

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİYOKİMYADA “KOENZİM” KONUSUNA PROBLEME
DAYALI ÖĞRENME UYGULAMASININ ÖĞRENCİ
BAŞARISINA ETKİSİ**

Ayfer KARADAŞ

**İzmir
2010**

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİYOKİMYADA “KOENZİM” KONUSUNA PROBLEME
DAYALI ÖĞRENME UYGULAMASININ ÖĞRENCİ
BAŞARISINA ETKİSİ**

Ayfer KARADAŞ

**Danışman
Doç. Dr. Hülya AYAR KAYALI**

**İzmir
2010**

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Biyokimyada “Koenzim” Konusuna Probleme Dayalı Öğrenme Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi” adlı çalışmanın; tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

30/06/2010



Ayfer KARADAŞ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne

İşbu çalışma, j¼rimiz tarafından Orta öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Kimya Öğretmenliği Bilim Dalında
Y¼KSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : ..Doc. Dr. Hülya AYAR-KAYALI ..

Üye : ..Doc. Dr. Raşide ÖZT¼RK-ÖREK ..

Üye : ..Doc. Dr. Cetin ILGAZ ..

Onay

Yukarıda imzaların, adı ge¼en öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. —

.....

Prof. Dr. h. c. İbrahim ATALAY
Enstitü M¼d¼r¼

T.C.
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

| | |
|--------------------------|---|
| Referans No | 373171 |
| Yazar Adı / Soyadı | Ayfer KARADAŞ |
| Uyruğu / T.C.Kimlik No | T.C. 37123802488 |
| Telefon / Cep Telefonu | 05308701797 |
| e-Posta | ayfer_karadas87@hotmail.com |
| Tezin Dili | Türkçe |
| Tezin Özgün Adı | Biyokimyada "Koenzim" Konusuna Probleme Dayalı Öğrenme Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi |
| Tezin Tercümesi | Effect Of The Problem Based Learning Applied To Student Achievement In Biochemistry To "Coenzyme" Issue |
| Konu Başlıkları | Eğitim ve Öğretim |
| Üniversite | Dokuz Eylül Üniversitesi |
| Enstitü / Hastane | Eğitim Bilimleri Enstitüsü |
| Bölüm | Kimya Bölümü |
| Anabilim Dalı | Ortaöğretim Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı |
| Bilim Dalı / Bölüm | Kimya Eğitimi Bilim Dalı |
| Tez Türü | Yüksek Lisans |
| Yılı | 2010 |
| Sayfa | 185 |
| Tez Danışmanları | Doç. Dr. Hülya AYAR KAYALI |
| Dizin Terimleri | |
| Önerilen Dizin Terimleri | |
| Yayımlama İzni | <input type="checkbox"/> Tezimin yayımlanmasına izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Ertelenmesini istiyorum [3 Yıl] |

b. Tezimin Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından çoğaltılması veya yayımının 29.06.2013 tarihine kadar ertelenmesini talep ediyorum. Bu tarihten sonra tezimin, internet dahil olmak üzere her türlü ortamda çoğaltılması, ödünç verilmesi, dağıtımı ve yayımı için, tezimle ilgili fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere hiçbir ücret (royalty) talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.
NOT: (Erteleme süresi formun imzalandığı tarihten itibaren en fazla 3 (üç) yıldır.)

30.06.2010

İmza: .....

Yazdır

ÖZET

Biyokimyada “Koenzim” Konusuna Probleme Dayalı Öğrenme Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi

Dünyanın her yeni güne yeni buluşlarla başladığı, bu değişimlere ayak uydurmanın temel gereksinim haline geldiği günümüzde öğrenci yetiştirilmesinde aktif öğrenme yöntemlerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bu yöntemlerden biri olan probleme dayalı öğrenme öğrenciyi öğrenmenin merkezine alarak kavram yanılgısı olmaksızın anlamlı öğrenmeyi sağlamakta ve bu yolla yetişen öğrenciler bilimsel değişimleri daha iyi özümseyebilmektedir.

Sunulan tez çalışmasında, Biyokimya dersi *Koenzimler* konusunda, tarafımızdan geliştirilerek uygulanan Probleme Dayalı Öğrenme etkinliğinin; Tıbbi Laboratuar Teknikleri ön lisans programındaki öğrencilerin öğrenme başarısına, kavram yanılgılarının oluşumuna ve biyokimya dersine karşı tutumlarına etkileri incelenmiştir.

Çalışmanın örneklemini, Kırklareli Üniversitesi Tıbbi Laboratuar Teknikleri örgün ve ikinci öğretim programlarındaki 48 öğrenci oluşturmaktadır. Her iki gruptan rasgele örnekleme ile seçilen 24 öğrenci deney, diğer 24 öğrenci ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Uygulama, 2009–2010 eğitim- öğretim yılı bahar döneminde toplam 7 ders saatlik bir sürede gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak; “Hazır bulunuşluk Testi”, “Koenzimler konusu Başarı Testi”, Tutum Ölçeği” ve “ Yarı yapılandırılmış Görüşme Ölçeği” kullanılmıştır.

Örneklem grubunu oluşturan deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulamaya başlamadan önce hazırlanan hazır bulunuşluk testi uygulanmıştır. Puanları yeterli bulunan öğrencilere soru-cevap şeklinde ek hazırlık dersi yapılmıştır. Her iki gruba ön test olarak tutum ölçeği uygulanmıştır. Deney grubunda konular probleme dayalı öğrenme modelini esas alan yöntemlerle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleriyle işlenmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilere başarı testi, tutum ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme ölçeği uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen veriler SPSS 8.00 paket programında değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda probleme dayalı öğrenme uygulamasının öğrencilerin başarılarını ve biyokimya dersine karşı olan tutumlarını olumlu etkilediği ve öğrencilerin kavram yanılgıları oluşumunu engellediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Probleme dayalı öğrenme, geleneksel yaklaşım, koenzimler, kavram yanılgısı

ABSTRACT

EFFECT OF THE PROBLEM BASED LEARNING APPLIED TO STUDENT ACHIEVEMENT IN BIOCHEMISTRY TO “COENZYME” ISSUE

Importance active learning methods has increased at student trained today that world start with new inventions to new day and keep up with this changes has become basic needs. One of these methods to the problem based learning provides meaningful learning without misconception by taking students to the learning center and trained students this ways are better adapted scientific change.

In this thesis study was investigated effects of the problem based learning applied in biochemistry lesson “coenzymes” issue that was applied and built by us to department of Medical Laboratory Tecniques student’s learning achivement, creation of misconception and attitude of the biochemistry lesson. The sample of the study consisted of 48 students from I. and II education in the Department of Medical Laboratory Tecniques in Health Service Vocation High School Kırklareli University. In each of the two groups 24 student was randomly assigned to experiment group and the other 24 student to treatment group. Treatment was carried out in the second semester of 2009/2010 academic year for 7 lessons hours. The data was obtained through “ Foreknowledge Test” “Coenzymes Achievement Test”, “Attitude Scale” and “Semiconstructive Interview Scale”.

Foreknowledge Test administered to students before investigation. Student achivement were thought is enough through test score but question- answer addition preparatory lesson was done. Attitude scale as a pre-test was administered each two group. The subjects was taught to the experiment group by the methods of problem based learning, to the control group by traditional method by the researcher. At the end of the study, the achievement test, semiconstructive interview scale and attitude scale administered to students as a post–test. The data of the research analysed with the programme of SPSS 8.00. At the end of the study was concluded that applied problem based learning has effected students academic achievements and attitude to biochemistry lesson positively and has blocked students misconception.

Keywords: Problem based learning, traditional teaching, coenzymes, misconception

TEŞEKKÜR

Dünyada eşinin bulunmasının mümkün olmadığı, ona olan sevgimi anlatmaya kelimelerin kifayetsiz, kurduğum her cümlenin eksik kaldığı, bugün gelmiş olduğum noktayı ilmek ilmek emekleri ile ören, sonsuz sevgisi, anlayışı, iyi niyeti ile tez danışmanı değil ikinci bir annem gibi gördüğüm sevgili hocam Doç. Dr. Hülya AYAR KAYALI 'ya ne kadar teşekkür etsem yetersiz kalır. Bu tezin her aşamasında yanımda olan, kendi teziymiş gibi ilgilenen ve heyecanlanan, her yorulduğumda beni şevklendiren, her düştüğümde elimden tutup kaldıran canım hocama sonsuz teşekkürler...

Bana ve biyokimya alanına sevgili hocamı kazandıran, çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Leman TARHAN'a,

Her zaman yanımda olan, maddi- manevi desteklerini benden esirgemeyen ve kendilerine ayırmam gereken zamanlardan feragat eden canım aileme,

İyi niyet, anlayış, hoşgörü ve sevgileri ile bu tezin yazılmasında katkıları büyük olan, kıymetli zamanlarını ayıran Kırklareli Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Laboratuvar Teknikleri deney grubu öğrencilerine,

Çalışmama olan katkıları için Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Müdürü Sayın Öğr. Gör. Canan MUTLU'ya,

Her ne olursa olsun yanımda olan, en moralsiz anlarımın neşe kaynağı, en mutsuz anlarımın mutluluk sebebi, en mutlu anlarımın ortağı, sarılıp ağlayabileceğim, gülebileceğim, herkes gitse de daima yanımda olan canım dostlarım Esra Al ve Meral AKGÜN'e,

İsimlerini burada belirlemediğim tüm sevdiklerime teşekkürler...

Ayfer KARADAŞ

İÇİNDEKİLER

| | |
|-------------------------------------|-----|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| İÇİNDEKİLER..... | iv |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ..... | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| TABLolar DİZİNİ..... | vii |

BÖLÜM 1

| | |
|---|----|
| 1. Giriş..... | 1 |
| 1.1. Aktif Öğrenme Yöntemleri..... | 2 |
| 1.2. Probleme Dayalı Öğrenme..... | 3 |
| 1.2.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Tarihçesi..... | 3 |
| 1.2.2. Probleme Dayalı Öğrenme Nedir? | 3 |
| 1.2.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Problemler..... | 4 |
| 1.2.4. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Genel Özellikleri | 6 |
| 1.2.5. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanması..... | 8 |
| 1.2.6. Probleme Dayalı Öğrenmenin Avantajları | 10 |
| 1.2.7. Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemleri | 11 |
| 1.2.8. Kimya Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme..... | 13 |
| 1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi..... | 14 |
| 1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi..... | 14 |
| 1.4.1. Araştırmanın Alt Problemleri..... | 15 |
| 1.5. Araştırmanın Sıfır Hipotezleri..... | 15 |
| 1.6. Araştırmanın Sayıtlıları..... | 16 |
| 1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları..... | 16 |
| Kısaltmalar..... | 16 |
| Tanımlar..... | 17 |

BÖLÜM 2

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2. İlgili Yayın Ve Araştırmalar..... | 18 |
|--------------------------------------|----|

BÖLÜM 3

| | |
|---|----|
| 3. Yöntem..... | 24 |
| 3.1. Araştırma Modeli..... | 24 |
| 3.2. Katılımcılar..... | 24 |
| 3.3. İşlemler..... | 24 |
| 3.3.1. Kontrol grubuna uygulanan etkinlikler..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.3.2. Deney Grubuna Uygulanan Etkinlikler..... | 26 |
| 3.4. Veri Toplama Araçları..... | 33 |
| 3.4.1. Hazır bulunuşluk Testi..... | 33 |
| 3.4.1.1. Ölçeğin Geliştirilmesi Süreci..... | 33 |
| 3.4.2. Koenzimler Konusu Başarı Testi ve Geliştirilmesi Süreci..... | 38 |
| 3.4.3. Tutum Ölçeği..... | 44 |
| 3.4.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeği..... | 44 |

BÖLÜM 4

| | |
|---|----|
| 4. Bulgular ve Yorumlar..... | 45 |
| 4.1. Hazır Bulunuşluk Testine Yönelik Bulgular..... | 45 |
| 4.2.“Koenzimler” Konusu Başarı Testine Yönelik Bulgular..... | 46 |
| 4.3. Kavram Yanılgılarının Oluşumuna Yönelik Bulgular..... | 47 |
| 4.4. Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular..... | 49 |
| 4.5.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular..... | 52 |

BÖLÜM 5

| | |
|-------------------------------------|----|
| 5. Sonuç, Tartışma ve Öneriler..... | 54 |
| Kaynakça..... | 58 |

EKLER

| | |
|------------|-----|
| EK 1..... | 66 |
| EK 2..... | 68 |
| EK 3..... | 76 |
| EK 4..... | 78 |
| EK 5..... | 86 |
| EK 6..... | 89 |
| EK 7..... | 91 |
| EK 8..... | 95 |
| EK 9..... | 98 |
| EK10..... | 100 |
| EK 11..... | 105 |
| EK 12..... | 164 |
| EK 13..... | 172 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-----------|---|
| PDÖ | Probleme Dayalı Öğrenme |
| GY | Geleneksel Yöntem |
| HBT | Hazır bulunuşluk Testi |
| KBT | Koenzimler Konusu Başarı Testi |
| TÖ | Tutum Ölçeği |
| YYGÖ | Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeği |
| KG | Kontrol Grubu |
| DG | Deney Grubu |
| SPSS | Statistical Package for the Social Sciences |
| Sd | Serbestlik Derecesi |
| \bar{X} | Ortalama |
| p | Önem derecesi |
| t | t-Testinden Elde Edilen t Değeri |
| S | Standart Sapma |
| N | Örneklem Sayısı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 1: Deney Gruplarının Bir Alt Grubunun 2. Oturumundan Bir Görüntü..... | 27 |
| Şekil 2: Deney Grubuna Eğitim Yönlendiricisi Tarafından Yapılan Sunumdan Bir Görüntü..... | 28 |
| Şekil 3: Deney Grubuna Eğitim Yönlendiricisi Tarafından Yapılan Sunumdan Bir Görüntü..... | 29 |
| Şekil 4: Deney Grubuna Başarı Testlerinin Uygulanmasından Bir Görüntü..... | 29 |
| Şekil 5: Deney Grubuna Tutum Ölçeğinin Uygulanmasından Bir Görüntü..... | 30 |
| Şekil 6: Araştırma Süresince Yapılan İşlemler..... | 32 |

TABLOLAR DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Tablo 1: Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemlerinin Kıyaslanması..... | 12 |
| Tablo 2: Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemlerinde Öğretmen Öğrenci Rollerinin Kıyaslanması | 13 |
| Tablo 3: Hazır bulunuşluk testi belirtke tablosu..... | 34 |
| Tablo 4: Madde analizi sonucu bulunan ayırt edicilik, madde güçlüğü, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri, alt grup ve üst gruplar..... | 37 |
| Tablo 5: Test maddelerinin ilişkili olduğu konu ve kavramlar..... | 38 |
| Tablo 6: Koenzimler konusu başarı testi belirtke tablosu..... | 40 |
| Tablo 7: Başarı testi ve ilişkili olduğu kavramlar..... | 42 |
| Tablo 8: Madde analizi sonucu bulunan ayırt edicilik, madde güçlüğü, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri, alt grup ve üst gruplar..... | 43 |
| Tablo 9: Tüm katılımcılar için genel sonuçlar..... | 45 |
| Tablo 10: Deney ve kontrol grubunun hazır bulunuşluk testleri puanlarına yönelik t-testi bulguları..... | 45 |
| Tablo 11: Deney Grubunun KBT Sonuçları..... | 46 |
| Tablo 12: Kontrol Grubunun KBT Sonuçları..... | 46 |
| Tablo 13: Deney ve Kontrol Grubunun KBT Sonuçlarına Yönelik t-Testi Bulguları..... | 47 |
| Tablo 14: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin TÖ ön testlerine yönelik t-testi bulguları..... | 50 |
| Tablo 15: Kontrol grubu TÖ ön test-son teste yönelik t-testi bulguları..... | 50 |
| Tablo 16: Deney grubu TÖ ön test-son teste yönelik t-testi bulguları..... | 51 |
| Tablo 17: Deney ve kontrol grubunun TÖ son testlerine yönelik t-testi bulguları..... | 51 |

1. GİRİŞ

20. yüzyılın son döneminde, eğitimli bir insandan talep edilen nitelikler; kapsamlı bilgi birikiminin yanı sıra, bilgilerini yenileyebilen, bilgilerini problem çözümünde kullanabilen ve takım çalışmalarına yatkın, kendini bir takımın parçası olarak görebilme şeklinde tanımlanmıştır. Gerek dünyada gerekse ülkemizde yaygın olarak geleneksel öğretim yöntemlerinde öğretmenin tahtanın başına geçmesi, ara sıra öğrenciye soru sorması, bilgi yığınının bir defada öğrenciye anlatım yoluyla verilmesi şeklinde sunulmasıyla öğrenci kendisine aktarılan bilgiyi sadece ezberlemekte, zihninde yapılandırmamakta ve günlük hayatına yansıtamamaktadır. Dolayısıyla, yaşanan bilgi patlamasının neticesi olarak değişen ve gelişen dünyanın insanlarda talep ettiği niteliği karşılamamaya başlanmış olup, bu yöntemlerin uygulanabilirliği sorgulanmaya başlanmıştır. Diğer bir önemli sorun ise öğrencinin aktarılan bilginin karşılığını günlük hayatta bulamaması ve yaşantısında uygulayamamasıdır. Bu noktada öğretmenler en çok “Bu ne işimize yarayacak?” sorusu ile karşı karşıya kalmış, geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulamaları da bu soruya tatmin edici cevaplar vermediğinden öğrenci motivasyon eksikliği yaşamaya, beklenen başarıyı göstermemeye başlamıştır. Açıkgöz (2007), Rousseau, Pestalozzi, Dewey gibi yazarların geleneksel öğrenme ve öğretme anlayışını eleştirdiklerini, geleneksel öğretimin öğrencilerin doğal öğrenme yetilerini geriletmediği, onları edilgenleştirdiğini ve düşüncelerini engellediğini belirttiklerini vurgulamıştır.

Aynı durum öğretmenler için de geçerlidir. Öğretmen eğitiminin geleneksel öğretim yöntemleri ile gerçekleştirilmesi öğretmen adaylarının bilgiyi yeterince özümseyememesine, yapılandıramamasına ve kavram yanılgıları edinmesine neden olmaktadır. Bu şekilde mezun olan öğretmen adayları bu durumu ileriki yaşantılarında da sürdürmekte ve daha vahimi eserleri olacak yeni nesilleri aynı modelde yetiştirmekte ve bir kısır döngünün parçası olmaktadır. Bu bakımdan aktif öğrenme yöntemleri öğrencilere öğrenim yaşantıları süresince ve hayatlarının her kademesinde; öğretmenlere ise gerek kendi yaşantılarını yönlendirmelerinde gerekse öğrencilerini bu yolda yetiştirmelerinde yardımcı olacaktır.

Bu nedenle eğitimciler, eğitim-öğretim yöntemlerinde bazı yeni arayışlara yönelmişlerdir. Eğitimde gözlenen bu yeni eğilimler, ezberci eğitimden uzak, yaparak-yaşayarak öğrenen, düşünen, araştıran, sorgulayan ve üreten bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir (Akınoğlu ve Tandoğan 2006). Bu hedefleri gerçekleştirmek amacıyla araştırmalar yapılan geleneksel öğretim yöntemlerinin yetersiz kaldığı; probleme dayalı öğrenme, projeye dayalı öğrenme,

işbirlikli öğrenme, teknoloji destekli öğrenme yöntemleri gibi öğrenciyi öğrenmenin merkezine alan aktif öğrenme uygulamalarının arttırılması fikrinde yoğunlaşmaktadır.

1.1. AKTİF ÖĞRENME YÖNTEMLERİ

Bilimin her geçen gün kendini baştan yarattığı, yapılan çalışmaların her yeni güne damgasını vurduğu günümüz dünyasında artık verileni ezberlemek, bu yolla derslerden başarılı olmak yeterli değildir. Bugünün öğrencisi yarının bilim adamı olan bireylerin derste aldıklarını tüm yaşantılarına uygulamaları ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmeleri beklenmekte, bunu sağlayan öğrenci başarılı addedilmektedir. Bilişsel alanda yapılan araştırmalar ise, öğrenme sürecine aktif olarak katılan öğrencilerin daha iyi öğrendiklerini göstermektedir (Haris ve diğerleri, 2001).

Aktif öğrenmenin kuramsal temelleri yapılandırmacılığa ve onun öğrenme alanındaki versiyonu olan bilişselciliğe dayanmaktadır. Yapılandırmacılık 20. yüzyılın başlarından itibaren gelişmeye ve uygulamalara temel oluşturmaya başlamıştır. Yapılandırmacılığa göre bilginin, sosyo-kültürel bir bağlamda, öğrenenlerin yaşantılarından önceden bildikleri çerçevesinde anlamlar çıkarmaları ile yapılandırıldığı söylenebilir. Bu düşünce yapılandırmacılığın özünü oluşturmaktadır (Açıkgöz, 2003).

Aktif öğrenme yöntemleri için asıl önemli adımlar Piaget, Dewey, Vygotsky, Ausebel, Bruner ve Von Glasersfeld'in çalışmaları ile atılmıştır. Dewey (1972), geleneksel öğretim yöntemlerini, ezberciliğe yol açtığı için eleştirmiş ve öğrenciyi düşündürecek yaşantıların sağlanması gerektiğini belirtmiştir. Bunun için öğrencinin çevreyle etkileşimine, bilginin öğrenci tarafından keşfedilmesine ve gerçek yaşantılar geçirmesine önem verilmiştir. Dewey'e göre insan beyni sünger gibi doldurulacak bir şey değildir. Bu nedenle, öğrencilere sınıfta kâğıt kalemle yapılan çalışmaların ötesinde, ilk elden yaşantı fırsatları sağlanmalıdır. Öğrencinin özdenetimi özendirilmelidir (Akt. Şalgam, 2009).

Hartley ve Davies (1978), anlatım yönteminin kullanıldığı derslerde üniversite öğrencilerinin dikkatini yalnızca ilk on dakika toplayabildiklerini daha sonra dağıldığını belirtmektedirler. Öğrenciler ilk on dakika içinde anlatılanların %70'ini hatırlarken son on dakika içinde anlatılanların %20'sini hatırlayabilmişlerdir. Bu da geleneksel yöntemlerin yetersizliğini, öğrencinin dikkatini toplamak için ders süresince aktif olması gerektiğini bir kere daha vurgulamaktadır.

1.2. PROBLEME DAYALI ÖĞRENME

1.2.1. Probleme Dayalı Öğrenmenin Tarihçesi

Değişen ve gelişen dünyanın bireylerden dolayısıyla eğitimin sisteminden beklentileri de değişmektedir. Eğitimciler, bireyi istenilen vasıflara ulaştırmak amacıyla, eğitim-öğretim yöntemlerinde bazı yeni arayışlara yönelmişlerdir. Bu amaçla; problem merkezli, hem bilişsel hem de sosyal etkileşimler sonucu oluşacak öğrenmeye dayalı, yapısalcı eğitim projeleri üzerine araştırmalara başlanmıştır (Greeno, Collins ve Resnick,1996; Savery ve Duffy,1996). Geliştirilen projelerden biri olan Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımlarıyla, ortaya konan problemin çözümünü bizzat araştırarak gerçekleştirmelerine imkân sağlar (Barrows ve Tamblyn, 1980; Woods, 1985; Greeno, Collins ve Resnick, 1996; Savery ve Duffy, 1996).

Probleme dayalı öğrenme (PDÖ) yaklaşımı geleneksel eğitim yaklaşımlarının eksiklerine ve problemlerine karşı bir reaksiyon olarak ortaya çıkmıştır (Barrows, 2002). İlk defa 1950 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Case Western Reserve Üniversitesi'nde başlayarak, 1960ların ortalarında McMaster Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde uygulanmaya başlanan bu yaklaşımın çeşitli varyasyonları McMaster'ın peşi sıra Hollanda'da Limburg Üniversitesi'nde, Avustralya'da Newcastle Üniversitesi'nde, ABD'de New Mexico Üniversitesinde uygulanmıştır (Camp, 1996).

Probleme Dayalı Öğrenme, 1990'lardan sonra lise aşamasında oldukça popüler olmuştur. Probleme dayalı öğrenmenin eğitim alanına girmesi ile öğretmen merkezli eğitimden ziyade, öğrencilerin konuları öğrenmesine, ileri düzeydeki yeterlikleri kazanmalarına, birçok becerileri elde etmelerine ve bu becerileri başka alanlara aktarabilmelerine olanak tanınmıştır (Murray ve Savin-Baden, 2000).

Günümüzde ise pek çok ülkede, pek çok okulda uygulamalar devam etmektedir. Buna ek olarak Hemşirelik, Diş Hekimliği, Eczacılık, Veterinerlik, Güzel Sanatlar, Hukuk, Mühendislik, Fen Edebiyat Fakülteleri gibi pek çok fakülte müfredatlarını PDÖ'ye göre düzenlemekte, derslerinin tamamı bu yolla işlenmekte, geleneksel öğretim yaklaşımları terk edilmektedir.

1.2.2. Probleme Dayalı Öğrenme Nedir?

Öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olduğu uygulamalardan biri olan “Probleme Dayalı Öğrenme” de öğrenme ortamını öğretmen tarafından öğrencilerin bilgi kazanması istenilen

konunun özelliğine göre yapılandırılan, gerçek hayattan seçilmiş problemler oluşturur. Öğrenci günlük hayatta karşılaşılabileceği bir probleme çözüm ararken, öğretmenin yapılandığı yolda aktif bir şekilde adım adım bilgiye ulaşır. Böylece hem öğrenci öğretim sürecinde aktif olduğu için öğrenmeler daha kalıcı olur hem de eğitim süresince en çok sorulan “Bu bizim ne işimize yarayacak?” sorusunun yanıtı bulunur. Bunların yanı sıra probleme dayalı öğrenme, öğrencilere gerçek hayat problemlerine çözüm üretme imkânı verdiği için, öğrenciler daha yüksek motivasyonla çalışmalara katılmaktadırlar (Lee, 2004).

1.2.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Problemler

Problem hedeflenen sonuçların alınmasını engelleyebilecek veya aksatabilecek çözümlenmesi gereken durum, çözülmesi, yanıtlanması veya düşünülmesi gereken durum, zorluk ve belirsizlik yaratan bir kişi, nesne veya durum olarak tanımlanabilir. Bilim adamları ise problemi önceden öğrenilmiş teorem ya da kurallar yardımıyla çözümü istenen bir soru iken, aslında cevabı mevcut bilgi birikimi ile bulunamayan ancak araştırma ve incelemelerle cevaplanabilecek bir soru olarak ifade etmektedirler. (Bilen, 1999). PDÖ de kullanılan problemler yapılandırmaya dayalı geliştirilmektedir. Yapılandırılmayı dayalı problemler, işlem becerilerinin ötesinde, verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı ve bir takım aktiviteleri arka arkaya yapmayı gerektirir. Bu problemler, gerçek hayatta karşılaşılmış ya da karşılaşılabilecek bir durumun ifadesidir ve gerçek hayat problemleri denir (Özyalçın-Oskay, 2007). Bu problemler çözülürken beceri kazandırdığı gibi beceri de gerektirmektedir. Bir problemi çözmek için gerekli yetenekler aşağıdaki gibi sıralanabilir. Bu yetenekler problem durumuna, problemin yapısına, olası çözüm yollarına bağlı olarak aşağıda detaylandırılan temel zihin yeteneklerinden, karmaşık üst düzey yeteneklere kadar değişebilir (Özyalçın-Oskay, 2007):

Keşif Yetenekleri:

- Problemi ayırt edip tanımlama
- Problemin belirgin niteliklerini görme
- Çözüm yolları üretme
- Çözümü sınama ve doğrulama
- Sonuç çıkarma

Hayal Yetenekleri:

- Kendini başka yerde, zamanda ve rolde görebilme
- Deneyimleri sonunda hayalleri yeniden düzenleme.

Gözlem Yetenekleri:

- Gözlenen varlıkların ve olayların renk, şekil, büyüklük, dağılım, vb. gibi niteliklerini görme
- Gözlem verilerini kaydetme, sınıflama, sıralama
- Gözlemleri yorumlama
- Doğru ve duyarlı gözlem yapma

İnceleme ve Düzenleme Yetenekleri:

- Bilgi bulma ve toplama
- Bilgileri sınıflama, sıralama, diğer yöntemlerle işleme
- Bilgileri yorumlayıp kanıtları değerlendirme
- Zamanı iyi kullanma

Sayısal Yetenekler:

- Tahmin etme, kestirme
- Ölçme
- Sayısal ilişkileri kavrama
- Şekilleri ve yapıları kavrama
- Sayısal işlemleri yapabilme

Pratik Beceriler:

- El becerileri
- Araç kullanma becerileri

İletişim Becerileri:

- Sözlü ifadeyi, yazılı metinleri, grafik ve diğer sembolik materyalleri doğru anlama
- Yanlış anlaşılmaya yer bırakmadan sözlü, yazılı ve diğer sembolik yollarla düşündüğünü anlatma

Sosyal Nitelikler:

- Başkalarıyla iletişim kurma
- Başkalarıyla ortak çalışma
- Fikirleri çeşitli şekillerde ifade etme
- Diğer kişilerin görüşlerini dikkate alma
- Sözel olmayan iletişim biçimlerini tanıma

Problem çözümede, yukarıda belirtilen el ve zihin becerilerinin kullanılma sıklığı bu sürecin verimliliğinde büyük önem arz etmektedir. Bir problem çözülürken;

- Problemi tanımlama
- Problemi sınırlandırma
- Alternatif yaklaşımlar belirleme
- Planlanan stratejiye göre davranma
- Sonuçlara bakma ve öğrenme

basamaklarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Günümüz dünyası bireylerden karşılaştığı problemlerle en kestirmeden, en doğru yolla başa çıkmasını beklemektedir. Bu sebeple günümüz eğitim sisteminde öğrencinin bir problemi çözüp çözmediği değil, nasıl çözdüğü önem kazanmalıdır. Bu beklentileri karşılayan önemli eğitim yaklaşımlarından biri de Probleme Dayalı Öğrenmedir.

1.2.4. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Genel Özellikleri

Aktif öğrenme yöntemlerinden en göze çarpanı Probleme Dayalı Öğrenmedir. Uygulamada bazı farklılıklar gözlense de PDÖ, bir eğitim yönlendiricisi, 6 – 8 kişiden oluşan küçük çalışma grupları, problem içeren senaryolar ve bu senaryolardaki problemlere çözüm aranılan problem çözme oturumlarına dayalı olarak yürütülür (Özkardeş-Tandoğan, 2006). Grup üyelerinin probleme çözüm üretme sürecinde fikir birliği sağlayarak ilerlemeleri yine probleme dayalı öğrenmenin önemli bileşenlerindedir (Savery ve Duffy, 1996).

Öğretmenin görevi ise bu yaklaşımda öğrenme ortamını hedeflenen davranışı kazandırmayı sağlayacak şekilde yapılandırma ve bu süreçte öğrenciye rehber olmaktır. Öğretim yönlendiricileri, bu görevi; tartışmaları izleyerek, sorular sorarak, zaman zaman yaşanan çatışmaların çözümüne yardım ederek, her grup üyesinin katılımını sağlayarak, gerektiği zaman örnekler vererek, tartışmaların dağılmasını önleyerek, değerlendirmeler yaparak yerine getirir. (Açıkgöz, 2003, s.224).

PDÖ'nün amacı gerçeklere dayalı bilgi kazandırmaktır. Bunu sağlamak için problem gerçek hayatın içinden seçilir. Aynı zamanda öğrencinin bilgi birikimi ile de bütünleşme sağlanarak bireyi geliştirir. Probleme dayalı öğrenme modeli problemlerin çözümü üzerine genel ilkeler oluşturulmasına yardımcı olur. Bu durum her problemde öncekilerden transfer edilerek çözümü kolaylaştırır. Sürekli kullanılması, gelecekteki problemlerin çözümünde tahminler oluşturulmasına yardımcı olur (Kaptan ve Korkmaz, 2001, s. 186). Ayrıca problem

temelli öğrenme ortamları, öğrencilerin hem sosyalleşmesine hem de bilişsel gelişimlerine imkân vermektedir (Moallem, 2003). Eğitim literatürü, öğrenenlerin değişik kaynaklardan edindikleri bilgi ve becerileri kullanmalarını ve bir disiplin alanı kapsamında muhakeme ve problem çözme becerilerini, öz yeterliklerini geliştirmelerini sağlayan bir yaklaşım olarak PDÖ yaklaşımını işaret etmektedir (Barrows ve Tamblyn, 1980; Boud ve Feletti, 1991).

Bunlara ek olarak probleme dayalı öğrenme öğrenciye sorunun sahiplenilmesi ve sorumluluk alma duygusunu yükler. Öğrenci günlük hayatta yaşaması mümkün olan bir problemin önce varlığı ile yüzleşir ardından da bu sorunu sahiplenir ve çözümü kendine görev edinir. Sorunun her evresine getirdiği çözüm bir sonraki evre için öğrenciyi teşvik eder ve çalışma için motivasyonu artırır. Ayrıca öğrenci kendi yetenek ve çalışması ile bazı şeyleri başarabildiğini gördükçe varlığının önemini kavrar, gizli yeteneklerini görür ve kendini çalışmanın bir parçası olarak addeder.

PDÖ'nün genel özelliklerini aşağıdaki gibi özetlenebilir (Maxwell vd. ,2001):

- Teşvik edici öğrenmeyi temel alan bir problem durumu, herhangi bir hazırlık olmadan veya çalışmaya başlamadan önce öğrenciyle yüz yüze getirilir.
- Problem durumu öğrencilere gerçek dünyada olabilecek durumları sunar. Öğrenciler küçük bir grup içinde, öğretmenin rehberliği ile probleme yönlendirilirler.
- Öğrenciler kendi yetenekleri el verdikince bir konudaki problemlerle uğraşırlar. Öğretmen, sorular sorarak ve öğrenme sürecini izleyerek öğrencilere yardımcı olur.
- Öğrenme için ihtiyaç duyulan konular, süreç boyunca belirlenir ve öğrencilerin bireysel çalışmalarına rehberlik etmede kullanılır.
- 3. ve 4. adımda elde edilen beceriler ve bilgiler, problem üzerindeki etkiyi değerlendirmek için uygulanır.
- Bu süreç boyunca meydana gelen öğrenme, öğrencinin var olan bilgisinin üzerine ilave edilir.

Bridges ve Hollinger (1992:5-6) ise PDÖ'nün beş farklı özelliğinden bahsetmiştir:

- Öğrencilerin başlangıç noktası bir problemdir.
- Problem, öğrencilerin gelecekteki mesleklerinde karşılaşacakları uygunlukta olmalıdır.
- Öğrencilerin mesleki eğitimleri süresince edinmeyi bekledikleri bilgi, konular yerinde problemlere bağlı olarak kazanılır.
- Öğrenciler, kendi öğrenme ve eğitimleri için, bireysel veya grup olarak sorumluluk alırlar.
- Öğrenmenin büyük çoğunluğu, derslerden ziyade küçük grup çalışmaları ile oluşur.

1.2.5. Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanması

Probleme dayalı öğrenme yaklaşımında gerçek hayattan seçilmiş problemle uygulama başlar. Eğitim yönlendiricisi tarafından hazırlanan bu iyi yapılandırılmamış problem öğrenciyi bilgi edinme ve araştırma konusunda teşvik edici niteliktedir. Öğrenci herhangi bir hazırlık yapılmadan, araştırma sonunda hangi konunun öğrenileceği söylenmeden problemle yüzleştirilir. Konunun niteliğine göre oturum sayıları belirlenir ve her bir oturumda tartışmalar yapılarak eğitim yönlendiricisinin yerinde yardımcılarıyla adım adım bilgiye ulaşılır.

Probleme dayalı öğrenme uygulamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Birinci PDÖ Oturumu

- 1) Başlama,
- 2) Problem durumunun tanıtılması ve problemin belirlenmesi,
- 3) Probleme ilişkin incelenecek kaynakların ve verilerin belirlenmesi,
- 4) Öğrencilerin probleme ilişkin bilgilerinin ortaya konulması ve yazılması,
- 5) Problemdeki önemli kavramların belirlenerek listelenmesi,
- 6) Gruptaki görev dağılımının belirlenmesi,
- 7) Probleme ilgili mümkün alt problemlerin belirlenerek yazılması,
- 8) Problemin sınırları ortaya konularak ana temanın ne olacağına karar verilmesi,
- 9) Oturum hakkında herkesin görüşlerinin alınarak dönüt verilmesi.

İkinci PDÖ Oturumu

- 1) Başlama,
- 2) Problem hatırlatılarak toplanan bilgilerin grup olarak tartışılması,
- 3) Problemin amaçlarının ortaya konulması,
- 4) Toplanan bilgilerin grup tartışması ile ele alınması ve problemin sınırlandırılması,
- 5) Probleme ilişkin senaryolar yazılması,
- 6) Beyin fırtınası tekniği ile problem ve senaryoların ele alınması ve listelenmesi,
- 7) Problem ve senaryoların yapılan tartışmalardan sonra sınırlandırılması,
- 8) Probleme ve senaryolarla ilgili hipotezlerin kurulması,
- 9) Grup başkanı tarafından konu özetlenerek dönüt verilmesi,

Üçüncü PDÖ Oturumu

- 1) Başlama,
- 2) Grup sözcüsü tarafından ikinci oturumun genel özetinin yapılarak problemin amaçlarının açıklanması,
- 3) Elde edilen bilgilerle hipotezlerin tekrar değerlendirilmesi ve düzeltilmesi
- 4) Problemden değişiklik varsa yeni konuların belirlenmesi,
- 5) Grup tartışması ile probleme ilişkin çözüm yollarının belirlenerek listelenmesi,
- 6) Problemlerin çözümü için bir çalışma planı hazırlanarak görev dağılımının yapılması,
- 7) Çözüm yollarının uygulanması için stratejiler geliştirilmesi ve uygulamanın nasıl olacağına karar verilmesi,
- 8) Oturumun özetlenmesi ve dönüt verilmesi,

Dördüncü PDÖ Oturumu

- 1) Başlama,
- 2) Önceki oturumların özetlenerek yapılanların listelenmesi,
- 3) Uygulanan çözüm yollarının değerlendirilmesi,
- 4) Başarılı olan çözümlerin ortaya konulması,
- 5) En iyi çözüm yollarının belirlenmesi,
- 6) Son ürünün ne olacağına ilişkin beyin fırtınası ile karar verilmesi,
- 7) Oturumun özetlenerek dönüt verilmesi,

Beşinci PDÖ Oturumu

- 1) Başlama,
- 2) Problemin, alt problemlerin, hipotezlerin tekrar tanıtılması,
- 3) Probleme ilişkin çözümlerin neler olduğunun anlatılması ve sonuçlar üzerinde durulması,
- 4) Probleme ilişkin ortaya konan ürünlerin sınıfa sunulması,
- 5) Sınıf olarak her grubun ürünlerinin incelenerek değerlendirilmesi,
- 6) En iyi çözümün tespit edilmesi,
- 7) Problem ve çözüm üzerinde kısaca durarak dönüt ve pekiştireçler verilmesi.

Bu tür bir uygulama çalışması yapan öğrenciler, problem çözme görevi için tahminlerinin sebeplerini bilmeli, fikirlerini savunmalı ve diğer öğrencilerin fikirlerini göz önüne almalı ve dinlemelidir. Bu sınıflarda uygun çözümü bulmak için ortam, düşüncelerini açıklayabilecekleri güvenlikte olmalıdır. Öğretmenler; öğrencilerin düşüncelerini,

tahminlerini açıklayacaklarında, karşı fikirlerini sunma, alay etme veya utanma gibi durumlar için bir takım kurallar koymalı ve onları cesaretlendirmelidir (Yaman, 2003).

1.2.6. Probleme Dayalı Öğrenmenin Avantajları

Probleme dayalı öğrenme, özellikle uygulamalı alanlarda ve birden fazla çözümü olan konularda uygulandığında öğrenciye birçok beceri kazandırmakta, bilgi ve deneyim sahibi yapmaktadır. Çünkü bu yaklaşım, öğrenciyi problemle yüzleştirir ve sonucu bulması için mücadele etmesini sağlar. Gerçek yasadaki örneklerle uygun olaylar ve durumlar sağlayarak, öğrencinin gelecekte karşılaşabileceği problemleri çözme becerisi kazanmasını sağlar. Öğrenciler, bir çözüm bulmak için, kendi kendilerini yönlendirme ile bir öğrenme süreci içerisine girerek bilgiye ve bilgi kaynaklarına ulaşırlar (Ryan ve Koschmann, 1994:15).

Tavukçu (2006) probleme dayalı öğrenme yaklaşımının sahip olduğu avantajları aşağıdaki gibi özetlemiştir.

1. Ders öğretmen merkezli olmaktan çok öğrenci merkezlidir.
2. Öğrencilerde öz denetimi geliştirir.
3. Öğrencilere olaylara çok yönlü ve derin bir bakış açısı getirir.
4. Öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.
5. Etkin olarak problemi çözmek için yeni materyal ve kavramları öğrenmeye katılımını sağlar.
6. Öğrencilerin bir takım olarak çalışmasını sağlayarak sosyal yönlerini ve iletişim becerilerini geliştirir.
7. Öğrencilerin üst düzey düşünme (Kritik düşünme, eleştirel düşünme, bilimsel düşünme becerileri gibi) ve dinleme becerilerini geliştirir.
8. Uygulama ve teoriği birleştirir.
9. Öğretmen ve öğrenciler için öğrenmeyi güdüler. Öğrenenleri mesleklerinde ve yaşamlarında karşılaştıkları problemleri çözmelerinde gerekli girişim ve çabayı göstermeleri için teşvik eder.
10. Bireyi bir grubun üyesi olarak etkili işbirliği yapmada sorumlu davranmaya yöneltir.
11. Yaşam boyu öğrenmeyi sağlar.
12. Birleştirilmiş ve bireysel, esnek ve kullanılabilir bilgi tabanını etkili olarak kullanma becerilerini geliştirir.

Probleme dayalı öğrenmenin avantajlarına;

1. Öğrencilerin strateji planlamalarını geliştirmesi
2. Stres, değişim ve zaman yönetimindeki başarısını arttırması
3. İşbirliğini ve kişiler arası yetenekleri güçlendirmesi
4. Öğrencinin kendi kendini yönlendirerek öğrenmesini, güçlü ve zayıf yönlerini keşfedebilmesini desteklemesi
5. Öğrencilerin gerçek problemleri tanımlayabilmesi
6. Öğrencilerin kendi kendini yönlendirerek hayat boyu öğrenme gibi yeteneklerini geliştirmesi;
eklenebilir.

1.2.7. Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemleri

Geleneksel öğretim yöntemleri ile probleme dayalı öğrenme karşılaştırıldığında çarpıcı farklar göze çarpmaktadır. Bu kıyaslama Tablo 1 deki gibi gösterilebilir. (Akt. Özyalçın-Oskay, 2007)

Tablo 1: Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemlerinin Kıyaslanması

| Geleneksel Öğretim | Problem Dayalı Öğrenme |
|---|--|
| Öğretmenin görüşü önemlidir. | Öğrencinin görüşü önemlidir. |
| Düz mantık yürütülür. | Birleşik, uyumlu ve ilişkili bir mantık yürütülür. |
| Tüm çalışmaların parçası vardır. | Ayrı çalışmaların bütünü vardır. |
| Alıcı olarak öğrenme gerçekleşir. | Yapılandırıcı olarak öğrenme gerçekleştirilir. |
| Öğretim, bilgilerin aktarılması şeklinde gerçekleşir. | Öğretim öğrencilere rehberlik yapılarak düzenlenir. |
| Ders kitaplarındaki konu ve problemler tartışılır. | Gerçek yaşamdaki konu ve problemler tartışılır. |
| Öğretmen, disiplin sağlayıcı, bilgi dağıtıcı ve sınıfın otoritesi durumundadır. | Öğretmen, öğrenmeyi kolaylaştırıcı bir yardım ya da gereksinme anında kendine başvurulacak bir rehber rolündedir. |
| Öğrenciler boş bir levha ya da bilginin edilgen alıcısı olarak algılanır. | Öğrenciler yaşamla ilgili bilgi ve deneyimlerini ön bilgi olarak konuyla ilişkilendirir. |
| Öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini ölçmek için sınavlar uygulanır. | Öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediği, öğrencilerin problem çözme becerisini kullanıp kullanmadıkları gözlenerek ölçülür. |
| Öğrenme, bireysel ve rekabetçidir. | Öğrenme, işbirliğine dayalı ve destekleyicidir. |

Bu iki yaklaşımda öğretmen ve öğrenci rolleri keskin bir çizgi ile farklılaşmaktadır (Kartal- Taşoğlu, 2009).

Tablo 2: Geleneksel Öğretim ve Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemlerinde Öğretmen ve Öğrenci Rollerinin Kıyaslanması

| Öğrenme öğeleri | Probleme dayalı öğrenme | Geleneksel Öğretim |
|--|--|---|
| Öğretim materyallerinin ve ortamın düzenlenmesi | Öğrenme durumlarını öğrenci belirler, problemler ve öğrenme materyalleri öğrenciler tarafından seçilir | Öğretmen tarafından hazırlanır ve sunulur |
| Öğretim aşamaları, problem örneklerin zamanlanması | Öğrenci tarafından belirlenir | Öğretmen tarafından belirlenir |
| Öğrenme sorumluluğu | Öğrenciler kendi kendilerini değerlendirir | Sorumluluk tamamen öğretmendedir |
| Değerlendirme | Kendini değerlendirme | Öğretmen tarafından yapılır |
| Kontrol | Öğrencilerde | Öğretmende |

1.2.8. Kimya Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme

Bilim çağı olarak adlandırılan yaşadığımız yüzyılda yapılan araştırmalar ülkeleri çağdaşlığın ve gelişmişliğin üst düzeylerine çıkarırken, bu tip çalışmalardan yoksun olanlar çağın oldukça gerisinde kalmaktadır. Bu sebeple çağa ayak uydurmak ve diğer ülkelerin gerisinde kalmamak için bu bilimsel araştırmalardan özellikle fen bilimlerine yönelik olanları özümsemek ve bu çalışmalara yenilerini eklemek bir mecburiyet haline gelmiştir.

Fen bilimleri alanlarından kimya, pek çok soyut kavramı içermesi nedeniyle öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor bir ders olarak kabul edilmektedir. Bu durum, öğrencilerin kavram yanılgıları yaşamalarına, öğrendikleri yeni bilgileri yüksek verimlilikte yapılandıramamalarına neden olmaktadır (Ebenezer ve Erickson 1996; Blanco vd. 1989). Yaşanılan bu sorunlar, öğrencilerin gerek eğitim sürecinde gerekse mesleki yaşamlarında verim düşüklüğüne neden olan temel faktörlerdendir.

Bu nedenle, kavram yanlışlarının oluşumunun baştan engellenmesini sağlama amacıyla geliştirilecek stratejiler, büyük önem arz etmektedir. Araştırmalar; bir kavram yanlışının giderilmesinin, oluşumunun engellenmesinden çok daha zor olduğunu göstermektedir. Bu amaçla, bilimsel gelişmelerin merkezinde bulunan kimya konularının öğrencilerde yaşanan kavram yanlışları da dikkate alınarak aktif öğrenmeye dayalı etkinliklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, oldukça önemlidir. (Mackenzie, Johnstone ve Brown, 2003).

1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bilim çağı olan günümüzde, bireylerin kimyanın önemli alt dallarından olan biyokimya konularını kavram yanlışsı olmaksızın öğrenmesi, yorumlayabilmesi ve anlamlı şekilde özümsemesi hızla gelişen teknolojiye ayak uydurabilmesi için oldukça önemlidir. Biyokimyanın pek çok konusuna temel teşkil eden **“Koenzimler”** biyokimyanın bütünüyle anlaşılması için büyük önem arz etmekte olup gerek dünya gerekse Türkiye’de anlaşılması en zor biyokimya konularından biri olduğu bilinmektedir. Metabolizmada pek çok enzimin işlev görmesinde etkin olan **“Koenzimler”**in anlamlı öğrenilmesinin sağlanamaması, metabolik reaksiyonların anlaşılmasızın sadece ezberlenmesine, dolayısıyla yeterli düzeyde yorumlanamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle öğrencilere bilginin kaynağı ve bu bilgileri nasıl elde edecekleri, bunları nasıl değerlendirecekleri ve karşılaştıkları bir problemi çözmek için bu bilgiyi nasıl kullanacakları öğretilmelidir (Van Till, Van Der Vleuten ve Van Berkel, 1997).

Sunulan bu çalışma ile Biyokimya dersi **“Koenzimler”** konusunda, tarafımızdan geliştirilerek uygulanan Probleme Dayalı Öğrenme etkinliğinin ve buna yönelik hazırlanan sunum rehber materyalinin; öğrencilerin öğrenme başarılarına, öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşumunun engellenmesine ve biyokimya dersine karşı tutumlarına etkisi incelenmiştir.

1.4. Araştırmanın Problem Cümlesi

“Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı Biyokimya dersi **“Koenzimler”** konusunda yapılacak probleme dayalı öğrenme uygulamalarını içeren rehber materyalin öğrencilerin akademik başarılarına, kavram yanlışlarının oluşumuna ve tutumlarına karşı etkisi nedir?”

1.4.1.Araştırmanın Alt Problemleri

1. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersi "**Koenzimler**" konusundaki **akademik başarıları** arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersi "**Koenzimler**" konusundaki **kavram yanlışlarının oluşumu** arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersine yönelik **tutumları** arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.5. Araştırmanın Sıfır Hipotezleri

1. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersi "**Koenzimler**" konusundaki **akademik başarıları** arasında anlamlı bir fark yoktur.
2. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersi "**Koenzimler**" konusundaki **kavram yanlışlarının oluşumu** arasında anlamlı bir fark yoktur.
3. Probleme dayalı öğrenme uygulamasının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımın uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin Biyokimya dersine yönelik **tutumları** arasında anlamlı bir fark yoktur.

1.6. Araştırmanın Sayıtlıları

1. Öğrencilerin Biyokimya dersi “*Koenzimler*” konusunda öğrenmeye karşı ilgilerinin, sosyoekonomik düzeylerinin denk olduğu varsayılmıştır.
2. Grupların yapılan uygulama süresince araştırma sonucunu etkileyecek bir etkileşimde bulunmayacağı varsayılmıştır.
3. Araştırma süresince istenmeyen değişkenlerin etkisinin gruplara denk olarak yansıtacağı varsayılmıştır.
4. Öğrencilerin tutum ölçeğine duygularını içtenlikle yansıtacağı varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma ön lisans programı Biyokimya dersi “*Koenzimler*” konusu ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2009- 2010 öğretim yılı Kırklareli Üniversitesi Tıbbi Laboratuvar Programı 1. sınıf örgün ve II. öğretim öğrencileri ile oluşturulacak gruplarla sınırlıdır.
3. Uygulama süresi 7 ders saati (Hazırlık dersi ve bilgilendirme dışında sadece PDÖ oturumları) ile sınırlıdır.

Kısaltmalar

PDÖ: Probleme Dayalı Öğrenme

HBT= Hazır Bulunuşluk Testi

KBT= Koenzimler Konusu Başarı Testi

KG= Kontrol Grubu

DG= Deney Grubu

GY: Geleneksel Yöntem

TÖ: Tutum Ölçeği

YYGÖ: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeği

Tanımlar

Geleneksel Öğretim: Öğretmenin liderliğinde bütün öğrencilere düz anlatım, soru-yanıt ve tartışma teknikleri kullanılarak uygulanan öğrencinin pasif olduğu öğretim süreci.

Aktif Eğitim: Öğrencinin tamamen aktif olduğu, öğrenme sürecinin sorumluluğunu taşıdığı, öğrenme sürecinin çeşitli yönleri ile ilgili kararların öğrenci tarafından gerçekleştirilen, öğrenme sürecinde öğrencinin zihinsel yeteneklerinin kullanılmaya zorlandığı eğitim çeşididir.

Deney Grubu: Probleme dayalı öğrenme yöntemi ile “*Koenzimler*” konularını öğrenen öğrencilerin oluşturduğu grup.

Kontrol grubu: Geleneksel öğretim yöntemi ile “*Koenzimler*” konularını öğrenen öğrencilerin oluşturduğu grup.

Tutum: Kişilerin nesne, durum, kurum, ya da diğer insanlara karşı öğrenilmiş olumlu ya da olumsuz tepkide bulunma eğilimi.

Koenzim: Birlikte çalıştığı enzime işlevini göstermesinde yardımcı olan, yokluğu holoenzim yapısına katılan enzimin inaktif olmasına sebep olan küçük molekül ağırlıklı kompleks organik veya metalorganik yapılu moleküllerdir.

2. İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Probleme dayalı öğrenme yaklaşımı Ülkemizde ve yurt dışında özellikle Tıp Fakültelerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra ilköğretim, ortaöğretim ve yüksek öğretimde de bu alanda yapılan betimsel ve deneysel çalışmalar artmaktadır.

