

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler, Enzimler ve Protein Sentezi ile İlgili Kavram Yanılgıları

Preservice Primary Science Teachers' Misconceptions about Proteins, Enzymes and Protein Synthesis

Olca SİNAN

BAÜ, Necatibey Eğitim Fakültesi O.F.M.A.E. Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı,
Balıkesir-TÜRKİYE

Osman YILDIRIM

BAÜ, Necatibey Eğitim Fakültesi O.F.M.A.E. Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı,
Balıkesir-TÜRKİYE

M. Sabri KOCAKÜLAH

BAÜ, Necatibey Eğitim Fakültesi O.F.M.A.E. Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı,
Balıkesir-TÜRKİYE

Halil AYDIN

DEÜ, Buca Eğitim Fakültesi O.F.M.A.E. Bölümü Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir-
TÜRKİYE

ÖZET

Öğrencilerin zihinlerinde araştırılan kavramla ilgili bilimsel olarak doğru kabul edilen düşünceden farklı düşüncelerin oluştuğu ve bunların da değişime çok dirençli olduğu bilinmektedir. Literatürde kavram yanılgısı olarak isimlendirilen bu düşüncelerin her öğretim düzeyinde tespit edilmesine, nedenlerinin araştırılmasına ve düzeltilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu araştırmada, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanılgılarının ve bunların nedenlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular ışığında varolan kavram yanılgılarının önlenmesi ve giderilmesine yönelik öneriler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Protein, Enzim, Kavram Yanılgısı

ABSTRACT

It has been known that ideas (of a concept of interest) different from their respective ones that are scientifically accepted, exist in students' minds, and these ideas are very resistant against change. These ideas that are termed "misconceptions" need to be determined, analysed for their causes, and corrected at every learning level. The aim of this study is to determine the type and causes of the misconceptions of preservice primary science teachers about proteins, enzymes and protein synthesis. Based on the results of the study, suggestions for preventing and correcting certain misconceptions related to the topics are also provided.

Key Words : Protein, Enzyme, Misconception

1. Giriş

Son yıllarda üzerinde çok sayıda araştırmaların yapıldığı kavram yanlışları; öğrenci, öğretmen, kullanılan dil, ders kitabı, öğrenme ve öğretme ortamı gibi değişik nedenlerle meydana gelmekte ve değişime karşı direnç gösterdikleri için de bunların düzeltilmeleri oldukça zor olmaktadır (Gilbert, 1977, Bahar ve ark., 1999). Bu nedenle, her düzeydeki öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının ve öğrenme güçlüklerinin neler olduğunun belirlenmesi, nedenlerinin ortaya çıkarılması ve gerekli öğretim faaliyetlerinin düzenlenmesi Fen Bilimleri eğitiminde önemli bir yer teşkil etmektedir (Novak, 1993).

Bilindiği gibi öğrenmede önceki öğrenilenler ile sonraki öğrenilenler arasında bağ kurulması çok önemlidir. Başlangıçta öğrenilen ve temel oluşturan kavramlar ne kadar iyi öğrenilirse, sonrakiler de buna bağlı olarak o derece iyi öğrenilecektir. Bu değerlendirmeye bağlı olarak, her bir alanda önce öğrenilmesi gereken ve temel oluşturacak konuların anlaşılmasındaki zorluklar, daha sonraki öğrenmeleri de önemli derecede engelleyebilmektedir (Yıldırım ve ark., 2004). Biyoloji derslerinde "Canlıların Temel Bileşenleri" ünitesindeki proteinler konusu, enzimler ve protein sentezi gibi bir çok konu için de önemli bir altyapı oluşturmaktadır. Belirtilen konularda geçen kavramlar ne kadar iyi öğrenilirse, başka bir ifade ile kavramsal anlama ne kadar iyi gerçekleştirilirse, daha sonraki konularda geçen kavramlar da o kadar iyi anlaşılacaktır.

Fen bilimlerinden biyoloji alanındaki kavram yanılgıları ile ilgili çalışmaların; anatomi (Arnoudin ve Mintzess, 1985), fotosentez (Waheed ve Lucas, 1992, Kinchin, 2000), hücre (Dreyfus ve Jungwirth, 1988) gibi konulara yönelik kavramlar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir.

Lazarowitz (1992), hem öğretmenlerin öğretilmelerine, hem de öğrencilerin öğrenmelerine dayalı olarak anlama gücünü çekilen konuları tanımlamıştır. Bu konuların içerisinde, protein sentezi, enzimin yapısı ve fonksiyonu da bulunduğu belirten araştırmacı, bunların anlaşılmasındaki temel zorluğu iki nedene bağlamıştır. Bunlardan birincisi; biyolojik organizasyon seviyesinde bütünlüğün yakalanamaması, ikincisi de bazı konuların soyut olmasıdır.

