

PROTEİN VE ENZİM TEKNOLOJİSİ, PROTEİN VE ENZİMLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

GIDALARIN BİLEŞİMİ

Su
Karbonhidratlar
Lipidler
Proteinler
Vitaminler
Mineral Maddeler

AMİNOASİTLER

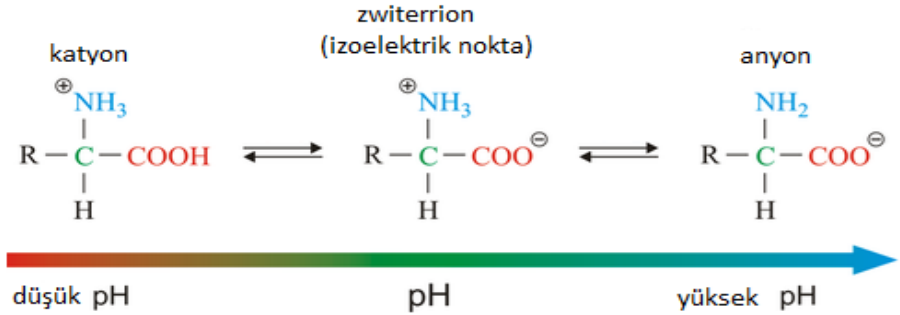
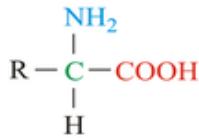
- Proteinlerin temel yapı taşı aminoasitlerdir. Proteinlerin yapısında bugüne kadar belirlenmiş 20 temel aminoasit bulunmaktadır.
- Aminoasitler dallanmış yapıda hidrokarbon zincirleridir.
- İnsan vücudunda yaklaşık 20 farklı aminoasit bulunmaktadır ve yetişkinlerde 8, çocuklarda 10 tanesi dışındakileri organizma sentezleyebilmektedir.
- Sentezlenemeyen 8 aminoasite esansiyel aminoasitler denir ve mutlaka gıdalarla dışardan alınarak karşılanmalıdır .
- Bitkiler toprak ve havadaki inorganik kaynaklardan (CO₂, su ve azot) önce aminoasitleri sentezler, sonra onların peptit bağı ile bağlanmaları ile peptitleri ve daha büyük moleküllü proteinleri sentezlerler.
- İnsan ve diğer yüksek hayvanlar kendi vücut proteinlerinin sentezini (deri, tırnak, saç, kas, kan, hormon, enzim) gerçekleştirebilmek için gerekli azot kaynağını diyetteki bitkisel ve hayvansal proteinlerden sağlamak zorundadırlar.
- İnsan ve hayvanlar bitkilerce sentezlenen proteinleri sindirim sistemlerinde tekrar aminoasitlere parçalar, aminoasitleri kan ile hücrelere taşır ve orada yeni proteinlerin oluşturulmasında kullanılırlar.
- Havanın serbest azotu yalnızca belirli bazı mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir.

<i>Esansiyel aminoasitler</i>	<i>Esansiyel olmayan aminoasitler</i>
Valin	Glisin (glikokol)
Lösin	Alanin
İzolösin	Norlösin
Lisin	Serin
Metionin	Sistein
Treonin	Aspartik asit
Fenilalanin	Glutamatik asit
Triptofan	Hidroksi glutamik asit
Arginin*	Trozin
Histidin*	Prolin

* Büyüme çağında esansiyeldir.

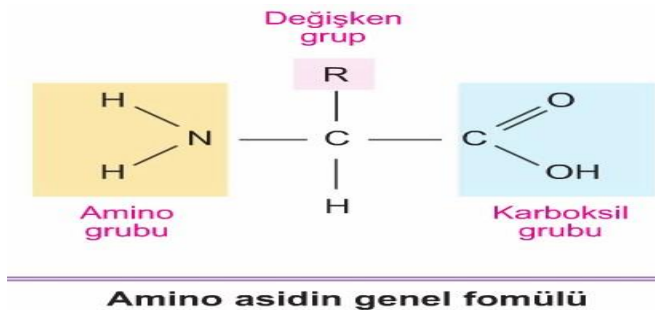
- Aminoasitler yapılarında hem amino grubu (NH₂) hem de karboksil grubu (-COOH) içerdiklerinden sulu çözeltilerinde çözeltinin pH değerine (H⁺ iyonu konsantrasyonuna) bağlı olarak asit veya baz özelliği (amfoter özellik) gösterirler.
- Aminoasitler tuz benzeri yapıları nedeniyle kararlı, kristal yapıdadırlar ve genellikle suda çözünürler.
- Polar karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri güçtür. Diğer organik çözücülerde (eter vb) çözünemezler.

