

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI BİYOLOJİ EĞİTİMİ

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROTEİNLER VE PROTEİN
SENTEZİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI

DOKTORA TEZİ

OLCAY SİNAN

Balıkesir, Mayıs-2007

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI BİYOLOJİ EĞİTİMİ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROTEİNLER VE PROTEİN
SENTEZİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI**

DOKTORA TEZİ

OLCAY SİNAN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM

Sınav Tarihi: 23.05.2007

Jüri Üyeleri: Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM (Danışman-BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. M. Sabri KOCAKÜLAH (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Halil AYDIN (DEÜ)

Yrd. Doç. Dr. Sami ÖZGÜR (BAÜ)

Yrd. Doç. Dr. Kutret GEZER(PAÜ)

Balıkesir, Mayıs-2007

Bu alışma Balıkesir Üniversitesi Rektrlğ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından BAP 2003/30 Kodlu Proje İle desteklenmiştir. Teşekkür ederiz.

ÖZET

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROTEİNLER VE PROTEİN SENTEZİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ANLAMALARI

Olçay SİNAN

Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Biyoloji Eğitimi

(Doktora Tezi /Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM)

Balıkesir, 2007

Fen eğitimindeki çalışmaların önemli bir bölümünün uygulanan öğretimin kavramsal anlamaya olan etkisi ve öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışları ile ilgili olduğu görülmektedir. Değişik nedenlerle kavram yanlışlarının meydana geldiğini ve bunların sonraki öğrenmeler için bir engel oluşturduğunu yapılan araştırmalar ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, Fen Bilgisi öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrasında tespit edilmesi amaçlanmıştır. Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programındaki toplam 88 öğrenci bu çalışmaya dahil edilmiştir. Öncelikle, uzman görüşü de alınarak, proteinler ve protein sentezi konusu ile ilgili kavram analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları göz önünde bulundurularak altı soruluk bir kavramsal anlama testi hazırlanmış ve ön, son ve geciktirilmiş son test şeklinde uygulanmıştır. Öğrencilerin araştırma kapsamındaki kavramlarla ilgili fikirlerini daha detaylı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla toplam 19 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Ayrıca uygulanan geleneksel öğretim süreci katılımsız gözlem tekniği ile ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmadan elde edilen verilerle yapılan analizler sonucu Fen Bilgisi öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramları anlamada bazı zorluklar çektiği ve geleneksel öğretimin bu sorunları aşmada yetersiz kaldığı saptanmıştır. Özellikle protein sentez süreci ve proteini oluşturan yapılarla ilgili öğretmen adaylarının önemli kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Öte yandan geleneksel öğretim yönteminin proteinlerle ilgili bazı temel kavramların öğrenilmesinde önemli başarılar sağladığı ve öğretimden altı ay sonraki sonuçların daha da yüksek olduğu da saptanmıştır.

Çalışmanın son aşamasında, elde edilen bulgular ışığında öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına yönelik öneriler sunulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kavramsal Anlama, Kavram Yanlışları, Protein, Protein Sentezi, Biyoloji Eğitimi, Öğretmen Yetiştirme

ABSTRACT

PRESERVICE PRIMARY SCIENCE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING ABOUT PROTEINS AND PROTEIN SYNTHESIS

Olcay SİNAN

**Balikesir University, Institute of Science, Department of Secondary
Science and Mathematics Education, Biology Education**

(PhD. Thesis / Supervisor: Asst. Prof. Dr. Osman YILDIRIM)

Balikesir, Turkey, 2007

It is seen that an important part of the studies in science education is concerned with the effects of conducted instruction on students' conceptual understanding and misconceptions they have. Researches conducted indicate that misconceptions can be originated from various reasons and they are obstacles for subsequent learning.

In this study, it was aimed to determine the effects of traditional teaching on conceptual understanding levels of primary science teacher candidates on protein and protein synthesis before, at the end and after six months of instruction. The subject of the study included 88 primary science candidates from Balikesir University Necatibey Education Faculty department of primary science teacher education. Firstly, according to the views of the expert in the area, concept analysis was carried out about protein and protein synthesis. Considering the concept analysis results, a six-item conceptual understanding test was prepared and administered as pre, post and delayed post-tests. In order to reveal the subjects' idea about research topics deeply, nineteen students were interviewed individually using semi-structured interview approach. In addition, the process of traditional instruction applied was analyzed by non-participant observation technique.

As a result of analysis done with the findings obtained from the study, it was determined that the primary science teacher candidates had some difficulties in understanding concepts about protein and protein synthesis and traditional instruction was insufficient to overcome these problems. Especially, it was revealed that the candidates had severe misconceptions about the process of protein synthesis and structures of protein. On the other hand, it was discovered that traditional instruction was successful in learning of some basic concepts concerning proteins. Furthermore, the outcomes of instruction were higher after six months than post instruction period.

Finally, some suggestions relating to better understanding of concepts were presented with the support of the findings obtained from this study.

KEY WORDS: Conceptual Understanding, Misconceptions, Protein, Protein Synthesis, Biology Education, Teacher Training

İÇİNDEKİLER	<u>SAYFA</u>
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	2
1.2 Araştırmanın Önemi.....	2
1.3 Araştırma Soruları.....	5
1.4 Sayıtlar	5
1.5 Sınırlılıklar	6
1.6 Araştırmanın Bölümleri	6
2. LİTERATÜR.....	8
2.1 Bilginin Tanımı ve Önemi	8
2.2 Yapılandırmacı Öğrenme.....	9
2.3 Kavramsal Anlama	13
2.4 Kavram Yanılgısı	17
2.5 Kavramsal Değişim.....	21
2.6 Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Çalışmalar.....	23
2.6.1 Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavram Yanılgıları.....	23
2.6.2 Proteinler ve Protein Sentezinin Öğretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar....	25
3. YÖNTEM.....	33
3.1 Araştırmanın Modeli	33
3.2 Veri Toplama Araçları	34
3.2.1 Kavramsal Anlama Testi.....	34
3.2.2 Görüşme	39
3.2.3 Gözlem	40
3.3 Denemeler ve Pilot Çalışmalar.....	40
3.3.1 Kavramsal Anlama Testi.....	40

3.3.2	Görüşme	41
3.3.3	Gözlem	42
3.4	Verilerin Toplanması	42
3.4.1	Örnekleme.....	42
3.4.1.1	Test Örnekleme	43
3.4.1.2	Görüşme Örnekleme	43
3.4.2	Testin ve Görüşmelerin Uygulanması.....	43
3.4.3	Gözlemin Yapılması	44
3.5	Verilerin Analizi.....	44
3.5.1	Kavramsal Anlama Testinin Analizi.....	44
3.5.2	Test Cevaplarının Kategorilendirme Geçerliği	47
3.5.3	Test Bulgularının Sunulması.....	48
3.5.4	Görüşmelerin Analizi	49
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	51
4.1	Sınıfıçi Öğrenme ve Öğretme Ortamı	51
4.1.1	Öğretim Elemanı Etkinlikleri.....	52
4.1.2	Öğrenci Etkinlikleri.....	54
4.1.3	Derslerin Genel Bir Değerlendirmesi	55
4.2	Kavramsal Anlama Testi.....	58
4.2.1	1. soru: Proteinlerle İlgili Önermeler	58
4.2.2	2. soru: Gen-Protein İlişkisi	80
4.2.3	3. soru şu şekildedir;	88
4.2.4	4. soru: Protein Sentezinin Basamakları	110
4.2.5	5. soru: Protein ve Canlının Görünüşü Arasındaki İlişki	138
4.2.6	6. soru: Proteinin Alt Yapıları	152
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	162
5.1	Sonuçlar	162
5.2	Öneriler	170
5.3	Araştırmada Karşılaşılan Zorluklar ve Deneyimler	174
6.	EKLER.....	176
7.	KAYNAKÇA	200

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil Numarası	<u>SAYFA</u>
Şekil 4.1 Sınıfçı etkileşim şeması (Kocakulah [58]'tan uyarlanmıştır).....	52
Şekil 4.2 1. sorunun I. önermesinin kavramsal değişim grafiği.....	61
Şekil 4.3 1. sorunun II. önermesinin kavramsal değişim grafiği	64
Şekil 4.4 1. sorunun III. önermesinin kavramsal değişim grafiği	74
Şekil 4.5 2. sorunun kavramsal değişim grafiği.....	82
Şekil 4.6 3. sorunun 1. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği.....	92
Şekil 4.7 3. sorunun 2. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği.....	96
Şekil 4.8 3. sorunun 3. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği.....	102
Şekil 4.9 3. sorunun 4. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği.....	105
Şekil 4.10 4. sorunun I. önermesinin kavramsal değişim grafiği.....	114
Şekil 4.11 4. sorunun II. önermesinin kavramsal değişim grafiği	122
Şekil 4.12 4. sorunun III. önermesinin kavramsal değişim grafiği	129
Şekil 4.13 4. sorunun IV. önermesinin kavramsal değişim grafiği.....	135
Şekil 4.14 5. sorunun a şıkkının kavramsal değişim grafiği	141
Şekil 4.15 5. sorunun b şıkkının kavramsal değişim grafiği.....	146
Şekil 4.16 5. sorunun c şıkkının kavramsal değişim grafiği	150
Şekil 4.17 6. sorunun kavramsal değişim grafiği.....	156

TABLO LİSTESİ

Tablo Numarası.....	<u>SAYFA</u>
Tablo 2.1 Davranışçı ve Yapılandırmacı yaklaşımın karşılaştırılması	11
Tablo 3.1 Araştırmanın zaman çizelgesi.....	33
Tablo 3.2 Kavram analiz tablosu	36
Tablo 3.3 Proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram ağı	37
Tablo 3.4 Kavramsal anlama testi hazırlık aşaması denemeleri	41
Tablo 3.5 1. sorunun I. önermesinin kategori tablosu.....	46
Tablo 3.6 Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdeleri.....	47
Tablo 4.1 Öğretim sırasında önemli öğretim elemanı ve öğrenci etkinlikleri	56
Tablo 4.2 1. Sorunun I. önermesinin kategori tablosu	59
Tablo 4.3 1. Sorunun II. önermesinin kategori tablosu.....	63
Tablo 4.4 1. Sorunun III. önermesinin kategori tablosu	73
Tablo 4.5 2. Sorunun kategori tablosu	80
Tablo 4.6 3. Sorunun 1. eşleştirmesinin kategori tablosu	90
Tablo 4.7 3. Sorunun 2. eşleştirmesinin kategori tablosu	95
Tablo 4.8 3. Sorunun 3. eşleştirmesinin kategori tablosu	101
Tablo 4.9 3. Sorunun 4. eşleştirmesinin kategori tablosu	104
Tablo 4.10 4. Sorunun I. önermesinin kategori tablosu	112
Tablo 4.11 4. Sorunun II. önermesinin kategori tablosu.....	121
Tablo 4.12 4. Sorunun III. önermesinin kategori tablosu	128
Tablo 4.13 4. Sorunun IV. önermesinin kategori tablosu	133
Tablo 4.14 5. Sorunun a şıkkının kategori tablosu	140
Tablo 4.15 5. Sorunun b şıkkının kategori tablosu	145
Tablo 4.16 5. Sorunun c şıkkının kategori tablosu	148
Tablo 4.17 6. Sorunun kategori tablosu	154
Tablo 5.1 Kavramsal anlama testinde bilimsel olarak kabul edilebilir ve edilemez cevaplardaki değişimler	163

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında sorunlarımı dinleyen ve çözüm önerileri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM'a minnettarım. Ayrıca; en az danışman hocam kadar doktora tezimde emeği olan Yrd. Doç. Dr. Halil AYDIN'a ve Yrd. Doç. Dr. Sabri KOCAKÜLAH'a sonsuz teşekkürlerimi bildirmek isterim.

Tez çalışmasında kullandığım kavramsal anlama testinin cevap anahtarının hazırlanmasında uzman görüşüyle katkıda bulunan Doç. Dr. Yusuf TURAN'a ve Doç. Dr. Feray KÖÇKAR'a çok teşekkür ederim.

Başta Burcu GÜNGÖR olmak üzere Necatibey Eğitim Fakültesi'ndeki bütün araştırma görevlisi arkadaşlarıma yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Benim bugünlere gelmemde emeği geçen ve her zaman manevi desteklerini hissettiğim sevgili Anneme, Babama, Kardeşlerime ve SİNAN ailesinin her bir ferdine sonsuz şükran duygularımı ifade etmek isterim. Sağ olun, varolun...

Son olarak doktora çalışmalarım esnasında bana manevi desteğini esirgemeyen çok kıymetli eşim Selma SİNAN'a müteşekkir olduğumu belirtmek ve bu tezi biricik oğlum Yusuf SİNAN'a hediye etmek isterim.

Balıkesir, 2007

OLCAY SİNAN

1. GİRİŞ

Son yıllarda fen eğitiminde yapılan çalışmaların önemli bir bölümünün kavram yanlışları üzerine odaklandığı dikkati çekmektedir [1]. Araştırmalar kavram yanlışlarının değişime dirençli olmasından dolayı, düzeltilmelerinin zor olduğunu ve sonraki öğrenmeler için engel oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Değişik nedenlerle meydana gelen bu kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması eğitim sisteminin sağlıklı işleyişi açısından son derece önemlidir.

Kavram yanlışları, öğretim sırasında kullanılan ders kitapları, kullanılan dil ve öğrencinin tutumu vb. nedenlerden meydana gelebildiği gibi, dersi veren öğretmen/öğretim elemanından da kaynaklanabilmektedir [2]. Öğretimin sınıfta uygulayıcısı konumunda olan öğretmen, farkında olmadan öğrencilerin kavram yanlışlarına düşmelerine neden olabilir. Öğrencilerde kavram yanlışlarını önlemek için, öncelikle öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının tespit edilip düzeltilmesi gerekir. Eğitim sisteminin çağın gereklerine uygun öğrenciler yetiştirmesi, alanında uzman ve öğretmenlik mesleği açısından gerekli donanımlara sahip öğretmenlerle sağlanabilir. Bu amaçla yapılan araştırmaların fen eğitimi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada da Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrası belirlenmesi amaçlanmıştır. Veri toplama araçları ile tespit edilen kavram yanlışlarının nedenleri araştırılarak bunların engellenmesi ve ortadan kaldırılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın amacı ve önemi, araştırma soruları, sayıtlar, sınırlılıklar ve araştırmanın özeti verilmiştir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı sırasıyla şunlardır;

- ☑ Fen Bilgisi 2. Sınıf Öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerini öğretim öncesi belirlemek,
- ☑ Fen Bilgisi 2. Sınıf Öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrasında sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemek,
- ☑ Fen Bilgisi 2. Sınıf Öğretmen adaylarının Biyoloji-I dersindeki proteinler ve protein sentezi konularının öğretiminden sonraki kavramsal anlama düzeylerini tespit etmek,
- ☑ Öğretimden altı ay sonra öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin ne derece kalıcı olduğunu belirlemek,
- ☑ Araştırma bulguları doğrultusunda proteinler ve protein sentezi konusunun öğretime ilişkin önerilerde bulunmaktır.

1.2 Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın yapılmasının temel olarak 3 önemli nedeni vardır. Bunlardan birincisi, günümüze kadar öğretmen ve öğretmen adayları ile ilgili az çalışma yapılmış olmasıdır. Öğretmen, okullardaki eğitim ve öğretimin en önemli elemanıdır. Ne kadar iyi programlar ve öğretim yöntemleri belirlenirse belirlensin, uygulayıcısı öğretmen olduğu için, iyi yetişmemiş öğretmenlerden iyi bir eğitim ve öğretim beklenemez. Bu nedenle geleceğimizin teminatı olan çocuklarımızın iyi yetişebilmesi için öğretmenlerimizin çok iyi yetiştirilmesi gerekir.

Mak ve arkadaşları [3], öğretmenlerden kaynaklanan kavram yanılgıları ile ilgili çalışmaların nispeten az sayıda yapıldığını rapor etmektedir. Bunun temel nedeni olarak, öğretmenlerin konu alanı bilgisi bakımından yeterli olduğu ve bu bildiklerini sınıftaki öğretimde yeterince transfer edebildikleri varsayımının yattığını bildirmektedir. Ancak bu varsayımın savunulamaz olduğunu ve söz konusu problemin Hong Kong'ta ciddi bir sorun teşkil ettiğini bildirmektedir.

Öğretmenlerin çocuklar için en büyük informal fikir kaynağı olmasından dolayı, konu alanında eksik olan öğretmenlerin, fen kavramlarını anlamada öğrencileri etkileyeceği ileri sürülmektedir [3]. Çünkü bazı öğretmenlerin yetersiz konu alanı bilgisi nedeniyle bilimsel olmayan günlük deneyimlerini öğrencilerine aktarabildiğini araştırmacı söylemektedir. Mak ve arkadaşları [3], öğretmenlerin amacının; bilimsel bir ifadeyi pasif bir şekilde kabul etmeleri için öğrencileri ikna etmek değil, onların informal fikirlerini ifade etmelerine, kendi anlamalarını tartışmalarına ve varolan bilgileriyle kavramsal yapı oluşturmalarına rehberlik etmek olduğuna atıfta bulunarak, bu amacı gerçekleştirmede öğretmenlerin konu alanı bilgisini derinlemesine ve anlamlı olarak kazanmaları gerektiğini ileri sürmektedirler.

Mak ve arkadaşları [3], yaptıkları çalışmada yeni mezun olmuş fen öğretmenlerin yeterli seviyede biyoloji bilgisine sahip olmadığını ve bu problemin biyoloji alanında uzman olmayan öğretmenler için önemli olduğunu vurgulayarak aynı sorunun fizik ve kimya alanında da olabileceğini belirtmektedirler. Mak ve arkadaşları [3], öğrencilerden aldıkları cevaplara göre, çok sayıda fen öğretmenin, fen programının önemli bir yer tutan bir çok kavramı yeterince anlayamadıklarını tespit etmişlerdir.

Öğretmenlerin yukarıdaki durumları göz önüne alındığında öğretmen adaylarının iyi yetiştirilmeleri gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ancak günümüze kadar öğretmen ve öğretmen adayları üzerine bu konuda yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu dikkati çekmektedir.

Yapılan bu çalışmanın önemli nedenlerinden ikincisi ise; proteinler ve protein sentezinin biyoloji derslerinde önemli temel kavramları içermesidir. Bilindiği gibi her bilim dalında bazı konu ve kavramların öğrenilmesi diğerlerinden önce gelir. Çünkü bu konular daha temel konulardır ve sonrakiler için önemli bir altyapı oluşturur. Biyoloji konuları için de benzer durum geçerlidir. Öğrenmede öğrencinin sahip olduğu ön bilgi çok önemlidir ve öncekiler öğrenilmeden sonrakiler öğrenilemez. Temel kavramlar iyi öğrenilmeden daha sonra gelen kavramlar zor öğrenilir ya da kavram yanlışlarına neden olabilir. Özellikle proteinler ve protein sentezi biyoloji dersleri için en temel konular arasındadır. Bu nedenle, proteinler ve protein sentezi ile ilgili öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerinin ve kavram yanlışlarının belirlenerek gerekli düzenlemelerin yapılması önem arz etmektedir.

Öğretmenlerin öğrencilerde yetersiz anlama tespit ettikleri konuların temel biyoloji kavramları olduğuna dikkat çeken Mak ve arkadaşları [3], bu konularla yapılacak zayıf öğretimin hatalı fikirlerin gelişimine neden olacağını ve daha sonraki aşamadaki kavramların öğrenilmesini olumsuz yönde etkileyeceğini vurgulamaktadırlar. Benzer bir görüş bildiren Kinchin [4] de, eğer kritik noktalardaki kavramlar iyi anlaşılmasa, ikincil kavramların öğretimi için zamanın pek verimli kullanılamayacağına dikkat çekmektedir.