Francis (1994); proteinlerin hücrede ve organizmalarda enzimatik, yapısal ve çok karmaşık rollerinin olduğunu ve bunların öğrenilmesinde zorlukların olduğunu belirtmiştir. Ayrıca proteinlerin izole edilmesinin uzun zaman aldığını ve maliyetinin oldukça yüksek olduğunu, ancak son yıllarda kullanıma açılan biyoinformatikle ilgili web sitelerindeki veritabanları ile proteinlerin aminoasit dizilerine ulaşılabildiğini ifade etmektedir. Aynı araştırmacı, kelime işleme programı kullanılarak aminoasit dizilerinin analiziyle proteinlerin yapı ve fonksiyonlarının öğretimini geliştirmek için de basit bir metot önermiştir. Lee (1998) de; multimedyanın protein sentezi, mitoz ve mayoz bölünme gibi konuların öğretiminde yararlı olan bir araç olduğunu bildirmektedir.

Çalışma kapsamında yer alan canlıların temel bileşenlerinden proteinler ile enzimler ve protein sentezi konularının birbirleri ile çok yakından ilişkili olduğu, bu konularda geçen bir çok kavramın daha sonraki biyoloji konuları için önemli bir altyapı oluşturduğu bilinmektedir. Kavramsal anlamının sağlanmasında önceki öğrenmeler ile sonraki öğrenmelerin ilişkilendirilmesi gerektiği için, araştırmada seçilen temel biyoloji konularının daha iyi öğrenilmesi açısından kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada amaç; Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının, öğretim öncesi, proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek ve bu yanlışların nedenlerini araştırarak giderilmesi için gerekli önerileri sunmaktır.

2. Yöntem

Çalışmanın evrenini 2003-2004 eğitim-öğretim yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Örneklem, bu evrenden seçilen 88 Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıf öğrencileridir. Araştırmaya dahil edilen öğrenciler, lisans öğrenimlerinin 1. sınıfında genel kimya derslerini almışlardır. Araştırma konusu içerisinde yer alan proteinler, enzimler ve protein sentezi ile Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf genel kimya derslerindeki birçok konunun yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, öğrenciler araştırma konumuzla ilgili olarak hem lise yıllarındaki özellikle biyoloji, kimya ve fizik gibi fen derslerini hem de lisans düzeyindeki fen derslerini almışlardır. Yani her ne kadar burada sunulan çalışmanın amacı; “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının, öğretim öncesi, proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek ve bu yanlışların nedenlerini araştırarak giderilmesi için gerekli önerileri sunmak” olsa da, araştırmaya katılan öğrenciler konu kapsamındaki “Biyoloji” dersinin “Canlıların Temel Bileşenleri” ünitesinden önce proteinler, enzimler ve protein sentezi gibi bir çok konu hakkında belirli bir birikim ile sınıf ortamına gelmektedirler. Buradaki “öğretim öncesi” terimi, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programı 2. sınıf Biyoloji dersi “Canlıların Temel Bileşenleri” ünitesi dersinden önce anlamını taşımaktadır.

Belirtilen konularla ilgili olarak *Kavramsal Anlama Testinin* hazırlanması için öncelikle Şubat 1998 tarih ve 2485 sayılı Tebliğler Dergisinde yer alan Orta Öğretim Biyoloji (1-2-3) Taslak Öğretim Programı göz önünde bulundurularak bir *Kavram Analiz Tablosu* hazırlanmıştır. Kavramsal anlama testinde; proteinler, enzimler ve protein sentezindeki genel biyoloji seviyesinde bütün kavramları kapsamayı hedefleyen çoktan seçmeli ve açık uçlu olmak üzere 12 soru yer almaktadır. Bu amaçla geliştirilen test İlköğretim

Matematik Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinden 30 kişilik bir gruba uygulanmış, daha sonra test tekrar gözden geçirilip gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Kapsam geçerliği için, testin hazırlanmasında bu konulara yönelik yapılan ünite analizi (Yıldırım, 2000) sonuçlarından ve kavram analiz tablosundan yararlanılmıştır. Ayrıca öğrencilerdeki kavram yanlışlarının doğrulanması ve nedenlerinin tespit edilmesi için beş öğrenci ile de yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kavramsal anlama testindeki her bir soruya öğrencilerin verdikleri açıklamalar teker teker incelenerek kavram yanlışları belirlenmiştir. Tespit edilen kavram yanlışlarından en sık karşılaşılan ve bilimsel açıklamalardan en uzak olanların frekansları tablolar halinde sunulmuştur. Tablolarda belirtilen öğrenci yanıtları bazen kavram yanlışları ile birlikte bilgi düzeyindeki eksik ve hatalı açıklamaları da içermektedir.

Kavramsal anlama testinin 1. sorusu aracılığıyla, proteinlerin genel özellikleri ile ilgili öğrencilerdeki kavram yanlışları araştırılmıştır. Tablo-1 incelendiğinde; öğrencilerin proteinlerin hormonların yapısına katılması, enerji kaynağı olarak kullanılması, canlının yapısına katılması, reseptör olarak kullanılması ve üç boyutlu yapısı ile ilgili bir çok kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir.

