

## GENETİK ŞİFRE ve PROTEİN SENTEZİ

### 12. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

#### 12.1.2. Genetik Şifre ve Protein Sentezi

##### Anahtar Kavramlar

antibiyotik, antikodon, biyoetik, biyogüvenlik, biyoteknoloji, DNA parmak izi, gen terapisi, genetik şifre, genetik danışmanlık, genetik mühendisliği, insülin, klonlama, kod, kodon, kök hücre, model organizma, RNA polimeraz, protein sentezi, transkripsiyon, translasyon, yapay doku/organ

##### 12.1.2.1. Protein sentezinin mekanizmasını açıklar.

- Genetik şifre ve protein sentezi arasındaki ilişki üzerinde durulur.
- Protein sentezi açıklanırken görsel öğeler, grafik düzenleyiciler, e-öğrenme nesnesi ve uygulamalarından yararlanır.

#### GENETİK ŞİFRE

**Şifre:** Bir bilgiyi bir formdan başka bir forma dönüştürmede kullanılan semboller sistemidir.

- DNA'daki dört çeşit nükleotit (A, T, G, C) üçlü kombinasyonlar ile şifre oluşturur.
- Bu nedenle DNA'da  $4^3 = 64$  çeşit şifre bulunur.

#### NOT:

Eğer genetik şifrede 4 çeşit nükleotitin 2'li kombinasyonları hâlinde olsa idi,  $4^2 = 16$  şifre (kod) meydana gelirdi. Bu da 20 çeşit amino asit için yeterli olmazdı. Bu durumda 4 çeşit amino asit protein sentezinde hiç kullanılamazdı.

-DNA ve mRNA'daki üçlü nükleotit grubuna kodon adı verilir. Genetik kod, tüm kodonları kapsayan genetik şifredir.

- Bir kodon bir amino asidi belirler. (3 nükleotit = 1 kodon = 1 amino asit)
- mRNA molekülünde 64 çeşit kodon bulunur. Fakat amino asit çeşidi bildiğiniz gibi 20'dir. O halde belirli bir amino asit, birden fazla kodon tarafından belirlenebilmektedir.
- AUG kodunu başlangıç (start) kodunudur ve metionin amino asidini şifreler.

#### NOT:

Protein sentezinin başlangıç kodunu aynı zamanda metionin amino asidini şifreliyorsaydı canlılardaki proteinlerin sentezi metionin amino asidi ile başlar. Bu nedenle proteinlerin ilk amino asidi metionin olur. Fakat daha sonra bu başlangıç amino asidi, bir enzim tarafından zincirden çıkarılabilir. Bunun için bütün proteinler metionin ile başlar diyemeyiz. Ancak sentezleri metionin ile başlar diyebiliriz.

-64 kodondan 3 tanesi (UAA, UAG, UGA) amino asit şifrelemez. Bu kodonlara **durdurucu (stop) kodon** adı verilir.

- Bunlar ribozomlara protein sentezini durdurması için sinyal veren kodonlardır.
- Stop kodonları (3 tane) amino asit şifrelemediği için mRNA'daki 61 çeşit kodon, protein yapısındaki 20 çeşit amino asit için şifre oluşturur.

- tRNA'daki üçlü nükleotit grubuna **antikodon** adı verilir.

-Bildiğiniz gibi tRNA'nın görevi sitoplazmadaki amino asitleri ribozomlara taşımaktır. Bu yüzden 61 çeşit antikodon vardır. Ancak 61 çeşit tRNA yoktur. Hücreler bu sayının yaklaşık üçte biri kadar farklı tipte tRNA ile işlerini yürütürler; çünkü kodonun 3' ucundaki (antikodonun 5' ucundaki) baz için her zaman kesin bir özgüllük gözlenmez. Wobble olarak adlandırılan bu olgu, örneğin alanin kodonları olan GCA, CCC ve GCU'nun hepsinin aynı tRNA tipi tarafından tanınmasına olanak verir. Dolayısı ile 32 çeşit tRNA olduğu düşünülmektedir.

#### NOT:

**-Protein sentezi ile ilgili olarak; DNA'da → 64 şifre (KOD) , mRNA'da → 64 kodon, tRNA'da → 61 antikodon bulunur.**

**-Aminoasitlerle ilgili olarak; DNA'da → 61 şifre (KOD), mRNA'da → 61 kodon, tRNA'da → yaklaşık 32 antikodon olduğu düşünülmektedir.**

-Görüldüğü gibi proteinlerin yapısına katılan 20 çeşit amino asit olmasına rağmen bunları şifreleyen genetik kod veya kodon sayısı 61'dir. Böylece hemen hemen her amino asit için birden fazla sayıda kodon vardır.

#### NOT:

**-Genetik kod sayısının fazla olmasının canlılara sağladığı yarar;** Genlerde meydana gelen bazı mutasyonlara karşı canlıyı korumaktır. Örneğin ACU kodonu Treonin amino asidine karşılık gelir. Her hangi bir nedenle mutasyona uğrayıp ACA şekline dönüşürse, ACA kodonu yine treonine karşılık geldiği için sentezlenen proteinde bir bozulma meydana gelmeyecektir.