Bu çalışmanın yapılmasında etkili olan üçüncü faktör de, öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlamaları üzerine yapılmış bir çalışmaya literatürde rastlanmamış olmasıdır. Literatür taramasının detaylandırıldığı 2. bölümde de görüleceği gibi bu çalışmanın benzerine rastlanmamıştır. Bu güne kadar yapılmış sadece birkaç araştırmada bu konuların öğretiminde neler yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur. Kavramsal anlama çalışmalarının nihai hedefi öğrencilerin kavramsal anlamalarını sağlayacak öğretimin planlanması ve yeniden düzenlenmesi olsa da, öncelikle yapılması gerekenlerin başında öğrencilerin mevcut eğitim sistemi içindeki kavramsal anlamalarını ortaya çıkaracak durum tespiti çalışmaları gelmektedir. Günümüze kadar araştırma konularımız olan proteinler ve protein sentezi ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılmış durum tespitine yönelik çok az sayıda ve dolaylı ilişkisi olan çalışmaların yapılmış olması, araştırmacının böyle bir çalışmaya yönelmesinde etkili olmuştur.

Ayrıca; literatür incelendiğinde, konuyla ilgili yapılan araştırmaların sadece enzimler veya protein sentezine yönelik olduğu görülmektedir. Ancak; proteinler ve protein sentezi birbirleriyle çok yakından ilişkili olduğu için, bunların hep birlikte ele alınması araştırmacının daha sağlam bir zemine oturmasına yardımcı olmuştur. Çünkü; öğrencilerin bu konularda geçen kavramları anlama düzeyleri belirlenirken bütüncül bir yaklaşımın sergilenmesi daha etkili sonuçlar alınmasına olanak sağlamıştır. Kavramlar arasındaki ilişkilerin çok sıkı olmasına bağlı olarak birbirleri ile karışan kavramlar ve bu karışma nedenleri daha kolay tespit edilebilmektedir.

Yukarıda verilen açıklamalar doğrultusunda, böyle bir çalışmanın yapılmasının nedenleri genel olarak üç ana başlıkta toplanabilir. Bunlar;

- ☑ Gelecekte öğrencilerin eğitiminden sorumlu olacak olan fen bilgisi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ile ilgili günümüze kadar çok az çalışma yapılmış olması,
- ☑ Kavramsal anlamayı oluşturma açısından proteinler, enzimler ve protein sentezinin biyoloji derslerinde önemli temel kavramları içermesi,
- ☑ Proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini belirlemek amacıyla bugüne kadar çok az çalışma yapılmış olması

şeklinde özetlenebilir.

1.3 Araştırma Soruları

1. Öğretim öncesi öğrencilerin proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramları anlama düzeyleri nedir?
2. Öğretim öncesi, sonrası ve altı ay sonrasında öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanılgıları ve bunların nedenleri nelerdir?
3. Öğretimden bir hafta sonra öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramları anlama düzeyleri ne durumda?
4. Öğretimden yaklaşık altı ay sonra öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramları anlamalarının kalıcılığı ne durumda?
5. Proteinler ve protein sentezi konusunun öğretimine ilişkin neler önerilebilir?

1.4 Sayıtlar

Bu araştırmanın sayıtları şunlardır;

- ☑ Geliştirilen kavramsal anlama testi öğretmen adaylarının konu ile ilgili fikirlerini ortaya çıkarmada yeterlidir.
- ☑ Öğretmen adayları testte ve görüşmede verilen soruları açık yüreklilikle yanıtlamışlardır.

- ☑ Dersin gözlenmesi öğretim elemanının ders anlatımını ve öğretmen adaylarının öğrenmelerini etkilememiştir.
- ☑ Öğretmen adaylarının daha önce araştırma konularını ve gerekli ön bilgileri aldıkları kabul edilmiştir.

1.5 Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- ☑ Fen Bilgisi Öğretmenliği programı Biyoloji-I dersinde işlenen proteinler ve protein sentezi konuları ile,
- ☑ 2003-2004 eğitim öğretim güz yarıyılı Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıf I. ve II. öğretimdeki toplam 88 öğrenci ile,
- ☑ Kavramsal anlama testi, katılımsız gözlem ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile,

sınırlandırılmıştır.

1.6 Araştırmanın Bölümleri

Araştırma 6 temel bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin tanıtımı aşağıda maddeler halinde kısaca yapılmıştır.

- 📖 **1. Bölüm:** Araştırmanın amacı, önemi, sayıltıları ve sınırlılıklarını içermektedir.
- 📖 **2. Bölüm:** Çalışma ile ilgili literatür taraması sonuçları, çalışmanın teorik altyapısı olarak bilginin tanımı ve önemi, yapılandırmacı öğrenme kuramı, kavram yanılgıları, kavramsal değişim ve kavramsal anlama yaklaşımları bu bölümde verilmektedir.
- 📖 **3. Bölüm:** Araştırmanın yönteminin açıklandığı bu bölümde örneklem, denemeler ve pilot çalışmalar, verilerin toplanması ve analizine yer verilmiştir.

📖 **4. Bölüm:** Bu bölümde ise veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Ayrıca elde edilen bulguların yorumlanması da yine bu bölümde yapılmıştır.

📖 **5. Bölüm:** Belirtilen yöntemlerle kullanılan veri toplama araçlarıyla ulaşılan bulgular ışığında sonuç ve önerilerin sunulduğu bölümdür.

2. LİTERATÜR

Bu çalışma Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının öğretim öncesi ve sonrasında proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Aşağıda verilecek olan literatürle, bu çalışmasının teorik alt yapısı, bilginin özellikleri, kavramsal anlama, kavram yanılığları, öğrenme ve öğretme yaklaşımları ve günümüze kadar yapılan bu konudaki çalışmalar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayanmaktadır. Yapılandırmacı öğrenme ilkeleri açıklanmadan önce, bilginin ne olduğu ve daha önceki öğrenme ilkeleri ile ilgili kısa açıklamalar verilecektir.

2.1 Bilginin Tanımı ve Önemi

Bilgi; değişik şekillerde tarif edilmesine rağmen, algılama, işleme, değerlendirme, muhakeme sonucu zihinde üretilen anlam parçası olarak tanımlanabilir [5]. İnsanın bilgiye olan ihtiyacı hızla gelişen bilim ve teknoloji sebebiyle artmaktadır.

Sosyo-ekonomik gelişim sürecinde önce tarım toplumuna, sonra sanayi toplumuna, son olarak da bilgi toplumuna geçiş yaşanmıştır. Her bir geçiş ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal alanda önemli değişimleri beraberinde getirmektedir. Tarım toplumunda toprağın, sanayi toplumunda maddi sermayenin yerini, bilgi toplumunda bilgi ve insan sermayesi almaktadır. Günümüz toplumunda bilgi ve beyin gücü en önemli sermaye haline gelmiştir.

Tarihsel süreç içerisinde bilginin doğasına ilişkin değişik kabullenmelerin olduğu görülmektedir. Pozitivizme göre bilgi herkes için değişmeyen bir özellikteyken, pozitivizm sonrası yaklaşımlarda bilginin kişiden kişiye değişen öznel bir boyutunun olduğu kabul edilmektedir. Bilginin doğası hakkındaki yaklaşımlar doğrudan doğruya öğrenme ve öğretme yaklaşımlarında köklü değişimlere neden olmuştur [5].

2.2 Yapılandırmacı Öğrenme

Psikolojide 1920’li yıllardan sonra davranışçılığın hakim olduğu görülmektedir. Zihin pasiftir ve enformasyon birinden başka birine doğrudan transfer edilir [6]. Pozitivist felsefenin bir ürünü olan davranışçılığa göre; bilgi nesnel olarak kabul edilir ve öğrenme bireyin davranışlarında meydana gelen değişimdir. Bu anlamda öğrenci pasif olarak bilgiyi alan, öğretmen de bilgiyi aktaran konumundadır. Davranışçılık ikinci dünya savaşı yıllarında en zirve noktasına ulaştıktan sonra 1970’li yıllara kadar etkisini azaltarak sürdürmüştür. Büyük sosyal problemlere yönelik başarısızlığı ve kendi prensiplerine zarar veren deneysel verilerin ortaya çıkması davranışçılığın çöküşünde önemli faktörlerdir [6].

1970’li yıllarda Bruner, Piaget, Ausubel gibi bilişsel teorisyenlerin etkisi artmıştır. Bu araştırmacılar, gelişim sürecinin doğrudan biyolojik motivasyon ve çevre baskısı ile oluşmadığını, organizmanın çevre ile olan etkileşimleri sonucu meydana gelen psikolojik yapılardaki yeniden organizasyonla oluştuğunu iddia etmişlerdir [6].

Piaget’nin çocuklarla yaptığı deneyler, 1960 ve 1970’li yıllarda fen öğretimi üzerine büyük etki yapmıştır [7]. Piaget öğrenmeyi özümleme, uyma ve denge kavramları ile açıklamaktadır. Eğer dış dünyadan gelen etki daha önce varolan bilişsel yapıya temel olarak uyuyorsa, asimilasyon ile şema adı verilen zihinsel yapıya katılır. Eğer girdiler varolan bilişsel yapıya uygunluk göstermiyorsa, zihinsel yapıda bir düzenlemeye gidilir. Her zaman özümleme ve düzenleme birbirleri ile yakından ilişkilidir. Gelen uyarılar zihinsel anlamda bir dengesizlik, başka bir ifade ile bilişsel karışıklık meydana getirir. Piaget’nin dengeleme olarak isimlendirdiği ve asimilasyon ile düzenlemenin rol oynadığı bir işlemle zihinsel yapı yeni bir dengeye ulaşır. [8]. Bahsedilen bu denge, statik değil dinamik bir haldedir. İnsanın zihinsel dengesi sürekli olarak bozulur ve tekrar dengeye ulaşması ile yeni öğrenmeler gerçekleştirilir [9].

Pozitivist felsefenin bir temsilcisi olan davranışçılığa göre; öğretmen, bilgi aktaran, öğrenci bilgi alan bir konuma sahip iken, pozitivism sonrasının temsilcilerinden yapılandırmacılıkta ise; öğretmen, öğrenme ortamını hazırlayan, öğrenci de kendi bilgisini kendisi yapılandıran haline gelmiştir. Diğer bir ifade ile

yapılandırmacı öğretmen, öğrencinin öğrenmesini kolaylaştırıcı (facilitator) rolünü üstlenmiştir. Bu itibarla davranışçı yaklaşıma göre öğrenci verilen bilgiyi aynen alan, yapılandırmacı yaklaşıma göre de öğrenci kendi sorumluluğunda kendi bilgisini kendi yapılandıran birey haline gelmektedir. [6].

Davranışçı öğrenme anlayışına göre öğrenilmesi gereken belirli bir bilgi havuzu vardır. Öğrencinin başarılı olması için onları kazanması gerekir. Ancak yapılandırmacılık da böyle bir sınırlama yoktur. Öğrenci her türlü kaynağı kullanarak konunun ilke ve genellemelerine ulaşmak durumundadır. Bilişsel kurama göre; öğrenme dış dünyadan gelen uyarılara zihinde anlam yüklenmesidir. Bu kuramı temele alan yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı da Piaget'nin öğrenme ile ilgili görüşlerine dayanır. Piaget insanın zihninde sürekli olarak dinamik bir denge ve dengesizlik durumlarının olduğunu kabul etmektedir [6].

Vygotsky ise yapılandırmacılığa sosyal boyut kazandırmıştır. Ona göre; bilginin yapılandırılmasında kültür ve dilin çok önemli bir rolü vardır. Çünkü bilgi farklı sosyal çevrede farklı anlamlar ifade etmektedir. Bireyin bilgiyi içselleştirmesinde sosyal çevrenin çok önemli bir rolü vardır. Vygotsky'nin sosyal yapılandırmacılıkla ilgili 3 önemli görüşü belirtilmektedir [10];

- ☑ **Anlamlandırma:** Yaşanılan sosyal ortam, bilginin anlamlandırılmasında etkilidir.
- ☑ **Bilişsel Gelişim Araçları:** Bireyin dili, kültürü ve çevresindeki diğer insanlar bilişsel gelişimi sağlayan araçlardır.
- ☑ **Yakınsal Gelişim Alanı:** İnsanın her yaşta yardım almadan çözebildiği, yardım alarak çözebileceği ve yardım alsa da çözemeyeceği problemleri vardır. Öğrencinin kendi kendine çözebildiği problemlerden başlanarak, üst düzey problemlere doğru gidilmesi gerekmektedir. Birey başkalarının yardımını ile problemlerini çözebilme yeteneği artırır ve bunun sonucu yardım almadan çözebildiği problemler de artacağı için yakınsal gelişim alanı yukarı doğru yükselir.

Aynı konuyla ilgili olarak da Senemoğlu [9] öğrencilerin çok serbest bırakılmalarının bilişsel gelişiminde olumsuzluk meydana getirebileceğini ve bu nedenle de basitten karmaşığa olacak şekilde öğrencilerin öğrenme faaliyeti ile

meşgul edilmeleri gerektiğini savunmaktadır. Kolay problemlerden zor problemlere doğru öğrenci yol alırken bir çok noktada öğretmen ya da sınıf arkadaşlarından yardım almak zorunda kalacaktır. Bu sayede yakınsal gelişim alanında bir yükselme olacak ve öğrenci bilginin kendisine mal edilmesi ile problem çözme yeteneğini geliştirecektir.

Yukarıda verilen görüşler çerçevesinde yapılandırmacı öğrenmenin temel ilkelerini şu şekilde özetleyebiliriz [11];

- Öğrenme aktif bir süreçtir
- İnsanlar öğrenirken öğrenmeyi öğrenir
- Anlam oluşturmada zihinsel eylem en önemli olandır
- Öğrenmede dil önemli bir rol oynar.
- Öğrenme bir sosyal aktivitedir.
- Öğrenme yaşanan ortamdan bağımsız değildir.
- Öğrenme için bilgiye ihtiyaç vardır.
- Öğrenme belirli bir zaman sürecinde meydana gelir.
- Öğrenmede motivasyon anahtar etkidir.

Yapılandırmacılık ve davranışçılık farklı felsefi temellere dayalı olan iki öğrenme psikolojisidir. Davranışçılık geleneksel, yapılandırmacılık da modern öğrenme anlayışını temsil etmektedir. Tablo 2.1’de davranışçı ve yapılandırmacı yaklaşımların temel özellikleri karşılaştırılmıştır [5].

Tablo 2.1 Davranışçı ve Yapılandırmacı yaklaşımın karşılaştırılması

DAVRANIŞÇI YAKLAŞIM	YAPILANDIRMACI YAKLAŞIM
Öğretme ön plandadır.	Öğrenme ön plandadır
Öğrenme dıştaki etkilerle elde edilen bir sonuçtur.	Öğrenme, zihinde eski ve yeni bilgilerin yapılandırılması sonucu oluşur.
Gözlenebilir davranışlar önemlidir	Kavram geliştirme ön plandadır
Öğrenen pasif alıcı konumundadır. Öğretmen merkezlidir.	Öğrenen aktif durumdadır. Öğrenci merkezlidir.
Öğretmenler, öğrencilere bilgi aktarandır.	Öğretmen, öğrenme ortamının düzenleyicisidir ve öğrenmeyi kolaylaştırır.
Öğrenme tekrar edildiği zaman başarılıdır.	Öğrenme, kavramsal anlamayı gösterebildiği ölçüde başarılıdır.

Dış dünyadan gelen uyarıların birer bilgi değil, sadece veri veya enformasyon olduğunu söyleyen Özden [5], gelişmişlik açısından, veri (data), enformasyon (information), bilgi (knowledge) ve hikmet (wisdom) olmak üzere 4 çeşit bilgi olduğunu savunur. Dışarıdan gelen veriler, kişinin zihinsel yapısından geçtikten sonra bilgi haline dönüşebilir. Veri ve enformasyon insanın kendi bilgisini üretmesi için birer hammaddedir. Bunun için kişinin gelen veri veya enformasyonu zihninde yapılandırarak kendine özgü bir hale getirmesi, en azından kendi sözcükleri ile ifade etmesi gerekir. İşte bu aşamada veri veya enformasyon bilgi haline dönüştürülmüş ve zihinde yapılandırılmıştır [5]. Bilginin böyle bir gelişim aşamalarından geçmesi, yapılandırmacı öğrenme anlayışı ile birebir örtüşmektedir.

Yapılandırmacı öğrenme anlayışına göre öğrenci, kendi öğrenmelerinden sorumludur. Öğrenci, dikkatini öğrenme etkinliğine yönlendirmek ve kendi kendine anlamı oluşturmak zorundadır. Ne yazık ki; çoğu öğrenme durumlarında öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına fırsat tanınmaz. Öğrenci, öğretmenin sorusuna, kitaptaki problemlere veya laboratuvar çalışmalarındaki deney sorularına kısa yoldan cevaplar bulmak ister [12]. Bu da öğrencilerin bazı bilgileri ezberleyerek kısa süreli hafızalarında tutmalarına neden olur. Ancak; daha önce karşılaşmadığı bir problem olduğunda eldeki verileri kullanarak çözüme ulaşamamaktadırlar.

Yapılandırmacılar, kavramsal olarak yapılandırılan genel bilginin kazanılması, uygulanması ve anlamlandırılmasına temas etmektedirler. Öğrenciler, organize olmuş genel bilgiyi anlamlandırmaya çalışır veya bu bilgiyi yaşadığı tecrübeleri açıklamada kullanır. Öğrenen için önceki bilgi, anlamın oluşturulmasında mutlaka olması gerektir. Varolan bilgi ile yeni bilgi arasındaki etkileşim, anlamlı öğrenme sürecinde en önemli etkidir.

Pines ve West [13] doğal, informal (spontaneous knowledge) ve formal (formal knowledge) bilgi olmak üzere iki tip bilgidен bahsetmektedir. Doğal bilgi, planlanmış bir öğretim olmaksızın çevredeki insan ve televizyon gibi araçlardan rastgele bir şekilde kazanılan bilgidir. Bu bilgiler çocuğun okula gelmeden önceki bilgilerini oluşturduğu için çok önemlidir. Formal bilgi ise; genellikle okul ortamında planlı olarak kazanılan bilgidir. Bu bilginin öncelikli kaynağı, öğretmen veya kitap gibi bir otoritedir ve bu aynı zamanda formal bilginin birinci karakteristiğidir. Formal bilginin ikinci karakteristiği ise; amaca yönelik bir süreçle kazanılmasıdır. Bu anlamda yapılandırmacı öğrenme anlayışının bir gereği olarak doğal ve formal

bilgiler arasında gerekli ilişkilerin doğru bir şekilde kurulması, bunlar arasında entegrasyonun sağlanması, ilgili bilgiler ile ilgisizlerin birbirinden ayırt edilmesi gerekmektedir.

2.3 Kavramsal Anlama

Darmofal ve arkadaşları [14] kavramsal anlamayı, bilgiyi farklı ve daha önce karşılaşılmamış durumlara transfer edebilme yeteneği olarak tanımlamaktadırlar. Ayrıca kavramsal anlama öğrenilenlerin öğrenme ortamının dışına taşınmasını da içine alır. Darmofal ve arkadaşları [14] kavramsal anlamayı bilginin yeni problemlere ve çeşitli durumlara uygulanması olarak görmektedirler. Aynı araştırmacılar, fen ve matematik eğitiminde kavram haritaları ve kavram sorularının kavramsal anlamayı ölçmede kullandıklarını belirterek, bu araçların mühendislik eğitiminde de kullanılabilceğini ileri sürmektedirler.