Tespit edilen kavram yanlışları içerisinde en sık karşılaşılan kavram yanlışında, 10 öğrenci amacını aşan bir şekilde genelleme yaparak her hormonda protein bulunması gerektiğini düşünmektedir. Kavramsal anlama testinin 1. sorusu ile tespit edilen “Karbonhidrat ve yağlar daha kolay enerjiye dönüştüğü için, vücutta en fazla bulunurlar” şeklinde bir yanlışın oluşabilmesi için öğrencilerde bir çok eksik ve hatalı bilgisinin olması gerekmektedir. Karbonhidratların yıkımının kolay olmasına rağmen, yağların yıkımı kolay değildir. Ayrıca proteinlerin başlıca rollerinin yapıya katılmak olduğunun göz ardı edildiği görülmektedir.

“Proteinler enzim yapısında olduğu için hormonların yapısında da bulunur” şeklinde verilen kavram yanlışının, eksik öğrenmeden dolayı öğrencilerde meydana geldiği tahmin edilmektedir. Bu sonuçtan hareketle, öğrencilerin, enzimlerin yapısında protein

olduğunu, hormonların bazılarının yapısında proteinlerin olduğunu bilmedikleri anlaşılmaktadır. Başka bir kavram yanlışsında ise öğrenciler, “Hormonların bir enerji harcaması gerekiyor ve bu enerjiyi ATP’den alır. ATP de enerjiyi proteinden alır” ifadesini kullanmaktadır. Bu kavram yanlışsının muhtemel nedeni de, proteinlerin zorunlu durumlarda enerji vermesi ile bir çok hormonun protein yapıları olmasının karışmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo-1 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 1. sorusuna verdikleri yanıtlar

	Öğrenci Yanıtları	Öğrenci Sayısı
1	Hayatsal faaliyetlerin çoğunda proteinler, aminoasitler görev alır. O halde her hormonun yapısında protein de olmalı.	10
2	Karbonhidrat ve yağlar daha kolay enerjiye dönüştüğü için, vücutta en fazla bulunurlar.	6
3	Hormonların yapılarına proteine ilave olarak sterol, yağ, vitamin, mineral gibi maddeler de katılır	4
4	Proteinler enzim yapısında olduğu için hormonların yapısında da bulunur.	4
5	Hormonların bir enerji harcaması gerekiyor ve bu enerjiyi ATP’den alır. ATP de enerjiyi proteinden alır.	4
6	Öncelikli enerji kaynağı proteindir. Çünkü sindirimi daha kolaydır.	4
7	Enerji kaynağı olarak canlılarda yağ, karbonhidrat ve protein kullanılır. Öncelikle proteinler kullanılır.	3
8	En son enerji kaynağı olduğu için canlıda en az bulunan organik madde proteindir.	3
9	Hormonlardaki proteinler tanıyıcılık görevi yapar. Dolayısıyla her hormonda protein olmalı.	3

Kavramsal anlama testinin 3. sorusunda, aminoasitlerle ilgili belli başlı özellikler 2 sütun halinde bir tabloda verilerek öğrencilerden bunları en uygun bir şekilde eşleştirip açıklama yapmaları istenmiştir. Yapılan açıklamaların incelenmesiyle tespit edilen kavram yanlışlarından en önemli olanları Tablo-2’de verilmiştir.

“Dehidrasyon, proteinler arasındaki peptid bağlarının kopmasıyla oluşan reaksiyondur. Bağlar kopunca hücre su kaybeder ve dışarı su verir” şeklinde belirtilen kavram yanlışsının en göze çarpan ve en sık karşılaşılan (n=9) yanlış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin, dehidrasyon ve deplazmoliz kavramlarını birbirlerine karıştırmaları nedeniyle böyle bir kavram yanlışsına düştükleri söylenebilir.

Tablo-2 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 3. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	Dehidrasyon, proteinler arasındaki peptit bağlarının kopmasıyla oluşan reaksiyondur. Bağlar kopunca hücre su kaybeder ve dışarı su verir.	9
2	Radikal grupta amin ve karboksil grubu vardır.	6
3	Sadece temel aminoasitler birbirlerine peptit bağları ile bağlanmıştır.	5
4	Dehidrasyon bir çeşit beslenme olabilir.	4
5	Aminoasitlerin yapısında şeker, Retina (R) grubu olduğunu biliyorum. Her aminoasitte şeker aynı olsa da R grubunun farklılık gösterdiğini hatırlıyorum.	3
6	Peptit bağları dehidrasyon sentezi ile birleşir. 1 mol peptit bağı birleşirken 3 mol su harcanır.	3

Tabloda “Radikal grupta amin ve karboksil grubu vardır” olarak belirtilen kavram yanılıgısı altı öğrencide tespit edilmiştir. Eğer öğrenciler, aminoasitlerin birbirlerine amin ve karboksil grupları ile bağlandığını, R grubunun ise aminoasitler için farklılık sağlandığını ve bu nedenle de canlılarda 20 çeşit aminoasitin bulunduğunu kavrayabilmiş olsaydı, bu kavram yanılıgısına düşmeyecekti.