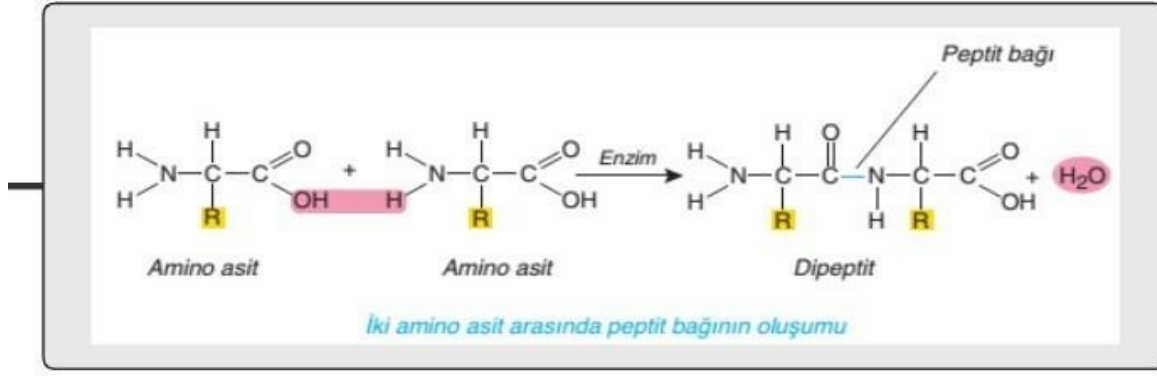
iyonlaşmamış bir amino asitin yapısı



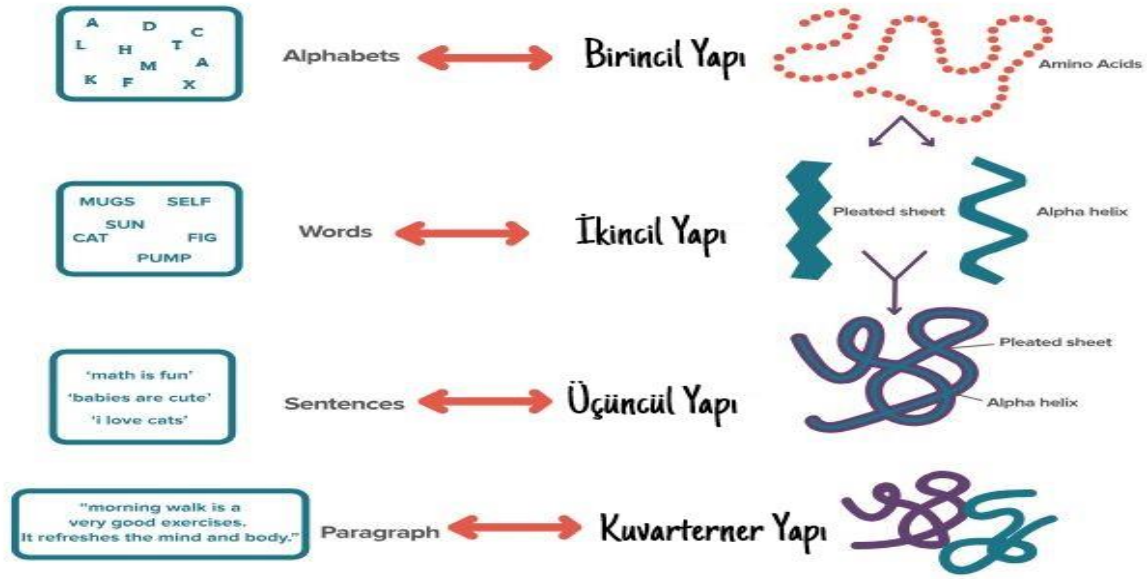
PROTEİNLER

- Proteinler, aminoasitlerin birbirlerine peptid bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan, değişik sayı ve çeşitte aminoasit içeren polipeptidlerdir.
- Proteinler büyük moleküllu maddelerdir. Örneğin en basit protein olan oksihemoglobin yapısı C₂₉₃₂ H₄₇₂₄ N₈₂₈ S₈ Fe₄ O₈₄₀ halbuki glikozun C₁₂H₂₂O₁₂'dir.
- Proteinler ribozomlarda sentezlenirler. Bileşimlerinde:
 - %50-55 karbon,
 - %6-7 hidrojen,
 - %20-23 oksijen,
 - %12-19 azot ve
 - %0.2-3.0 kükürt içerirler.
- Bazı proteinlerde bunlardan başka P, Fe, Zn, Cu gibi elementler bulunabilmektedir.