Alao ve Guthrie [15] ise; kavramsal anlamayı genişlik ve derinliğe göre karakterize etmektedir. Genişlik, bilginin özel bir alanın büyük bir kesimini temsil etme derecesini ifade eder. Derinlik ise, kavramlar arasında ilişkileri tarif eden bilimsel prensipler bilgisini içermektedir. Alao ve Guthrie [15] yaptıkları çalışmada kavramsal anlamayı, temel ekolojik kavramlar bilgisi ve besin zincirindeki etkileşimleri açıklamada yararlanılan ekolojik prensipleri kullanabilme yeteneği olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında ön bilgi, öğrenme stratejisi, ilgi, öğrenme amaçları ve kavramsal anlama arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu değişkenlerin birbirleri ile istatistiksel olarak önemli derecede ilişkili olduklarını ortaya koymuşlardır.

Case ve Gunstone [16] öğrenme yaklaşımlarını genel olarak iki kategoride toplamaktadır. Bunlar derin ve yüzeysel yaklaşımlardır. Günümüze kadar çok sayıda bu konuyla ilgili çalışma olduğunu ve yüzeysel yaklaşımdan ziyade derin yaklaşımların ön plana çıkarak önemli bir araştırma alanı oluştuğunu belirtmektedir. Derin öğrenme yaklaşımı ile öğrencilerin kavramsal anlamalarının sağlanacağını ifade etmektedir. Case ve Gunstone [16] düzenledikleri kurslarla öğrencilerin kavramsal anlamalarını yükseltmeyi amaçlamışlar ve bunda da başarılı olduklarını ortaya koymuşlardır.

Özden'e [5] göre de kavramsal anlama konunun özünün öğrenilmesidir. Yani; birbiri ile alakasız şekilde birçok konunun yüzeysel öğrenilmesi yerine temel kavramlar, prensipler, ilke ve genellemeler öğrenildiğinde kavramsal anlamının sağlanması için daha etkili bir faaliyet yapılmış olacağını belirtmiştir.

Öğretim programları hazırlanırken, zorunlu durumlarda, genişlik yerine derinliğe öncelik verilmelidir [5]. Bu tercih, kavramlar arasında yatay ve dikey ilişkilerin kurularak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine katkıda bulunacaktır.

Cavalcante ve arkadaşları [17]; fen öğretiminin en önemli amaçlarından birisinin çocukların kavramsal anlamalarını artırmak olduğunu söyleyerek, kavramsal anlamının öğretmenden öğrenciye transfer edilemeyeceğini ve öğrencilerin bu anlamı kendilerinin oluşturmaları gerektiğini belirtmektedirler. Eğer öğrencinin öğretim öncesi kavramsal bilgisi ve anlaması düşük ise; o zaman kavramsal yapı verilerek öğrenmenin daha kolay olacağını bildirmektedir. Aksi durumda öğrencilerin öğretim öncesi kavramsal bilgisi yüksekse, kavramsal yapının verilerek yapılan bir öğretimin veriminde düşüş olacağını ileri sürmektedir. Bu sebeple, böyle bir öğretimde kavramsal yapıdan ziyade problemlere ve farklı olaylara yönelerek daha çok uygulamaya yer verilmesi gerektiğini rapor etmiştir.

Mestre [18] ise kavramsal anlama ile bilginin esnek bir şekilde farklı ortam ve problemlere uygulanmasını ilişkilendirerek bunu bilginin transfer edilmesi olarak tanımlamıştır. Ezberleyerek öğrenme transferi kolaylaştırılmaz iken, anlayarak öğrenmenin transferi kolaylaştıracağını belirtmektedir. Ayrıca; önceki kavramların, transferi kolaylaştırırken aynı zamanda engel olabileceğini de ileri sürmektedir. Transfer yapılmasında etkili olan bir başka faktörün de öğrenilen ortam olduğunu ve öğrenme ortamına çok bağımlı kalınması durumunda transferin oldukça yüzeysel kalarak ve başarısız duruma düşüleceğini rapor etmiştir.

Mestre [18], çoğu öğretmenin amacının öğrencilere bir takım spesifik problemlerin çözümünü öğretmekten ziyade, değişik problem durumlarına, esnek bir şekilde, prensip ve kavramların nasıl uygulanacağını öğrencilerin anlamasını sağlamak olduğunu ifade etmektedir. Yaptıkları çalışmalarında başarısı yüksek olan öğrencilerin öğretim sonrasında bilgilerini farklı problem durumlarına uygulayamadığını, sadece bilgi parçalarını spesifik durumlara doğru bir şekilde uygulayabildiklerini tespit ettiklerini rapor etmiştir. Bu bakımdan, öğrencilere sadece kavramsal bilgiyi geliştirip organize etmede değil, bu bilginin farklı ortamlara

uygulanmasında da yardım etmemiz gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca; son zamanlarda bu yönde yapılan çalışmaların başarılı olduğunu da bildirmiştir.

Robertson [19] da yaptıkları çalışmalarında kavramsal anlamayı, fen kavramları ve günlük yaşam arasında ve değişik fen kavramları arasında ilişkiler kurma ile birleştirmektedir. Problem çözmede iyi olan birisinin genellikle kavramlar arasında rastgele ilişkiler kurmak yerine daha çok iyi ifade edilmiş bilgi temeline göre kavramları kaynaştıracağını bildirmektedir. Bu anlamda kavram haritalarının çok işe yarayacağını ileri sürmektedir. Kavram haritalarının yardımı ile öğrencilere, bir kavramın diğer kavramla ve günlük tecrübelerle olan ilişkilerinin gösterilmesinin çok işe yarayacağına temas etmektedir. Öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri aramaları ve bu kavramları belirli bir hiyerarşik düzene göre yapılandırılmaları için desteklenmeleri gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca; öğrenmede zaman gerekli olduğu için, öğrencilere kavramsal anlamayı gerçekleştirebilmeleri için belirli bir zaman verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Daha az ve önemli kavramın daha derinlemesine öğretilmesinin yeni durumlara uygulanamayan çok sayıda kavramın ezberlenmesine tercih edilmesi gerektiğinin altını çizmektedir.

Demirelli [20] ise yaptıkları çalışmada kavramsal anlamayı şöyle açıklamaktadır;

“Öğrencilerin öğrendiği kavramı kendi cümleleri ile tanımlayabildiği ve/veya yeni kavram ile önceden bildiği kavramlar arasındaki ilişkiyi açıklayabildiği öğrenmeye anlama veya kavrama düzeyinde öğrenme denir. Anlama veya kavrama düzeyinde öğrenmenin gerçekleşebilmesi için niçin? neden? sorularına cevap verilmelidir. Uygulanan aktivitede öğrencilere devamlı olarak niçin? neden? Soruları yöneltildiğinden öğrenciler kavramsal anlama gerçekleştirmişler, kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmişlerdir.” (S. 8).

Bu açıklamalara göre; kavramsal anlama, öğrencinin kavramı kendi cümleleri ile ifade etmesini, kavramlar arasında ilişkiler kurmasını ve konuyla ilgili nedenlerin belirtilmesini kapsamaktadır.

Kavramsal anlama, anlamlı ve uygun simgeler kurulmasını gerektirir [21]. Öğrencilerin şekiller, şemalar, tablolar oluşturarak öğrenmeleri onların kavramsal anlamalarını kolaylaştırır. Öğrencilere hazır diyagramlar vermek yerine, öğrencilerin

kendi diyagramlarını yapmalarına fırsat verilmelidir. Öğretim planları yapılırken, öğrencilerin oluşturdukları bu diyagramlar da değerlendirme aşamasında dikkate alınmalıdır [21].

Fen derslerinin en büyük amacı kavramsal anlama olmasına rağmen, her yaştaki öğrencilerin çoğu bilimsel kavramları anlamada zorlanmaktadır. Bu öğrencilerin, kavram yanlışlığı veya alternatif kavram gibi değişik isimlerle bilinen, sezgisel ve parçalı halde bilgileri vardır [22]. Gobert ve Clement [22], öğrencilerin kimya derslerinde geçen sayısal problemleri çözmesinin, onun kavramsal anlamayı gerçekleştirdiği göstermede yeterli olmadığını belirtmektedir. Araştırmacılar, öğretmenlerin özellikle yeni ve zor kimya kavramlarını sunacakları zaman, görsel materyallerin kullanımını artırmaları gerektiğini ileri sürmektedirler. Görselliğin artırılması ile öğrencilerin kimya kavramlarını bilimsel olarak daha doğru biçimde yapılandırılabileceğini söylemektedirler [22].

Öğrencilerin kimyasal simgeleri kavramsal olarak anlamaları üzerine yapılan çalışmalar, kimya eğitiminde çok önemli bir araştırma alanıdır [23]. Bowen ve Diane [24] kimyadaki kavramsal anlamayı, makroskobik, mikroskobik ve sembolik işaretler kullanılarak kimyasal problemleri tanımlama ve yorumlayabilme yeteneği olarak ifade etmektedir. Öğrencilerden moleküler seviyede düşünceleri atom ve moleküler etkileşimlere göre makroskobik seviyede açıklama yapmaları istenir. Teknolojik araçlar kimya eğitiminde görselleştirmeye ve kavramsal anlamayı artırmaya fırsatlar vermelidir [23].

Yip [25] de biyolojide kavramsal anlamayı artırmak için, öğretmenleri yapılandırmacı öğretim modeline göre bilgi ve beceri ile donatmak, doğrudan bilgi transferinin üzerinde duran geleneksel öğretim modelinden vazgeçirmek gerektiğine dikkati çekmektedir. Ezberci eğitimden ziyade, öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarına izin veren ve derinlemesine öğrenmelerini sağlayan bir yapılandırmacı yaklaşımın hakim kılınmasını vurgulamaktadır.

Kaufman ve arkadaşları [26] durumsal (factual), süreçsel (procedural) ve kavramsal (conceptual) olmak üzere 3 tip bilgidan bahsetmektedir. Durumsal bilgi, bir veya birkaç olayla ilgili derin anlama olmaksızın yüzeysel bilgiyi içerir. Koroner damar hastalıkları için risk faktörleri bu tip bilgiye bir örnektir. Süreçsel bilgi ise; değişik aktivitelerin nasıl yapılacağına ilişkin bilgi çeşididir. Mesela; klinik kılavuzlarda yer alan kurallar birer süreçsel bilgidir. Tek başına durumsal ve

prosedürel bilgiyi gerektiği şekilde anlama davranış değişimine neden olmaz. Kaufman ve arkadaşları [26] kavramsal bilginin kazanılmasının eski bilgi ile yeni bilginin entegrasyonunu içerdiğini ve daha derin anlamayı gerektirdiğini ifade etmektedirler. Mesela; araştırmacılara göre risk faktörlerinin hem fizyolojik hem de biyokimyasal mekanizmalarla ilişkili olduğu bilgisi bu tip bir bilgidir. Kaufman ve arkadaşları [26] kavramsal anlamanın, açıklama yapabilmeyi ve uygun davranışlar gösterebilmeyi sağladığını bildirmektedir. Her üç bilgi türünün birbirleriyle sıkı ilişkili olduğunu belirten Kaufman ve arkadaşları [26], kavramsal anlama için bu bilgilerin, özellikle kavramsal bilginin, kazanılması gerektiğini ileri sürmektedirler.

Fizik kavramlarını anlamaya yönelik ilköğretim ve lise öğrencileri ile çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen, üniversite öğrencileri için benzer çalışmaların az sayıda olduğu bildirilmiştir [27]. Bunun temel nedeni olarak, üniversite öğrencilerinin çağdaş bilimsel düşünme becerileri ile birlikte bilimsel kavramları kazanmış olduklarının varsayılması olduğu ifade edilmektedir. Bu varsayım, çok az tartışılmış olduğundan geçerliği çok açık değildir. Linder ve Erickson [27], öğrencilerin kavramları zayıf bir şekilde anlayarak ve ezber yaparak sınavlardan geçmek istediklerini ve durumu bu şekilde idare etmek istediklerini öne sürmektedir. Üniversite fizik öğrencilerinden bazıları doğru cevabı hesaplamayı en önemli başarı olarak görürken, lise öğretmenleri gibi lisansüstü fizik öğrencileri için bu başarı değildir. Bu itibarla, her seviyedeki öğretmenlerin, öğrencilerinin verilenleri nasıl kavramsallaştırdıklarını anlamaya yönelik eğitilmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

Yukarıda verilen çalışmalarda belirtilen tanımlardan kavramsal anlama, kavramlar arasında benzerliklerin, farklılıkların ve ilişkilerin kurulabildiği, bunların başka ortamlara transfer edilebildiği ve problemlerin çözümünde kullanılabildiği derinlemesine öğrenme olarak tarif edilebilir.

2.4 Kavram Yanılgısı

Günümüzde bilginin hızla artması, varolan bilginin hepsini depolamayı imkansız hale getirerek bilgiye ulaşabilmeyi ve bilgiyi kullanabilmeyi ön plana çıkarmıştır. Fen eğitiminin önemli amaçlarından birisi de, öğrencilerin bilgiye ulaşma yollarını kazanmalarını sağlayabilmektir. Bir öğrenme olayında daha önceki

öğrenmeler, sonrakiler için referans oluşturur. Öğrenciler sınıfa daha önce sahip oldukları fikirlerle gelirler ve bu fikirlerin üzerine yenilerini eklerler [28]. Sahip olunan fikirlerden bazıları yeni öğrenmeleri desteklerken bazıları da engel olmaktadır [13]. İşte öğrenmeleri engelleyen bilimsel olarak kabul edilemez bu fikirlere kavram yanılığı (misconception) [29] alternatif kavram (alternative conception), alternatif yapı (alternative framework) [30], naif inançlar (naive beliefs) [31], önkavrama (preconception) [32], çocukların bilimi (children's science) [33] gibi değişik isimler verilmektedir [6, 29].

İnsanların kendi bilgileri daha kuvvetlidir ve bilimsel bilgiyi deneyip ona inanmadığı sürece kendi bilgileri ile değiştirmezler [10]. Anahtar fen kavramlarının ve prensiplerinin öğrenilmesi zordur. Çünkü günlük yaşamdaki tecrübeler ve öğrenmenin karmaşıklığından dolayı kavramsal değişimde bir direnç vardır. Eğer öğrencilerin öğretim öncesi kavramları günlük yaşam tecrübeleriyle derinden ilişkili ise, fen derslerinde bilimsel anlamda kabul edilebilir öğrenme oluşturmak özellikle zordur [8].

Son 20-30 yılda kavram yanılığları üzerine yapılan pek çok araştırma sonucuna göre; kavram yanılıklarının en önemli özelliği değişime direnç göstermeleri ve daha sonraki öğrenmelere engel oluşturmalarıdır [34]. Öğrenci zihinsel yapısına uymayan bir durumla karşılaştığında daha önceki tecrübelerini bırakmak yerine o anda kendisine sunulanları almamaktadır. Daha önce öğrenilenler kendi günlük yaşamdaki tecrübeleriyle oluştuğu için, bu bilgi öğrenen için doğrudur ve kişi bunlardan kolayca vazgeçmez.

Mestre [18] de öğrenciler arasında kavram yanılıklarının çok yaygın olduğunu ve bunların öğrencilerine öğretim sırasında sunulan bilimsel kavramları özümleme ve düzenleme yeteneğine engel olduğuna değinmektedir. Birçok araştırmacının belirttiği gibi, öğrencilerin sahip oldukları hatalı kavramların belirlenmesine yönelik olarak yapılan çalışmalardan elde edilen bulguların değerli olduğunu dile getirmektedir. Bu bulgular ışığında öğrencilerin sahip oldukları kavramları düzenleme ve organize etmeleriyle kavramsal anlamayı kurmalarında yararlı olacağı şeklinde bir sonuç çıkarılabilir.

Öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları fikirler araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ele alınarak farklı şekillerde tanımlanmıştır. Yapılan bu tanımlar Gilbert ve Watts [6] tarafından klasik (classical), olgusal (actional) ve ilişkisel

(relational) olarak 3 ana başlık altında gruplandırılmıştır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Klasik görüşe göre; bir kavramın tüm durumları ortak özellikleri paylaşır ve bu özellikler kavramı tanımlamak için gerekli ve yeterlidir. Bilgi zihinde aşamalı seviyelere ayrılır ve bunlar da daha küçük parçalara ayrılır. Bilgideki gelişim bir önceki basamakta bilginin kazanılıp kazanılmadığına veya doğru olup olmadığına bağlıdır. Genel ve özel bilgi eş görünümüdür; durağan, mantıksal ve organize sistemin bir parçasıdır. Bu özelliklerden birini veya birkaçını içermeyen örnek kavram yanılığı (misconception) olarak isimlendirilir.

Olgusal görüşe göre; kavramlar, aktif, yapıcı ve kasıtlıdır [6]. Gilbert ve Watts [6] kavramların tecrübelerimizi organize etme şekli olduğunu, yeni deneyimlerin kavramları terk etmeye neden olmayacağını ama bütün bilişsel öğrenmelerin varolan bilgimizin yeniden kavramsallaştırılma derecesini içereceğini belirtmektedir. Kavramsal gelişim, sürekli, aktif ve yaratıcı bir süreçtir. Kavramın en önemli bir yanı, bireyin kendi kavramlarına uyan yüksek düzeydeki bilişsel statüsüdür. Çocukların bilimi (children's science), çocukların zihinsel süreçlerinin de sanki birer bilim adamının zihinsel süreçlerine benzer şekilde işlediğini kabul etmektedir. Bireyin deneyimler sonucu bilgiyi yapılandırması da alternatif kavramlar (alternative conceptions) olarak tanımlanmaktadır. Alternatif yapı ise fikirler organizasyonu olarak isimlendirilir.

İlişkisel görüş, bir kavramın başka bir kavramın alt kümesi olabileceğini ve o kavramın özelliklerini taşıyan bir üyesi olabileceğini belirtmektedir. Bir ağ içerisinde kavramın ilişkisel organizasyonun önemini vurgular. Ayrıca, kavram belirli ve ayırt edici özelliklere de sahip olmalıdır. Bu bakımdan ön kavramlar (preconceptions) tanımı ilişkisel görüşe uygunluk göstermektedir. Driver ve Easley [30], bir ön-kavramı, onun naif, olgunlaşmamış ve gelişmemiş hali olarak tanımlar. Kısaca, Driver ve Easley [30], öğretimden önceki öğrencilerin fikirlerin öğrencilerin ön kavramları olarak kabul edildiğini iddia etmektedir.

Bir alanda uzman olanlar da dahil olmak üzere her düzeyde anlamının tamamlanamayacağını söyleyen Fisher [29] yarım modellerden yanlış sonuçlar çıkarmanın kolay olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle, öğrenmenin doğal bir sonucu olarak kavram yanılığının meydana gelebileceğini dile getirmektedir. Yine de

planlanan öğretimle yaygın olarak gözlenen kavram yanlışlarının frekanslarının azalması ve minimize olmasının beklendiğinden bahsetmektedir.

Fisher [29]'in söylediklerine paralel olarak Pearsall ve arkadaşları [35] da fen öğretimi ile ilgili yapılan çalışmalarda, öğretmenlerin üstün gayretlerine rağmen, öğrencilerin ana kavramları öğrenmelerinde başarısızlığa düştüklerini belirtmektedirler. Son bulgulara göre, kavramsal zorlukların öğrenmenin normal bir parçası olduğunu ve kavram yanlışlarının, öğrencinin doğal nesnelere ve olgularla ilgili olarak anlamlandırma girişimleriyle meydana geldiğini ifade etmektedir. Bu kavram yanlışlarının diğerleri ile değiştirilmesi için fen bilimlerinde kavramsal değişim üzerinde odaklanılması gerektiği ileri sürülmektedir. Kısa süreli yapılan çalışmaların istenilen sonuçları vermediğini, bu nedenle de uygulamaya yönelik etkili stratejilerin geliştirilmesi ve test edilmesi gerektiğini söylemektedir [35].