Dunlap (1997), bilgisayar dersi alan lisans ve ön lisans öğrencileri üzerinde gerçekleştirdiği ve probleme dayalı öğrenmenin kalıcı öğrenme üzerine etkisini incelediği araştırmasında; probleme dayalı öğrenmenin kalıcı öğrenmeyi sağladığı yönünde bulgulara ulaşmıştır.

Peterson ve Tragust (1998) ise, hizmet öncesi öğretmenlerinin pedagojik muhakeme yeteneği ve bilgi tabanlı öğrenmelerini geliştirmek amacıyla probleme dayalı öğrenme modelini ve örnek olay yöntemini kullandıkları çalışmada, hizmet öncesi öğretmenlerinden sınıf ortamında bilgiyi geliştirip, uygulamalarını istenmişlerdir. Çalışmada, rastgele iki grup seçilerek, bilgi tabanı ve pedagojik muhakeme unsurları değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, her bir hizmet öncesi öğretmenin kendi bilgi tabanlarını ve pedagojik muhakemelerini geliştirdikleri saptanmıştır.

Kaptan ve Korkmaz (2001) tarafından hizmet öncesi öğretmenler üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, eşit olmayan kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanılarak probleme dayalı öğrenmenin, hizmet öncesi fen öğretmenlerinin problem çözme becerilerine ve öz yeterlik inanç düzeylerine etkisi incelenmiş; deney grubundaki öğrenciler elektrik, canlılar, çevre, ses ve ışık konularında araştırmaya sevk edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin bahsedilen değişkenleri olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin bireysel gelişimlerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada ise Şemin vd. (2001), tarafından eğitimlerinin birinci yılını bitiren 63 üniversite öğrencisine 29 soruluk bir anket uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin aktif öğrenme etkinliklerine karşı olumlu tutum sergilediklerini ve probleme dayalı öğrenmenin; iletişim, değerlendirme, yorum, takım çalışması, problemlerle baş etme gibi özelliklerin kazanımı açısından etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

PDÖnin etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışma Morales-Mann ve Kaitel (2001), tarafından yapılmış olup, bu çalışmada hemşirelik okulu öğrencileriyle yürütülen probleme dayalı öğrenme uygulamaları değerlendirilmiş ve bu yöntemin öğrenci performanslarına olumlu katkısı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yine bu çalışmada probleme dayalı öğrenme

uygulamasının öğrencilerin kendilerine olan güvenlerini artırdığı ve kendilerini daha iyi ifade etme güçlerinin geliştiği saptanmıştır.

Nowak(2001) ise, 8. sınıfa devam eden iki öğrenci grubunu karşılaştırmış ve uygulamalarının sonucunda geleneksel yöntemle dersin işlendiği sınıftaki öğrencilerin konu ile ilgili bilgileri PDÖ ile dersin işlendiği sınıflara göre daha iyi öğrendiklerini saptamıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda ise öğrencilerin PDÖ yaklaşımından hoşlandıkları ve birçok öğrencinin PDÖ yaklaşımının geleneksel eğitim yöntemi ile bütünleştirilmesini istediği bulgularına ulaşılmıştır.

Ayrıca Jonassen ve Serrano (2002) ise probleme dayalı öğrenme modeli uygulamalarında hikâye yönteminin kullanımını incelemiştir. Yaptıkları uygulamalar sonucunda, hikâyelerin PDÖ yaklaşımında kullanılmasının karmaşık günlük problemlerin çözümüne bir temel oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Beşer, Mete ve Yıldırım-Sarı (2004) “Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitim Yönlendiricisi Nasıl Olmalı?” adlı çalışmalarında etkili bir eğitim yönlendiricisinin hangi özelliklere sahip olması gerektiğinden, yönlendiriciliğin temel ilkelerinden bahsetmiştir.

Fen eğitimine yönelik çalışmalardan biri olan “Probleme Dayalı Öğrenme Ve Fen Eğitiminde Uygulanabilirliği”nde Şenocak ve Taşkesenligil (2005), probleme dayalı öğrenme yaklaşımına göre düzenlenmiş problemlerin eğitimde niçin gerekli olduğu, bu yaklaşımda öğretmenin rolünün ne olduğu gibi konulara açıklık getirmiştir.

Fen eğitimi alanında yapılan bir diğer çalışma olan “Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Problem Çözme Ve Öz- Yeterlik İnanç Düzeylerinin Gelişimine Etkisi”nde Yaman ve Yalçın (2005) 2002–2003 eğitim-öğretim yılında Gazi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalında yürütülen Fen Bilgisi laboratuvarı dersinde farklı yöntemlerle öğrenim gören öğretmen adaylarının problem çözme ve öz-yeterlik inanç düzeyleri karşılaştırılmışlardır. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla geliştiği saptanmıştır. Bu da PDÖ yaklaşımının öğrencilerin farklı becerilerini geliştirmede geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğunu göstermektedir.

Aksoy (2005), 7. Sınıf öğrencileri üzerinde yürüttüğü ve fen eğitiminde yaratıcı problem çözme temelli bilimsel yöntem sürecinin öğrenme ürünlerine etkisini belirlemeyi hedeflediği araştırmasında; yaratıcı düşünme temelli bilimsel yöntem sürecinin kullanıldığı deney grubunun akademik başarı, yaratıcı düşünme ve tutum puanlarının, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akinoğlu ve Özkardeş-Tandoğan'ın (2007) Fende Probleme Dayalı Aktif Öğrenmenin Öğrencilerin Akademik Başarı, Tutum ve Kavram Öğrenimine Etkisi adlı çalışmalarında başarı testi, açık uçlu sorular ve fen için tutum ölçeğinden elde ettikleri veriler doğrultusunda probleme dayalı öğrenmenin akademik başarıyı, kavram öğrenimini ve tutumu olumlu yönde etkilediği, kavram yanlışlarını en düşük seviyede tuttuğunu tespit etmişlerdir.

Kimya alanında yapılan çalışmalardan biri olan“Ortaöğretim Öğrencilerinin Kimya Derslerinde Problem Çözme Güçlükleri-I: Deneyimli Kimya Öğretmenlerine Göre” de Nakiboğlu ve Kalın(2003) 35 deneyimli kimya öğretmenine 10 soruluk anket uygulayarak problem çözmeye en çok zorlanılan basamağın anlama basamağı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca elde ettikleri veriler doğrultusunda öğretmenlerin probleme dayalı öğrenme yaklaşımına çok yakın, öğrenci merkezli bir yaklaşımla yetiştirilmesi ve bu yaklaşımı gelecekte sınıflarında kullanmaları konusunda bilinçlendirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır.

Kimya alanında yapılan çalışmalardan bir diğesinde Ram (1999), analitik kimyada kullanılan bazı teknikleri ve ölçüm araçlarının kullanımını öğretmek amacıyla probleme dayalı öğrenme modelini kullanmıştır. Çalışmada problem durumu olarak “ Atlanta şehrindeki bir nehirde meydana gelen kirliliğın sebebi ve boyutları nelerdir?” ifadesi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğrencilerin birçok ölçme aracını kullanma fırsatı buldukları ve bu çalışmalar sayesinde temel kimya bilgilerini günlük yaşamdaki problemlere aktarabildikleri saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin derse karşı olan tutumlarında da olumlu gelişmeler olduğu bulunmuştur.

Analitik kimya dersine yönelik yapılan bir diğer çalışmada Cancilla (2001), probleme dayalı öğrenme etkinlikleri ile Rowan şehrinde geçen nehrin sularının sağlık açısından bir tehlikesinin bulunup bulunmadığının belirlenmesine yönelik olarak etkinlik düzenlemiş, bu etkinliklerin öğrencilere çevresel konularla ilgili faydalı deneyimler sağladığı belirlenmiştir. Araştırmacı, probleme dayalı öğrenme etkinlikleri ile öğrencilerin laboratuvarında çalışırken not tutmanın ne denli önemli olduğunun farkına vardıklarını, araştırmaları esnasında çevre kimyası ile ilgili çok önemli bilgiler kazandıklarını, problemi çözerken kimyadaki temel kavramları uygulama şansını bulduklarını bildirmektedir.

Kayalı vd. (2002) ise; lise – 1 kimya ders programında “Maddenin Yapısı” ünitesindeki “Bağlar” konusu üzerine aktif öğrenme yöntemlerine dayalı rehber materyal hazırlamıştır. Geliştirilen rehber materyal; deney grubuna uygulanmış, konunun klâsik yöntemle işlendiği kontrol grubuyla kıyaslama yapılmıştır. Elde edilen bulgular; aktif öğrenme yöntemlerinin klâsik yöntemden daha etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca; deney gruplarındaki öğrencilerin

bilgi sorularının yanı sıra; kavrama ve uygulama sorularına da başarıyla cevap verebilmeleri, konularda anlamlı öğrenmenin gerçekleştiğini göstermektedir.

Yuzhi (2003), yaptığı bir çalışmada kimyasal analiz ve enstrümantal analiz konularını probleme dayalı öğrenme yaklaşımını kullanarak anlatmış ve geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubu ile karşılaştırmasını yapmıştır. Yapılan çalışmada problem durumunu, bulunan bölgede halkı yakından etkileyen içme sularının kirliliğinin sebebi oluşturmuştur. Araştırmanın sonucunda probleme dayalı öğrenmenin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin araç kullanma, problemlere çözüm üretme, kendi kendine yeterli olma, teori üretme gibi konularda daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Gürses vd (2007) fizikokimya laboratuvarında probleme dayalı öğrenmenin kullanımının; öğrencilerin akademik başarı, tutum ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemek amacıyla yarı deneysel bir çalışma yapmışlardır. Uygulamanın sonunda probleme dayalı öğrenmenin hem deneylerde geçen kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasında hem de öğrencilerin bilimsel işlem becerilerinin gelişmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

“Problem Temelli Eğitimin Üniversite Öğrencilerinin Gaz Kavramındaki Kavramsal ve Kantitatif Problemlerdeki Performansına Etkisi” adlı çalışmada Bilgin, Şenocak ve Sözbilir (2009) Genel Kimya dersi kapsamında 2. sınıf ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinden deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturmuş ve probleme dayalı öğretimin yapıldığı deney grubunun kavramsal problemlerde anlamlı ölçüde daha iyi performansa sahip olduklarını saptamışlardır. Ayrıca bu çalışmada kantitatif problem çözme performansları açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Dods (1997), tarafından biyokimya konularının öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin etkinliğini belirlemek amacı ile yapılan deneysel bir araştırmada, kalıcılık açısından bu yaklaşımın geleneksel öğretime göre çok daha etkin olduğu belirtilmektedir.

Tarhan, Ayar-Kayalı ve Öztürk- Ürek (2002), yaptıkları çalışmada, lise – 1 biyoloji programındaki “Canlıların Temel Bileşenleri” ünitesindeki “Proteinler ve Enzimler” konularına yönelik rehber materyal geliştirmişlerdir. Bu amaçla konunun işleniş özelliğine göre uygun yerlerde beyin fırtınası, işbirlikli ve probleme dayalı öğrenme yöntem ve tekniklerinden yararlanmışlardır. Rehber materyal oluşturulan deney grubuna uygulanırken kontrol grubuna geleneksel yöntemlerle ders anlatılmıştır. Araştırmanın sonunda deney grubunun başarı düzeyi ile kontrol grubu arasında anlamlı fark olduğu bulunmuştur.

Kor (2002), “İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinde, Sınıf İçi Aktivitelerin, Problem Çözmeye Etkisi; Hücre Bölünmeleri” adlı çalışmasında öğrencilerin problem çözme becerileri

üzerine durmuş ve sınıf içindeki aktivelerin problem çözmeye anlamlılık kazandırdığını tespit etmiştir.

Grover(2004), biyokimya dersinde gerçekleştirdiği deneysel bir çalışmada AIDS üzerine düzenlediği bir problem ile nükleik asitleri daha etkili öğretmeyi amaçlamıştır. Deneysel grubundaki öğrenciler sunulan problem için öğretmen tarafından kütüphane, ilgili makaleler ve ders kitapları gibi bilgi kaynaklarına yönlendirilmiştir. Ayrıca öğrenciler gruplar oluşturmuş, derste sınıf tartışmaları ve sunumlar yapılmıştır. Kontrol grubunda ise öğretmen merkezli yaklaşım uygulanmıştır. Çalışmanın sonuna derste problemin dersin hedeflere ulaşmasını kolaylaştırdığı ve öğrencilerin başarılı olduğu saptanmıştır.

Yoshioka ve diğerleri (2005) biyokimya, anatomi, farmakoloji gibi derslerle bütünleştirilmiş insan biyolojisi dersi kapsamında, 1. ve 2.sınıf tıp öğrencileri ile araştırma yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında iki grup oluşturulmuş; bu gruplara kısa olaylar verilmiş ve onlardan olayla ilgili problem yazmaları istenmiştir. Ancak gruplardan biri problem süreci boyunca çeşitli yollarla yönlendirilmiştir. Diğer gruba hiçbir müdahale de bulunulmamıştır. İstatistiksel analizler sonucunda problem oluşturma sürecinde yönlendirilen grubun daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Allen ve Tanner(2003) hücre biyolojisi öğretimi üzerine yaptıkları çalışmada genel olarak probleme dayalı öğrenme hakkında bilgi vermiş, hücre biyolojisi alanında probleme dayalı öğrenme yaklaşımının kullanımından bahsetmiş, PDÖ problemlerinin nasıl olduğunu anlatarak ve biyokimya alanında kullanımından örnekler vermiştir. Bunlara ek olarak da PDÖ kullanımı için ek stratejileri, uygulamalar için kullanılacak kaynakları, PDÖ'nün etkilerini ve sonuçlarının değerlendirmesini tartışmışlardır.

Boyle (2004), biyokimyanın uygulanabilirliği açısından büyük önem taşıyan biyoinformatikleri var olan derslerle bütünleştirmek amacıyla probleme dayalı öğrenme yaklaşımını kullanmıştır. Bu çalışma kapsamında iki yaklaşım uygulanmıştır: İlkinde öğrencilere iyi tanımlanmış genetik hastalıkların seçildiği problem sorularının çözülmesi görevi olarak verilmiş; öğrencilere buna yönelik çalışma kitabı temin edilmiş, bazı güvenilir üst düzey materyaller sunulmuş ve sistematik bir yaklaşım uygulanmıştır. İkinci yaklaşım ise daha yapılandırılmamıştır; uygulandığı öğrencilere spesifik görevler verilmiş ve öğrencilerden sonuca ulaştıracak yollar bulmaları istenmiştir. Bu amaçla web siteleri gösterilmiş fakat kullanabilecekleri bilgiler verilmemiştir. Araştırmanın sonunda probleme dayalı öğrenmenin sonuçlara ulaşma ve görevi yerine getirme üzerine oldukça olumlu sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Hodges (2002) çalışmasında “Aspartam tüketimi insan sağlığı için tehlikeli mi?” sorusu ile amino asit ve membran dinamiği konusunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımını uygulamıştır. Ayrıca proteinlerin yapısı ve fonksiyonları, karbohidrat ve yağ metabolizması, transkripsiyon, translasyon ve replikasyon üzerine çalışmıştır. Çalışma kapsamında öğrenciler araştırmalar yapmış ve problemlere yönelik çözümler yazmıştır. Araştırmacı çalışmanın sonunda yaklaşımın faydalı olduğunu ancak öğrencilerin kritik değerlendirmeler gerektiren sorularda zorlandığını tespit etmiştir.

Puri (2002), tıp öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında biyokimya dersi kapsamında probleme dayalı öğrenme yaklaşımını uygulamıştır. Ayrıca bu çalışmasında biyokimyanın probleme dayalı öğrenmeye oldukça uygun olduğunu ve sağlık sorunlarının problemler için iyi bir kaynak oluşturduğunu vurgulamıştır. Analizler ışığında yaklaşımın başarı getirdiği ve öğrencilerin biyokimyaya karşı olumlu tutum geliştirmesinde yardımcı olduğu bulunmuştur.

Johnson ve diğerleri (2002), Avustralya’da yapmış oldukları deneysel bir çalışmada biyokimya, fizyoloji, patoloji, genetik, mikrobiyoloji ve psikoloji gibi alanları içeren “Besin Bilimi” dersi kapsamında klinik problemler kullanarak probleme dayalı öğrenme yaklaşımını uygulamışlardır. Örnek uygulamalarından biri D vitamini eksikliği, metabolik yolları D vitamini eksikliğinin metabolik sonuçları üzerine yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının uygulandığı programın oldukça pozitif sonuçları olduğu saptanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin geleneksel sınav formatında hazırlanmış sınavdan aldıkları puanlar önceki yıllardakilerle kıyaslanmış ve öğrencilerin performansında bir ilerleme olmadığı bulunmuştur.

Araz ve Sungur(2007), probleme dayalı öğrenme uygulamasının ilköğretim öğrencilerinin genetik konusu üzerindeki akademik performanslarını inceledikleri bir çalışmada geleneksel yöntemlerle ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımı ile ders anlatılmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Çalışmaya iki öğretmen katılmış ve her ikisi de her iki grupta da görev almıştır. Uygulamanın sonunda öğrenci başarısını ölçmek amacıyla genetik başarı testi, formal ilişkilendirme yeteneğini ölçmek için de mantıksal düşünme testi uygulanmıştır. Analizler sonucunda PDÖ yaklaşımının uygulandığı grubun genetik ile ilişkili kavramları kazanmada, bütünleştirmede ve bilgileri organize edebilmede daha iyi olduğu saptanmıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Sunulan çalışmada; akademik başarı ve kavram yanlışlığı oluşumu değişkenleri için kontrol gruplu son test modeli, tutum içinse kontrol gruplu ön test-son test modeli kullanılmıştır. Çalışmada deney ve kontrol grupları ise rastgele tabakalandırılarak oluşturulmuş olup, grupların denklikleri sağlandıktan sonra uygulama başlatılmıştır. **“Koenzimler”** Ünitesinin öğretimi; deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak hazırlanan probleme dayalı öğrenme gibi aktif eğitim, kontrol grubunda ise öğretmen merkezli geleneksel yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın bağımlı değişkeni akademik başarı, tutum ve kavram yanlışlıklarının oluşumu iken, bağımsız değişkeni ise probleme dayalı öğrenme yaklaşımıdır.

3.2. Katılımcılar

Çalışmanın katılımcılarını Kırklareli Üniversitesi Tıbbi Laboratuvar Teknikleri örgün ve II. öğretim programlarına devam eden 48 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada deney ve kontrol grupları ise rastgele tabakalandırılarak oluşturulmuştur.

3.3. İşlemler

Araştırmada, deney ve kontrol gruplarını oluşturan öğrencilere öncelikle, **“Koenzimler”** konusunun öğretilmesine temel teşkil eden konu ve kavramlara yönelik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla hazır bulunuşluk testi uygulanmıştır. Bu işlemle hem öğrencilerde var olan eksiklikler sebebiyle konunun eksik anlaşılmasının, tamamen anlaşılmamasının ve kavram yanlışlığı oluşmasının önüne geçilmesi hem de geçmişte var olan kavram yanlışlıklarının yeni konuya taşınması ve yeni konunun öğrenci zihninde yanlış yapılandırılmasının engellenmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla hazır bulunuşluk testinde **“Koenzimler”** konusunun anlaşılmasını engelleyeceği düşünülen konulara yönelik sorulara yer verilmiştir. Bu konular: Aminoasitler; yapısal genel özellikleri, aminoasitlerin R gruplarına göre sınıflandırılması, aminoasitlerin zwitter iyon formu, izoelektrik nokta, Proteinler; peptid bağı, proteinlerin 3 boyutlu yapısı, proteinlerin denatürasyonu ve sınıflandırılabilirliği, Karbohidratlar; genel özellikleri, içerdikleri

şeker üniteleri, adlandırma, karbohidratların genel işlevleri, karbohidratların katıldıkları tepkimeler, Nükleik asitler; temel özellikleri, yapılarını oluşturan birimler, DNA ve RNA arasındaki temel farklar ve temel görevleri, Enzimler; temel kavramlar, katalizledikleri tepkimeler, kataliz işlevi, enzimlerin aktivitesine etki eden etmenler, diğer katalizörler olarak sınıflandırılmıştır. Hazır bulunuşluk testine ilişkin belirtke tablosu oluşturulmuş, test soruları hazırlanmış ve alanında deneyimli 4 uzman görüşleri alınarak düzenlenmiştir. İlk olarak araştırmanın temelini oluşturan veri toplama araçlarının güvenilirlik ve geçerlik hesaplamaları yapılmıştır. Bunun için Dokuz Eylül Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 3. sınıf öğrencilerinden 30, 4. sınıf öğrencilerinden 24, Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü 4. sınıf öğrencilerinden 25. ve 5. sınıf öğrencilerinden 23 kişi olmak üzere 112 kişi ile ön uygulama yapılarak elde edilen veriler TAP programında çözümlenmiştir. Hazır bulunuşluk ve başarı testleri, ders programlarında herhangi bir aksamaya neden olmaksızın gönüllü öğrencilere uygulanmıştır. Ayrıca, öğrencilere isim gizliliği haklarının olduğu belirtilmiştir. Bu işlemler sonucunda hazır bulunuşluk testinin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,840, başarı testinin ise 0,846 olarak hesaplanmıştır. Testlerin geliştirilmesine ilişkin detaylı bilgi veri toplama araçları bölümünde verilecektir.

Güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarının ardından araştırmanın örneklemini olan Kırklareli Üniversitesi Tıbbi Laboratuvar Teknikleri örgün ve II. öğretim programları 1. sınıf öğrencilerinden kontrol ve deney grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Öğrenciler, bilişsel düzeyleri ve bazı sosyal özellikleri dikkate alınarak rastgele tabakalandırma yöntemiyle deney ve kontrol grubuna ayrılmıştır. Bu gruplandırmada ÖSS puanları, mezun olunan lise türleri, güz dönemi ders başarıları, hazır bulunuşluk testi puanları gibi özellikler de dikkate alınmıştır. Bu işlemlerin sonucunda 24 kişiden oluşan 6 kişilik 4 deney grubu ve 24 kişiden oluşan kontrol grubu oluşturulmuştur.

Elde edilen verilere göre öğrencilerin ön bilgileri yeterli bulunmuş ancak yine de soru-cevap şeklinde ek ders yapılmıştır.

3.3.1. Kontrol grubuna uygulanan etkinlikler

Her iki grubun da ön bilgilerinin yaklaşık olarak denk olduğu görüldükten sonra öncelikli olarak her iki gruba da öğrencilerin Biyokimya dersine yönelik tutumlarını içeren Prof. Dr. Leman Tarhan tarafından geliştirilmiş 5li likert tipi ölçek uygulanmıştır. Ardından kontrol grubuna “*Koenzimler*” konusu geleneksel öğretim yaklaşımı ile sunulmuştur. Bu derste genel olarak anlatım tekniği, gerektiğinde soru-cevap ve beyin fırtınası teknikleri gibi geleneksel

öğretimi destekleyen teknikler kullanılmıştır. Öğretimsel işlemleri Ek 8de verilen bu ders öğretmen merkezli olmuştur.

Ders sunumunun ardından öğrencilere **“Koenzimler”** konusu başarı testi uygulanmıştır. Başarı testinin sonrasında da TÖ tekrar uygulanmış ve öğrenci tutumlarında bir değişim olup olmadığının saptanması hedeflenmiştir.

3.3.2. DeneY Grubuna Uygulanan Etkinlikler

Grupların ön bilgilerinin denk olduğu saptandıktan sonra deney grubunda öğretimsel işlemlere başlanmıştır. Öncelikli olarak tüm gruplar bir araya toplanmış ve şimdiye kadar görmüş oldukları derslerden farklı bir ders işleneceği belirtilmiştir. Ardından probleme dayalı öğrenmeden, bu yaklaşımın nasıl uygulandığından ve bu çalışmada neler yapılacağından bahsedilmiştir. Öğrencilerin bu derse adaptasyonunu ve motivasyonunu arttırmak amacıyla PDÖnün avantajlarından, bu yaklaşımla bu dersi daha iyi anlayacaklarından ve konunun günlük hayattaki yerini göreceklerinden söz edilmiştir.

Ardından gruplara TÖ uygulanmıştır. Sonrasında öğrencilere her bir grubun ayrı ayrı çalışacağı ve gelmeleri gereken gün ve saat bildirilmiştir. Öğrencilere gerek kontrol grubu gerekse diğer deney grupları ile girecekleri etkileşimin çalışmayı başarısızlığa uğratacağı, diğer deney gruplarının da aynı şeyleri yapacağı, kontrol grubundaki arkadaşlarının da mağdur edilmeyeceği belirtilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında 6 kişiden oluşan dört grubun her biriyle ilk PDÖ oturumu gerçekleştirilmiştir. Bu oturumda öğrencilere PDÖ çalışma yaprağı dağıtılmış ve problem hep beraber irdelenmiştir. Her soru tek tek tartışılmış, eğitim yönlendiricisi ise yerinde yönlendirmeler yapmıştır.

Çalışma yaprağındaki soruların bir kısmı öğrencinin geçmiş bilgilerinden yararlanarak, tartışarak cevaplayabileceği sorularken, bir kısmı tartışmaya ek olarak araştırma gerektirmektedir. Öğrenciler ulaşamadıkları cevapları not almış ve araştırmaları için bir sonraki oturuma kadar onlara zaman tanınmıştır. Şekillerde bazı öğrencilerin araştırma öncesi doldurduğu PDÖ çalışma kâğıdı verilmiştir.

Tüm gruplarla ilk oturum tamamlandıktan sonra hepsine araştırma yapmaları için zaman tanınmıştır. Öğrenciler bu süre zarfında kütüphaneye gitmiş, biyokimya kitaplarını incelemiş, internetten gerek ppt sunulardan gerekse diğer verilerden yararlanmışlar, araştırmalarına ek olarak eğitim yönlendiricisinden de kaynak talebinde bulunmuşlardır.

Her bir grup ikinci oturum için toplanıldığında öğrenciler elde ettikleri tüm verileri getirmişlerdir. Grup üyelerine grubu temsilen bir kişi seçmeleri söylenmiş ve bu kişiye yeni bir çalışma kâğıdı verilerek elde edilen veriler ve tartışmalar doğrultusunda bu kâğıdı yeniden doldurması söylenmiştir. Grup üyeleri oturum süresince kütüphaneden edindikleri kitaplardan, çektirdikleri fotokopilerden, defter ya da kâğıda aldıkları notlardan, internet çıktılarından ve USB belleklere kaydettikleri verilerden yararlanarak grup arkadaşları ile tartışarak her bir soruyu yeniden ele almış ve sonuca vardıklarına karar verdiklerinde grup yazıcısına hep birlikte cevabı yazdırmıştır. Bu yolla bir önceki oturuma göre kendilerindeki gelişmeyi, araştırma ve tempolu çalışma sonunda ne kadar ilerleyebildiklerini görmüşlerdir.

Çalışmadan bir kare...



Şekil 1: Deney Gruplarının Bir Alt Grubunun 2. Oturumundan Bir Görüntü

Tüm gruplarla yapılan ikinci oturumun ardından öğrencilerin araştırmaları sonunda hala eksik kalan yerleri tamamlamak, bulgularını detaylandırmak amacıyla eğitim yönlendiricisi tarafından tüm gruplara ortak olacak şekilde konu sunumu yapılmıştır. Sunum için yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanmış sunum rehber materyalinden faydalanılmıştır. Sunum düz anlatım şeklinde değil, yapılandırmacı yaklaşıma göre, soru-cevap ve beyin fırtınası teknikleri ağırlıklı olmak üzere yapılmıştır.

Çalışmadan kareler



şekil 2: Deney Grubuna Eğitim Yönlendiricisi Tarafından Yapılan Sunumdan Bir Görüntü



Şekil 3: Deney Grubuna Eğitim Yönlendiricisi Tarafından Yapılan Sunumdan Bir Görüntü

Oturumlar ve sunum dersinin ardından deney grubundaki tüm öğrencilere KBT, TÖ ve seçilmiş bazı öğrencilere YYGÖ uygulanmıştır.

Çalışmadan kareler...



Şekil 4: Deney Grubuna Başarı Testlerinin Uygulanmasından Bir Görüntü



Şekil 5: Deney Grubuna Tutum Ölçeğinin Uygulanmasından Bir Görüntü

Düzenlenen etkinlikler aşağıdaki gibi listelenebilir:

1. AŞAMA

GRUPLARIN OLUŞTURULMASI VE BİLGİLENDİRME

Deney grubu için PDÖ gruplarının oluşturulması ve PDÖ hakkında bilgilendirilmenin yapılması

ÖLÇEKLERİN UYGULANMASI

Hazır bulunuşluk testinin ve tutum ölçeğinin uygulanması

2. AŞAMA

Bu aşama 4 gruba yapılmış iki oturumdan oluşmaktadır.

1. OTURUMLAR

I. Gruba PDÖ çalışma yapraklarının dağıtılması, açıklanması, tartışılması ve araştırma yapılması için zaman tanınması

II. Gruba PDÖ çalışma yapraklarının dağıtılması, açıklanması, tartışılması ve araştırma yapılması için zaman tanınması

III. Gruba PDÖ çalışma yapraklarının dağıtılması, açıklanması, tartışılması ve araştırma yapılması için zaman tanınması

IV. Gruba PDÖ çalışma yapraklarının dağıtılması, açıklanması, tartışılması ve araştırma yapılması için zaman tanınması

**** Uygulama esnasında etkileşimin en aza indirilmesi amacıyla grupların uygulama süreleri arasında boşluk yoktur. Bir grubun çıkışı ile diğer grubun girişinin aynı anda olmasına, uygulama saati gelmeyenlerin okulda bulunmamasına ve uygulamaları bitenlerin ise hemen okuldan uzaklaşmalarına dikkat edilmiştir.

2. OTURUMLAR

I. Grubun araştırmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında problemin tekrar tartışılması

II. Grubun araştırmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında problemin tekrar tartışılması

III. Grubun araştırmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında problemin tekrar tartışılması

IV. Grubun araştırmaları sonucunda elde edilen veriler ışığında problemin tekrar tartışılması

3. AŞAMA

SUNUMLAR

Kontrol grubuna geleneksel öğretim yaklaşımlarına göre hazırlanmış ders planı ışığında **“Koenzimler”** konusunun sunumu

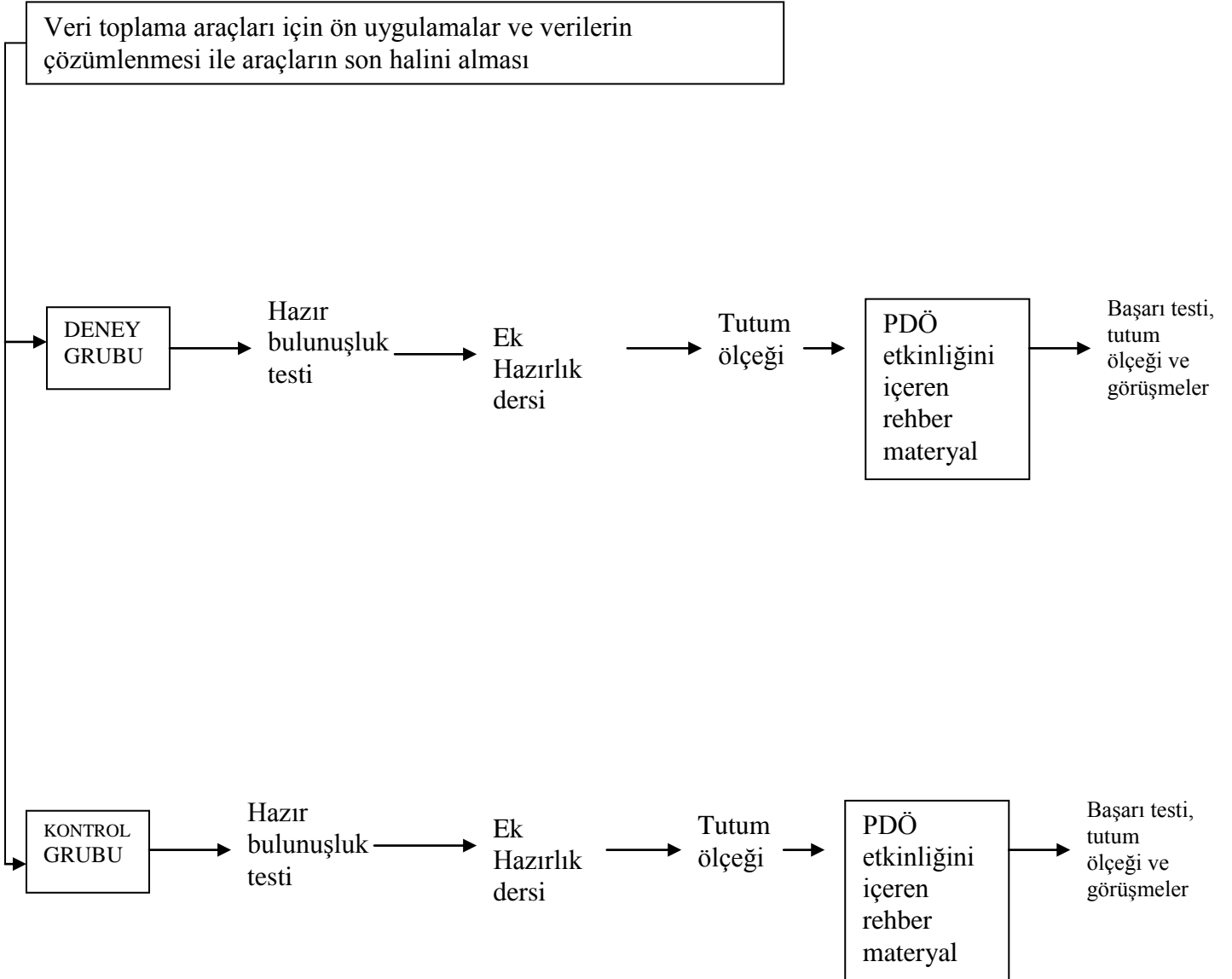
Deney grubuna **“Koenzimler”** konusunun sunum rehber materyali ışığında sunumu

4. AŞAMA

ÖLÇEKLERİN TEKRAR UYGULANMASI

Başarı testi, tutum ölçeğinin uygulanması, yarı yapılandırılmış görüşmelerin yapılması

Araştırma Şekil 6'daki gibi şematize edilebilir:



Şekil 6: Araştırma süresince yapılan işlemler

3.4. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Bu araştırma çerçevesinde veri toplama aracı olarak hazır bulunuşluk testi, **“Koenzimler”** konusu başarı testi, yarı yapılandırılmış görüşme ölçeği ve tutum ölçeği kullanılmıştır.

3.4.1. Hazır bulunuşluk Testi

Erdem, Yılmaz ve Morgil'e göre (2001) ön bilgilerde bulunan kavram yanılgıları ve bilgi eksiklikleri yeni bilgilerin doğru şekilde yapılanmasını engellemektedir. Bu sebeple öğrencilerin ön bilgilerinin doğru bir şekilde ölçülmesi önemlidir.

Öğrencilerin ön bilgilerinin denk olup olmadığını ve **“Koenzimler”** konusunun öğrenilmesine temel oluşturan konu ve kavramlara yönelik başarı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen bu hazır bulunuşluk testi 30 maddeden oluşmaktadır. Gerek literatür taraması gerekse uzman görüşü alınarak koenzimler konusunun anlaşılması için kazanılması gerekli olduğu belirlenen ve hazırlık dersi kapsamında kazandırılması amaçlanan 11i kavrama, 7si uygulama basamağında olmak üzere 18 öğretimsel hedefi ölçmektedir.

3.4.1.1. Ölçeğin Geliştirilmesi Süreci

Hazır bulunuşluk testinin geliştirilmesinde ilk olarak mevcut biyokimya kitaplarındaki konu dizilimleri ve konular arası bağlantılar incelenmiş, **“Koenzimler”** konusunun öğrenilmesine temel oluşturan konu ve kavramlar listelenmiş, konu ile ilgili uzmanlarla görüşülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda **“Koenzimler”** konusunun öğrenilebilmesi için ulaşılması gereken hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler ışığında Tablo 3de verilen belirtke tablosu hazırlanmıştır.

Tablo 3: Hazır bulunuşluk testi belirtke tablosu

| İÇERİK | KAVRAMA | | | | | | | | | | | | | UYGULAMA | | | | | | | | |
|-----------------|----------|--|---|---|--|---|---|--|--|-------------------------------------|---|--|---|---|---|---|--|--|---|---|---|--------|
| | HEDEFLER | Nükleik asitlerin temel özelliklerini açıklayabilme. | Nükleik asitlerin yapısını oluşturan birimleri açıklayabilme. | Nükleik asitlerin temel görevlerini açıklayabilme | Aminoasitlerin yapısal genel özelliklerini açıklayabilme | Aminoasitleri R gruplarına göre sınıflandırabilme | İzoelektrik nokta kavramını açıklayabilme | Proteinlerin 3 boyutlu yapısını oluşturan yapıları açıklayabilme | Proteinlerin denatürasyonunu açıklayabilme | Proteinleri sınıflandırabilme | Enzimlerle ilgili temel kavramları tanımlayabilme | Enzimlerin katalizledikleri tepkimelelere göre sınıflandırabilme | Enzimlerin kataliz işlevini açıklayabilme | Enzimlerin aktivitesine etki eden etmenleri açıklayabilme | DNA ve RNA arasındaki temel farkları açıklayabilme. | Karbohidratların metabolizmadaki işlevlerini açıklayabilme. | Karbohidratları içerdikleri basit şeker ünitesine göre sınıflandırabilme | Karbohidratların genel özelliklerini açıklayabilme | Aminoasitlerin zwitter iyon formunu yazabilme | Verilen aminoasitler arasında peptit bağı oluşturun | Enzimler ile diğer katalizörleri kıyaslayabilme | TOPLAM |
| Aminoasitler | | | | 8. | 1. | 3. | | | | | | | | | | | | 18. | 4. | | 5 | |
| Proteinler | | | | | | | 6. 11. | 7. 35. 36 | 28. 29 | | | | | | | | | | | | 7 | |
| Enzimler | | | | | | | | | | 2.5. 12. 15. 17. 23. 33. 34.16. 31. | 10. 30. 32. | 9. | 13. | | | | | | | | 14. | 16 |
| Karbohidratlar | | | | | | | | | | | | | | | 19. | 20. 24. 25. 26. 27. | 21. 22. | | | | 8 | |
| Nükleik Asitler | 38. | 39. 40. | 37. | | | | | | | | | | | 41. | | | | | | | 5 | |
| TOPLAM | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 41 | |

Ardından deneyimli 4 uzmanın görüşü alınarak ön uygulama için 41 maddelik hazır bulunuşluk testi hazırlanmıştır. Bu testin çoktan seçmeli soruları hazırlanırken; Tamir tarafından belirtildiği gibi, test maddelerinin içerdiği seçeneklere literatürden belirlenmiş veya öğrencilerin daha önceden sorulan açık uçlu sorulara verdikleri cevaplardan yola çıkılarak belirlenen kavram yanlışları ve yanlış bilgileri içeren çeldiricilerin yerleştirilmesi gerekliliğine dikkat edilmiştir.

Kimyasal kavramların öğretiminde, kimya eğitiminin önemli amaçlarından biri, öğrencilerin kavramsal düzeyde anlamalar geliştirmelerine yardım etmek ve karşılaştıkları yeni durumlarda bu kavramları kullanmalarını sağlamaktır (Çalık, 2003; Ward ve Herron, 1980). Bu amaçla soruların cevabında öğrenciyi ezbere yönlendirmemek amacıyla bazı bilgiler sorudan önce bilgi metni olarak verilmiştir. Ardından, öğrencinin bilgi birikimini kullanarak yorum yapabilmesi istenmiştir. Hazır bulunuşluk testimizin 11. sorusu bu tür bir örnektir.

11. Laktat dehidrogenaz enzimi kalp kası ve iskelet kasında iki farklı şekilde bulunmaktadır. Enzimin karaciğer ve kalp kasında bulunan formu kalbin İngilizce karşılığı olan Heart'ten esinlenerek H_4 , iskelet kasında bulunan diğer formu ise iskelet kasının İngilizce karşılığı olan Muscle'in ilk harfi alınarak M_4 şeklinde gösterilmektedir. H_4 ve M_4 'ün protein yapıları farklı iken katalizledikleri tepkime ise aynıdır.

Buna göre H_4 ve M_4 için hangisi doğrudur?

- a) Birbirlerinin izoenzimleridir.*
- b) H_4 , M_4 'ün kofaktörüdür.*
- c) M_4 , H_4 'ün inhibitörüdür.*
- d) Birbirlerinin proenzimidirler.*
- e) Birbirlerinin aktivatörüdürler.*

Soruda “İzoenzim nedir?” diye sormak yerine örnek durum verilmiş, böylelikle öğrencilerin tanımları sadece ezberlediklerinin ya da karşılaştıkları durumları uygulayabilme yetisi kazanıp kazanmadıklarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Hazırlanan bu 41 maddelik test Dokuz Eylül Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 3. ve 4. sınıf, Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü 4. ve 5. sınıf öğrencilerinden 112 kişiye uygulanmış ve elde edilen veriler TAP programında

çözümlemiştir. Bu analizde madde güçlüğü, ayırt ediciliği, KR-20 ve KR-21 değerleri, Sperman-Brown katsayıları irdelenmiştir.

Madde analizi sonucunda ayırt edicilik kriterini değerlendirirken şu hususlara dikkat edilmiştir: Ayırt ediciliği sıfır veya negatif olan maddeler teste dahil edilmez; ayırt edicilik indisi 0,40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,30-0,40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,20-0,30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0,20 den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir (Turgut, 1992).

Buna göre ayırt ediciliği 0,07 olan 5. madde, -0,03 olan 10. madde, 0,12 olan 11. madde, -0,16 olan 13. madde, 0,17 olan 15. madde, 0,18 olan 28. madde testten çıkarılmıştır.

Ardından madde güçlüğü incelenmiştir. Madde güçlüğü 0,92 olan 5. madde (ayırt ediciliği de uygun değil), 0,94 olan 25. madde testten çıkarılmıştır.

Bir testin hazırlanırken dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleridir. Madde-toplam korelasyon katsayılarının negatif olmaması gerekir. Bu durum ölçeğin toplanabilirlik özelliğini bozar. Madde-toplam korelasyonlarının negatif olmaması, en az 0,20 olması beklenir (Özdamar, 1999, s.522). Buna göre 10. ve 13 maddeler bu değerleri negatif çıktığından, 11, 15, 20, 28 ve 34. maddeler ise bu değerleri 0,20den düşük olduğundan testten çıkarılmıştır. Tablo 4 de her bir maddenin madde güçlüğü, ayırt ediciliği, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri verilmiştir.

Ardından sorulara verilen yanıtlar incelenmiş, 38 ve 29. maddenin yeterince anlaşılmağı olması sebebiyle bu maddeler testten çıkarılarak teste 30 maddelik son hali verilmiştir.

Bu test için ayrıca KR-20, KR-21 ve Sperman Brown formülü kullanılarak güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Analizler sonucunda KR-20(α) değeri 0.840, KR-21 değeri 0,815 bulunmuştur.

Her bir test maddesi "**Koenzimler**" konusu için öğrenilmesi önem teşkil eden konu ve kavramların öğrenilip öğrenilmediğini ölçmektedir. Tablo 5 de testin son halinin her bir maddesi ve ilişkili olduğu konu ve kavramlar verilmiştir.

Tablo 4: Madde analizi sonucu bulunan ayırt edicilik, madde güçlüğü, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri, alt grup ve üst gruplar

| Madde | Madde Güçlüğü | Madde ayırt ediciliği | Üst Grup | Alt Grup | Çift Serili Korelasyon | Nokta Çift Serili Korelasyon |
|-------|---------------|-----------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.80 | 0.43 | 15 (1.00) | 8 (0.57) | 0.36 | 0.31 |
| 2 | 0.50 | 0.50 | 14 (0.93) | 6 (0.43) | 0.34 | 0.27 |
| 3 | 0.80 | 0.21 | 15 (1.00) | 13 (0.93) | 0.25 | 0.34 |
| 4 | 0.46 | 0.30 | 6 (0.40) | 7 (0.50) | 0.41 | 0.30 |
| 5 | 0.92 | 0.07 | 15 (1.00) | 13 (0.93) | 0.15 | 0.11 |
| 6 | 0.22 | 0.39 | 8 (0.53) | 2 (0.14) | 0.41 | 0.36 |
| 7 | 0.28 | 0.32 | 8 (0.53) | 3 (0.21) | 0.39 | 0.33 |
| 8 | 0.52 | 0.93 | 15 (1.00) | 1 (0.07) | 0.69 | 0.64 |
| 9 | 0.66 | 0.57 | 15 (1.00) | 6 (0.43) | 0.48 | 0.42 |
| 10 | 0.50 | -0.03 | 7 (0.47) | 7 (0.50) | -0.02 | -0.09 |
| 11 | 0.22 | 0.12 | 5 (0.33) | 3 (0.21) | 0.20 | 0.13 |
| 12 | 0.42 | 0.72 | 13 (0.87) | 2 (0.14) | 0.63 | 0.58 |
| 13 | 0.24 | -0.16 | 3 (0.20) | 5 (0.36) | -0.03 | -0.09 |
| 14 | 0.66 | 0.23 | 11 (0.73) | 7 (0.50) | 0.27 | 0.21 |
| 15 | 0.54 | 0.17 | 9 (0.60) | 6 (0.43) | 0.15 | 0.08 |
| 16 | 0.36 | 0.60 | 10 (0.67) | 1 (0.07) | 0.57 | 0.52 |
| 17 | 0.72 | 0.30 | 12 (0.80) | 7 (0.50) | 0.28 | 0.22 |
| 18 | 0.66 | 0.44 | 13 (0.87) | 6 (0.43) | 0.46 | 0.40 |
| 19 | 0.86 | 0.29 | 15 (1.00) | 10 (0.71) | 0.45 | 0.40 |
| 20 | 0.80 | 0.22 | 13 (0.87) | 9 (0.64) | 0.25 | 0.19 |
| 21 | 0.86 | 0.36 | 15 (1.00) | 9 (0.64) | 0.43 | 0.38 |
| 22 | 0.36 | 0.39 | 9 (0.60) | 3 (0.21) | 0.34 | 0.28 |
| 23 | 0.72 | 0.50 | 14 (0.93) | 6 (0.43) | 0.41 | 0.35 |
| 24 | 0.86 | 0.22 | 14 (0.93) | 10 (0.71) | 0.42 | 0.38 |
| 25 | 0.94 | 0.21 | 15 (1.00) | 11 (0.79) | 0.47 | 0.44 |
| 26 | 0.78 | 0.64 | 15 (1.00) | 5 (0.36) | 0.55 | 0.50 |
| 27 | 0.76 | 0.50 | 14 (0.93) | 6 (0.43) | 0.41 | 0.35 |
| 28 | 0.34 | 0.18 | 8 (0.53) | 5 (0.36) | 0.24 | 0.17 |
| 29 | 0.30 | 0.46 | 9 (0.60) | 2 (0.14) | 0.41 | 0.35 |
| 30 | 0.82 | 0.57 | 15 (1.00) | 6 (0.43) | 0.50 | 0.46 |
| 31 | 0.74 | 0.57 | 15 (1.00) | 6 (0.43) | 0.50 | 0.45 |
| 32 | 0.66 | 0.86 | 15 (1.00) | 2 (0.14) | 0.57 | 0.52 |
| 33 | 0.66 | 0.44 | 13 (0.87) | 6 (0.43) | 0.42 | 0.36 |
| 34 | 0.60 | 0.37 | 12 (0.80) | 6 (0.43) | 0.25 | 0.18 |
| 35 | 0.68 | 0.43 | 14 (0.93) | 7 (0.50) | 0.37 | 0.31 |
| 36 | 0.62 | 0.58 | 14 (0.93) | 5 (0.36) | 0.49 | 0.43 |
| 37 | 0.64 | 0.38 | 11 (0.73) | 5 (0.36) | 0.36 | 0.29 |
| 38 | 0.82 | 0.25 | 13 (0.87) | 10 (0.71) | 0.22 | 0.23 |
| 39 | 0.78 | 0.64 | 15 (1.00) | 5 (0.36) | 0.53 | 0.48 |
| 40 | 0.48 | 0.44 | 12 (0.80) | 5 (0.36) | 0.31 | 0.24 |
| 41 | 0.62 | 0.86 | 15 (1.00) | 2 (0.14) | 0.70 | 0.66 |

Tablo 5: Test maddelerinin ilişkili olduğu konu ve kavramlar

| Soru No | Konu-Kavram | Soru No | Konu-Kavram | Soru No | Konu-Kavram |
|---------|--|---------|------------------------------------|---------|--|
| 1 | Aminoasitlerin sınıflandırılması | 11 | İzoenzim | 21 | İnhibitör |
| 2 | İzoelektrik pH | 12 | Zwitter iyon | 22 | İzomeraz enzimleri |
| 3 | Peptit bağı oluşumu | 13 | Karbohidratların işlevleri | 23 | Allosterik enzim |
| 4 | α - heliks yapı | 14 | Glikozid bağı | 24 | Denatürasyon |
| 5 | Proteinlerin denatürasyonu | 15 | Karbohidratların temel özellikleri | 25 | Renatürasyon |
| 6 | Kiral karbon, standart aminoasitler, optikçe aktiflik, D, L sistemleri | 16 | Allosterik enzim | 26 | Genetik bilginin DNA tarafından taşınması |
| 7 | Enzimlerin kataliz işlevi | 17 | Monosakkarit | 27 | Nükleik asitlerin özellik ve işlevleri |
| 8 | Proenzim | 18 | Oligosakkarit | 28 | DNA'nın yapısı |
| 9 | Biyolojik olmayan katalizörlerle enzimlerin kıyaslanması | 19 | Polisakkarit | 29 | Nükleosid, pirimidin, nükleotit, organik baz |
| 10 | İnhibisyon ve gerçekleşme şekilleri | 20 | Transferaz enzimleri | 30 | DNA ve RNA arasındaki temel farklar |

3.4.2. Koenzimler Konusu Başarı Testi ve Geliştirilmesi Süreci

Literatürde kullanılan testler genel olarak, kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler ve seçme gerektiren testler olmak üzere üç grupta toplanabilir. Bu testlerden seçme gerektirenler bir sorunun cevabını verilen cevaplar arasından seçtiren maddelerden oluşmuş testlere denir (Çepni, 2001; Beydoğan, 1998; Turgut, 1992). Öğrencilerin, başarılarının belirlenmesinde birçok araştırmacı tarafından tanımlanan çoktan seçmeli testler kullanılmaktadır (Treagust, 1988).

Çalışmamızda başarıyı ölçmek amacıyla hazırlanan çoktan seçmeli başarı testinin geliştirilmesi aşamasında öncelikle deney gruplarına PDÖ etkinlikleri sonunda yapılacak sunum için konuların yapılandırıldığı, örnek ve okuma parçaları ile desteklenen bir sunum

rehber materyali hazırlanmıştır. Bu materyalde koenzimler dört gruba ayrılmıştır ve her bir koenzim dört ana başlık altında tek tek detaylıca ele alınmıştır.

Bu rehber materyalden yola çıkarak da öğrencilerin “*Koenzimler*” konusunda öğrenmeleri gereken kavram ve konular listelenmiştir. Ayrıca her bir koenzim için kazanılması gereken hedefler ortak başlık altında toplanmıştır. Buna göre öğrencilerden koenzimlerin temel özelliklerinin yanı sıra her bir koenzimin metabolizmadaki kaynağı, bağlı olduğu enzim türü, enzimine bağlanış kuvveti/şekli, görevi ve varsa özel yapısal özelliklerinin bilmeleri beklenmiştir.

Bu çalışmalar sonucunda aşağıda verilen hedefler belirlenmiş ve Tablo 6'daki “Koenzimler” konusu başarı testi belirtke tablosu hazırlanmıştır.

Koenzimlerin Temel Özellikleri:

1. Koenzim kavramını tanımlayabilme,
2. Koenzimlerin enzimlere bağlanış şekillerini açıklayabilme,
3. Koenzimlerin kaynaklarını genel olarak açıklayabilme,
4. Verilen tepkimede koenzimi substrattan ayırt edebilme.

Tüm Koenzim Grupları İçin:

1. Metabolizmadaki mevcut tüm koenzimlerin kaynağını açıklayabilme,
2. Koenzimlerin bağlı olduğu enzim türünü açıklayabilme,
3. Koenzimlerin enzimine bağlanış şeklini (kuvvetini) yorumlayabilme,
4. Koenzimlerin işlevlerini açıklayabilme,
5. Koenzimlerin yapısını kavrayabilme,
6. Verilen tepkimede hangi koenzimin görev aldığını/alacağını tahmin edebilme.

Tablo 6'da verilen belirtke tablosunda görülen yedisi kavrama, üçü uygulama basamağında olmak üzere 10 hedef doğrultusunda geliştirilen koenzimler konusu başarı testi 29 kavrama, 21 uygulama basamağında olmak üzere 50 madde içermektedir. Her bir madde koenzimlerin genel özelliklerinin yanı sıra, tüm koenzim grupları için belirlenen ana hedefleri her bir koenzim için spesifik olarak ölçmüştür.