Protein sentezinde gerçekleşen belli başlı olaylar ile ilgili olan 4. soruda öğrencilerde oldukça önemli kavram yanılıgılarının olduğu belirlenmiştir (Tablo-3). Tablo incelenecek olursa; öğrencilerde protein sentezinin oluş sırası, protein çeşitliliği, gen-protein ilişkisi ile ilgili olarak öğrencilerde önemli derecede eksik ve hatalı öğrenmelerin olduğu görülmektedir.

Tablo-3 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 4. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	DNA'nın eşlenmesi ilk ve önemli basamaktır.	9
2	Polizomun oluşması ile proteinlerin çeşitliliği sağlanmaktadır.	6
3	Protein sentezi bir yapım olduğu için ATP üretilmektedir.	4
4	Önce DNA'nın eşlenmesi gerekir ve DNA eşlenince ATP üretilerek mRNA sentezi yapılmalı.	3

Tabloda protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi ile ilgili kavram yanılıgıları belirlenen 12 öğrenci, DNA'nın eşlenmesi sadece hücre bölünmesi için gerekli olmasına rağmen, protein sentezi için de DNA'nın eşlenmesi gerektiğini ileri sürerek mantıklı bir

açıklama yapamamaktadır. Öğrencilerin testteki açıklamalarını desteklemek amacıyla yapılan görüşmelerde de benzer sonuçlara rastlanmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerden hepsi de protein sentezi için mutlaka DNA'nın kendisini eşlemesi gerektiğini söyleyerek nedenini tam olarak açıklayamamaktadır. Görüşme yapılan öğrencilerden bir tanesi, protein sentezinde DNA'nın neden eşlenmesi gerektiğine:

“Her protein sentezinde DNA eşlenir. Amaç budur zaten” (Öğrenci 1)

cevabını vermektedir. Başka bir öğrenci de:

“DNA'nın eşlenmesi gerekir. DNA eşlenmeyince protein sentezi nasıl olabilir ki!. Her protein sentezi için DNA'nın eşlenmesi gerekir. Eğer eşlenmezse hücre kendi kafasına göre protein sentezi yapar ve hücrede bir karışıklık olur” (Öğrenci 2)

diye düşüncelerini aktarmaktadır. Öğrenciyi bu şekilde düşünmeye sevk eden bazı nedenlerin olduğu tahmin edilmektedir. Bilindiği gibi protein sentezi anlatılırken, kitapların çoğunda santral doğma olayı da birlikte verilmektedir. Burada hem protein sentezi hem de DNA'nın eşlenmesi birlikte verildiği için bir karışıklık meydana geldiği düşünülebilir.

Polizom ile ilgili olarak da altı öğrencinin kavram yanılgısına sahip oldukları tabloda görülmektedir. Öğrenciler, polizom oluşumunun protein çeşitliliğini sağladığını kabul etmektedir. Polizom aynı proteinden çok sayıda üretilmesini sağlayan bir yapı olmasına rağmen, belki de poli (çok) kelimesinin anlamından dolayı, öğrenciler polizomla aynı proteinden çok sayıda değil de çok çeşitli proteinlerin üretildiğini düşünmektedirler.

Testin 5. sorusu; insanların görünüşlerindeki çeşitliliğin nedenleri, bu nedenlerin hayvanlar ve bitkiler için de geçerli olup olmadığını araştırmak amacıyla kullanılmıştır. Bu soru ile belirlenen kavram yanılgıları incelenecek olursa; öğrencilerin genelleme yapmakta önemli derecede zorlandıkları, konu ve kavramlar arasında ilişkileri yakalayamadıkları, öğrendikleri ile günlük yaşam arasında bağlantı kuramadıkları görülmektedir (Tablo-4).

Tablo-4 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 5. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	Populasyon aynı türe ait bir yaşama alanındaki canlı topluluğu olduğuna göre serçelerin görünüşlerinde farklılık yoktur.	6
2	Meşe ağaçları aynı tür oldukları için farklı olamazlar. Üremeye aynı canlılar oluşur.	4
3	Kuşlar yumurta ile ürer. Krosing-over, mayoz olmadığından ve dış ortamda geliştikleri için farklılıkları yoktur.	3
4	Aynı ormandaki meşe ağaçları için çevre koşulları farklı değildir ve aynı görünüşte olurlar.	3
5	Çevre şartları değişmedikçe meşe ağaçlarında farklılıklar oluşmaz.	3
6	Bitkilerde eşeyli üreme olmadığı ve mitoz bölünme ile büyüdükleri için aynı özelliklerde canlılar oluşur.	3