Yukarıda verilen bilgiler ışığında kavram yanlışlarının en önemli özellikleri şunlardır;

- ❑ Bu fikirler genellikle öğrencilerin günlük deneyimlerine ve kullanılan dile dayanmaktadır [8, 29]
- ❑ Bu fikirler, bilimsel olarak kabul edilemez fikirlerdir [28]
- ❑ Kavram yanlışları, öğrencinin zihninde derinlemesine yer edinmiştir ve değişime dirençli oldukları için, öğretime rağmen, bilimsel fikirlere dönüştürülmesi çok zordur [36, 29]
- ❑ Bu yanlışlar daha önce bilim adamlarının düştüğü kavram yanlışlarına paralellik göstermektedir [6]
- ❑ Bunlar, belirli bir alan uzmanının kavramları ile uyumsuzluk göstermektedir [29]
- ❑ Tek bir veya az sayıdaki kavram yanlışları yayılma eğilimindedir, çok sayıda kişi tarafından paylaşılır [29]
- ❑ Kavram yanlışları sonraki öğrenmelere engel olabilir [8]

Araştırmanın bundan sonraki aşamalarında öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen fikirleri genel olarak kavram yanlışları olarak isimlendirilecektir. Ancak kavram yanlışlarının yukarıda belirtilen özellikleri göz önünde

bulundurulduğunda, öğrencilerdeki bilimsel olmayan fikirlerin bazılarının kavram yanılması olmadığı görülebilir. Bazıları öğrencilerde ısrarlı bir şekilde görülmediğinden bunlar hata (mistake) olarak tanımlanır. Kavram yanılmalarının en önemli özelliği, daha önce de söylendiği gibi, değişime dirençli olmasıdır [37].

Bu açıklamalara göre; her düzeyde öğrencilerde kavram yanılmaları olabileceği için bunların belirlenerek ortadan kaldırılması fen eğitiminin en önemli amaçlarından biridir. Yapılan bu çalışma da böyle bir amaca hizmet etmektedir. Kavram yanılmalarının belirlenip düzeltilmesi ile öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri artırılabilir ve sonraki öğrenmelerinin daha kolay olması sağlanabilecektir.

Kavram yanılmalarını tespit etmek bir doktorun hastasına teşhis koyması gibidir. Teşhis amaç değil, tedavi için bir basamaktır. Teşhis yapılmadan tedaviye başlamak anlamsız olduğu gibi, teşhis edilen bir durumun tedavi edilmemesi de o kadar işe yaramaz. Bu itibarla kavram yanılmaları belirlendikten sonra, bilimsel olan kavramlara geçiş yapılması yani, hataların düzeltilmesi gerekir. İşte bu noktada kavramsal değişim modellerinin devreye sokulması gerekir.

2.5 Kavramsal Değişim

Kavramsal değişimi açıklamak için Piaget'nin öne sürdüğü özümleme (asimilation) ve düzenleme (accomodation) kavramlarından yararlanılmaktadır. Yeni kavram, kişinin daha önceki kavramsal yapısı ile çelişmiyorsa özümleme meydana gelir. Eğer varolan bilişsel yapı yeni kavramın kolay bir şekilde kabullenilmesine engel oluyorsa, bilişsel yapıda bir düzenlemeye gidilmesi gerekir. Bu düzenlemenin olması için değişik araştırmacılar tarafından öne sürülen yöntemler içerisinde en popüler olanı Posner ve arkadaşları [38]'nin ortaya koyduğu kavramsal değişim teorisidir.

Kavram yanılmalarının en önemli özelliklerinden birisi değişime direnç göstermeleri idi [36]. Öğretimle, özellikle de geleneksel yöntemlerle yapılan öğretimle, bu direncin kırılması oldukça zor olmaktadır. Bu itibarla, kavram yanılmalarının belirlendikten sonra değiştirilmesi ile ilgili olarak geleneksel öğretim yöntemlerinden biraz daha farklı olan kavramsal değişim modeli önerilmiştir. Posner ve arkadaşları [38] tarafından önerilen bu modele göre; öncelikle öğrencinin kavram yanılına yönelik olarak o andaki bilişsel yapısı ile açıklayamayacağı bir durum

yaşatılmadır. Bu noktada öğrenci kendi bilişsel yapısının **yetersiz (dissatisfaction)** olduğunu kabul ederek başka bir kavramsal yapıya ulaşmak için açık hale gelecektir. İkinci koşul ise; yeni kavramın **anlaşılır (intelligible)** bir biçimde öğrenciye sunulması gerekir. Üçüncü olarak bu kavramın **makul ve mantıklı (plausible)** olması gerekir. Son olarak da verilen kavramın **verimli (fruitful)** olması yani, işe yarar olması ve başka ortamlarda kullanılabilir olması gerekir. Bu şartlar yerine getirildiğinde, öğrenci daha önce tuttuğu kavramsal yapıyı terk ederek, bilimsel olan bir kavramsal yapıya geçiş yapacaktır. Bu şekilde de öğrencinin kavramsal anlama düzeyi yükseltilmiş olacaktır [14].

Bu açıklamalara paralel olarak Hewson [39], kavramsal değişimi kavramların statüsündeki değişme ile açıklamaktadır. Öğrenen için daha anlaşılır, mantıklı ve verimli olan kavrama daha fazla değer verildiğinde yeni kavram üst statüye geçer ve kavramsal değişim de sağlanmış olur. Bu açıdan bilimsel olan kavramların daha anlaşılır, mantıklı ve verimli bir şekilde öğrenciye sunulması öğrencinin bilimsel olan kavrama daha fazla itibar etmesini sağlayarak kavramsal değişimi temin edecektir.

Buradaki değişimden kastedilen nedir? Mesela; bir peri hikayesinde bahsedildiği gibi, bir prensin kurbağayı öpmesi sonucu bir prensese dönüşmesinde değişim vardır. Bu değişim önceki durumun yok olup, yerine yeni bir durumun gelmesidir. Çünkü kurbağa artık yoktur. Başka bir örnekte ise belediye başkanlığı seçiminde başkanın koltuğunu kaybetmesi ve yeni bir belediye başkanının seçilmesi de bir değişimdir. Ancak buradaki değişimde yok olma değil, statü değiştirme vardır. Değişime başka örnek, bir eve yeni düzenlemeler yapılması ile ilgilidir. Mesela; eve yeni bir balkon yapılabilir. Bu durumda ev aynı evdir ama değişim genişleme olarak meydana gelmiştir [39].

Öğrencinin zihninde meydana gelen bir değişme acaba nasıl bir değişmedir? Birinci örnekte verildiği gibi bir değişimden bahsetmek çok zor. Çünkü önceki kavramın yok olmasından bahsedilmez. Kavramsal değişimde kastedilen daha çok iki kavram arasından birisinin statüsünde artış olurken, diğerinde düşüş olmasıdır. Yeni öğrenilen kavramın statüsü artarken, öncekinin statüsü azalmaktadır. Eğer böyle bir değişim olmasaydı, öğrenci daha önce tuttuğu kavramı bırakmayacak ve kavramsal değişim de gerçekleşmeyecekti. İşte bu noktada kavramsal değişim modeline ihtiyaç vardır [39].

Öğrencilerin çoğunun fen konuları ile ilgili sahip oldukları önceki fikirleri veya kavramları değişime karşı dirençlidir. Öğrenciler bir olay veya olgu ile ilgili anlamları kendileri oluştururlar. Bu bakış açısı; öğrencilerin varolan kavramları ve yeni tecrübeleri arasında etkileşimin bir ürünü olarak görülen kavramsal değişimi hatırlatır ve bizi bu değişimi içine alan yapılandırmacı öğrenme modeline götürür. Bu modele göre; kavram öğrenme, yeni fikirlerin basitçe ilave edilmesinden ziyade, anlamın yeniden oluşturulmasını ön plana çıkarmaktadır [40].

2.6 Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Çalışmalar

Araştırma konusu olan proteinler ve protein sentezi ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalardan öncelikle kavram yanlışları üzerine yapılanlar sonra da öğretimle ilgili olanlar aşağıda açıklanmaktadır.

2.6.1 Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavram Yanlışları

Son 20-30 yıl içerisinde öğrencilerin kavram yanlışları üzerine çok sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen [1], proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik doğrudan ilişkili olan bir araştırmaya rastlanmıştır. Bu çalışmadan aşağıda kısaca bahsedilmektedir.

Fisher [29], biyoloji ve genetik öğrencilerine yönelik yaptığı çalışmada protein sentezi ile ilgili bir çok kavram yanlışlığı tespit etmiştir. Bu kavram yanlışlarının önemli bir bölümünün ısrarcı olduğunu ve değişime direnç gösterdiklerini kaydetmiştir. Protein sentezinin bir aşaması olan çeviri (Translasyon) ve proteinin yapıtaşları olan aminoasit arasında bazı nedenlerden dolayı kavram yanlışlarına düşüldüğünü bildirmektedir. Fisher,

- ❑ Aminoasit ve çeviri kelimelerinin birbiriyle çok yakın ilişkili olarak kullanılmaları,
- ❑ Birbirleri ile ilişkili genel ve özel düzeylerin sonucu meydana gelen karışma,

- ❑ Enzimlerin protein sentezinde ikili rol (sentezde rol olma ve sentez sonucu meydana gelen ürün olma) almaları,
- ❑ Aminoasitin orijini ile ilgili bilgi eksikliği,

gibi nedenlerden dolayı öğrencilerde kavram yanlışlarının meydana geldiğini sıralamaktadır.

Ayrıca Fisher [29], biyolojik bir çok olay görülemediği için soyut kaldığını ve bu olayları anlamının çok zor olduğuna temas etmektedir. Bu nedenle, kelime, sembol, şekil ve diğer simgeler yardımıyla anlamının sağlanmaya çalışıldığını belirten Fisher [29], değişik süreçlerle türetilen bu simgelerin de öğrenciler tarafından iyi anlaşılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Fisher [29]'e göre her bir parçanın diğer parçalarla ilişkili olması nedeniyle hücre biyolojisini öğrenmek ve öğretmek oldukça zordur. Bu sistemi anlamada başlangıç noktasını belirlemek çok güçtür. Kitaplarda bilgi bölümlere ayrılarak bu problem çözülmeye çalışıldığını öne süren Fisher [29], öğretim sırasında bu bilgi parçaları arasındaki ilişkileri kurmanın altını çizmektedir. Bunlara ilave olarak Fisher [29], böyle bir öğretimle öğrencilerin belirli bir zaman sonra konuları daha tam olarak anlayacaklarını düşünmektedir. Geniş ve derin bilgi arasında sürekli olarak rahatça bir geçiş yapılabileceğini belirten Fisher [29], öğrencilerin kendi fikirlerini ifade etmelerine fırsatlar verilerek sabit bir genişlikte daha derin bilginin kazanabileceğine dikkat çekmektedir.

Her şeye rağmen bir öğrenme olayının doğal bir sonucu olarak meydana gelen protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarını engellemek ve kavramsal anlamayı sağlamak için Fisher [29] şunları önermektedir;

- ❑ Bilginin hiyerarşik olarak yukarı ve aşağı doğru dizilişine yönelik pratiklere yer verilmeli; genel durumdan özel duruma, özel durumdan genel duruma doğru öğrencilerin tahminlerde bulunmaları sağlanmalı.
- ❑ Aminoasit sentezi ve özümlemesi ile ilgili daha sağlam ve etkili modeller temin edilmeli.
- ❑ Enzimlerin çoklu rolleri üzerinde açıkça durulmalı.

- ❑ Aminoasitlerin çeviri (Translasyon) ürünü olmadığı açık bir şekilde vurgulanmalıdır.

2.6.2 Proteinler ve Protein Sentezinin Öğretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın bu aşamasında günümüze kadar proteinler ve protein sentezinin öğretimi üzerine yapılmış çalışmalara yer verilmektedir. Yapılan literatür incelemeleri sonucunda şimdiye kadar araştırma konusuyla ilgili çalışmaların çoğunlukla protein sentezi üzerine olduğu görülmektedir.

Araştırmaya konu olan proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili yapılan çalışmaların, kalıtım ve ekoloji gibi konularla yapılanlara göre oldukça az olduğu göze çarpmaktadır [1]. Araştırma konularıyla ilgili çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Lazarowitz ve Penso [41], hem öğretmenlerin öğretilerine, hem de öğrencilerin öğrenmelerine dayalı olarak anlama gücünü çekilen konuları tanımlamıştır. Bu konuların içerisinde protein sentezi, enzimlerin yapısı ve fonksiyonu da bulunmaktadır. Bahsedilen konulardaki farklı biyolojik organizasyon seviyesindeki durumundan ve bu konuların soyut olmalarından kaynaklanan iki nedenle öğrencilerin öğrenmelerinde zorluklar yaşandığını dile getirmiştir.

1970 ve 1980'li yıllarda yapılan lise biyoloji programlarında 7 biyolojik organizasyon tanımlanmıştır. Bunların; molekül, hücre, doku ve organ, organizma, popülasyon, komünite, biom olduğunu ve halen üniversitelerde bu sıraya göre öğretiminin yapıldığını belirtmiştir. Lazarowitz ve Penso [41], eğer bu konuların öğretimi, biyolojik organizasyon seviyesine uygun şekilde ilişkilendirilerek yapılırsa, başarı düzeyi düşük olan öğrencilerin bile yüksek puanlar alabileceğini öne sürmüştür.

Öğretim sırasında öğrencilerin somut işlemler döneminde olması veya bazılarının henüz soyut işlemler dönemine geçemeyişi nedeniyle bazı öğrenme güçlükleriyle karşılaştığını bildiren Lazarowitz ve Penso [41], fotosentez, hücre solunumu, protein sentezi ve enzim aktivitesi gibi konuların oldukça soyut olduğunu ve bu sebeple öğretim sırasında bu konuların somutlaştırılması için çaba gösterilmesi gerektiğini öne sürmektedir.

Venville ve arkadaşları [42] genetik kavramlarının öğrenilmesiyle ilgili yaptığı çalışmada protein sentezinin anlaşılmasına değinmiştir. Tanımlar, isimler üzerinde odaklanan öğretimin, biyolojinin büyük resminin anlaşılmasına engel olduğuna atıfta bulunarak, temel prensip, ilke ve teorilerin kavranması gerektiğine işaret etmektedir. Mesela; öğrencilerin en ince ayrıntılarına kadar protein sentez sürecini öğrenmelerine rağmen, proteinlerin değişik kimyasal yollarla fenotipe nasıl etki ettiğini anlayamadığını bildirmektedir. İlişkiler kurulamadan, bilimin ilerleyen bir sistem yeteneğinde olamayacağını savunmuş ve aynı durumun öğrenciler için de geçerli olduğunu dile getirmiştir. Öğrencilerin kavramları nasıl anlamlandırıldığını ve bu anlamı biyolojinin prensip ve teorileri ile nasıl ilişkilendirdiğini eğitimcilerin bilmesi gerektiğini ileri sürmektedir.

Popüler kültürün genetik kavramlarını anlamada önemli bir role sahip olduğunu belirten Venville ve arkadaşları [42], gen kavramını öğrencilerin daha önce duymasına rağmen, ne yaptığını dair bir bilgileri olmadığını söylemektedir. Eğer ön bilgideki problem bu şekilde devam ederse, öğrencilerin genetik kavramlarını ontolojik olarak anlamalarına bir engel oluşturacağını vurgulamaktadır. Öğrencilerin zihninde gen bir fiziksel özelliğe eşdeğerse, protein sentezinde genlerin etkisi ile ilgili öğrencilerde bilgi olmayacaktır. Böyle bir durum, biyoteknolojinin insan hayatını sosyal ve teknik yönden ne derece etkilediğinin anlaşılmasına engel teşkil edebilir. Bir kavramın eksik veya yanlış öğrenilmesi, bu kavramla ilgili sonraki kavramların öğrenilmesine yönelik öğrenciyi isteksiz hale getirebilir. İşte bu sebeple, temel konu ve kavramların anlaşılması sonrakilerin öğrenilmesi için önemli bir gerekliliktir.

Proteinler ve protein sentezi ile ilgili olarak günümüze kadar yapılan çalışmaların kavram yanılgısı, kavramsal anlama ve kavramsal değişim değil, daha çok öğretimin planlanması ve ilgili materyallerin hazırlanması üzerinde odaklandığı görülmektedir [43-50].

Gay [51] bilgisayar destekli öğretimde öğrenenin kontrolü ve ön anlama arasında ilişkiyi DNA'nın yapısı ve protein sentezi üzerinde incelemiştir. Eğer bir kişinin konuyla ilgili ön anlaması yüksekse öğrenene daha fazla, düşükse öğrenene daha az kontrol verilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu sonuca göre; ön öğrenmeleri yetersiz olan bir öğrencinin daha fazla rehberliğe ihtiyacı olduğu söylenebilir.

Fisher [29] aminoasit ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları üzerine bir çalışma yapmıştır. Aminoasitler proteinlerin yapıtaşlarıdır. 20 çeşit aminoasit DNA'dan gelen şifrelere göre belirli bir sıraya göre dizilerek çok çeşitli proteinleri meydana getirmektedir. Araştırmacı protein sentezi sırasında meydana gelen olayların tam olarak anlaşılmasını nedeniyle birçok kavram yanlışlarının meydana geldiğini söylemektedir. Fisher [29] söz konusu kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına neden olan faktörleri ortaya koyduktan sonra, bunların önlenmesi ve yok edilmesi için neler yapılması gerektiğini de bildirmektedir (Bk. Bölüm 2.4).

Rogerson ve Cheney [52], değişik seviyelerde üniversite öğrencilerinin protein sentez basamaklarını anlamada güçlükler çektiklerini ifade etmektedir. Sentez sırasında gerçekleşen olayların çok dinamik bir halde ilerlediğini ve öğrencilerin bu süreçleri takip etmede zorlandıklarını, bu nedenle de söz konusu süreçleri anlamada sorunlar yaşadıklarını belirtmektedir. Bu sorunun çözümüne yönelik geliştirdikleri fiziksel bir protein sentez modeli ile öğrencilerin bahsedilen anlama güçlüklerini aşacağını ileri sürmektedir. Bu modelde ribozom, mRNA, tRNA ve aminoasitleri temsil eden değişik maketler kullanılarak protein sentezindeki gibi dinamik yapıda işleyen bir hale getirilmiştir. Öğrenciler bu modeli kullanarak ribozom maketi üzerinde mRNA'nın geçişini, tRNA'nın gelişini ve aminoasitlerin birbirleri ile bağlanarak protein zinciri oluşturmasını deneyebilmektedir. Rogerson ve Cheney [52], yapılan bu modeli öğrencilerin başarılı bir şekilde kullandıklarını ve protein sentezini daha iyi anlayabildiklerini göstermiştir.

Francis ve arkadaşları [45], proteinlerin hücrede ve organizmalarda enzimatik, yapısal ve çok karmaşık rollerinin olduğunu ve bunların anlaşılmasında zorluklarla karşılaşıldığını belirtmektedir. Proteinlerin izole edilmesinin uzun zaman aldığı ve maliyetinin oldukça yüksek olduğuna dikkat çekmektedir. Bu nedenle öğrencilerin proteinlere yeterli saflıkta ulaşip analiz edemediklerini bildirmektedir. Ancak son yıllarda kullanıma açılan biyoinformatikle ilgili web sitelerindeki veritabanları ile proteinlerin aminoasit dizilerine ulaşarak derslerde değişik aktiviteler yapılabildiğini öne sürmektedir. Bu web sitelerinden de faydalanılarak, kelime işleme programı yardımıyla, proteinlerin yapı ve fonksiyonlarının anlaşılmasını artırmak için basit bir metot önermiştir. Bahsedilen yöntemle protein sentezindeki kavram ve süreçlerin anlaşılmasına önemli bir katkı sağlayacağını vurgulamaktadır.