Proteinlerin Konformasyonel Yapıları



Primer Yapı: En basit yapıdır. Zincir şeklindedir.

Sekonder Yapı: Heliks (yay) veya plaka şeklindeki yapıdır. Esas kalıtsal yapı α -heliks yapısıdır ve sağ yönlü yapıda her bir dönüş 3.6 aminoasitten oluşur.

Tersiyer Yapı: İleri derecede bükülmüş ve kıvrılmış yapıdır.

Kuarterner Yapı: Değişik protein birimlerinin birbirleri ile tutunmaları ve bir arada bulunmaları ile oluşan yapıdır.

Proteinlerin Sınıflandırılması

Proteinler			
Kaynağına göre	Kimyasal Yapılarına göre	Konfigürasyonlarına göre	İşlevlerine göre
Hayvansal	I. Basit Proteinler	Fibröz	Katalitik, Yapısal
Bitkisel	Albuminler, Globulinler	Globüler	Düzenleyici, Taşıyıcı
	Prolaminler, Glutelinler		Antikorlar, Depo
	Kolajenler, Histonlar		Koruyucu, Kantraktil
	Protaminler		
	II. Bileşik Proteinler		
	Fosfoproteidler,		
	Nükleoproteidler		
	Glikoproteidler, Kromproteidler		
	Lipoproteidler		

Proteinlerin Bazı Önemli Özellikleri

1. Amfoterik özellik

- Hem asitlerle hemde bazlarla reaksiyona girerek tuz oluştururlar. Amfoter elektrolitler asit-baz dengesinde tampon olarak görev alırlar.
- Bu, proteinlerin küçük pH değişimlerinde kendilerini koruyabilmelerini sağlamaktadır.

2. İzoelektrik Nokta

- Proteinlerin izoelektrik noktası, proteinin elektriksel olarak nötr olduğu pH değeridir.
- Bu pH değerinde, global veya tüm yapıdaki yükler sıfırdır.
- İzoelektrik noktada, protein molekülleri belli bir yük içermediklerinden dolayı çökerler.

3. Su Tutma Kapasitesi

- Su molekülleri proteinlerin polar ve yüklü yan zincirlerine bağlanabilir. Fazla yüklü ve polar grup içeren proteinler fazla miktarda su bağlar
- Hidrofobik gruplar içeren proteinler az miktarda su bağlar
- Proteinlere bağlı su molekülleri proteinleri diğer protein moleküllerinden koruyacak bir kalkan görevi görür. Birbirleri ile birleşerek kolayca çökmelerini engeller.

4. Tuzlu suda çözünürlük

- Bazı proteinler dilue tuzlu sularda çözünürken saf suda çözünmezler.
- Tuzlu bir çözeltinin proteinin çözünürlüğünü arttırmasına “salting-in” denir. “Salting-in” gıda işlemede önemlidir.
- Yüksek tuz konsantrasyonlarında ise proteinler su için tuzlarla yarışır (Salting-out) ve proteinlere bağlanacak yeterli su kalmadığından proteinler çöker.
- Gıdaların dondurulması işlemi sırasından kaliteyi bozabilecek bir faktör olarak etki eder.