Testteki kavram yanılgıları içerisinde en ilginç olanı “*Kuşlar yumurta ile ürer. Krosing-over, mayoz olmadığından ve dış ortamda geliştikleri için farklılıkları yoktur*” olarak ifade edilen ve üç öğrencide belirlenen yanılgıdır. Bu grupta yer alan öğrenciler, insanlarda olan mayoz bölünmenin kuşlarda olmadığını düşünmektedirler. “*Bitkilerde eşeyli üreme olmadığı ve mitoz bölünme ile büyüdükleri için aynı özelliklerde canlılar oluşur*” şeklindeki kavram yanılgısında ise, öğrenciler çevresinde gözlemediği bazı olaylardan hareket ederek, bitkilerde eşeyli üremenin olmadığını ve bu nedenle de çeşitliliklerinin olmayacağını ileri sürmektedir.

Kavramsal anlama testinin 9. sorusuyla ilgili olarak belirlenen kavram yanılgılarının verildiği tablo-7 incelendiğinde, değişik frekanslarda çok çeşitli eksik ve hatalı öğrenmelere dayalı yanılgıların olduğu görülmektedir. Testin bu sorusu; enzimlere etki eden sıcaklık, su, substrat, pH ve inhibitör gibi faktörlere ilişkin öğrencilerin nasıl düşünce yapısında olduğunu sorgulamaya yöneliktir.

Teste katılan dokuz öğrenci suyun enzimler için etkili bir faktör olmadığını söylerken, yedi öğrenci de substratın enzim faaliyeti için etkili olmadığını belirtmektedir. Ayrıca tabloda “*Inhibitör reaksiyonu hızlandıran maddedir*” olarak verilen kavram yanılgısının, öğrencilerin kimya derslerinde anlatılan katalizör ve inhibitör kavramlarını birbirine karıştırmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo-7 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 9. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	Su enzimler için etkili değildir.	9
2	Substrat tepkimeyi etkilemez.	7
3	Sıcaklığın belirli bir eşik değeri vardır. Bunun altında ve üstünde hiç etki olmaz.	6
4	Substrat artışı ile belirli bir noktaya kadar doyum olur, daha sonra azalma olur.	5
5	Substrat artınca tepkime hızı da artar. Bir süre sonra enzim yetmez veya biter.	4
6	Substrat tepkime hızını düşürür.	3
7	İnhibitör reaksiyonu hızlandıran maddedir.	3
8	Sıcaklıkla tepkime hızı doğru orantılıdır.	3

Enzimleri etkileyen faktörlerden sıcaklığın etkisi ile ilgili “Sıcaklığın belirli bir eşik değeri vardır. Bunun altında ve üstünde hiç etki olmaz” şeklinde verilen ve altı öğrencide tespit edilen kavram yanılığında, öğrenciler, enzimlerin sadece optimum sıcaklık değerinde çalıştıkları, bu değer dışında etkin olmadığı ileri sürerek bu kavramı tam olarak anlayamadıklarını göstermektedirler. Bilindiği gibi enzimler, optimum sıcaklık değerinde en hızlı çalışır, bu değer altında ve üstünde enzimin çalışmasında düşüş olsa da aktivite göstermektedir.

Kavramsal anlamının en önemli özelliklerinden birisi de kavramlar arasında benzerlik ve farklılıkları yakalayabilmektir. Enzim ile tRNA'nın ortak noktalarının sorgulandığı 10. soruda pek çok kavram yanılığı tespit edilmiştir (Tablo-8).

Protein sentezi ve bir gen-bir enzim hipotezi ile ilgili olarak 15 öğrencide “tRNA genetik şifreye göre sentezlenir ama enzim sentezlenmez” ifade edilen kavram yanılığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgu ışığında öğrencilerin, protein sentezini, bir gen-bir enzim hipotezini, enzimlerin protein yapıda olduğunu ve gen kontrolünde sentezlendiğini tam olarak kavrayamadığı şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Tablo-8 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 10. sorusuna verdikleri yanıtlar

	Öğrenci Yanıtları	Öğrenci Sayısı
1	tRNA genetik şifreye göre sentezlenir ama enzim sentezlenmez.	15
2	Hem enzim hem de tRNA'nın ikisinin de yapısında protein olduğu için yapıtaşları aynıdır.	11
3	Hem enzim hem de tRNA'nın monomeri aminoasittir. Çeşitlilikleri aynıdır.	10
4	tRNA çeşidi enzim çeşidinden fazladır.	7
5	Enzim kullanıldığında bir kısmı tepkimeye katılır, diğer kısmı katılmaz. Daha sonra kendini tamamlayarak tekrar tekrar kullanılabilir. tRNA sadece mesajı getirir ve işi biter.	3

Tabloda görüldüğü gibi, enzim ve tRNA'nın protein yapıda olduğu ileri sürülen ve 11 öğrencide belirlenen kavram yanlışlığının önemli olduğu söylenebilir. Bu kavram yanlışlığı ile “*tRNA çeşidi enzim çeşidinden fazladır*” biçiminde verilen kavram yanlışlığının çok ilişkili olduğu görülmektedir. Belirtilen kavram yanlışlarının temelinde, daha önce öğrenilen bilgi düzeyindeki kavramlarda eksik ve hatalı noktaların olduğu tahmin edilmektedir. Çünkü yapıtaşı olarak enzimlerde aminoasit, tRNA'da ise nükleotit bulunmaktadır.