Francis ve arkadaşları [45]'in yaptığı gibi biyoinformatikle ilgili web sitelerinin yardımıyla protein sentezinin anlaşılmasına yönelik başka bir öğretim modelini Miner ve Della Villa [46] önermiştir. Ancak Miner ve Della Villa [46] aminoasit dizisinden DNA dizisini bularak bir nota dizisi oluşturmayı amaçlayan öğretim modeli tasarlamıştır. Öğrenciler grup çalışması yaparak aminoasit dizilerinden DNA dizisine ulaşmış ve bunları notalara dönüştürerek bir DNA müziği yapmıştır. Bu aktivite ile öğrencilerin hem müziksel zekalarına hitap edilmiş hem de eğlenerek öğrenmeleri sağlanmıştır. Miner ve Della Villa [46]'nın gözlemlerine göre; öğrencilerin protein sentezini ve proteinlerin hücre ve organizmadaki fonksiyonlarını anlayabildikleri belirtilmiştir.

Bilgisayar yardımı ile öğrencilerin öğrenme yeteneklerinin artırılacağını belirten Lee ve Songer [53], mültimedyanın protein sentezi, mitoz ve mayoz bölünme gibi biyoloji konularının öğretiminde yararlı bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Çünkü bu konularda geçen süreçlerin soyut olduğunu ve mültimedya araçlarının yardımıyla öğrenilmesi zor olan bu süreçlerin daha somut hale getirileceğini bildirmektedir.

Protein sentezinde kullanılan bir çok kısaltmanın (DNA, RNA, tRNA...), öğretmenler için kolaylık sağladığını belirten Sprehn [47], öğrencilerin üzerinde oynamalar yaparak çalışacakları bir görsel modelin protein sentezinin öğrenilmesine yönelik etkili olacağını ileri sürmektedir. Öğrencilerin protein sentezi sürecini sadece gözlemek yerine bu tür modeller kullandıklarında söz konusu kavram ve süreçleri daha çabuk kazanacaklarını, soyut olan bazı kavramları daha somut bir hale getirecekleri şeklinde değerlendirme yapmaktadır [47].

Templin ve Fetters [48], bilim adamlarının önemli fen kavramlarını ve süreçlerini anlamak için modeller kullandığını, ancak bu modellerin çok pahalı olması nedeni ile okullarda kullanılmasının mümkün olmadığını bildirmektedir. Ayrıca; bilim adamları tarafından yapılan modeller çok spesifik kavram ve olaylara yönelik olarak hazırlanmakta olduğunu belirtmiştir. Templin ve Fetters [48] öğrencilerin değişik maketler kullanarak protein sentezi elemanlarını yapabileceği bir öğretim tasarlamıştır. Öğrenciler, kendilerine verilen maketleri kullanarak ribozom, kodon ve antikodonu oluşturup, protein sentezini gösteren bir model yapabilmektedir. Bahsedilen model yardımıyla öğrencilerin soyut olan protein sentezinde gerçekleşen süreçleri daha somut hale getirebileceğini ileri sürmektedir.

Yaptıkları çalışmada bu modeli kullanan öğrencilerin protein sentezi ile ilgili detaylı bilgi verirken, kontrol grubundaki öğrencilerin sentez sırasında gerçekleşen süreçler hakkında yeterli anlama düzeyini gösteren cevaplar veremediği rapor edilmiştir.

Clements ve Jackson [49] de diğer araştırmacılar gibi moleküllerin görülememesi nedeni ile protein sentezinin öğrenciler için çok soyut, durağan ve sıkıcı olduğu tespitinde bulunmaktadır. Bu süreçleri öğrencilerin anlamasında renkli diyagramların ve video animasyonlarının başarısız olabildiğine dikkat çekmektedir. Bu sebeple de, öğrencilerin aktif bir şekilde katılabildikleri oyunlar planlayarak söz konusu karmaşık süreçlerin daha derin anlaşılmasına yardımcı olduklarını bildirmiştir. Tasarladıkları oyunlar sayesinde öğrencilerin DNA, RNA ve proteinler arasındaki ilişkileri anlamalarında çok iyi sonuçlar aldıklarını rapor etmiştir.

Diğer araştırmacılar gibi Stencel ve Barkoff [44] de, özellikle moleküler seviyedeki soyut kavramları öğrencilerin anlamalarında zorluklar yaşandığını ve protein sentezinin de böyle bir kavram ve süreçleri içerdiğini öne sürmektedir. Derslerin, problem çözmelerin, filmlerin, model ve bilgisayar programlarının bu kavramları anlamada yararlı olduğunu, fakat rol yapmanın daha öğretici ve eğlenceli bir metot olduğuna dikkat çekmektedir. Öğrencilerin böyle bir etkinliğin içerisinde olmaları sayesinde sıkılmadan, eğlenerek soyut olan protein sentez sürecini daha iyi anlayabileceklerini ifade etmektedir.

Rode [43] ise; protein sentezini anlamakta lise öğrencilerinin çoğunun zorluk çektiğini belirterek, kitaplardaki tanım ve tasvirlerin çok defa yetersiz olduğunu dile getirmektedir. Buradaki eksikliği gidermek için, protein sentezi ile ilgili olarak sınıfta uygulanabilecek bir simülasyon hazırlamış ve bu simülasyonun konunun öğrenilmesinde önemli derecede kolaylık sağladığını öne sürmüştür.

Protein sentezinin kompleks bir süreç olduğunu belirten Membiela ve Latorre [50] özellikle lise öğrencilerinin gerçekleşen reaksiyonları anlamakta zorluk çektiğini kaydetmektedir. Bu zorlukları çözmek amacıyla öğrencilerin kolayca anlayabileceği basit materyallerden oluşan bir model dizayn ettiklerini ileri sürmektedir. Ayrıca bu modelde kullanılan materyaller (makas, bant, yapıştırıcı...) ile protein sentezinde görevli elemanlar (bağ koparan enzimler, RNA polimeraz, tRNA sentetaz...) arasında sırasıyla bir analogi kurulmuştur.

Protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama çalışmasına örnek olarak gösterilebilecek literatürde rastlanılan tek çalışma, Pittman [54] tarafından

yapılmıştır. Pittman [54] protein sentezini genellikle öğrencilerin görselleştirmede zorlandıklarını öne sürerek yaptıkları çalışmanın gerekliliğini ortaya koymuştur. Ayrıca genetik konuları için önemli bir altyapı sağlaması nedeniyle de protein sentezinin önemli olduğunu söylemektedir.

Pitman [54], yapılandırmacı öğrenme kuramına göre önceki bilgi ile sonrakiler arasında ilişki kurulmasının önemini hatırlatarak, bu bağlantıyı kurmada analoginin değerli bir öğretim aracı olduğunu belirtmektedir. Ayrıca analogi yöntemi ile çok küçük veya çok büyük olan nesne/olaylar daha derinlemesine anlaşılacağını söylemektedir. Moleküller çok güçlü mikroskoplarla bile görülemediği için, bunların anlaşılması için analoginin kullanılmasının değerli bir öğrenme ve öğretme aracı olabileceğine dikkat çeken Pitman [54], öğrencilerden bir kavramla ilgili analogi yapmaları istendiğinde, öğrencilerin benzeyen ve benzetilen arasında ilişkileri aramak zorunda kalacağını vurgulamaktadır. Pittman [54], bu analogik ilişkiler sayesinde öğrencilerin kavramları daha derin anlamalarına fırsat verileceğini öne sürmektedir.

Analogi bir öğretim aracı olarak kullanılırken, yapılan hatalardan birisinin sadece öğretmenler tarafından oluşturulan analogilerin kullanılması olduğunu bildiren Pittman [54], öğrencilerin kendi analogilerini oluşturmalarına izin verilmesi gerektiğine dikkati çekmektedir. Yapılandırmacı öğrenmenin gereği olarak, öğrencilere uygun ortamlar hazırlandıktan sonra kendi bilgilerini kendilerinin oluşturmalarına fırsat verilmesi gerektiğinin altını çizmektedir.

Öğrencilerin oluşturdukları analogilerin, öğrencilerde yaygın olan hata ve kavram yanlışlarını gösterebileceğini belirten Pittman [54], söz konusu analogilerin öğrencilerin varolan kavramlarını ortaya çıkarmada fen eğitimcilerine yardım eden bir araç olabileceğini ifade etmektedir. Öğretmenlerin, öğrencilerdeki kavram veya kavram yanlışlarına yönelik çalışma yapmada bir başlangıç noktasına ihtiyaç duyduğunu ve bu nedenle öğrenciler tarafından yapılan analogilerin, bahsedilen amaca yönelik bir araç olarak da kullanılabilceğini vurgulamaktadır.

Pittman [54] tarafından yapılan bu araştırmada, 7. ve 8. sınıftan toplam 700 öğrenciye protein sentezinde geçen 10 anahtar kelime verilmiştir. Öncelikle öğretmen tarafından analoginin ne olduğu anlatılarak, protein sentezi ile ilgili analogilerden örnekler verilmiştir. Daha sonra öğrencilerden grup çalışmaları ile analogiler yapmaları istenmiş ve bu analogiler diğer öğrencilere de sunulmuştur. Son

aşamada ise; öğrencilerin yaptıkları analogiler oluşturdukları benzerlik tiplerine ve cinsiyete göre analiz edilerek, öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, öğretim öncesi ile sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığını rapor etmiştir.

Araştırmada elde edilen ilginç sonuçlardan birisi de erkek ve kız öğrencilerin oluşturdukları analogilerin belirgin şekilde farklı olduğudur. Pittman [54], kız öğrencilerin daha geleneksel, erkek öğrencilerin de gelenekselden uzak analogiler kullandıklarını rapor etmiştir. Yine kız öğrencilerin öğretmen tarafından yapılan analogilere, erkek öğrencilerin de daha çok kendi analogilerine itibar ettiğini belirterek, kız öğrencilerin kendi açıklamalarına güvenmediklerini söylemektedir. Analoji oluşturmadaki farklılıkların nedenlerinden birisi olarak , ebeveynlerin kız ve erkek çocuklardan farklı davranışlar beklmeleri olduğuna değinmektedir. Bu sonuçtan hareketle, kız öğrencilerin süreçsel bilgiyi, erkek öğrencilerin de kavramsal bilgiyi daha iyi kazandıkları yorumunu yapmaktadır.

Lewis ve arkadaşları [55] ise; protein sentez sürecinin çok kompleks olduğunu ve öğrencilerin bunu anlamalarının zor olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle üniversite birinci sınıf öğrencilerinin oyun oynayarak protein sentezini anlamalarını sağlamak için bir aktivite yapmıştır. Basit ve ucuz materyaller kullanarak öğrencilerin protein sentezini daha eğlenceli bir şekilde öğrendiklerini öne sürmüştür.

Bahar [56] da proteinlerin öğretimine ilişkin yaptığı araştırmada, geleneksel yöntem ile tartışmaya dayalı grup çalışmasının öğrenci başarısına olan etkisini araştırmıştır. Kontrol grubundaki 40 Fen Bilgisi öğretmen adayına öğretmen merkezli, deney grubundaki 40 Fen Bilgisi öğretmen adayına ise çalışma yapıklarını da içeren tartışmaya dayalı bir öğretim uygulanmıştır. Sonuç olarak, tartışmaya dayalı öğretim yapılan öğrencilerin başarısının geleneksel yöntemdekilerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Bahar ve arkadaşları [2, 57], tarafından yapılan çalışmalarda öğrencilerin zorluk çektikleri biyoloji konuları belirlenmiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerin en çok zorlandıkları konuların çoğunun genetikle ilgili olduğu ancak proteinler konusunun zorluk derecesinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Verilen literatür bilgileri ile şimdiye kadar konuyla ilgili hangi araştırmaların yapıldığı ve bu araştırmanın yapılma nedenleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bundan sonraki “YÖNTEM” bölümünde, araştırmanın yapılmasında izlenen yol ve kullanılan veri toplama araçları verilmektedir.

3. YÖNTEM

Bu tez çalışmasının amacı; Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının öğretim öncesi, sonrası ve öğretimden altı ay sonra proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerini belirleyebilmektir. Çalışmanın bu aşamasında araştırmada uygulanan metot hakkında ayrıntılı bilgiler maddeler halinde verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırma; tek gruplu ön test-son test modelindedir. Örneklem grubundaki öğrencilere öğretim öncesi, öğretimden bir hafta sonra ve öğretimden altı ay sonra aynı test uygulanarak meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Dersi veren öğretim elemanı, daha önceki yıllarda uyguladığı geleneksel öğretim yöntemini uygulayarak dersleri işlemiştir. Araştırmanın hangi aşamasında genel olarak neler yapıldığını gösteren çizelge Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Araştırmanın zaman çizelgesi

Temmuz 2003	Ağustos 2003	Eylül 2003	Ekim 2003	Kasım 2003	Aralık 2003	Mayıs 2004
		Öğretim				
Denemeler		Pilot Çalışma	Ön Test		Son Test	Geciktirilmiş Son Test

Bu çalışma, kullanılan veri toplama araçları (kavramsal anlama testi, görüşme, gözlem) göz önünde bulundurulduğunda bir nitel araştırmadır. Proteinler ve protein sentezi ile ilgili öğrencilerin anlama düzeyi, kavram yanlışları ve kavram yanlışlarının nedenleri bahsedilen veri toplama araçları kullanılarak araştırılmıştır. Ayrıca dersi veren öğretim elemanı ile de bir görüşme yapılarak elde edilen bulgulara açıklık getirilmesi amaçlanmıştır.

Örneklem grubundaki öğrencilerin araştırmacının sınıf içerisinde bulunmasından dolayı rahatsız olabilecekleri düşünöldüğünden, yarıyılın başından itibaren araştırmacı derslere öğretim elemanı ile birlikte girmiştir. Öğretim yaklaşık 12’şer saat sürmüştür.

Örneklem grubuna dahil olan öğrencilerin isimlerinin yazılması etik açıdan uygun olmadığı için, her bir öğrenciye 1-89 arasında kod numarası verilmiştir. Ancak 27 numaralı öğrencinin cevaplarındaki tutarsızlıktan dolayı bu öğrenci kapsam dışı tutulmuştur.

3.2 Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak kullanılan kavramsal anlama testi, görüşme ve gözlemlle ilgili bilgiler bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.1 Kavramsal Anlama Testi

Testin hazırlanma aşaması oldukça uzun zaman almıştır. Toplamda 5 defa yapılan denemeler ve pilot çalışma ile test son haline getirilerek uygulanmıştır. Bu test öğretimden önce, öğretimden hemen sonra ve öğretimden altı ay sonra üzerinde değişiklik yapılmadan uygulanmıştır.

Kavramsal anlama testindeki bütün sorular araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Soruların geliştirilmesinde lise ve ÖSS biyoloji hazırlık kitaplarından yararlanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin kavramları anlamalarının nasıl olduğu ölçölmek istendiğinden, çoktan seçmeli ve kısa cevaplı sorular yerine, verilen cevapların nedenlerinin açıklanması gereken sorular seçilmiştir. Bazı sorular çoktan seçmeli olmasına rağmen, ikinci aşamalarında açıklama istenmektedir. Hatta bazı sorularda isteyen öğrencilerin yeni bir şık eklemesine olanak sağlamak amacıyla da boş bir şık bırakılmıştır (Ek-B).

Çalışmada ana veri toplama aracı olarak kullanılan kavramsal anlama testi toplam 6 ana sorudan oluşmaktadır. Kavramsal anlama testinin 1., 3., 4. ve 5. sorularının alt soruları da bulunmaktadır. Testteki soruların her biri için açıklama gerekmektedir.

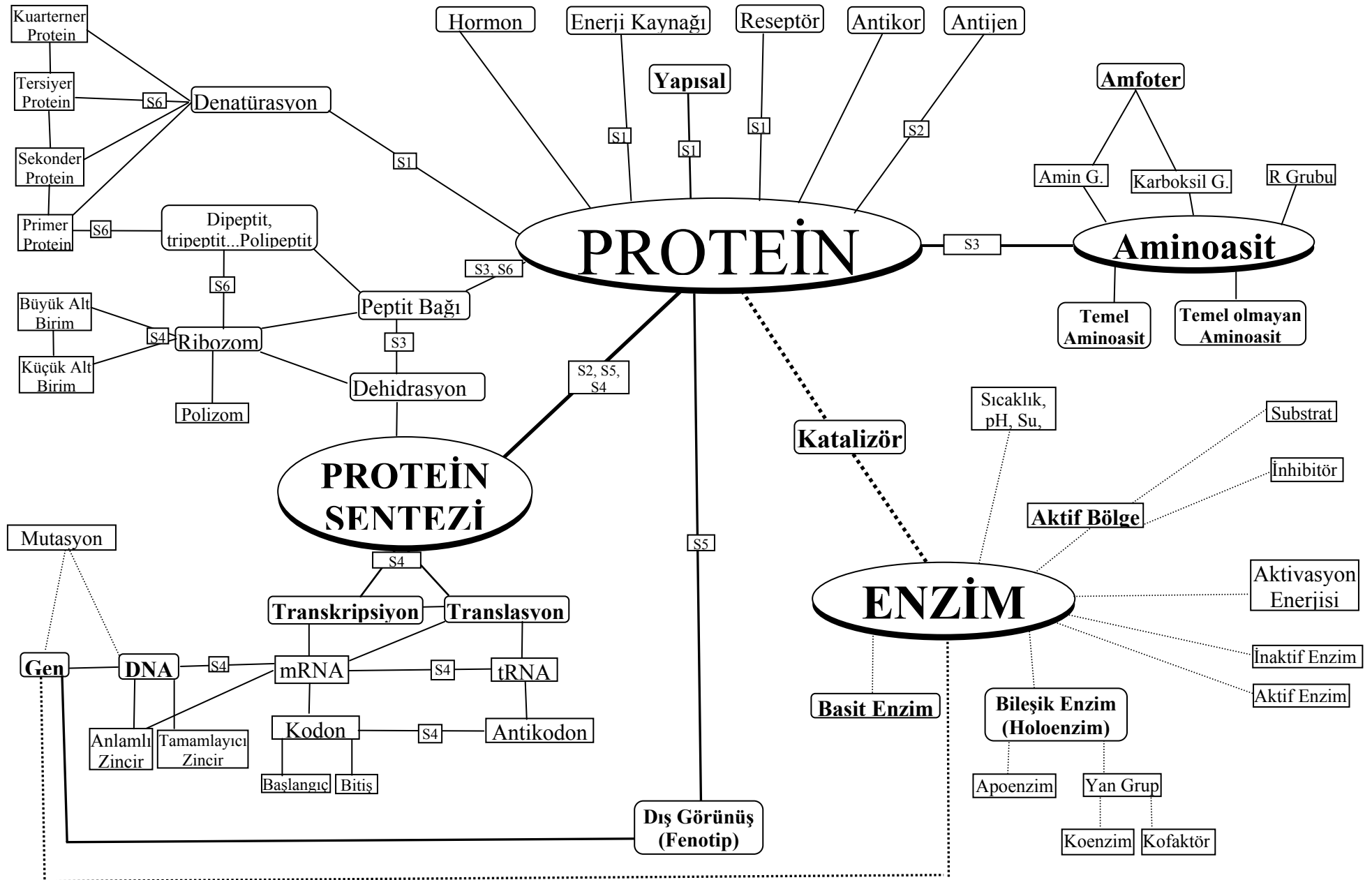
Testin kapsamında Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yer alan Biyoloji-I dersinde işlenen proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavramlara yönelik sorular yer almaktadır. Öncelikle kavramsal anlama testinin sınırlarını belirlemek için bu konuları içeren bir kavram analizi yapılmıştır (Ek-A). Daha sonra, her bir soru ile ilgili kavramları gösterebilmek amacıyla bir kavram analiz tablosu oluşturulmuştur (Tablo 3.2). Bu tabloda çalışma kapsamındaki bütün kavramları göstermek mümkün olmadığı için, sadece kritik kavramlar yer almıştır. Kavram analiz tablosu, hazırlanan kavramsal anlama testinin kapsam geçerliliğini sağlayabilmek amacıyla bir kılavuz olarak kullanılmıştır. Aynı kavramı ölçen birden fazla sayıda sorunun olması ve tabloda yer alan her kavrama yönelik en az bir sorunun bulunması bu şekilde sağlanmıştır. Bunların yanı sıra bir de kavram ağı hazırlanarak, kavramlar arasındaki ilişkiler ve test sorularının hangi kavramlarla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Tablo 3.3).