Tablo 6: Koenzimler konusu başarı testi belirtke tablosu

| İÇERİK | HEDEFLER | KAVRAMA | | | | | | | UYGULAMA | | | TOPLAM |
|---|----------|----------------------------------|---|--|---|--|------------------------------------|---|---|--|--|-----------|
| | | Koenzim kavramını tanımlayabilme | Koenzimlerin enzimlere bağlanış şekillerini açıklayabilme | Koenzimlerin kaynaklarını genel olarak açıklayabilme | Metabolizmadaki mevcut tüm koenzimlerin kaynağını açıklayabilme | Koenzimlerin bağlı olduğu enzim türünü açıklayabilme | Koenzimlerin yapısını kavrayabilme | Koenzimlerin enzimine bağlanış şeklini (kuvvetini) yorumlayabilme | Verilen tepkimeye koenzimi substrattan ayırt edebilme | Koenzimlerin işlevlerini açıklayabilme | Verilen tepkimeye hangi koenzimin görev aldığını/alacağı tahmin edebilme | |
| Koenzimleri temel özellikleri | | 1. | 2. | 3. | | | | | 4. | | | 4 |
| 1.grup koenzimler (Pridin nü. , Flavin nü. , CoQ, THBP sitokromlar) | | | | | 9. 17. 5. , 13. | 6. , 10. 16. 18. | | 7. , 11. | | 14. 15. 19. 50. | 8. 12. | 16 |
| 2. grup koenzimler (TPP, Biotin, THF, S-adomet, CoA, ATP...) | | | | | 20. 25. 30. 35. 32. 38. | 21. 26. 31. 34. 37. 39. | 28. | 22. | | 23. 24. 27. 40. 49. | 29. 33. 36. 41. | 23 |
| 3. grup koenzimler (Lipoik asit, PLP) | | | | | | | | | | 42. | 43. | 2 |
| 4. grup koenzimler (Deoksiadenozil kobalamin, metilkobalamin) | | | | | | | 44. 46. | | | 47. | 45. 48. | 5 |
| TOPLAM | | 1 | 1 | 1 | 10 | 10 | 3 | 3 | 1 | 11 | 9 | 50 |

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog'a göre (1982) öğrencinin sahip olduğu kavramsal temel sonradan edinilen bilgileri etkilemektedir. Bu nedenle kavram yanlışlarının tesbiti ve önlenmesi önemlidir. Çalışmada bu amaçla başarı testinde seçilmiş bazı test maddelerinin şıklarının hemen altına "Çünkü" ibaresi konmuş ve öğrencilerden yanıtlarının nedenlerini açıklamaları beklenmiştir. Bu yolla hem şans başarısının önüne geçilmesi, hem de oluşan kavram yanlışlarının tespiti hedeflenmiştir.

Hazırlanan bu 50 maddelik test Dokuz Eylül Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü 3. ve 4. sınıf, Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümü 4. ve 5. sınıf öğrencilerinden 112 kişiye uygulanmış ve elde edilen veriler TAP programında çözümlenmiştir. Bu analizde madde gücü, ayırt ediciliği, KR-20 ve KR-21 değerleri, Sperman-Brown katsayıları irdelenmiştir.

Başarı testi geliştirilirken madde ayırt ediciliği, madde gücü, madde çift serili ve nokta çift serili korelasyon değerlerinin incelenmesinde hazır bulunuşluk testinin geliştirilmesinde bahsedilen kriterler dikkate alınmıştır.

Buna göre ayırt ediciliği 0.20 nin altında olan 4. , 5. , 10. , 13. , 18. , 31. maddeler; madde gücü verilen aralıkta olmayan 7. , 17. , 32. , 37. ve 39. maddeler; çift serili ve/veya nokta çift serili korelasyon değerleri 0,2den küçük olan 8. , 9. , 10. , 11. , 13. , 14. , 25. , 29., 36. ,38. , 42. maddeler testten çıkarılmış olup teste 30 maddelik son hali verilmiştir. Tablo 7 de testin son halinin her bir maddesi ve ilişkili olduğu konu ve kavramlar verilmiştir.

Tablo 7: Başarı testi ve ilişkili olduğu kavramlar

| Soru no | Konu-kavram | Soru no | Konu-kavram | Soru no | Konu-kavram |
|---------|---|---------|--|---------|--|
| 1 | Koenzim | 11 | TPP'in enzimine bağlanış kuvveti | 21 | CoA'nın görevi |
| 2 | Koenzimlerin enzimlere bağlı oluş kuvvet/şekli | 12 | TPP'in görevi | 22 | PLPın görevi |
| 3 | Koenzimlerin metabolizmadaki kaynağı | 13 | TPP'in görevi | 23 | Lipoik asidin görevi |
| 4 | NAD ⁺ 'nin bağlı olduğu enzim sınıfı | 14 | Biotinin bağlı olduğu enzim sınıfı | 24 | Deoksiadenozil kobalaminin spesifik yapısal özelliği |
| 5 | FADnin görevi | 15 | Biotinin görevi | 25 | Deoksiadenozil kobalaminin görevi |
| 6 | CoQnun metabolizmadaki kaynağı | 16 | Biotinillizin | 26 | Sitokromların spesifik yapısal özelliği |
| 7 | CoQnun bağlı olduğu enzim sınıfı | 17 | THFın metabolizmadaki kaynağı | 27 | Sitokromların görevi |
| 8 | THBP'nin görevi | 18 | S-AdoMet'in görevi | 28 | Metilkobalaminin görevi |
| 9 | TPP'in metabolizmadaki kaynağı | 19 | S-AdoMet'in bağlı olduğu enzim sınıfı | 29 | Biotinin görevi |
| 10 | TPP'in bağlı olduğu enzim sınıfı | 20 | Nükleotit koenzimlerin metabolizmadaki kaynağı | 30 | NADPHın görevi |

Tablo 8'de her bir maddenin madde güçlüğü, ayırt ediciliği, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri verilmiştir. Bu test için ayrıca KR-20, KR-21 ve Sperman Brown formülü kullanılarak güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Analizler sonucunda KR-20(α) değeri 0.846, KR-21 değeri 0,797 bulunmuştur.

Tablo 8: Madde analizi sonucu bulunan ayırt edicilik, madde güçlüğü, çift serili korelasyon ve nokta çift serili korelasyon değerleri, alt grup ve üst gruplar

| Madde | Madde Güçlüğü | Madde ayırt ediciliği | Üst Grup | Alt Grup | Çift Serili Korelasyon | Nokta Çift Serili Korelasyon |
|-------|---------------|-----------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.52 | 0.31 | 6 (0.40) | 8 (0.53) | 0.21 | 0.37 |
| 2 | 0.20 | 0.30 | 2 (0.13) | 2 (0.13) | 0.31 | 0.28 |
| 3 | 0.64 | 0.23 | 9 (0.60) | 10 (0.67) | 0.37 | 0.31 |
| 4 | 0.34 | 0.00 | 5 (0.33) | 5 (0.33) | 0.07 | 0.01 |
| 5 | 0.30 | 0.07 | 6 (0.40) | 5 (0.33) | 0.17 | 0.11 |
| 6 | 0.60 | 0.53 | 12 (0.80) | 4 (0.27) | 0.40 | 0.34 |
| 7 | 0.26 | 0.27 | 6 (0.40) | 2 (0.13) | 0.30 | 0.25 |
| 8 | 0.46 | 0.33 | 10 (0.67) | 5 (0.33) | 0.26 | 0.20 |
| 9 | 0.32 | 0.33 | 8 (0.53) | 3 (0.20) | 0.33 | 0.17 |
| 10 | 0.74 | 0.00 | 11 (0.73) | 11 (0.73) | 0.05 | -0.01 |
| 11 | 0.40 | 0.13 | 8 (0.53) | 6 (0.40) | 0.14 | 0.07 |
| 12 | 0.42 | 0.47 | 9 (0.60) | 2 (0.13) | 0.36 | 0.30 |
| 13 | 0.38 | 0.00 | 4 (0.27) | 4 (0.27) | 0.10 | 0.03 |
| 14 | 0.66 | 0.27 | 13 (0.87) | 9 (0.60) | 0.21 | 0.15 |
| 15 | 0.52 | 0.67 | 14 (0.93) | 4 (0.27) | 0.58 | 0.54 |
| 16 | 0.36 | 0.27 | 7 (0.47) | 3 (0.20) | 0.30 | 0.25 |
| 17 | 0.18 | 0.40 | 7 (0.47) | 1 (0.07) | 0.41 | 0.37 |
| 18 | 0.26 | -0.13 | 2 (0.13) | 4 (0.27) | -0.02 | -0.08 |
| 19 | 0.26 | 0.21 | 6 (0.40) | 3 (0.20) | 0.23 | 0.28 |
| 20 | 0.40 | 0.27 | 8 (0.53) | 4 (0.27) | 0.25 | 0.39 |
| 21 | 0.20 | 0.47 | 7 (0.47) | 0 (0.00) | 0.43 | 0.38 |
| 22 | 0.28 | 0.23 | 4 (0.27) | 2 (0.13) | 0.21 | 0.36 |
| 23 | 0.44 | 0.53 | 10 (0.67) | 2 (0.13) | 0.44 | 0.39 |
| 24 | 0.28 | 0.21 | 7 (0.47) | 4 (0.27) | 0.23 | 0.27 |
| 25 | 0.56 | 0.22 | 8 (0.53) | 5 (0.33) | 0.14 | 0.08 |
| 26 | 0.54 | 0.33 | 9 (0.60) | 4 (0.27) | 0.31 | 0.25 |
| 27 | 0.40 | 0.47 | 9 (0.60) | 2 (0.13) | 0.46 | 0.41 |
| 28 | 0.26 | 0.60 | 10 (0.67) | 1 (0.07) | 0.54 | 0.50 |
| 29 | 0.20 | 0.40 | 7 (0.47) | 1 (0.07) | 0.20 | 0.16 |
| 30 | 0.30 | 0.53 | 9 (0.60) | 1 (0.07) | 0.49 | 0.44 |
| 31 | 0.42 | 0.13 | 9 (0.60) | 7 (0.47) | 0.16 | 0.10 |
| 32 | 0.34 | 0.47 | 9 (0.60) | 2 (0.13) | 0.46 | 0.41 |
| 33 | 0.62 | 0.60 | 13 (0.87) | 4 (0.27) | 0.40 | 0.35 |
| 34 | 0.68 | 0.47 | 13 (0.87) | 6 (0.40) | 0.30 | 0.25 |
| 35 | 0.68 | 0.60 | 14 (0.93) | 5 (0.33) | 0.48 | 0.43 |
| 36 | 0.54 | 0.24 | 9 (0.60) | 6 (0.40) | 0.24 | 0.18 |
| 37 | 0.12 | 0.53 | 12 (0.80) | 4 (0.27) | 0.53 | 0.48 |
| 38 | 0.34 | 0.53 | 10 (0.67) | 2 (0.13) | 0.27 | 0.18 |
| 39 | 0.12 | 0.53 | 12 (0.80) | 4 (0.27) | 0.47 | 0.42 |
| 40 | 0.44 | 0.60 | 12 (0.80) | 3 (0.20) | 0.54 | 0.50 |
| 41 | 0.50 | 0.53 | 12 (0.80) | 4 (0.27) | 0.46 | 0.40 |
| 42 | 0.36 | 0.73 | 12 (0.80) | 1 (0.07) | 0.21 | 0.17 |
| 43 | 0.36 | 0.60 | 9 (0.60) | 0 (0.00) | 0.48 | 0.43 |
| 44 | 0.62 | 0.53 | 14 (0.93) | 6 (0.40) | 0.47 | 0.42 |
| 45 | 0.32 | 0.47 | 7 (0.47) | 0 (0.00) | 0.40 | 0.35 |
| 46 | 0.68 | 0.47 | 14 (0.93) | 7 (0.47) | 0.45 | 0.40 |
| 47 | 0.72 | 0.60 | 15 (1.00) | 6 (0.40) | 0.48 | 0.43 |
| 48 | 0.74 | 0.60 | 15 (1.00) | 6 (0.40) | 0.54 | 0.49 |
| 49 | 0.62 | 0.40 | 13 (0.87) | 7 (0.47) | 0.39 | 0.34 |
| 50 | 0.74 | 0.53 | 15 (1.00) | 7 (0.47) | 0.49 | 0.44 |

3.4.3. Tutum Ölçeği

Öğrencilerin biyokimya dersine, biyokimyayı anlama ve öğrenmeye, biyokimyanın yaşamdaki önemine ve meslek seçimine yönelik tutumlarının deneysel işlemin uygulamasından sonra değişim gösterip göstermediğinin ve eğer değişim varsa bu değişimin ne yönde olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan veri toplama aracıdır.

Prof. Dr. Leman TARHAN (2008) tarafından “Lise ve Üniversite Düzeyinde Asit-Bazlar Konusunda Karşılaşılan Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Oluşumunu Engelleme Amacıyla Yapılandırıcı Yaklaşım Dayalı Aktif Öğrenmenin Uygulandığı Bir Materyalin Geliştirilmesi”adlı çalışma kapsamında geliştirilen *Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği* kullanılmıştır. Bu ölçeğin ön uygulamaları Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Bölümünde öğrenim gören 195 öğrenci ile yapılmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler, SPSS programı kullanılarak faktör ve güvenilirlik analizine tabi tutulmuştur. Analizlerin ardından ölçek dört faktör altında toplanan 25 tutum maddesini içerecek şekilde son halini almıştır. Ölçeğin son hali için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0.82 olarak hesaplanmıştır.

3.4.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeği

Ek 6 da verilen, 4 klasik sorudan oluşan bir ölçektir. Gerektiğinde tutum ölçeğine ek olarak kullanılacak bu veri toplama aracının tutum ölçeğini destekleyici, tutum ölçeğine verilecek cevapları sınavıcı ve görüşmenin ilerleyişine göre yönlendirilmeye müsait maddelerden oluşmasına dikkat edilmiştir.

4 klasik sorunun seçiminde öncelikle görüşülmesi gerekli olan konular saptanmıştır. Bu konular öğrencilerin biyokimyayı daha önceden sevip sevmediği, daha önce biyokimya dersi görüp görmediği, uygulamadan hoşlanıp hoşlanmadıkları, uygulamanın etkisi ve uygulamanın daimi olarak uygulanması konusundaki fikirlerini kapsamaktadır. Bahsedilen konulardan yola çıkılarak hazırlanmış bu dört maddenin hem adı geçen konuları kapsamasına hem de görüşme esnasında yönlendirilmeye müsait şekilde hazırlanmasına dikkat edilmiştir. Ardından ölçek, 4 uzman görüşü alınarak Ek- 6da sunulan halini almıştır.

4. BULGULAR

4.1. Hazır Bulunuşluk Testine Yönelik Bulgular

30 maddeden oluşan hazır bulunuşluk testine öğrencilerin vermiş oldukları doğru cevap sayısına göre puanlama yapılmış ve en yüksek puan 30 olarak belirlenmiştir. TAP programı yardımıyla öğrencilerin kağıtları okunmuş ve tüm öğrenciler için Tablo 9’ da görülen bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 9: Tüm katılımcılar için genel sonuçlar

| N | Ortalama | Standart Sapma | Maksimum puan | Minimum puan |
|----|----------|----------------|---------------|--------------|
| 48 | 21,97917 | 4,61 | 29 | 12 |

En yüksek puanın 30 olduğu bir sınav için ortalamanın yaklaşık 22 olması yani öğrencilerin ortalama 22 soruyu doğru yanıtlaması yeterli bulunmuştur. Ancak yine de her iki grubu da anlaşılmamış konulara yönelik öğrencilerden gelen sorular doğrultusunda ek bir hazırlık dersi yapılmıştır.

Ardından deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve bu grupların hazır bulunuşluk testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı irdelenmiştir. Bunun için t-testi yapılmış ve tablo 10’da verilen bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 10: Deney ve kontrol grubunun hazır bulunuşluk testleri puanlarına yönelik t-testi bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|---------------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| Deney grubu | 24 | 21,333 | 4,65 | 23 | -0,85 | 0,402 |
| Kontrol grubu | 24 | 22,625 | 4,59 | | | |

Yapılan analiz sonucunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri hazır bulunuşluk testi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür, $t(23) = -0,85$, $p < .01$. Buradan yola çıkılarak deney ve kontrol grubunun ön bilgi bakımından da denk olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. “Koenzimler” Konusu Başarı Testine Yönelik Bulgular

Koenzimler konusunda belirlenen hedeflerin kazanılma düzeyini ölçme amacıyla hazırlanmış olan KBT’de her doğru cevap 1 puan olmak üzere en yüksek puan 30 olarak belirlenmiştir. Şans başarısını engellemek ve kavram yanlışlarını tespit amaçlı konan “Çünkü” ibarelerinin değerlendirmeleri test sonuçlarına yansıtılmamış, değerlendirilmesi çoktan seçmeli maddelerden ayrı yapılmıştır.

Deney grubuna PDÖ etkinliğinden sonra, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemlerine göre yapılan dersin sonunda uygulanan KBT’ye yönelik elde edilen sonuçlar tablo 11 ve 12 de verilmiştir.

Tablo 11: Deney Grubunun KBT Sonuçları

| N | Ortalama | Standart Sapma | Maximum puan | Minimum puan |
|----|----------|----------------|--------------|--------------|
| 24 | 24,00 | 3,62 | 30 | 16 |

Tablo 12: Kontrol Grubunun KBT Sonuçları

| N | Ortalama | Standart Sapma | Maximum puan | Minimum puan |
|----|----------|----------------|--------------|--------------|
| 24 | 12,7 | 4,57 | 23 | 7 |

İki grubun ortalama değerlerinde gözle görülür bir fark vardır. Bu farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla KBT sonuçlarına yönelik t-testi uygulanmış ve tablo 13'deki veriler elde edilmiştir.

Tablo 13: Deney ve Kontrol Grubunun KBT Sonuçlarına Yönelik t-Testi Bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|---------------|----|-----------|------|----|-------|-------|
| Deney grubu | 24 | 24,00 | 3,62 | 23 | 8,603 | 0,000 |
| Kontrol grubu | 24 | 12,7 | 4,57 | | | |

Yapılan analiz sonucunda deney ve kontrol grubu öğrencileri KBT puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür, $t(23)= 8,603$, $p < .01$. Deney ve kontrol grubunun başarı puan ortalamalarının 24,00 ve 12,7 olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen araştırma sonuçları, PDÖ etkinliği uygulanan deney grubu öğrencilerinin “Koenzimler” konusunda geleneksel öğretim yöntemleri ile ders işlenen kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğunu göstermektedir.

4.3. Kavram Yanılgılarının Oluşumuna Yönelik Bulgular

KBT çoktan seçmeli bir test olmasının yanı sıra gerek görülen maddelerinde “Çünkü” ibaresi vardır. Bu ibareyle hem öğrencilerin şans başarısının önüne geçilmesi, doğru cevabın neden o şık olduğuna dair bilgi alınması hem de o soruyla ölçülen konuya yönelik öğrencinin zihninde bir kavram yanılgısı olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. KBT sonuçlarından bağımsız olarak değerlendirilen bu cevaplara yönelik kontrol grubunda belirlenmiş bazı bulgular aşağıda verilmiştir:

2 nolu öğrenci 6. ve 7. nolu soruların sonunda gelen Çünkü ifadesine “*Oksijen bulundurur*” yazmıştır. 6. Soruda CoQnun görevi olarak molekül içi yer değiştirmeleri işaretlerken 7. Soruda birlikte çalıştığı enzim sınıfını oksidoredüktazlar olarak işaretlemiş ve hangi enzimin hangi görevde ve hangi koenzimle çalıştığı yönündeki

yanılgısını göstermiş, bunun yanı sıra verilen cevaptan CoQda Q'yu oksijen olarak algıladığı anlaşılmıştır.

Aynı öğrenci 18. Soruda deoksiadenozilkobalamini işaretlemiş ve bunun nedeni olarak da “*Şekil üzerinde adrenalın var*” açıklamasını yapmış ve adenzil ile adrenalinin aynı şey olduğunu düşündüğünü göstermiştir.

5 nolu öğrenci 6. Soruda elektron ve H transferi gerçekleştiğini işaretleyerek CoQnun görevini doğru olarak işaretlemiş ancak birlikte çalıştığı enzim sınıfı olarak transferazları işaretlemiş, buna neden olarak da Çünkü ifadesinin yanına “*Transfer tepkimesi olduğu için.*” yazmıştır. Verilen cevaptan elektron ve H transferinde görevli olan koenzimlerin transferazlarla çalıştığı yanılıgısına sahip olduğu görülmektedir.

6 nolu öğrenci 3. Soruya vermiş olduğu aminoasit kaynaklı yanıtıyla koenzimlerin yapısına aminoasitlerin katıldığı, koenzimlerle enzimlerin ayırımına ulaşamadığı yönündeki yanılıgısını göstermiştir.

10 nolu öğrenci 20. Soruya Metiyonin doğru yanıtını vermiş ancak Çünkü ifadesinin yanına “*Metiyoninin yapısında fosfat yoktur*” yazarak öncül ile koenzim arasındaki ilişkiyi tam kuramadığını göstermiştir.

12 nolu öğrenci 2.soruya verdiği yanıtla koenzimleri organik ve inorganik yapıları olarak sınıflandırabileceğini ifade etmiş ve buradan da inorganik yapıları koenzimler olabileceği düşüncesine sahip olduğunu yani koenzimle kofaktörün tam ayırımına ulaşamadığını göstermiştir. Aynı soruda verilen Çünkü ifadesine de “*Koenzimler vitaminlerden oluşuyor, vitaminlerin organik ya da inorganik olması...*” yazmış ve buradan öğrencinin inorganik vitaminler olması ve bunun da koenzimi inorganik yaptığı yanılıgısına sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

14 nolu öğrenci 2. Soruya verdiği yanıtla ve Çünkü kısmına yazmış olduğu “*Koenzimler bağlandıkları moleküllerde rejenere bakımından sınıflara ayrılıp ayrılmadığına bakarak oluşurlar*” ifadesiyle koenzimlerden rejenere olmayanların da mevcut olduğu yanılıgısına sahip olduğunu göstermiştir.

Aynı öğrenci 28. Soruda vermiş olduğu sitokrom yanıtı ve Çünkü kısmına yazdığı “*Sitokrom koenzimleri birçok enzimi devreye sokarak önleyebilir*” ifadesiyle koenzimlerin enzimleri aktive ettiği yönündeki yanılığını göstermiştir.

24 nolu öğrenci 2. Soruya vermiş olduğu substratlarına karşı yüksek özgüllüğe sahip olması yanıtıyla koenzimleri bu yolla sınıflayabileceği yanılığınla sahip olduğunu ve Çünkü kısmına yazdığı “*Koenzimler substrata karşı yüksek özgüllük gösterir*” ifadesiyle enzimle koenzimin tam ayrımına varamadığını göstermiştir.

Bunların yanı sıra kontrol grubu öğrencilerinin önemli bir kısmı Çünkü kısımlarını boş bırakmış, bir kısmı “*Bilmiyorum*” , “*Salladım*” gibi ifadeler yazmış ve doğru bile işaretlemiş olsalar da nedenini bilmediklerini göstermişlerdir.

Kavram yanılığlarına yönelik Çünkü kısımlarının incelenmesinde deney grubunda ise belirgin bir kavram yanılığınla rastlanmamıştır. Öğrenciler genel olarak oldukça az sayıda Çünkü kısımlarını boş bırakmış, genelde de boş bırakılan Çünkü kısmının olduğu soru yanlış yanıtlanmıştır. Cevap kâğıtlarında kontrol grubunda olduğu gibi “*Bilmiyorum*” , “*Salladım*” şeklinde ifadelerle rastlanmamıştır. Elde edilen veriler ışığında “*Koenzimler*” konusunda deney grubunda kavram yanılığının oluşmadığı belirlenmiştir.

4.4. Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular

Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerine uygulamadan önce ve sonra ön test ve son test olmak üzere iki defa uygulanan bu testle öğrencilerde tutum değişiminin olup olmadığının ölçümü amaçlanmıştır. Öncelikli olarak başlangıçta deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla t-testi uygulanmış ve tablo 14’deki bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 14: Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin TÖ ön testlerine yönelik t-testi bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|---------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Deney grubu | 24 | 80,84 | 9,78 | 37 | 0,277 | 0,784 |
| Kontrol grubu | 24 | 79,9 | 11,37 | | | |

Yapılan analiz sonucunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri TÖ puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür, $t(37)= 0,277$, $p < .01$. Buradan yola çıkılarak deney ve kontrol grubunun tutumlar açısından da denk olduğu sonucuna varılmıştır.

Ardından kontrol grubunun TÖ ön testi ile son testi arasında anlamlı bir fark olup olmadığı, varsa ne yönde olduğunu saptamak amacıyla t-testi yapılmış, tablo 15'deki bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 15: Kontrol grubu TÖ ön test-son teste yönelik t-testi bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|----------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Ön test | 24 | 79,9 | 11,37 | 15 | 1,813 | 0,090 |
| Son test | 24 | 72,12 | 11,84 | | | |

Yapılan analiz sonucunda kontrol grubunun tutum ölçeğinin ön-son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur, $t(15)= 1,813$, $p < .01$. Kontrol grubunun son test ortalamalarında ön teste kıyasla anlamlı düzeyde olmasa da bir düşüş gözlenmiştir.

Deney grubuna PDÖ etkinliğinden önce uygulanan TÖ ön test puanları ile etkinlikten sonra uygulanan TÖ son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını saptamak amacıyla t-testi yapılmış ve tablo 16'daki bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 16: Deney grubu TÖ ön test-son teste yönelik t-testi bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|----------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Ön test | 24 | 80,84 | 9,79 | 18 | 1,198 | 0,004 |
| Son test | 24 | 95,79 | 12,38 | | | |

Yapılan analiz sonucunda deney grubunun TÖ ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür, $t(18)= 1,198$, $p < .01$. Ortalamalara bakıldığında ön test ortalaması 80,84 iken son test ortalaması 95,79 dur ve bu da son test lehine bir fark olduğunu gösterir.

Deney grubuna PDÖ etkinliğinin uygulanması, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemlerle “*Koenzimler*” konusunun anlatımının ardından TÖ son test olarak bir kez daha uygulanmış ve yapılan t-testi ile tabloda 17’deki bulgulara ulaşılmıştır.

Tablo 17: Deney ve kontrol grubunun TÖ son testlerine yönelik t-testi bulguları

| Ölçümler | N | \bar{X} | S | sd | t | p |
|---------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Deney grubu | 24 | 95,79 | 12,38 | 33 | 3,318 | 0,002 |
| Kontrol grubu | 24 | 72,12 | 11,84 | | | |

Yapılan analiz sonucunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri TÖ son test puanları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür, $t(33)= 3,318$, $p < .01$. Ortalamalara bakıldığında deney grubunun ortalaması 95,79 iken kontrol grubunun ortalaması 72,12 dir ve bu da deney grubunun lehine bir fark olduğunu gösterir. Bulgular; PDÖ etkinliği uygulanan deney grubu öğrencilerinin geleneksel öğretim yöntemleri ile ders işlenen kontrol grubu öğrencilerine göre biyokimya dersine karşı daha olumlu bir tutuma sahip olduklarını göstermektedir.

“Koenzimler” konusunda gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları PDÖ etkinliği uygulanan deney grubu öğrencilerinin biyokimya dersine karşı tutumlarında olumlu bir artış olduğunu göstermektedir.

4.5. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Ölçeğinden Elde Edilen Bulgular

Bu ölçek 4 maddeden oluşmaktadır ve deney grubundan seçilen bazı öğrencilerin yanıtlarına aşağıda verilmiştir.

1. Kimyanın bir alt dalı olan biyokimyayı sever misiniz?

“Kimya başta olmak üzere alt dallarını da severim. Biyokimya alan dersim olduğu için severek yapmak zorundayım. İnsan sevmediği işi yaparken zorluk çeker. Ben de sevmeden başarılı olamayacağım için severek yapıyorum ve kendime göre başarılıyım. Evet seviyorum.”

“Biyokimyayı pek sevmezdim. Geçen sene Kimya bölümü okudum ama pek ilgimi çekmiyordu. Pek sevmezdim.”

“Tam anlamıyla olmasa da severim. İlgi çekici bazı yönleri var.”

“Elbette ki seviyorum. Biyokimya çok zevkli bir ders. Biyokimya çözerken istikle çözüyorum. Biyokimya diğer fen bilimleri dersinin çözümünü kolaylaştırdığı için daha çok ilgimi çekiyor.”

2. Etkinlikten sonra biyokimyaya bakış açınız değişti mi?

“Gayet tabii ki bakış açım daha geniş ve isteyerek oldu. Daha önceden anlamadığım terimler daha fazlaydı. Şimdi anlayarak ve severek olduğu için işin tadına varmaya başladım. Neyin nereden geldiğini anlamak ya da anlayabilmek bakış açısının değiştiğini gösterir.”

“Bu etkinlikten sonra biyokimyaya ilgim çoğaldı. Çünkü bu etkinlikle sorularıma daha net cevap almaya başladım. Ve bu dersin daha eğlenceli olduğunun farkına varmaya başladım.”

“Evet, daha çok anladım. Bilmediklerimi öğrendim.”

“Etkinlikten sonra biyokimyanın önemini daha iyi anladım. Biyokimya dersinin sürükleyici bir ders olduğunun farkına vardım”

3. Sizce tüm dersler bu uygulama ile mi anlatılmalı?

“Dersten verim almak, kalıcı olmasını sağlamak ve öğrenciye heyecan vererek ders işlenmesi isteniyorsa kesinlikle bu uygulama ile anlatılmalıdır.”

“Bence tüm dersler bu uygulama ile anlatılmalı. Çünkü az kişi ile daha verimli sonuçlar alınıyor. Aklımdaki soruların tüm karşılığını elde ediyorum.”

“Konusuna göre değişebilir. Ancak bu tür uygulamaların çok yararı olduğunu düşünüyorum. Öğrencilere faydalı gelebilir.”

“Kesinlikle tüm dersler bu uygulama ile anlatılmalı. Bu uygulamayla derslerin önemini daha iyi anlıyoruz. Bu uygulamayla bakış açımın değiştiğine inanıyorum.”

4. Önerileriniz nelerdir?

“Genelde öğrencilerin zorlandığı derslerden yani biyokimyadan başarı oranı yüksek seviyelere ulaşıyorsa diğer derslerde bu uygulamanın yapılmasını isterim.”

“Derslere daha çok ilgi göstermemiz, dersleri daha çok sevmemiz için etkinliğin yapılmasını isterim. Bu etkinlik bizi daha iyi ve anlayarak çalışmaya sevk ediyor. Kesinlikle bu uygulamanın diğer derslerde de uygulanmasını istemekteyim.”

“Bence araştırmamız, tekrar konu hakkında tartışmamız daha kalıcı olmuştur. Bu sistemin uygulanabilecek tüm derslerde uygulanması gerekmektedir. Biyokimyayı bize daha da çok sevdiren bir yöntem olan bu uygulama bence çok verimli oldu.”

“Bu uygulama yaygınlaştırılmalı. Öğrenciler bu sayede daha da verimli sonuçlar elde edecektir. Hem bu sayede derslere katılımı da artışlar gözlenecektir. “Çalışan kazanır elması kızarır” diye bir söz vardır. Bu sayede çoğu elmalar kızaracaktır.”

“Bence şu anki müfredatta olan eğitim sistemi pek başarılı sayılmaz. Öğreticinin öğrencilerle daha yakından ilgilenmesi, onları derse teşvik etmesi öğrencilerin daha kolay öğrenmesini ve başarı düzeyinin artmasını sağlayacaktır. En iyi öğrenme yöntemi sayılabilir.”

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen çalışmada Biyokimya dersi **“Koenzimler”** konusunda bir PDÖ etkinliği geliştirilerek uygulanması ve bu etkinliğin öğrenci başarısı, öğrencilerde kavram yanılığının oluşumu ve biyokimya dersine karşı tutumuna etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Bu amaçla her iki gruba da hazır bulunuşluk testi yapılmıştır. En yüksek puanın 30 olduğu bir sınav için ortalamanın yaklaşık 22 olması yani öğrencilerin ortalama 22 soruyu doğru yanıtlaması yeterli bulunmuştur. Ancak, yine de her iki grubu da anlaşılmamış konulara yönelik öğrencilerden gelen sorular doğrultusunda ek bir hazırlık dersi yapılmıştır. Ardından deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve bu grupların hazır bulunuşluk testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olmadığı, $t(23) = -0,85$, $p < .01$, belirlendikten sonra uygulamalara geçilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında her iki gruba Prof. Dr. Leman Tarhan tarafından hazırlanan *Kimya Dersine Karşı Tutum Ölçeği* uygulanmıştır. Ardından **“Koenzimler”** konusu deney grubuna tarafımızdan düzenlenen PDÖ etkinliğini içeren yapılandırıcılığa dayalı hazırlanan rehber materyal doğrultusunda, kontrol grubuna geleneksel yöntemlerle anlatılmıştır. Etkinliklerin sonunda her iki gruba **“Koenzimler”** konusu başarı testi, tutum ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme ölçeği uygulanmıştır.

Çalışmanın sonucunda öğrenci başarısı bakımından PDÖ etkinliğinin uygulandığı **“Koenzimler”** konusunda deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Bu da PDÖ etkinliğinin öğrenci başarısını arttırdığına dair önemli bir bulgudur. Tarhan, Ayar-Kayalı ve Öztürk- Ürek (2002)'in lise – 1 biyoloji programındaki “Canlıların Temel Bileşenleri” ünitesindeki “Proteinler ve Enzimler” konularına yönelik rehber materyal geliştirdikleri çalışma da aktif öğrenme yöntemlerinin başarıyı arttırdığını göstermesi çalışma sonuçlarımızı destekler niteliktedir. Benzer şekilde Grover(2004), biyokimya dersinde gerçekleştirdiği, AIDS üzerine düzenlediği bir problem ile nükleik asitleri daha etkili öğretmeyi amaçladığı çalışmasında; Yoshioka vd (2005) ise biyokimya, anatomi, farmakoloji gibi derslerle bütünleştirilmiş insan biyolojisi dersi kapsamında yaptıkları çalışmalarında probleme dayalı öğrenmenin öğrenci başarısını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yine literatürde probleme dayalı öğrenme yöntemlerinin etkilerinin incelendiği pek çok araştırmada çalışmamızın sonuçlarını desteklemektedir (Morales-Mann ve Kaitel, 2001; Aksoy, 2005; Akınoğlu ve Özkardeş-Tandoğan, 2007; Kayalı vd, 2002; Gürses vd, 2007; Bilgin, Şenocak ve Sözbilir, 2009; Puri, 2002; Araz ve Sungur, 2007).

Gerçekleştirilen çalışmada Biyokimya dersi “*Koenzimler*” konusuna yönelik rehber materyal geliştirilmiştir. Bu amaçla; konuların bilgi dizinimi yeniden düzenlenmiş, konunun işleniş özelliğine göre uygun yerlerde probleme dayalı öğrenme, beyin fırtınası gibi aktif öğrenme yöntem ve tekniklerinin yanı sıra PDÖ'nün de temelini oluşturan günlük hayattan örneklerin yer aldığı Sağlık Köşesi adlı okuma parçalarından da yararlanılmıştır. Sunum rehber materyali hazırlanırken piyasada mevcut 7 adet yerli ve 4 adet yabancı biyokimya kitapları taranmıştır. Bu kitaplarda “*Koenzimler*” konusunun hangi konudan sonra ve hangi sırayla anlatıldığı; hangi koenzimin nasıl verildiği ve bunların nasıl örneklendirildiği detaylı incelenmiştir. Ayrıca, tez kapsamında incelenen kitaplar kavram yanlışlığı bakımından da taranmış ve karşılaştırılmıştır. Böylelikle problem için yapılan araştırma esnasında öğrencinin de ne gibi kavram yanlışlıkları ile karşılaşacağı görülerek bu gibi kullanımların yanlış olduğu gerek oturumlar gerekse sunum esnasında vurgulanması amaçlanmıştır. İncelenen kitaplarda koenzim ile kofaktör kavramlarının karıştırılması, bağlanma şeklinin gevşek ya da sıkı olarak ifade edilmesi, koenzimin enzime difüzyonu, koenzimin kataliz işlevi olduğu, koenzim ile enzim ayırımına varılmadığı gibi kavram yanlışlıklarına rastlanmıştır. Tüm bu incelemeler göz önünde bulundurularak “*Koenzimler*” konusunu kavram yanlışlığı olmaksızın Yapılandırmacı Yaklaşımı dayalı konu dizinimi ve örneklerin çizimi içeriği tarafımızdan düzenlenen Rehber Materyal hazırlanmış ve deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Bu çalışmaların neticesinde araştırmanın diğer bir bağımlı değişkeni olan kavram yanlışlıklarının oluşumuna dair yapılan incelemelerde kontrol grubu öğrencilerinde “*Koenzimler*” konusunda; Koenzim yapısı, işlevi, görevi, koenzim-enzim farkı, koenzim rejenerasyonu gibi kavram yanlışlıklarına rastlanırken, deney grubu öğrencilerinde böyle bir durum saptanmamıştır. Elde edilen sonuç; PDÖ içeren rehber materyal uygulamasının bu konuda kavram yanlışlıklarının oluşumunu engellediğini göstermektedir.

Öğrencilerin biyokimya dersine karşı olan tutumlarına yönelik yapılan analizlerde kontrol grubu öğrencilerinde son test sonuçları ön teste kıyasla anlamlı olmayan bir düşüş göstermiştir. Bu durum; geleneksel yöntemlerle işlenen “*Koenzim*” konusunda öğrencilerin derse yönelik tutumlarında olumlu yönde bir gelişme olmadığını göstermektedir. Deney grubu öğrencilerinde ise ön-son test sonuçlarına göre; başlangıçta kontrol grubu ile denk olan tutumlarında uygulama sonunda olumlu yönde bir artış gözlenmiştir. Ayrıca, deney ve kontrol grubunun çalışma sonunda tutumları kıyaslandığında ise deney grubu lehine olumlu yönde anlamlı fark saptanmıştır. Tüm bu analizlerin sonuçları, aktif öğrenme yöntemlerinden biri olan PDÖ uygulamasının öğrencilerin biyokimya dersine karşı tutumlarını olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir. Tutum ölçeğinin her bir maddesinin detaylı incelenmesi ile

deney grubu öğrencilerinin başlangıçta “Biyokimya bilgisinin günlük yaşamdaki birçok olayı yorumlamaya yardımcı olması, Biyokimya problemlerini kolaylıkla çözebilme, Biyokimyadaki kavramların somut olmayışı, Biyokimyanın zor ve karmaşık bir ders oluşu, Biyokimya ile ilgili meslekleri çekici bulmayışları, Biyokimyanın modern yaşamdaki rolünün büyük oluşu, Biyokimya problemlerini çözerken bilgilerini kullanmada zorlanma” hususlarında sahip oldukları olumsuz tutumlarının olumlu yönde geliştiği saptanmıştır. Bu da günlük yaşamdan örneklerle desteklenen rehber materyal uygulamasının, öğrencinin problemin çözümünde aktif görev alması ve çözümün her aşamasında kendi başarısının olduğunu bilmesinin ve problemleri çözebildikçe kendine olan güveninin artışının beklenen bir sonucudur.

Elde edilen sonuç Puri (2002) nin, biyokimya dersi kapsamında tıp öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında elde ettiği “Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin biyokimyaya karşı olumlu tutum geliştirmesinde yardımcı olduğu” bulgusu ile paralellik göstermektedir. Ayrıca literatürdeki pek çok çalışma (Şemin vd, 2001; Aksoy, 2005; Akınoğlu ve Özkardeş-Tandoğan, 2007; Ram, 1999; Kartal-Taşoğlu, 2009; Tavukçu, 2006; Bayrak, 2007; Özyalçın-Oskay, 2007) “Probleme Dayalı Öğrenme yaklaşımının öğrenci tutumunu olumlu yönde geliştirdiği” bulgularıyla çalışmamızı desteklemektedir.

Uygulamalar süresince öğrencilerden alınan tepkiler de analiz sonuçlarını desteklemektedir. Örneğin kontrol grubunda ders süresince öğretmen anlatmış, öğrenciler dinlemiş ve gerektiğinde not almıştır. En çok yakınılan durum ise “ Bu kadar koenzimi kim ezberleyecek?”, “ Şimdi bu koenzimleri öğrendik de ne oldu?”, “Sınavda nasıl soracaksınız, hepsini bilmemiz mi gerekiyor?”, “Biyokimya zaten zordu, hepten karıştı” olmuştur. Tüm bu tepkiler de “**Koenzimler**” konusunun geleneksel yöntemlerle anlatılmasının kafa karışıklığı, motivasyon düşüklüğü, ezbere yönelim ve sınav kaygısına sebep olduğunu tekrar göstermiştir.

“**Koenzimler**” yönelik yapılandırmacı yaklaşıma dayalı hazırlanmış rehber materyal uygulaması sonucunda öğrencilerin konuyu öğrenmede kendileri aktif katıldıkları ve günlük hayatla ilişkilendirildiği için daha motive oldukları, özgüvenlerinin arttığı, kimya problemlerini çözmede bilgi kullanma düzeylerinin arttığı ve problemleri kolay çözebildikleri belirlenmiştir. Ayrıca, eğitim yönlendiricisi tarafından öğrencinin adım adım bilgiye ulaşmasını sağlayacak şekilde düzenlenen PDÖ çalışma yaprağı uygun ve yerinde sorularla öğrenciye hissettirmeden yol göstermesi uygulama sürecinde öğrencinin merak ve istekliliğinde oldukça olumlu eğilim göstermelerini sağlamıştır. Her sorunun zincirin halkaları gibi birbirine bağlı olduğunu fark eden bir öğrenciden “Evet hepsi sıralı ve bizi konuya götürüyor” tepkisi alınmıştır. Benzer şekilde Morales-Mann ve Kaitel (2001) çalışmalarında

probleme dayalı öğrenme uygulamalarının öğrencilerin kendilerine olan güvenlerini arttırdığı ve kendilerini daha iyi ifade etme güçlerinin geliştiğini saptamıştır.

Derste gerçekleşen bu olumlu durumlar öğrencinin derse karşı olumlu tutum sergilemesini, derse ilginin artmasını ve tüm bunlara bağlı olarak da kavram yanlışlığı oluşumunun engellenmesini ve dolayısıyla başarının artmasını sağlamıştır. Sonuçlar; aktif öğrenme yöntemleri öğrencilerde olumlu tutum geliştirdiğini, kavram yanlışlarının oluşumunun engellediğini ve başarıyı arttırdığını açıkça göstermektedir.

Öğrenciler tarafından anlaşılması zor, kavramları karmaşık olarak nitelendirilen Biyokimya dersinde başarının artırılması için aktif öğrenme yöntemlerinin kullanımının sıklaştırılması gerekmektedir. Aktif öğrenme yöntemlerinin esas alındığı derse aktif katılan, sorumluluk alabilen, kendini problemin çözümünün bir parçası olarak gören öğrenci artan çalışma isteğine paralel olarak başarılı olacaktır. Ayrıca mevcut kitaplar yeniden ele alınmalı, aktif öğrenme yöntem ve tekniklerini içerecek şekilde, kavram yanlışlığı olmaksızın yapılandırmacı yaklaşıma göre düzenlenmeli ve salt bilgi yerine konuları destekleyici nitelikte günlük yaşamdan örnekler verilmelidir. Böylelikle öğrenciler öğrenmiş oldukları konunun günlük yaşamdaki yerini, mevcut durumları öğrendiği konular ile açıklayabileceğini görecektir, derse olan ilgileri artacak, dolayısıyla artan motivasyon başarı getirecektir. Aktif öğrenme yöntemlerinin uygulamasında en önemli sorunlardan biri öğretmenlerin bu alanda deneyimsiz oluşudur. Nakiboğlu ve Kalın (2003) çalışmalarında öğretmenlerin probleme dayalı öğrenme yaklaşımına göre, öğrenci merkezli bir yaklaşımla yetiştirilmesi ve bu yaklaşımı gelecekte sınıflarında kullanmaları konusunda bilinçlendirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Dolayısıyla eğitim sisteminde başarının yakalanabilmesi için öğretmenlere aktif öğrenme yöntemlerine yönelik hizmet içi eğitimlerin artırılması, aktif öğrenme yöntemlerini derslerinde uygulamalarında teşvik edilmesi ve bu amaca yönelik olarak gerekli imkânların sağlanması gerekmektedir. Bu alanda gerekli çalışma ve düzenlemeler eğitim sistemine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Achilles, C. M., Hoover, S. P. (1996). Transforming Administrative Praxis: The Potential Problem Based Learning As A School Improvement Vehicle For Middle And High Schools. Annual Meeting Of The American Educational Research Association, New York, N.Y.
- Açıkgöz, K. (2003). Aktif Öğrenme. İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Açıkgöz, K.Ü. (2007). Aktif Öğrenme. İzmir: Kanyılmaz Matbaası.
- Akınoğlu, O., Tandoğan R. (2006). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Aktif Öğrenmenin Öğrencilerin Kavram Öğrenmelerine Etkisi: Nitel Bir Analiz.
- Akınoğlu, O., Özkardeş-Tandoğan, R. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 3(1), 71-81.
- Aksoy, G. (2005). Fen Eğitiminde Yaratıcı Düşünme Temelli Bilimsel Yöntem Sürecinin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, SBE, Zonguldak.
- Allen, D., Taner, K. (2003). Approaches to Cell Biology Teaching: Learning in Content in Context-Problem Based Learning. Cell Biology Education, 2(2), 73-81.
- Araz, G., Sungur S. (2007). Effectiveness of Problem Based Learning on Academic Performance in Genetics. Biochemistry and Molecular Biology Education, 35(6), 448-451.
- Arslan, O. (2003). Biyomoleküller: Teori ve Uygulamalarıyla. Balıkesir: Onur LTD. ŞTİ.
- Barrows, H. (2002). Is it Truly Possible to Have Such a Thing as dPBL?. Distance Education, 23(1), 119-122.
- Barrows, H.S., Tambklyn, R. M. (1980). Problem Based Learning-An Approach To Medical Education. New York: Pregamon.
- Beşer, A., Mete, S., Yıldırım-Sarı, H. (2004). Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitim Yönlendiricisi Nasıl Olmalı?. C.Ü. Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi, 8(2), 32-38.
- Beydoğan, H.Ö. (1998). Okullarda Ölçme ve Değerlendirme. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Bilen, M. (1999). Planlamadan Uygulamaya Öğretim. Ankara:Anı Yayıncılık.
- Bilgin, İ., Şenocak, E., Sözbilir, M. (2009). Problem Temelli Eğitimin Üniversite Öğrencilerinin Gaz Kavramındaki Kavramsal ve Kantitatif Problemlerdeki Performansına Etkisi. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 5(2), 153-164.
- Blanco, M., Iturriaga, H., Maspoch, S., Tarin, P. (1989). A simple method for spectrophotometric determination of two-components with overlapped spectra. Journal of Chemical Education, 66(2), 178.

- Brody, T. (1999). *Nutritional Biochemistry* (2. Baskı). San Diego: Academic Press.
- Boud, D., Feletti, G. (Eds) (1991). *The Challenge of Problem Based Learning*. London: Kogan Page.
- Boyle, J. A. (2004). Bioinformatics in Undergraduate Education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 32(4), 236–238.
- Bridges, E., Hallinger, P. (1992). *Problem Based Learning For Administrators*. ERIC Clearinghouse on Educational Management, University of Oregon.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, Pagem Yayıncılık, Ankara.
- Camp, G. (1996). Problem-Based Learning: A Paradigm Shift or a Passing Fad?. *MEO*, 1-2.
- Cancilla, D. A. (2001). Integration of Environmental Analytical Chemistry with Environmental Law: The Development of a Problem-Based Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 78, 1652–1659.
- Carder, L., Willingham, P., Bibb, D. (2001). Case-Based, Problem-Based Learning, Information Literacy for the Real World. *Research Strategies*, 18, 181–190.
- Çalık, M. (2003). Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Çözümlerle İlgili Kavramları Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çepni, S. (2001). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. Trabzon: Erol Ofset Matbaacılık.
- Dods, R.F. (1996). A problem-based learning design for teaching biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 73, 225–228.
- Dunlap, J. C. (1997). *The Relationship of Problem Based Learning to Life-Long Learning*. Dissertation Abstract International, 58, 1–71.
- Ebenezer, J. V., Erickson, L. G. (1996). Chemistry students' conception of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80 (2), 181-201.
- Erdem, E., Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). Kimya Dersinde Bazı Kavramlar Öğrenciler Tarafından Ne Kadar Anlaşıyor?. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 65-71.
- Gözükara, E. (2001). *Biyokimya* (4. Baskı). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Greeno, J.G., Collins, A.M., ve Resnick, L.B. (1997). Cognition and learning. In D. Berliner ve R. Calfee (Eds.), *New York: Simon and Schuster Macmillan*.
- Grover N. (2004). Introductory Course Based on a Single Problem: Learning Nucleic Acid Biochemistry from AIDS Research. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 32(6), 367–372.

- Gürses, A., Açıkyıldız, M., Doğar, Ç. and Sözbilir, M. (2007). An investigation into the effectiveness of problem-based learning in a physical chemistry laboratory course. *Research in Science and Technological Education*, 25, 1, 99 –113.
- Harris, K., Marcus, R., McLaren, K., Fey, J. (2001). Curriculum materials supporting problem-based teaching. *School Science and Mathematics*, 101(6), 310–318.
- Hartley, J., Davies, I.K. (1978). Note-taking: A Critical Review. *Programmed Learning and Educational Technology*, 15, 207-224.
- Hodges, L. C. A. (2002). Professor's Pathway through Problem Based Learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 30(4), 255–257.
- Horton, Moran, Ochs, Rawn, Scrimgeour, Perry. (2002). *Principles of Biochemistry* (3. Baskı). New Jersey: A Pearson Education Company
- Jaleel, A., Rahman, M. A., Huda, N. (2001). Problem-based learning in biochemistry at Ziauddin Medical University, Karachi, Pakistan. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 29, 2, 80–84.
- Johnson, E., Herd, S., Andrewartha, K., Jones, S., Malcolm, S. (2002). Introducing Problem Based Learning in to a Traditional Lecture Course. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 30(2), 121–124.
- Jonassen, D.H. (1999). *Designing Constructivist Learning Environment* (Edt. Charles M. Reigeluth). Instructional- Design Theories and Models, ABD: Lawrence Erlbaum Inc.
- Jonassen, D.H, Hernandez-serrano, J. (2002). Case based reasoning and instructional desing: Using stories to support problem solving. *Educational technology research and devolopment*, 50(2), 65-77.
- Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamoğlu, M., Başpınar, N., Tiftik, A., M. (2006). *Biyokimya* (3.Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaptan, F., Korkmaz, H. (2001). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 185 -192.
- Kaptan, F., Korkmaz, H. (2001). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Hizmet Öncesi Fen Öğretmenlerinin Problem Çözme Becerileri Ve Öz Yeterlik İnanç Düzeylerine Etkisi.
- Kartal-Taşoğlu, A. (2009). *Fizik Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Problem Çözme Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Fizik Öğretmenliği Programı.
- Kayalı, H. A., Ürek R. Ö. Ve Tarhan L. (2002, 16-18 Eylül). Kimya Ders Programı Maddenin Yapısı Ünitesindeki “Bağlar” Konusundaki Aktif Öğrenme Destekli Yeni Bir Rehber

- Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, ODTÜ, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 657-663, Ankara
- Khoiny, F. E. (1995). The Effectiveness of Problem Based Learningin Nurse Practitioner Education. (Doctoral dissertation, University of Southern California, 1995). Dissertation Abstracts International, 57, 1–88.
- Kor, F. (2002). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinde, Sınıf İçi Aktivitelerin, Problem Çözmeye Etkisi; Hücre Bölünmeleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi EBE, İstanbul.
- Köksal, O. (2001). Gıda ve Beslenme. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Yayınları.
- Lee, K. S. (2004). Effects of Individual Versus Online Collaborative Case Study Learning Strategies On Critical Thinking of Undergraduate Students. Yayınlanmamış doktora tezi, Teksas Üniversitesi, Teksas.
- Lieux, E. M. A. (1996). Comparative Study of Learning in Lecture VS. Problem- Based Format About Teaching. A Newsletter of the Center for Teaching Effectiveness, Spring University of Delaware.
- Mackenzie A.M., Johnstone A.H., Brown R.I.F. (2003). Learning from problem based learning. University Chemistry Education, 7, 13-26.
- Maxwell, N. L., Bellisimo, Y., Mergendoller, J. (2001). Problem-based Learning: Modifying the Medical School Model for Teaching High School Economics. Social Studies, 92 (2), 73-78.
- Milner, R.G., Stinson, J. E. (1993). Educating Leaders for the New Competitive Environment.
- Moallem, M. (2003). An Interactive Online Course: A Collaborative Design Model. Educational Technology Research and Development, 51 (4), 85–103.
- Morales-Mann, E. T. ve Kaitel, C. A. (2001). Problem-Based Learning in New Canadian Curriculum. Issues and Innovations in Nursing Education, 33, 13–19.
- Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwell, V. W. (1996). Harper' ın Biyokimyası (24. Baskı). (Çev: N. Dikmen, T. Özgünen), İstanbul: Barış Kitabevi
- Murray, I., Savın-Baden, M. (2000). Staff Development in Problem-Based Learning. Teaching in Higher Education, 5 (1), 107-126.
- Nakiboğlu, C., Kalm Ş. (2003). Ortaöğretim Öğrencilerinin Kimya Derslerinde Problem Çözme Güçlükleri-I: Deneyimli Kimya Öğretmenlerine Göre. Kastamonu Eğitim Dergisi, 11(2), 305-316.
- Nelson, D.L., Cox, M. M. (2005). Lehninger, Biyokimyanın İlkeleri. (Çev: N. Kılıç), Palme Yayıncılık

- Nowak, J. A. (2001). The Implications and Outcomes of Using Problem-Based Learning to Teach Middle School Science. Unpublished Dissertation, Indiana University, Indiana, USA.
- Özdamar, K. (1999). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I. 2. Baskı. Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özkardeş Tandoğan, R. (2006). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Aktif Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına Ve Kavram Öğrenmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı.
- Özyalçın-Oskay, Ö. (2007). Kimya Eğitiminde Teknoloji Destekli, Probleme Dayalı Öğrenme Etkinlikleri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, OFMA Kimya Eğitimi Anabilim Dalı.
- Parim, G. (2002). Problem Çözmeye Dayalı Öğretim Yaklaşımı ile DNA, Gen ve Kromozom Kavramlarının Öğretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Peterson,R.F., Treagust, D.F. (1998). Learning to Teach Primary Science Through Problem-Based Learning. Inc. Science Education, 82, 215-237.
- Posner, G.J., Strike, K. A., Hewson, P.W, Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211-228.
- Puri, D.(2002). An Integrated Problem Based Curriculum for Biochemistry Teaching in Medical Science. Indian Journal of Clinical Biochemistry, 17(2), 52–59.
- Ram, P. (1999). Problem Based Learning in Undergraduate Education. Journal of Chemical Education, 76(11), 22-26.
- Ramette, R.W. (1988). Stoichiometry to the Rescue (A Calculation Challenge). Journal of Chemical Education, 65, 9, 800 – 802.
- Ryan, C. ve Koschmann, T. (1994). The Collaborative Learning Laboratory: A Technology Enriched Environment to Support Problem Based Learning In Recreating the Revolution. Proceedings of the Annual National Educational Computing Conference, Boston, Mass.
- Savery, J. R. ve Duffy, T. M. (1996). Problem based learning An instructional model and its constructivist framework. Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design, New Jersey: Educational Technology Publications, Englewood Cliffs.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002). Problem Tabanlı Öğretim Yaklaşımı İle DNA, Gen ve Kromozom Kavramlarının Öğrenilmesi. 5.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, Ankara.

