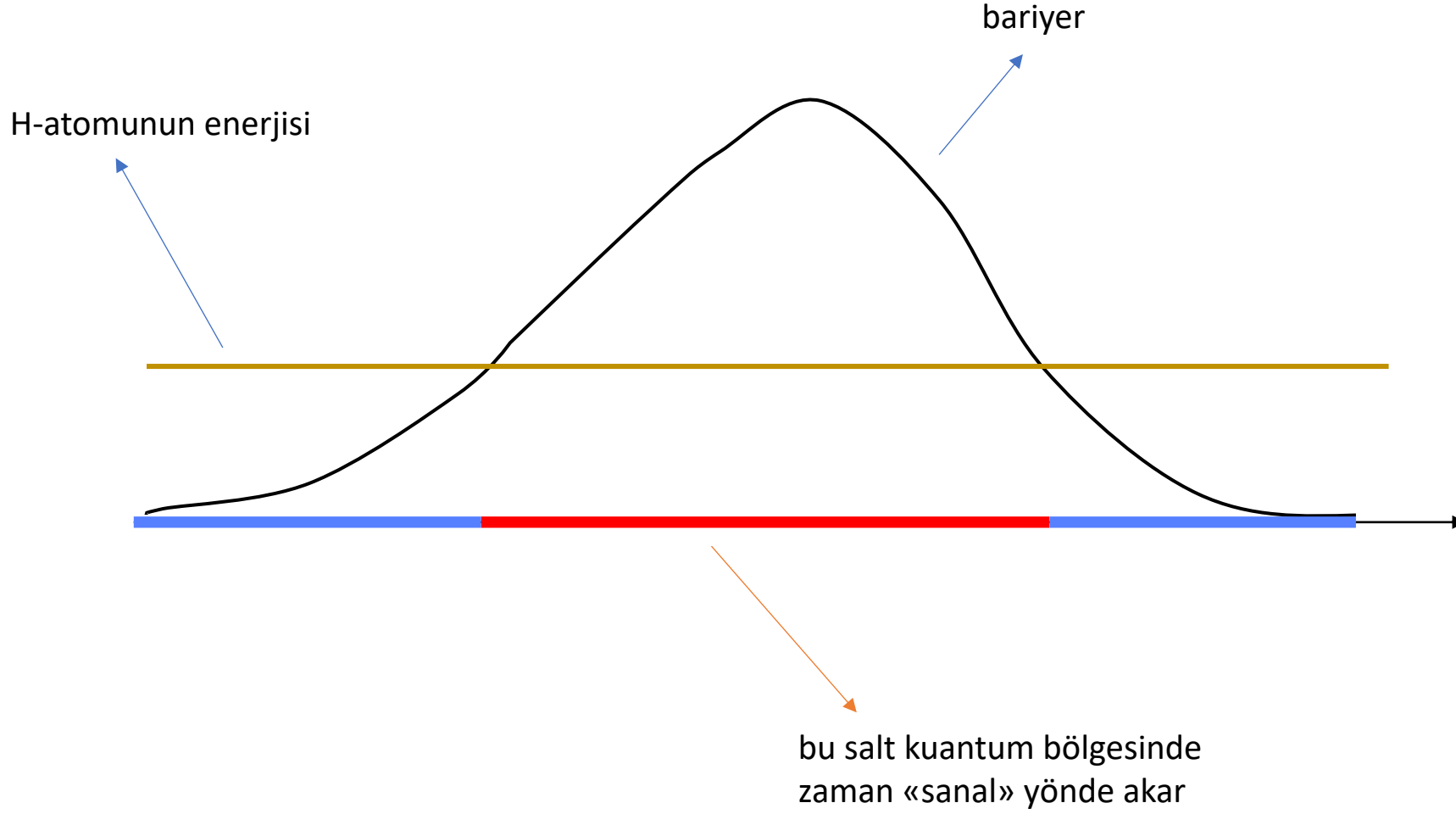
Gerçekte olan: Cisim bariyeri tünelleme yaparak geer.