-Yukarıda ifade edilen genetik şifre, kodon, antikodon, "başla" ve "dur" ("start ve stop") kodonları bütün canlılarda aynıdır. Bu durum genetik şifrenin evrenselliğini gösterir. Örneğin mRNA'daki UCU kodonunun bütün canlılarda karşılığı aynı olup serin amino asidini belirler.

#### NOT:

Bir kodon sadece bir amino asidi şifreler. Fakat bazı amino asitlerin birden fazla kodonu olabilir. Örneğin UUU ve UUC kodonlarının her ikisi de fenilalanini belirlediği halde bunların hiç birisi bir başka amino asidi kodlamaz.

### SORU 1. 2017-LYS2/BİY

#### Genetik şifreyle ilgili,

- Bazı istisnaları olmasına karşın genetik kodun evrensel olduğu kabul edilir.
- Bir canlıdaki bir kodon, o canlıda birden fazla amino asidi şifreleyebilir.
- Kural olarak bir canlıdaki genlerin başlama kodonları aynıdır.

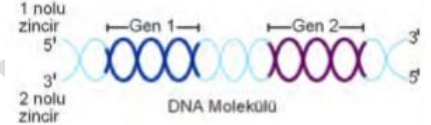
#### İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II  
D) I ve III E) I, II ve III

### SORU 2. (2016-LYS2/BİY)

-Bir ökaryotik hücre içerisindeki bilgi akışının DNA → RNA → Polipeptit yönünde olduğu bilinmektedir.

Aşağıda bir DNA molekülü ile üzerinde yer alan ve birbirinden bağımsız olarak çalışan iki gen, bölgesel olarak gösterilmiştir.



#### Bu DNA molekülü üzerinden bilgi akışıyla ilgili,

I. DNA zincirlerinden herhangi birinde ortaya çıkan bir nükleotit değişikliği mRNA'da mutlaka kendisini gösterir.

II. Kural olarak genlerin birinde meydana gelen bir mutasyonun, diğer genin kontrol ettiği protein sentezini etkilemesi beklenmez.

III. 1 nolu zincir, bu genlerin her ikisinin de şifrelediği proteinler için anlamlı zincir olarak işlev görür.

#### İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III  
D) I ve II E) II ve III

### SORU 3. (2015-LYS2/BİY)

#### Bir hücrede polipeptit sentezinde kullanılan;

I. ribozom, II. mRNA, III. tRNA, IV. enzimler elemanlarından hangileri sentezlenen polipeptide özgüdür?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II  
D) II ve III E) II, III ve IV

### SORU 4. (2014 – LYS2 / BİY)

Bir hücredeki polipeptit senteziyle ilgili olarak mRNA kodonlarında meydana gelen bir baz değişimi aşağıda verilmiştir.



Baz değişimi sonucunda oluşan mRNA kullanılarak sentezlenen polipeptidin, amino asit diziliminde normal polipeptitten hiçbir farkı olmadığı görülmüştür.

#### Buna göre,

- Farklı kodonlar aynı amino asidi şifreleyebilir.
- Aynı kodon birden fazla amino asidi şifreleyebilir.
- Kodonlarda özgüllük yoktur.

#### İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III  
D) I ve II E) II ve III

### Kalıtıl kavramların küçükten-büyük doğru sıralaması:

-Baz < Nükleozit < Nükleotid < Kod (kodon, antikodon) < Gen < DNA < Kromatin iplik < Kromozom şeklindedir.

### PROTEİN SENTEZİ MEKANİZMASI

-DNA'daki genetik şifreye göre ribozomda amino asitlerden protein molekülü yapımına **protein sentezi** denir.

#### NOT:

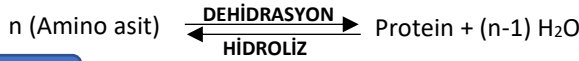
Protein sentezi bütün canlı organizmalarında gerçekleşir. Ancak her canlı hücre protein sentezi yapmayabilir. Örneğin olgun alyuvar hücreleri çekirdek ve ribozom dahil organellerini kaybederler. Dolayısı protein sentezini gerçekleştiremezler.

- Bir gen bir proteini doğrudan oluşturmaz. Önce DNA'daki bilgi RNA'ya aktarılır. RNA ise protein sentezini programlar.

#### NOT:

1 gen çeşidi = 1 protein çeşidi

proteinlerin yapı taşları (monomerleri) amino asitlerdir. Aminoasitlerin dehidrasyonu ile oluşurlar. Komşu amino asitler peptid bağı ile bağlanır. Her bir peptid bağına karşılık bir su molekülü açığa çıkar.