- Şalgam, E. (2009). Fizik Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, OFMA Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı
- Şemin, İ., Güldal, D., Şemin., S. ve Gidener, S. (2001). Probleme Dayalı Öğrenimde Öğrenci Perspektifi: Ne Kadar Değiştik?. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 15, 25–29.
- Şenocak, E., Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme Dayalı Öğrenme ve Fen Eğitiminde Uygulanabilirliği. Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(2), 359-366.
- Tamir, P. (1971). An Alternative Approach to the Construction of Multiple Choice Test Items. *Journal of Biological Education*, 5, 223-235.
- Tarhan L. (2008). Lise ve Üniversite Düzeyinde “Asit-Bazlar” Konusunda Karşılaşılan Kavram Yanılgıları ve Bu Yanılgıların Oluşumunu Engelleme Amacıyla Yapılandırıcı Yaklaşım Dayalı Aktif Öğrenmenin Uygulandığı Bir Materyalin Geliştirilmesi. TUB-105K058 nolu TUBITAK Projesi.
- Tarhan, L., Ayar Kayalı, H., Öztürk Ürek, R. (2004). Biyoloji Ders Programı Canlıların Temel Bileşenleri Ünitesindeki “Proteinler ve Enzimler” Konusunda Aktif Öğrenme Destekli Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması.
- Tavukçu, K. (2006). Fen Bilgisi Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı
- Telefoncu, A.(Çev.). (1992). Tıp ve Fen Bilimciler İçin Biyokimya. İstanbul: Arkadaş Tıp Kitapları.
- Treagust, D.F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Student’s Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Turgut, M.F. (1992). Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Ankara: Saydam Matbaacılık.
- Van Till, C.T., Van Der Vleuten, C.P.M., Van Berkel, H.J.M. (1997). Problem based learning behavior: The impact of differences in problem based learning style and activity on student achievement. Annual Meeting of the American Educational Research Association, March 24–28, Chicago, USA.
- Voet, D., Voet, J. G., Pratt, C. W. (2006). *Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level* (2. Baskı). John Wiley and Sons.
- Ward, R.C. ve Herron, J.D. (1980). Helping Students Understand Formal Chemical Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(5), 387 – 400.
- Wenzel, T. ve Austin, R. (2001). Environmental Chemistry in The Undergraduate Laboratory. *Environmental Science And Technology*, August 35, 15, 326A- 31A.

- White, H. B. (2001). A PBL course that uses research articles as problems.
- Woods, D. (1985). Problem-based learning and problem-solving. Ed: D. Boud, Problem-Based Learning for the Professions, Higher Education Research and Development Society of Australasian, Sydney, 59–66.
- Yaman, S. (2003). Fen Bilgisi Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, EBE, Ankara.
- Yaman, S., Yalçın, N. (2005). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Problem Çözme ve Öz- Yeterlik İnanç Düzeylerinin Gelişimine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29, 229-236.
- Yoshioka, T., Suganuma, T., Tang, A.C., Matsushita, S., Manno, S., Kozu, T. (2005). Facilitation of Problem Finding Among FirstYear Medical School Student Undergoing Problem Based Learning. Teaching and Learning in Medicine, 17(2), 136–141.
- Yuzhi, W. (2003). Using Problem – Based Learning and Teaching Analytical Chemistry. The China Papers.
- Zubay, G. (1988). Biochemistry (2. Baskı). New York: Macmillan

EKLER

EK- 1

HAZIR BULUNUŞLUK TESTİ BELİRTKE TABLOSU

HAZIR BULUNUŞLUK TESTİ BELİRTKE TABLOSU

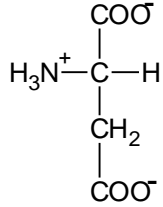
| İÇERİK | HEDEFLER | KAVRAMA | | | | | | | | UYGULAMA | | | | | | | | |
|-----------------|----------|---|---|--|---|---|--|---|--|---|---|---|--|--|---|---|---|-----------|
| | | Nükleik asitlerin yapısını oluşturan birimleri açıklayabilme. | Nükleik asitlerin temel görevlerini açıklayabilme | Aminoasitlerin yapısal genel özelliklerini açıklayabilme | Aminoasitleri R gruplarına göre sınıflandırabilme | İzoelektrik nokta kavramını açıklayabilme | Proteinlerin denatürasyonunu açıklayabilme | Enzimlerle ilgili temel kavramları tanımlayabilme | Enzimlerin katalizledikleri tepkimelere göre sınıflandırabilme | Enzimlerin kataliz işlevini açıklayabilme | DNA ve RNA arasındaki temel farkları açıklayabilme. | Karbohidratların metabolizmadaki işlevlerini açıklayabilme. | Karbohidratları içerdikleri basit şeker ünitesine göre sınıflandırabilme | Karbohidratların genel özelliklerini açıklayabilme | Aminoasitlerin zwitter iyon formunu yazabilme | Verilen aminoasitler arasında peptit bağı oluşturalım | Enzimler ile diğer katalizörleri kıyaslayabilme | TOPLAM |
| Aminoasitler | | | | 6. | 1. | 3. | | | | | | | | 12. | 5. | | 5 | |
| Proteinler | | | | | | | 4. 25, 26 | | | | | | | | | | 3 | |
| Enzimler | | | | | | | 2. 8. 11. 16. 24. 10. 22. | 21. 23. | 7. | | | | | | | | 9. | 11 |
| Karbohidratlar | | | | | | | | | | | 13. | 17,18, 19, 20 | 14. 15. | | | | 7 | |
| Nükleik Asitler | | 28. 29. | 27. | | | | | | | 30. | | | | | | | 4 | |
| TOPLAM | | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 30 |

EK- 2
HAZIRBULUNUŞLUK TESTİ

HAZIRBULUNUŞLUK TESTİ

1. Aminoasitleri R gruplarına göre sınıflamak mümkündür. Örneğin fenilalanin aromatik R gruplu aminoasitler sınıfındadır.

Buna göre aşağıda yapısı görülen aspartat R grubuna göre aşağıdaki sınıflardan hangisine dâhildir?



- a) Polar olmayan alifatik R gruplu
- b) Polar yüksüz R gruplu
- c) Pozitif yüklü R gruplu
- d) Aromatik R gruplu
- e) Asidik R gruplu

2. Enzimlerle ilgili aşağıdaki tanımlamalardan hangisi yanlıştır?

- a)Enzim proteinine güçlü bağlarla bağlı olan yapılara prostetik grup denir.
- b)Enzimin aktivite için ihtiyaç duyduğu yapılarla birlikte katalitik olarak aktif haline koenzim denir.
- c)Enzimlerin sadece protein kısmına apoenzim denir.
- d)Enzimlerde molekülün bağlandığı sınırlı bölge enzimin aktif bölgesidir.
- e)Enzimin aktif bölgesine bağlanan ve enzimin üzerinde aktivite gösterdiği yapıya substrat denir.

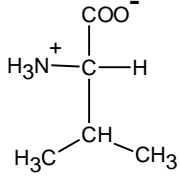
3. Aşağıdakilerden hangisi izoelektrik pH için doğrudur?

- a) İsoelektrik pHda aminoasitler pozitif(+) yüke sahiptir.
- b) İsoelektrik pHda aminoasitler negatif(-) yüke sahiptir.
- c) İsoelektrik pHda aminoasit üzerindeki net yük sıfır(0) dır.
- d) İsoelektrik pHnın üstünde aminoasitler pozitif(+) yüke sahiptir.
- e) İsoelektrik pHnın altında aminoasitler negatif(-) yüke sahiptir.

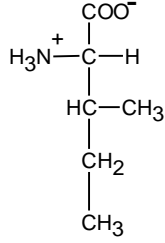
4. Proteinlerin denatürasyonu ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a)Bir proteinin denatüre olması için konformasyonunun ve katlanmalarının tamamen bozulması gerekir.
- b) Bir proteinin belirli ölçüde denatüre olduktan sonra, ortam doğal konformasyonunun kararlı olduğu şartlara getirildiğinde tekrar doğal yapı ve aktivitesini kazanmasına renatürasyon denir.
- c)Kaynama sıcaklığında pişirilen yemeklerde proteinlerin konformasyon ve katlanmaları bozulabilmektedir.
- d)Bir protein denatüre olduğunda yapıdaki kovalent bağlarda kırılma olmaz.
- e)Protein denatürasyonundan sıcaklık ve pH etkin faktörlerdir

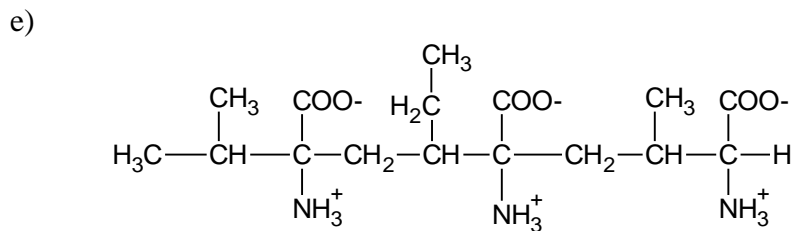
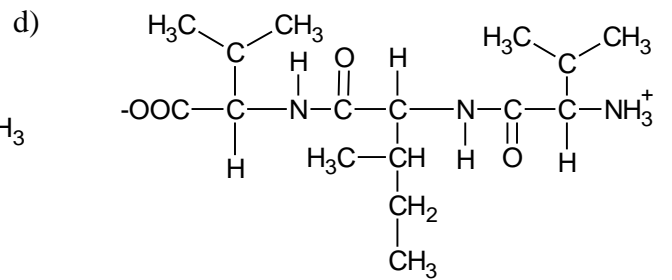
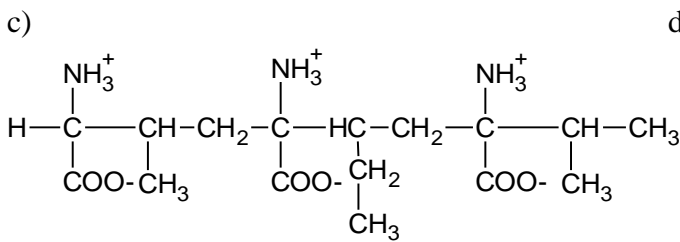
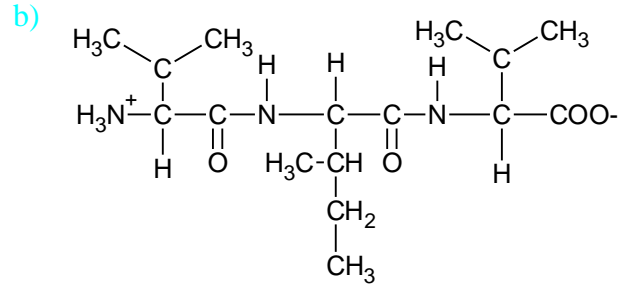
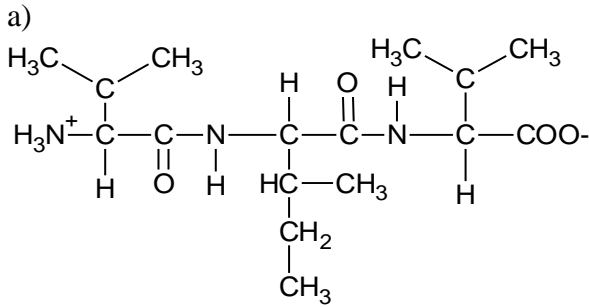
5. Aşağıda verilen aminoasitler arasında valin-izolösin-valin sıralaması ile tripeptit bağı oluşmaktadır. Bu tripeptit bağının gösterimi şıklardan hangisinde doğru olarak verilmiştir?



Valin



İzolösin



6. Aminoasitler için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Metabolizmada sadece 20 adet aminoasit bulunur.
- b) Aminoasitlerde farklılığı C atomuna bağlı R grupları sağlar.
- c) Glisin hariç diğer aminoasitlerde α karbonu kiral merkezdir.
- d) Aminoasitler optikçe aktiftirler.
- e) Aminoasitler gliseraldehitin örnek alındığı D, L sistemi ile tanımlanır.

7. Enzimler ve katıldıkları tepkimeler için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Enzimler katıldıkları tepkimelerin denge sabitine etki ederek tepkime hızını artırır.
- b) Enzimler katıldıkları tepkimelerin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar.
- c) Enzim katalizlediği tepkimede substrat ile bir geçiş kompleksi oluşturur.
- d) Enzim katıldığı bir denge tepkimesinde dengeye geliş süresini kısaltır.
- e) Enzimler katıldığı tepkimenin daha düşük aktivasyon enerjisine sahip yoldan ilerlemesini sağlar.

8. Metabolizmada pek çok enzim inaktif şekilde sentezlenmektedir. Daha sonra bu inaktif enzim işlev göreceği zaman aktif hale getirilir. Böylelikle sindirim enzimleri başta olmak üzere enzimlerin kendini sentezleyen yapıya zarar vermesi önlenmiş olur.

Enzimlerin bu inaktif hali aşağıdakilerden hangisi ile ifade edilmektedir?

- a) Holoenzim
- b) Proenzim
- c) Koenzim
- d) Allosterik enzim
- e) İzoenzim

9. Enzimler biyolojik olmayan (metabolizmada görevli olmayan) katalizörlerden **farklı ve üstün özellikler** taşımaktadır.

Aşağıdakilerden hangisi bu özelliklerden biridir?

- a) Enzimler yüksek özgüllüğe sahiptir.
- b) Enzimler katalizlediği tepkimenin daha kısa sürede gerçekleşmesini sağlar.
- c) Enzimler tepkimenin aktifleşme enerjisi daha düşük bir yoldan ilerlemesini sağlar.
- d) Dengedeki bir tepkimeyi katalizleyen enzimler dengeye daha kısa sürede ulaşmayı sağlar.
- e) Enzimlerin aktivitesi çeşitli faktörlerden etkilenir.

10. Aşağıdakilerden hangisi bir inhibisyon şekli değildir?

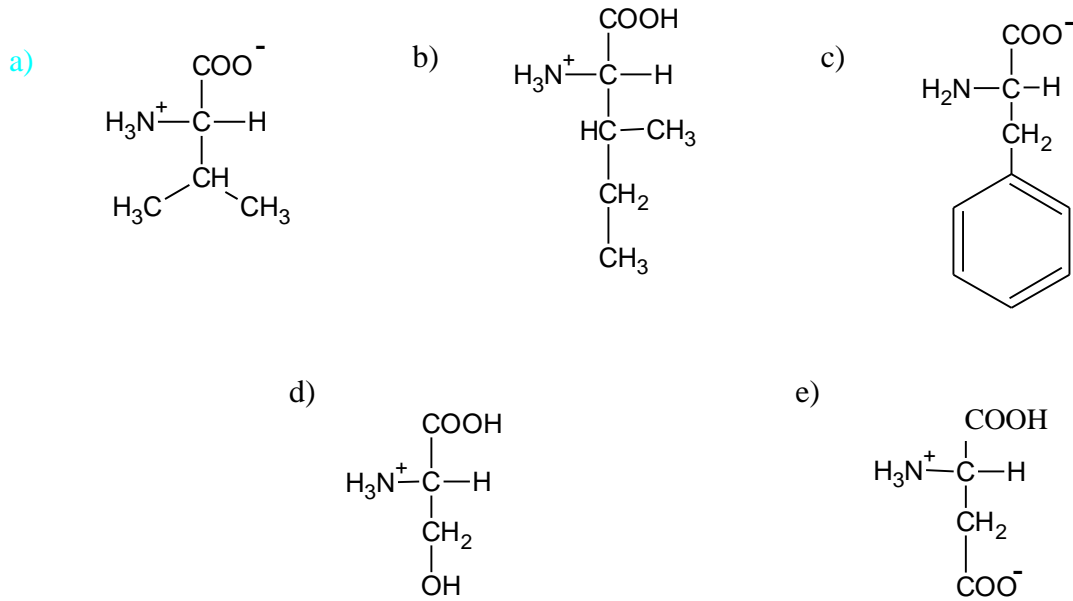
- a) İnhibitörün substratın bağlandığı aktif bölgeye bağlanması
- b) İnhibitörün enzim-substrat kompleksine bağlanması
- c) İnhibitörün enzimin üç boyutlu yapısını bozması
- d) İnhibitörün enzimin aktif bölgesi dışında bir noktaya bağlanması.
- e) İnhibitörün enzime bağlanarak tepkimenin aktifleşme enerjisi düşük başka bir yoldan yürütmesine sebep olması.

11. Laktat dehidrogenaz enzimi kalp kası ve iskelet kasında iki farklı şekilde bulunmaktadır. Enzimin karaciğer ve kalp kasında bulunan formu kalbin İngilizce karşılığı olan Heart'ten esinlenerek H₄, iskelet kasında bulunan diğer formu ise iskelet kasının İngilizce karşılığı olan Muscle'ın ilk harfi alınarak M₄ şeklinde gösterilmektedir. H₄ ve M₄'ün protein yapıları farklı iken katalizledikleri tepkime ise aynıdır.

Buna göre H₄ ve M₄ için hangisi doğrudur?

- a) Birbirlerinin izoenzimleridir.
- b) H₄, M₄'ün kofaktörüdür.
- c) M₄, H₄'ün inhibitörüdür.
- d) Birbirlerinin proenzimidirler.
- e) Birbirlerinin aktivatörüdür.

12. Aşağıda verilen aminoasitlerden hangisi zwitter iyon formundadır?



13. Aşağıdakilerden hangisi karbohidratların bir işlevi değildir?

- a) Hayvanlarda enerji kaynağıdır.
- b) Bitkilerde depo edilerek enerji kaynağı olarak kullanılırlar.
- c) Mikroorganizmaların koruyucu hücre duvarı yapısında bulunurlar.
- d) Enzimlerin yapısının tamamını oluşturur.
- e) Bitkilerin koruyucu hücre duvarının yapısını oluştururlar.

14. Monosakkaritler bir araya gelerek disakkarit, oligosakkarit ya da polisakkarit oluşturabilirler.

Bu oluşum için monosakkaritlerin kendi arasında yapmış olduğu bağ aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Peptit bağı
- b) Fosfoanhidrit bağı
- c) Glikozid bağı
- d) Tiyoester bağı
- e) Fosforil bağı

15. Karbohidratlar için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

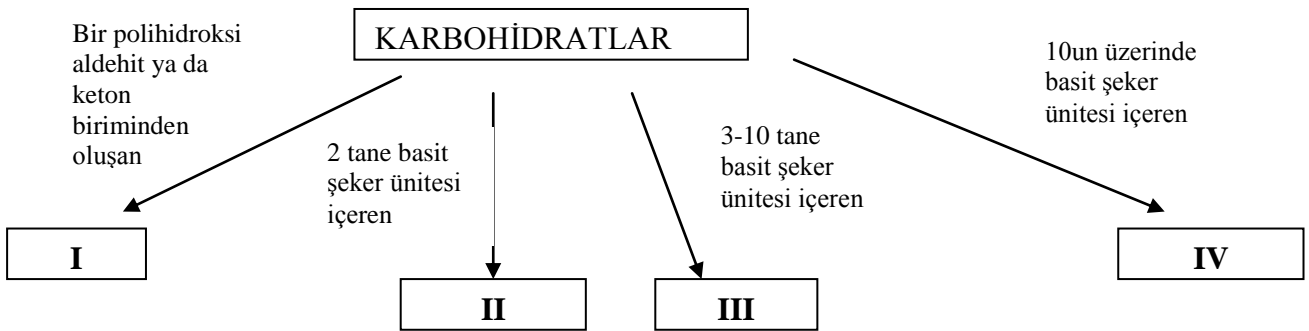
- a) Kiral bir karbona sahiptirler.
- b) Sulu çözeltilerinde halkalı bir yapıdadırlar.
- c) Demir ve bakır iyonlarını indirgeyebilirler.
- d) α heliks yapıda olanlar genel olarak boynuz, tırnak vb.nin yapısında bulunur.
- e) D ve L formunda bulunur.

16. Görev aldıkları metabolik yolun düzenlenmesini sağlayan ve aktivitesi o metabolik yoldaki son ürün ya da başka bir molekül tarafından kontrol edilen enzimlere genel olarak ne ad verilir?

- a) İzoenzim
- b) Proenzim
- c) Allosterik enzim
- d) Holoenzim
- e) Koenzim

17. , 18. , 19. , 20. soruları verilen kavram ağına göre cevaplayınız.

Karbohidratlar içerdiği basit şeker ünite sayısına göre de sınıflandırılabilir.



17. I nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisi getirilmelidir?

- a) Monosakkarit
- b) Disakkarit
- c) Polisakkarit
- d) Oligosakkarit
- e) Monopeptit

18. II nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisi getirilmelidir?

- a) Monosakkarit
- b) Disakkarit
- c) Polisakkarit
- d) Oligosakkarit
- e) Dipeptit

19. III nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisi getirilmelidir?

- a) Monosakkarit
- b) Disakkarit
- c) Polisakkarit
- d) Oligosakkarit
- e) Tripeptit

20. IV nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisi getirilmelidir?

- | | |
|-----------------|------------------|
| a) Monosakkarit | d) Oligosakkarit |
| b) Disakkarit | e) Polipeptit |
| c) Polisakkarit | |

21. Fosfogliserat kinaz enzimi metabolizmada 1,3-bifosfogliserattan ATPye *bir fosforilin transfer edildiği* tepkimeyi katalizler.

Gerçekleşen tepkime dikkate alındığında fosfogliserat kinaz enziminin aşağıdaki enzim sınıflarından hangisinde olması beklenir?

- | | |
|-------------------|-------------|
| a) Oksidoredüktaz | d) Liyazlar |
| b) Transferaz | e) İzomeraz |
| c) Hidrolaz | |

22. Fosfofruktokinaz enzimi kataliz işlevini yerine getirmek için Mg^{2+} iyonlarına gereksinim duyar. Ca^{2+} ise bu enzimin işlevini yerine getirmesini engeller.

Buna göre Ca^{2+} fosfofruktokinaz enzimi için aşağıdakilerden hangisidir?

- | | |
|--------------|-------------|
| a) İnhibitör | d) Kofaktör |
| b) Katalizör | e) Koenzim |
| c) Aktivitör | |

23. UDP-Glukoz 4-epimeraz, UDP-Galaktozdan epimeri olan UDP-Glukozun sentezinde görevli bir enzimdir.

Katalizlediği tepkime göz önüne alındığında bu enzimin aşağıdaki enzim sınıflardan hangisine dâhil olduğu söylenebilir?

- | | |
|-------------------|-------------|
| a) Oksidoredüktaz | d) Liyazlar |
| b) Transferaz | e) İzomeraz |
| c) Hidrolaz | |

ÇÜNKÜ:

24. Fosfofruktokinaz enzimi karbohidratlardan enerji eldesi yolunda önemli bir enzimdir. Bu metabolik yolda ATP konsantrasyonu belli bir düzeye geldiğinde fosfofruktokinazı inhibe eder ve ürün üretimi durur.

Bu işlevi düşünüldüğünde fosfofruktokinaz için hangisi söylenebilir?

- | | |
|--------------------|---------------------|
| a) Zimojen granülü | d) Allosterik enzim |
| b) Proenzim | e) İzoenzim |
| c) Koenzim | |

25. ve 26. soruları metne göre cevaplayınız.

Saflaştırılmış ribonükleaza belirli ölçüde DDT (indirgeyici madde) ve üre çözeltisi eklendiğinde, DDT, 4 tane disülfid bağı koparır, üre ise hidrofobik etkileşimleri bozar ve ribonükleaz aktivitesini kaybeder. Bu olaya (I) denir. Üre ve DDT ortamdan uzaklaştırıldığında ise ribonükleaz kararlı konformasyonuna döner ve katalitik aktivite gösterebilir. Bu olaya ise (II) denir.

25. I nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisinin gelmesi uygun olur?

- a) İnhibisyon
- b) Kataliz
- c) Denatürasyon
- d) Aktivasyon
- e) Renatürasyon

26. II nolu boşluğa aşağıdaki ifadelerden hangisinin gelmesi uygun olur?

- a) İnhibisyon
- b) Kataliz
- c) Denatürasyon
- d) Aktivasyon
- e) Renatürasyon

27. Yapılan bir deneyde hastalıklı S tipi bakterilerden DNA izole edilmiş ve 4tüpe konmuştur. 1. tüpe proteinleri sindiren proteaz, 2 tüpe ribonükleik asitleri sindiren ribonükleaz, 3. tüpe DNAYı sindiren DNAaz enzimleri eklenmiştir. Bu tüpteki içerik ise hasta olmayan farelere enjekte edilmiştir. Deney sonucunda sadece DNAaz enziminin eklendiği tüpteki içerik enjekte edilen farenin yaşadığı, diğerlerinin ise öldüğü gözlenmiştir.

Buna göre bilim insanları neyi kanıtlamıştır?

- a) Hastalık gibi genetik bilgiler DNA tarafından taşınır.
- b) Hastalık gibi genetik bilgiler RNA tarafından taşınır.
- c) Hastalık DNAaz tarafından taşınmıştır.
- d) Bu hastalık fareler için öldürücüdür.
- e) S tipi bakteriler hastalığa neden olur.

28. Aşağıdakilerden hangisi DNAnın yapısı için yanlıştır?

- a) Yapısında riboz şekeri vardır.
- b) Yapısına adenin, guanin, stozin ve timin bazları katılır.
- c) Çift sarmal yapılıdır.
- d) H bağları ile stabildir.
- e) Fosfodiester bağları içerir.

29. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Bir baz ve şekerden oluşan birime nükleotit denir.
- b) 6 karbonlu organik bazlara pirimidin denir.
- c) Nükleosidler bir araya gelerek DNA veya RNAYı oluşturur.
- d) Bir baz, bir şeker ve fosfat gruplarından oluşan birime nükleosid denir.
- e) 5 karbonlu organik bazlara pirimidin denir.

30. Aşağıdakilerden hangisi DNA ve RNA arasındaki temel farklardan biridir?

- a) DNAnın yapısında riboz, RNAda ise deoksiriboz şekeri bulunur.
- b) RNAnın yapısında timin, DNAnın yapısında ise urasil bazı bulunur.
- c) Bazı virüslerdeki hariç tüm canlılarda RNA çift sarmal yapıdadır.
- d) DNA protein sentezinde, RNA ise kalıtsal bilgiyi taşımakta görevlidir.
- e) DNAda adenin sayısı timine, guanin sayısı sitozone eşittir. RNA ise böyle bir oran yoktur.

EK- 3

KOENZİMLER KONUSU BAŞARI TESTİ BELİRTKE TABLOSU

| | | KAVRAMA | | | | | | | UYGULAMA | | |
|--|----------|----------------------------------|---|--|---|--|------------------------------------|---|--|--|-----------|
| İÇERİK | HEDEFLER | Koenzim kavramını tanımlayabilme | Koenzimlerin enzimlere bağlanış şekillerini açıklayabilme | Koenzimlerin kaynaklarını genel olarak açıklayabilme | Metabolizmadaki mevcut tüm koenzimlerin kaynağını açıklayabilme | Koenzimlerin bağlı olduğu enzim türünü açıklayabilme | Koenzimlerin yapısını kavrayabilme | Koenzimlerin enzimine bağlanış şeklini (kuvvetini) yorumlayabilme | Koenzimlerin işlevlerini açıklayabilme | Verilen tepkimeye hangi koenzimin görev aldığı/alacağını tahmin edebilme | TOPLAM |
| | | Koenzimleri temel özellikleri | | 1. | 2. | 3. | | | | | |
| 1. grup koenzimler (Pridin nuk. , Flavin nuk. , CoQ, THBP sitokromlar) | | | | | | 4. 7. | | | 6. 8. 30. | 5. | 6 |
| 2. grup koenzimler (TPP, Biotin, THF, S-adomet, CoA, ATP...) | | | | | 9. 17. 20. | 10. 14. 19. | 16. | 11. | 12, 13 15. 21. 29. | 18. 21. | 15 |
| 3. grup koenzimler (Lipoik asit, PLP) | | | | | | | | | | 23. | 1 |
| 4. grup koenzimler (Deoksiadenozil kobalamin, metilkobalamin) | | | | | | | 24. 26. | | 27. | 25. 28. | 5 |
| TOPLAM | | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 3 | 1 | 9 | 6 | 30 |

EK- 4
KOENZİMLER KONUSU BAŞARI
TESTİ

KOENZİMLER KONUSU BAŞARI TESTİ

“Genel olarak vitaminlerden türeyen, küçük molekül ağırlıklı kompleks organik veya metaloorganik yapıli molekülledir.”

1. Yukarıda tanımlı verilen kavram aşağıdakilerden hangisidir?
- a) Enzim
b) Kofaktör
c) Koenzim
d) Holoenzim
e) Apoenzim

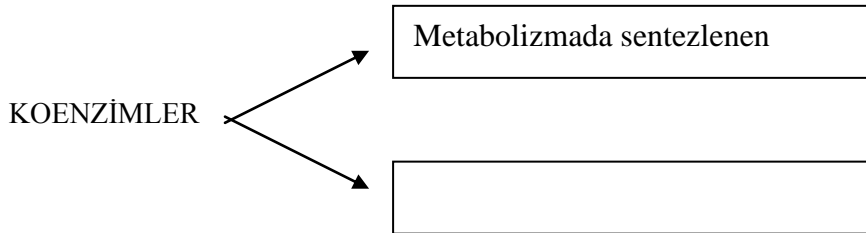
2. ve 3. soruları aşağıda verilen metine göre cevaplayınız.

Biyokimya Anabilim Dalı'nda öğretim elemanı olan Elif Hanım koenzimler konusunu anlattığı derste kullanmak üzere bir kavram ağı oluşturacaktır.

2. Elif Hanım bu kavram ağını oluşturmak için koenzimleri aşağıda verilen hangi özelliğine göre sınıflandırabilir?

- a) Bağlı oldukları enzime güçlü ya da zayıf bağlarla bağlanması
b) Organik ve inorganik yapıli olmaları
c) Rejenere olup olmaması
d) Enzimatik ve enzimatik olmayan tepkimelerde görev yapmaları
e) Substratlara karşı yüksek özgüllüğe sahip olup olmaması
ÇÜNKÜ:

3. Elif Hanım koenzimleri ikinci bir yol olarak metabolizmadaki kaynağına göre sınıflandıracaktır. Buna göre kavram ağının aşağıda verilen parçası için boş bırakılan kısma şıklarda verilen ifadelerden hangisi getirilmelidir?



- a) Protein kaynaklı
b) Lipit kaynaklı
c) Aminoasit kaynaklı
d) Vitamin kaynaklı
e) Polisakkarit kaynaklı

4. Aşağıda verilen koenzim-bağlı olduğu enzim eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

- | | |
|--|--------------------------------------|
| a) FAD-transferaz enzimleri | d) Sitokromlar- transferaz enzimleri |
| b) CoA- oksidoredüktaz enzimleri | e) Biotin- oksidoredüktaz enzimleri |
| c) NAD ⁺ - oksidoredüktaz enzimleri | |

ÇÜNKÜ:

5. Kış uykusuna yatan ayılar uzun süren kış ayları boyunca vücutlarındaki yağları yakarak yaşamlarını sürdürürler. Metabolizmalarında doymuş yağların yakımı esnasında gerçekleşen bir tepkimede açıl CoA dehidrogenaz enzimi katalizinde bir metabolitten koenzime 2e⁻ ve 2H⁺ aktarılır.

Buna göre tepkimede bahsedilen koenzim aşağıdakilerden hangisidir?

- | | |
|---------------------|-----------|
| a) NADH | d) Biotin |
| b) CoA | e) FAD |
| c) Pridoksal fosfat | |

6. ve 7. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Metabolizmada gerçekleşen bir tepkimenin koenzimi CoQ'dur.

6. Bu tepkimede CoQnun işlevi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- İlk metabolitten CoQya elektron ve H transfer edilmiştir.
- CoQ ilk metabolite bağlı metil grubunu ikinci metabolite transfer etmiştir.
- İlk metabolitte gerçekleşen molekül içi yer değiştirmeler CoQ eşliğinde gerçekleşmiştir.
- İlk metabolite bağlı fosfat grubu CoQya transfer edilmiştir.
- İkinci metabolite CoQnun taşıdığı CO₂ bağlanmıştır.

7. Tepkimenin enzimi aşağıda verilen enzim sınıflarından hangisine dahil olabilir?

- | | |
|----------------------|----------------|
| a) Transferazlar | d) Hidrolazlar |
| b) Oksidoredüktazlar | e) Ligazlar |
| c) İzomerazlar | |

ÇÜNKÜ:

8. Tetrahidrobiopterinin koenzim olarak katıldığı bir tepkimede aşağıdakilerden hangisi gerçekleşir?

- | | |
|----------------------------------|--------------------|
| a) Elektron transferi | d) Metil transferi |
| b) Molekül içi yer değiştirmeler | e) Amin transferi |
| c) CO ₂ transferi | |

9. , 10. , 11. , 12. ve 13. soruları verilen metne göre cevaplayınız.

Tiamin pirofosfat (I) bir koenzimdir. Metabolizmada en çok (II) enzimlerine (III) şekilde çalışır. Katıldığı tepkimelerde (IV) ve/veya (V) gerçekleşir. Ortaya çıkış nedenlerinden biri de kronik alkolizm olan Wernicke-Korsakoff sendromu tiamin pirofosfat metabolizması ile ilişkilidir.

9. (I) nolu boşluğa getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Vitamin kaynaklı
- b) Metabolizmada sentezlenen
- c) Yapısındaki pirimidin ve tiazol halkasına ATP transferi ile sentezlenen
- d) Yapısındaki pirimidin ve tiazol halkasına $2e^-$ ve $2H^+$ transferi ile sentezlenen
- e) Öncülünde meydana gelen dekarboksilasyon tepkimesi ile sentezlenen

10. (II) nolu boşluğa getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Transketolaz
- b) Kinaz
- c) İzomeraz
- d) Hidrolaz
- e) Liyaz

11. (III) nolu boşluğa getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

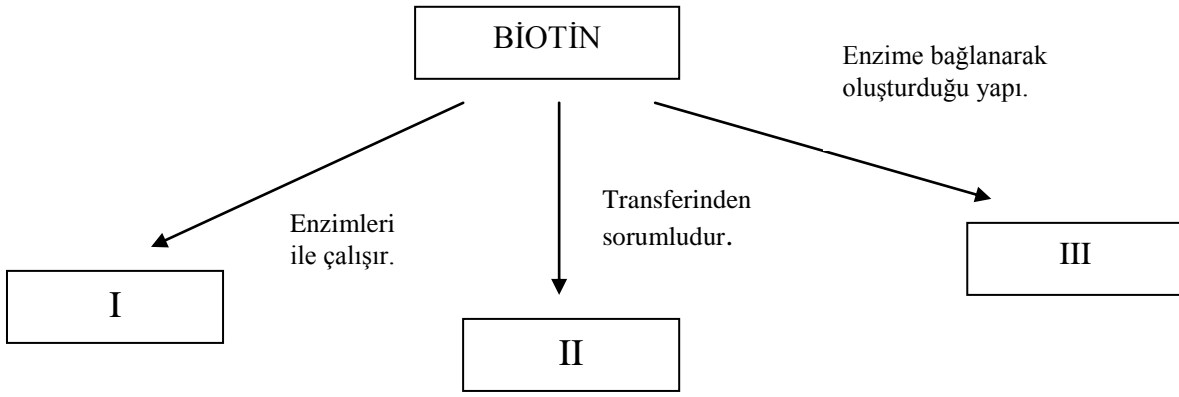
- a) Güçlü bağlarla bağlı
- b) Zayıf bağlarla bağlı
- c) Elektron transfer edecek
- d) Dipol-dipol etkileşimi ile bağlı
- e) Aldehit transfer edecek

12. (IV) nolu boşluğa getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Dekarboksilasyon
- b) Elektron ve hidrojen transferi
- c) CO_2 transferi
- d) Açıl transferi
- e) Metil transferi

13. (V) nolu boşluğa getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Aktif asetil transferi
- b) Aktif aldehit transferi
- c) Metilen transferi
- d) Yükseltgenme-indirgenme tepkimesi
- e) Formaldehit transferi



14. , 15. , 16. soruları yukarıdaki kavram haritasına göre yanıtlayınız.

14. (I) nolu kutuya getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- | | |
|-------------------|-------------|
| a) Oksidoredüktaz | d) Ligaz |
| b) Transferaz | e) İzomeraz |
| c) Sentetaz | |

15. (II) nolu kutuya getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| a) Aktif açıl | d) Metil |
| b) Aktif aldehit | e) CO ₂ |
| c) Elektron ve hidrojen | |

16. (III) nolu kutuya getirilecek ifade aşağıdakilerden hangisidir?

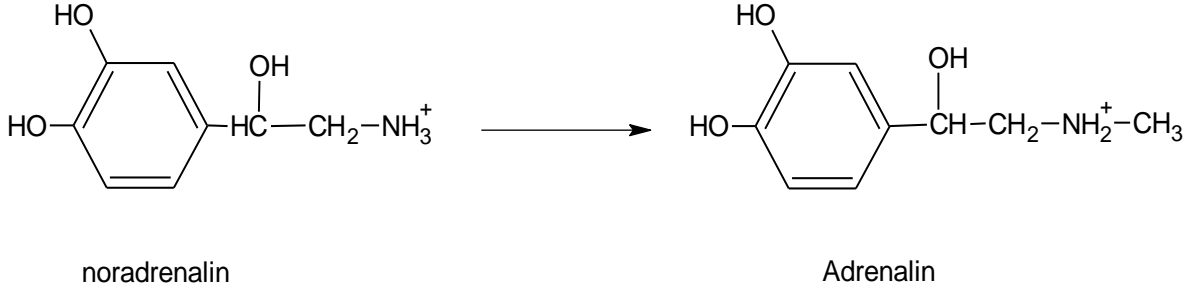
- | | |
|--------------------|-------------------|
| a) Biotinamid | d) Biotindifosfat |
| b) Biotinillizin | e) Biotimetilen |
| c) Biotintrifosfat | |

17. Ispanakta bulunan, hayvanlardaki megaloblastik anemiye tedavi eden ve metabolizmada tetrahidrofolatın öncülü olan vitamin aşağıdakilerden hangisidir?

- | | |
|---------------|--------------------|
| a) Niasin | d) Folik asit |
| b) Riboflavin | e) Pantotenik asit |
| c) Metiyonin | |

18. ve 19. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Birçok önemli metabolik reaksiyon koenzimler eşliğinde yürür. Örneğin aşağıda görülen noradrenalin (norepinefrin) hormonundan adrenalin(epinefrin) hormonunun sentezi koenzim eşliğinde yürüyen bir tepkimedir.



18. Tepkime mekanizmasına göre bu tepkimenin koenzimi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| a) Tetrahidrobiopterin | d) Deoksiadenozil kobalamin |
| b) S-adenozil metiyonin | e) Sitokromlar |
| c) CoQ | |

ÇÜNKÜ:

19. Tepkime mekanizmasına ve koenzimine göre tepkimenin enzimi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- | | |
|--------------------|------------------|
| a) Oksidaz | d) Dekarboksilaz |
| b) Metiltransferaz | e) Kinaz |
| c) Transketolaz | |

ÇÜNKÜ:

20. Aşağıdaki metabolitlerin hangisi fosforil transfer eden koenzimlerin bir öncülü değildir?

- | | |
|--------------|------------|
| a) Adenin | d) Sitozin |
| b) Guanin | e) Urasil |
| c) Metiyonin | |

ÇÜNKÜ:

21. Aşağıdakilerden hangisi CoA'nın metabolizmadaki işlevi için doğrudur?

- | |
|---|
| a) Tiyol grubuna bağlanan açıl ve asetil grupları aktifleştirilmiş kabul edilir. |
| b) Taşıdığı elektron ve hidrojeni yükseltgeyici metabolitlere transfer eder. |
| c) Metabolizmada tek karbonlu birimlerin en yükseltgenmiş formu olan CO ₂ 'in transferinde görevlidir. |
| d) Aminoasitlerin α- karbonunda gerçekleşen transaminasyon tepkimelerinde görevlidir. |
| e) Molekül içi yer değiştirmelerin olduğu tepkimelerde görevlidir. |

22. Aşağıdaki koenzimlerden hangisi aminotransferazlar ve transaminaz enzimlerinin aktif bölgelerine bağlı olarak α -amino gruplarının ara taşıyıcısı olarak görev yapar?

- a) Lipoik asit
 b) Pridoksal fosfat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Metilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

23. Bir öğrenci incelediği bir tepkimede, tepkimenin koenziminin yazılmadığını görmüş ve koenzimin ne olduğunu tahmin etmeye çalışmıştır. Bunun için tepkime mekanizmasını inceleyen öğrenci tepkimede yükseltgenme-indirgenme tepkimesine bağımlı açıl transferi gerçekleştiğini görmüştür.

Buna göre tepkimenin koenzimi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a) Lipoik asit
 b) Pridoksal fosfat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Deoksiadenozilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

24. Öncülü olan vitaminin yapısında kobalt içermesi ile diğer koenzimlerden farklı olan koenzim aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a) Lipoik asit
 b) Pridoksal fosfat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Deoksiadenozilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

25. Bir biyokimya kitabı yazar Merve Hanım gelen şikâyet mailleri üzerine koenzimler konusunda verdiği örnek tepkimeleri incelerken Biotin koenzimi için verdiği tepkime örneğinin yanlış olduğunu fark eder. Bu tepkimede aynı molekül içindeki atomlar yer değiştirmekte, aynı molekülün farklı atomlarına bağlanmaktadır.

Buna göre Merve Hanım'ın bu tepkimeyi aşağıdaki koenzimlerin hangisinin anlatımında örnek tepkime olarak kullanması gerekir?

- a) Lipoik asit
 b) Pridoksal fosfat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Deoksiadenozilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

26. Yapısında heme prostetik grubu içeren, görünür ışıkta verdiği farklı absorabanslara göre adlandırılabilen protein yapılı koenzim aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Sitokrom
 b) Tetrahidrofolat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Metilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

27. Metabolizmada yükseltgenme- indirgenme tepkimelerini katalizleyen enzimlerle birlikte çalışan, elektron transferinden sorumlu çok sayıda koenzim bulunmaktadır.

Aşağıda verilen koenzimlerden hangisi elektron transferi yapan koenzimlerden biridir?

- a) Sitokrom
 b) Tetrahidrofolat
 c) Tiamin pirofosfat
 d) Metilkobalamin
 e) S-adenozil metiyonin

28. Metabolizmada folatın metiltetrahidrofolat halinde tutulması yani bağlı olan metil grubunun uzaklaştırılmaması folat tuzağı olarak bilinir. Bunun sonucunda DNA ve RNA'nın yapıtaşları olan pürin ve pirimidin sentezinde olduğu gibi birçok metabolik bozukluk gerçekleşebilir. Bu sebeple folat tuzağının engellenmesi gerekmektedir.

Buna göre metabolizmadaki işlevleri(metil bağlayabilme) göz önünde bulundurulursa aşağıdaki hangi koenzimin varlığı bu tuzağı önleyebilir?

- a) Metilkobalamin
- b) NADH
- c) FAD
- d) Sitokrom
- e) Biotin

ÇÜNKÜ:

29. Biotin, koenzim olarak işlev gördüğü tepkimelerde enziminin lizin kalıntısına holokarboksilaz sentaz enzimi ile bağlanmaktadır. Bu enzimin yokluğunda biotin enzime bağlanamaz ve işlevini yerine getiremez.

Buna göre holokarboksilaz sintaz eksikliğinde aşağıdakilerden hangisi gözlenebilir?

- a) Aldehit transferi tepkimeleri gerçekleşmez.
- b) Molekül içi yer değiştirmeler gözlenmez, çeşitlilik azalır.
- c) CO₂ transferi tepkimeleri durur.
- d) Elektron ve hidrojen transferi gerçekleşmez, yükseltgenme indirgenme tepkimeleri durur.
- e) α aminoasitlerden α ketoasit sentezi tepkimeleri durur.

ÇÜNKÜ:

30. NADPH metabolizmada enerji üretimi, yağ asidi sentezi, glutatyonun rejenerasyonu, kolesterol biyosentezi ve bazı aminoasitlerin sentezi gibi oldukça önemli metabolik olaylarda koenzim olarak görev yapar.

Metabolik olarak işlevi düşünüldüğünde NADPH'ın bu tepkimelerdeki görevi ne olabilir?

- a) CO₂ transferi
- b) Elektron ve hidrojen transferi
- c) Açıl grubu transferi
- d) Metil transferi
- e) Aldehit transferi

EK- 5
TUTUM ÖLÇEĞİ

KİMYA DERSİNE KARŞI TUTUM ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Bu anket, sizin kimya dersine karşı tutumlarınızı ölçmek için geliştirilmiştir. Cevaplarınız, önümüzdeki yıllarda kimya derslerinin sizin görüşleriniz ve beklentileriniz doğrultusunda şekillenmesine katkıda bulunabilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu bölümde vereceğiniz yanıtlar, kimya dersine karşı tutumlarınızın değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Her bir cümleyi dikkatlice okuduktan sonra, cümleye ne derecede katıldığınızı veya katılmadığınızı belirtmek için yanındaki; Tamamen Katılıyorum, Katılıyorum, Kısmen Katılıyorum, Katılmıyorum veya Tamamen Katılmıyorum seçeneklerinden uygun olanını (X) şeklinde işaretleyiniz. Lütfen her bir cümle için sadece tek bir seçeneğe işaret koyunuz

Bu araştırmada, size ait özel bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Adı ve Soyadı:

Sınıf:

| AŞAĞIDAKİ TUTUM CÜMLELERİNE KATILMA DERECEİNİZİ İŞARETLEYİNİZ. | Tamamen katılıyorum | Katılıyorum | Kısmen katılıyorum | Katılmıyorum | Tamamen Katılmıyorum |
|--|---------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| rsinden hoşlanıyorum. | | | | | |
| i semboller, bilmediğim bir yabancı dil gibi anlaşılmaz geliyor. | | | | | |
| kimya ders saatinin daha fazla olmasını istiyorum. | | | | | |
| Kimya bilgisinin, günlük yaşamımızdaki birçok olayı yorumlamamıza yardımcı olduğuna inanıyorum. | | | | | |
| öblemlerini kolaylıkla çözebiliyorum. | | | | | |
| Kimyadaki gelişmelerin, yaşamımızdaki kalite artışına katkı sağladığını düşünüyorum. | | | | | |
| Kimyayı anlamada temel kavramları doğru öğrenmenin önemli olduğunu düşünüyorum. | | | | | |
| rsini gereksiz buluyorum. | | | | | |
| Mezuniyet sonrası, kimya bilgilerimin bana bir yararı olacağına inanmıyorum. | | | | | |
| Hedeflediğim meslekte kimya bilgilerine ihtiyacım olacağını düşünmüyorum. | | | | | |
| Bir ülkede var olan kimya teknolojisi düzeyinin, o ülkenin gelişmişliğinin önemli göstergelerinden biri olduğu inancındayım. | | | | | |
| i pek çok kavram, benim için somut değildir. | | | | | |
| aşılması zor karmaşık bir derstir. | | | | | |
| nlamak için çok çaba sarf ediyorum. | | | | | |

| AŞAĞIDAKİ TUTUM CÜMLELERİNE KATILMA DERECEİNİZİ İŞARETLEYİNİZ. | | Tamamen katılıyorum | Katılıyorum | Kısmen katılıyorum | Katılmıyorum | Tamamen Katılmıyorum |
|--|---|---------------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| | İ sembollerin kullanımı kolaydır. | | | | | |
| | İlgili meslekleri ilgi çekici bulmuyorum. | | | | | |
| | Kimyadaki bazı bilgilerin, diğer fen derslerini daha kolay anlamamıza katkı sağladığına inanıyorum. | | | | | |
| | İşlerinden nefret ediyorum. | | | | | |
| | Kimyanın modern yaşamda büyük role sahip olduğunu düşünüyorum. | | | | | |
| | İş konularının azaltılmasını istiyorum. | | | | | |
| | İş kavramlarını kolaylıkla anlayabiliyorum. | | | | | |
| | İşini ilgi çekici buluyorum. | | | | | |
| | Kimya problemlerini çözerken bilgilerimi kullanmada zorlanıyorum. | | | | | |
| | Kimyagerlik / kimya öğretmenliği / kimya mühendisliğini idealimdeki meslek olarak düşünüyorum. | | | | | |
| | Çevre sorunlarının çözümünde kimyanın rolünün büyük olduğunu düşünüyorum. | | | | | |

EK- 6

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ÖLÇEĞİ

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ÖLÇEĞİ

1. Kimyanın bir alt dalı olan biyokimyayı sever misiniz?
2. Etkinlikten sonra biyokimyaya bakış açınız değişti mi?
3. Sizce tüm dersler bu uygulama ile mi anlatılmalı?
4. Önerileriniz nelerdir?