Proteinlerin Fonksiyonel Özellikleri

- Çözünürlük: Hidrofilik mekanizmalar ile oluşur. Protein molekülündeki polar ve apolar gruplara bağlı olarak değişir. Bazı proteinler (peynir suyu proteinleri, albuminler) suda kolloidal olarak çözünürken diğerleri hiç çözünmezler (kollogen, keratinler, skleroproteinler). Çözünenler içecek endüstrisinde kullanılırlar. Çözünürlükten kalınlaşma, emülsiyon, köpük, jel yapıcılık gibi özellikler fazla etkilenmektedir.
- Viskozite: Su bağlama, hidrodinamik hacim ve şekil alma mekanizması sonucu viskozite artar. Jelatin bu özelliktedir. Çorba, kek kreması, dondurma vb. gıdaların üretiminde kullanılır.
- Su Bağlama: Hidrojen bağı ve iyonik hidrasyon mekanizması sonucu gerçekleşir. Kas proteinleri ve yumurta proteinleri bu özelliktedir. Sosis, ekmek ve pasta gibi gıdaların üretiminde kullanılır. Protein su alarak şişer ve böylece karakteristik olan yapı, tekstür, viskozite ve adhezyon gibi önemli özellikleri ortaya çıkar.
- Jel Oluşumu: Denatüre olmuş protein molekülleri düzenli bir protein ağ yapısı oluşturmak üzere agregе olduklarından jelasyon prosesi gerçekleşir. Protein jelasyonu yalnızca katı-viskoelastik jel oluşumunda

değil, aynı zamanda su absorblama gücünün gelişmesi, kalınlaştırma, partiküllerin bağlanması, köpük stabilizasyonu gibi proseslerde de kullanılmaktadır. Kas, yumurta ve süt proteinleri bu özelliğe sahiptir.

- **Kohezyon ve Adhezyon:** Bağlanma ve yapışma özelliği proteinlerde hidrofobik, iyonik ve hidrojen bağlama mekanizmaları sonucudur. Kas, yumurta, serum (peynir suyu) bu özelliğe sahiptir.
- **Elastisite:** Hidrofobik bağ, disülfid çapraz bağlar mekanizması ile oluşur. Kas ve hububat proteinleri bu özelliğe sahiptir. Et ve fırın ürünlerinde kullanılır.
- **Emülsifikasyon:** Dipolar, adsorpsiyon ve ara alanlarda film tabakası oluşturma mekanizması bu özelliğe oluşturur. Kas, yumurta ve süt proteinleri bu gibi özellik gösterir. Soses, çorba, kek ve krema yapımında önemlidir.
- **Köpük Oluşturma:** Ara alanlarda film oluşumu ve ara adsorbsiyonu mekanizması bağı oluşur. Yumurta ve süt proteinleri bu özelliğe sahiptir. Çırpılmış krem, dondurma, pasta ve tatlı yapımında önerilir.
- **Yağ ve Aroma Bağlama:** Hidrofobik bağ mekanizması sonucu oluşur. Süt, yumurta ve hububat proteinleri böyle özellik gösterir. Özellikle hamur yapımında ve düşük yağlı fırın ürünlerinde önemlidir.

Bazı Gıdaların Protein oranları (%)

Peynir	25.3		Soya Fasulyesi	34.9
Tavuk Eti	22		Fasulye	21
Dana Eti	19.1		Ceviz	18.7
Koyun Eti	18		Buğday	13
Yumurta	13		Pirinç	7.6

Gıda İşlemede Proteinlerde Oluşan Önemli Değişimler

Denatürasyon

- Bir proteinin sekonder, tersiyer ve/veya kuaterner yapısındaki değişikliklerdir. Özellikle tersiyer yapıdan kaynaklanmaktadır.
- Peptid bağlarının yapısını değiştirmez, amino asit diziliminde bir değişiklik oluşmaz
- Hidrojen bağları ve tuz köprüleri yıkılır. Protein yapısı çözülür ve molekülün merkezine gömülmüş olan yan zincirler açığa çıkar.
- Bu yapılar diğer kimyasal gruplarla reaksiyona girecek duruma gelir ve çoğunlukla denatüre olan proteinler çökerler.
- Genellikle geri dönüşümsüzdür.
- Isıtma, pH değişimi, iyonik değişimler (tuz konsantrasyonundaki değişimler), dondurma ve yüzey değişimleri (yumurta beyazının çırpılması) sonucunda meydana gelir.
- Denatüre proteinler doğal olarak fonksiyonel özelliklerini kaybederler.
- **Gıda işleme sırasında bilinçli olarak yapılabilirler.** Örneğin soldurma (blanching), hafif bir ısı uygulanarak donmuş muhafaza sırasında acılaşmaya veya renk bozukluklarına sebep olan enzimlerin denatürasyonunun ve inaktivasyonunun sağlanması işlemidir.
- Bazı ürünlerde ise denatürasyon istenmeyen bir durumdur.
- Denatürasyonun protein üzerine etkisi:
- Biyolojik aktivitesi düşer
- Viskozitede azalma

- Çözünürlük azalır
- Su tutma kapasitesi düşer

Hidroliz

- Protein molekülünün peptid bağlarının parçalanması sonucu peptidlere ve/veya kendisini oluşturan aminoasitlere parçalanması işlemidir. Yani primer yapıda değişiklik olur.
- Hidroliz, asitlerle (%20 HCl, %35 H₂SO₄), alkalilerle (5N NaOH, %14 Ba(OH)₂), enzimlerle (ficin, papain, bromelain, rennet) meydana gelebilir.