#### NOT:

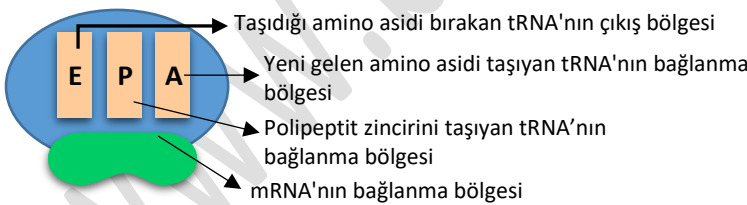
#### Protein moleküllerinin farklı olmasında etkili olan faktörler:

- Şifreyi veren genlerin nükleotid dizilişlerinin farklı olması
- Şifreyi taşıyan mRNA'daki nükleotid dizilişlerinin farklı olması
- Protein yapısındaki amino asitlerin sayısı
- Protein yapısına katılan amino asit çeşidi
- Proteindeki amino asitlerin diziliş sırası
- Protein sentezindeki aminoasitlerin çeşitlerinin sayısı
- Protein çeşitliliğinde amino asitlerin bağlanma biçiminin (peptid bağının) hiçbir rolü yoktur. Çünkü;**
- Amino asitler arasındaki peptid bağları daima birinci amino asidin karboksil grubundaki karbon ile ikinci amino asidin amino grubundaki azot arasında kurulur.
- Ayrıca protein çeşitliliğinde proteinlerin üretildiği ribozomların ve rRNA'nın da bir etkisi yoktur.**

- **Protein sentezinde görev alan başlıca organel ve moleküller:** DNA, mRNA, tRNA, amino asit, enzim, ATP ve ribozom organeli

#### Ribozomlar

-Protein sentezinin yapıldığı, büyük ve küçük olmak üzere iki alt birimden oluşan organeldir. Her iki alt birim protein ve rRNA'dan oluşur. Küçük alt birim mRNA için, büyük alt birim tRNA için bağlanma bölgesi içerir.



Şekil: RNA çeşitlerinin ribozoma bağlanma bölgeleri

#### Protein sentezi basamakları:

protein sentezi iki ana basamakta gerçekleşmektedir.

**I. Basamak:** DNA'nın bir ipliğinin üzerindeki genetik kodlara uygun olarak mRNA sentezinin gerçekleştiği **transkripsiyon olayı**.

**II. Basamak:** mRNA'nın, şifrenin kopyasını alıp sitoplazmaya geçmesinden sonra ribozom tarafından okunup protein sentezinin gerçekleştiği evre olan **translasyon** basamağıdır.

-**Protein sentezi sırasında gerçekleşen olaylar sırası ile;**

1. Önce DNA'nın protein sentezine kalıplık edecek bölgede iki iplik **RNA polimeraz** ile açılır.

2. DNA'nın anlamlı zinciri üzerinden RNA polimeraz enzimi ile mRNA sentezlenir. Bu olaya **transkripsiyon (yazılma)** denir. mRNA sentezine kalıplık eden DNA ipliğine **anlamlı iplik**, diğer ipliğe ise **tamamlayıcı iplik** denir.

#### SORU 5. (2013 - LYS2 / BİY)

Proteinlerin yapısına katılan 20 çeşit amino asit olmasına rağmen bunları şifreleyen genetik kod veya kodon sayısının 61 olduğu bilinmektedir. Böylece hemen hemen her amino asit için birden fazla sayıda genetik kod vardır.

**Genetik kod sayısının fazla olmasının canlılara sağladığı yarar aşağıdakilerden hangisi olabilir?**

- A) Canlıların daha fazla çeşit protein sentezlemesine olanak sağlaması
- B) Genlerde meydana gelen bazı nokta mutasyonların etkisinin fenotipe yansımalarının önlenmesi
- C) Amino asit çeşitliliği az olsa bile protein sentezinin sürdürülmesine izin vermesi
- D) Protein sentezi sırasında bir amino asitin yerine başka birinin kullanılmasına izin vermesi
- E) Bir tRNA molekülünün birden fazla çeşit amino asidi taşımaya olanak sağlaması

#### SORU 6. (2012 - LYS2 / BİY)

3'-CTA ACC GTC ATC AGC **GAG** CAT-5'

Yukarıda gösterilen DNA anlamlı zincirinde ortaya çıkan bir mutasyon sonucunda koyu renkle yazılan kodondaki altı çizili guaninin yerine adenin girmiştir. Ancak DNA zincirinin şifrelediği polipeptit zincirinde **işlevsel bir aksaklık oluşmamıştır.** (mRNA sentezi, DNA'nın anlamlı zincirinin 3' ucundan başlayarak gerçekleşir.)

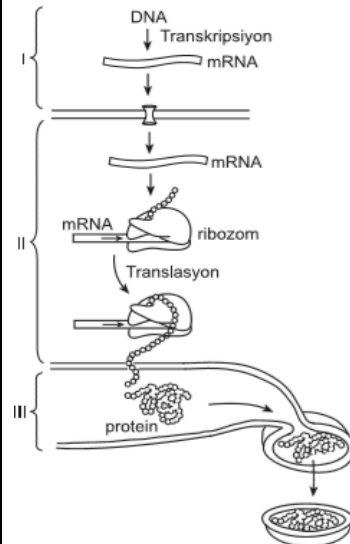
**Bu olayda aksaklığın oluşmamasıyla ilgili olarak,**

- I. Mutasyon, enzim proteininin aktif merkezine rast gelecek bir değişikliğe neden olmamıştır.
- II. GAG ve GAA kodonları aynı amino asidi şifreler.
- III. DNA'daki bu değişiklik mRNA'ya yansımaz.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) II ve III

#### SORU 7. (2011 - LYS2 / BİY)



Yukarıdaki şekilde hücrede gerçekleşen bir protein sentezi şematize edilmiştir.