EK- 7
HAZIRLIK DERSİ PLANI

HAZIRLIK DERSİ DERS PLANI**BÖLÜM I:**

| | |
|----------------------|---|
| Dersin adı | Biyokimya |
| Sınıf | 1 |
| Konu | Aminoasitler, Proteinler, Enzimler, Karbohidratlar, Nükleik Asitler |
| Önerilen Süre | 2 ders saati(50+50dk) |
| | |

BÖLÜM II:

| | |
|--|--|
| Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar | <p>Aminoasitler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aminoasitlerin yapısal genel özelliklerini açıklayabilme, 2. Aminoasitleri R gruplarına göre sınıflandırabilme, 3. Aminoasitlerin zwitter iyon formunu yazabilme. 4. İzoelektrik nokta kavramını açıklayabilme, <p>Proteinler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verilen aminoasitler arasında peptit bağı oluşturabilme, 2. Proteinlerin 3 boyutlu yapısını oluşturan yapıları açıklayabilme, 3. Proteinlerin denatürasyonunu açıklayabilme, 4. Proteinleri sınıflandırabilme. <p>Karbohidratlar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Karbohidratların genel özelliklerini açıklayabilme. 2. Karbohidratları içerdikleri şeker ünitesine göre sınıflandırabilme, 3. Karbohidratları adlandırabilme, 1. Karbohidratların genel işlevlerini açıklayabilme 4. Karbohidratların katıldıkları tepkimeleri kavrayabilme <p>Nükleik asitler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nükleik asitlerin temel özelliklerini açıklayabilme. 2. Nükleik asitlerin yapısını oluşturan birimleri açıklayabilme. 3. DNA ve RNA arasındaki temel farkları açıklayabilme. 4. Nükleik asitlerin temel görevlerini açıklayabilme. <p>Enzimler</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enzimlerle ilgili temel kavramları tanımlayabilme, 2. Enzimlerin katalizledikleri tepkimelere göre sınıflandırabilme, 3. Enzimlerin kataliz işlevini açıklayabilme, 4. Enzimlerin aktivitesine etki eden etmenleri açıklayabilme, 5. Enzimler ile diğer katalizörleri kıyaslayabilme |
| Öğretme-Öğrenme-Strateji, Yöntem ve Teknikleri | Sunuş Yolu, Anlatım, Soru-Cevap, Beyin Fırtınası, Tartışma |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça *Öğretmen *Öğrenci | Biyokimya Kitabı, Projeksiyon, Powerpoint sunuları. |
| Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri: | Bu bölümde dört ayrı konu sıra ile anlatılacaktır. Her bir konu için ayrı dikkat çekme, güdüleme gibi etkinlikler düzenlenecektir. |

| | |
|---|---|
| KARBOHİDRATLAR | |
| ✓ Dikkati Çekme | Meyve şekeri ve çay şekeri arasındaki farkın ne olduğu sorulur. |
| ✓ Güdüleme | Çevredeki pek çok besininin karbohidrat yapıda olduğu ve metabolizmadaki birçok önemli tepkimenin karbohidrat temelli olduğu söylenir. |
| ✓ Gözden Geçirme | Dersin sonunda çevre ve metabolizmaya karbohidrat içeriği bakımından daha bilinçli bakılacağı söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Çevrede bulunan karbohidrat yapıdaki besinden yola çıkarak karbohidratların temel işlevleri açıklanır. Ardından temel yapısal özellikleri anlatılır. Daha sonra meyve ve çay şeketine vurgu yapılarak içerdiği şeker birimine göre karbohidratların nasıl sınıflanabileceği anlatılır. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler : Anlatılan her konu için günlük hayattan örnek sunulması ve tartışma yolu ile açıklanması istenir. |
| ✓ Özet | Anlatılan tüm konular temel başlıklar halinde kısaca özetlenir. |
| NÜKLEİK ASİTLER | |
| ✓ Dikkati Çekme | Öğrencilere “Kız halaya, erkek dayıya çeker” sözünü biyokimyasal olarak nasıl açıklayabilecekleri sorulur. |
| ✓ Güdüleme | Ders ile neden akrabalarına benzediklerini anlayabilecekleri söylenir. |
| ✓ Gözden Geçirme | Dersin sonunda çevrelerindeki bu gibi durumları açıklayabilecekleri söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Nükleik asitlerin DNA ve RNA olduğu söylenir. Bu yapıları oluşturan her bir birim tek tek açıklanır, kimyasal yapıları Power point sunusu yardımı ile gösterilir. Nükleosid ve nükleotit arasındaki fark açıklanır. Ardından DNA ve RNAnın işlevleri açıklanır ve ikisi arasında kıyaslama yapılır. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | 1. Ders sonunda öğrendiklerinden yola çıkarak DNA ve RNA arasındaki farkları tahtaya yazmaları istenir. |
| ✓ Özet | Anlatılan tüm konular temel başlıklar halinde kısaca özetlenir. |
| AMİNOASİTLER | |
| ✓ Dikkati Çekme | Saçları kıvrıkcık ya da düz olan öğrencilere bu durumun nedeni sorulur. |
| ✓ Güdüleme | Yapılacak ders ile bu durumun nedenini öğrenecekleri söylenir |
| ✓ Gözden Geçirme | Dersin sonunda metabolizmalarındaki mevcut durumların sebebini açıklayabilecekleri söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Powerpoint sunuları yardımıyla aminoasitlerin temel yapıları gösterilir, temel yapısal özellikleri anlatılır ve aminoasitler arasındaki farklılığın R gruplarından kaynaklandığı ifade edilir. Ardından aminoasitler R gruplarına göre sınıflanır. Açıklamaların ardından zwitter form özetlenir ve izoelektrik pH kavramı açıklanır. |

| | |
|---|---|
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler: 1. Saçlardaki kıvrıcılık ya da düzlüğün sistein aminoasidinden kaynaklandığı söylenir. Sisteinin bu durumdaki fonksiyonu için beyin fırtınası yapılır. |
| ✓ Özet | Anlatılan tüm konular temel başlıklar halinde kısaca özetlenir |
| PROTEİNLER | |
| ✓ Dikkati Çekme | Saçlardaki kıvrıcılık ya da düzlüğün temelinde sistein rezidüleri arasındaki bağlanma olduğu ve proteinlerin 3 boyutlu yapısı ile açıklanabileceği söylenir. |
| ✓ Güdüleme | Proteinlerin önemi anlaşıldığında metabolizma ve çevreye daha bilinçli bakılacağı söylenir. |
| ✓ Gözden Geçirme | Dersin sonunda yaşanan çevrede proteinlerin oldukça önemli fonksiyonlara sahip olduğunun anlaşılacağı söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Powerpoint sunuları yardımı ile proteinlerin aminoasitlerin bir araya gelmesi sonucu oluşan birimler olduğu ve aminoasitler arasındaki bağa peptit bağı dendiği söylenir ve peptit bağının temel özellikleri ve nasıl oluştuğu açıklanır. İçerdiği aminoasit sayısına göre proteinler sınıflanır. Ardından proteinlerin uzaydaki konumları ve üç boyutlu yapıları açıklanır, powerpointten gösterilir. Son olarak yumurta örneğinden yola çıkarak proteinlerin denatürasyonu anlatılır. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler : Anlatılan her konu için günlük hayattan örnek sunulması ve tartışma yolu ile açıklanması istenir. |
| ENZİMLER | |
| ✓ Dikkati Çekme | Açlık ve yorgunluğun ardından yemek yendiğinde nasıl kısa bir süre içinde canlılık hissedildiği sorulur. |
| ✓ Güdüleme | Enzimler olmasa yenilen yemeğin etkisinin saatler hatta günler sonra görüleceği, bu nedenle enzimlerin oldukça büyük önem taşıdığı söylenir. |
| ✓ Gözden Geçirme | Dersin sonunda enzimlerin bu işlevi nasıl yerine getirdiği ve metabolik açıdan ne denli önemli olduğu konusunda bilgi edinileceği söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Enzimlerin metabolik katalizörler olduğu söylenir ve diğer katalizörlerden farkı açıklanır. Ardından enzimlerin temel ve yapısal özellikleri açıklanır. Metabolik tepkimeleri katalizlediğine vurgu yapıldıktan sonra inhibisyonu anlatılır. Daha sonra katalizledikleri tepkimelere göre sınıflanır. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler : 1. Enzim ve metabolik olmayan katalizörlere örnek verilir. 2. İnhibisyon için günlük hayattan örnek verilir. 3. Katalizledikleri tepkimeler için örnek verilir. |
| ✓ Özet | Anlatılan tüm konular temel başlıklar halinde kısaca özetlenir |

EK- 8

KONTROL GRUBU DERS PLANI

KONTROL GRUBU DERS PLANI**BÖLÜM I:**

| | |
|----------------------|---------------------------|
| Dersin adı | Biyokimya |
| Sınıf | 1 |
| Konu | Koenzimler |
| Önerilen Süre | 3 ders saati (50x3=150dk) |
| | |

BÖLÜM II:

| | |
|---|--|
| Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar | <p>Koenzimlerin Temel Özellikleri:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Koenzim kavramını tanımlayabilme, 6. Koenzimlerin enzimlere bağlanış şekillerini açıklayabilme, 7. Koenzimlerin kaynaklarını genel olarak açıklayabilme, 8. Verilen tepkimede koenzimi substrattan ayırt edebilme. <p>Tüm Koenzim Grupları İçin:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Metabolizmadaki mevcut tüm koenzimlerin kaynağını açıklayabilme, 8. Koenzimlerin bağlı olduğu enzim türünü açıklayabilme, 9. Koenzimlerin enzime bağlanış şeklini(kuvvetini) yorumlayabilme, 10. Koenzimlerin işlevlerini açıklayabilme, 11. Koenzimlerin yapısını kavrayabilme, 12. Verilen tepkimede hangi koenzimin görev aldığını/alacağını tahmin edebilme. |
| Öğretme-Öğrenme-Strateji, Yöntem ve Teknikleri | Sunuş Yolu, Anlatım, Soru-Cevap, Beyin Fırtınası, Tartışma |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri- Araç, Gereçler ve Kaynakça *Öğretmen *Öğrenci | Biyokimya Kitabı, Projeksiyon, Powerpoint sunuları. |
| Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri: | Bu bölümde önce enzimler konusunun devamı niteliğinde genel olarak koenzim, kofaktör kavramları tanımlanacak; ardından koenzimlerin temel özellikleri detaylı olarak anlatılacaktır. Daha sonra 4 gruba ayrılan tüm koenzimler verilen kazanımlara göre anlatılacaktır. |
| | |

| KOENZİMLERİN TEMEL ÖZELLİKLERİ | |
|---|--|
| ✓ Dikkati Çekme | Powerpoint sunusunda holoenzim(koenzim+enzim) eşliğinde yürüyen bir tepkime gösterilir. Her bir metabolitin hangi görevde olduğu sorulur. |
| ✓ Güdüleme | Metabolik tepkimelerde tüm metabolitlerin görevlerini bilmenin kendimizi ve metabolizmamızda gerçekleşen temel olayları anlamamızın ilk koşulu olduğu açıklanır. |
| ✓ Gözden Geçirme | Yapılacak ders ile metabolik tepkimelerde her bir metabolitin görevlerini tahmin edebilecekleri söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Powerpoint sunuları yardımıyla tahtadaki tepkimede enzim, koenzim, substrat ve ürünler gösterilir. Buradan yola çıkarak koenzimin substrattan farkları açıklanır. Ardından koenzimlerin metabolizmadaki kaynaklarına göre vitamin kaynaklı ya da metabolizmada sentezlenen olarak 2 gruba; enzimlere bağlantı şekillerine göre güçlü ve zayıf bağlanan olarak iki gruba ayrılacağı söylenir ve konu ile ilgili detaylar verilir. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler: 4. Örnek tepkimeler yazılarak substrat, koenzim ve enzimi buldurulur. 5. Vitamin kaynaklı ve metabolizmada sentezlenen örnek koenzimler verilir ve öğrencilere bu yolla nasıl sınıflanabileceği sorulur. 6. Enzimine güçlü ve zayıf bağlanan koenzim örnekleri verilerek koenzimlerin bu yolla nasıl sınıflanabileceği sorulur. |
| KOENZİM GRUPLARI | |
| ✓ Dikkati Çekme | “Metabolizmada var olan koenzimler nelerdir, görevleri nelerdir?” sorusu yöneltilir. |
| ✓ Güdüleme | Koenzimlerin yokluğunda metabolik olayların gerçekleşmeyeceği, bu nedenle biyokimya en önemli konularından birinin koenzimler olduğu söylenir. |
| ✓ Gözden Geçirme | Yapılacak ders ile metabolizmadaki tüm koenzimlerin hayati önem taşıyan görevlerini ve bunları gerçekleştirebilmelerinin beslenme ile ilişkisini öğrenecekleri söylenir. |
| ✓ Derse Geçiş | Powerpoint sunuları yardımıyla ders anlatılır. Öncelikle tüm koenzimlerin yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin koenzimleri, grup transferinde görevli koenzimler, birden fazla göreve sahip olan koenzimler, yer değiştirme tepkimelerinde görevli metal kaynaklı koenzimler olarak 4 gruba ayrılacağı söylenir. Gruplarda yer alan tüm koenzimler için; metabolizmadaki kaynaklarının ne olduğu, enzimlerine nasıl bağlandığı, yapısal özellikleri, metabolizmadaki görevi ve görev aldığı örnek tepkimeler verilecektir. |
| ✓ Bireysel Öğrenme Etkinlikleri (Ödev, deney, problem çözme vb.) | Etkinlikler: 1. Ders süresince bir tablo oluşturmaları ve her grubu bu tabloda enzimlerine bağlanma şekillerine ve metabolizmadaki kaynaklarına göre tabloda yerleştirmeleri istenir. 2. Tüm koenzimler anlatıldığında bu tabloları birleştirmeleri ve tek bir tabloda görevlerine, metabolizmadaki kaynaklarına ve enzimlere bağlantılarına göre yerleştirmeleri istenir. |
| ✓ Özet | Anlatılan tüm konular temel başlıklar halinde kısaca özetlenir. |

EK- 9
DENEY GRUBU DERS PLANI

DENEY GRUBU DERS PLANI

BÖLÜM I:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Dersin adı | Biyokimya |
| Sınıf | 1 |
| Konu | Koenzimler |
| Önerilen Süre | 7 ders saati(7x50=350dk) |
| | |

BÖLÜM II:

| | |
|---|--|
| Öğrenci Kazanımları/ Hedef ve Davranışlar | <p>Koenzimlerin Temel Özellikleri:</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Koenzim kavramını tanımlayabilme, 10. Koenzimlerin enzimlere bağlanış şekillerini açıklayabilme, 11. Koenzimlerin kaynaklarını genel olarak açıklayabilme, 12. Verilen tepkimeye koenzimi substrattan ayırt edebilme. <p>Tüm Koenzim Grupları İçin:</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Metabolizmadaki mevcut tüm koenzimlerin kaynağını açıklayabilme, 14. Koenzimlerin bağlı olduğu enzim türünü açıklayabilme, 15. Koenzimlerin enzime bağlanış şeklini(kuvvetini) yorumlayabilme, 16. Koenzimlerin işlevlerini açıklayabilme, 17. Koenzimlerin yapısını kavrayabilme, 18. Verilen tepkimeye hangi koenzimin görev aldığını/alacağını tahmin edebilme. |
| Öğretme-Öğrenme-Strateji, Yöntem ve Teknikleri | Probleme Dayalı Öğrenme, Soru-Cevap, Beyin Fırtınası, Tartışma |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça *Öğretmen *Öğrenci | Biyokimya Kitapları, Projeksiyon, Powerpoint sunuları. |
| Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri: | Bu bölümle öncelikle PDÖ oturumları düzenlenecek, ardından ise eğitim yönlendiricisi genel bir sunum yapacaktır. Çalışmalar 6 kişilik gruplar halinde yapılacaktır. |
| I. OTURUM | Bu oturumda öğrencilere probleme dayalı öğrenme ve yapılandırmacı yaklaşım dikkate alınarak hazırlanmış problemler sunulacaktır. Ardından öğrencilerin anlamadığı noktalar açıklanacak ve problem tartışılacaktır. Daha sonra bir sonraki oturuma kadar problemi araştırmaları için zaman tanınacaktır. |
| II. OTURUM | Öğrenciler yapmış oldukları araştırmaları yazılı materyaller (Çalışma kağıdı, kompozisyon metni, Powerpoint sunusu, asetat...) halinde sınıfa getirecek ve derste sunacaktır. Sunumlar esnasında eğitim yönlendiricisinin yönetiminde tamamen aktif bir şekilde tartışacaklardır. Tartışmaları eğitim yönlendiricisi öğrenci aktifliğini engellemeyecek şekilde, uygun müdahalelerle yönlendirecek ve öğrencinin bilgiye ulaşmasında rehber olacaktır. |
| III. OTURUM | Bu oturumda PDÖ etkinliğinde edinilen bilgiyi derinleştirmek amacıyla eğitim yönlendiricisi tarafından konunun sunumu yapılacaktır. Bu sunum yapılandırmacı yaklaşım dikkate alınarak hazırlanmış bir rehber materyal ile yapılacaktır. Sunumda hem öğrencilerin etkinlikle kazanmış oldukları bilgiler özetlenecek hem de ek bilgiler verilecektir. Bu yolla hem öğrenciler konu tekrarı yapılmış olacak hem de öğrencilerin konu hakkında bilgileri detaylandırılacaktır. |

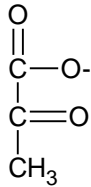
EK- 10
PDÖ ÇALIŞMA YAPRAĞI



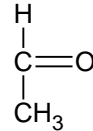
Alkol tüketimine karşı kişilerin farklı duyarlılık göstermesi alkolü metabolize eden enzimden kaynaklanmaktadır. Örneğin etil alkol, metabolizmada 2 basamaklı bir denge tepkimesi ile iki enzim katalizinde metabolize edilir. İlk basamakta etil alkol, alkol dehidrogenaz enzimi katalizinde asetaldehite dönüşür. Alkol dehidrogenazın eksikliği ya da tamamen inaktif olması metabolizmada ciddi sorunlar yaratarak kalp atış hızında artış, kan damarlarında genişleme, yüzde kızarma, baş ağrısı, mide bulantısı gibi rahatsızlıklara neden olur.

Bu enzim aynı zamanda karbohidrat yıkımında bir ara ürün olan piruvattan etil alkol fermantasyonunun ikinci basamağında da katalizden sorumludur.

1. Metabolizmada asetaldehit, etil alkolün metabolize edilmesi sonucu oluşabileceği gibi, etil alkol fermantasyonunun ilk basamağında piruvattan elde edilebilir. Daha önce görülmüş olan 6 karbonlu glikozun 5 karbonlu ribozaya dönüşümü tepkimesinde olduğu gibi, yapıları aşağıda verilen 3 karbonlu piruvatın, 2 karbonlu asetaldehite dönüştüğü tepkime nasıl olabilir?



Piruvat



Asetaldehit



2. Aldehitler yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri sonucunda alkollere indirgenir. Bu bilgi dikkate alınırsa piruvattan etil alkol fermantasyonun ikinci basamağı olan asetaldehitten etil alkol oluşumu tepkimesi nasıl olabilir?

3. Bir yükseltgenme- indirgenme tepkimesinde elektron veren yükseltgenen, elektron alan ise indirgenendir ve her yükseltgenme-indirgenme tepkimesinde mutlaka en az bir yükseltgenen ve bir indirgenen molekül vardır. Asetaldehitten etil alkol oluşumu bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğuna göre bu tepkimede indirgenen ve yükseltgenen hangi moleküllerdir?

4. Enzimin (alkol dehidrogenazın) elektron vermediği biliniyorsa bu tepkimede enzime yardımcı olan ve elektron veren başka bir molekülün varlığından söz edebilir miyiz?

5. Enzime yardımcı olan bu gibi moleküllerin genel adı ne olabilir?

6. Tepkimeden de anlaşılacağı üzere bahsedilen bu molekül elektron transferlerinde enzime yardımcı olmaktadır. Metabolizmada aynı göreve sahip enzim yardımcısı başka hangi moleküller vardır?

7. Metabolizmada yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin yanı sıra pek çok metabolik tepkime gerçekleşmekte ve enzimler bu tepkimelerde de yardımcı moleküllere ihtiyaç duymaktadır. Bu tepkimelerde enzime yardımcı olan moleküllerden bazıları bir göreve sahipken, bazıları birden fazla görevi yerine getirebilmektedir. Buna göre bu enzime yardımcı olan molekülleri metabolik tepkimelerdeki görevlerine göre sınıflarsak; bu sınıflandırma nasıl olabilir?



8. Yapılan araştırmalarda diyetle yeterli tiamin almayan güvercinlerin beyin ve kan dokularında laktik asit ve piruvat biriktiği gözlenmiştir. İncelemeler sonucunda bu durumun tiamin eksikliği sonucu enzime yardımcı olan bir molekülün görevini yerine getirememesinin bir sonucu olduğu anlaşılmıştır. Bu molekülün adı nedir?

9. Tiamin suda çözünen vitaminlerden biridir. Tiamin gibi birçok vitamin metabolizmada enzimlere yardımcı olan bazı moleküllerin öncülüdür. Buna göre metabolizmada vitamin kaynaklı olan, enzimlere yardımcı moleküller neler olabilir ve öncülleri hangi vitaminlerdir?

10. Metabolizmada vitamin öncüllü, enzimlere yardımcı olan moleküller olduğu gibi, vitamin öncüllü olmayanlar da vardır. Bu moleküller neler olabilir?

11. Enzimlere yardımcı olan molekülleri ortak özelliklerine göre(metabolizmadaki öncülü, görevi, görev aldığı tepkime, birlikte çalıştığı enzim gibi) tek bir tabloda sınıflandırmak istersek, bu tablo nasıl olur?

EK- 11
PDÖ SUNUM REHBER
MATERYALİ

BÖLÜM 1: ENZİMLER VE PROSTETİK GRUPLARI

Biyokimya alanındaki en önemli çalışma konularından biri enzimlerdir. Enzimlerle ilgili ilk çalışmalar 1700lerin sonunda midenin salgıları ile etin sindirimi üzerine yapılan çalışmalarla başlamıştır. Ardında 1800lerde tükürük ve çeşitli bitki özütleri ile nişastanın şekere dönüşümüne yönelik çalışmalarla devam etmiştir. 1897lerde ise Eduart Buchner'in maya özütlerinin şekeri alkole fermentlediğini, bunun da fermantasyonun hücreden uzaklaştığında işlevine devam eden molekülleri belirlemesinden sonra, Frederic W. Kühne tarafından metabolizmada katalizden görevli protein yapılı bu moleküller enzim olarak adlandırılmıştır. İlk enzim çalışmaları; James Sumner tarafından 1926'da *Canavalia ensiformis* den üreazın kristallendirilmesi ile önemli bir atılım sağlamıştır. Halen enzimlere yönelik saflaştırma, yapıların aydınlatılması ve kimyasal mekanizmalarına yönelik araştırmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir.

Enzimler, substratları için yüksek özgüllüğe sahip olmaları ve optimum koşullar altındaki sıvı çözeltilerde işlev görmeleri nedeniyle sentetik ve inorganik katalizörlerden daha yüksek katalitik aktiviteye sahiptirler. Bunun yanı sıra enzimatik tepkimeler katalizsiz reaksiyonlara göre 10^3 - 10^{17} kat hızlıdır olup bu tepkimeler metabolizmada kontrol noktalarıdır.

Genelde protein yapılı moleküller olan enzimlerin katalitik aktivitesinde konformasyonu belirlemede etkin olan birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül yapıları önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle; enzimler, alt birimlerine ayrıldığı veya bileşeni olan aminoasitlerine dönüştürüldüğü durumlarda denatüre olarak katalitik aktivitelerini kaybetmektedirler.

Enzimler 12000–1 milyon dalton arasında değişen molekül ağırlığına sahip olup, bazı enzimlerin katalitik faaliyetlerini göstermeleri için sadece proteinden oluşan kısımları ve substratları yeterli olmaktadır. Enzimlerin sadece proteinden oluşan bu yapılarına apoenzim denmektedir. Ayrıca enzimler bazen aktivite gösterebilmek için substratın yanı sıra küçük, ısıya dayanıklı bir veya birden fazla iyon ve / veya organik moleküllere gereksinim duyarlar. Enzimin protein yapısı ile bu iyon ve/veya organik molekülleri içeren yapının tamamına holoenzim denir. Holoenzim yapısında enzime bağlı olan iyon ya da organik moleküller prostetik grup olarak adlandırılır. Bu prostetik gruplar, yapılarına bağımlı olarak kofaktörler ve koenzimler olmak üzere ikiye ayrılır.

Kofaktörler; Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} veya Zn^{2+} gibi inorganik iyonlardır. Bunlardan: Cu^{2+} , sitokrom oksidazın; Fe , katalazın; Zn^{2+} , DNA polimeraz, karbonik anhidraz, alkol dehidrogenaz, karboksipeptidaz ve piruvat karboksilazın; Mg^{+2} heksokinaz ve glukoz 6-fosfatazın; Mn^{+2} arginazın; K^+ ve Mg^{+2} piruvat kinazın; Ni^+ üreazın; Mo nitrat redüktazın; Se glutasyon peroksidazın kofaktörüdür.

Koenzimler ise küçük molekül ağırlıklı kompleks organik veya metaloorganik yapıları moleküllerdir. Bunlardan bazıları metabolizmada sentezlenebilirken pek çoğunun öncülünün vitaminler olması sağlıklı beslenmenin önemini açıkça ortaya koymaktadır. Koenzimlerin bazıları enzimin aktif merkezine kuvvetli bağlanarak tepkime sonunda yine kendi enzimine bağlı şekilde rejenere olmaktadır. Diğer koenzimler ise enzime zayıf bağlanarak birden fazla enzimle birlikte çalışabilmekte, böylelikle farklı enzimlerin katalizlediği tepkimelerle rejenerasyonu sağlanmaktadır.

Görüldüğü üzere koenzimler enzimlerine kuvvetli ya da zayıf bağlanması ve öncülünün vitamin olup olmasına göre sınıflandırılabilir. Burada ise koenzimler görev aldıkları tepkimelere göre sınıflandırılmaktadır.

1. GRUP KOENZİMLER:

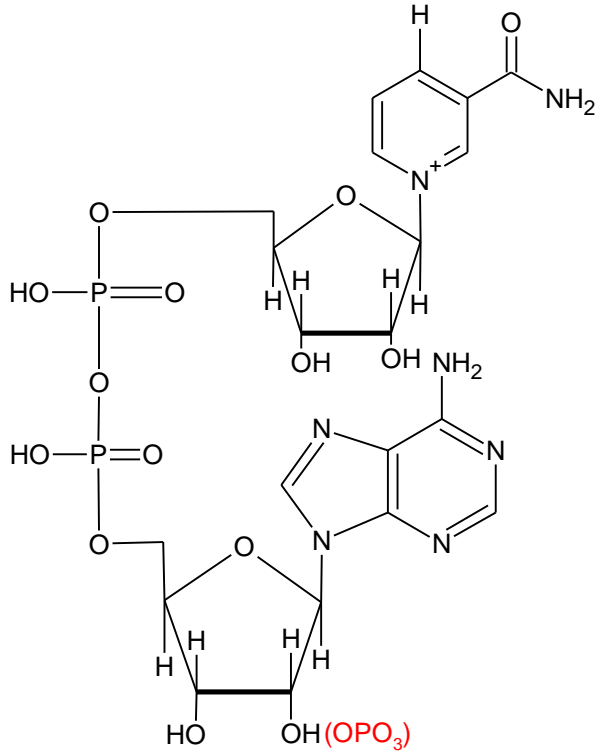
a) PRİDİN NÜKLEOTİTLER



Avrupa birçok bitki gibi mısırla da Amerika'nın keşfi ile tanışmıştır. Bunun sonrasında mısır ve mısır mamüllerinin fazla tüketilmesi sonucu insanlarda pellegra olarak adlandırılan deri, gastrointestinal ve merkezi sinir sistemi bozuklukları ile ortaya çıkan bir hastalık görülmüştür (Bakınız: sağlık köşesi). Araştırmalar mısırdaki bu hastalığa neden olan bir maddenin eksikliği yönüne yoğunlaşmıştır. Nihayet 1937 yılında mısırdaki büyük ölçüde eksik olan niasinin önemli

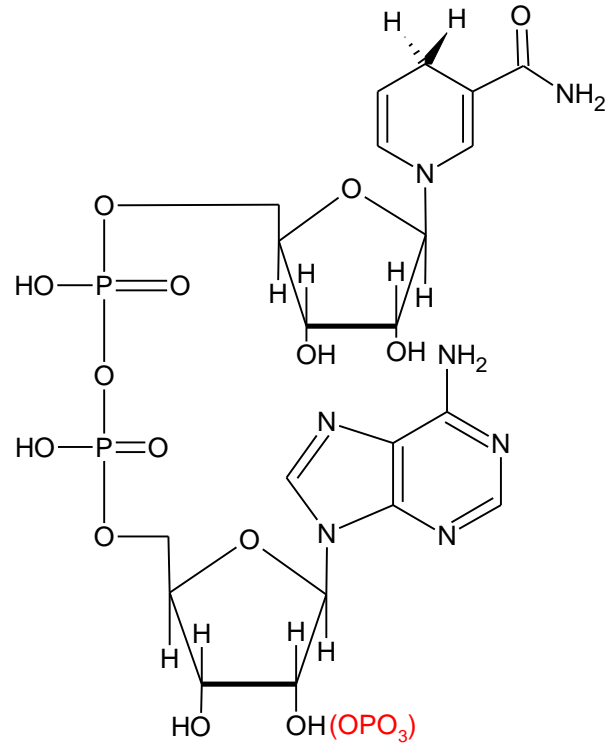
bir besinsel faktör olduğu ve pellegra hastalığını tedavi ettiği Elvenjem ve Wooley tarafından ortaya konmuştur.

Niasin suda kolaylıkla çözünen, B₃ olarak da adlandırılan bir vitamin türü olup metabolizmada NAD⁺ (nikotinamid adenin dinükleotit) ve NADP⁺ (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) koenzimlerinin öncülüdür.



NAD⁺ (NADP⁺)

Yükseltgenmiş form



NADH (NADPH)

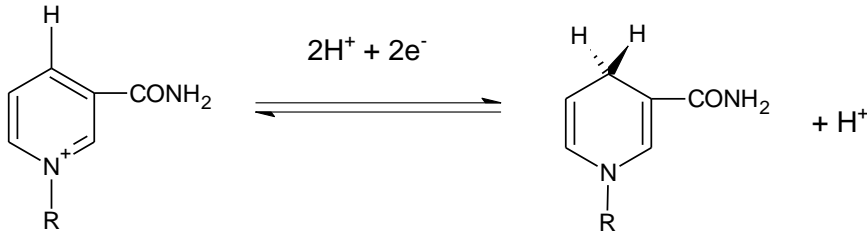
İndirgenmiş form

Şekil 1: Piridin nükleotitlerin yapısı

NAD^+ ve NADP^+ birbirinin analogudur ve NADP^+ , NAD^+ 'in adenine bağlı riboz şekerinin 2. karbonundaki OH yerine bir fosfat grubunun fosfoanhidrit bağı ile bağlanması ile oluşur. NAD^+ ve NADP^+ üzerindeki artı işareti bu moleküllerin net yük olmayıp piridin halkasındaki azot atomunun yükünü göstermektedir. NADH ve NADPH ise bu koenzimlerin indirgenmiş formudur. Tepkime piridin halkasında gerçekleştiğinden bu koenzimler piridin nükleotitler olarak adlandırılır.

NAD^+ ve NADP^+ , genel olarak oksidoredüktaz enzimlerinin koenzimi olup yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde $2e^-$ ve 1H^+ taşıyarak metabolizmada pek çok tepkimede önemli rol oynarlar.

Yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinde piridin nükleotitlerin tüm yapısı bozulmaz. Şekil 2 de görüldüğü üzere tepkime sadece piridin halkasında yürür. $1e^-$ ve bir hidrojen 4 nolu karbonun, diğer e^- ise 1 nolu azotun bulunduğu bölgeye girmektedir. Bir hidrojen ise ortamda serbest kalır.



Şekil 2: Piridin halkası üzerinde tepkimenin ilerleyişi

NAD^+ ve NADH hem sitozol hem de mitokondride yer alır. Dokuların çoğunda ise NAD^+ ve NADH ın toplam derişimi 10^{-5} M dir. NADP^+ ve NADPH toplam derişimi ise bu değerden 10 kat daha azdır.

Birçok hücre ve dokuda NAD^+/NADH oranı yüksektir ve bu durum NADH oluşturmak üzere substrattan NAD^+ 'ya hidrit transferini indüklemektedir. NADP^+ 'da ise durum tam tersidir. İndirgenmiş form olan NADPH , NADP^+ 'dan daha fazla miktarda bulunmakta, bu da NADPH 'tan substrata hidrit transferini kolaylaştırmaktadır.

Bu duruma bakılarak iki koenzimin metabolik rollerinin özelleşmiş olduğu görülebilir: NAD^+ genellikle yükseltgeyici katabolik yollardaki tepkimelerde e^- ve H^+ transferi yaparken NADP^+ çoğunlukla indirgeyici anabolik yollarda transferle görevlidir. Çok az sayıda tepkimede her iki koenzim kullanılmakta ancak çoğunda biri tercih edilmektedir.

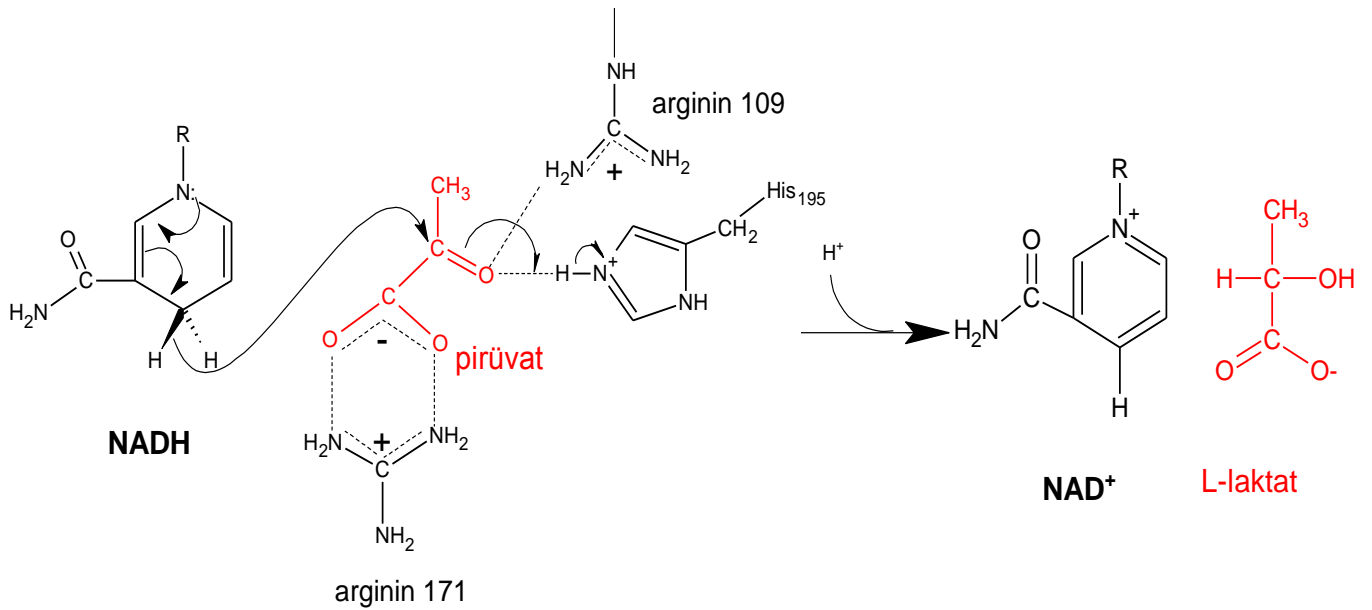
Piridin nükleotitler enzimlerine güçlü bağlarla bağlı değildir, e^- ları bir metabolitten diğer metabolite taşıırken bir enzimden diğer enzime kolaylıkla bağlanabilmektedir. Örneğin NAD^+ karbohidratlardan enerji üretimi yolunda ilk olarak gliseraldehit 3-fosfattan 1,3-bifosfogliserat eldesinde gliseraldehit 3-fosfat dehidrogenaz enzimin koenzimi olarak çalışır.



Şekil 3: Gliseraldehit 3-fosfattan 1,3-bifosfogliserat eldesi

NAD^+ bu tepkimede gliseraldehit 3-fosfattan $2e^-$ ve 1H^+ alır ve NADH 'a indirgenir.

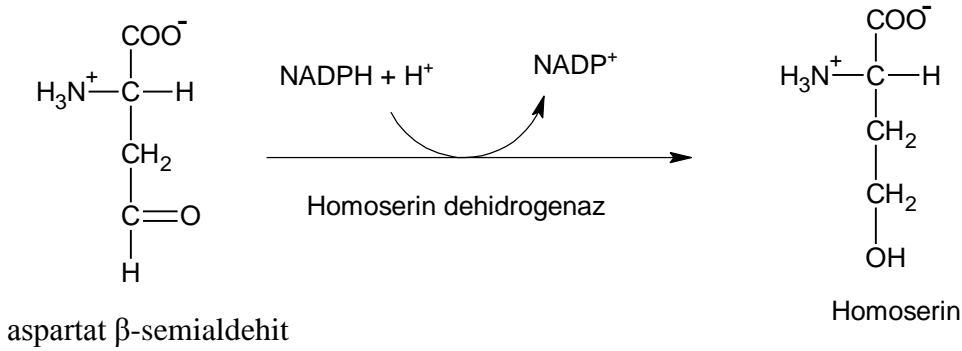
Bu enerji üretimi yolunun düzenli şekilde işleyebilmesi için NADH 'ın tekrar NAD^+ 'ya yükseltgenmesi gerekir. Bu piruvattan laktat eldesi ile sağlanır ve NADH laktat dehidrogenazın koenzimi olarak NAD^+ 'ya yükseltgenir.



Şekil 4: Piruvattan laktat eldesi

Örnekten de anlaşılacağı üzere piridin nükleotitler enzimlerine zayıf bağlarla bağlıdır. Bir metabolik yolda bir enzimin koenzimi olarak indirgenirken, bir başka enzimin koenzimi olarak yükseltgenebilmektedirler. Katalitik olarak çalışmakta ve $\text{NAD}^+ + \text{NADH}$ ve $\text{NADP}^+ + \text{NADPH}$ derişiminde net bir değişiklik yapmaksızın tekrar eden bir döngü oluşturmaktadırlar.

NADPH 'ın katıldığı tepkimelere ise şekil 5de görülen aminoasitlerin biosentezinde gerçekleşen ara tepkimelerden biri olan aspartat β -semialdehitten homoserin sentezi örnek olarak verilebilir.



Şekil 5: Aspartat β -semialdehitten homoserin sentezi

Homoserin dehidrogenaz katalizinde gerçekleşen bu tepkimeye dikkat edilirse anabolik indirgenme tepkimesi olduğu görülür ve daha önce bahsedildiği gibi NADPH bu tepkimelerde e^- ve H^+ transferinde görevlidir.

SAĞLIK KÖŞESİ

MISIR, PRİDİN NÜKLEOTİTLERİN YAPITAŞI OLAN NİASİN VE PELLEGRA

Nedir pellegra???

Mısır bitkisi ile tanışma Amerika kıtasının keşfi ile olmuştur. Bunun ardından İspanya, Güney Fransa, İtalya, Romanya, Kuzey Rusya ve Mısır'da popüler olmuş, mısır ve mısır mamulleri bol miktarda tüketilmiştir.



1760larda İspanya ve İtalya' da deri, gastrointestinal ve merkezi sinir sistemi bozuklukları ile ortaya çıkan bir hastalık görülmüştür. Dört D belirtisi; 1) güneşe maruz kalan deride Dermatit, 2) sindirim sisteminin bozulması sonucu Diare, 3) merkezi sinir sistemindeki hasarlar sonucu oluşan Depresyon, 4) Death (ölüm) ile karakterize olan bu hastalık Casal tarafından tarif edilmiştir. Pellegra adı verilen bu hastalık daha sonra Fransa, Sırbistan, Romanya, Ukrayna ve Bulgaristan'da görülmüştür.

Pellegra üzerine çalışmalar...

Bu hastalık üzerine birçok varsayımlar üretilmiştir. Örneğin küflü mısır kullanımı ya da bozuk bitkisel yağların kullanımı ile zehirleyici tepkimeler ve bakteriyel enfeksiyonların olduğu bunlardan biriydi. Ancak bu varsayımların hiçbiri bu hastalığa bir çare bulamamıştır.

Amerika 'da Joseph Goldberger da pellegranın enfeksiyon olmadığına inananlardandı. Pellegralı insanlardan kendine enjekte ettiği kanla hasta olmayınca pellegranın enfeksiyon olmadığını kanıtladı. Bunun üzerine araştırmalar başka alana yönlendirildi ve çalışmalar sonucunda et ve süt ile beslenilmediği zaman bu hastalığın oluşacağı bulundu. Joseph Goldberger'in çalışmaları bununla bitmedi. Köpekler üzerinde yürüttüğü bir deneyde köpeklere et ve süttten yoksun bir diyet uyguladığında siyah dil adlı hastalığın ortaya çıktığını buldu. Bu hastalık da insanlardaki gibi belirtiler gösteriyordu.

1937 yılında Elvenjem ve Wooley niasinin beslenmedeki rolünü keşfetmesi, siyah dil hastalığının ve pellegranın beslenmeye bağlı bir hastalık olduğu ve diyete niasin içerikli besinler eklendiğinde bu hastalığın tedavi edilebileceği sonucunu da beraberinde getirdi.

Peki neden mısır???

Mısır niasin bakımından fakirdir. Bu nedenle beslenmesi mısır ve mısır mamullerine bağlı olan insanlarda bu hastalık gözlenmiştir.

Yani hiç mısır yemeyelim mi???

Mısırdaki niasin yok değildir ancak niasitin formundadır. Metabolizma ise niasitini kullanamamaktadır. Ancak mısır ve mamullerini niasin kaynağı yapmak mümkündür.

Meksika’da temel yiyecek tortilla adı verilen mısır unundan yapılan ekmelettir. Ancak beklenenin aksine Meksika’da pellegra görülmemektedir.

Bunun sırrı tortilla yapılmadan önce mısır unlarının Ca(OH)_2 gibi sıcak alkalilerle muamele etmede gizlidir. Bu işlem esnasında niasitin çözünerek niasine dönüşmekte ve niasin eksikliğine dayanan pellegra gözlenmemektedir

Başka niasin kaynakları nelerdir???

Niasin hayvansal besinlerde, mayalarda, balıkta, buğday kepeğinde ve tam unda bol miktarda bulunur. Alkalilerle muamele edildiği takdirde mısır da niasin kaynağı olabilmektedir.

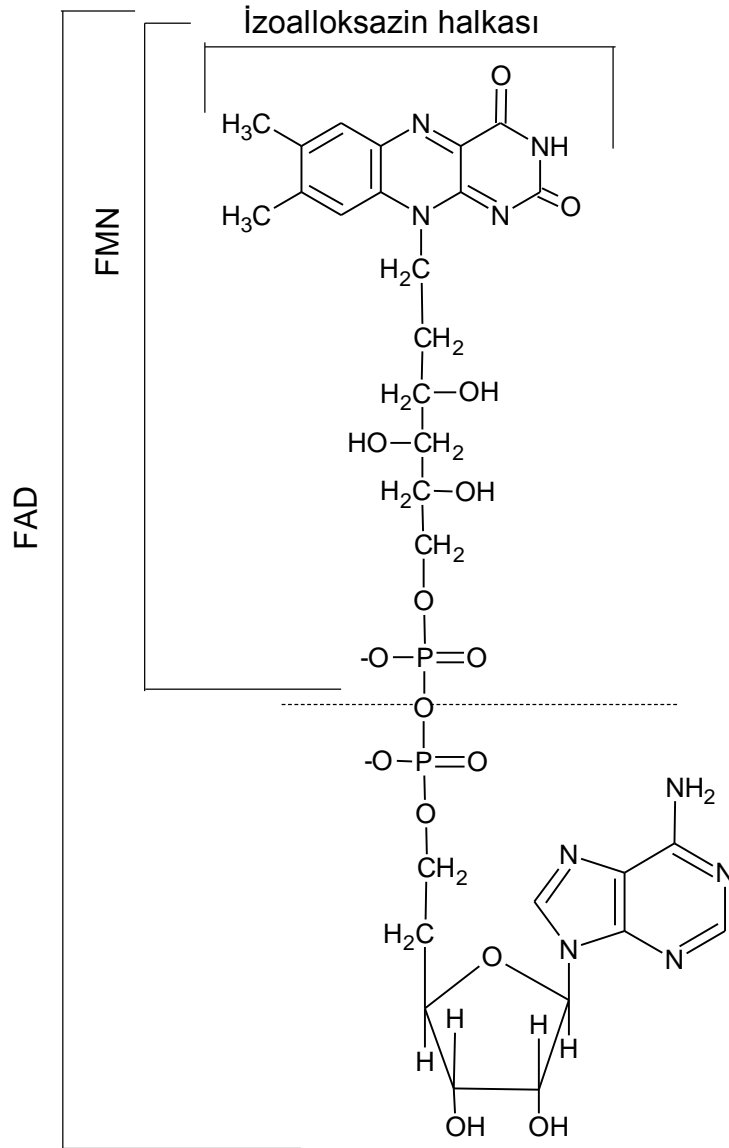
İnek sütü ve yumurta ise niasin içermese de niasin için iyi bir kaynak oluşturmaktadır. İnsan vücudunda triptofan aminoasidinden 60mg kullanılarak 1mg niasin sentezlenebilmektedir. İnek sütü ve yumurta triptofan içerdikleri için bu besinleri içeren diyetle beslenenler niasin eksikliği yaşamazlar. Joseph Goldberger’in pellegrayı et ve süt ile iyileştirilebileceği fikrini ve bu besinlerin olmadığı diyetle beslediği köpeklerin siyah dil hastalığına yakalandığını hatırlayınız.

Bu besinlerden yoksun bir diyet sadece niasin eksikliğini oluşturmakla kalmaz, bununla beraber piridin nükleotitlerin yapıtaşını oluşturduğu için piridin nükleotitlerin görev aldığı tüm metabolik yolların işleyişini bozar. Bu nedenle niasin içerikli kaynakları bol miktarda tüketiniz.

b) FLAVİN NÜKLEOTİTLER

Joseph Goldberger'in pellegra ile ilgili çalışmalarından sonra siyah dil hastalığını tedavi eden, büyüme ve gelişmeye yardımcı olan bir başka maddenin varlığı keşfedildi. 1933 yılında Kahn ve arkadaşları tarafından keşfedilen bu madde suda çözünen, floresan özellik gösteren ve vitamin B₂ olarak da adlandırılan yeşil renkli riboflavin vitaminiydi.

Riboflavinin metabolizmada, flavin nükleotitler olarak adlandırılan flavin adenin dinükleotit (FAD) ve flavin mononükleotit (FMN) koenzimlerinin öncülüdür. FMN riboflavinin ATP'ye bağımlı fosforilasyonu ile oluşurken FAD, ATP ile daha ileri bir tepkime ile sentezlenmekte ve bu tepkimede ATP'nin AMP parçası FMN'ye aktarılmaktadır.

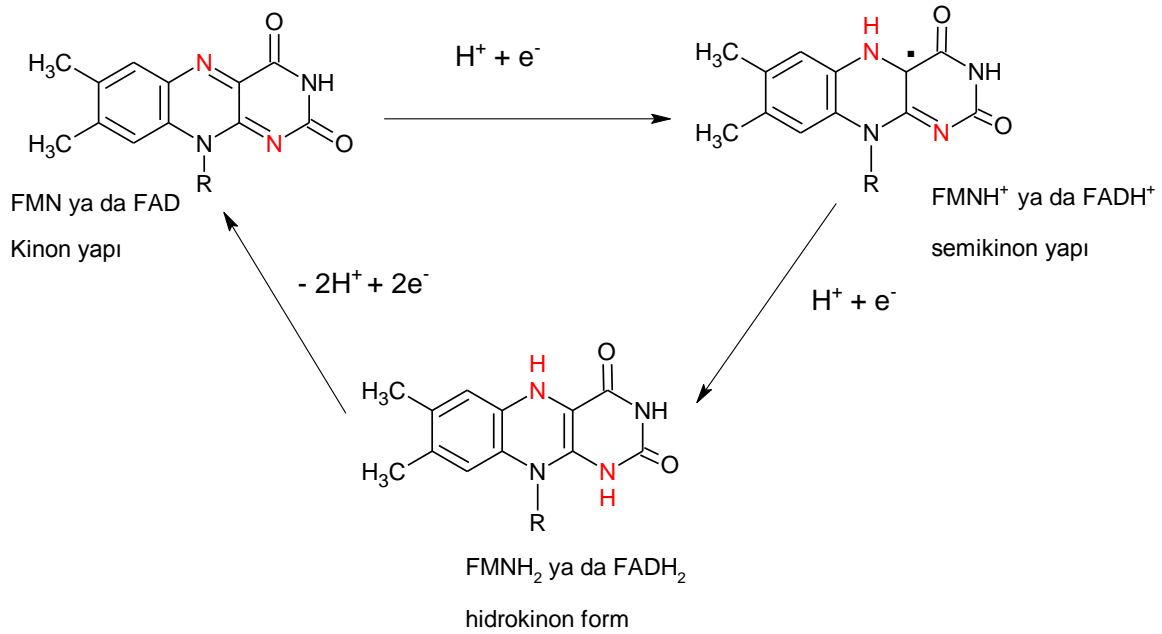


Şekil 6: Flavin nükleotitler

Şekil 6da yapıları görülen FAD ve FMN metabolizmada oksidoredüktaz enzimlerinin koenzimleri olarak görev yapar. Bu enzimlere flavoprotein denmektedir. Flavin nükleotitler, flavoproteinlere piridin nükleotitlerin kendi enzimlerine bağlanışının aksine güçlü bağlarla bağlıdır. Bir enzimden diğerine transferleri söz konusu değildir. Flavin nükleotitler bu özellikleri ile flavoproteinlerin aktif bölgesinin bir kısmı olarak düşünülmelidir.

Flavin nükleotitler birlikte çalıştıkları enzimlerden de anlaşılacağı üzere yükseltgenme indirgenme tepkimelerinde e^- ve H^+ transferinde görevlidir. Ancak piridin nükleotitlerden farklı olmak üzere bazı durumlarda $1e^-$, $1H^+$; bazı durumlarda $2e^-$, $2H^+$ taşırlar.

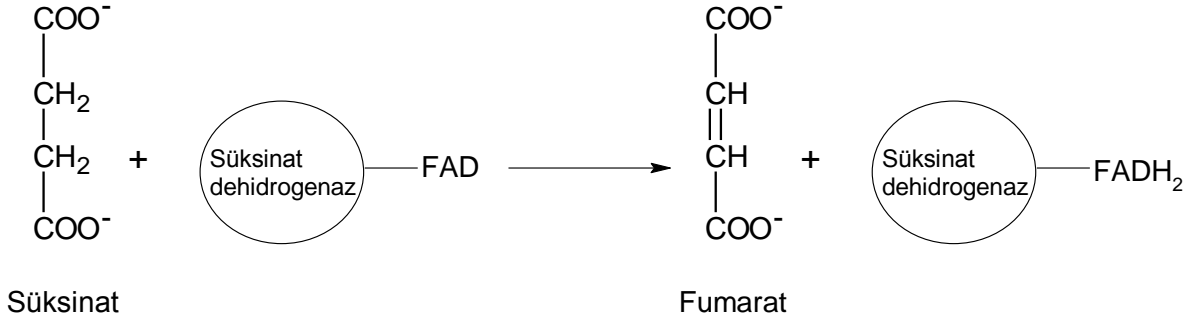
Flavin nükleotitler katıldıkları tepkimelerde bu transferi izoalloksazin halkası üzerinden gerçekleştirir.



Şekil 7: İzoalloksazin halkasının kinon, semikinon ve hidrokinon formları

İzoalloksazin halkası flavin nükleotitlerin en yükseltgenmiş formu olan FMN ve FAD halinde kinon yapısındadır ve flavin nükleotitler sarı renklidir. $1e^-$ ve $1H^+$ aldığı formda ise izoalloksazin halkası semikinon yapısındayken, nükleotitler kırmızı ya da mavi renklidir. En indirgenmiş form olan FMNH₂ ve FADH₂ renksiz iken; flavin nükleotitlerin bu $2e^-$ ve $2H^+$ almış halinde izoalloksazin halkası hidrokinon formdadır. Bunların dışında tanımlanan renkler ise kataliz esnasında ara ürün olarak gözlenmektedir.

Flavin nükleotitler de piridin nükleotitler gibi pek çok metabolik yolun kilit noktasıdır. Örneğin FAD de karbohidratlardan enerji eldesinde birçok noktada koenzim olarak görev yapar. Bu tepkimelerden biri şekil 8 de görülen süksinat dehidrogenaz katalizinde gerçekleşen süksinattan fumarat eldesidir.



Şekil 8: Süksinattan fumarat eldesi

Flavin nükleotitler daha önce bahsedildiği gibi enzimlerine güçlü bağlarla bağlıdır. Bu tepkime de görüldüğü gibi FAD süksinat dehidrogenaz enzimine bağlı şekilde tepkimeye girmekte ve tepkime sonunda yine enzime bağlı kalmaktadır.

SAĞLIK KÖŞESİ

RİBOFLAVİNİNİZE SAHİP ÇIKIN!!!

Riboflavin köpeklerde siyah dil hastalığını tedavi eden, farelerde büyümeyi olumlu etkileyen ısıya dayanıklı fakat ışığa dayanıksız bir vitamindir. Flavin nükleotitlerin yapısına girmesinden dolayı bu koenzimlerin rol aldığı her enzimatik tepkimenin düzenli işlemesi dolaylı yoldan riboflavine bağlıdır. Riboflavin bu işlevi ile metabolizma açısından büyük önem taşımaktadır.