Teste katılan 11 öğrencide “*Hem enzim hem de tRNA'nın ikisinin de yapısında protein olduğu için yapıtaşları aynıdır*”, 10 öğrencide de “*Hem enzim hem de tRNA'nın monomeri aminoasittir. Çeşitlilikleri aynıdır*” olarak ifade ettikleri kavram yanlışlıkları bulunmuştur. Bu yanlışlıkların en önemli nedeninin, enzim ve tRNA ile ilgili temel bilgi düzeyindeki eksik hatalı öğrenmelerin olduğu tahmin edilmektedir.

Testin 11. sorusunun, öğrencilerin zihinlerindeki protein sentezi ve gen-protein ilişkilerini ortaya koyma açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Tablo-9 incelendiğinde, protein sentezi ile mutasyon arasındaki ilişkilerin eksik ve hatalı öğrenilmesinden kaynaklanan çok sayıda kavram yanlışlığının olduğu görülmektedir.

Karaciğerdeki mutasyonun çocuklarına geçtiği iddia edilen ve 11 öğrencide belirlenen bir kavram yanlışlığından yola çıkılarak, kalıtsal özelliklerin yeni nesillere nasıl aktarıldığına ilişkin, öğrencilerde hatalı öğrenmelerin olduğu söylenebilir. Bilindiği üzere üreme hücreleri ile yeni nesillere aktarılan kalıtsal özelliklerin, karaciğer hücreleri

ile aktarılması gibi bir durum söz konusu değildir. Bu anlamda öğrencilerin üreme ve vücut hücrelerinin neler olduğu ve işlevleri ile ilgili kavramlarında hataların olduğu söylenebilir.

Tablo-9 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 11. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	Annedeki bir özelliğin veya protein sentezi ile ilgili bir genin çocuklara genlerle aktarılması mümkündür. Dolayısıyla karaciğerdeki mutasyon çocuklarına geçer.	11
2	Mutasyon kalıtsal olduğundan kalıtımla döllere aktarılabilir.	11
3	Mutasyondan sonra şifre uyumadığı veya olmadığı için protein sentezi gerçekleşmez.	5
4	Bu mutasyon proteinlere de geçerse çocuğuna yumurta yoluyla aktarılabilir.	4

Tabloda belirtilen “*Mutasyon kalıtsal olduğundan kalıtımla döllere aktarılabilir*” biçimindeki kavram yanlışlığının çok daha önemli olduğu söylenebilir. Buna ilave olarak, “*Mutasyondan sonra şifre uyumadığı veya olmadığı için protein sentezi gerçekleşmez*” şeklindeki kavram yanlışlığının hem mutasyon hem de protein sentezi ile ilgili bilgi düzeyindeki eksik ve hatalı öğrenmelerden kaynaklandığı söylenebilir.

Proteinlerin yapısını oluşturan temel elemanların en küçük olandan en büyük olana doğru sıralanmasının istendiği 12. soruda çok sayıda kavram yanlışlığına rastlanmış ve öğrencilerin konuyla ilgili bazı kavramları hiç duymadıkları, bazılarının eksik öğrendikleri, bazılarıyla ilgili de alternatif fikirler geliştirdikleri görülmektedir (Tablo-10).

Belirlenen kavram yanlışları içerisinde en önemlisi, dipeptit kavramının bir molekül değil, sadece bağ olarak algılandığına ilişkin yanılıdır. Bazı öğrenciler dipeptiti iki aminoasiti bağlayan tekli bağ, bazıları iki proteini bağlayan tekli bağ, bazıları da aminoasitleri bağlayan ikili bağ olarak ifade etmektedir. Ayrıca Amin Grubunun da içerisinde geçen “Grup” kelimesinden dolayı daha büyük bir molekül olduğu düşünülmektedir. Bu tespitlerin ışığında, kavram yanlışlarının kullanılan dilden de meydana geldiği değerlendirilmesini yapmak mümkündür.