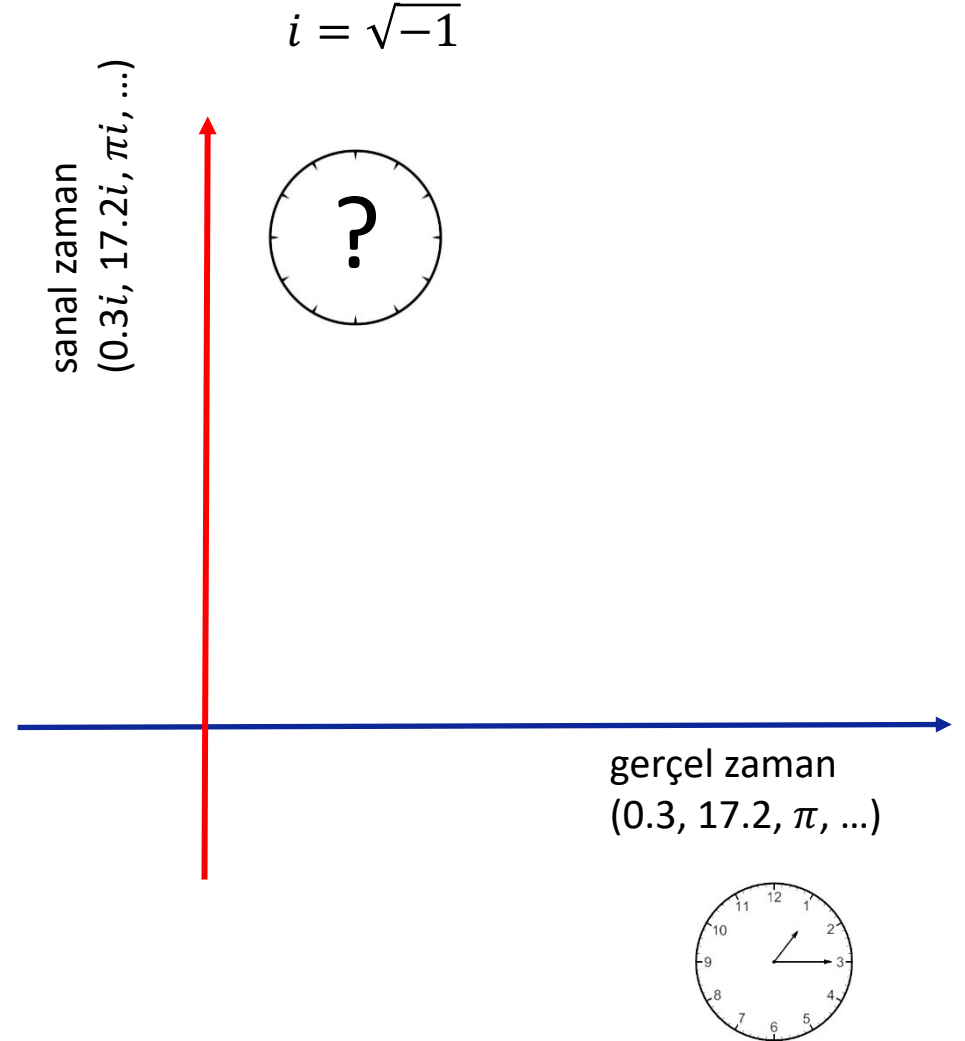
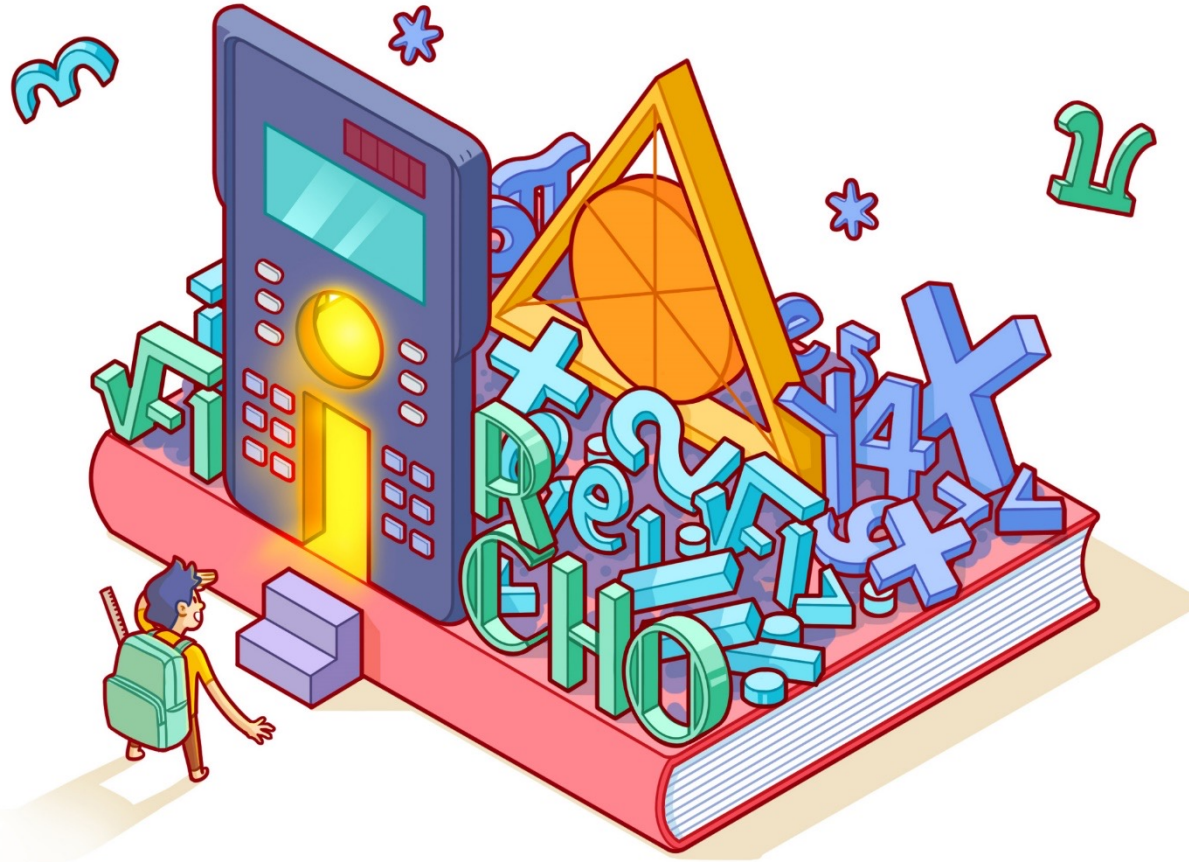
Kuantum tünelleme olayı.



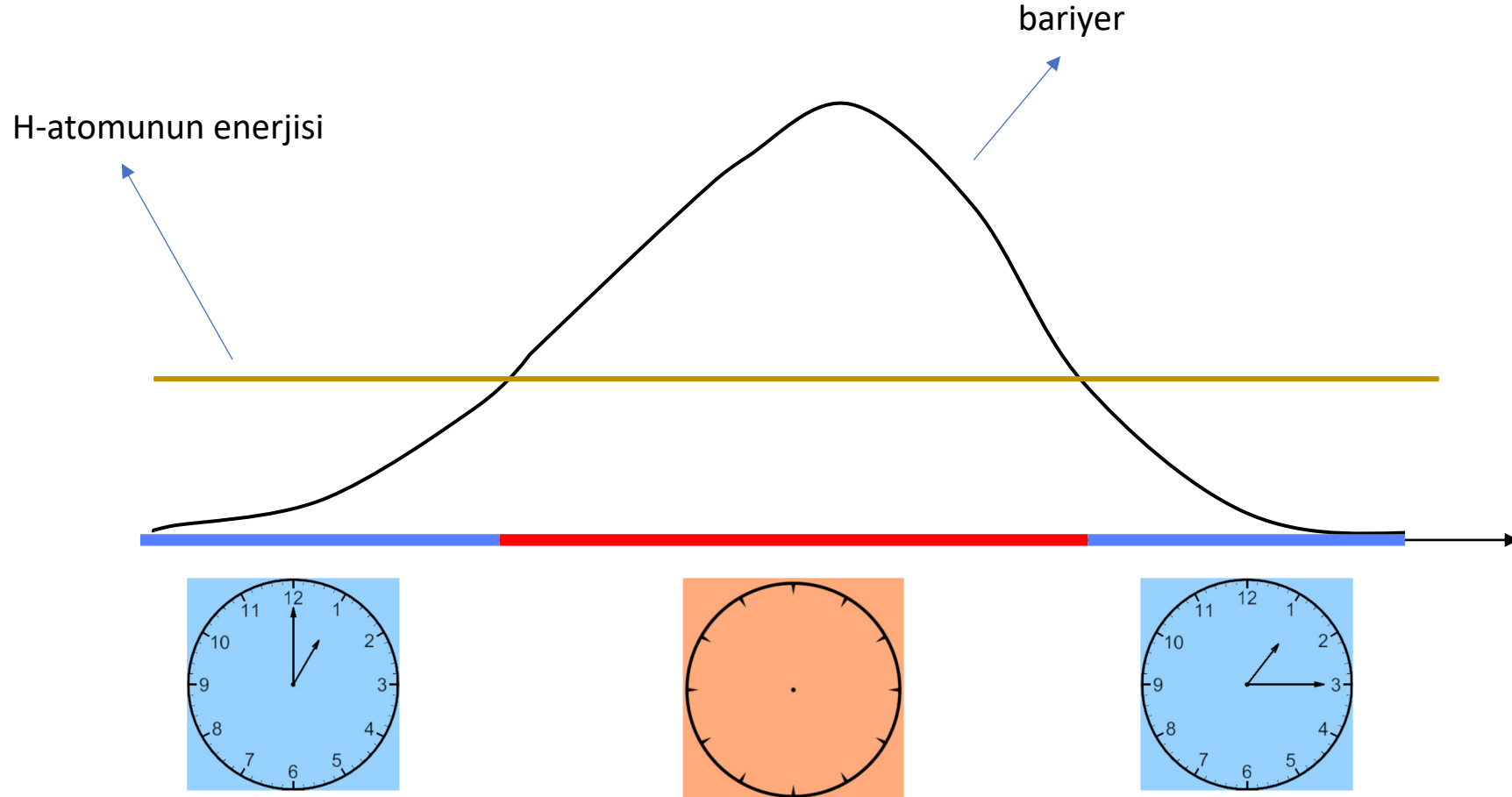
Kuantum tünelleme olayı.