**Buna göre I, II, III ile gösterilen hücre bölümleri hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

	I	II	III
A)	Sitoplazma	Hücre zarı	Golgi aygıtı
B)	Çekirdek	Sitoplazma	Endoplazmik retikulum
C)	Çekirdek	Golgi aygıtı	Sitoplazma
D)	Sitoplazma	Hücre zarı	Endoplazmik retikulum
E)	Hücre zarı	Çekirdek	Golgi aygıtı

**NOT:**

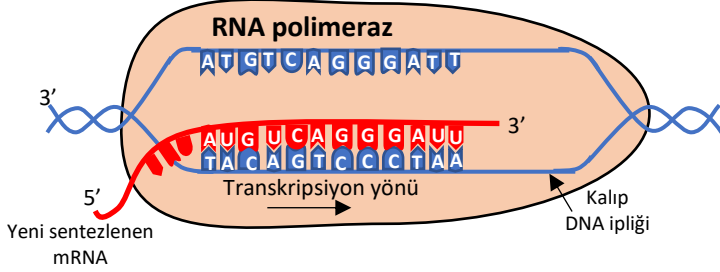
1. mRNA sentezi, DNA'nın anlamlı zincirinin 3' ucundan başlayarak gerçekleştirilir. O halde mRNA zinciri, 5' → 3' yönünde oluşur.

2. DNA üzerinden mRNA sentezlenirken DNA'nın anlamlı zincirindeki Adenin karşısına mRNA'da Urasil gelir.

**PRATİK BİR ÖNERİ:** DNA'daki baz dizisi tRNA'daki antikodonlara çevrilirken eğer bazlar arasında Timin varsa sadece bunu Urasile çevirmek yeterlidir. Yoksa DNA baz sırası bire bir tRNA'da da aynıdır.

Örnek: DNA'daki baz dizisi ATG GCG ise buna karşılık tRNA'daki sıra; AUG GCG şeklinde olur.

-tRNA'daki baz sırası (antikodon) verilmiş DNA daki isteniyorsa sadece varsa Urasileri Timin olarak değiştirmek yeterlidir. Diğerleri aynı kalır.

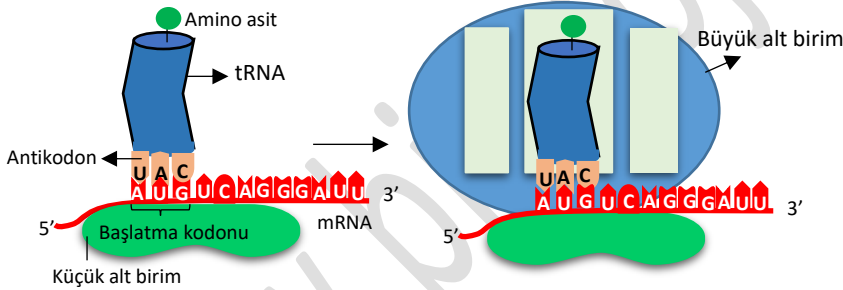


Şekil: Ökaryot hücrelerde transkripsiyon

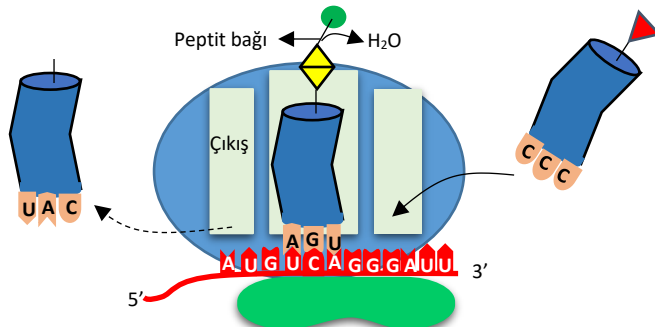
**MERAKLISINA !**

RNA polimeraz, bir genin transkripsiyonunu, DNA üzerinde bulunan bağlanabildiği promotor olarak adlandırılan özel nükleotid dizisinden başlatır.

- Şifreyi alan mRNA, çekirdek zarında bulunan porlardan sitoplazmaya geçer.
- mRNA, ribozomun küçük alt birimine; bağlanması ile **translasyon** olayı başlar.
- mRNA'nın başlatma kodonu (AUG), ribozom tarafından okunur. AUG kodonunun karşılığı olan UAC antikodonuna sahip tRNA, sitoplazmada metionin amino asidini kendine bağlar. **Bu sırada ATP harcanır.** tRNA, taşıdığı metionin amino asidini mRNA'nın başlatma kodonuna karşılık gelecek şekilde ribozoma getirir.
- İlk amino asit ribozoma getirildikten sonra ribozomun büyük alt birimi küçük alt birimine bağlanır ve böylece protein sentezi başlar.



- tRNA'nın antikodonu mRNA kodonuna bağlanınca protein sentezi başlar. DNA'nın genetik şifresini ribozomlara getiren mRNA'daki şifrenin okunmasına **translasyon** denir. (Burada mRNA ile tRNA arasında geçici zayıf hidrojen bağları kurulur.)
- Taşınan amino asitler arasında peptid bağı kurulur. Bu sırada her bir bağ için bir molekül su açığa çıkar.
- Protein sentezi mRNA üzerindeki bütün kodonlar okununcaya kadar devam eder. İşlem devam ederken durdurma kodonlarından (UAA, UAG, UGA) herhangi biri geldiğinde protein sentezi sona erer.
- Protein sentezinin sona erdiği evrede yeni sentezlenen protein en sondaki tRNA'dan ayrılır ve mRNA serbest kalır. Bu arada ribozom alt birimleri de birbirinden ayrılır. Ayrılan mRNA, tRNA ve ribozom alt birimleri yeniden protein sentezine katılabilir.