Riboflavin eksikliğinin evrene etkisi

Oldukça önemli metabolik işlevlere sahip olmasına rağmen eksikliğinde şaşırtıcı bir şekilde yaşamı tehdit eden büyük sonuçlar görülmez.

Hayvanlarda büyümede etkili olduğundan eksikliğinde büyüme geriliği meydana gelir. Ayrıca yine hayvanlarda üreme ve deride bozukluk, korneada damarlaşma ve karaciğer yağlanması gözlenir.

İnsanlarda ise sıçanlarla ortak olmak üzere korneaya kapiler damarların saldırısı, fotofobi ve gözyaşı artması ve genital bölgede dermatit belirtileri oluşur (Sgdenstriker ve arkadaşları,1940). Sıçanlardan farklı olarak ise dudak köşelerinde ve dudakta soyulmalar, angüler stomatit, çeliyozis, glossit, sebore görülmektedir.

Riboflavin kaynakları

Riboflavin bitki ve mikroorganizmalarda sentezlenmesine karşın memelilerde sentezlenmez. Bu nedenle bu vitamin besinlerden alınmak zorundadır.

En iyi riboflavin kaynakları karaciğer, böbrek, süt ve süt ürünleri, yumurta, mayalar ve yeşil yapraklı sebzelerdir.

Besinlerimizdeki riboflavini nasıl ellerimizle çöpe atıyoruz???

Bu konuda en çok ihmal edilen şey riboflavinin ışığa dayanıksız oluşu ve suda çözünebilmesi. Gözden kaçırdığımız bu önemli iki detay riboflavin kaynağı birçok besini birden bire riboflavin açısından fakir hale getiriyor.

Nasıl mı?

- 🍲 Haşlayarak pişirdiğimiz yeşil yapraklı sebzelerin bol miktarda çözünmüş riboflavin içeren sularını dökerek
- 🍲 Hamur halinde bol miktarda riboflavin içeren tarhanayı *güneşte* kurutarak
- 🍲 Süzme yoğurt elde etmek için bol çözünmüş riboflavinli suları süzerek ve aynı şeyi peynirler için de yaparak
- 🍲 Süt gibi birçok gıdayı ışıhta bırakarak

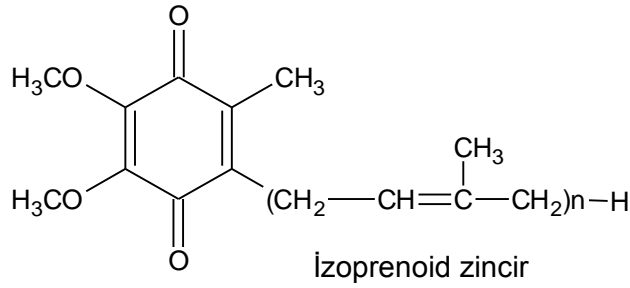
Peki ne yapmalı???

- ✓ Yeşil yapraklı sebzelerin suları çorbalarda kullanım gibi yollarda değerlendirilmeli
- ✓ Tarhana siyah bir örtü altında kurutulmalı
- ✓ Süzülen yoğurt ve peynirin suları hamur işlerinde kullanım gibi yollarla tüketilmeli
- ✓ Riboflavin kaynağı olan süt ışık geçirmeyen şişelerde saklanmalı.
- ✓ Doğal mayalar ve mayalanmış besinler sofralardan eksik edilmemeli.

c) KOENZİM Q



Yapısı ve önemi 1957’de anlaşılan koenzim Q vitamin kaynaklı olmayan ve metabolizmada sentezlenen az sayıda koenzimden biridir. Ubikinon olarak da adlandırılan koenzim Q organizmada ve fotosentetik bakteriler tarafından sentezlenebilmektedir.

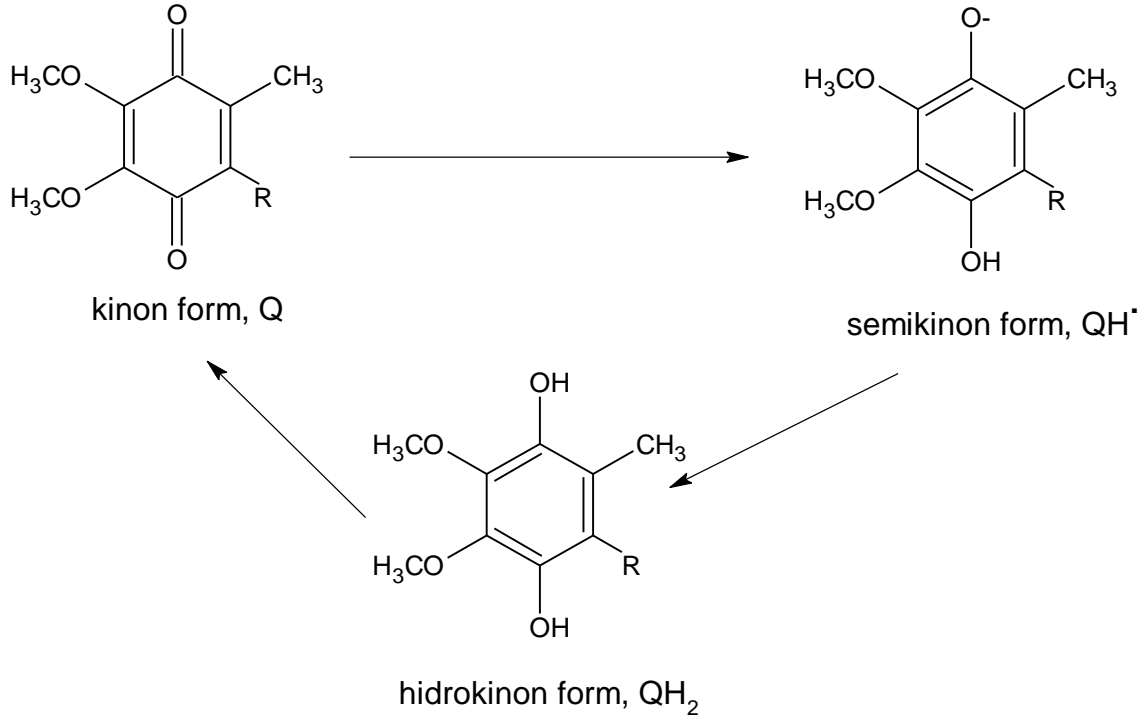


Şekil 9: CoQnun yapısı

Şekil 9da CoQnun yapısı görülmektedir. CoQ uzun izoprenoid zincire sahip bir benzokinondur. İzoprenoid zincir 6–10 ünitelerden oluşur. Memelilerde bu zincir 10 izoprenoid ünitesinden meydana gelir ve CoQ₁₀ olarak gösterilir. Diğer organizmalarda 6 (Q₆) ya da 8(Q₈) izoprenoid ünitesine sahip olan CoQ mevcuttur.

İzoprenoid zincirin hidrofobik olması sayesinde CoQ diğer koenzimlerden farklı olarak yağda çözünebilir. Böylece CoQ lipid membranda çözünebilir. CoQ hem küçük hem de hidrofobik olduğundan mitokondri iç zarının lipid çift tabakasından serbestçe geçebilir.

CoQ flavin nükleotitler gibi bazı durumlarda $1e^-$, $1H^+$; bazı durumlarda $2e^-$, $2H^+$ taşır. Bu işlevi ile elektron transport sisteminde oldukça önemli göreve sahiptir. Ayrıca hem elektron hem proton taşıyabildiğinden proton faaliyeti ile eşleşen elektron akışında merkezi rol oynar. CoQ bu görevini yerine getirirken e^- ve H^+ transferi sadece izoprenoid zincirine bağlı halka üzerinden yürür.



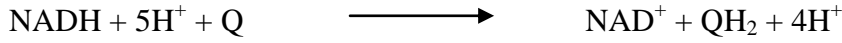
Şekil 10: İzoprenoid zincire bağlı halkanın kinon, semikinon ve hidrokinon formları

Şekil 10dan da anlaşılacağı üzere halka üzerinde transfer gerçekleşirken flavin nükleotitlerin izoalloksazin halkası ile benzer yol izler. Önce en yükseltgenmiş form olan kinon formu semikinona, oradan da en indirgenmiş form olan hidrokinona dönüşür.

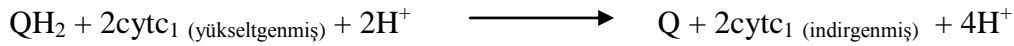
CoQ piridin nükleotitlere benzer olarak da enzimlerine zayıf bağlarla bağlıdır. Piridin nükleotitler gibi bir enzimden diğer enzime kolaylıkla bağlanabilmekte, farklı enzimlerde rejenere olabilmektedir.

CoQ, piridin ve flavin nükleotitlerin bu benzerliklerine karşın, CoQ flavin ve piridin nükleotitlerden daha güçlü yükseltgeyicidir. Yani NADH, NADPH, FADH₂, FMNH₂ gibi indirgenmiş koenzimleri yükseltgeyebilir.

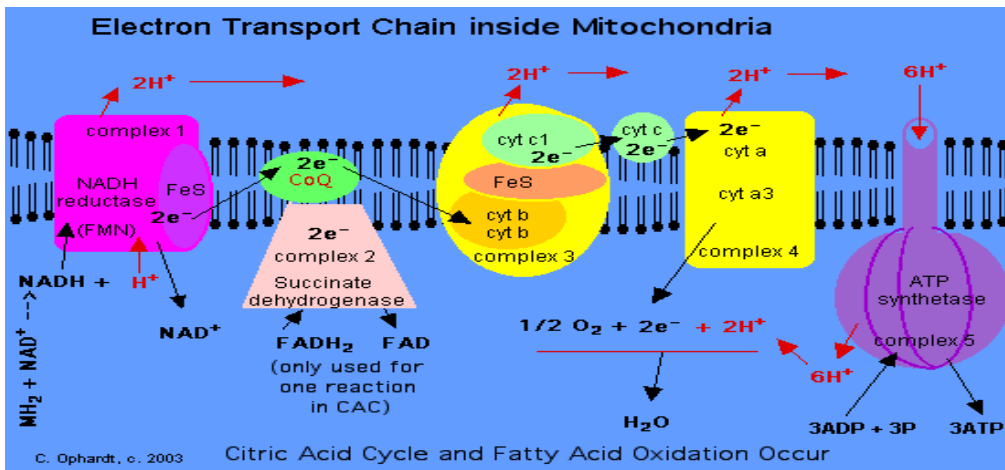
Aşağıda CoQ'nun elektron transport sisteminde görev aldığı bir tepkime görülmektedir. CoQ (Q) ilk olarak QH₂'ye indirgenir.



Daha sonra elektronlarını sitokrom c'ye aktararak tekrar Q'ya yükseltgenir.



CoQ'nun koenzim olarak görev aldığı elektron transport sistemindeki tepkimeleri şekil 11 de görmekteyiz.



Şekil 11: Elektron Transport Sistemi

SAĞLIK KÖŞESİ

KOENZİM Q₁₀ VE BİZ

Koenzim Q uzun bir izoprenoid zincire sahiptir ve bu zincirdeki izoprenoid ünitesi sayısına göre isim alabilir. Memelilerde bulunan koenzim Q ise 10 izoprenoid ünitesine sahiptir ve aşağıda yapısı görülen koenzim Q₁₀ 'dur.

Yiyeceklerde bulunan miktarı oldukça az olduğundan son yıllarda en popüler besin takviyesi (Ek gıda ürünü) haline gelen koenzim Q₁₀ enerji üretimindeki hayati rolü sebebiyle özellikle kalp hücrelerinde bol bulunur ve **kalbin sağlıklı çalışmasında** rol oynar.

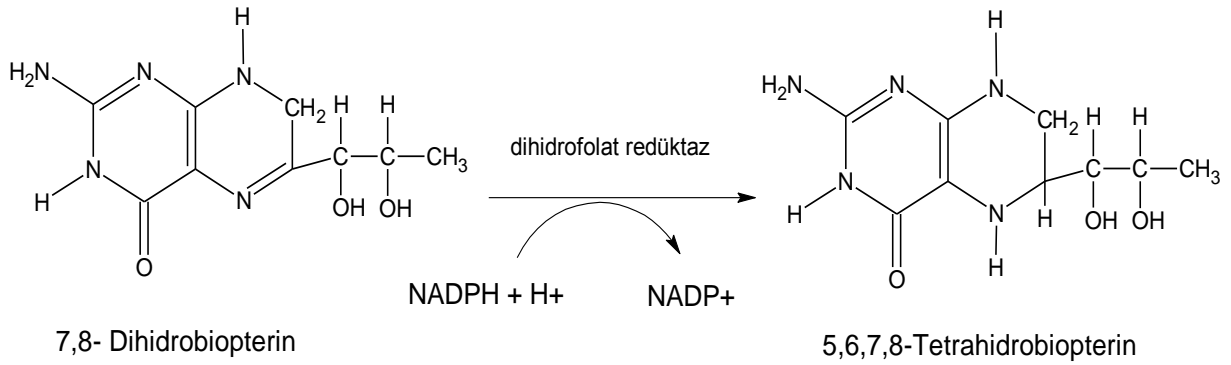
Koenzim Q₁₀ bunun yanı sıra pek çok işleve sahiptir.

- ✓ Antioksidan ve anti-ageing etkisi vardır.
- ✓ Klinik çalışmalarda günlük CoQ10 alımının göğüs ağrısı hissetmeden egzersiz yapma olanağını artırdığı bulunmuştur
- ✓ Araştırmalarda CoQ10' un kalp yetersizliği olan bazı kişilere yardımcı olduğu görülmüştür.
- ✓ Günlük alımı, mitral yetmezlik semptomlarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır
- ✓ Tip 2 diyabetiklere kan şekeri düşürmek için CoQ10 önerilmektedir.
- ✓ Klinik deneyler sonucunda CoQ10' un 2-5 aylık bir kullanımdan sonra hipertansiyonlu kişilerin kan basıncını önemli ölçüde düşürdüğünü görülmüştür.
- ✓ **Bağışıklık** sistemini güçlendirir.
- ✓ Ön araştırmalarda CoQ10 alan bazı hastaların solunumlarının daha kolay olduğu gözlenmiştir.

Alzheimer olan kişilerde mitokondriyal fonksiyonların bozulduğu da bilinmektedir. Koenzim Q10' un mitokondri üzerindeki etkilerinden dolayı bir grup araştırmacı Alzheimer hastalarına CoQ10 ile beraber demir ve B6 vitamini vermişler ve 1,5-2 yıllık bir süre içerisinde bu hastalığın ilerleyişinin durdurulabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

d) TETRAHİDROBİOPTERİN

Vitamin kaynaklı olmayan koenzimlerden biri de 5,6,7,8-tetrahidrobiopterindir ve bu koenzim metabolizmadaki biopterinin aktif formudur. 7,8-dihidrobiopterinden NADPH bağımlı bir enzim olan dihidrofolat redüktaz katalizi ile sentezlenir.

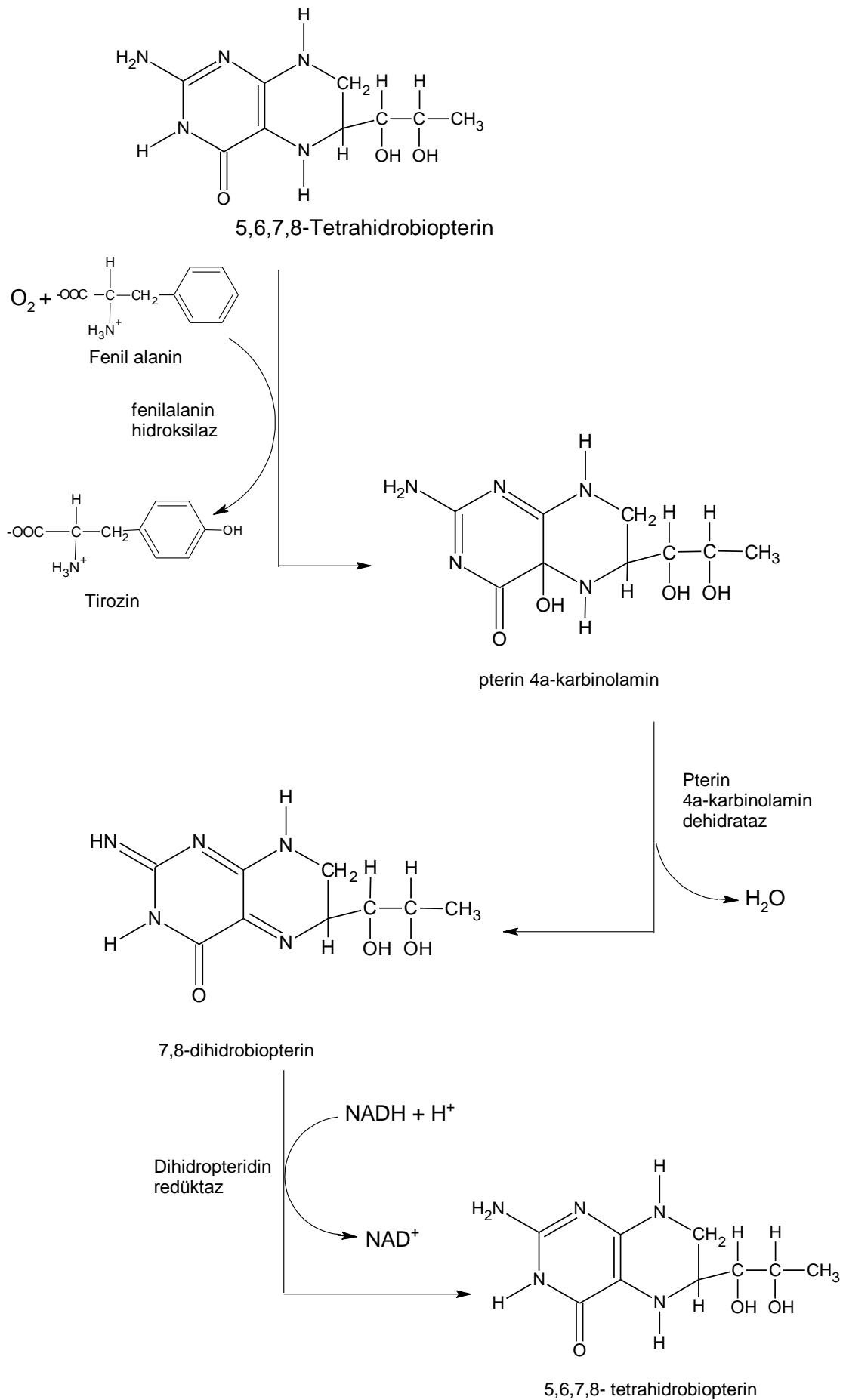


Şekil 12: 5,6,7,8-tetrahidrobiopterinin sentezi

Şekil 12de yapısı ve 7,8-dihidrobiopterinden sentezi görülen tetrahidrobiopterin; piridin, flavin nükleotitler ve koenzim Q gibi biyolojik yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine katılan bir koenzimdir.

5,6,7,8-tetrahidrobiopterin aminoasit yıkımına katılan koenzimlerdenidir. Bu koenzim aminoasit yıkımında e⁻ taşıyır. Elektron transferi pterin halkası üzerinden yürür.

Fenil alaninin tirozine yıkımı da bu tepkimelerden biridir.



Şekil 12: Fenil alaninin tirozine yıkımı

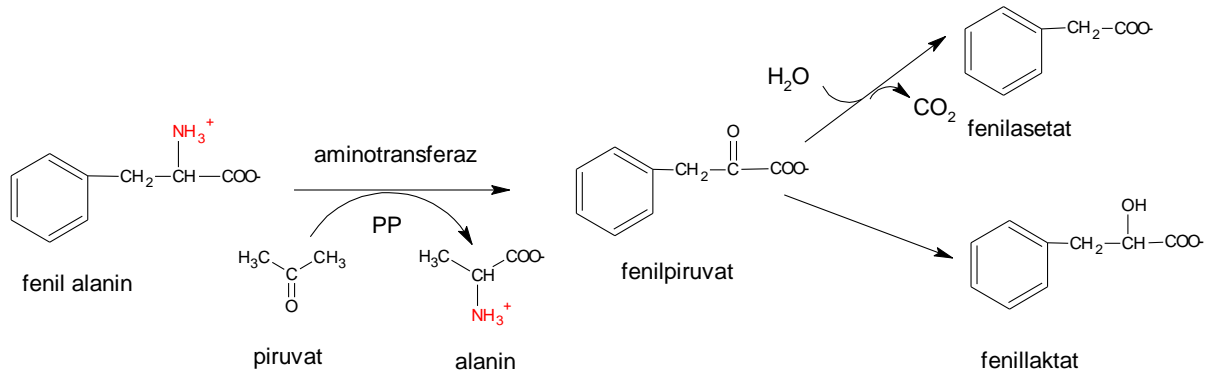
5,6,7,8-tetrahidrobiopterin bu tepkimede fenil alanin hidroksilaz enziminin koenzimidir. Fenil alaninin tirozine yıkıldığı bu tepkimede NADH'den O₂'e elektron taşımakla görevlidir. Bu işlevini yerine getirirken kendisi 7,8-dihidrobiopterine yükseltgenir ve O₂ ise H₂O'ya indirgenir.

Oluşan 7,8-dihidrobiopterinin 5,6,7,8-tetrahidrobiopterine rejenerasyonu görüldüğü üzere NADH'ın NAD⁺'ya yükseltgenmesine bağımlı bir tepkimedir. Bu tepkimede 7,8-dihidrobiopterinin 5,6,7,8-tetrahidrobiopterine indirgenmesi dihidrobiopterin redüktaz katalizi ile gerçekleşir. 5,6,7,8-tetrahidrobiopterinin 7,8-dihidrobiopterinden sentezi ise dihidrofolat redüktaz enzimi aracılığı ile olmaktadır. Bu farklılığın nedeni ise sentez ve rejenerasyon tepkimelerinde 7,8-dihidrobiopterinin iki farklı tautomer yapısının substrat olarak görev yapmasıdır. Tepkime denklemlerine tekrar dikkatlice bakılırsa bu yapısal farklılık görülebilir.

SAĞLIK KÖŞESİ

FENİL KETONÜRİ

Fenilketonüri fenilalanin ve metabolitlerinin kanda ve dokuda birikmesi sonucu ortaya çıkar. Bu birikimin sebebi fenilalaninin tirozine yıkılması olayında görev alan fenilalanin hidroksilazdaki genetik hatadır.



Bu hastalıkta fenilalanin metabolitlerden biri olan fenillaktat idrarda birikerek karakteristik bir koku verir. Bu koku ile kesin olmamak üzere fenilketonüri tanısı konulabilmektedir.

Fenilketonüri yaşamın erken evrelerinde meydana geldiğinde beynin normal gelişimini engelleyerek zihinsel geriliğe sebep olan bir hastalıktır. Bebeklikte erken tanımlanırsa zekâ geriliği fenilalanin kontrollü diyet uygulanarak engellenebilir.

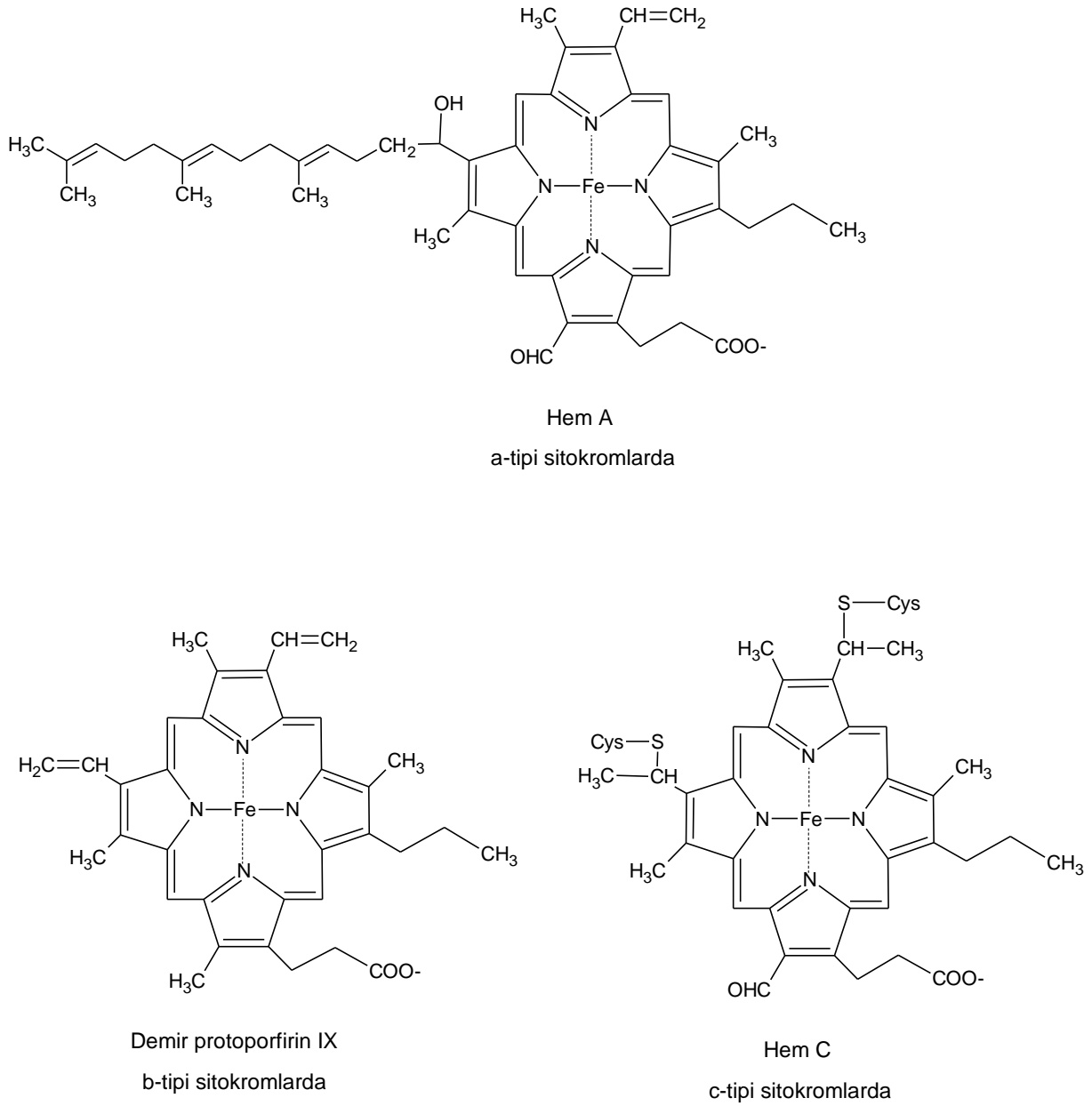
Fenilketonüri ayrıca tetrahidrobioptrenin yenilenmesini katalizleyen enzimdeki hata nedeniyle de olabilir. Tetrahidrobioptrenin fenilalaninin tirozine yıkımında koenzim olarak görev yaptığından tetrahidrobioptrenin metabolizmasındaki bozukluk fenilalaninin tirozine yıkımını engellemekte ve böylece fenilalanin birikmektedir.

Ancak bu durumda tedavi biraz daha zordur. Tetrahidrobioptrenin dayanıksız olduğu için diyetle eklenmesi tedaviye yardımcı olamamaktadır.

Bu gibi olumsuz sonuçlardan korunmak için yeni doğan taramalarını ihmal etmeyiniz ve çevrenizi bu konuda bilgilendiriniz.

e) SİTOKROMLAR

Sitokromlar heme prostetik grubu içeren protein yapılı moleküllerdir. Bu moleküllerde heme grubunun olduğu porfirin halka sistemi ortaktır. Farklılıkta porfirin halka sistemine bağlı süstitüe gruplardan ve görünür ışıktta verilen farklı absorbanstan kaynaklanır. Bu farklılığa bağlı olarak da şekil 13de de görüldüğü gibi sitokrom a, sitokrom b, sitokrom c olarak sınıflandırılırlar.



Şekil 13: Sitokromların yapısı

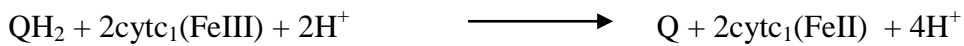
Sitokromlar demir içeren hem gruplarından dolayı görünür ışıktaki karakteristik absorpsiyon gösterir. Buna bağlı yapılan sınıflamanın yanı sıra eğer sitokrom tipi tam olarak belirtilmek istenirse maksimum absorptans verdiği değeriyle birlikte söylenir. Örneğin sitokrom b₅₆₀. Tablo 1de sitokromların görünür ışıktaki vermiş oldukları absorptans değerleri görülmektedir.

Tablo 1: Sitokromların görünür ışıktaki vermiş oldukları absorptans değerleri

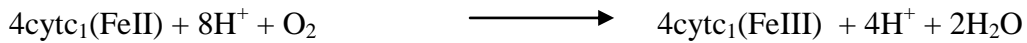
| Heme protein | α | β | γ |
|--------------|----------|---------|----------|
| Sitokrom c | 550-558 | 521-527 | 415-423 |
| Sitokrom b | 555-567 | 526-546 | 408-449 |
| Sitokrom a | 592-604 | Yok | 439-443 |

Sitokromlar elektron transferinde oksidoredüktaz, oksidaz ve desaturaz enzimlerine güçlü bağlarla bağlanarak çalışan metalorganik koenzimlerdir. Bu transfer yapılarında Fe⁺³ ün bulunması sayesinde gerçekleştirilir. Fe⁺³ elektron alarak Fe⁺²ye indirgenmekte, daha sonra bu elektronu alıcıya vererek tekrar Fe⁺³ formuna dönmektedir.

Sitokromlar elektron transport sisteminde görevli koenzimlerden biridir. Bu sistemde aşağıdaki örnekte de görüldüğü gibi aldıkları elektronları bir sonraki alıcıya transfer ederler.



Sitokrom c (cytc₁) bu tepkimede koenzim QH₂'den elektron alarak indirgenmektedir. (koenzim Qnun da elektron transferi yaptığını anımsayınız).



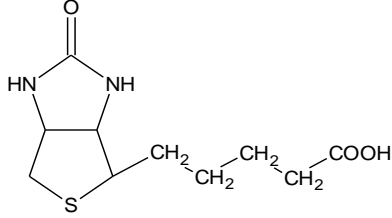
Elektron transport zincirinin bir sonraki aşamasında sitokrom c koenzim QH₂'den aldığı elektronları oksijene transfer etmekte ve yeniden yükseltgenmiş formuna dönmektedir.

2. GRUP KOENZİMLER:

a) TEK KARBON TRANSFERİ YAPAN KOENZİMLER

1. BİOTİN

Biotin ilk defa 1935 yılında Alman biyokimyageri F. Kögl tarafından izole edilmiştir. Daha sonra yapısı V. Vigneaud tarafından aydınlatılmıştır.

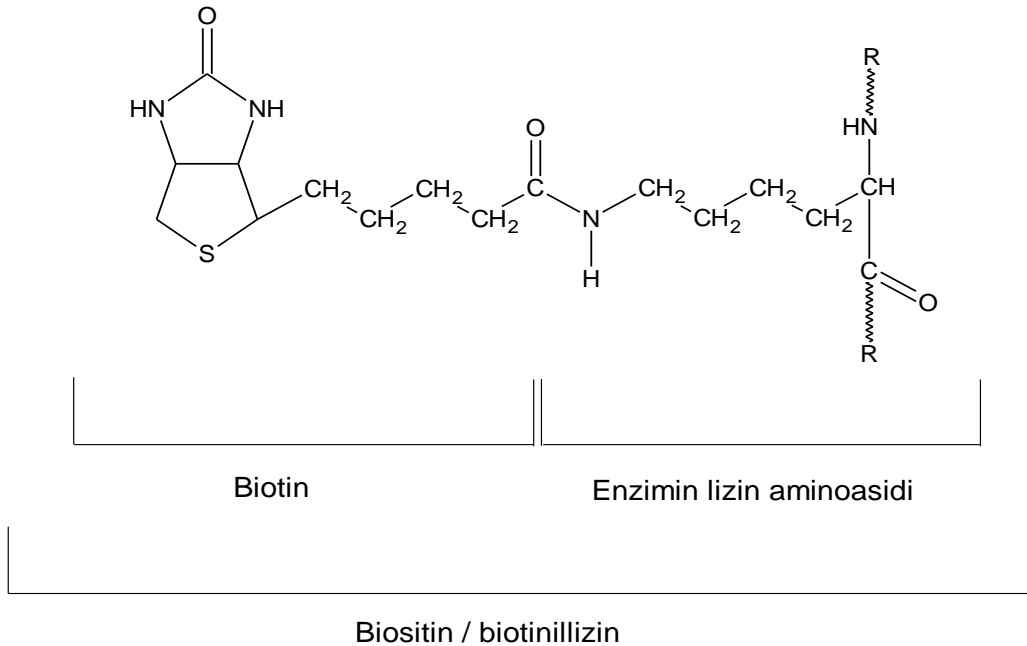


Şekil 14: Biotinin yapısı

Şekil 14de yapısı görülen biotinde imidazol ve thiofen halkası birleşmiştir. Biotinin aktif merkezi ise imidazol halkasındaki 1 nolu azottur. Diğer vitamin kaynaklı koenzimlerden farklı olarak hem vitamin hem de koenzimdir.

Biotin koenzim olarak tek karbonlu birimlerin en yükseltgenmiş formu olan CO_2 'in transferinde sorumludur, transferaz enzimlerinden karboksilaz ve transkarbamilaz enzimlerine güçlü bağlarla bağlıdır.

Koenzimin karboksil grubu ise koenzimlik yapılan enzimin lizin aminoasit grubunun ϵ - amino grubu ile peptit bağı yapar. Şekil 15de yapısı gösterilen bu yapıya biotinillizin ya da biositin denmektedir.

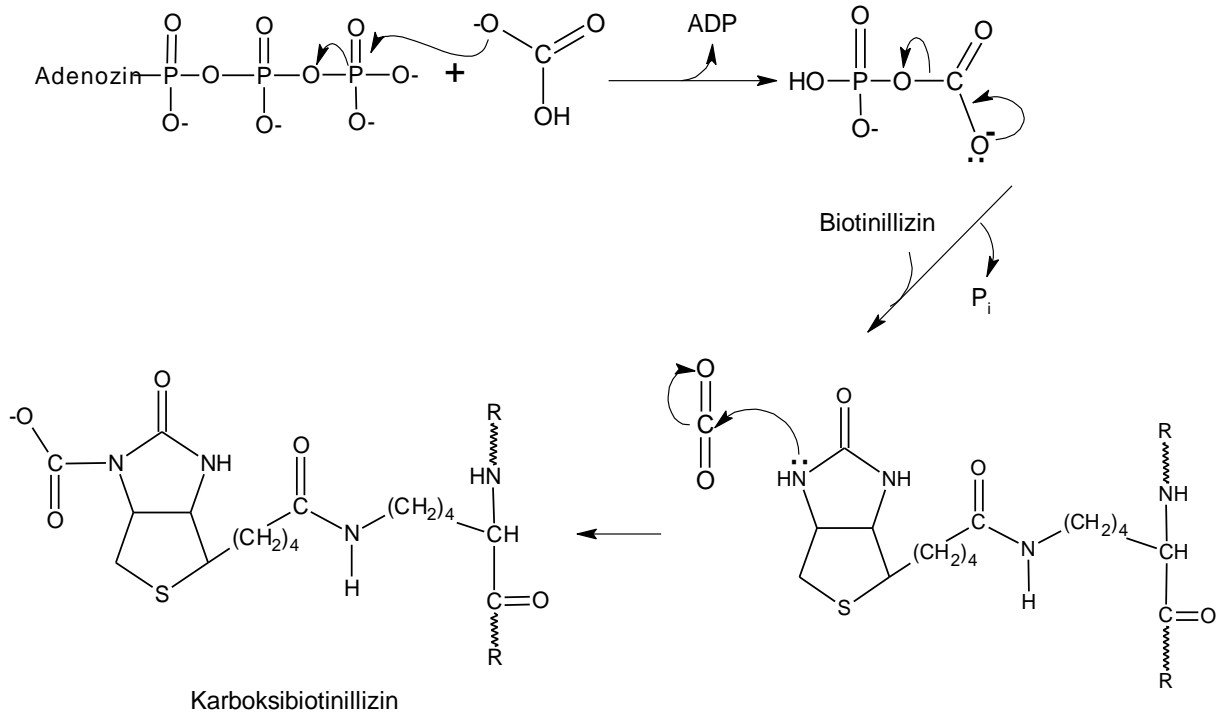


Şekil 15: Biotinillizinin yapısı

Biotinin koenzim olarak katıldığı iki tip tepkime vardır. Bunlardan ilki ATP harcanarak CO₂ transferi yapılan tepkimelerdir. Bu tip tepkimelerde ATP, ADP ve fosfata yıkılırken ortaya çıkan enerji tepkimenin serbest enerji değişimine eklenir.

Bahsedilen bu tepkime türüne örnek olarak piruvat karboksilaz katalizinde gerçekleşen piruvatın oksaloasetata dönüşüm tepkimesi verilebilir. Bu tepkime iki aşamadan oluşur.

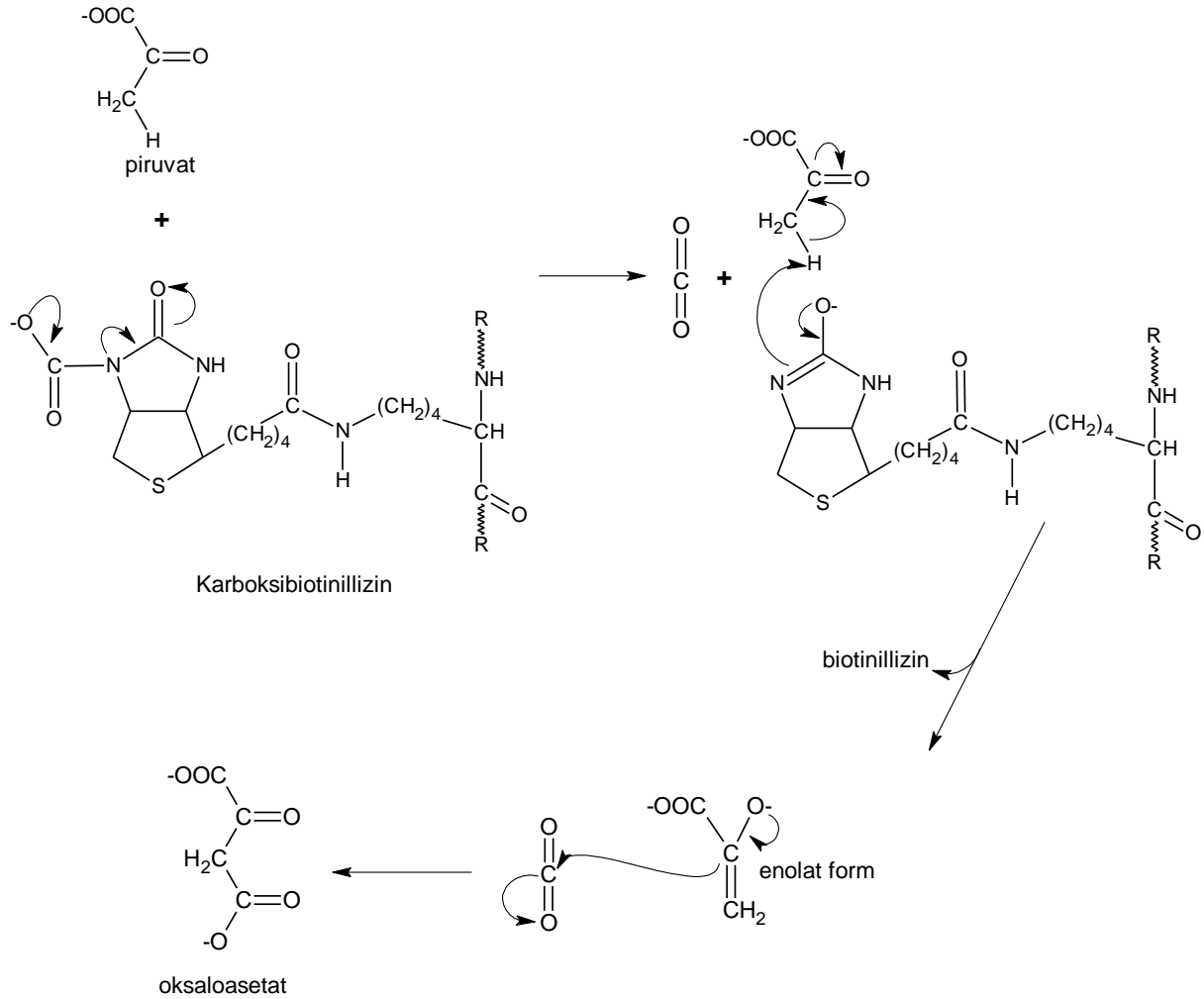
İlk aşama:



Şekil 16: Piruvatın oksaloasetata dönüşüm tepkimesi ilk aşaması

Şekil 16da görülen piruvatın oksaloasetata dönüşümü tepkimesinin ilk aşamada CO₂'in bir formu olan bikarbonatın oksijen atomu ATPnin terminal fosfatına atak yapar, fosfatı uzaklaştırarak karboksi fosfat ara ürününü oluşturur. Bu ara ürün CO₂'e döner, biotinillizinin aktif merkezi olan imidazol halkası üzerindeki 1 nolu azot, CO₂'in karbon atomuna nükleofilik atak yapar ve karboksibiotinillizin oluşur.

İkinci aşama:

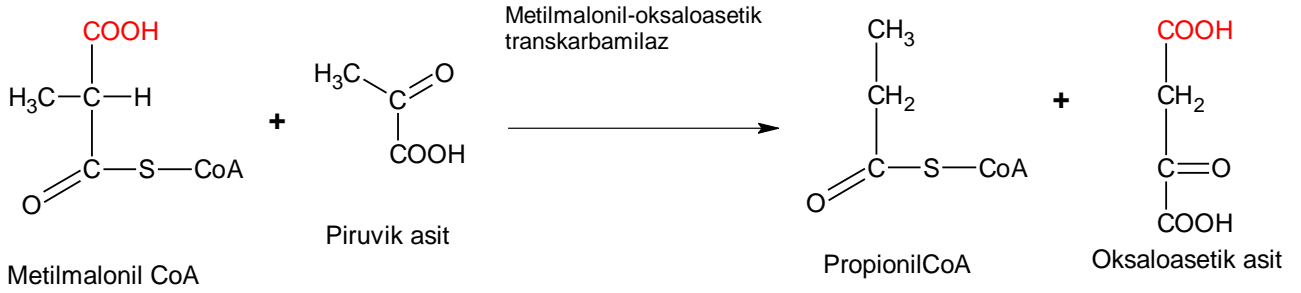


Şekil 17: Piruvatın oksaloasetata dönüşüm tepkimesi ikinci aşaması

Şekil 17de görülen ikinci aşamada ise CO_2 ayrılır ve biotinillizin piruvatın bir H nini alarak rejenere olur, piruvat ise enolat formuna dönüşür. Son aşamada piruvatın enolat formu aktifleştirilmiş CO_2 'e atak yapar, oksaloasetat oluşur ve böylece CO_2 transferi tamamlanmış olur.

Biotinin koenzim olarak katıldığı ikinci tip tepkime ise CO_2 'in bir molekülden diğerine transferinin olduğu tepkimelerdir.

Bu tepkime türüne ise örnek olarak Şekil 18deki tepkime verilebilir.

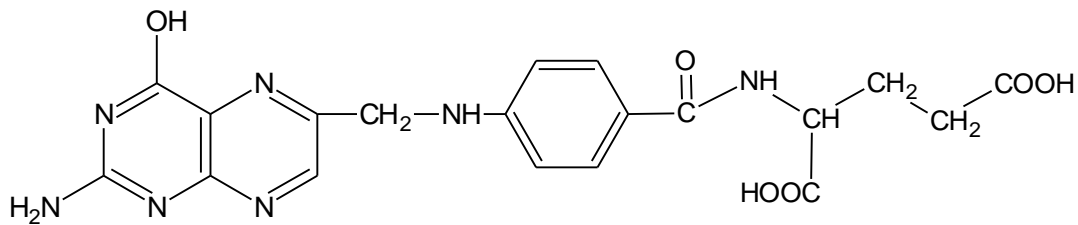


Şekil 18: Metilmalonil-CoA ve piruvik asitten oksaloasetik asit ve propionil CoA eldesi tepkimesi

Metilmalonil-oksaloasetik transkarbamilaz katalizinde metilmalonil-CoA ve piruvik asitten oksaloasetik asit ve propionil CoA elde edilen bu tepkimede metilmalonil- CoA'ya bağlı CO₂ biotinillizin üzerinden oksalaoasetikasite transfer edilmektedir.

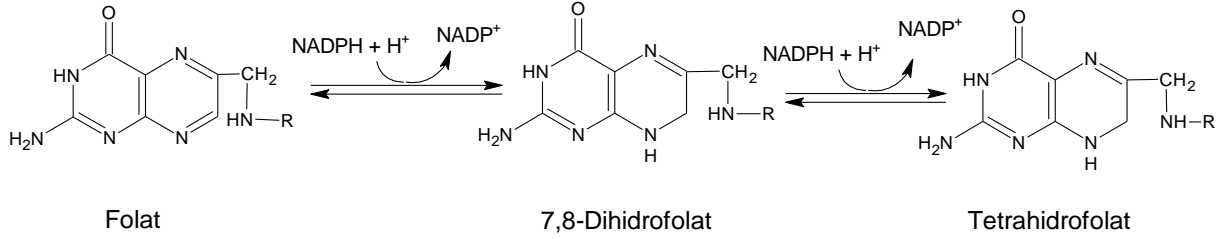
2. TETRAHİDROFOLAT (TETRAHİDROFOLİK ASİT)

1931 yılında Dr. Lucy Wills gebe kadınlardaki megaloblastik aneminin beslenme ile ilişkili olduğunu görmüş ve bu kadınların diyeti ile beslediği maymunlarda da aynı belirtileri taşıyan anemilere rastlamıştır. 10 yıl sonra ise Mitchell ve arkadaşları ıspanakta hayvanlardaki megaloblastik anemiye tedavi eden bir madde izole etmişler ve bu maddeye folik asit adını vermişlerdir.



Şekil 19: Folik asidin yapısı

Şekilde yapısı görülen folik asit birer molekül glutamik asit, p-aminobenzoik asit ve p-aminobenzoik asite bağlanmış pteridin bazından oluşur. Metabolizmada p-aminobenzoik asit sentezlenmediği gibi, glutamat pteroid asite bağlanamadığı için folik asit diyetle alınması gereken bir vitamindir. Bu vitamin iki basamaklı indirgenme tepkimesi ile aktif koenzim formu olan tetrahidrofolata dönüşür. Her iki basamağı da NADPH bağımlı dihidrofolat redüktaz enzimi katalizler.



Şekil 20: Tetrahidrofolat sentezi

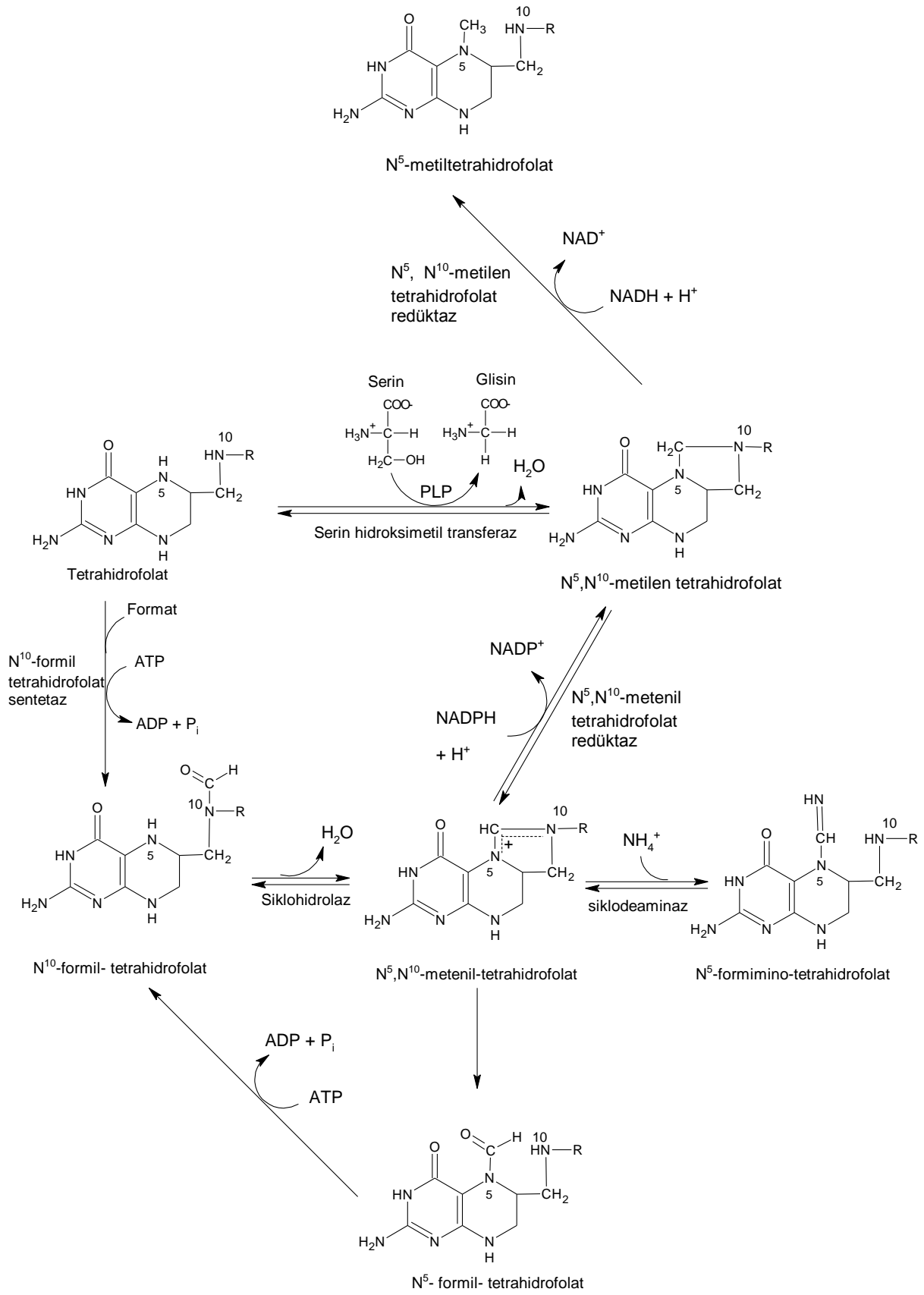
Birçok biyosentetik süreç metabolik öncüllere bir karbon biriminin katılmasını içerir. Tek karbonlu birimlerin en yükseltgenmiş formu olan CO_2 'in biotin koenzimi vasıtasıyla transfer edildiğinden bahsedilmiştir. Ara oksidasyon basamağındaki tek karbonlu birimlerin ve bazen de en indirgenmiş form olan metilin taşınmasında ise transferaz ve sentaz/sentetaz enzimlerine zayıf bağlarla bağlı olan tetrahidrofolat koenzim görevi görür.

Tablo 2 de bu birimler ve taşınmasında görevli THF türevleri görülmektedir.

Tablo 2: THF ve taşınan gruplar

| Oksidasyon seviyesi | Taşınan grup | THF türevi |
|---------------------|--------------|--|
| Metanol | Metil | N^5 - metil THF |
| Formaldehit | Metilen | $\text{N}^5, \text{N}^{10}$ - metilen THF |
| Format | Formil | N^5 - formil THF, N^{10} -formil THF |
| | Formimino | N^5 -formimino THF |
| | Metenil | $\text{N}^5, \text{N}^{10}$ - metenil THF |

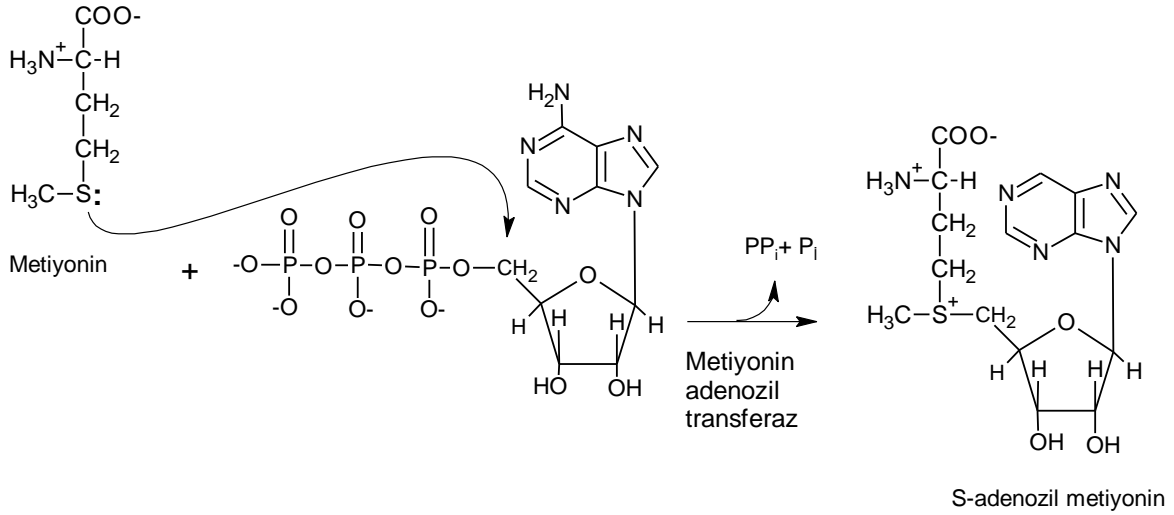
Tek karbon transferi özellikle aminoasitlerin yıkımı ve nükleotit metabolizmasında yaygındır. Bu tepkimelerde transferi yapılacak tek karbonlu grup tetrahidrofolatta ya N^5 e, ya N^{10} a ya da her ikisine de bağlanır. Şekil 21deki tepkimelerde bu bağlanmalar açıkça görülmektedir.