Ayrıca çalışma kapsamındaki konular lise1 biyoloji ders programında işlenen konular ile önemli oranda örtüştüğünden, bu konuda uzman bir öğretim elemanı ile çalışılarak kritik kavramlar belirlenmiştir. Bu işlem, araştırmada kullanılan kavram analizinin, dolayısıyla da kavramsal anlama testinin, geçerliğinin artırılmasında yararlı olmuştur.

Testin uygulanmasından önce konu alanında uzman olan 2 öğretim üyesinin görüşleri alınarak cevap anahtarı hazırlanmıştır. Bu cevap anahtarı, öğrencilerden beklenen bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların neler olabileceği ile ilgili bir kriter olmuştur.


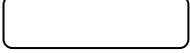
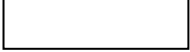
Tablo 3.2 Kavram analiz tablosu

KONU	KAVRAMLAR		SORULAR						
			1	2	3	4	5	6	
PROTEİNLER	Aminoasit	Monomer			☐			☐	
		Amfoter	Amin Grubu			☐			☐
			Karboksil Grubu			☐			
		R Grubu			☐				
	Peptit Bağı, Dehidrasyon				☐				
	Dipeptit, Polipeptit							☐	
	Primer, Sekonder, Tersiyer, Kuarterner							☐	
	Temel Aminoasit				☐				
	Gen-Protein İlişkisi			☐			☐		
	Yapısal Protein		☐	☐			☐		
	Reseptör Protein		☐	☐					
Antijen, Antikor			☐						
PROTEİN SENTEZİ	Ribozom, Polizom					☐			
	Transkripsiyon					☐			
	Translasyon					☐			
	Kodon, Antikodon					☐			
	Anlamlı Zincir, Tamamlayıcı Zincir					☐			



Tablo 3.3 Proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram ağı
(Enzimler ile ilgili kavramlar araştırma kapsamında değildir)

Tablo 3.3'te verilen kavram ağındaki simgelerin anlamları

	En üst düzeydeki kavram
	2. üst düzeydeki kavram
	En alt düzeydeki kavram
S1, S2, S3...	Kavramsal anlama testindeki soru numarası

Kavramsal anlama testindeki her bir sorunun hazırlanış amacı ve hangi kavramlarla ilişkili olduğu teker teker aşağıda açıklanmaktadır (Ek-B).

1. Soru: Proteinlerin yapı ve fonksiyonlarını içeren 1. soru, enerji için proteinlerin kullanım sırasını, canlıda bulunma oranını, reseptör olarak kullanılmasını içermektedir. Soruda verilen 3 önermenin bazıları bilgi, bazıları da yorum düzeyinde olup, her biri için açıklama istenmiştir.

2. Soru: Doku ve organ naklinde protein-gen ilişkisinin sorgulandığı bu soruda, günlük yaşamda çok defa karşılaşılan bir durumun bilimsel olarak açıklanması istenmiştir. Doku veya organ naklinin gerekli olduğu durumlarda, genellikle yakın akrabaların aranması ve onlardaki dokuların daha uyumlu olması çok defa değişik kaynaklardan duyulmuştur. Biyoloji derslerinde genetik yapı ve protein arasındaki ilişki öğrencilere verilmeye çalışılmaktadır. Ancak öğrenciler günlük yaşamda karşılaştıkları bu durumu, kendilerine verilen bilgiler ile ne kadar bütünleştirebilmişlerdir? İşte bunun cevabı 2. soruda aranmaktadır.

3. Soru: Proteinlerin yapıtaşları olan aminoasitin özelliklerinin sorgulandığı bu soruda ise; iki sütun halinde proteinlerle ilgili bazı kavramlar verilmiş ve öğrencilerden en uygun biçimde bunları eşleştirmeleri istenmiştir. Sorunun birinci aşamasında eşleştirme yapıldıktan sonra, ikinci aşamasında bu eşleştirmenin nedeninin açıklanması istenmektedir. Soruda, temel aminoasit, peptit bağının oluşumu, amfoterlik ve aminoasitin yapısı araştırılmıştır.

4. Soru: Bu soruda protein sentezinde meydana gelen ana olayların neler olduğunu sorgulamaktadır. Verilen 4 önermenin protein sentezi ile doğrudan ilişkili olup olmadıkları belirtildikten sonra, nedenlerinin açıklanması istenmiştir. Protein sentezindeki olayların anlaşılıp anlaşılmadığını test edebilmek amacıyla önemli bir soru olduğu düşünülmektedir.

5. Soru: Gen-protein ilişkisinin sorgulandığı 5. soru a,b,c olmak üzere üç aşamalıdır. Öncelikle insanlarda, sonra hayvanlarda ve son olarak da bitkilerde gen-protein ilişkisi sorgulanmaktadır. Genetik şifrenin protein şifresine dönüşmesi ve proteinlerin yapıya katılması ile canlının fiziksel görünüşü arasındaki ilişkiyi fen bilgisi öğretmen adaylarının nasıl yapılandırdıkları araştırılmıştır.

6. Soru: Kavramsal anlama testinin bu sorusunun hazırlanması sırasında, Aydın [37] tarafından kullanılan testteki bir sorudan faydalanılmıştır. Teste giren öğrencilerden, karışık sıralı halde verilen protein yapı elemanlarını, en küçükten en büyüğe doğru proteinin yapısının sıralanması istenmektedir. Proteinin yapıtaşı, aminoasit, dipeptit ve polipeptit yapısının anlaşılıp anlamadığını test etmesi açısından etkili bir soru olduğu düşünülmektedir.

3.2.2 Görüşme

Görüşmeler öğrencilerin test sorularına verdikleri cevapları teyit etmek ve daha derin bilgi toplamak amacıyla öğretim sonrasında yapılmıştır. Pilot çalışma ile son haline getirilen yarı-yapılandırılmış görüşme formu (Ek-C) kullanılarak örneklem grubundan toplam 19 öğrenci ile 30-40 dakikalık görüşmeler yapılmış ve bunlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Bu kayıtlar daha sonra yazıya dökülmüştür.

Görüşme formunda iki ana bölümde araştırma konusunu genel anlamda kapsayan sorular yer almıştır. Kavramsal anlama testindeki sorulara öğrencilerin verdikleri açıklamalar göz önünde bulundurularak, görüşme sırasında bazı sorular ilave edilmiştir. Özellikle öğrencilerin testte verdikleri ilginç cevapların üzerinde durularak görüşme yarı-yapılandırılmış formda esnek bir hale getirilmiştir. Bazı sorularda ise; öğrencilerin kağıt kalem kullanarak cevaplar vermelerine de olanak sağlanmıştır.

Ayrıca; örneklem grubuna ders veren öğretim elemanı ile ders içeriği, öğretim yöntemi, test ve görüşme sorularının hazırlanması, gözlem formunun oluşturulması ve kategorilendirmeler hakkında da görüşmeler yapılmıştır.

3.2.3 Gözlem

Araştırmada öğretimin kavramsal anlama üzerine etkisini inceleyebilmek amacıyla katılımsız gözlem yapılmıştır. 90 dakikalık ders 10'ar dakikalık bölümlere ayrılarak her bir bölüm için öğretmen ve öğrenci davranışları Kocakulah [58]'in geliştirdiği gözlem formu araştırmaya uygun biçimde düzenlenerek oluşturulan gözlem kontrol listesinde belirtilen kodlarla not alınmıştır. Pilot çalışma ile hazırlanan katılımsız gözlem formunun (Ek-D) işlerliği test edilmiş ve bu form araştırma konuları işlendiğinde ders takip edilerek doldurulmuştur. Araştırmada proteinler, enzimler ve protein sentezi konuları yer almasına rağmen, yaşamın temel bileşenleri ünitesi başladığından itibaren gözlemler yapılmıştır. Gözlem kontrol listesinde belirtilen kodlar ile öğretim elemanı ve öğrencilerin davranışları belirlenerek forma işlenmiştir. Aynı zamanda ders sırasında meydana gelen ve daha önce kodlanmamış olan davranışlar da görüş ve düşünceler kısmına not edilmiştir.

3.3 Denemeler ve Pilot Çalışmalar

Veri toplama araçlarının hazırlanması ve uygulanması ile ilgili yapılan denemelere ilişkin bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1 Kavramsal Anlama Testi

Kavramsal anlama testi oldukça uzun bir zaman ve çalışma sonucu geliştirilmiştir. Kavram analizi ile hazırlanan kavram analiz tablosunun rehberliğinde ne tür soruların hazırlanması gerektiğine karar verilmiştir.

Nitel araştırmalar için hazırlanan testlerin en önemli özelliği, öğrencilerin fikirlerini ortaya koyabilecek, nedenlerini açıklayabilecek açık uçlu soruların olmasıdır [59]. Her bir soruda öğrencinin neden böyle bir cevap verdiği sorgulanmaktadır. Soruların bazıları kavrama yönelik, bazıları da olaya yönelik olabilir.

Test soruları değişik kaynaklar taranarak bir soru bankası oluşturularak hazırlanmaya başlanmıştır. Değişik öğrenci gruplarıyla 5 deneme yapılarak test pilot aşamasına getirilmiştir. Her bir denemede hazırlanan soruların hatalı yönleri

değiştirilerek bir sonraki deneme kullanılmıştır. Her deneme öncesi kavram analiz tablosu da göz önünde bulundurularak bazı değişiklikler yapılmıştır. Aşağıda yapılan denemeler ve uygulanan gruplar verilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4 Kavramsal anlama testi hazırlık aşaması denemeleri

Test Denemesi	Uygulanan Grup	Öğrenci Sayısı
Deneme-1	Biyoloji yüksek lisans ve doktora öğrencileri	8
Deneme-2	NEF ve FEF 2-3 sınıf Biyoloji öğrencileri	26
Deneme-3	NEF ve FEF 3-4 sınıf Biyoloji öğrencileri	21
Deneme-4	Biyoloji yüksek lisans ve doktora öğrencileri	8
Deneme-5	İlköğretim Mat. 1-B (II. Öğretim) öğrencileri	28

Kavramsal anlama testi, son halini aldığı bir pilot çalışma ile son defa kontrol edilmiştir. Pilot çalışma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği 1. sınıf I. öğretim programındaki 21 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplara göre bazı sorulardaki yanlış ve eksik olan kısımlar gözden geçirilerek düzeltilmiştir. Mesela; 1. soruda “*Hormonların hepsi protein yapısındadırlar*” şeklinde verilen önermenin daha çok hormonlarla ilgili olması nedeniyle testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Aynı sorudaki “*Primer proteinler görev yapamaz*” olarak verilen V. önerme 6. soruda tekrarlandığı için sorudan çıkarılmıştır. Buna ilave olarak ATP'nin üretilmesinin protein senteziyle ilgili olup olmadığı 4. soruda bir önerme olarak verilmişti. Ancak; öğrencilerden gelen cevaplarda bazı yanlış anlaşımaların olduğu görüldüğünden, bu önerme sorudan çıkarılmıştır. Ayrıca test sorularının cevaplanmasında verilen sürenin yeterli olup olmadığı da son defa kontrol edilmiştir. İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerin bu testi yaklaşık 45 dakikada bitirebilmeleri nedeniyle, fen bilgisi öğretmen adayları için de aynı sürenin uygun olduğu kabul edilmiştir.

3.3.2 Görüşme

Örneklem grubundaki öğrencilerle görüşme yapılmadan önce İlköğretim Matematik Öğretmenliği öğrencilerinden toplam 7 öğrenci ile pilot çalışma yapılmıştır. Örneklem grubundaki öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar incelenerek en ilginç noktalar üzerinde durulmuştur. Ayrıca kapsam geçerliği açısından da araştırma konularını içine alacak şekilde genel bir görüşme formu

hazırlanmıştır. Bu form yarı-yapılandırılmış şekilde pilot çalışma grubundaki öğrencilere uygulanmış ve sonrasında gerekli düzeltmeler yapılarak son haline getirilmiştir. İlk hazırlanan görüşme formlarında öğrencilerin lise düzeyinde biyoloji dersi alıp almadıkları, proteinler ve protein sentezi konularını işleyip işlemedikleri, öğretmenlerine karşı olan tutumları, öğretim yöntem ve teknikleri sorulmuştur. Ancak bunların araştırmamızla doğrudan ilgili olmadığı düşünülerek görüşme formundan çıkarılmıştır. Ayrıca, görüşme yapılan öğrencilerin kavramsal anlama testinde verdikleri cevaplardan çoğunlukla bilimsel olarak kabul edilemez olanlar incelenirken, daha sonraki aşamalarda kavramsal anlamının gerçekleştiğini gösteren açıklamalar da dikkate alınmıştır. Bunların yanı sıra görüşme formu olgunlaştırılırken, ana soruların altında yer alacak sondalar da zenginleştirilmiştir.

3.3.3 Gözlem

Örnekleme grubundaki öğrencilerin çalışmadan en az etkilenmeleri için, dönem başından itibaren derslere öğretim elemanı ile birlikte araştırmacı da girmiştir. Araştırmacı sınıfın arka sıralarından birisinde yerini alarak dersi gözlemiştir. Araştırma konusundan önceki derslerin işlenmesi sırasında gözlem formu hazırlanmıştır.

Bu gözlemler sırasında öğretim elemanın yakasına takılan bir mikrofona bağlı dijital ses kayıt cihazı kullanılarak ders kayıt denemesi de yapılmıştır.

3.4 Verilerin Toplanması

Çalışmada örneklem seçimi ve veri toplama araçlarının uygulanmasına ilişkin bilgiler de bu kısımda açıklanmıştır.

3.4.1 Örneklem

Kavramsal anlama testi ve görüşme örnekleminin nasıl seçildiğine ilişkin veriler aşağıda maddeler halinde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.4.1.1 Test Örnekleme

Bu çalışmanın örneklemini 2003-2004 Eğitim-Öğretim yılı güz yarısında Biyoloji-I dersini alan Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programındaki 2. sınıf I. ve II. Öğretim öğrencilerinden toplam 88 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde herhangi bir eleme yapılmamış ve Biyoloji-I dersini alan bütün öğrenciler test kapsamına dahil edilmiştir. Ancak daha önceden öğrencilere haber verilmediği için testin yapıldığı zaman olmayan öğrenciler araştırma örneğine dahil olmamıştır. Ön teste 95, son teste ise 89 öğrenci katılırken bu sayı geciktirilmiş son teste 88'e düşmüştür.

3.4.1.2 Görüşme Örnekleme

Testin uygulandığı öğrencilerden 8'i I. öğretim olmak üzere toplam 19 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Bu öğrencilerin seçiminde son testte sorulan sorulara karşılık verdikleri açıklamalar dikkate alınarak değişik seviyelerdeki öğrencilerden rastgele seçim yapılmıştır. Bu öğrencilerin hepsi de gönüllü olarak 30-40 dakikalık görüşmelere katılmışlardır.

Ayrıca dersi veren öğretim elamanı ile değişik zamanlarda kısa süreli görüşmeler yapılarak uygulanan öğretimle ilişkili ve öğrencilerle yapılacak görüşmelerde neler sorulabileceğine dair yardımlar alınmıştır.

3.4.2 Testin ve Görüşmelerin Uygulanması

Kavramsal anlama testi öğretim öncesi, öğretim sonrası ve öğretimden 5,5 ay sonra uygulanmıştır. Testin uygulanacağı önceden öğrencilere haber verilmemiş ve normal programdaki bir ders saatinde 45 dakikalık bir sürede uygulanmıştır. Öğrencilere test soruları dağıtıldıktan sonra kısa bir açıklama yapılarak testin amacı ve dikkat edilmesi gereken noktalara vurgu yapılmıştır. Uygulama sırasında öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar incelenerek özellikle açıklama yapılması istenen noktalar hatırlatılmıştır.

Son testin uygulanmasının ardından örneklem grubundan seçilen toplam 19 öğrenci ile yarı-yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler bire bir olarak

boş bir salonda yapılmış ve konuşmalar dijital ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Görüşme öncesinde öğrenciye görüşmenin amacı ve içeriği ile ilgili bilgi verildikten sonra konuşmaların kaydedilmesi için izin istenmiştir, ancak 1 öğrenci konuşmaların kaydedilmemesini istemiştir. Bu nedenle iki öğrencinin görüşme notları el ile tutulmuştur.

Görüşme sırasında öğrencilerin etkilenmemesi için gerekli önlemler alınmıştır. Görüşmenin başında bu durum öğrenciye bildirilerek sadece kendi bildiği cevapları vermesi ve görüşmeciden etkilenmemesi açıklanmıştır. Görüşme sırasında da beden dilinin öğrenciyi etkilememesi için de gerekli özen gösterilmiştir.

3.4.3 Gözlemin Yapılması

Araştırmacı dersin başında sınıfın arka taraflarında bir sıraya oturarak gözlemini yapmıştır. Programdaki Biyoloji-I dersi haftalık 4 saat olduğu için 3 haftada toplam 24 saatlik ders (I. ve II. öğretim dahil) gözlenmiştir. Öğretim ortamında öğrencilerdeki kavramsal anlamayı etkileyebilecek etkinlikler takip edilmek suretiyle bir gözlem formu doldurulmuştur.

3.5 Verilerin Analizi

Çalışmanın bu bölümünde kavramsal anlama testinin analizi, test cevaplarının kategorilendirme geçerliği, test bulgularının sunulması ve görüşmelerin analizi sunulmuştur.

3.5.1 Kavramsal Anlama Testinin Analizi

Nitel araştırmalarda uygulanan testlerin analizinde önceden belirlenen kategorilere göre kodlama yapmak uygun değildir [37]. Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları da nitel olduğu için, kategoriler öğrencilerin verdikleri cevaplardan oluşturulmaktadır. Her bir soruya veya alt sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenerek kategoriler oluşturulmuştur. Ön, son ve geciktirilmiş son testten elde edilen bu kategoriler bir tablo haline getirilerek öğrenci % frekansları ile birlikte verilmiştir (Tablo 3.5).

Hazırlanan tablolarda A, B, C olmak üzere 3 ana kategori oluşturulmuştur. A ve B ana kategorisinin en üst sırasındaki ifade, bilimsel olarak en doğru, en alt sırasındaki de bilimsel olarak en yanlış ifadedir. Bu kategorilerin içerikleri aşağıda daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

A Kategorisinde bilimsel olarak kabul edilebilir veya verilen önermenin doğru şeklini içeren cevaplar yer almaktadır. Bu kategorideki öğrencilerin cevapları bilimsel olarak tamamen veya kısmen doğru kabul edilebilir cevaplardır. Ayrıca bazı sorularda, bir önermenin doğru şekli belirtildikten sonra, yapılan açıklamalarda bilimsel olarak kabul edilemez fikirlere de rastlandığından, bahsedilen kategori altında “yanlış açıklama” alt kategorisi de oluşturulmuştur. Bu ana kategorinin en altında da önermenin doğru şeklini belirten ancak herhangi bir açıklama yapmayan öğrencilerin cevaplarını içeren “açıklama yok” kategorisi yer almıştır.

B Kategorisinde bilimsel olarak kabul edilemez veya verilen önermenin yanlış şeklini içeren cevaplar bulunmaktadır. Bu kategorideki öğrencilerin cevaplarında bilimsel olarak tamamen veya kısmen kabul edilemez ve kavram yanlışlarını gösteren açıklamalar yer almaktadır. Önermenin yanlış şeklini belirtip herhangi bir açıklama yapmayan öğrencilerin cevapları da bu kategorinin en altında “açıklama yok” alt kategorisinde toplanmıştır.