**SORU 8. (2011 – LYS2 / BİY)**

Ökaryotik bir hücrenin ribozomunda sentezlenmekte olan bir polipeptit zincirindeki 3 farklı amino asidin antikodonları aşağıdaki gibidir:

- I. amino asidin antikodonu: GUC
- II. amino asidin antikodonu: CUA
- III. amino asidin antikodonu: UCA

Buna göre bu 3 farklı amino asidi kodlayan mRNA'daki baz dizilişleri aşağıdakilerden hangisindeki gibidir?

	I. amino asit	II. amino asit	III. amino asit
A)	GTC	CTA	AGT
B)	CAG	GAU	AGU
C)	CTG	GAT	TCA
D)	GAC	GTA	TGT
E)	CAG	GAU	AGT

**SORU 9. (2009- ÖSS / FEN-1)**

Ökaryotik bir hücrede, salgılanmak üzere sentezlenen bir protein aşağıdaki yollardan hangisini izler?

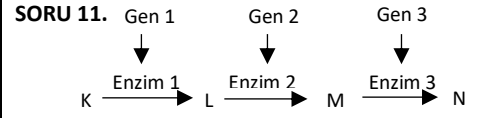
- Golgi aygıtı – Granülsüz endoplazmik retikulum – Hücre zarı
- Golgi aygıtı – Granüllü endoplazmik retikulum – Hücre zarı
- Granüllü endoplazmik retikulum – Hücre zarı – Golgi aygıtı
- Granüllü endoplazmik retikulum – Golgi aygıtı – Hücre zarı
- Granülsüz endoplazmik retikulum – Golgi aygıtı – Hücre zarı

**SORU 10. Aşağıda protein sentezinde harcanan amino asitlere karşılık gelen kodon çeşitleri verilmiştir.**

Amino asitler	Kodon çeşitleri
X	AGU, ACC, ACA, ACG
Y	UUU, UUG
Z	AUG
T	AAA, AAG

Buna göre bir polipeptit sentezinde 3X, 3Y, 3Z ve 3T amino asitleri kullanılırsa en fazla kaç çeşit kodon görev almıştır?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 9 E) 11



Normalde yukarıdaki metabolik yolu gerçekleştirebilen X, Y ve Z bakteri suşlarının mutasyona uğradıktan sonra N maddesini üretilmediği gözlemlenmiştir. Bu bakteri suşlarının besi ortamına eklenen maddelere göre gelişim durumları aşağıdaki tabloda verilmiştir. (+ işareti belirtilen madde eklendiğinde üreme olduğunu, 0 ise üreme olmadığını gösteriyor)

	Besi ortamına eklenen madde			
Mutant suşlar	K	L	M	N
X	0	0	0	+
Y	0	0	+	+
Z	0	+	+	+

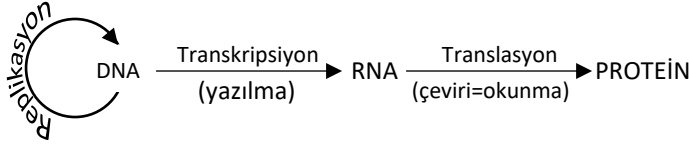
Buna göre X, Y ve Z bakteri suşlarında hangi enzimlerin sentezinde sorun olduğu söylenebilir?

	X suşu	Y suşu	Z suşu
A)	Enzim 1	Enzim 2	Enzim 3
B)	Enzim 3	Enzim 2	Enzim 1
C)	Enzim 2	Enzim 1	Enzim 3
D)	Enzim 1	Enzim 3	Enzim 2

## SANTRAL DOGMA

-1958 yılında Francis Crick hücre içindeki genetik bilgi akışının DNA'dan RNA'ya ve RNA'dan da proteine doğru olduğunu ifade etmek için santral dogma kavramını kullanmıştır.

-DNA'daki genetik bilgiden RNA aracılığı ile ribozomlarda protein sentezlenmesine santral dogma denir.



Şekil: Santral dogma olayında DNA'dan proteine bilgi akışı

-Santral dogma tek yönlü gerçekleşir. DNA'dan protein sentezlenir. Ancak proteinden RNA, RNA'dan da DNA sentezi olmaz. (İstisnalar hariç)

-Buna göre santral dogma DNA'dan DNA'ya ya da RNA'ya ve oradan proteine bilgi aktarımıdır. Replikasyon, transkripsiyon ve translasyon olaylarını kapsar.

-Prokaryot hücrelerde replikasyon ve transkripsiyon olayları sitoplazmada, translasyon olayı ise ribozomda gerçekleşir.

-Ökaryot hücrelerde replikasyon ve transkripsiyon olayları çekirdekte, mitokondri ve kloroplastlarda, translasyon olayı ise ribozomda gerçekleşir.

- Replikasyon olayı hücrenin bölüneceğini kanıtlar.