Kuantum tünelleme olayı.

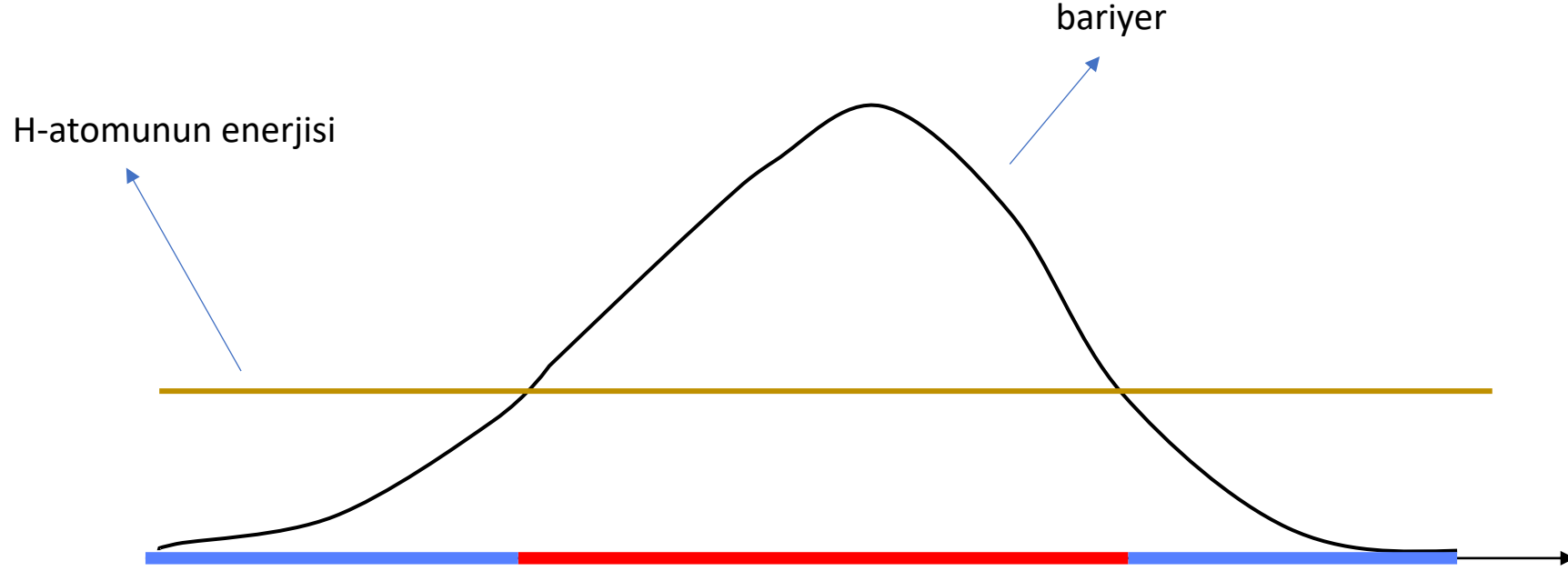


Kuantum tünelleme olayı.



hiçbir normal saatin
göstermediği zaman!

Kuantum tünelleme olayı.



Fakat, bariyer bölgesinden geçiş mutlaka sıfırdan farklı bir zaman almış olmalı! Peki bu sanal olmayan gerçel zamanı nasıl belirleyebiliriz?

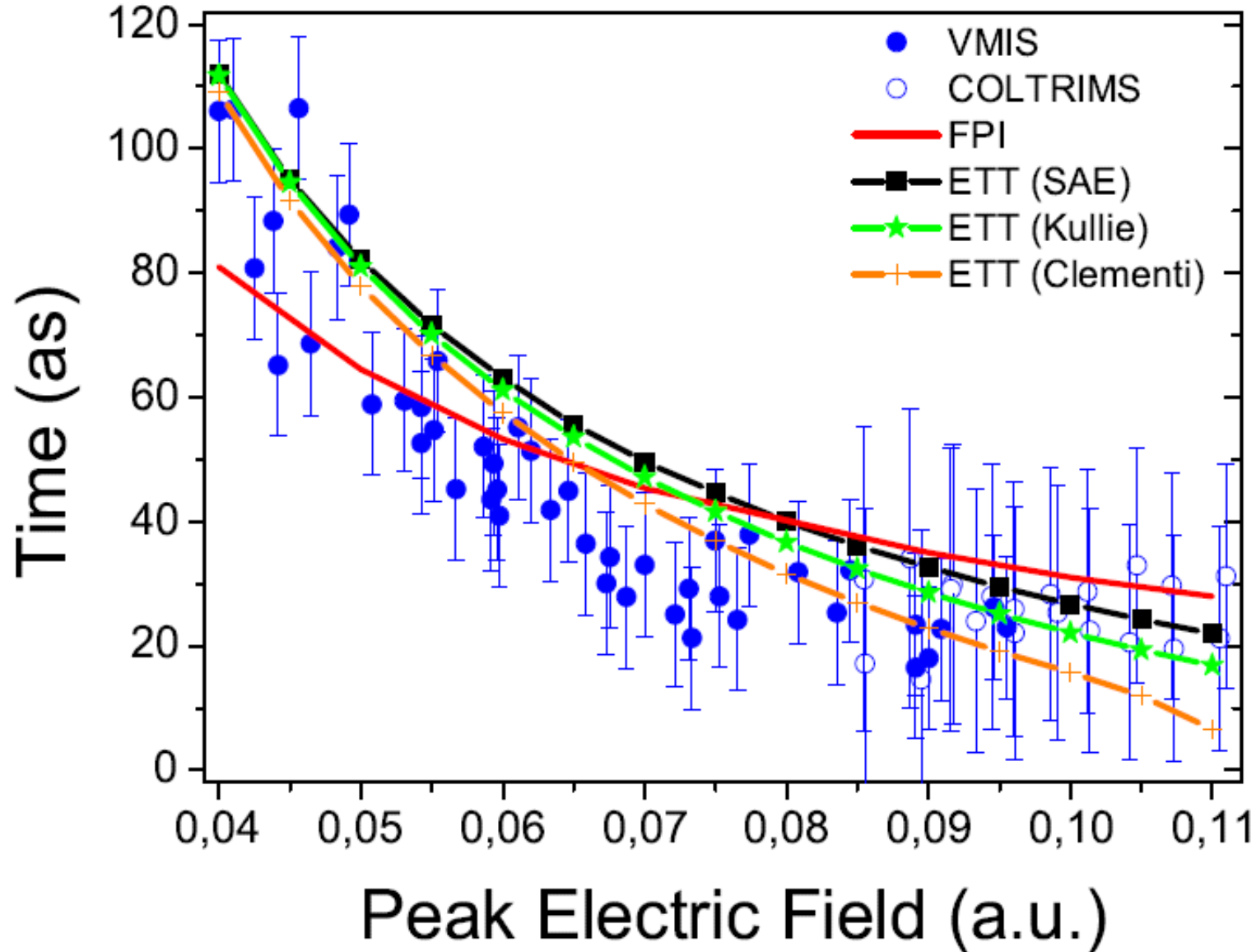
Kuantum tünelleme zamanı.