Tablo-10 Öğrencilerin Kavramsal Anlama Testi 12. sorusuna verdikleri yanıtlar

Öğrenci Yanıtları		Öğrenci Sayısı
1	Azot,Amin Grubu,Aminoasit,Tersiyer Protein,Dipeptit, Polipeptit sıralaması küçükten büyüğe göredir. Aminoasitlerin yapısında N atomu vardır. Aminoasitler amin ve karboksil gruplarının birleşmesiyle oluşur. Oluşan aminoasitler peptit bağlarıyla birleşerek proteinleri oluşturur. İki protein birleşmesini sağlayan bağa dipeptit, çok sayıda proteinin birleşmesini sağlayan bağlara da polipeptit denir.	9
2	Azot, Dipeptit, Polipeptit, Amin Grubu,Aminoasit,Tersiyer Protein, sıralaması küçükten büyüğe göredir. Peptit bağları N atomlarından oluşur. Polipeptit dipeptitten daha büyüktür. Amin gruplarının birleşmesiyle aminoasit, aminoasitlerin birleşmesiyle de protein oluşur.	4

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada toplam 88 Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıf öğrencisine öğretim öncesinde kavramsal anlama testi uygulanarak proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları belirlenmiştir. Araştırmaya dahil edilen öğrencilerin lisans öğrenimlerinin 1. sınıfındaki genel kimya derslerini almalarına rağmen, araştırma konusu ile ilişkili kavramlarda bir çok eksik ve hatalı ön öğrenmelere sahip olduğu gösterilmiştir. Yukarıdaki tablolar incelendiğinde, öğrencilerde araştırma konusunda öğrenmeye engel olacak kadar etkili ve çok sayıda kavram yanlışının olduğu görülmektedir. Bu değerlendirme göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin hem lise yıllarındaki fen derslerinden hem de lisans düzeyindeki fen derslerinden kaynaklanan bir çok hatalı ve eksik öğrenmelere sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle, belirlenen kavram yanlışlarını engellemek ve düzeltmek için öğretimle ilgili gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada en çok dikkat çeken ve sayıca en çok karşılaşılan kavram yanlışlarından birisi, protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmediği ile ilgili olanıdır. Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerekli olmamasına rağmen, birçok öğrenci bunun kesinlikle gerekli olduğundan bahsetmektedir. Belirtilen kavram yanlışının en önemli nedenlerinden biri, özellikle lise kitaplarında yer alan, santral doğma ile ilgili çizilen şekil gösterilebilir. Bilindiği gibi santral doğma anlatılırken; bir şekil çizilir ve burada

replikasyon, transkripsiyon ve translasyondan hep birlikte bahsedilir. Şekilde son ürün olarak protein gösterildiği ve protein sentezi ile ilgili diğer kavramlara da değinildiğinden, eğer protein sentezi için replikasyonun gerekli olmadığı vurgulanmazsa, öğrenmeye engel olabilen kavram yanlışları meydana gelmekte ve öğrenci kendisine göre alternatif fikirler geliştirmeye başlamaktadır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre; bazı öğrenciler eşlenen DNA'nın mRNA oluşturduğunu, bazıları da eşlenen DNA'nın mRNA'ya kalıplık yaptığını ve daha sonra da yok olduğunu, bazıları da eşlenen bu DNA zincirlerinden birisinin mRNA diğerinin de tRNA olduğunu bildirmektedir.

Öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri yanıtlar incelendiğinde karşılaşılan belki de en ilginç kavram yanlışlarından birisi de, dipeptitin ikili peptit bağı olduğu ile ilgilidir. Bazı öğrenciler, üç aminoasit bir araya gelirken, dipeptitteki –di ekinin iki anlamına geldiğini ileri sürerek, dipeptitte iki bağ bulunduğunu söylemektedir. Bazı öğrenciler de, iki aminoasit arasında ikili bağ oluştuğunu söylemektedir. Bu anlamda öğrencilerin kimya derslerindeki bir çok temel kavramı tam olarak anlayamadığı, konular arasındaki yatay ve dikey ilişkileri kurmakta çok zorluklar çektiği sonucuna ulaşılabilir.

Araştırmada karşılaşılan bazı kavram yanlışlarının da dilden kaynaklandığının tespit edilmesi, bu çalışmadan elde edilen diğer önemli bulgulardan birisidir. Amfoter, polizom, polipeptit, monomer, polimer, primer ve tersiyer protein, dehidrasyon, denatürasyon, peptit, dipeptit, polipeptit, katalizör, inhibitör.. gibi bir çok kavramı öğrencilerin birbirleriyle veya başka kavramlarla karıştırdıkları görülmektedir.

Elde edilen bulgulara göre araştırma konusu ile ilgili kavram yanlışlarını önlemek ve düzeltmek için şunlar yapılabilir;

- Öğretimin değişik aşamalarında eksik ve hatalı olan öğrenmelerin tespit edilip giderilmesine yönelik çalışmalar mutlaka yapılmalıdır. Mesela; tam öğrenme modeline uygun bir şekilde, ünitenin bitiminde eksik öğrenmeler tamamlanıp hatalı öğrenmeler de düzeltilerek bir sonraki ünitenin öğretimine geçiş yapılabilir.