-Transkripsiyon ve translasyon olayları ise protein sentezi sırasında meydana gelir. (Protein sentezinde replikasyona gerek yoktur.)

### NOT:

- Replikasyon olayında A, G, C ve T nükleotitleri;
- Transkripsiyon olayında A, G, C ve U nükleotitleri;
- Translasyon olayında ise amino asitler kullanılır.

- Replikasyon olayı bölünemeyen hücrelerde (örneğin sinir hücrelerinde) gerçekleşmez. Transkripsiyon ve translasyon olayları protein sentezi yapan tüm hücrelerde gerçekleşir.

-Replikasyon sırasında oluşabilecek bir hata kalıtsal olabilir.

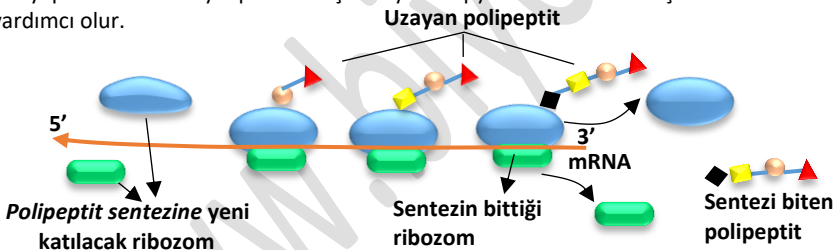
-Transkripsiyon ve translasyon olaylarındaki hatalar kalıtsal olmaz, fakat farklı bir proteinin üretimine neden olabilir.

## POLİRİBOZOM (POLİZOM)

-Bir mRNA'nın birden fazla ribozoma tutunması ile oluşan çoklu yapıya denir.

-Ribozomlardan biri başlama kodonunu geçince, başka bir ribozom mRNA'ya bağlanarak oluşur.

-Bu yapılar hücrenin aynı proteinin çok sayıda kopyasını kısa bir süre içinde üretmesine yardımcı olur.



Şekil: Bir mRNA'nın çok ribozom tarafından okunması (polizom)

## BİR GEN BİR POLİPEPTİT HİPOTEZİ

-Hücredeki yaşamsal olaylarda görev alan enzimler protein yapısındaki moleküllerdir. Bu moleküllerin sentezinden sorumlu DNA parçasına **gen** adı verilir.

-Genler protein sentezinden sorumlu olduklarından enzim sentezinden de sorumludur. Enzimler, canlılardaki yaşamsal olaylarda görevli moleküllerdir. Bu nedenle enzimlerin sentezinden sorumlu genlerin yapısının bozulması, canlının yaşamını önemli ölçüde etkiler.

-Canlılardaki her bir polipeptit zincirinin dolayısıyla her bir enzimin bir gen tarafından şifrelenmesine **bir gen bir polipeptit** hipotezi denir.

### NOT:

- Polipeptid ve protein terimleri tam olarak eş anlamlı değildirler.
- Proteinler 20 çeşit amino asitten oluşturulan polimerlerdir. Amino asit polimerleri polipeptidler olarak adlandırılırlar. Bir protein bir ya da birden fazla polipeptidten oluşmuş kendine özgü üç boyutlu yapıya sahip polimerlerdir.
- Polipeptidi bir ip yumağına benzetirsek protein, bu ip yumağı ile örülmüş hırka gibidir diyebiliriz.

-Canlılardaki her bir enzimin, bir gen tarafından şifrelendiği 1940'lı yıllarda George Beadle (Corc Bidil) ve Edward Tatum'un (Edvirt) ekme küfüne neden olan *Neurospora crassa* (*Nörospora crassa*) adlı mantar türü ile yaptıkları deneylerle ispatlanmıştır.

E)	Enzim 3	Enzim 1	Enzim 2
----	---------	---------	---------

## SORU 12. (2010 – LYS2 / BİYO)

**Bir hücrede sentezlenen bir proteindeki aminoasit dizilimi bilinirse sentezde kullanılan**

I. kodon çeşidi sayısı,

II. kodon sayısı,

III. antikodon sayısı,

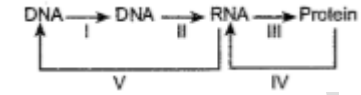
IV. ribozom sayısı

**bilgilerinin hangilerine ulaşılabilir?**

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) II ve IV E) III ve IV

## SORU 13. (2007 - ÖSS / FEN-1)



Normal bir insan hücresinde biyokimyasal olaylar, şemada I, II, III, IV ve V numaralı okların hangileriyle gösterilen yönlerde gerçekleşmez?

A) I ve II B) I ve V C) II ve III

D) III ve IV E) IV ve V

## CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

1. Genetik şifre, kodon, antikodon, "başla" ve "dur" ("start ve stop") kodonları bütün canlılarda aynıdır. Örneğin mRNA'daki UCU kodonunun bütün canlılarda karşılığı aynı olup serin amino asidini belirler. Bu durum genetik şifrenin evrenselliğini gösterir. I, doğru.

- Bir kodon sadece bir amino asidi şifreler. Fakat bazı amino asitlerin birden fazla kodonu olabilir. Örneğin UUU ve UUC kodonlarının her ikisi de fenilalanini belirlediği halde bunların hiç birisi bir başka amino asidi kodlamaz. II, yanlış.