C Kategorisi cevap yok, bilmiyorum, hatırlamıyorum vs. olarak tespit edilen cevapları içermektedir.

Yukarıda verilen kategorilendirmeye örnek teşkil etmesi açısından, çalışmada uygulanan kavramsal anlama testinin 1. sorusunun I. önermesi için hazırlanan tablo aşağıda verilerek açıklanmıştır (Tablo 3.5).

Kavramsal anlama testinin 1. sorusunda proteinlerin kritik özellikleri sorgulanmıştır. I. önermede ise proteinlerin en temel görevlerinin enerji kaynağı olup olmadıkları sorgulanmaktadır. Verilen önermenin doğru olup olmadığı belirtildikten sonra, bir açıklama yapılması gerekmektedir. Eğer öğrenciler proteinlerin önemli özellikleri ve görevlerinin tam olarak anlayabilmişse, sorgulanan konuyla ilgili kavramsal anlamının gerçekleşmiş olduğu söylenebilir. Soru şu şekildedir;

1. Aşağıda verilen önermelerden proteinler için doğru **olanları ve olmayanları nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

- I- Canlıda öncelikli olarak enerji kaynağıdır.
- II- Canlılarda en az bulunan organik maddelerdir.
- III- Hücre zarında reseptör molekül olarak da iş görürler.

Tablo 3.5 1. sorunun I. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Protein öncelikli enerji kaynağı değildir.	A1	Canlılar enerji elde etmek için öncelik sırasına göre karbohidratları, yağları ve proteinleri kullanırlar.	70.5	84.1	89.8
	A2	Canlıda öncelikli enerji kaynağı ATP'dir.		1.1	1.1
	A3	Yanlış açıklama Öncelikli enerji kaynağı karbohidratlar, sonra proteinlerdir. En çok enerjiyi protein verir Canlıda öncelikli enerji kaynağı yağlardır. En çok enerji verdiği halde en son enerji verici olarak protein kullanılır.		3.4	2.3
	A4		4.5	3.4	1.1
	A5		2.3		
	A6	Açıklama Yok	3.4		
TOPLAM			80.7	92	94.3
B. Protein öncelikli enerji kaynağıdır	B1	Enerji kaynağı olarak canlılarda yağ, karbohidrat ve protein kullanılır. Sanırım öncelikle proteinler kullanılır.	5.7		
	B2	Proteinlerin verdiği enerji yağlara göre daha azdır ama yıkılmaları kolaydır. Bu nedenle önceliklidir.			2.3
	B3	Çünkü sindirimi daha kolaydır.	4.5		
	B4	Enerji gerekli olunca yağlardan önce proteinler kullanılır.		2.3	
	B5	Canlıda öncelikli enerji kaynağı aminoasitleri içeren proteindir. Çünkü protein sindirim ile yıkıma uğradığında enerji açığa çıkar.	2.3		
	B6	Canlılarda önce proteinler yıkılır, fazlası da yağ olarak depo edilir			1.1
	B7	Enerji elde etme açısından proteinler diğerlerine göre daha avantajlıdır. Suda çözünür ve çözüldüğünde bol ATP sağlar.		3.4	
	B8	Açıklama Yok		2.3	2.3
TOPLAM			12.5	8	5.7
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	3.4		
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	3.4		
TOPLAM			6.8	-	-

A Kategorisi: Proteinlerin öncelikli enerji kaynağı olmadığını belirten öğrenciler bu kategoride değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel olarak doğru kabul edilebilir açıklamaları da A1 ve A2 alt kategorilerinde en doğrusu en üstte olacak şekilde sıralanmıştır. Bu kategoride proteinlerin öncelikli enerji kaynağı olmadığını belirtilmesine rağmen “Canlıda öncelikli enerji kaynağı yağlardır.”

şeklinde açıklama da yapılmıştır. Bu tür açıklamalar için “Yanlış Açıklama” alt kategorisi oluşturulmuştur.

B Kategorisi: Bu kategorideki öğrenciler, proteinlerin öncelikli enerji kaynağı olduğunu ileri sürmektedir. Mesela; *“Proteinlerin verdiği enerji yağlara göre daha azdır ama yıkılmaları kolaydır. Bu nedenle önceliklidir”* şeklinde açıklamalar tespit edilmiştir.

C Kategorisi: Bu kategoride önermeye herhangi bir görüş belirtmeyen, bilmediğini veya hatırlamadığını söyleyen, soruyla ilgisiz cevap veren öğrenciler yer almaktadır. Testin 1. sorusunun I. önermesine, öğrencilerin %6.8’i ön testte, cevap vermez iken diğer testlerde bu kategoride hiçbir öğrenci tespit edilmemiştir.

3.5.2 Test Cevaplarının Kategorilendirme Geçerliği

Hazırlanan kategori tabloları bir biyoloji eğitimi alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Öncelikle uzmanla birlikte bir pilot çalışma yapılarak kategorilendirmelerin nasıl yapıldığı konusunda denemeler yapılmıştır. Daha sonra, son teste giren toplam 88 öğrenciden ilk 20 tanesi seçilmiş ve bu öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplar uzman tarafından incelenmiştir. Uzmanın, daha önce araştırmacı tarafından yapılan kategorilendirmelere göre öğrencilerin verdikleri cevapların hangi kategoriye daha uygun olduğunu işaretlemesi istenmiştir. Ayrıca; gerektiği durumlarda yeni kategoriler oluşturabileceği de belirtilmiştir. Son aşamada, araştırmacının gruplandırması ile uzmanın gruplandırması karşılaştırılmıştır. Her bir soru ve alt sorular için araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasında elde edilen tutarlılık yüzde sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6 Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan kategorilendirmeler arasındaki tutarlılık yüzdeleri

SORULAR		TUTARLILIK YÜZDESİ (%)	SORULAR		TUTARLILIK YÜZDESİ (%)
1. Soru	I. Önerme	85	4. Soru	I. Önerme	90
	II. Önerme	90		II. Önerme	85
	III. Önerme	85		III. Önerme	95
2. Soru		95		IV. Önerme	80
3. Soru	I. Eşleştirme	85	5. Soru	A şıkkı	90
	II. Eşleştirme	75		B şıkkı	85
	III. Eşleştirme	90		C şıkkı	90
	IV. Eşleştirme	90	6. Soru		75

Yapılan incelemeler neticesinde elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında tutarlık yüzdesinin bazı sorularda %75'lere düşmesine rağmen bazı sorularda %95'lere çıkmaktadır. Bu sonuçlara göre yapılan kategorilendirmenin geçerliğinin bilimsel olarak kabul edilen düzeyde olduğu görülmektedir. Çünkü; literatüre göre, en az %75 oranında bir tutarlılık yüzdesinin sağlanması istenmektedir [60]. Elde edilen sonuçların yeterli olması nedeniyle ön ve geciktirilmiş son test kategorilendirmeleri de pilot çalışmadakine benzer şekilde yapılmıştır.

3.5.3 Test Bulgularının Sunulması

Kavramsal anlama testinin her bir sorusuna karşılık öğrenciler tarafından verilen açıklamalar ayrı ayrı incelenerek ön, son ve geciktirilmiş son testi içerecek şekilde tablolar haline getirilmiştir. Bu tablolarda her bir kategori için kodlama yapılmış ve bu kodlara karşılık gelen cevapların % frekansları da karşılığında verilmiştir.

Ayrıca; her bir testte öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerindeki değişimi gösteren tablolar da her bir soru için hazırlanarak verilmiştir (Bk. Ek-E). Tablolarda, araştırmaya dahil olan öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son test kavramsal anlama düzeylerindeki değişimler gösterilmektedir. Öğrencilerin kavramsal değişimleri beş ana kategori altında toplanmıştır. Bunlar; olumlu değişme, kısmen olumlu değişme, değişim yok, olumsuz değişme ve gruplanamayan diğerleridir. Bu kategoriler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

- ❑ **Olumlu Değişme:** Öğretim sonrası B ve C kategorilerinden yani bilimsel olarak kabul edilemez cevaplardan, A kategorisine yani bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplara dönüşen ve bu kategoride kalan cevaplar olumlu değişme grubunda değerlendirilmiştir. Bu değişim en ideal olan değişimleri içermektedir.
- ❑ **Kısmen Olumlu Değişme:** Bu kategori, birbirine yakın düzeyler arasındaki küçük olumlu değişimleri ve sadece son veya geciktirilmiş son testteki kısa süreli meydana gelen olumlu değişimleri içermektedir. Mesela; A4 kodlu cevaptan, A1 kodlu cevaba geçiş bu kategoride yer almıştır.

- ❑ **Değişim Yok:** Her üç testte de aynı düzeyde cevap veren öğrenciler bu kategoride yer almıştır. C1 ve C2 gibi kategoriler arasında anlamlı bir farklılık olmadığından, bunlar arasındaki değişimler de yine bu kategoride değerlendirilmiştir.
- ❑ **Olumsuz Değişme:** Öğrencilerin A kategorisinden yani bilimsel olarak doğru kabul edilebilir cevaplardan, B kategorisine yani bilimsel olarak kabul edilemez cevaplara geçişleri veya B kategorisi içerisinde bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar arasındaki değişimler de bu kategoride yer almıştır.
- ❑ **Diğerleri:** Önceki dört maddede verilen kriterlere uymayan ve anlamlı bir şekilde kategorilendirilemeyen değişimler de bu gruba dahil edilmiştir. Bu değişimlerin, öğrencilerin tutarsız cevapları nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir.

Her bir soru için genel değişimler grafik halinde “kavramsal değişim” alt başlığında verilmiştir (Bk. Bölüm 4). Ayrıca meydana gelen değişimlerdeki ayrıntılı durumlar bir tablo halinde Ek-E’de verilmiştir.

3.5.4 Görüşmelerin Analizi

Örneklem grubuna dahil olan 19 öğrenci ile yapılan görüşme kayıtları çözümlenmiştir. Elde edilen bu kayıtlar ayrıca bir analize tabi tutulmamış, bunun yerine öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplara derinlik kazandırarak öğrencilerin düşünce yapılarının ortaya konulmasında kullanılmıştır. Görüşmelerden elde edilen öğrencilerin açıklamaları, çalışmanın bulgular ve tartışma bölümlerinde kullanılmıştır. Bahsedilen tipteki açıklamaların seçilmesinde şu kriterler göz önünde bulundurulmuştur;

- ❑ Kavramsal anlama testinde verilen cevabı teyit etmesi,
- ❑ Kavram yanılgılarını göstermesi,
- ❑ Öğrenme ve öğretme ortamında yapılan etkinlikler hakkında ipucu vermesi,

- ❑ Kavramsal anlamının gerçekteştiğini işaret eden açıklama olması (Yatay ve dikey ilişkiler kurma, doğru genellemelere gidebilme, ilkeler belirleme ve kullanma, benzerlik ve farklılıkları teşhis edebilme, başka durumlara uydurma, günlük yaşama uygulama...).

Yukarıda belirtilen kriterlere uygun olan açıklamalar, kavramsal anlama testinin her bir sorusuna ilişkin olanlarına göre yeri geldiğinde kullanılmıştır. Bu veriler sayesinde öğrencilerin kavramları nasıl anlamlandırdıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Ayrıca dersi veren öğretim elemanı ile yapılan görüşmelerden elde edilen cevaplara da çalışmanın yine bulgular ve tartışma bölümünde yer verilmiştir.

Yöntem bölümünde araştırmanın yapılmasında izlenen yol ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bundan sonraki “BULGULAR” bölümünde ise; veri toplama araçları ile elde edilen bulgular sunularak bunların yorumları yapılmaktadır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili fikirlerinin Biyoloji-I dersi öncesi, sonrası ve altı ay sonrasında ne durumda olduğunun tespit edilerek öğretime ilişkin önerilerin sunulması amaçlanmıştır.

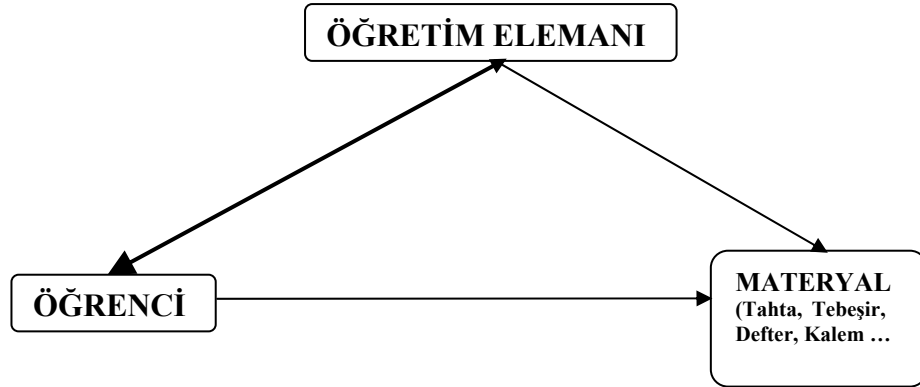
Araştırmanın bu bölümünde, kavramsal anlama testi ve öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen veriler sunulmaktadır. Ancak bundan önce, araştırma konuları olan proteinler ve protein sentezinin işlenmesi sırasında sınıf içindeki öğrenme ve öğretme ortamının genel bir durumu ortaya konulmuştur. Bu çalışma, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Tablo 3.2’de verilen kavramları anlama düzeylerini belirlemeye odaklanmıştır. Araştırmanın 3. bölümünde açıklanan ve Ek-B’de verilen kavramsal anlama testi kullanılarak öğrencilerin proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramları anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmelerle de hem testte verilen cevaplar doğrulanmış hem de anlama düzeyleri daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Kavramsal anlama testinde kullanılan her bir soru sırasıyla ele alınarak görüşmelerle elde edilen verilerle birlikte yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki kavramsal anlama düzeylerini göstermek amacıyla hazırlanan tablolar verilerek genel bir değerlendirme yapılmıştır.

4.1 Sınıfı Öğrenme ve Öğretme Ortamı

Çalışmanın bu kısmında, araştırmaya konu olan proteinler ve protein sentezi ile ilgili öğretim sırasında sınıf içerisinde yaşanan sosyal etkileşim genel olarak anlatılmıştır. Katılımsız gözlem ile 90 dakikalık dersler izlenerek ders gözlem formu doldurulmuştur (Ek-D). Aynı zamanda öğretim elemanının ve öğrencilerin sesleri de bu gözlemler sırasında kaydedilmiştir. Ayrıca öğretim elemanı ile yürütülen derslerin içeriğini ve özelliğini ortaya koymaya yönelik görüşmeler de yapılmıştır.

Dersler alanında tecrübeli bir öğretim elemanı tarafından yürütülmüş ve derslere Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfından (I. ve II. öğretim) toplam 88 öğrenci

katılmıştır. Genel olarak ders sırasında öğretim elemanı ile öğrenci arasında ve çoğunlukla da öğretim elemanından öğrenciye doğru olan etkileşimler gözlenmiştir. Ayrıca ders sırasında kullanılan materyaller de geleneksel öğretim yöntemlerinde kullanılan materyallerden (Tahta, tebeşir, defter, kalem...) farklı değildir. Bahsedilen bu etkileşimler Şekil 4.1’de verilen şemaya yansıtılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1 Sınıfiçi etkileşim şeması (Kocakulah [58]’tan uyarlanmıştır)

Öğretim elemanı dersi genel olarak sunuş yolu stratejisi ve düzenlatım yöntemini benimseyerek işlemektedir. Ders boyunca öğretim elemanının etkileşim aracı tebeşir ve tahta iken, öğrenciler de kalem ve defter kullanarak anlatılanları kendilerince not almaya çalışmaktadır.

Araştırma sırasında yapılan gözlemler sonucu elde edilen verilere göre tespit edilen öğretim sırasındaki aktiviteler, öğretim elemanı ve öğrenci etkinlikleri olarak iki açıdan ele alınarak aşağıda açıklanmıştır.

4.1.1 Öğretim Elemanı Etkinlikleri

Konunun anlatımı sırasında öğretmen merkezli bir öğretimin hakim olduğu gözlenmiştir. Gözlenen dersler sırasında öğretim elemanının temel davranış karakteristikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Öğretim elemanı anlattıklarından önemli olanları tahtaya yazmakta, duruma göre şekiller, şemalar, grafikler ve tablolar çizmektedir. Ayrıca; öğretim elemanı sürekli olarak sınıfta dolaşarak öğrencilerle göz iletişimi kurmakta ve onlara sık sık sorular sorarak dikkatlerini çekmeye ve derse katılımlarını sağlamaya çalışmaktadır.

Öğrencilerin derse ilgilerinin azalmaması için öğretim elemanı zaman zaman ses tonunda değişiklikler yapmaktadır. Bazı durumlarda ise öğretim elemanı

tarafından espriler, şakalar yapılmakta; ilginç hikayeler ve güncel olaylar anlatılmaktadır. Bazen de öğrencilerin dikkatlerini yeniden toplamak ve derse konsantre olmalarını sağlamak için öğretim elemanı tarafından uyarılar yapılmaktadır.

Dersin bazı bölümlerinde bilimsel çalışma ve düşünmenin önemi üzerinde durularak, öğrencilere bu konuda önerilerde bulunulmaktadır. Bilimsel çalışmalarda izlenen yollar ve buna ilişkin örnekler yeri geldiğinde açıklanmakta ve öğrencilere bazı çalışma yöntemleri önerilmektedir.

Dersin başlangıcında öğretim elemanı daha önceki derste neler yaptıkları konusunda kısa bir tekrar ve hatırlatma yapmaktadır. Bu etkinlik genellikle soru cevap şeklinde olmaktadır. Sorular çoğunlukla öğretim elemanı tarafından işaret edilen öğrenciye yöneltilmekte, yanıt gelmediği durumlarda istekli olan başka öğrencilere aynı soru sorulmaktadır. Dersin yaklaşık 5-10 dakikalık başlangıç kısmı böyle bir aktiviteye ayrıldıktan sonra yeni konuya geçiş yapılmaktadır.

Yeni konuya geçildiğinde öncelikle ilgili kavramların ne anlama geldiği açıklanmaktadır. Sonra da nedenleri açıklanarak örnekler verilmektedir. Olgulardan yola çıkılarak genellemelerin yapıldığı bir çok durum gözlenmiştir. Kavramlar ve olaylar arasında benzerlik ve farklılıklar üzerinde durulmaktadır.

Öğretim elemanı sürekli olarak önceki konulara atıfta bulunarak yatay ve dikey ilişkiler kurmaya çalışmaktadır. Bazı durumlarda hatırlatmalar yapılırken bazı durumlarda da yakın zamanda anlatılan bir konu ile ilgili öğrencilere sorular sorulmaktadır.

Derste anlatılan konularla ilgili günlük yaşamdan örnekler verilerek; değişik benzetmeler yapılarak; şekil, tablo ve grafikler çizilerek anlatılanlar somutlaştırılmaya çalışılmaktadır.

Bazı durumlarda geçmişte yaşanmış olaylar anlatılırken bazı durumlarda da bilimsel olayların ya da fikirlerin tarihsel gelişiminden bahsedilmektedir.

Bazı öğrencilerin dersin bazı bölümlerinde sordukları sorulara cevaplar verilmeyip, bir süre daha beklemeleri ve aradığı sorunun cevabının dersin ilerleyen dakikalarında verileceği belirtilmektedir. Bu etkinliğe göre; öğretim elemanı tarafından belirlenen içerik sıralamasının ana hatlarına uyulduğu söylenebilir.