- Bariyer bölgesinde zaman **sanal** akar.
- Sanal zaman **sıcaklık** kavramına eşdeğerdir.
- Kuantum fiziği tek bir parçacık için **entropi** tanımına izin verir.
- **Kuantum belirsiziliği** bariyerin altında geçen zaman için bir formül verir.

$$\text{Tünelleme zamanı} = \frac{1}{\text{sıcaklık} \times \text{entropi}}$$

- ❑ **Sıcaklık** = sanal zamanın ölçütü
- ❑ **Entropi** = kuantum salınımlarının ölçütü

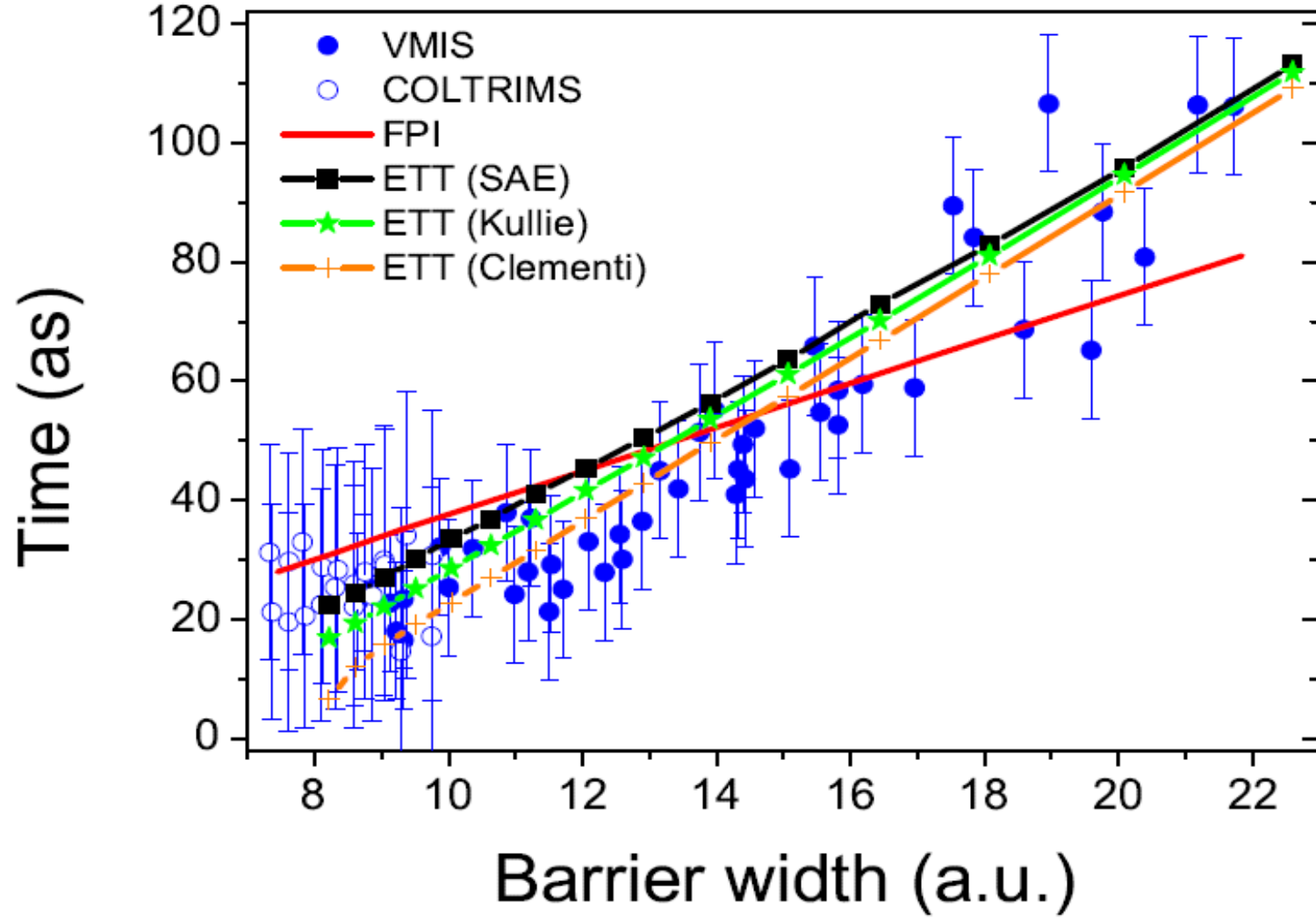
Entropik Tünelleme Zamanının Deneysel Testi:



A. Landsman et al, Optica 1 (2016) 343

DD ve T. Güner, Ann. Phys., 2017

Entropik Tünelleme Zamanının Deneysel Testi:

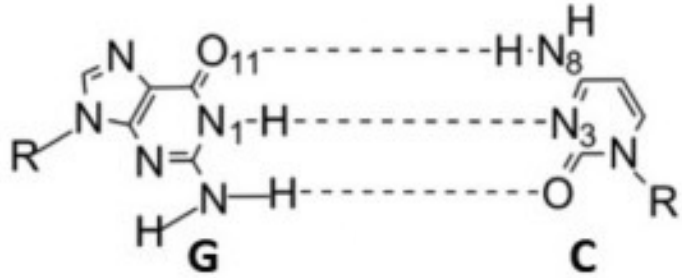


A. Landsman et al, Optica 1 (2016) 343

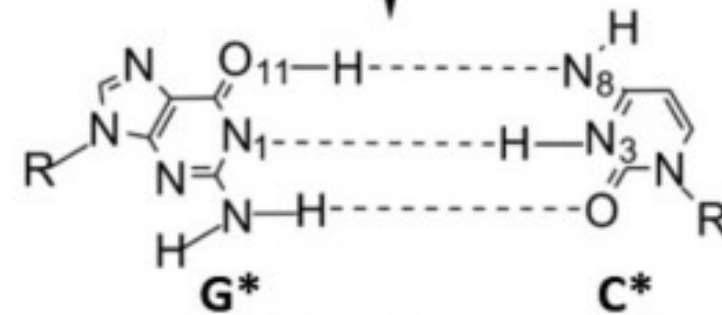
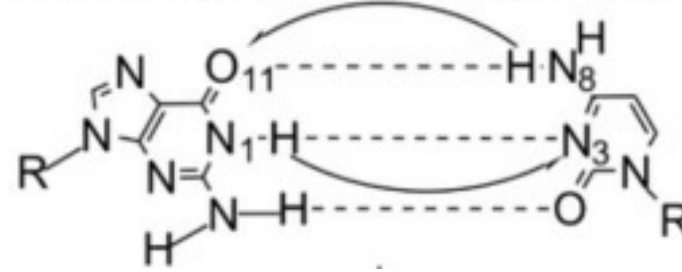
DD ve T. Güner, Ann. Phys., 2017

Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.

Watson-Crick DNA Base Pair

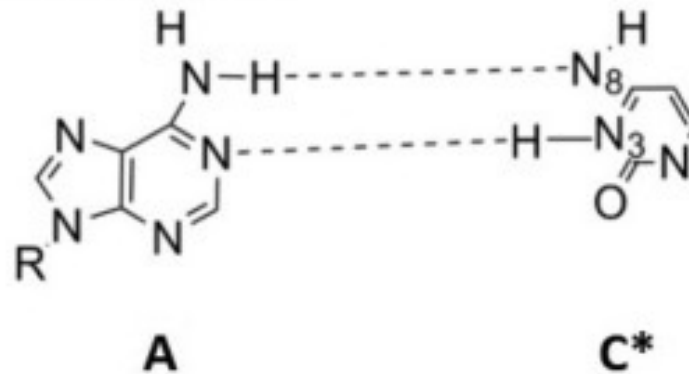
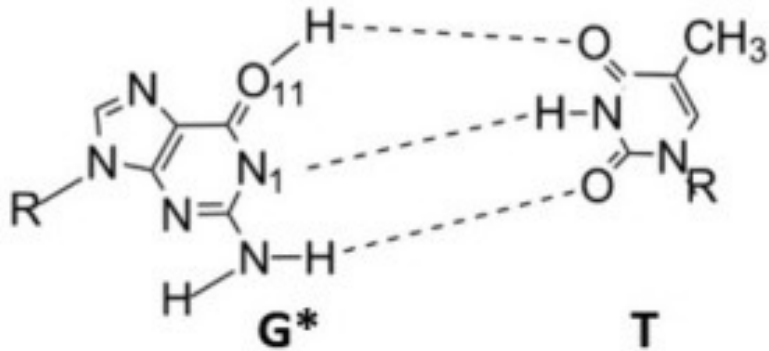