Şekil 21: THF tepkimeleri

3. S-ADENOZİL METİYONİN

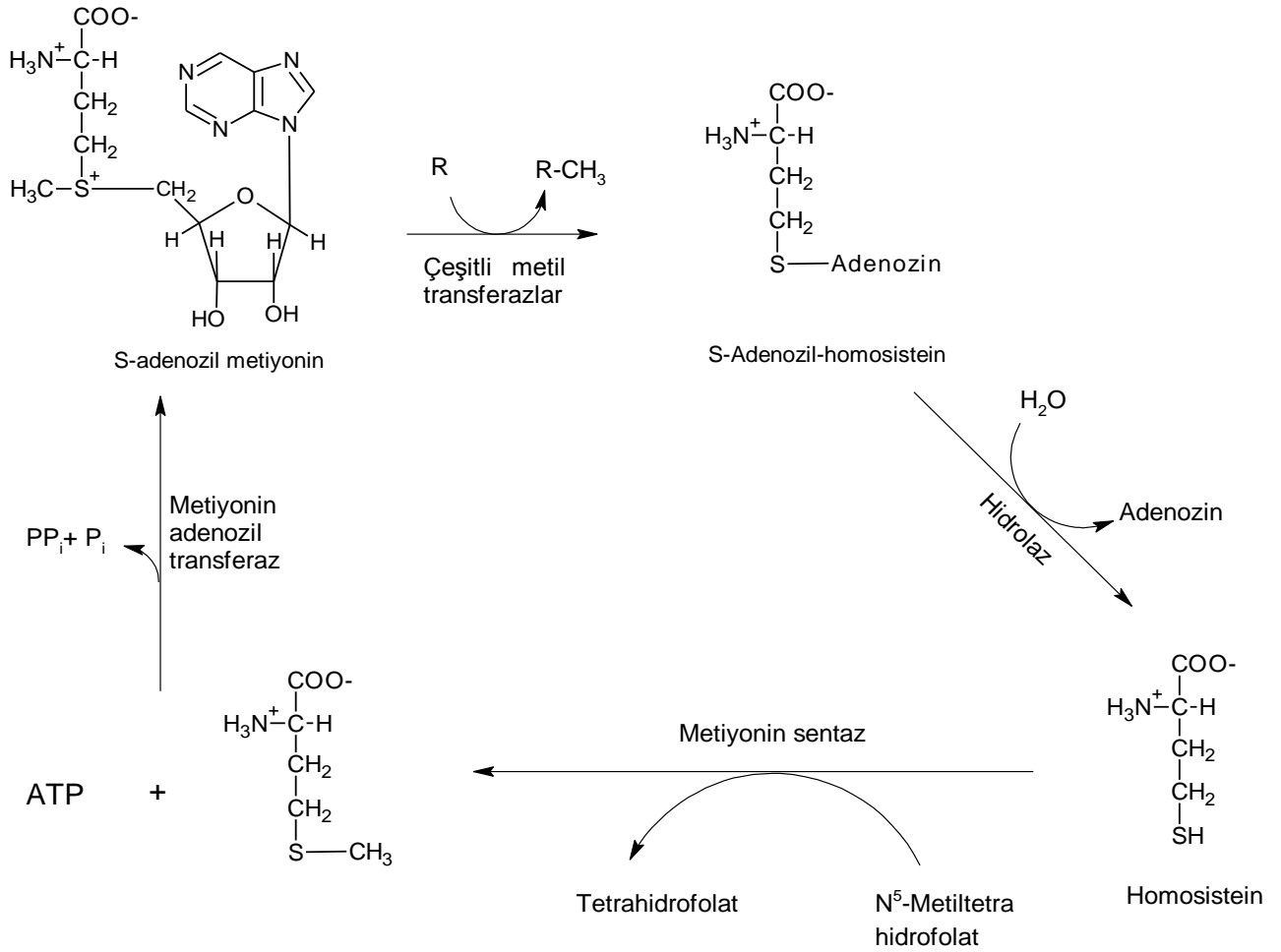
S-adenozil metiyonin, ATP ve metiyoninin, metiyonin adenzil transferaz katalizi ile verdiği tepkime sonucu metabolizmada sentezlenir.



Şekil 22: S-adenozil metiyonin sentezi

Bu tepkimede S atomunun gerçekleştirdiği nükleofilik atak nadir görülür türdendir. Normalde ATPnin γ veya β pozisyonundaki fosforlardan birine saldırması gerekirken 5. karbona atak yapar ve trifosfat açığa çıkarır. Bu trifosfat PP_i ve P_i ye parçalanır. Ardından PP_i de inorganik pirofosfataz katalizi ile bölünür ve böylece tepkime boyunca ikisi yüksek enerjili olmak üzere üç bağ kırılır.

Tetrahidrofolatın ara oksidasyon basamağındaki tek karbonlu grupları taşıdığından bahsedilmişti. Tetrahidrofolat N^5 te bir metil grubu da taşıyabilir. Ancak bu transfer potansiyeli çoğu biyosentetik tepkime için yetersizdir. Bu nedenle biyosentetik tepkimelerde metil transferi için koenzim olarak S-adenozil metiyonin tercih edilir. S-adenozil metiyonin kararsız sülfonyum iyonundan dolayı güçlü bir alkilleyicidir. Koenzimin metil grubu N^5 -metiltetrahidrofolatın metil grubuna göre 1000 kat daha reaktiftir. Çeşitli metil transferazlarla çalışan bu koenzim, çalıştığı enzime zayıf bağlarla bağlıdır.



Şekil 23: S-adenozil metiyoninin transfer tepkimesi ve rejenerasyonu

Yukarıdaki tepkimeye görüldüğü üzere S-adenozil metiyoninden çeşitli metil transferazların katalizi ile alıcıya bir metil transfer edildiğinde S-adenozil homosistein oluşur. Adenozil ve homosisteinin ayrılmasından sonra ise bakterilerde bulunan metiyonin sentazın bir formunun katalizi ile N₅-metiltetrahidrofolattan homosisteine bir metil transfer edilir; metiyonin ve tetrahidrofolat rejenera edilmiş olur.

Enzimin memelilerde bulunan diğer şekli ise metil vericisi olarak ya N⁵ – metiltetrahidrofolat ya da ileride detaylı şekilde görülecek olan koenzim B₁₂ türevi olan metil kobalamini kullanır.

SAĞLIK KÖŞESİ

FOLAT (FOLİK ASİT) EKSİKLİĞİ

Folatın metabolik önemi nedir???

Folat memeliler tarafından sentezlenemeyen ve bu nedenle diyetle alınması gereken vitaminlerden biridir.

Metabolizmada tek karbon içeren ara oksidasyon düzeyinde grupların transferinden sorumlu olan tetrahidrofolat folatın indirgenmesi ile sentezlenir ve bu koenzim DNA sentezi ve alyuvar oluşumunda önemli rol oynar. Tetrahidrofolata bir metilen grubunun takılması ile oluşan N⁵, N¹⁰- metilen tetrahidrofolat, DNA sentezi ve alyuvar oluşumu için gereken bir öncül olan timidilat üretimine metil grubu sağlar.

Folik asitten tetrahidrofolat sentezini katalizleyen dihidrofolat redüktaz enzimi aminopterin ve ametopterin tarafından kompetitif olarak inhibe edilmektedir. Bu enzim inhibe edildiği zaman tetrahidrofolat sentezi durur ve DNA için timin sentezi yapılmaz. (aminopterin ve ametopterin bu özelliği sayesinde kan kanseri tedavisinde kullanılmaktadır.)

En indirgenmiş tek karbonlu grup olan metilin transferinden sorumlu olan S-adenozil metiyonin koenziminin rejenerasyonu için de yine tetrahidrofolata gereksinim duyulur. Homosisteinden metiyonin elde edilirken metil grubu N⁵ – metiltetrahidrofolattan sağlanır. Kısacası folat eksikliğinde tüm bu metabolik olaylar durur.

Anemi...

Folat eksikliğinde görülen anemi türlerinden biri megaloblastik anemidir. Bu anemi yavaş ilerleyen bir hastalıktır. Folattan yoksun bir diyetle beslenildiği sürece kanda hemoglobin miktarı azalır ve hemotokrit düzeyi düşer. Alyuvar sayısı normal miktarın yarısından daha az iner. Ancak alyuvardaki hemoglobin konsantrasyonu ve alyuvar yapısı büyür. Aynı zamanda kanda megaloblast hücreler bulunur. Dilde glossit, mide salgılarında asit azlığı görülür.

Bu anemi türünü günde 5–10 mg folat preparatlar ile tedavi etmek mümkündür. Ancak hemoglobinin 5g/dl ye indiği vakalarda kan transfüzyonu gerekir.

Gebelik öncesi ve sonrası...

Döllenme öncesi dönemde her gün 400 µg folat desteğinin sağlanması, spina bfida gibi nöral tüp kusurlarının görülme sıklığını belirgin şekilde düşürebilir.

Ayrıca zengin içerikli diyetle beslenmeyen kadınlar megaloblastik değişiklikler geliştirdiği için, gebeliğin ilerleyen dönemleri ve gebelik sonrasında da yeterli folat desteği sağlanması oldukça önemlidir.

Folat eksikliği...???

- ❖ Epilepsi tedavisinde kullanılan tüm antikonvülsan ilaçlar serum folat düzeyini düşürmektedir. Ancak bu ilaçları kullananlar arasında megaloblastik anemilere pek fazla rastlanmamaktadır.
- ❖ Antikolvülsanlardan ayrı olarak oral kontraseptifler de folat metabolizmasını bozucu etki yapmaktadır.
- ❖ Folat metabolizmada sentezlenemediğinden diyetle alınması gerekir. Folat içerikli besinler yeterli miktarda tüketilmediği takdirde folat eksikliği gözlenir.

Folat eksikliği nasıl belirlenir???

Lactobacillus casei adlı bakteri büyüme ve üreme için folata gereksinim duyar. Bu özellikten yararlanarak gıda ve biyolojik maddelerde bulunan folat miktarı ölçülebilmektedir.

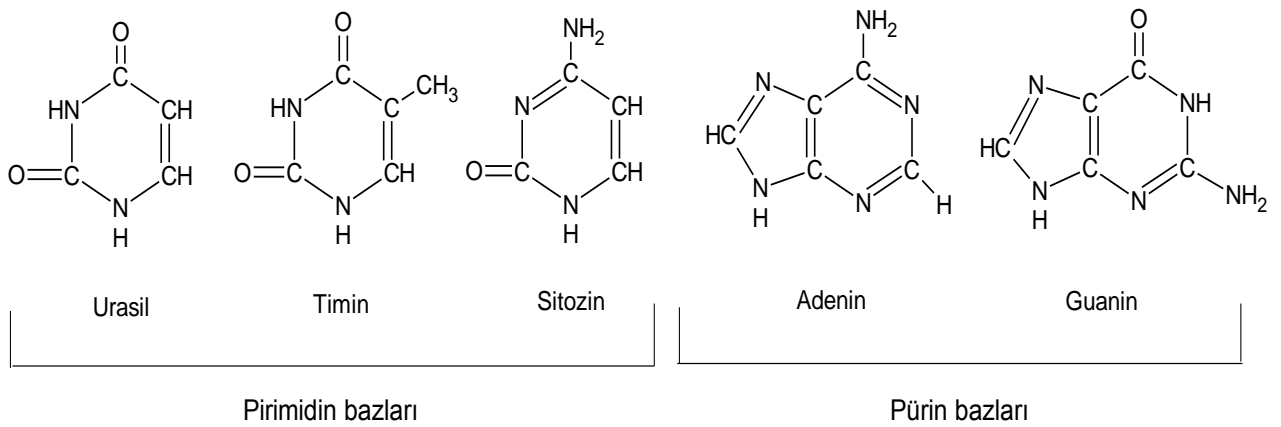
Folat içeren besinler nelerdir???

- ✓ Mercimek
- ✓ Fasulye
- ✓ Portakal suyu
- ✓ Brokoli, sarı
- ✓ Yeşil yapraklı sebzeler
- ✓ Maya
- ✓ Karaciğer

b) NÜKLEOTİT KOENZİMLER

Şimdiye kadar görülen piridin nükleotitler, FAD ve S-adenozil metiyoninin yapısı incelendiğinde riboz şekeri ve adenin bazının ortak olduğu görülür. İleride görülecek olan koenzim A ve deoksiadenozilkobalaminde de bahsedilen bu yapılar ortaktır.

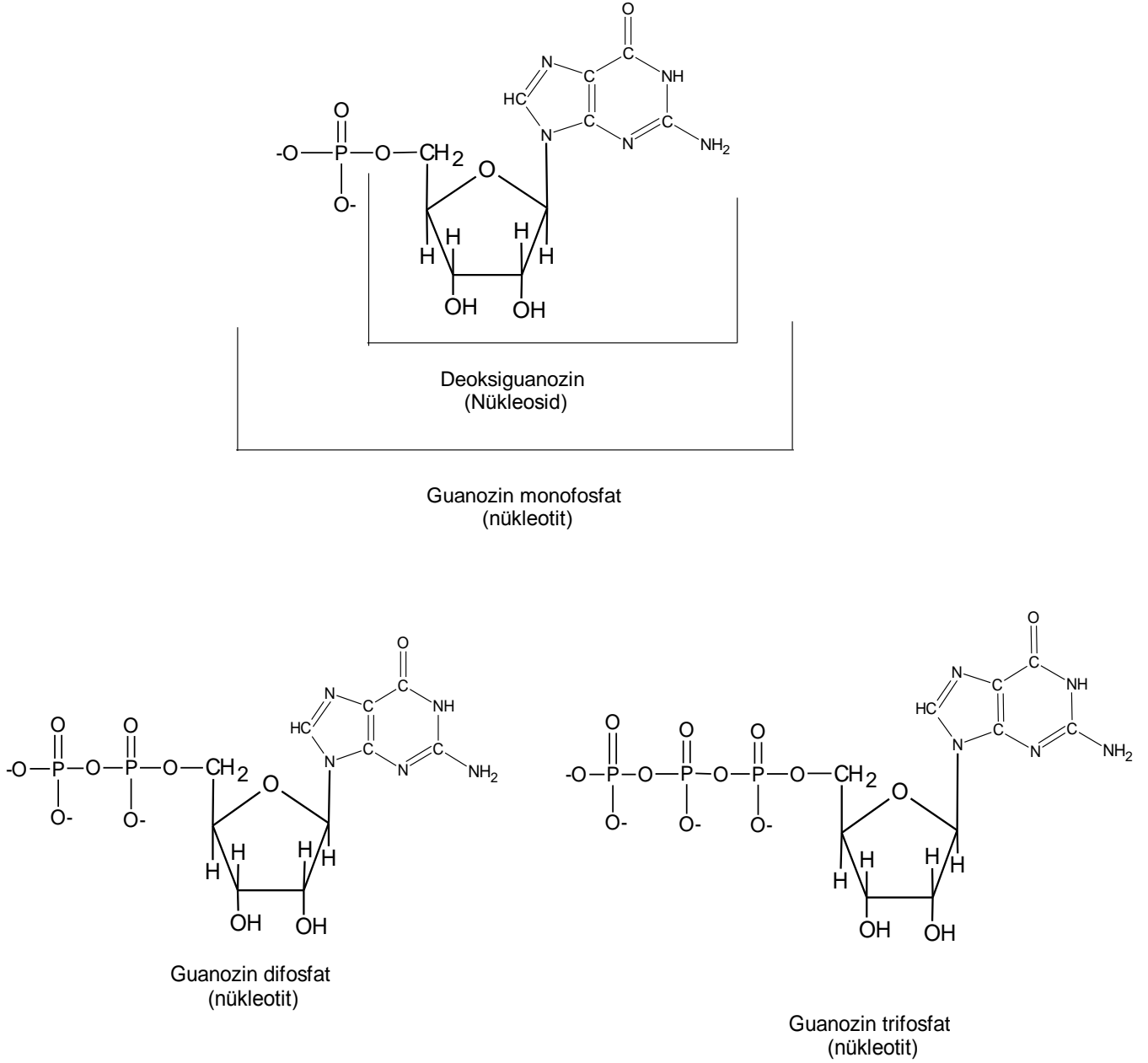
Sözü geçen bu yapılardan adenin, pürin bazları olarak adlandırılan grubun bir üyesidir. Yapılan bu sınıflamada diğer bir grup ise pirimidin bazlarıdır. Şekil 24de yapıları görülen pürin ve pirimidin bazları en çok DNA ve RNA'nın yapısına katılmaları ile bilinir.



Şekil 24: Pürin ve pirimidin bazları

Pirimidin bazları dördü karbon ikisi azot olmak üzere 6 üyeli halkalı bir yapıdadır. Pürin bazları ise 5 ve 6 üyeli iki halkanın birleşmesi ile meydana gelmektedir.

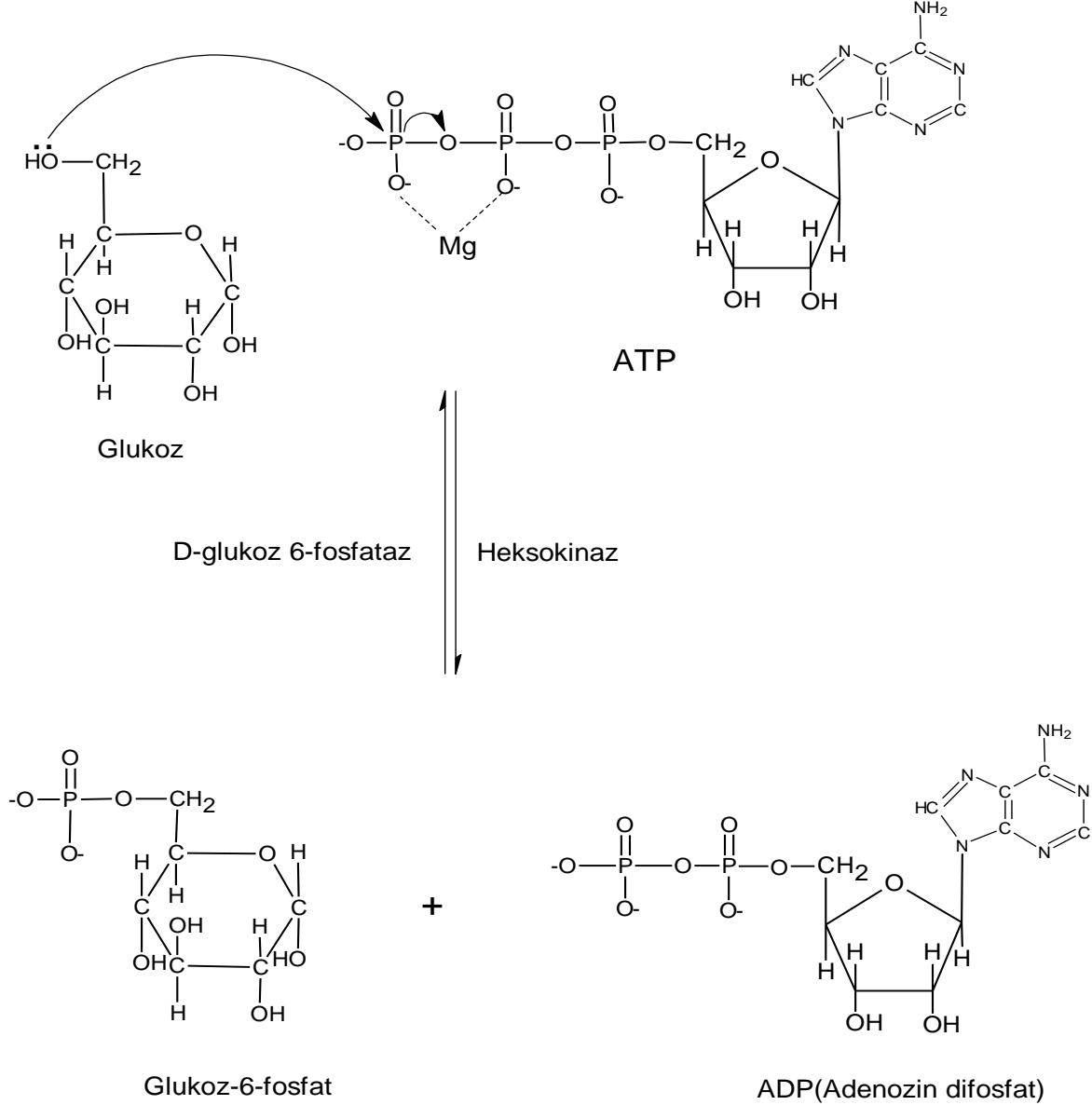
Pürin ve pirimidin bazları riboz şekerlerinin 1. karbonuna N-glikozid bağı ile bağlandığında oluşan yapı nükleosid olarak adlandırılır. Nükleosidlerin riboz şekerinin 2. , 3. ve 5. karbonuna fosfoanhidrit bağı ile fosfat bağlandığında ise nükleotitler meydana gelir,



Şekil 25: Deoksiguanozin, GMP, GDP ve GTP

Şekil 25de görüldüğü üzere nükleosidlere monofosforil, difosforil ve trifosforil grupları bağlanabilmektedir. Nükleotitler bu özellikleri ile metabolik yollarda fosforil ve pirofosforil grubu taşıyan koenzim olarak görev yaparlar. Bu görevlerini gerçekleştirirken kinazlar ve sentetazlar başta olmak üzere pek çok enzime zayıf bağlarla bağlı olarak çalışırlar.

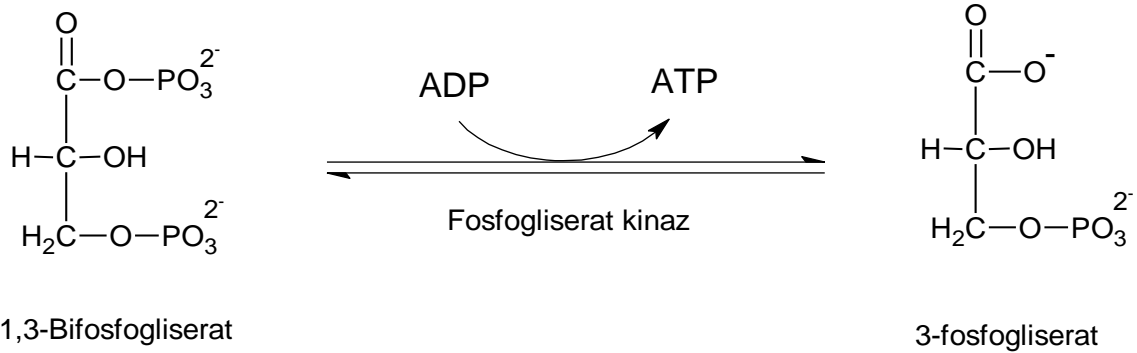
Fosforil transfer eden nükleotit koenzimlerin en bilineni ATP (adenozin trifosfat)dir. Karbohidratların yıkımı ile enerji eldesi ATPnin fosforil transferi yaptığı metabolik yolların başında gelir.



Şekil 26: Glukoz 6-fosfat eldesi

Şekil 26da görülen tepkime heksokinaz katalizi ile gerçekleşen, karbohidratların yıkımında meydana gelen ilk tepkimedir. Bu tepkimedeki dikkat edilmesi gereken nokta glukozun fosfat değil fosforil transfer edildiğidir. Çünkü glukoz 6-fosfatındaki fosfatı oluşturan 4. oksijen ATPye bağlı olan oksijen değil; glukozun 6. karbonuna bağlı, fosforun atakta bulunan nükleofil oksijendir. Dolayısıyla ATPnin transferini yaptığı fosfat değil, fosforidir.

Karbohidratların yıkımı metabolik yolunun 2. evresinin 2. tepkimesinde ise ADP 1,3-bifosfogliserattan bir fosforil grubu alır, 3-fosfogliserat ve ATP oluşur.

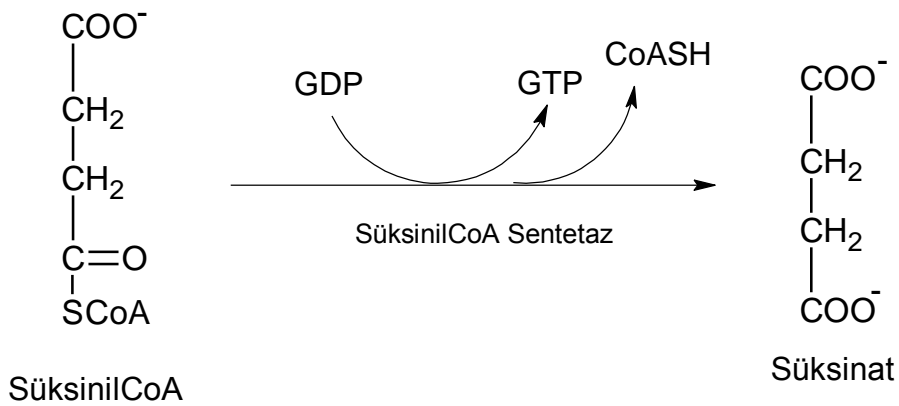


Şekil 27: 3-fosfogliserat eldesi

ATP fosforil ve pirofosforil transferlerinin yanı sıra adenilat (AMP) ve adenosil transferi de yapar. Adenosil transferlerine daha önce bahsedilen S-adenosil metiyoninin sentezlendiği metiyonin ve ATPnin tepkimesi örnek olarak verilebilir. Bu tepkimede metiyonine adenosil grubu bağlanmaktadır.

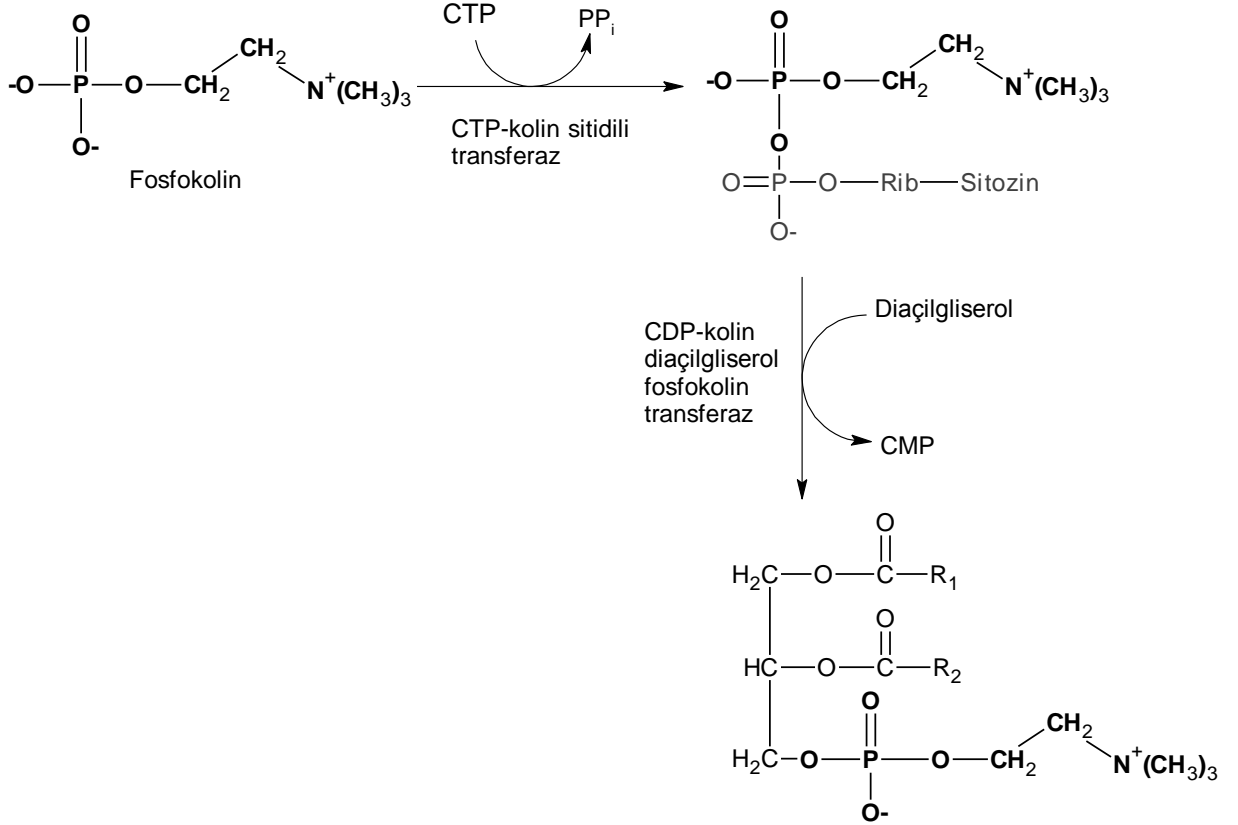
Adenilat transferlerinde ise endergonik tepkimeler egzergonik hale gelir. Bu tepkimelerde metabolite AMP transfer edilir ve P_{Pi} serbest kalır. Serbest kalan P_{Pi} inorganik pirofosfataz katalizi ile 2P_iye yıkılır ve bu fosfoanhidrit bağlarının yıkımı sonucu enerji açığa çıkar. Böylelikle tepkime enerjistik açıdan elverişli hale gelir.

Nükleotit koenzimlerden olan GTP de ATP ile benzer olarak karbohidratların yıkımı metabolik yolunda görev almaktadır. Süksinil CoA süksinatın sentezlendiği bu tepkimede GDP'ye bir fosforil grubu bağlanarak GTP elde edilir.



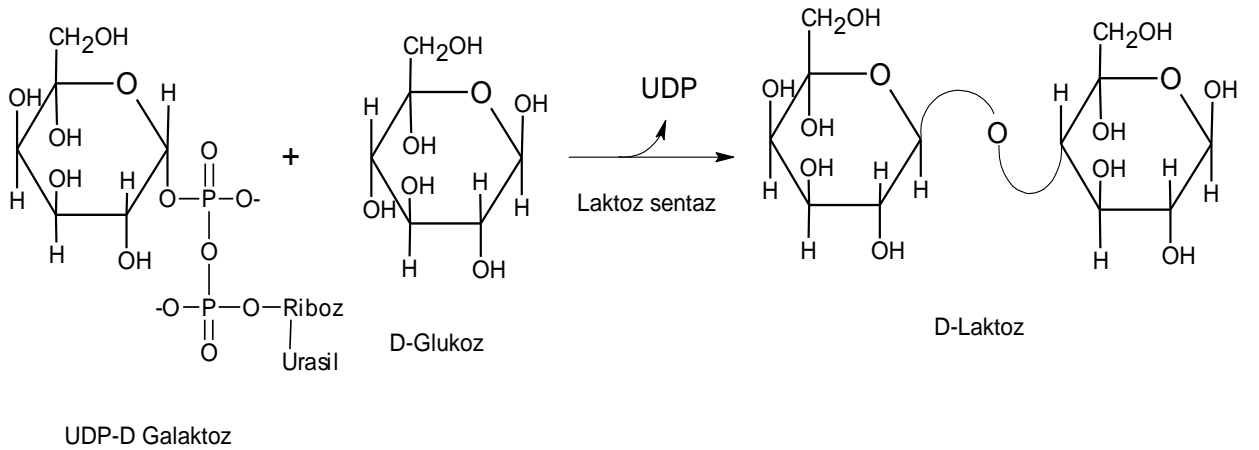
Şekil 28: Süksinat sentezi

CTP genel olarak yağ asidi biyosentezinde görev alan bir koenzimdir. Koenzim bu metabolik yolda ATPye benzer olarak sitidin monofosforil transferi yapar. Bu transferin yapıldığı metabolit ise aktifleştirilmiş kabul edilir. Örnek bir tepkime olarak şekil 29daki fosfokolinin tepkimesi verilebilir.



Şekil 29: Fosfokolinin aktifleştirilmesi

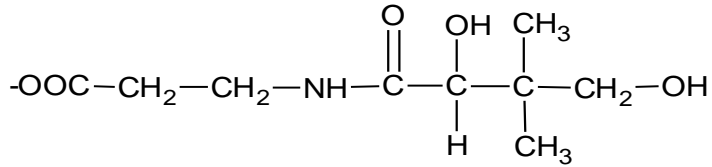
Benzer bir transferi disakkaritlerin sentezinde UTP de yapmaktadır. Örneğin D-laktoz disakkaritinin sentezi şekil 30daki gibidir.



Şekil 30: D-Laktoz sentezi

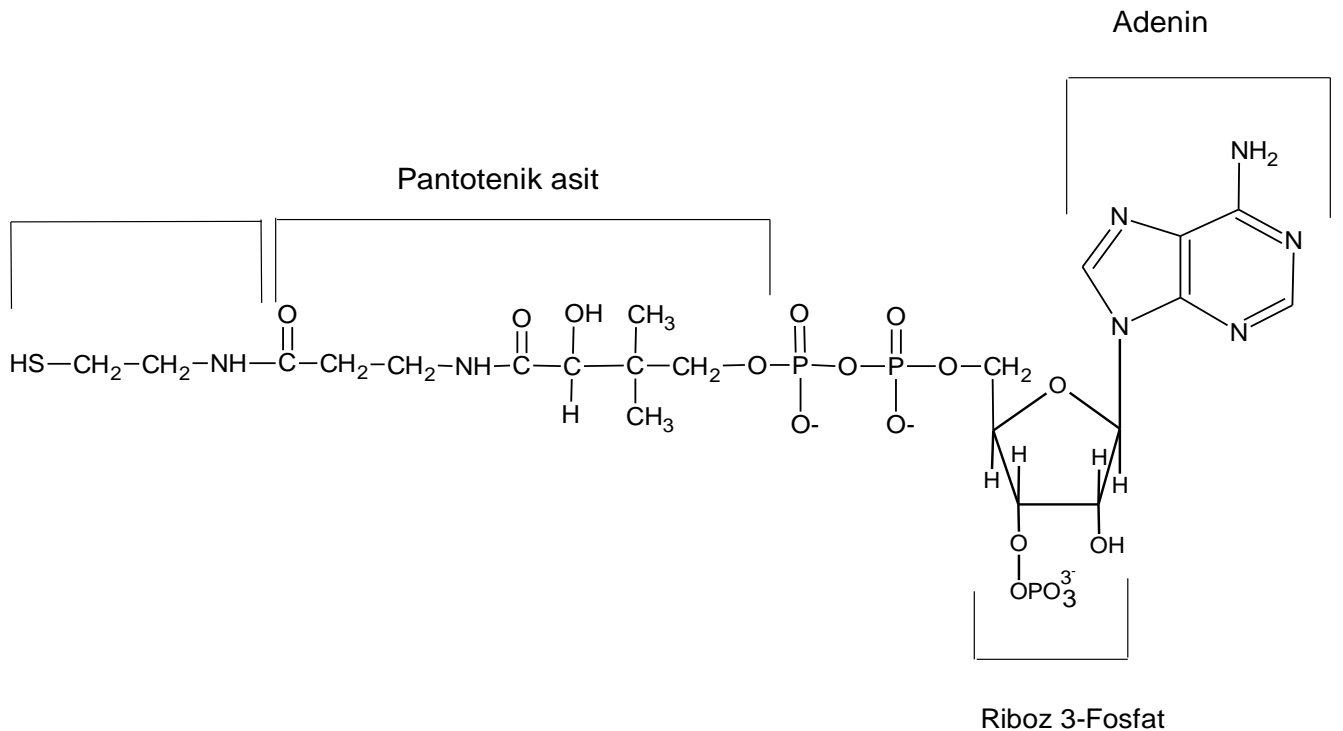
e) KOENZİM A (CoA)

Suda çözünen vitaminlerden biri olan, bitkiler ve pek çok organizma tarafından sentezlenen pantotenik asit R.J. Williams tarafından keşfedilmiştir. Aşağıda yapısı görülen pantotenik asit omurgalıların besinine ilave edilmesi gereken azot içerikli bir büyüme faktörüdür.



Şekil 31: Pantotenik asidin yapısı

Pantetonik asidin keşfinden sonra yapılan çalışmalar bu vitaminin bir molekülün yapısına katıldığını göstermiştir. Nitekim 1948 yılında N.O. Kaplan ve F. Lipmann tarafından koenzim A'nın yapısının ortaya çıkarılması ile pantotenik asidin bu yapıya katıldığı β- merkaptoetilamin çalışma Lipmann'a 1953'te Nobel ödülünü kazandırmıştır.



Şekil 32: CoAnın yapısı

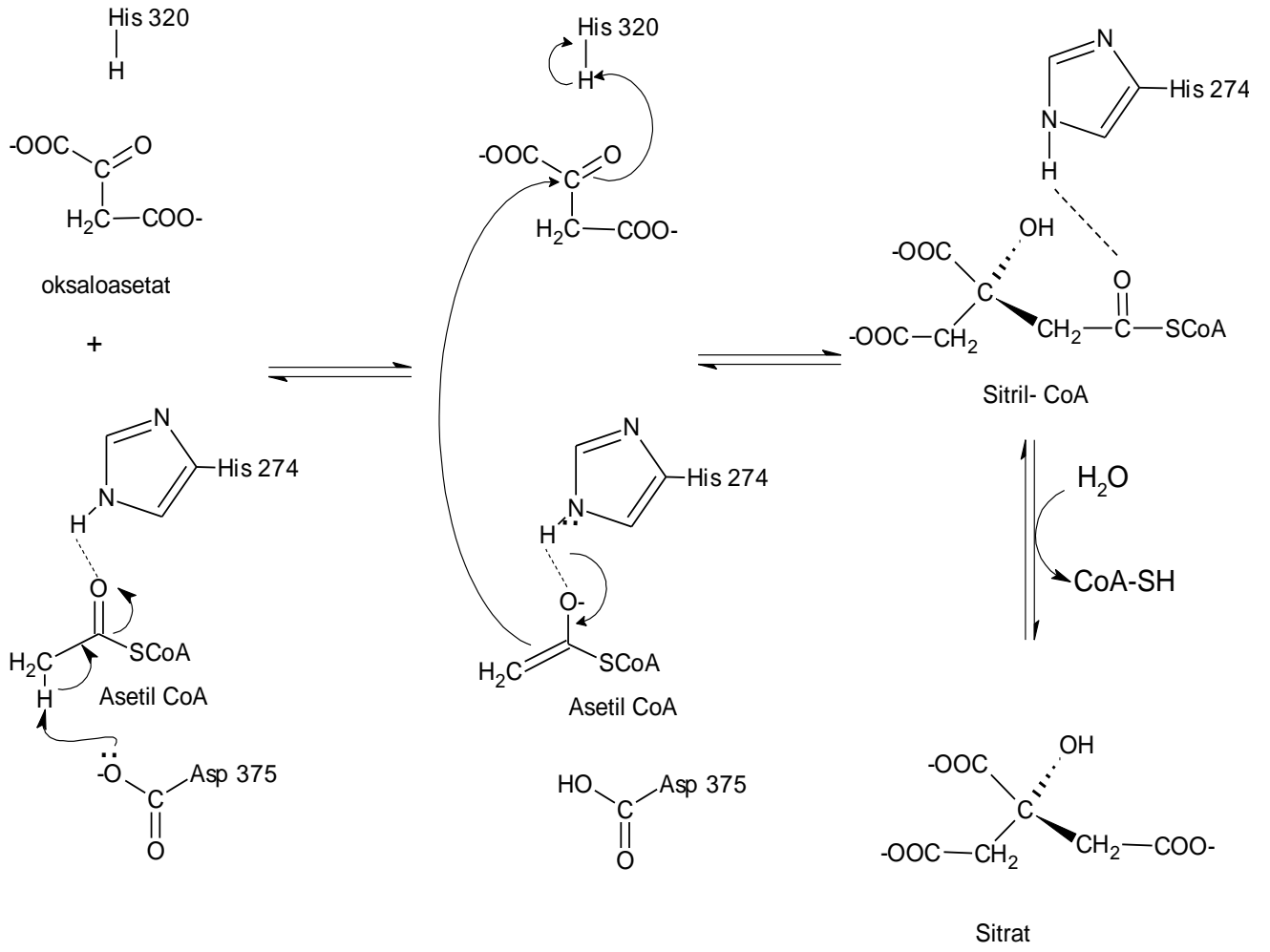
Şekil 32de yapısı görülen CoA sırasıyla β -merkaptetilamin, pantetonik asit, riboz 3-fosfat ve adeninin bağlanması ile oluşmuştur. Koenzimin aktif merkezi yapısında bulunan tiyol grubudur.

Koenzim A metabolizmada açıl ve asetil transferlerinde transferaz, tiyolaz ve sentazlar başta olmak üzere pek çok enzime zayıf bağlarla bağlanarak çalışır. Açıl transferlerinde, açıl grupları tiyoesterleri oluşturmak için CoA'nın tiyol grubuna kovalent olarak bağlanır. Tiyoeesterler, hidrolizlerinin göreceli olarak standart serbest enerjisi yüksek olmasından dolayı, yüksek açıl grubu transfer potansiyeline sahiptir. Bundan dolayı koenzim Aya bağlanan açıl grubu aktifleştirilmiş olarak kabul edilir.

Asetil transferlerinin olduğu tepkimelerin önemli metabolitlerinden biri olan AsetilCoA'dır. AsetilCoA metabolizmada ileride detaylı olarak görülecek birçok metabolik olay esnasında gerçekleşen çeşitli tepkimeler ile ya da serbest asetat ve CoA'nın tepkimesi ile sentezlenir.



Oluşan asetil CoA'nın asetil kısmı aktifleştirilmiştir ve asetil alıcılarına transfer edilir.



Şekil 33: Sitrat sentezi.

SAĞLIK KÖŞESİ

VİTAMİNLERDEN BİR VİTAMİN PANTETONİK ASİT

Nedir???

Suda çözünür bir vitamin olan pantetonik asit bitkiler ve pek çok organizma tarafından sentezlenebilmektedir. Buna rağmen yine de diyetlere eklenmesi gereken azot içerikli bir büyüme faktörüdür.

Eksikliği...

CoAnın yapısına girdiği için metabolizmada pek çok tepkimenin gerçekleşmesi pantotenik asidin varlığına bağlıdır.

Buna ek olarak eksikliğinde insanlarda ayaklarda ağrı, yanma, nabız atışında belirginleşme gibi belirtileri olan burning feet sendromu (ayaklarda yanma) görülmektedir. Amerika'da iç savaş sırasında erlerde ve İkinci Dünya Savaşı esnasında Uzak Doğu'da esirler arasında görülen bu hastalık pantotenik asit verilmesi ile tedavi edilmiştir.

Pantetonik asit hangi besinlerde mevcut???

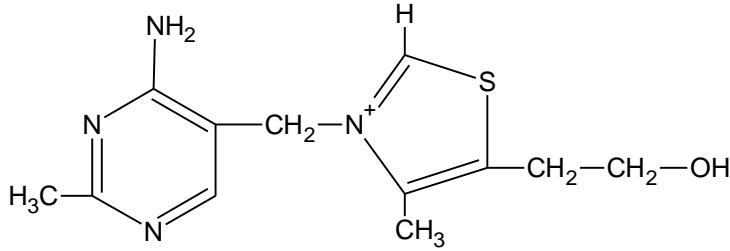
Neredeyse tüm yiyeceklerde bulunur ama özellikle karaciğer, böbrek, mayalar, yumurta sarısı ve taze sebzelerde bol miktarda pantetonik asit içerir.

Bu vitamini nasıl kaybediyoruz???

- ▶ Vitaminin normal pişirme esnasında ısıya bağlı olarak kaybı oldukça azdır.
- ▶ Kaynama noktası üstünde ısı uygulaması, konserveleme ve kızartma işlemi ile önemli ölçüde kayıp gözlenmektedir.
- ▶ Suda çözünür bir vitamin olduğundan haşlama sularının atılması ile vitaminin de çok büyük miktarı atılmış olur.

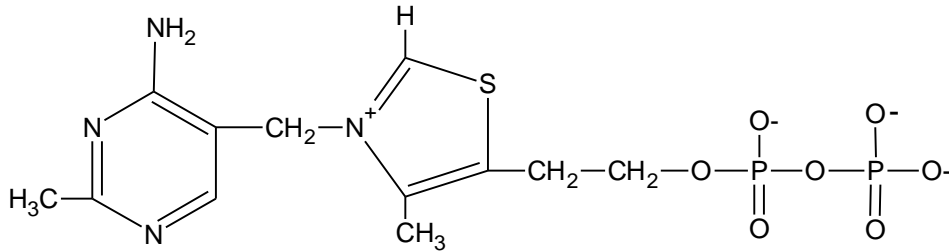
d) TİAMİN PİROFOSFAT

Eksikliğinde kuşlarda birkaç sinirin birlikte iltihaplanması şeklinde görülen polineuritis hastalığı meydana gelen tiamin 1925 yılında B. Jansen tarafından kristalize edilmiştir. Yapısı ise 5 yıl sonra R. Williams ve arkadaşları tarafından aydınlatılmıştır.



Şekil 34: Tiaminin yapısı

Tiamin ısı etkisiyle tahribata uğrayan ancak asit ortamında ısıya dayanıklı olan bir B grubu vitamindir. Yapısında pirimidin halkası ve tiazol halkası metilen ile birbirine bağlanmıştır. Tiamin şekil 35de görülen tiamin pirofosfatın (TPP) öncülüdür.

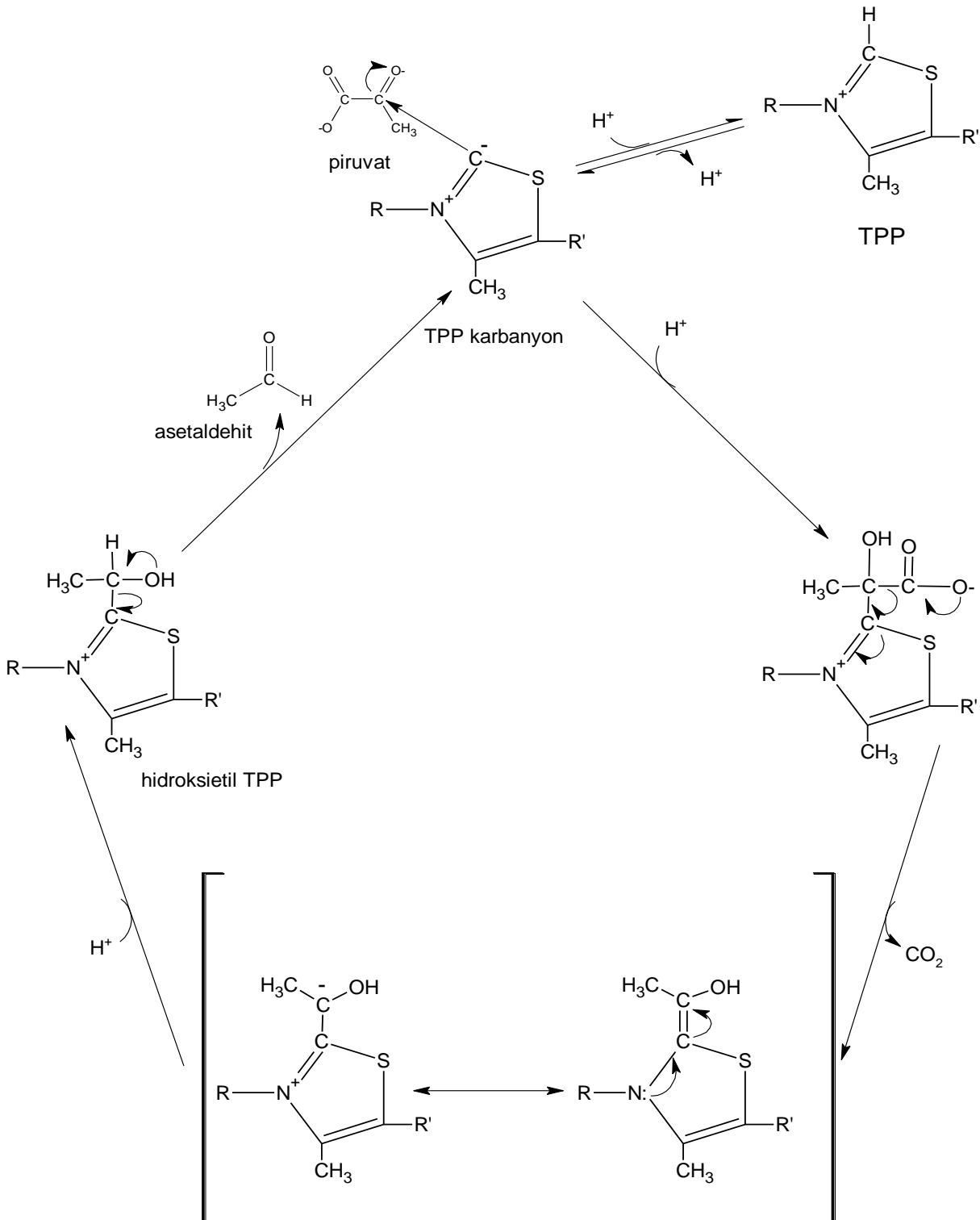


Şekil 35: TPPnin yapısı

TPP, tiamine ATP'den enzimatik pirofosfat transferi ile sentezlenir. Bu pirofosfat tiaminde tiazol halkasına bağlı olan metilen grubuna OH' in bağlı olduğu yerden bağlanır.

TPP, transketolaz enzimlerine, aldehit transferini sağlayan transferazlara ve dekarboksilasyon tepkimelerinde enzimlere güçlü bağlarla bağlı olan bir koenzimdir. Bu koenzim α -ketoasitlerin dekarboksilasyonunda, karbonil grubuna bitişik bağların kopartılmasında ve bir aktif aldehit grubunun bir karbondan diğerine transferinde rol alır.

TPPnin koenzim olarak katıldığı bir tepkime mekanizması aşağıdaki gibidir:



Şekil 36: Piruvattan asetil oluşumu

Bu tepkimeden de görüldüğü gibi TPP'nin aktif merkezi tiazol halkasındaki 2 nolu karbondur. Tepkime esnasında bu karbondaki asidik proton ayrılır ve TPP karbanyon haline gelir. Daha sonra buraya bağlanan piruvatta yapısal düzenlemeler sonrası CO₂ çıkışı yani dekarboksilasyon gerçekleşir. Ardından, protonlanarak aktif aldehit taşıyan hidroksietil TPP oluşur ve tepkime aldehitin TPP karbanyonundan ayrılması ile son bulur.

SAĞLIK KÖŞESİ

İÇKİ WERNİCKE KORSAKOFF SENDROMUNUN ANASIDIR, TİAMİNSE DOKTORU...

Wernicke Korsakoff sendromu sinirsel bozuklukların görüldüğü bir hastalıktır. Bu hastalığa yakalanan kişilerde hafıza zayıflar, örneğin evine giderken yolunu şaşırabilir. Aynı zamanda evlerine yürümek isterlerse bu kötü sonuçlar doğurabilir. Çünkü yürüyüşlerinde anormali vardır ve göz hareketleri de zayıftır.

Hastalık metabolizmadaki hangi bozukluktan dolaydır???

Transketolaz karbohidrat metabolizmasında görev alan bir enzimdir ve bu hastalığa sebep olan bozukluk bu enzimin çalışmasında gizlidir. Transketolaz aktivite için tiamin pirofosfata gereksinim duyar. Ancak $K_{m_{TPP}}$ (transketolaz enziminin TPPye ilgisini gösteren) değerindeki farklılık bu hastalığın temelini oluşturur. Yapılan bir araştırmada hasta insanların $K_{m_{TPP}}$ değerinin normal insanların $K_{m_{TPP}}$ değerinden 10 kat fazla olduğunu göstermiştir. Yani hasta insanlardaki transketolaz enzimi TPP'a sağlıklı insanların transketolazına göre 10 kat daha az ilgi göstermektedir. Bu durumda enzim yeterli derecede aktivite gösterememektedir.

Peki bu hastalığı günlük hayatımızda nasıl tetikliyoruz???

Bu hastalığın temel sebebi kronik alkolizmdir. Yüksek miktarda alkol tüketen kişiler birçok vitaminden ve besinsel öğeden yoksun bir diyetle sahipsizler. Bu birçok eksiklik gibi tiamin eksikliğini de tetikler.