-Kural olarak bir canlıdaki genlerin başlama kodonları AUG'dir. III, doğru

**Cevap: D**

2. I. mRNA, DNA'nın anlamlı zinciri üzerinden sentezlenir. O halde mRNA'da ortaya çıkması için değişikliğin bu zincirde olması gerekir. Diğerinde olursa mRNA'yı etkilemez. Öncül yanlış.

II. Her bir proteinin sentezinden sorumlu bir gen vardır. Bir gendeki mutasyon bir başka genin protein sentezini etkilemez. Öncül doğru.

III. Anlamlı zincir 3'→5' yönündeki zincirdir.

Bu nedenle 2 nolu zincirin anlamlı olması gerekir. III, yanlış.

**Cevap: B**

3. Protein sentezinde görev yapan, DNA'nın anlamlı zinciri, buradan üretilen mRNA sentezlenen polipeptide özgüdür. Bunun dışında sentezde görev yapan ribozom, tRNA ve enzimler polipeptide özgü değildir. Bunlar farklı polipeptit sentezlerinde de kullanılırlar.

**Cevap: B**

4. I. Baz değişimi sonucunda oluşan mRNA kullanılarak sentezlenen polipeptidin, amino asit diziliminde normal polipeptitten hiçbir farkı olmadığı görülmüş ise bir amino asidin birden fazla kodonu olmalıdır. Öncül doğru.

II. Bir amino asidin birden fazla kodonu vardır. Ancak bir kodonun tek bir çeşit amino asidi şifreleme özelliği vardır. Onun için aynı kodon birden fazla amino asidi şifreleyemez. Öncül yanlıştır.

III. Her bir kodonun sadece bir amino asidi şifreleme özelliği varsa kodonlarda özgüllük var demektir. Öncül yanlış.

**Cevap: A**

### -Beadle ve Tatum'un yaptığı çalışma:

Neurospora (yabanıl tip); karbonhidrat, mineral ve biyotin (B7 vitamini) içeren basit besi ortamlarında yaşamını devam ettirip çoğalabilen bir mantardır. Yani hiç amino asit bulunmayan bir ortamda bile diğer organik besinleri amino asitlere çevirebilen enzimlere sahiptir.

-Neurospora sporlarını X ışınlarına maruz bıraktıktan sonra gelişen mutantların bir bölümünün basit kültür ortamında yaşayamadıklarını tespit etmişlerdir.

- Fakat bu mutantları, 20 amino asidin de bulunduğu ortama koyduklarında mutantların yaşamlarını devam ettirebildiklerini gözlemişlerdir. Böylece mutasyonun, amino asit sentezinde bir soruna yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır.

- Beadle ve Tatum, tam besin ortamında (tüm amino asitlerin bulunduğu ortam) yaşayabilen mutant türlerden örnekler alıp bu türleri basit kültür ortamının bulunduğu deney tüplerine aktarmışlar ve her tüpe tek bir amino asit çeşidi ilave etmişlerdir. Bu sayede mutasyonun hangi enzim üzerinde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Örneğin; mutasyona uğramış sporlar, basit kültür ortamında üreyemezken **arjinin amino asidinin bulunduğu ortamda üreyebilirlerse arjinin sentezinden sorumlu genlerinde bir mutasyon olduğu anlaşılır.**

**SONUÇ:** Araştırmacılar, arjinin amino asidinin; öncü bir organik molekülün ornitine, ornitinin sitrülüne, sitrülünün ise arjinine dönüştüğü basamaklar şeklinde sentezlendiğini belirlemişlerdir

Yabanıl Tip	MB	MB+Ornitin	MB+Sitrülin	MB+Arjinin
+	+	+	+	+

**Yabanıl tip:** Mutasyona uğramamış sporlar,  
**MB:** Minimal besi yeri.  
(+): Yaşar; (-): Yaşayamaz

A geni → A enzimi → Öncü molekül → Ornitin → B geni → B enzimi → Sitrülin → C geni → C enzimi → Arjinin

-Deneyleri sonucunda bu basamaklardaki reaksiyonları gerçekleştiren farklı enzimleri sentezleyemeyen üç tip mutant elde etmişlerdir:

**-Birinci tip mutantlar:** Ornitin, sitrülin ve arjininin ayrı ayrı verildiği ortamlarda yaşayabilirken sadece öncü molekül, verilen ortamda yaşayamamaktadır

**Sonuç: A geni mutasyona uğramıştır. Öncü molekülü, ornitine dönüştüren A enzimi sentezlenememiştir.**

Yabanıl Tip	MB	MB+Ornitin	MB+Sitrülin	MB+Arjinin
-	+	+	+	+

**MB:** Minimal besi yeri.  
(+): Yaşar; (-): Yaşayamaz

A geni **Mutasyon** → A enzimi → Öncü molekül → Ornitin → B geni → B enzimi → Sitrülin → C geni → C enzimi → Arjinin

**-İkinci tip mutantlar:** Ayrı ayrı sitrülin ve arjinin verilen ortamlarda yaşayabilirken sadece öncü molekül ya da ornitin verilen ortamlarda yaşayamamaktadır

**Sonuç: B geni mutasyona uğramıştır. Ornitini sitrülüne dönüştüren B enzimi sentezlenememiştir.**

Yabanıl Tip	MB	MB+Ornitin	MB+Sitrülin	MB+Arjinin
-	-	+	+	+

**MB:** Minimal besi yeri.  
(+): Yaşar; (-): Yaşayamaz

A geni → A enzimi → Öncü molekül → Ornitin → B geni **Mutasyon** → B enzimi → Sitrülin → C geni → C enzimi → Arjinin

**-Üçüncü tip mutantlar:** Arjinin verilen ortamlarda yaşayabilirken öncü molekül, ornitin ya da sitrülin verilen ortamlarda yaşayamamaktadır.