- ☑ Ders kitaplarındaki metin, tablo, şekil, grafik ve resimler öğretimde kullanılırken çok dikkatli olunmalı, yanlış anlamalara ve kavram yanılgılarına neden olmayacak şekilde gerekli açıklamaların yer aldığı yeni düzenlemeler yapılmalıdır. Bu ve benzeri çalışmalardan elde edilen bulgular, öğretmen ve öğrencilere konuyla ilgili oluşabilecek temel kavram yanılgıları hakkında bilgi vermek için kullanılabilir.
- ☑ Alan eğitimcileri, özellikle de, fizik, kimya ve biyoloji eğitimcileri birlikte çalışarak kullandıkları ortak kavramları yeniden doğru biçimde tanımlamalı ve kavramla ilgili konu alanındaki anlamını herkes bu şekilde kullanmalıdır. Mesela; R grubu kimyacılar tarafından reaksiyona girebilme yeteneği yüksek olan grup, biyolojiler tarafından da radikal veya değişken grup olarak tanımlanmaktadır.
- ☑ Konular arasındaki yatay ve dikey ilişkiler iyi kurulmalıdır. Proteinler, enzimler ve protein sentezi ile Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf genel kimya derslerindeki birçok konunun yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle hem biyoloji derslerindeki, hem de diğer derslerdeki konu ve kavramlar arasında ilişkiler kurularak yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir öğretim gerçekleştirilmelidir. Ayrıca öğrenmenin kalıcılığını artırmak için de, öğrenilenlerin ne işe yaradığı ve nerelerde kullanıldığı belirtilerek günlük yaşamla bağlantılarının sağlanması gerekmektedir.
- ☑ Öğretim sırasında ezberden kaçınılarak temel kavram, ilke ve prensipler bilimsel olarak doğru kabul edilen haliyle verilmelidir. Öğretim sırasında, sadece konuyla ilgili yüzeysel ve geniş bilgi vermekle yetinilmeden niçin, ne, nasıl, ...ise soruları çerçevesinde konuda geçen kavramların derinliğine tartışılması gerekir.
- ☑ Konuyla ilgili yapılacak genellemelere çok dikkat edilmelidir. Mesela; hormonların yapısında protein olmasından dolayı “bütün hormonların yapısında protein vardır” şeklinde belirten bir genelleme maksadını aşmaktadır. Öte yandan başka bir örnekte ise; insanların görünüşlerinde proteinlerin etkili olduğunu söyleyerek, bu genellemeyi diğer canlılar için öteleyememek de amacına ulaşamamış bir olgu olarak kalmaktadır.
- ☑ Öğrenciler için soyut olan kavramların somutlaştırılması için öğretim teknolojileri ve görsel materyallerden yararlanılmalıdır. Bunun için mesela, protein sentezinin

anlatıldığı uygun ve etkili simülasyonlar kullanılabilir. Ayrıca böyle bir öğretim planı tasarlanıp uygulanarak kavramsal anlamaya olan etkisi araştırılabilir.

Kaynaklar

- Arnoudin, M., Mintzess, J.J. (1985). Students' alternative conceptions of the circulatory system: across age study. *Science Education*. 69,721-733.
- Bahar, M., Johnstone, A.H. ve Hansell, M.H., (1999). Revisiting learning difficulties in biology *Journal of Biological Education*. 33(2), 84-86.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., (1988). The cell concept of 10th graders: curricular expectations and reality. *International Journal of Science Education*. 10, 221-229.
- Francis, J.W. ; Sellers, J.A. (1994). Studying Amino Acid Sequence Using Word Processing Programs. *American Biology Teacher*. 56, 8, 484-87.
- Gilbert, J. K. (1977). The study of student misunderstandings in the physical sciences. *Research in Science Educatio*. 7, 165-171.
- Kinchin, I.M., (2000). Concept-mapping activities to help students understand photosynthesis and teachers understand students. *School Science Review*. 82 (299), 11-14.
- Lazarowitz, R., Penso, S. (1992). High school student's difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*. 26, 3, 215-223.
- Lee, H., Songer, N. B. (1998). *Science for Conceptual Understanding in an Inquiry-Based Learning Environment*. Paper Presented at annual meeting of the National Assosation for Research in Science Teaching.
- Novak, J.D. (1993). How do we learn our lesson?. *The Science Teacher*. 60, 50-55.
- Waheed, T., Lucas, A.M., (1992). Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14+n. *Journal of Biological Education*. 26 (3), 193-199.
- Yıldırım, O., (2000). *Lise 1. Sınıflarda Okutulmakta Olan Biyoloji Dersinin Program Tasarısı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi. Balıkesir.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C., Sinan, O., (2004). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Difüzyon İle İlgili Kavram Yanılgıları. *BAÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 6. cilt 1. sayı. (Baskıda)