Etlerin olgunlaştırılması



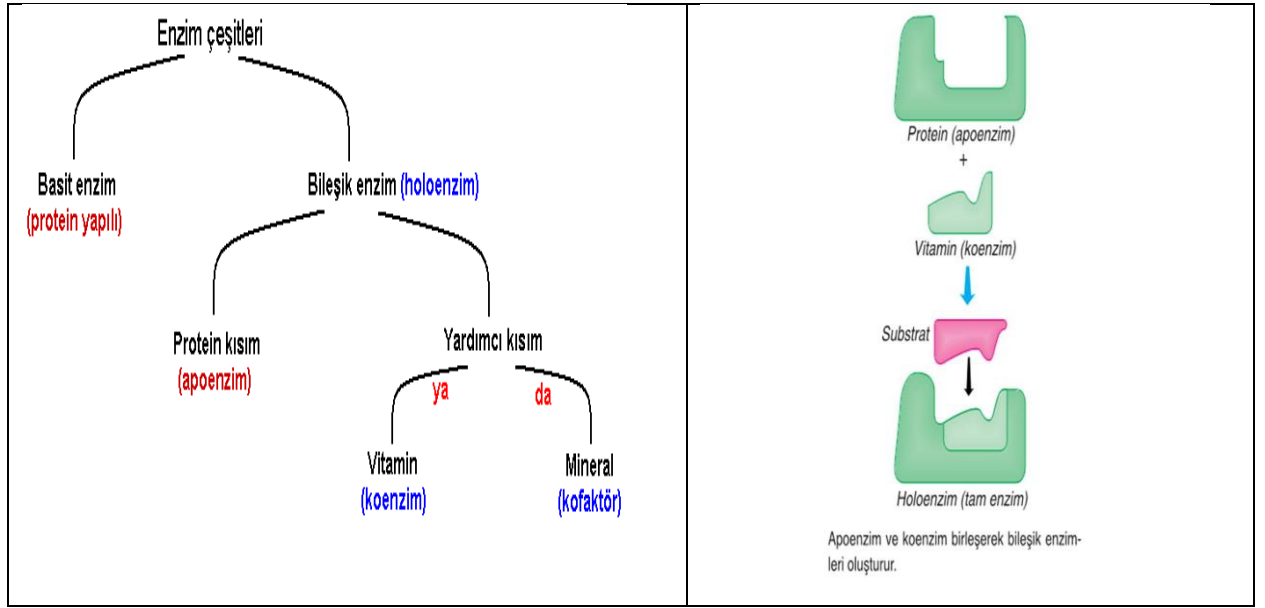
Peynir pıhtısı oluşturulması

Maillard Reaksiyonu

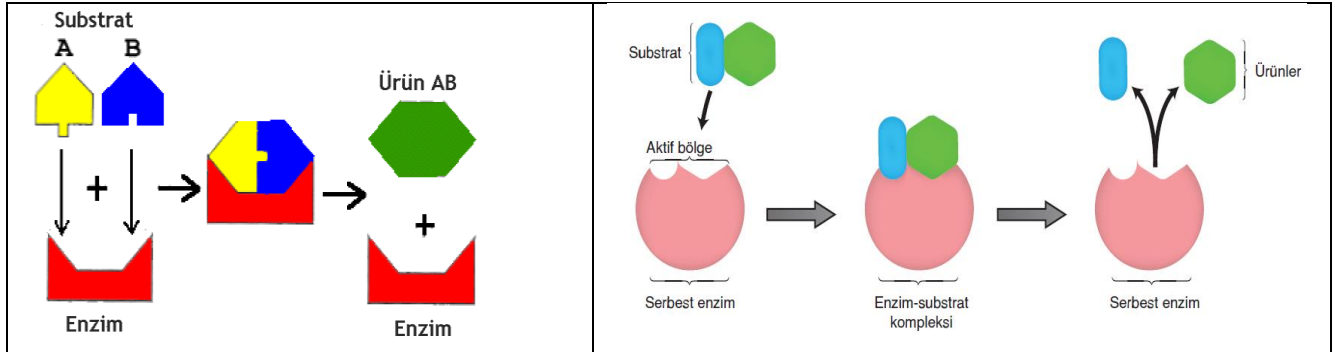
- Şekerin yapısındaki serbest karbonil grubunun, proteinin yapısındaki serbest amino grubu ile ısı işlem sonucunda reaksiyona girmesi sonucu melanoidin pigmenti (kahverengi renk) oluşmaktadır.
- Reaksiyon bir enzim tarafından katalize edilmediğinden enzimatik olmayan kızarma olarak değerlendirilir.
- Maillard reaksiyonunu yüksek şeker varlığı, yüksek protein konsantrasyonu, yüksek sıcaklık, asit pH ve düşük su varlığı artırmaktadır.