**Sonuç: C geni mutasyona uğramıştır. Sitrülini, arjinine dönüştüren C enzimi sentezlenememiştir.**

Yabanıl Tip	MB	MB+Ornitin	MB+Sitrülin	MB+Arjinin
-	-	-	+	+

**MB:** Minimal besi yeri.  
(+): Yaşar; (-): Yaşayamaz

A geni → A enzimi → Öncü molekül → Ornitin → B geni → B enzimi → Sitrülin → C geni **Mutasyon** → C enzimi → Arjinin

5. Genetik kod sayısının fazla olmasının canlılara sağladığı yarar; genlerde meydana gelen bazı mutasyonlara karşı canlıyı korumaktır. Örneğin ACU kodonu Treonin amino sidine karşılık gelir. Herhangi bir nedenle mutasyona uğrayıp ACA şekline dönüşürse, ACA kodonu yine treonine karşılık geldiği için sentezlenen proteinde bir bozulma meydana gelmeyecektir. **Cevap: B**

6. I. Polipeptit zincirinde işlevsel bir aksaklık oluşmadığına göre mutasyon, enzim proteininin aktif merkezine rast gelecek bir değişikliğe neden olmamıştır denilebilir.

II. Bozuk protein oluşmadığına göre GAG ve GAA kodonları aynı amino asidi şifreler denilebilir.

III. DNA'daki GAG kodonuna karşılık mRNA'da CUC kodonu oluşurken. GAA kodonuna karşılık CUU kodonu oluşur. Dolayısı ile DNA'daki bu değişiklik mRNA'ya yansımış olur. **Cevap: D**

7. Ökaryot hücrelerde protein sentezinin gerçekleştiği organeller gösterilmiştir. Buna göre

-I. kısım, DNA'nın bulunduğu ve mRNA'nın sentezlendiği (transkripsiyon) **çekirdek**,

-II. kısım, ribozomun bulunduğu ve translasyonun gerçekleştiği **sitoplazma**,

-III. kısım ise oluşan protein moleküllerinin hücrede istenilen yere iletimini gerçekleştiren **endoplazmik retikulum** organeli gösterilmiştir.

**Cevap B**

8. Uyanıklar kalem oynatmadan yapar. Çünkü RNA'da Timin bazı bulunmaz. B seçeneği hariç hepsinde Timin bazı içeren kodon verilmiş. O halde bunların hiç birisi cevap olamaz.

**-Ama yine de soruyu çözelim.**

I. antikodonu: GUC	<b>CAG (I. kodon)</b>
II. antikodonu: CUA	<b>GAU (II. kodon)</b>
III. antikodonu: UCA	<b>AGU (III. kodon)</b>

**Cevap: B**

9. Granüllü endoplazmik retikulum da sentezlenen bir protein golgi aygıtında paketlenir ve Hücre zarından madde taşınması olayı olan ekzostoz olayıyla hücre zarından dışarıya salgılanır. **Cevap D**

10. 13. X amino asidi için: 3, Y amino asidi için: 2 Z amino asidi için: 1, T amino asidi için: 2 çeşit kodon kullanılır. Yalnız soruda en fazla dediği bir çeşit durdurucu kodonu ilave etmememiz gerekir.  $3+2+1+2+1= 9$  **Cevap: D**

11. Bu tip sorularda ilk üreme, gelişme, büyüme gibi olayların hangi madde eklendiğinde görüldüğüdür. Örneğin X suşu sadece N eklendiğinde üreme görülmüş. O zaman X suşu N maddesini üretiliyor demektir. N üretiliyor ise Gen 3 mutasyona uğramıştır. Enzim 3 sentezinde problem var demektir diyoruz. Y suşunda M, üretiliyor. Enzim 2 de, Z suşunda ise L üretiliyor. Enzim 1 sentezinde problem vardır diyoruz. **Cevap: B**

12. Bir proteinin amino asit dizilimi bilirse verilenlerden kodon ve antikodon sayısına ulaşılabilir.

1 kod = 1 kodon = 1 amino asit

-Bir amino asidin birden fazla kodon çeşidi olduğundan tekrarlanan amino asitler için kaç çeşidinin kullanıldığı bilinemez. Ribozomlar da tekrar tekrar kullanıldığı için bilinemez. **Cevap: C**

13. Gösterilen şema santral doğma olayıdır. Bu olay geriye dönüşsüz gerçekleşir. Yani proteinden RNA üretilmez. (IV) RNA'dan da DNA üretilmez. (V) (İstisnalar hariç). **Cevap E**

--	--

[www.biyolojiportali.com](http://www.biyolojiportali.com)