Tiamin eksikliğinin bu hastalığa etkisi nedir?

Bu hastalığa yakalanmış kişilere tiamin açısından zengin diyetler uygulanır. Çünkü Tiamin, tiamin pirofosfat koenziminin yapısına katılır. Yani bu vitaminin eksikliğinde koenzim konsantrasyonu dūřer. Hastalık enzimin $K_{m_{TPP}}$ 'si ile doğrudan ilişkilidir ve tiamin bu enzimin $K_{m_{TPP}}$ 'sini değiştirmez ama enzimin ulaşabileceği koenzim konsantrasyonunu arttırır.

Bu hastalığa yakalanmamış olsak da sağlıklı olmak için tiamince zengin diyetlerle beslenmeliyiz. Nasıl mı???

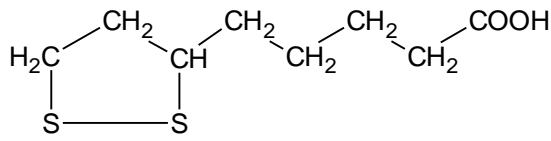
- ✓ Tiamin tahıl tanelerinin kabuk kısmında ve hemen altında bol miktarda bulunur. Bu nedenle çok ince eleklerden geirilmış ve kepeği tamamen çıkarılmış unları ve mamullerini kullanmayalım. Kepekli unları tercih edelim.
- ✓ Tiamin vb. suda çözünen vitaminleri kaybetmemek açısından bulgur gibi imalatında haşlama suyu emdirilen gıdalar kullanalım.
- ✓ Mayasız hamurdan yapılan tiamince fakir yufka yerine, mayalı hamurdan yapılan bazlama yiyelim.
- ✓ Bolca tarhana tüketeelim.
- ✓ Yemek yaparken haşlama sularının atılması suda çözünen bir vitamin olan tiaminin de çöpe gitmesine neden olur. Bu nedenle haşlama sularını mutlaka değerlendirelim.

3.GRUP:

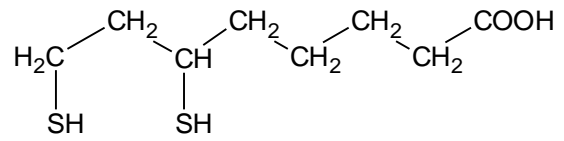
a) LİPOİK ASİT

Thioktik asit de denilen lipoik asit L.J. Reed ve I.C. Gunsalus tarafından 1953 yılında karaciğerden izole edilmiştir. Biyokimyagerler bu izolasyon için tonlarca karaciğer kullanmış ve birkaç mg lipoik asit elde etmişlerdir.

Aşağıda lipoik asidin yükseltgenmiş lipoik asit ve indirgenmiş dihidrolipoik asit formu görülmektedir.



Yükseltgenmiş lipoik asit

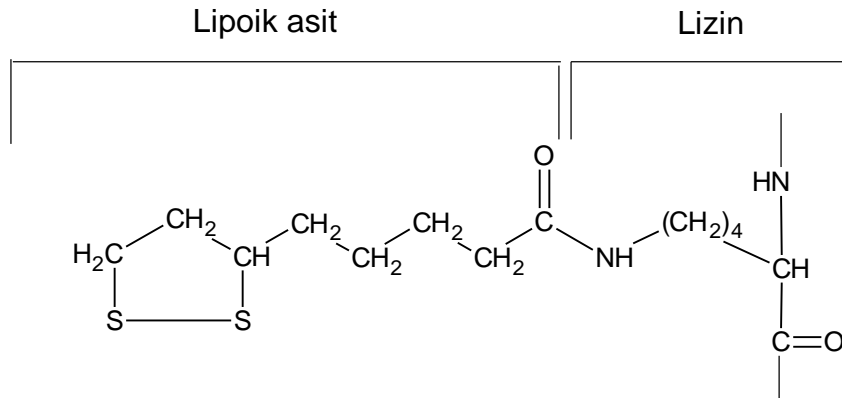


İndirgenmiş lipoik asit

Şekil 37: Lipoik asidin indirgenmiş ve yükseltgenmiş formu

Lipoik asidin okside hali e^- kabul edebilir. Lipoik asit bu özelliği sayesinde yükseltgenme-indirgenme tepkimelerine katılır. Ayrıca yükseltgenme indirgenme tepkimelerinde açıl taşıyıcılığı da yapar. Kısacası lipoik asit dehidrogenaz ve transsüksinilaz gibi enzimlerin katalizlediği yükseltgenme indirgenme tepkimelerine bağımlı açıl ve asetil transferi gerektiren tepkimelerin koenzimidir.

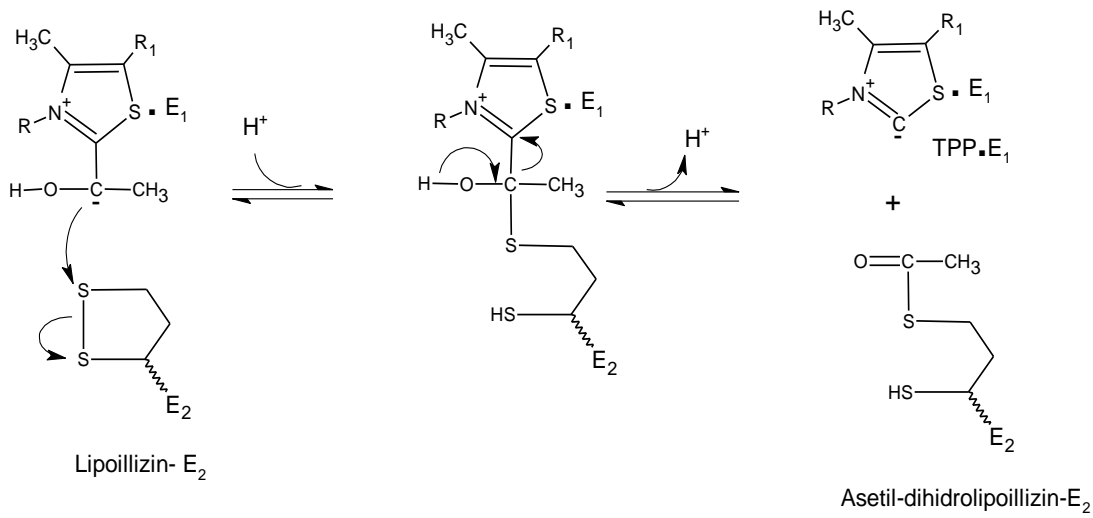
Lipoik asit koenzim olarak görev yaptığı tepkimeleri katalizleyen enzimin lizin rezidüsünün ϵ -amino grubuna aşağıda görüldüğü gibi amid bağı ile bağlanır. Bu nedenle bu koenzim enzime bağlı olduğunu vurgulamak amacıyla ϵ -N-lipoillizin ya da lipoamid olarak da adlandırılmaktadır.



Şekil 38: Lipoillizinin yapısı

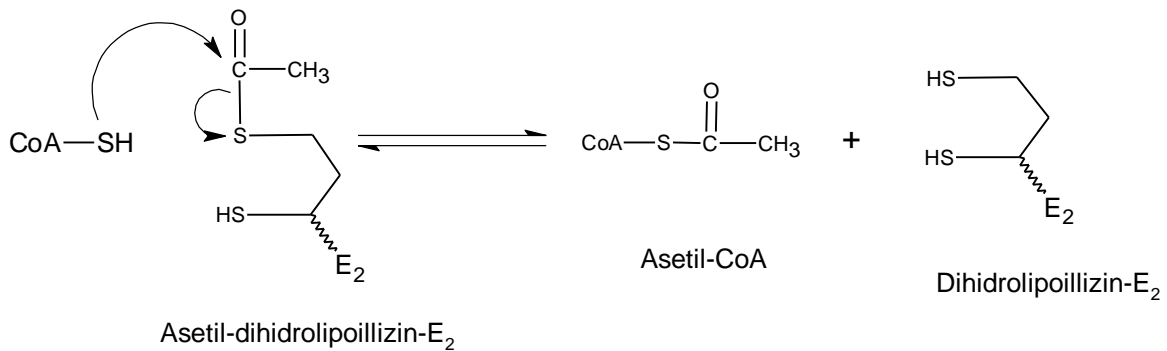
Lipoik asit metabolizmasında en zor gerçekleştirilen tepkimelerden biri olan piruvattan AsCoA sentezinde görev alan 5 koenzimden biridir. Ayrıca bu tepkimede piruvat dehidrogenaz enzim sistemi olarak ifade edilen 3 tane enzim görevlidir.

Bu tepkimede 1. enzimin(piruvat dehidrogenaz enzimi) prostetik grubu olan tiamin pirofosfatın tiyazol halkasına bağlı, karboksil grubunu kaybetmiş, hidroksietil türevi halindeki piruvat; elektronları ile birlikte lipoillizine(lipoik asit + 2. enzim olan dihidrolipoil redüktaz) bağlanır ve böylece dihidrolipoillizin-asetil kompleksi oluşur. (Tiaminpirofosfatın piruvatu bağlayışı için TPPnin anlatıldığı konuda verilen örnek tepkimeye tekrar bakınız. O tepkimede çıkışı gösterilen asetaldehit açıklandığı gibi lipoillizine bağlanmaktadır)



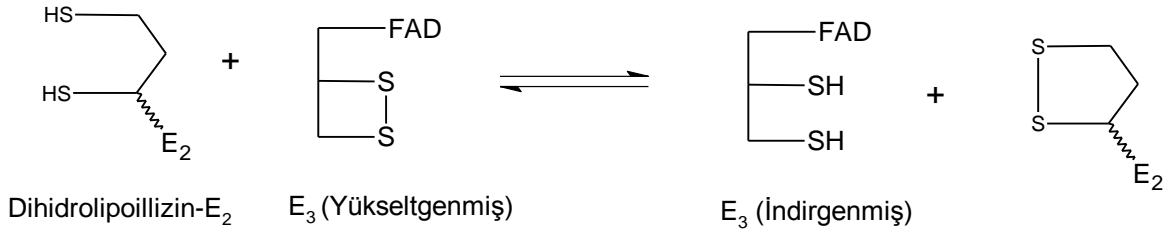
Şekil 39: Asetillipoillizin oluşumu

Bir sonraki aşamada dihidrolipoillizine bağlı asetil grubu diğer bir koenzim olan CoA'ya transfer edilir. Bu transfer sonucu asetilCoA ve dihidrolipoillizin oluşur.



Şekil 40: Dihidrolipoillizin oluşumu

Oluşan dihidrolipoillizinin okside haline rejenerasyonu ise FADnin bağlı olduğu 3. enzimin(lipoil redüktaz transasetilaz) katalizi ile gerçekleşir.



Şekil 41: FADye elektron transferi

Bu tepkimede FAD dihidrolipoillizinden $2e^-$ ve $2H^+$ alarak indirgenir ve $FADH_2$ oluşur. $FADH_2$ nin FADye rejenerasyonu ise tepkimede görevli 5. koenzim olan NAD ile gerçekleşir. $FADH_2$ $2e^-$ ve $1H^+$ nini NADye transfer ederken, $1H^+$ ortamda serbest kalır.

SAĞLIK KÖŞESİ

LİPOİK ASİT VE GÜÇLÜ ANTIOKSİDAN ETKİSİ

Lipoik asit metabolizmada yükseltgenme indirgenme tepkimelerine bağımlı açıl transferlerinde koenzim olarak görev yapması sebebiyle metabolizma için son derece önemlidir.

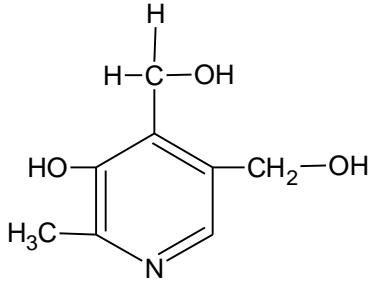
e^- kabul etme/verme özelliği lipoik aside koenzim olma dışında antioksidan özelliği de kazandırır. Yükseltgeyici ajanlar karşısında kendisi yükseltgenerek vücudun zarar görmesini engeller. Ayrıca serbest radikallerle savaşan diğer antioksidanlardan olan glutatyon, koenzim Q, C vitamini ve E vitamininin rejenerasyonunu sağlar ve etkisini artırır.

Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Dr. Lester Packer'a göre, "Lipoik asit, diğer antioksidanlar içinde en çok yönlü çalışan ve en güçlü antioksidandır." Dr. Packer'ın kapsamlı araştırması yukarıdaki dört antioksidan ve lipoik asidin bir arada eşsiz bir "antioksidan ağı" kurduğunu göstermiştir: Bir arada öyle etkileşimli çalışırlar ki, serbest radikalleri etkisiz hale getirdikten sonra birbirlerinin kapasitelerini tekrar artırır. Diğer bir deyişle, tekrar tekrar antioksidan olarak kullanılabilirler.

Lipoik asit antioksidan özelliği sayesinde cildi güzelleştirir, yaşlanmaya karşı direnç sağlar. Ayrıca pek çok zehirli metalin de vücuttan atılmasını sağlar.

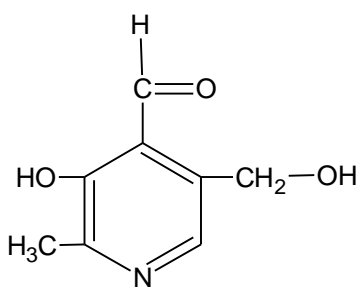
B) PRİDOKSAL FOSFAT

Pridoksin(vitamin B₆) ilk olarak sıçanlarda deri iltihaplanmasını önleyen bir besinsel faktör olarak belirlenmiş ve 1938 yılında saf kristal olarak elde edilmiştir. Yapısı ise E. Snell ve arkadaşları tarafından ortaya çıkarılmıştır.

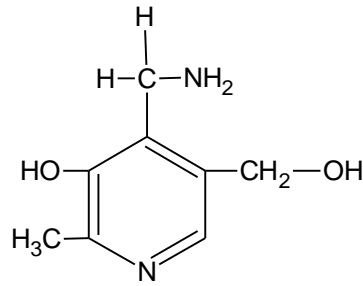


Şekil 42: Pridoksinin yapısı

Yukarıda yapısı görülen pridoksin eğer aldehit halinde ise pridoksal, amin grubu içeriyorsa pridoksamin; alkol halinde ise pridoksin adını alır. Vücutta birbirlerine dönüştürülebilmelerinden ötürü bunların üçünün de eşdeğer vitamin etkinliği vardır. Pridoksin ve pridoksal yapıları şekil 43de görülmektedir.



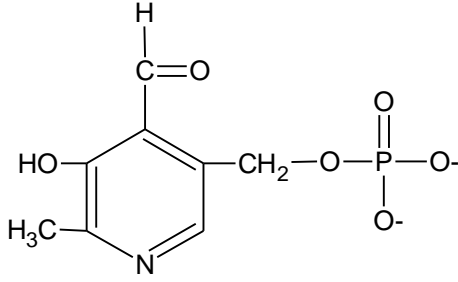
Pridoksal



Pridoksamin

Şekil 43: Pridoksal ve pridoksaminin yapısı

Piridoksinin/piridoksal metabolizmada pridoksal fosfatın yapısına katılır. Pridoksal fosfat pridoksinin aldehit formuna(Piridoksal) bir fosforil bağlanması ile oluşur.



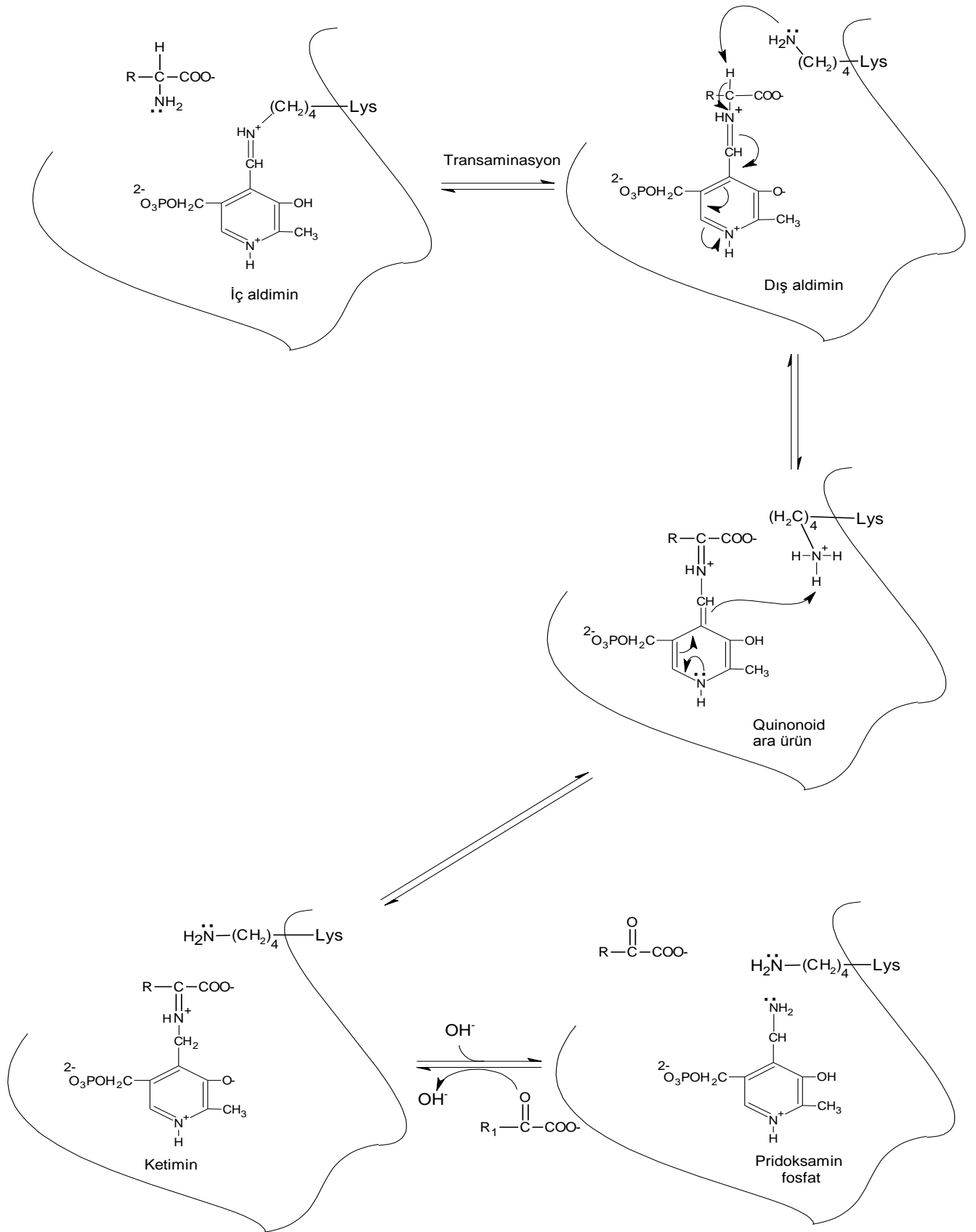
Şekil 44: Pridoksal fosfatın yapısı

Karaciğere ulaştıktan sonra çoğu L- aminoasitlerin yıkımının ilk basamağında aminotransferaz veya transaminaz enzimleri aracılığı ile α - amino grupları uzaklaştırılır. Pridoksal fosfat da aminotransferazlar başta olmak üzere pek çok enzimin aktif kısmında amino gruplarının ara taşıyıcısı olan bir koenzimdir. Pridoksal fosfat genellikle bu enzimlerin aktif bölgesine bir Lys aminoasidinin ϵ amino grubuna bağlı bir aldimin(Schiff bazı) oluşturarak kovalent bağlanır.

Pridoksal fosfat bağlı olduğu enzim ile aminoasitlerin α -karbonunda gerçekleşen transaminasyon, rasemizasyon (D ve L aminoasitlerin birbirlerine dönüşümü) ve dekarboksilasyon tepkimelerine katılır.

Bu tepkimelerde α karbonundaki kırılan bir bağ ya bir protonu ya da karboksil grubunu uzaklaştırır ve α karbonu üzerinde serbest bir elektron çifti bırakarak karbanyon oluşturur. Bu karbanyon ara maddesi çok dayanıksızdır; pridoksal fosfat ise negatif yükün dağılmasına olanak sağlayan konjuge bir yapı sağlayarak bu yapıyı kararlı kılar.

Şekil 45de pridoksal fosfatın koenzim olarak görev yaptığı tepkime mekanizması görülmektedir. Tepkime pridoksal fosfat ile α -ketoasitlere amin grubu verebilen pridoksamin fosfat arasında geri dönüşümlü olarak gerçekleşir. İlk olarak α -aminoasitten bir amin grubu pridoksal fosfata bağlanır ve bir α -ketoasit oluşur. Eğer ortama başka bir α -ketoasit (R^1COCOO^-) girerse tepkime ters yönlü işler, pridoksamin fosfat üzerindeki amin grubu bu α -ketoasite transfer edilir ve pridoksal fosfat oluşur.



Şekil 45: Transaminaz tepkimesi

SAĞLIK KÖŞESİ

HAYATIMIZA YAPILAN MÜDAHALELER SONUCU GERÇEKLEŞEN PRİDOKSİN EKSİKLİĞİ

Pridoksin önemli bir besinsel faktördür. Özellikle aminoasit metabolizmasındaki amin transferlerinde koenzim olarak görev yapan pridoksal fosfatın yapısına katılması önemini arttırmaktadır.

Pridoksin eksikliğinde başta aminoasit metabolizmasındaki tepkimeler olmak üzere birçok metabolik tepkime gerçekleşmez. Şanslıyız ki besinlerde bol miktarda bulunur ve eksikliği pek görülmez. Günlük tüketilen diyetler içinde 1–2 mg pridoksin vardır ve bu gereksinimi karşılayabilecek durumdadır.

Et, karaciğer, sebzeler, yumurta uskumru, avokado, muz, tahıllar, özellikle buğday kepeği zengin vitamin kaynağıdır.

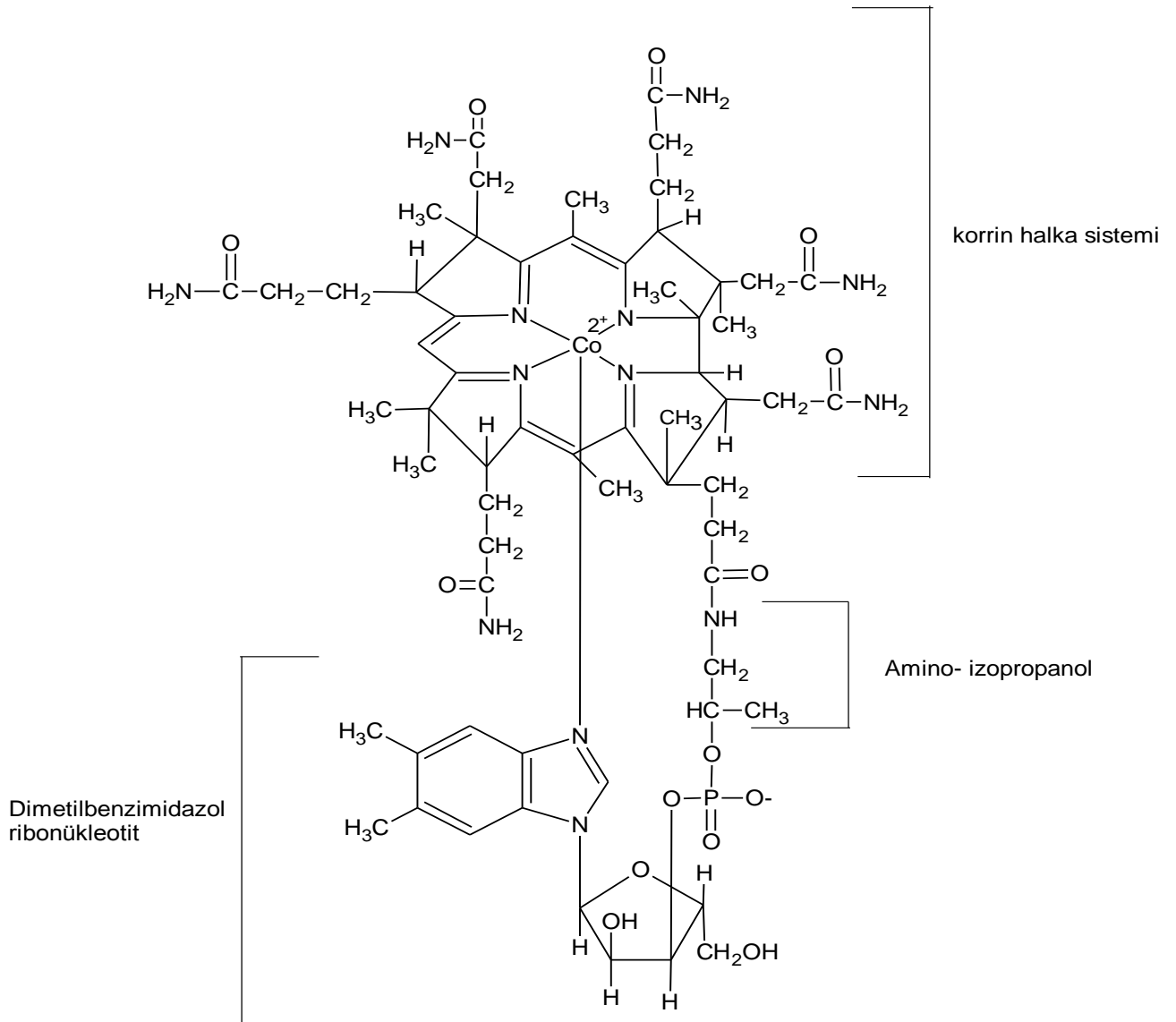
Doğa bize bu konuda oldukça cömert davranmıştır ancak biz kendi ellerimizle bu eksikliği tetikliyoruz. Nasıl mı???

- ✘ Oral kontraseptif adı verilen regl dönemi düzenleyici ve doğum kontrolü hapları gibi ilaçları uzun süre kullanan kadınlarda vitamin eksikliğine bağlı olarak depresyon belirtileri görülür ve bu pridoksin ile tedavi edilebilir.
- ✘ Bu ilaçları uzun süre kullanan ve bu sebeple vitamin eksikliği görülen kadınların emzirdiği bebeklerde de pridoksin eksikliği görülür.
- ✘ Asetaldehit pridoksal fosfatın fosfat grubunu hidrolize eder. Etanolün, asetaldehite metabolize edilmesi sebebi ile alkoliklerde koenzimin eksikliği görülebilir.
- ✘ Çok yaygın kullanılan bir tüberküloz ilacı olan izoniyazid, piridoksal ile bir hidrazon oluşturur ve pridoksin eksikliğini tetikler. Buna bağlı olarak periferik sinirlerde bozukluklar görülür. 10 mg pridoksin desteği ile tedavi sağlanabilir.

4. GRUP:

DEOKSİADENOSİL KOBALAMİN (KOENZİM B₁₂)

Anemi üzerine yapılan çalışmalarda şiddetli anemiye yakalanmış insanların diyetine karaciğer ilave edilmesiyle tedavi edilebildiği fark edilmiş ancak uzun bir süre etkin olan madde izole edilememiştir. Nihayet bu madde 1948 yılında Smith ve Parker, Rickes ve arkadaşları tarafından karaciğer ekstresinden izole edilebilmiş ve adına vitamin B₁₂(kobalamin) denmiştir.

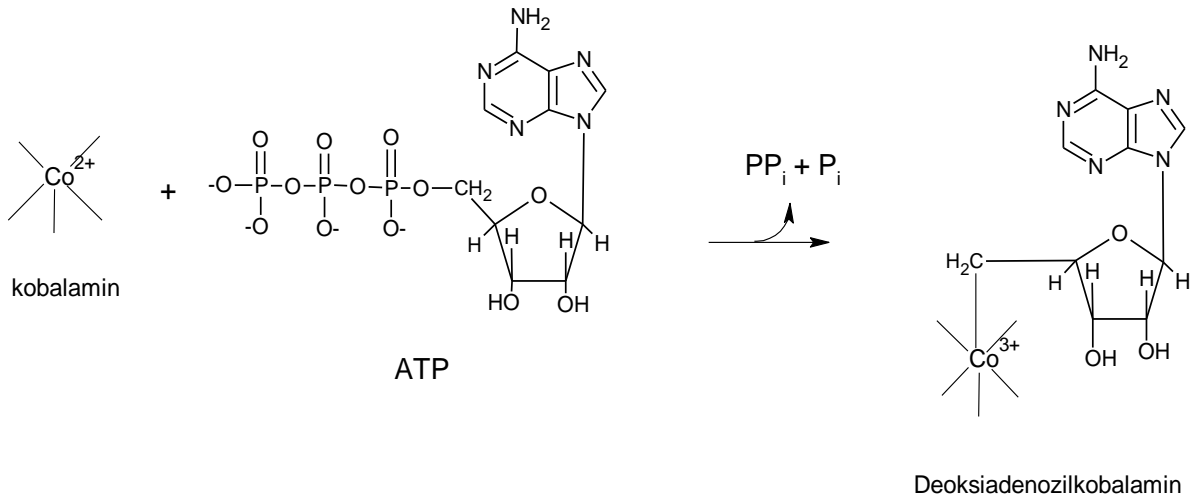


Şekil 46: Kobalaminin yapısı

Kobalamin kobalt içermesi özelliği ile diğer vitaminlerden farklıdır. Ayrıca yapı olarak da diğer vitaminlerden daha kompleksdir. Kobalt bu bileşikte 5 tane koordinasyon bağı, 1 tane de siyano grubu ile bağ yapar. 5 koordinasyon bağının dördü korin halka sistemindeki azotlarla, biri dimetilbenzimidazolribonükleotitin azotu iledir. Kobaltın bağ yaptığı siyano grubu ise normal koşullarda izolasyon esnasında ortaya çıkar ve bu nedenle kobalamin siyanokobalamin olarak da adlandırılır.

Kobalamin sadece mikroorganizmalar tarafından sentezlenir. Yani mikroorganizmalar tarafından kirletilmedikleri sürece bitkilerde bulunmaz. Hayvanlarda ise karaciğerde metilkobalamin, adenzilkobalamin ve hidrosikobalamin halinde saklanır. Metil kobalaminde kobalaminin siyano grubu yerine metil bağlanmıştır. Deoksiadenozil kobalaminde ise deoksiadenozil bağlıdır ve oluşumu daha özeldir.

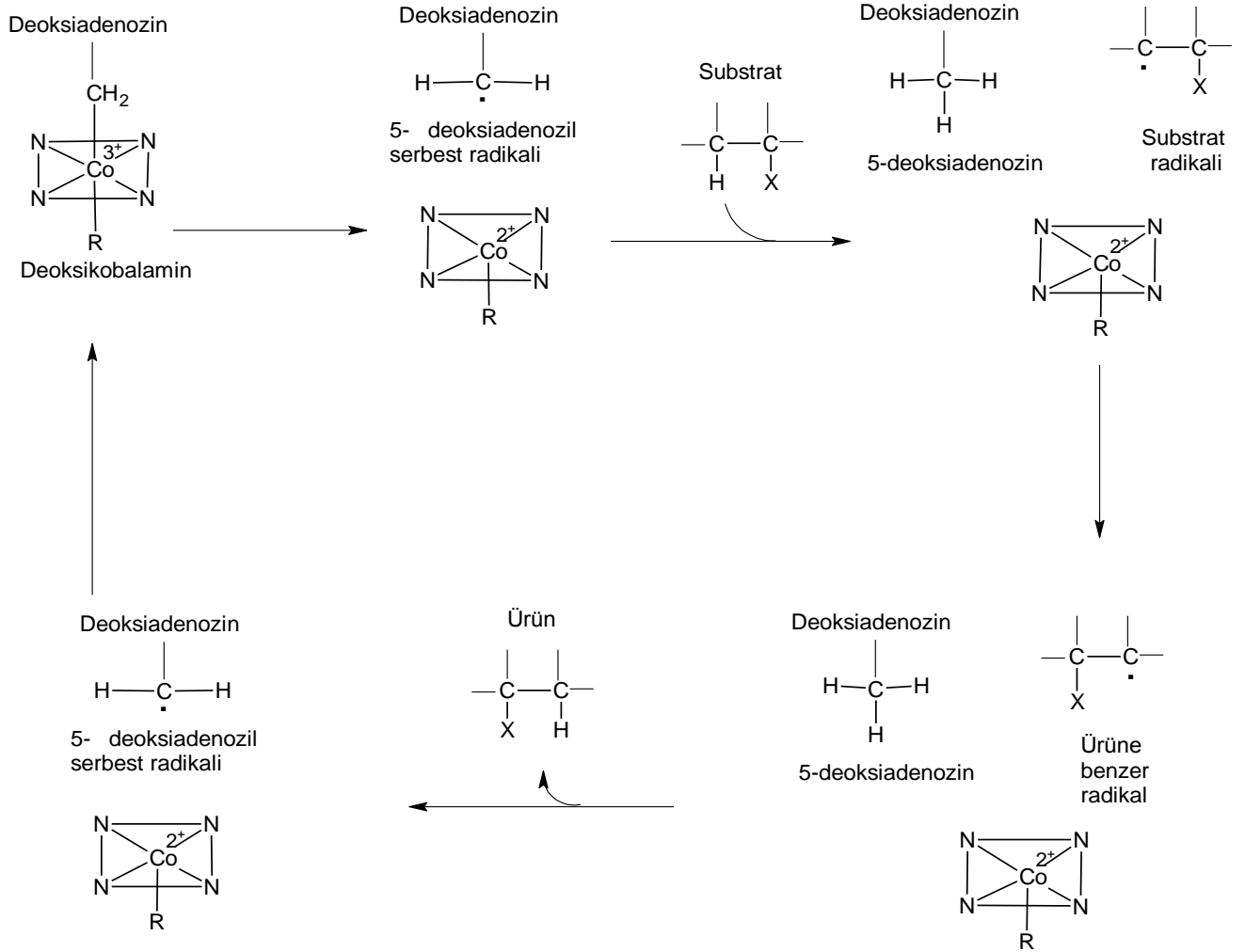
Metabolizmada ATPden adenzil transferinin olduğu(trifosfatın koparıldığı) tepkimelerin nadir ve bunlardan birinin metiyonin ve ATPnin tepkimesi ile S-adenozil metiyonin sentezi olduğundan bahsedilmiştir. Bu tür tepkimelerin ikincisi ise kobalaminden deoksiadenozilkobalamin sentezidir.



Şekil 47: Deoksiadenozilkobalamin sentezi

Bu tepkimede kobalt ATPnin 5.karbonuna atak yapar ve PPi + Pi açığa çıkar. Açığa çıkan PPi de daha önce de bahsedildiği gibi inorganik pirofosfataz enzimi katalizi ile 2Pi ye yıkılır.

Deoksikobalamin metabolizmada izomeraz enzimlerinin katalizlediği molekül içi yer değiştirmelerin olduğu tepkimelerde görevli metaloorganik koenzimlerdir. Bu koenzimler sözü geçen tepkimelerde flavin nükleotitlerde olduğu gibi enzimlerine güçlü bağlarla bağlanarak çalışır ve tepkime sonunda yine enzimine bağlı olarak rejenere olur. Bir moleküle bağlı hidrojen, metil, hidroksil, karboksil ve alkil gruplarının aynı molekülün başka bir atomuna bağlanması için bu koenzimler gereklidir.

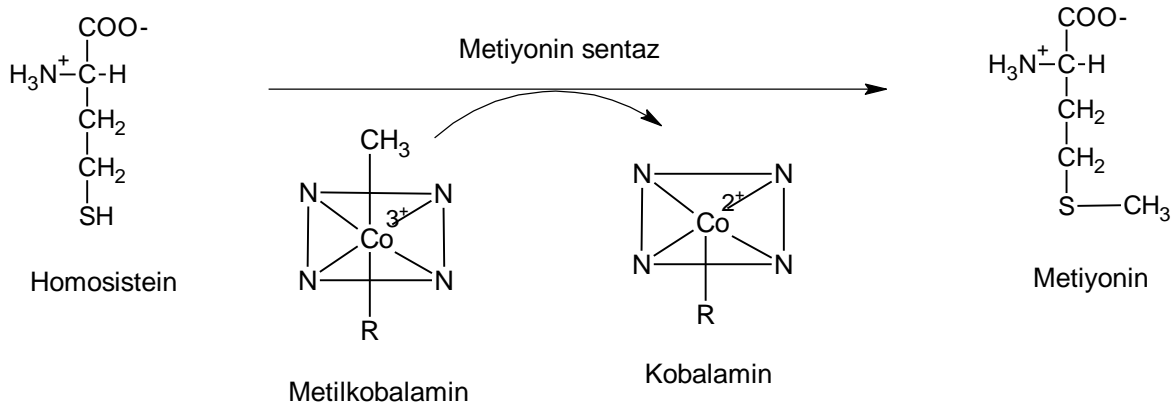


Şekil 48: Deoksiadenozilkobalaminin katıldığı izomerleşme tepkimesi

H transferinin gerçekleştiği bu tepkimenin enzimi başlangıçta deoksikobalamindeki Co-C bağı kırarak 5-deoksiadenozil serbest radikalının ve Co^{+2} formundaki koenzimin oluşmasını sağlar.

Deoksikobalamin bu işlemi kobalt ve deoksiadenozil arasındaki C-5teki bağın özellikleri sayesinde gerçekleştirir. Normal bir C-C için bağ enerjisi 348kj/mol, C-H için 414 kj/mol iken bu bağ için 110kj/mol'dür ve bu da bağın oldukça zayıf olduğunu gösterir. Bu bağı görünen ışıkla kırmak bile mümkündür ve bu da bitkilerin neden kobalamin içermediğinin bir göstergesidir.

Deoksiadenozilkobalaminde deoksiadenozil grubunun yerine metil bağlanması ile oluşan metilkobalamin ise daha önce görülen memelilerde homosisteinden metiyoninin sentezlendiği tepkimede(Bkz. S-adenozil metiyoninin metil transferi) metil vericisi olarak görevlidir.



Şekil 49: Metiyonin sentezi

Şekil 49 da gördüğümüz tepkimede metil kobalaminde kobalta bağlı metil grubu homosisteine verilerek metiyonin sentezlenmiştir.

SAĞLIK KÖŞESİ

VEJETERYANLAR İÇİN...

Kobalamin sadece mikroorganizmalar tarafından sentezlenebilen ve bitkilerde bulunmayan bir vitamindir.

Önemi...

- ❖ Deoksikobalamin ve metilkobalamin koenzimlerinin yapısına girdiğinden metabolik açıdan oldukça önemlidir.
- ❖ Metiyonin sentezine katıldığı için metiyonin metabolizması için önemlidir.
- ❖ Metil kobalaminin metil grubu, N⁵ metil tetrahidrofolattan gelir. Eğer kobalamin olmazsa metil için hazır alıcı olmaz ve folat N⁵ formunda hapsolür.
- ❖ Kobalaminin bağırsaklarda yeterince absorblanmaması sonucu ağır bir hastalık olan pernisiyöz anemi ortaya çıkar. Bu hastalıkta patoloji, azalmış eritrosit üretimi, düşük hemoglobin düzeyi ve ağır progresif merkezi sinir sistemi bozuklukları görülür.

Neden eksikliği görülür ve ne yapmalı???

Kobalamin bitkisel kaynaklı besinlerde bulunmaz. Bu nedenle vejeteryanlar ciddi tehdit altındadır. Ayrıca hayvansal kaynaklı besinlerle beslenilse de bağırsaklarda yeterli emilimin gerçekleşmemesi sonucu da eksiklik görülebilir.

Geviş getiren hayvanların sindirim sistemlerinde bulunan Ruminant bakteriler kobalamin vitaminini sentezleyebilmektedirler. Bu hayvanların et, süt ve dışkılarında kobalamin miktarı bir hayli fazladır. Bu nedenle hayvansal besin tüketmeyen toplumlarda havadaki dışkı tozlarını soluma sonucu kobalamin eksikliği görülmeyebilir.

Bahsedilen sebeplerden ötürü kobalamin eksikliğinin görülmemesi için hayvansal besinler, özellikle hayvan karaciğeri tüketilmelidir.

EK- 12

OTURUMLARDA
DOLDURULMUŞ PDÖ
ÇALIŞMA YAPRAKLARINDAN
ÖRNEKLER

$2H^+$ e^- alan

2. Aldehitler yükseltgenme-indirgenme tepkimeleri sonucunda alkollere indirgenir. Bu bilgi dikkate alınırsa piruvattan etil alkol fermantasyonun ikinci basamağı olan asetaldehitten etil alkol oluşumu tepkimesi nasıl olabilir?

Hangisi yükseltgenen ve indirgenen?

indirgenen

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ C=O \\ | \\ CH_3 \end{array} \xrightarrow{2H^+} \begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & - & C-OH \\ | & | \\ H & H \end{array} +$$

asetaldehit etil alkol

Geriye de bakın! eksik!

3. Bir yükseltgenme- indirgenme tepkimesinde elektron veren yükseltgenen, elektron alan ise indirgenendir ve her yükseltgenme-indirgenme tepkimesinde mutlaka en az bir yükseltgenen ve bir indirgenen molekül vardır. Asetaldehitten etil alkol oluşumu bir yükseltgenme-indirgenme tepkimesi olduğuna göre bu tepkimede indirgenen ve yükseltgenen hangi moleküllerdir?

Yükseltgenen Yükseltgenen
indirgenen indirgenen

4. Enzimin (alkol dehidrogenazın) elektron vermediği biliniyorsa bu tepkimede enzime yardımcı olan ve elektron veren başka bir molekülün varlığından söz edebilir miyiz?

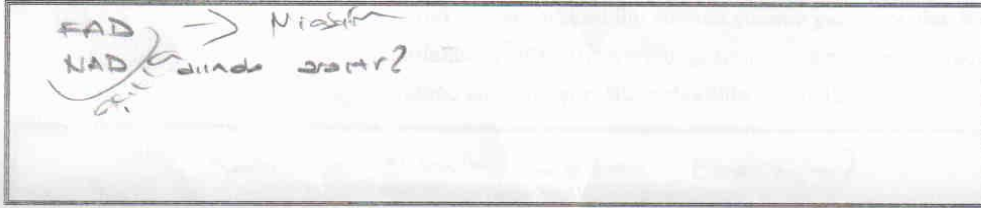
Edebiliriz.

5. Enzime yardımcı olan bu gibi moleküllerin genel adı ne olabilir?

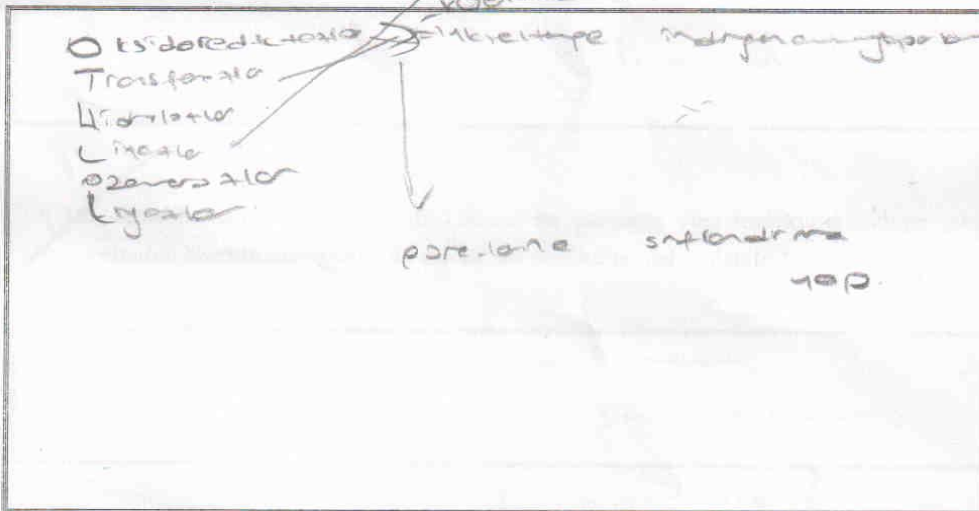
Enzime yardımcı olan moleküllere koenzim denir.

Şekil: İlk oturumda öğrenci tarafından doldurulmuş PDÖ çalışma kâğıdı

6. Tepkimeden de anlaşılacağı üzere bahsedilen bu molekül elektron transferlerinde enzime yardımcı olmaktadır. Metabolizmada aynı göreve sahip enzim yardımcısı başka hangi moleküller vardır?



7. Metabolizmada yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin yanı sıra pek çok metabolik tepkime gerçekleşmekte ve enzimler bu tepkimelerde de yardımcı moleküllere ihtiyaç duymaktadır. Bu tepkimelerde enzime yardımcı olan moleküllerden bazıları bir göreve sahipken, bazıları birden fazla görevi yerine getirebilmektedir. Buna göre bu enzime yardımcı olan molekülleri metabolik tepkimelerdeki görevlerine göre sınıflarsak; bu sınıflandırma nasıl olabilir?



Şekil: İlk oturumda öğrenci tarafından doldurulmuş PDÖ çalışma kâğıdı

6. Tepkimeden de anlaşılacağı üzere bahsedilen bu molekül elektron transferlerinde enzime yardımcı olmaktadır. Metabolizmada aynı göreve sahip enzim yardımcısı başka hangi moleküller vardır?

- FAD - CoQ
 - NAD - Tetrahidrobipterin
 - Sitokrom

7. Metabolizmada yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin yanı sıra pek çok metabolik tepkime gerçekleşmekte ve enzimler bu tepkimelerde de yardımcı moleküllere ihtiyaç duymaktadır. Bu tepkimelerde enzime yardımcı olan moleküllerden bazıları bir göreve sahipken, bazıları birden fazla görevi yerine getirebilmektedir. Buna göre bu enzime yardımcı olan molekülleri metabolik tepkimelerdeki görevlerine göre sınıflarsak; bu sınıflandırma nasıl olabilir?

1) Oksidoreduktazlar 2) Transferazlar
 - NAD - Sitokromlar - ATP
 - NADP - CoQ - THF
 - FMN - Tetrahidrobipterin - TPP
 - CoA, Biotin
 - Metilkobalamin
 - S-Adenozil metiyonin
 3) Birden fazla göreve sahip olanlar;
 - PLP
 - Lipik Asit 4) İzomerleştirme
 - Deoksikobalamin

Şekil: Grup Temsilcisi tarafından 2. Oturumda doldurulan PDÖ çalışma yaprağı

11. Enzimlere yardımcı olan molekülleri ortak özelliklerine göre (metabolizmadaki öncülü, görevi, görev aldığı tepkime, birlikte çalıştığı enzim gibi) tek bir tabloda sınıflandırmak istersek, bu tablo nasıl olur?

| | Vitamin Kaynaklı | Metabolizmadaki seviyesi | Görevi |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| Tiamin pirifosfat (TPP) | B ₃ + | — | TPP de ara tıpta pirüvat dekarboksilaz reaksiyonlarında pirüvatın transaminasyonu için ko-faktördür. |
| FAD | (B ₂) Riboflavin + | — | Krebs döngüsünde substratlardan H ₂ çıkar. |
| NAD | — | + | Oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarında taşıyıcıdır. Hücre solunumunda görev alır. |
| CoA | B vitaminlerinden + | + | Protein yap ve karbohidratların parçalanması sonucu oluşur. Asetik asit Krebs döngüsüne girer. |
| Biotin | — | + | Enzimetik karbon dioksit reaksiyonlarında ara taşıyıcıdır. |
| Kocayam B ₁₂ | + | — | metil grubu transfer eder enzim redüksiyonuna katılır. |

Şekil: Grup Temsilcisi tarafından 2. Oturumda doldurulan PDÖ çalışma yaprağı

6. Tepkimeden de anlaşılacağı üzere bahsedilen bu molekül elektron transferlerinde enzime yardımcı olmaktadır. Metabolizmada aynı göreve sahip enzim yardımcısı başka hangi moleküller vardır?

- FAD - CoQ
 - NAD - Tetrahidrobiopterin
 - Sitokrom

7. Metabolizmada yükseltgenme-indirgenme tepkimelerinin yanı sıra pek çok metabolik tepkime gerçekleşmekte ve enzimler bu tepkimelerde de yardımcı moleküllere ihtiyaç duymaktadır. Bu tepkimelerde enzime yardımcı olan moleküllerden bazıları bir göreve sahipken, bazıları birden fazla görevi yerine getirebilmektedir. Buna göre bu enzime yardımcı olan molekülleri metabolik tepkimelerdeki görevlerine göre sınıflarsak; bu sınıflandırma nasıl olabilir?

1) Oksidoreduktazlar
 - NAD - Sitokromlar
 - NADP - CoQ
 - FMN - Tetrahidrobiopterin

2) Transferazlar
 - ATP
 - THF
 - TPP
 - CoA, Biotin
 - Metilkobalamin
 S-Adenosil metiyonin

3) Birden fazla göreve sahip olanlar;
 - PLP
 - Lipik Asit

4) İzomerleştirene
 - Deoksikobalamin

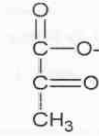
Şekil: Grup Temsilcisi tarafından 2. Oturumda doldurulan PDÖ çalışma yapığı



Alkol tüketimine karşı kişilerin farklı duyarlılık göstermesi alkolü metabolize eden enzimden kaynaklanmaktadır. Örneğin etil alkol, metabolizmada 2 basamaklı bir denge tepkimesi ile iki enzim katalizinde metabolize edilir. İlk basamakta etil alkol, alkol dehidrogenaz enzimi katalizinde asetaldehite dönüşür. Alkol dehidrogenazın eksikliği ya da tamamen inaktif olması metabolizmada ciddi sorunlar yaratarak kalp atış hızında artış, kan damarlarında genişleme, yüzde kızarma, baş ağrısı, mide bulantısı gibi rahatsızlıklara neden olur.

Bu enzim aynı zamanda karbohidrat yıkımında bir ara ürün olan piruvattan etil alkol fermantasyonunun ikinci basamağında da katalizden sorumludur.

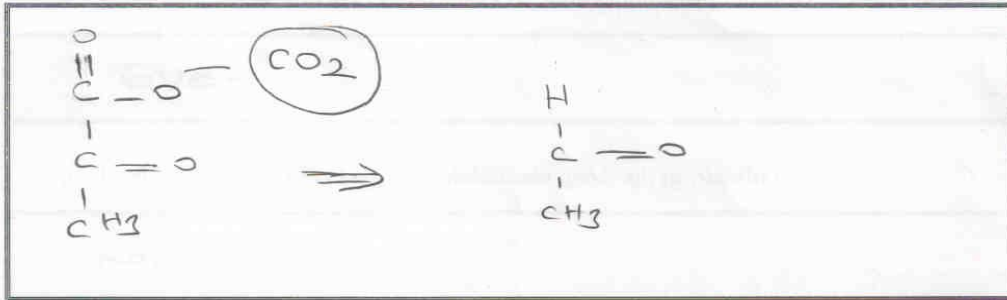
1. Metabolizmada asetaldehit, etil alkolün metabolize edilmesi sonucu oluşabileceği gibi, etil alkol fermantasyonunun ilk basamağında piruvattan elde edilebilir. Daha önce görülmüş olan 6 karbonlu glikozun 5 karbonlu ribozaya dönüşümü tepkimesinde olduğu gibi, yapıları aşağıda verilen 3 karbonlu piruvatın, 2 karbonlu asetaldehite dönüştüğü tepkime nasıl olabilir?



Piruvat



Asetaldehit





8. Yapılan araştırmalarda diyetle yeterli tiamin almayan güvercinlerin beyin ve kan dokularında laktik asit ve piruvat biriktiği gözlenmiştir. İncelemeler sonucunda bu durumun tiamin eksikliği sonucu enzime yardımcı olan bir molekülün görevini yerine getirememesinin bir sonucu olduğu anlaşılmıştır. Bu molekülün adı nedir?

Tiamin pirafosfat

9. Tiamin suda çözünen vitaminlerden biridir. Tiamin gibi birçok vitamin metabolizmada enzimlere yardımcı olan bazı moleküllerin öncülüdür. Buna göre metabolizmada vitamin kaynaklı olan, enzimlere yardımcı moleüller neler olabilir ve öncülleri hangi vitaminlerdir?

| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| - TPP : Tiamin | - Biyotin : Biyotin |
| - CoA : Pantotematik Asit | - Piridoksal fosfat : Piridoksin |
| - FAD : Riboflavin | - THF = Folik asit |
| - Koenzim B ₁₂ | - Lipik Asit |
| - Deoksadenozil kobalamin | (Lipoamid) : Lipik Asit |
| - NAD = Niasin | (Lipoasit) |

10. Metabolizmada vitamin öncüllü, enzimlere yardımcı olan moleüller olduğu gibi, vitamin öncüllü olmayanlar da vardır. Bu moleüller neler olabilir?

NTP (ATP, GTP, UTP, CTP) S-Adenozimetiyonin
 Stokranlar
 CoQ
 Tetrahidrobippterin

Şekil: Grup Temsilcisi tarafından 2. Oturumda doldurulan PDÖ çalışma yaprağı

EK- 13

ÇALIŞMADAN KARELER