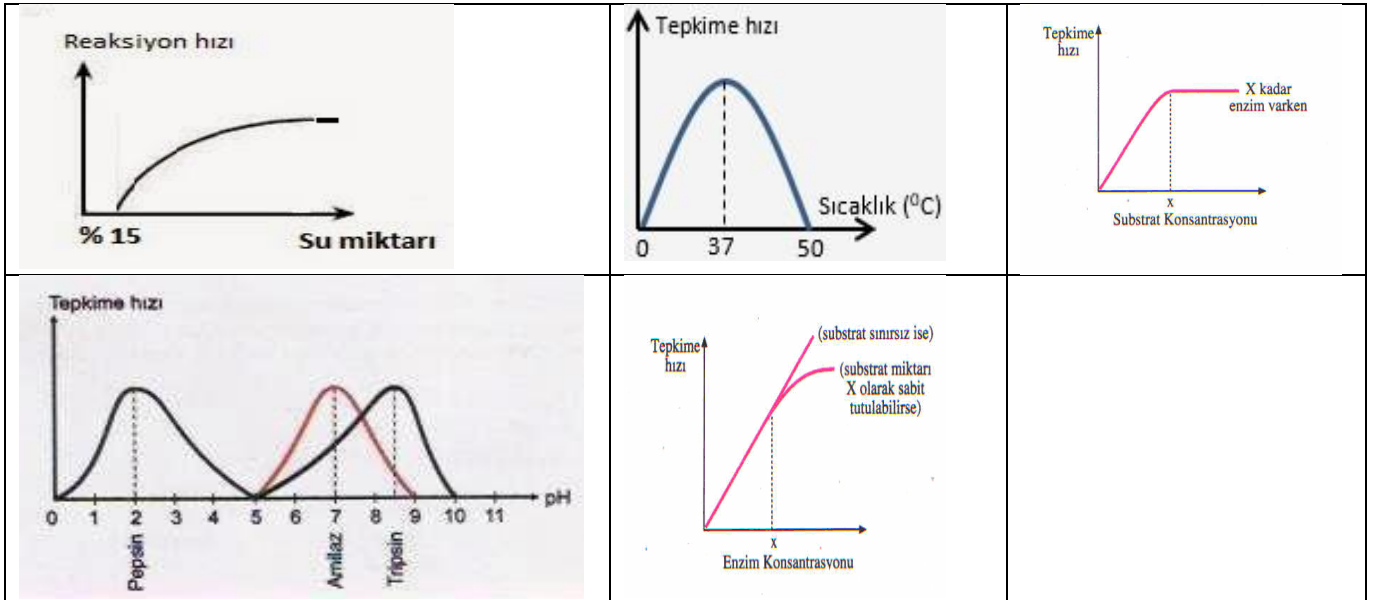
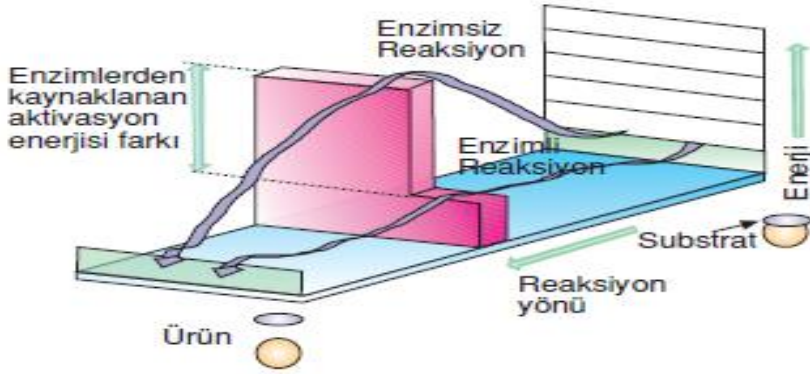
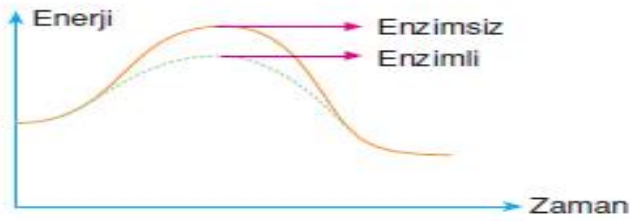