Tautomerization *via* Double Proton Transfer

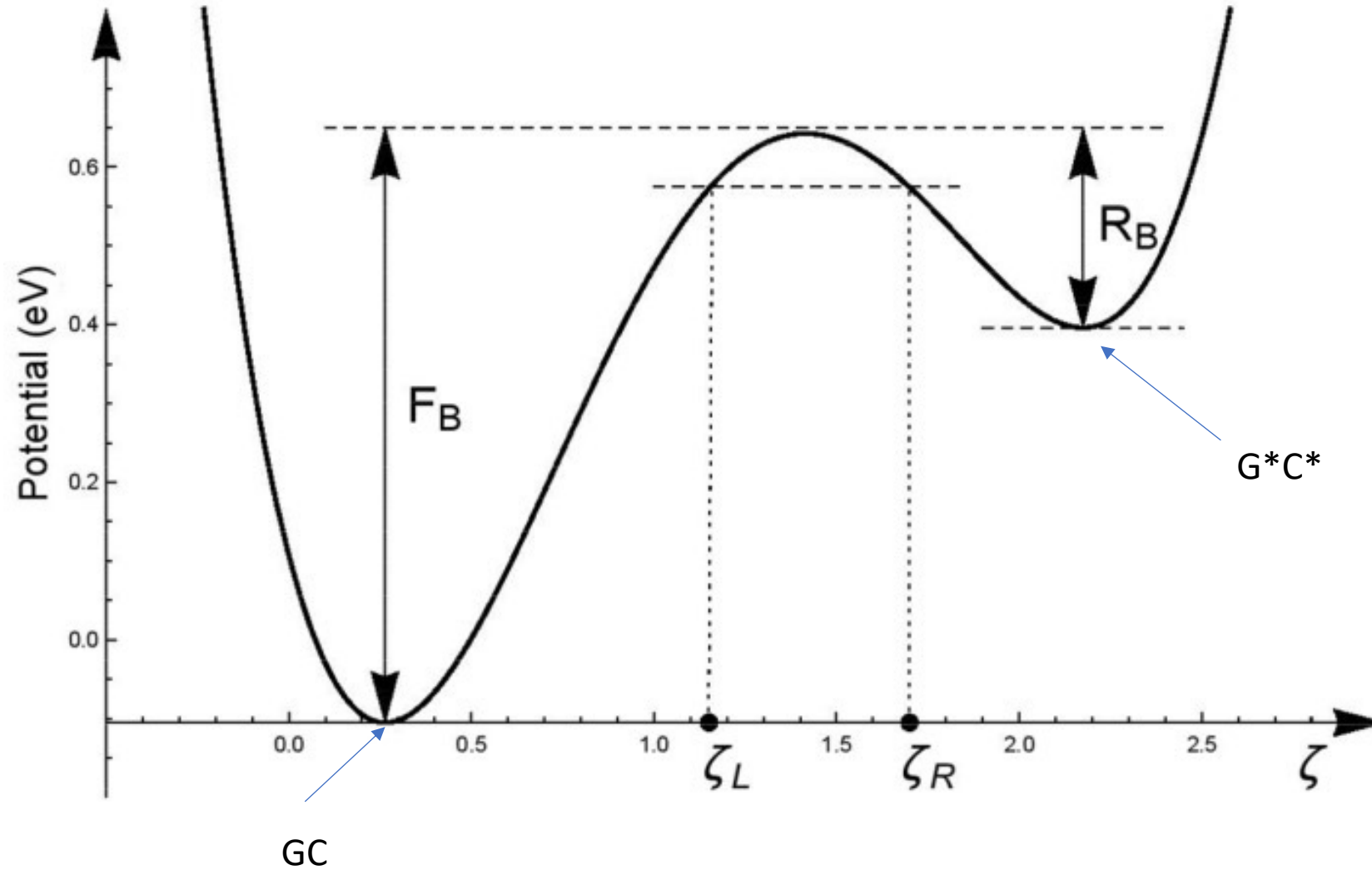


Löwdin's DNA Base Pair

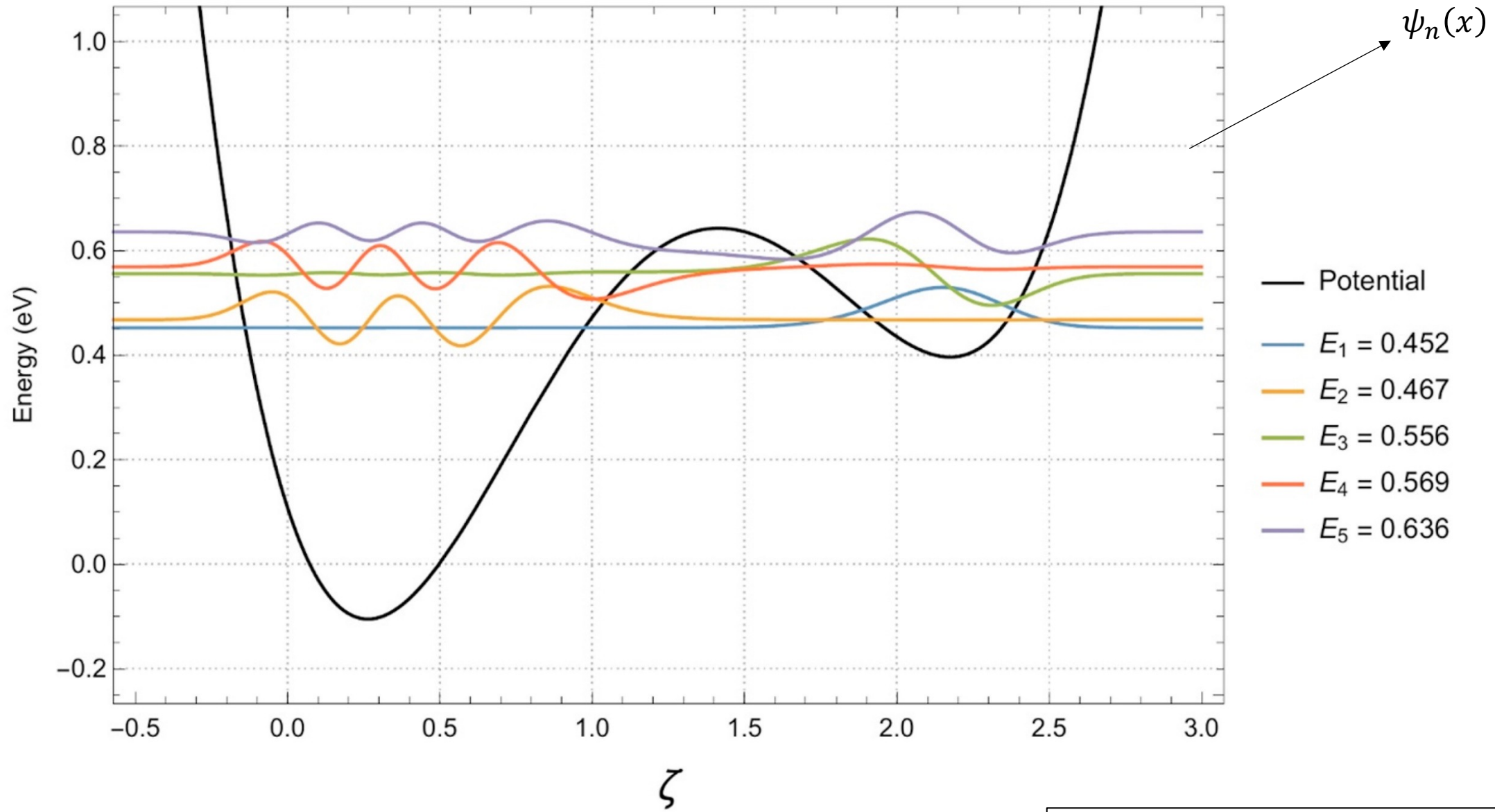
DNA Replication and Mispairs



Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.

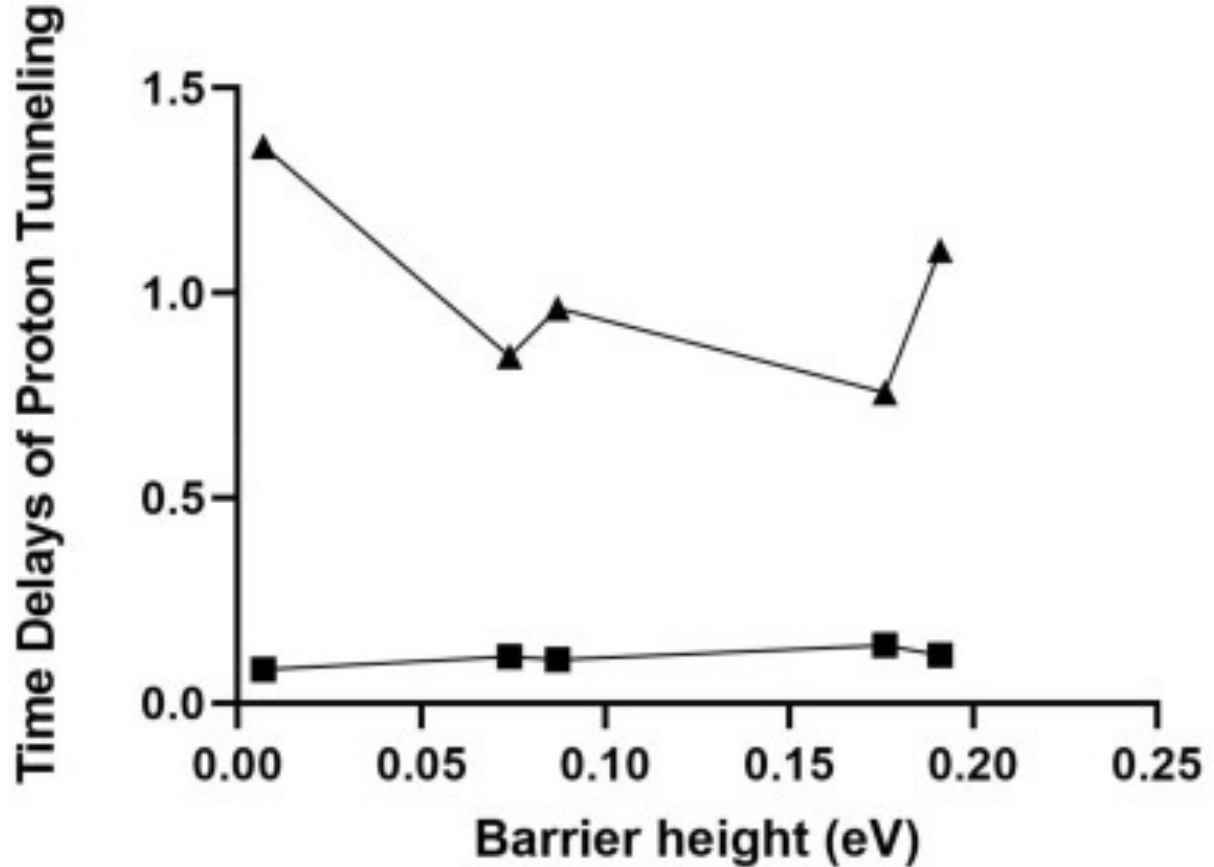


Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.



Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.

(iki DNA yapıtaşı arasındaki geçiş için)

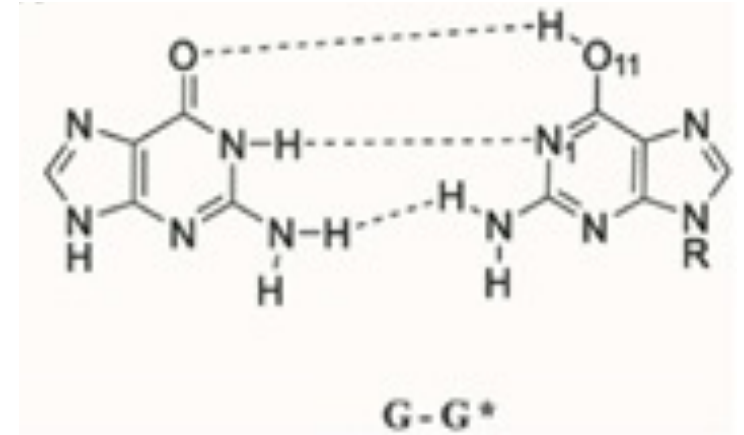
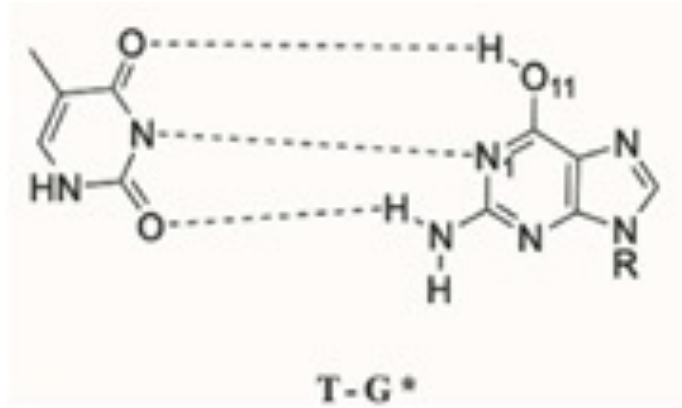
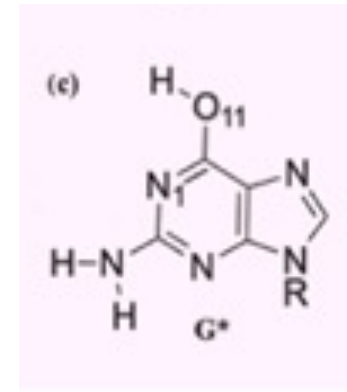
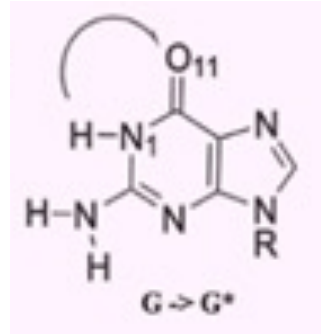
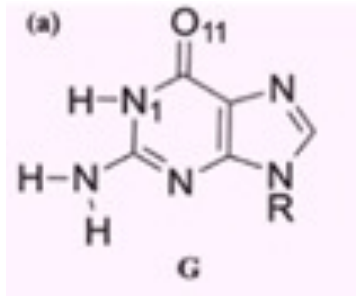


■ Entropic Time (ps)

▲ Dwell Time (fs)

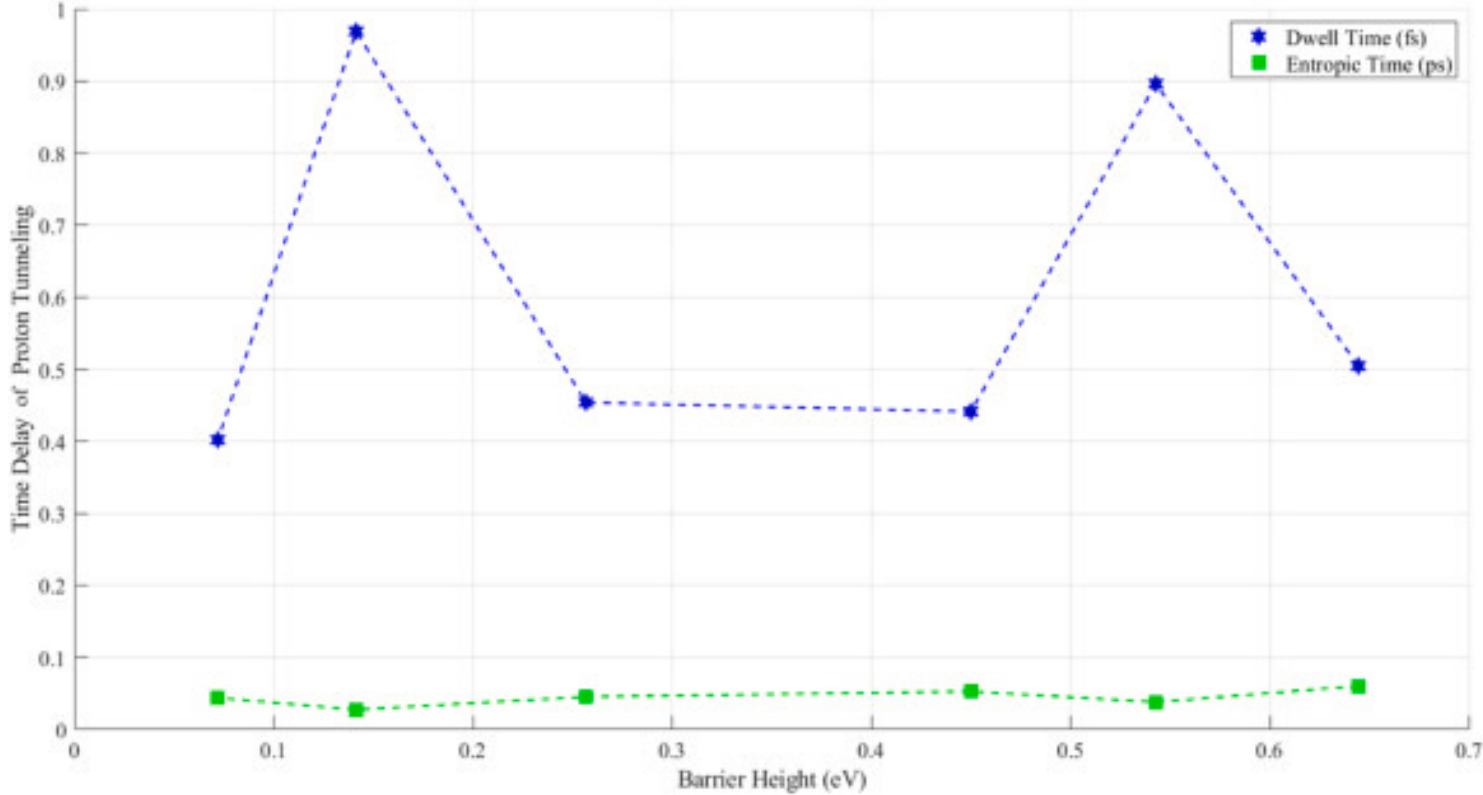
- Entropik tünelleme zamanı pikosaniyeler mertebesindeir.
- Bu süre biyolojik sistemlerdeki değişim zamanı ile aynı mertebedeir.
- Entropik tünelleme zamanı DNA'nın bozulup mutasyona uğramasına izin verecek kadar uzundur.

Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.



Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.

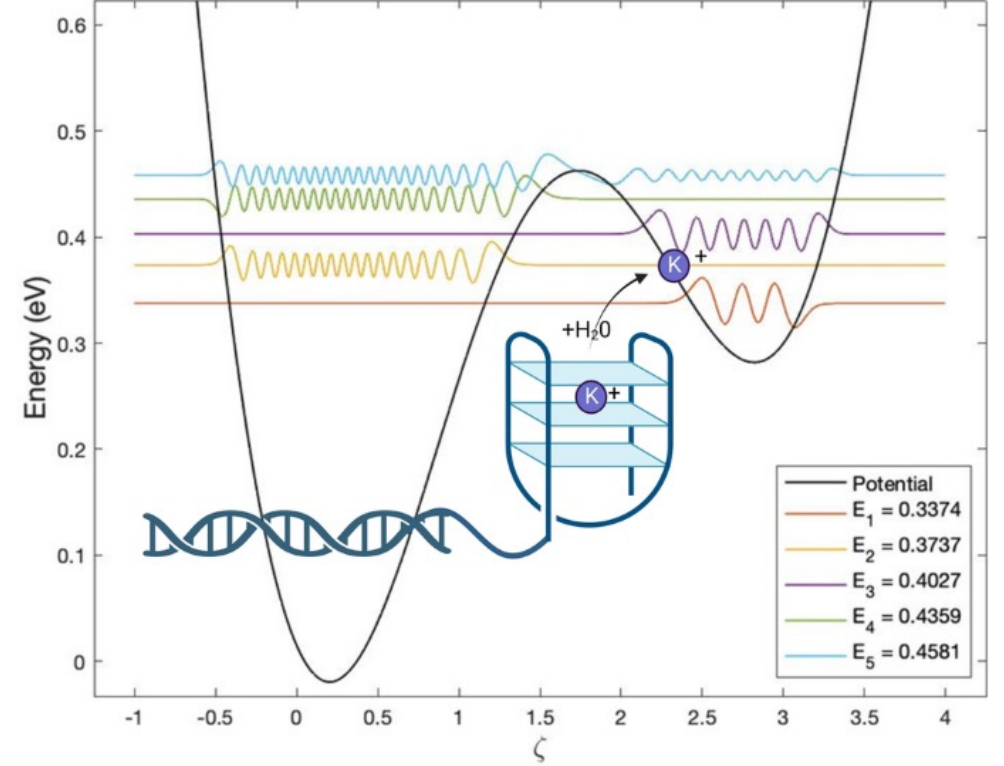
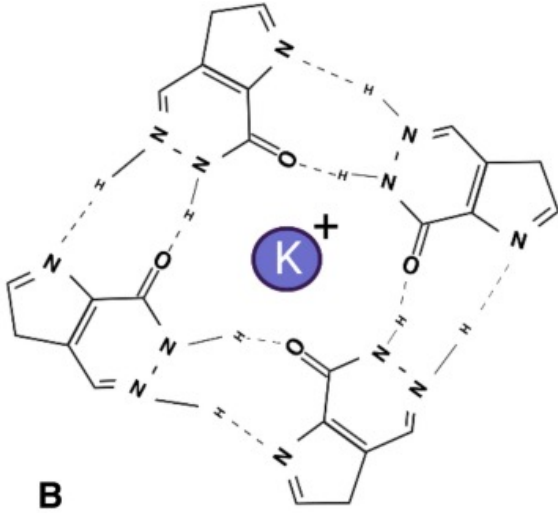
(tek yapıtaşı içindeki geçiş için)



- Entropik tünelleme zamanı pikosaniyeler mertebesindeir.
- Bu süre biyolojik sistemlerdeki değişim zamanı ile aynı mertebedeir.
- Entropik tünelleme zamanı DNA'nın bozulup mutasyona uğramasına izin verecek kadar uzundur.

Entropik tünelleme zamanı DNA'daki bozulmaya bir açıklama getirebilir.

Kuantum tünelleme etksi G-quadrupex (yaşlanmayla ilgili) destabilize edebilir:



Bariyer yüksekliği (eV)	Bekleme zamanından gelen giriş oranı (mA)	Entropik zamandan gelen giriş oranı (pA)
0.1254	27.7	423.12
0.0891	38.4	352.35
0.0601	32.9	436.45
0.0268	31.9	482.23
0.0046	27.4	576.60

Quantum Biology (DNA, enzymes, Quadruplexes, ...)

Subscribe

Latest Issues

SCIENTIFIC
AMERICAN®

Cart 0

Sign In | Newsletters

Coronavirus

Health

Mind & Brain

Environment

Technology

Space & Physics

Video

Podcasts

Opinion

Store



Fall Flash Sale. Save 20%

Subscribe

GENETICS

Quantum Tunneling Makes DNA More Unstable

The freaky physics phenomenon of quantum tunneling may mutate genes

By Lars Fischer, Gary Stix on September 1, 2022

(Demir Group @ Sabanci and Al-Khalili Group @ Surrey)

Sonuçlar:

- 1) Kuantum tünelleme etkisi H-atomunun yer değiştirmesine izin vererek DNA'nın mutasyonunu başlatabilir.
- 2) Kuantum dünyasında zaman oldukça karmaşık ve çok yönlü bir kavramdır.
- 3) Sanal zamanın uygun yorumu tünelleme esnasında geçen zaman için bir formül vermekte ve bu formül deneylerle uyumlu gözükmektedir.
- 4) Entropik tünelleme zamanı doğru zaman formülü olabilir ancak bir çok başka deneylerle testi gereklidir.
- 5) Erzincan örgüsü tünelleme etkisi tarafından bozulmaya mahkumdur.

Teşekkür ederim.