ENZİM TEKNOLOJİSİ







- Enzimler canlılarda ve uygun koşullar olduğunda canlı dışında da biyokimyasal reaksiyonların başlamasını ve sürmesini katalize eder.
- Her enzimin spesifik bir substrata bağlanmasını ve reaksiyonu katalize etmesini sağlayan kendisine özgü bir yapısı veya şekli vardır.
- Her enzim belirli bir maddeye etki yaparak belirli bir reaksiyonu katalize eder.





- Her enzim kendine özel sıcaklık ve pH gibi koşullarda en yüksek faaliyeti gösterir. (rennet en iyi pH 5.4, 44°C’de)
- Yüksek sıcaklık veya pH değişimleri enzimleri denatüre eder ve aktivitelerini yitirirler. Ayrıca enzimler proteinlerin etkilendikleri diğer koşullardan da etkilenirler.
- Bu nedenle, teknolojik işlemlerde kullanılan yöntemlerin seçiminde önemlidirler.
- Çünkü enzimler gıdalarda, renk, aroma veya tekstür gibi kaliteyi etkileyen reaksiyonları katalize ederler.
- Bu nedenle, eğer istenen bir değişimi sağlıyorsa aktivasyonu, istenilmeyen bir değişime neden oluyorsa inaktivasyonu sağlanmalıdır.
- Özellikle ürün açısında olumsuz etki yapan enzimlerin durdurulması açısından seçilen teknolojik işlemler önemlidir.

İstenen enzimatik reaksiyonlar: Sütün rennet ile çöktürülmesi, Meyvelerin olgunlaşması, Etlerin yumuşatılması.		
İstenmeyen enzimatik reaksiyonlar: Kararma (polifenol oksidaz), Lipaz veya lipoksigenaz sebebiyle oluşan tat bozuklukları.		

Gıda teknolojisinde kullanılan enzimler 3 kaynaktan sağlanır.

- Bitkilerden → fisin, bromilin, papain gibi enzimler.
- Hayvanlardan → pepsin, rennin, tripsin gibi enzimler
- Mikroorganizmalardan → invertaz, amilaz, pektinaz, glikoamilaz, proteinaz gibi enzimler

ENDÜSTRİYEL ENZİMLER

ENZİM	KULLANIM ALANI	MİKROORGANİZMA
α-amilaz	Maltoz ve dektrinin yıkılması Leke çıkarıcı Unun zenginleştirilmesi Glukoz şurubu	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Aspergillus oryzae</i> <i>B. licheniformis</i>
β-glukanaz	β-glukanın parçalanması yoluyla biranın berraklaştırılması.	<i>A. oryzae</i> <i>B. subtilis</i>
Katalaz	İçeceklerin buzulmasını önlemek için	<i>A. Niger</i>
Selüloz	Deterjan katkı maddesi Atıkların değerlendirilmesi	<i>Penicillium spp.</i>
Glukoz izomeraz	Glukoz \longleftrightarrow Fruktoz	<i>Aspergillus spp.</i> <i>Streptomyces spp.</i>

Glukoz oksidaz	Biyosensor	<i>A. niger</i>
Laktaz	Laktoz → Glukoz+Galaktoz (Peynir altı suyu) laktozsus gıda üretimi	<i>Kluyveromyces lactis</i>
Lipaz	Deterjan katkı maddesi Peynir Endüstrisi	Gıda Mühendisliği ile oluşturulan <i>A. oryzae</i>
Pektinaz	Meyve suyu ekstraksiyonu Şarap ve meyve suyu berraklaştırılması	<i>Erwinia spp</i>
Proteaz	Deterjan katkı maddesi Deri Endüstrisi, et ekstraksiyonu	<i>B. Subtilis</i>
Renin	Peynir Endüstrisi	<i>Kluyveromyces lactis</i> <i>Mucor spp.</i>
Sukraz (invertaz)	Şekerleme Endüstrisi	<i>Saccharomyces spp.</i>

Gıda Endüstrisinde Yaygın Kullanılan Enzimler

I – Karbonhidrazlar:

- Amilaz: Nişasta ve amilazın kısmi parçalanmasında kullanılır. Bu olay fırın ürünlerinde hacim kazanma (kabarma, şişme) gibi özelliklerin sağlanmasında önemlidir.
- Glikoamilaz: Glikoz ürünlerinin yapımında kullanılır. Nişastayı asit yardımı ile tatlı şerbet (glikoz şerbeti) şeklinde hidrolize ederler.
- İnvertaz: Sakkarozu Glikoz + Fruktoz şeklinde hidrolize ederek daha tatlı ve kristalleşmesi daha zor bir ürün elde etmede önemlidir. İnvers şeker diye bilinen bu karışım dondurma ve tatlı ürünlerin yapımında kullanılır.
- Pektinaz: Pektinleri hidrolize ederek bulanıklığı giderir ve daha berrak ürün elde edilmesinde yardımcı olur. Meyve, sebze ve şarap teknolojisinde berraklaştırmada ve meyve suyu üretiminde ayırma işlemini kolaylaştırmada kullanılır.
- Laktaz: Süt şekeri Laktozu, Glikoz + Galaktoz şekerlerine hidrolize ederek daha tatlı bir ürün elde edilmesinde ve kristalleşmesi daha zor bir ürün yapımında yardımcı olur. Dondurma üretiminde ve laktozsuz süt teknolojisinde kullanılmaktadır.
- Sellülaz: Selülozun kısmi hidrolizasyonu için hububat teknolojisinde kullanılır. Meyve suyu teknolojisinde selülozdan kaynaklanan bulanık görünümü gidermek ve daha berrak bir meyve suyu üretmek amacı ile kullanılır.
- Hemisellülaz: Jel oluşumunda önemli bir madde olan gam'ları hidrolize ederek jel oluşumu sorun olan ürünlerde önemlidir. Örneğin: konsantre kahve teknolojisinde jelleşmeyi önlemede kullanılır.

II – Proteazlar:

- Proteaz: Gluten proteinini hidrolize ederek ekmekçilikte unda bulunan glutene etki yaparak yumuşatmaya yol açar ve hamur yoğurma zamanını kısaltır.
- Papain, Fisın, Bromilin: Bu enzimler kas proteinlerine etki yaparak etin yumuşatılmasını sağlarlar. Özellikle yaşlı hayvanlardan elde edilen etlere daha gevrek ve daha yumuşak bir yapı kazandırılmasında kullanılır. Bu enzimler bitkilerden elde edilirler.

- Rennin, Pepsin, Mikrobiyal Rennin: Bu enzimler süt proteinlerinde bazı hidrolizasyonlar yaparak pıhtı oluşmasında yardımcı olurlar. Bu nedenle peynir üretiminde pıhtı oluşumu ve olgunlaşmayı sağlamada kullanılırlar.

III – Lipazlar:

- Lipaz: Bu enzim yağları gliserol ve yağ asitlerine parçalar. Bu şekilde bazı ürünlerde istenilen aroma eldesinde kullanılır. Örneğin: şokolata ve tatlı teknolojisinde bu amaçla kullanılır. Kontrolsüz bir şekilde kullanılırsa veya istenmeyen şartlarda etki gösterirse aroma bozukluğu kusuruna yol açabilir (ransidite olayı).
- Esteraz: Bu enzim yağlardaki gliseritlere ve özellikle trigliseritlere etki yaparak yağ asitlerinin serbest kalmasında kullanılır. Kontrollü bir şekilde kullanımı özellikle peynir teknolojisinde üretilen peynirlerin olgunlaştırılmasında kullanılır. Bu amaçla bazı İtalyan tipi peynirlerde tipik aroma (yağ hidrolizasyonu aroması) oluşumunda önemlidir.