Dersin özellikle orta bölümlerinde, değişebilen belirli zaman aralıklarıyla, ara özetlerin yapılarak diğer konulara geçiş yapıldığı görülmektedir. Daha önceden

öğretim elemanınca belirlenen alt bölümler bittiğinde, anlaşılmayan noktaların olup olmadığı sorularak dönüt ve düzeltmeler yapılmaktadır. Gerekli görüldüğünde karışık olan noktalar netleştirilmekte, anlatılanlar içerisinde benzerlik ve farklılıklara açıklık getirilmektedir. Önemli görülen ve karışık olduğu düşünülen noktalarda söylenenler bir iki defa tekrarlanarak olası hatalı öğrenmelerin önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca; öğrencilere önemli olduğu düşünülen bazı notlar yazdırılmakta, tahtaya yazılanların öğrenciler tarafından not edilmesi için bir süre beklenmekte ve tahtaya çizilen şekiller, tablolar, grafikler öğrencilerle birlikte yorumlanmaktadır.

4.1.2 Öğrenci Etkinlikleri

Öğrenciler 50 ve 60 kişilik sınıflarda, ikişer kişilik sıralarda oturmak suretiyle dersleri takip etmektedir. Öğrenciler önceki yıllarda bu dersi alanların tavsiyesine uyarak, derse devam edilmesi gerektiğini bilmektedir. Araştırmacı, hastalık gibi önemli sebepler olmadığı sürece öğrencilerin çoğunun derslere devam ettiklerini tespit etmiştir.

Öğrencilerin takip ettikleri bir kitap bulunmamaktadır. Bir kaç kaynak kitap tavsiye edilmiş ancak, bunlardaki konu sırası aynen takip edilmemektedir. Öğrencilerin ders boyunca genel olarak yaptıkları, anlatılanları pasif bir şekilde dinlemek ve deftere notlar almaktır. Ancak, bazı öğrenciler not almayıp sadece dersi dinlemeyi tercih etmektedir.

Öğrencilerin derse katılımının oldukça düşük olduğu dikkat çekmektedir. Zorunlu olmadıkça soru sormamakta ve sorulan sorulara cevap vermemektedir. Çok az sayıda öğrencinin anlaşılmayan yerleri sordukları, ilginç sorular yönelttikleri ve öğretim elemanı tarafından sorulan sorulara istekli olarak cevap verdikleri görülmektedir.

Ders sırasında bazı öğrencilerin ilgilerinin kısa sürede dağıldığı, dikkatli bir şekilde dersi dinlemedikleri ve bu öğrencilerin öğretim elemanı tarafından doğrudan veya dolaylı olarak uyarıldıkları göze çarpmaktadır.

4.1.3 Derslerin Genel Bir Değerlendirmesi

Gözlemler sırasında elde edilen veriler ışığında, iki derste (2X45 dk.) genel olarak yapılan öğretim elemanı ve öğrenci aktiviteleri ile bunlara ilişkin araştırmacının edindiği izlenimleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1 Öğretim sırasında önemli öğretim elemanı ve öğrenci etkinlikleri

ZAMAN ARALIĞI (Dk.)	ETKİNLİK		İZLENİMLER
	ÖĞRETİM ELEMANI	ÖĞRENCİ	
0-10	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Sınıfta dolaşma ☑ Öğrencileri derse hazırlama ☑ Espriler, şakalar yapma ☑ Soru sorma ☑ Hatırlatma, açıklama 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Kısa süreli uğultu yapma ☑ Derse hazırlanma ☑ Soruları cevaplama ☑ Dinleme 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Ön bilgiler yoklanıyor ☑ Eksik ve hatalı öğrenmeler düzeltiliyor ☑ Öğrencilerin ilgisi yüksek
10-30	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Yeni konuya geçiş yapma ☑ Kavramları tanımlama ☑ Tahtaya yazı yazma, şekiller, tablolar çizme ☑ İlişkiler kurma ☑ Soru-cevap ☑ Sınıfta dolaşma 		<ul style="list-style-type: none"> ☑ Öğretim elemanı aktif, öğrenci pasif ☑ Öğrencilerin ilgisi iyi durumda
30-50	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Konuyu detaylandırma ☑ Günlük yaşamdan örnekler verme ☑ Benzetmeler kullanma ☑ İlkeler koyma, genellemeler yapma ☑ Soru-cevap ☑ Tahtaya yazı yazma, şekiller, tablolar çizme ☑ Sınıfta dolaşma 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Dinleme ☑ Not alma ☑ Tahtaya yazılan ve çizilenleri deftere geçirme ☑ Anlaşılmayan yerleri sorma ☑ Soru sorma ☑ Sorulara cevap verme 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Öğrencilerin ilgisi azalmaya başlıyor. ☑ Bazı öğrenciler kendi aralarında konuşuyor ☑ Bazen uğultu yapılıyor
50-80	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Kısa özet yapma ☑ Soru-cevap ☑ Şakalar ve espriler yapma, ilginç olaylar anlatma. ☑ Yeni kavramları tanımlama, açıklama ☑ Tahtaya yazı yazma, şekiller, tablolar çizme ☑ Sınıfta dolaşma 		<ul style="list-style-type: none"> ☑ Öğrenciler sıkılıyor ☑ Öğretim elemanı dağılan ilgiyi toplamaya çalışıyor
80-90	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Dersin kısa özetini yapma ☑ Soru cevap ☑ Ödev verme ☑ Sonraki ders için yapılması gerekenleri söyleme. ☑ Sınıfta dolaşma 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Anlaşılmayan yerleri sorma ☑ Sorulara cevap verme ☑ Dinleme ☑ Not alma 	<ul style="list-style-type: none"> ☑ Öğrenciler ve öğretim elemanı yoruluyor

Tablo 4.1 incelendiğinde dersin ilk 10 dakikalık diliminde, öğretim elemanın daha önce işlenen konuyu/konuları sorular sorarak hatırlattığı, öğrencilerin ön

bilgilerini kontrol ettiği, varsa eksik ve hatalı kısımları açıkladığı görölmektedir. Bu aktivite daha sonra işlenecek olan konulara da bir geçiş olarak kullanılmaktadır. Öğrenciler dersin başında kısa süreli bir uğultudan sonra derse hazır hale gelmekte ve öğretim elemanının sorularını cevaplamakta veya konuşulanları dinlemektedir.

Dersin 10-30 dakikaları arasında ise, bir sonraki konuya geçiş yapılarak yeni kavramların tanımları yapılmaktadır. Bu bölümde öğrencilerin dikkatlerinin oldukça iyi durumda olduğu görölmektedir. İstekli bir şekilde dersi dinlerken not almaya ve tahtaya yazılanları defterlerine geçirmeye başlamaktadır. Öğretim elemanı, daha önceki konularla yeniler arasında ilişkiler kurmaktadır. Bu arada sınıfta dolaşarak bazı sorular sormakta ve öğrencilerden cevaplamalarını istemektedir.

Dersin 30. dakikasından sonra öğrencilerin ilgilerinde azalmanın olduğu göze çarpmaktadır. Bu aşamada öğretim elemanı konuyu derinleştirmektedir. Konuyla ilgili ilke ve genellemeleri ortaya koyarken değişik örnekler de vermektedir. Öğrenciler yine dersi dinleyerek not almaya devam etmektedir. Öğretim elemanı dersin her aşamasında olduğu gibi sınıfta dolaşarak öğrencilerin dikkatini toplamaya çalışmaktadır.

50-80 dakikalar arasında ise öğretim elemanı, sorular sorarak kısa bir özet yapmakta ve anlatılanlarla ilgili öğrencilerden dönütler almaktadır. Eğer başka bir konuya geçiş yapılmışsa, yeni kavramlar verilerek tanımlanmaktadır. Öğretim elemanı sınıfta dolaşmaya ve tahtayı kullanmaya, öğrenciler de konuşulanları dinleyerek notlar almaya devam etmektedir. Ancak öğrencilerin ilgisi azalarak dersten sıkılmaya başlamaktadır. Öğretim elemanı ise; bu durumun farkında olup, şakalar ve espriler yaparak, ilginç olaylar anlatarak öğrencilerin dikkatini tekrar toplamaya çalışmaktadır.

Dersin son 10 dakikasında öğretim elemanı o zamana kadar anlatılanlarla ilgili sorular sorarak konuyu toparlamaktadır. Varsa eksik ve hatalı noktaları düzeltmektedir. Öğrenciler anlayamadıkları noktaları sormakta ve öğretim elemanının sorularına cevaplar vermektedir. Dersin bu bölümünde hem öğretim elemanı hem de öğrenciler yorgun görünmektedir. Bazı durumlarda öğretim elemanı bir sonraki derste işlenecek konuyu söylerken, bazı durumlarda da öğrenciler için araştırmaları gereken konu/konular vermektedir. Bu sırada öğrenciler de eksik notlarını tamamlayarak dersten çıkmaya hazırlanmaktadır.

4.2 Kavramsal Anlama Testi

Kavramsal anlama testinde yer alan 6 soru sırasıyla ayrı ayrı aşağıda değerlendirilmiştir. Öncelikle soru ve sorunun amacı verilerek ardından öğrencilerin verdikleri cevapları gösteren tablo sunulmuştur. Son olarak da öğrencilerin her üç testte kavramsal anlama düzeylerini gösteren tablo ile görüşme verileri birleştirilerek yorumlar yapılmıştır.

4.2.1 1. soru: Proteinlerle İlgili Önermeler

1. Aşağıda verilen önermelerden proteinler için doğru **olanları ve olmayanları nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

I- Canlıda öncelikli olarak enerji kaynağıdırlar.

II- Canlılarda en az bulunan organik maddelerdir.

III- Hücre zarında reseptör molekül olarak da iş görürler.

Üç önermeden oluşan bu soru ile protein moleküllerinin bazı genel özellikleri ve önemli görevleri sorgulanmıştır. Her bir önermede farklı bir özellik ele alınarak aşağıda analiz bulguları sunulmuştur. I. önerme şu şekildedir;

I- Canlıda öncelikli olarak enerji kaynağıdırlar.

Önermenin Amacı: Bu önermede amaç; öğrencilerdeki proteinlerin neden enerji dönüşümlerinde son olarak kullanıldığına ilişkin fikirlerini öğrenebilmektir. Proteinlerin asıl görevinin enerji vermek olmadığını, zorunlu durumlarda ATP üretimi için kullanıldığını ve bunun diğer organik bileşiklerle ilişkisini öğrencilerin ne derece kavramsallaştırabildiklerini anlamak için böyle bir önerme bu soruda yer almıştır.

Bulgular: Canlının enerji dönüşümlerinde proteinleri hangi durumlarda kullanılabileceğinin sorgulandığı bu önermeye öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 4.2'de sunulmuştur. Tablo incelendiğinde, geciktirilmiş son teste doğru gidildikçe öğrencilerin bilimsel olarak doğru cevaplarının arttığı, buna karşılık yanlış

cevapların azaldığı görülmektedir. Bu duruma paralel olarak, bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevapların da yine geciktirilmiş son teste doğru artarak devam ettiği göze çarpmaktadır. Ayrıca son ve geciktirilmiş son testte bu önermeye cevap vermeyen öğrenci bulunmamaktadır.

Tablo 4.2 1. Sorunun I. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Protein öncelikli enerji kaynağı değildir.	A1	Canlılar enerji elde etmek için öncelik sırasına göre karbonhidratları, yağları ve proteinleri kullanırlar.	70.5	84.1	89.8
	A2	Canlıda öncelikli enerji kaynağı ATP'dir.		1.1	1.1
	A3	Yanlış açıklama Öncelikli enerji kaynağı karbonhidratlar, sonra proteinlerdir. En çok enerjiyi protein verir.		3.4	2.3
	A4		Canlıda öncelikli enerji kaynağı yağlardır.	4.5	3.4
	A5	En çok enerji verdiği halde en son enerji verici olarak protein kullanılır.	2.3		
	A6	Açıklama Yok	3.4		
	TOPLAM			80.7	92
B. Protein öncelikli enerji kaynağıdır	B1	Enerji kaynağı olarak canlılarda yağ, karbonhidrat ve protein kullanılır. Sanırım öncelikle proteinler kullanılır.	5.7		
	B2	Proteinlerin verdiği enerji yağlara göre daha azdır ama yıkılmaları kolaydır. Bu nedenle önceliklidir.			2.3
	B3	Çünkü sindirimi daha kolaydır.	4.5		
	B4	Enerji gerekli olunca yağlardan önce proteinler kullanılır.		2.3	
	B5	Canlıda öncelikli enerji kaynağı aminoasitleri içeren proteindir. Çünkü protein sindirim ile yıkıma uğradığında enerji açığa çıkar.	2.3		
	B6	Canlılarda önce proteinler yıkılır, fazlası da yağ olarak depo edilir			1.1
	B7	Enerji elde etme açısından proteinler diğerlerine göre daha avantajlıdır. Suda çözünür ve çözüldüğünde bol ATP sağlar.		3.4	
	B8	Açıklama Yok		2.3	2.3
TOPLAM			12.5	8	5.7
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	3.4		
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	3.4		
TOPLAM			6.8	-	-

Proteinlerin öncelikli olarak enerji elde etmede kullanılmadığını söyleyerek açıklama yapanlardan son testte %3.4'ü, geciktirilmiş son testte ise %2.3'ü "Öncelikli enerji kaynağı karbonhidratlar, sonra proteinlerdir. En çok enerjiyi protein verir" şeklinde açıklama yapmıştır. Bu açıklamanın ön testte öğrencilerin cevapları arasında yer almaması dikkat çekmektedir. Bu durumun tersine ön testteki öğrencilerin %2.3'ü "En çok enerji verdiği halde en son enerji verici olarak protein

kullanılır” şeklinde açıklama yaparken, son ve geciktirilmiş son testte böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır.

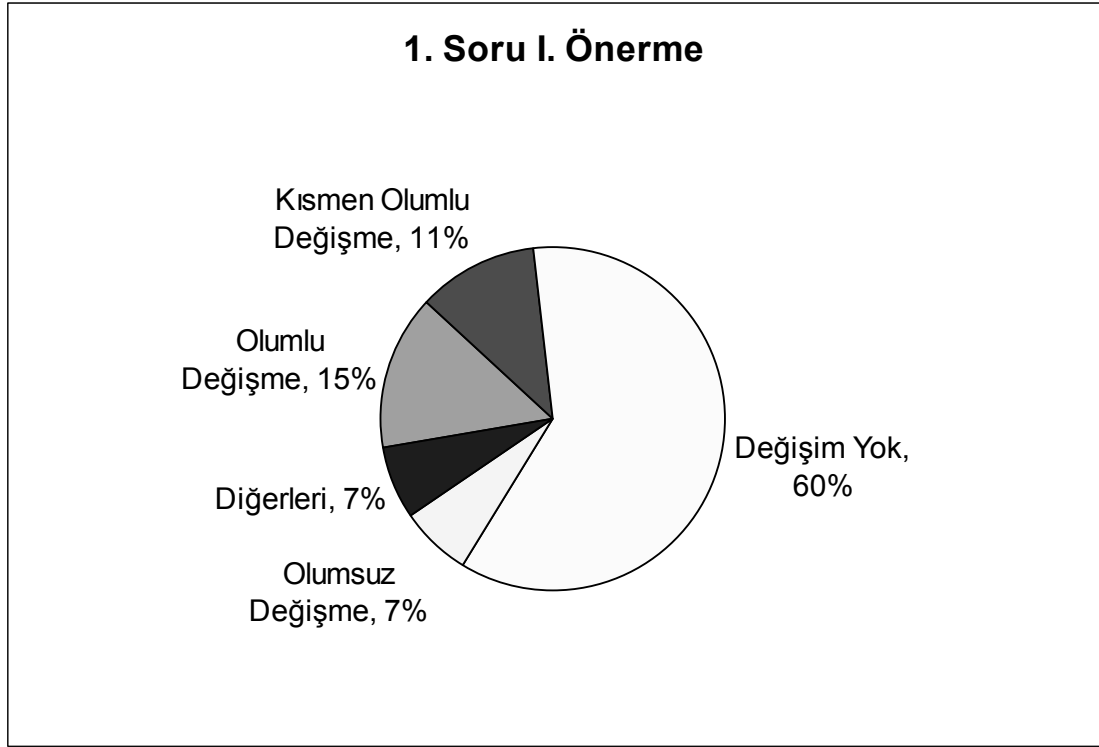
Ön testte giren öğrencilerden %2.3’ü “*Canlıda öncelikli enerji kaynağı aminoasitleri içeren proteindir. Çünkü protein sindirim ile yıkıma uğradığında enerji açığa çıkar*” şeklinde ilginç bir açıklama yaparken diğer testlerde böyle bir açıklama tespit edilmemiştir. B kategorisindeki başka bir ilginç açıklama da son testteki öğrencilerden (%3.4) “*Enerji elde etme açısından proteinler diğerlerine göre daha avantajlıdır. Suda çözünür ve çözüldüğünde bol ATP sağlar*” tarzında gelmiştir.

Öğrencilerin %3.4’ü önermeye ilişkin her hangi bir yanıt vermezken, yine aynı orandaki öğrenciler de bilmediğini veya hatırlamadığını söylemiştir. Ancak son ve geciktirilmiş son testte C kategorisinde hiçbir öğrenci yer almamıştır.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 1. sorusunun I. önermesine üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki genel değişim Şekil 4.2’de ve bu değişimlerin ayrıntıları ise Ek-E Tablo E.1’de verilmiştir.

Tablo ve grafiğe göre öğrencilerin önemli bir bölümünün (%60) bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamayı her üç testte de yaptıkları görülmektedir. Olumsuz değişme %7’de kalırken, olumlu ve kısmen olumlu değişmelerin de önemli bir oranda (%26) olması nedeni ile öğretimin belirli bir oranda başarılı olduğu söylenebilir. Ancak “*Enerji elde etme açısından proteinler diğerlerine göre daha avantajlıdır. Suda çözünür ve çözüldüğünde bol ATP sağlar*” gibi bazı hatalı öğrenmelerin öğretim sonucu meydana geldiği ve bazılarının da yok edilemediği göze çarpmaktadır.

Önerme ile ilgili veriler incelendiğinde öğrencilerin geciktirilmiş son teste doğru gidildikçe başarılarının da arttığı görülmektedir. Bu durum, yapılan öğretim sonucu kavramlar arasında gerekli bağlantıların kurularak kavramsal anlamının geliştirildiğini çağrıştırmaktadır. Bir anlamda yapılandırmacı öğrenme anlayışına göre önceki öğrenmeler ile sonrakiler arasında bağlantıların kurulması ile örneklem grubunda yapılan öğretim aktivitelerinin örtüştüğü söylenebilir. Ancak ne kadar iyi planlanmış ve iyi uygulanmış bir öğretim olsa da, yine de hatalı öğrenmelerin meydana gelebileceği unutulmamalıdır.



Şekil 4.2 1. sorunun I. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Kavramsal anlama testine öğrencilerin verdikleri cevaplar doğrulamak ve daha ayrıntılı bilgiler elde etmek amacıyla son testin arkasından yapılan görüşmelerde sadece bir öğrenci bu önerme ile ilgili küçük bir açıklama yapmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerin testteki cevaplarında kayda değer ilginç açıklamalara rastlanmadığından bu önerme ile ilgili sorular sorulmamıştır.

53 numaralı öğrenci kavramsal anlama testinde “*Öncelikli enerji kaynağı karbonhidratlar, sonra proteinlerdir. En çok enerjiyi protein verir*” tarzında bir açıklama yaparken, görüşme sırasında aşağıda verilen diyalogda görüldüğü gibi farklı bir açıklama yapmıştır.

G:Protein nedir? Ne gibi görevleri vardır?

Ö:Canlının temel yapı birimidir. Aminoasitlerden oluşur. En son enerji kaynağıdır.

Öğrenciler karbonhidrat, yağ ve proteinlerin enerji elde etmede nasıl kullanıldıkları ile ilgili bazı hatalar yapmışlardır. Ancak bu hatalar yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi kavram yanılgısı denilebilecek düzeyde değildir. Çok defa

en fazla enerji verme sıralaması ile öncelikli enerji verme sıralamasında karışmalar görülmektedir. Mesela; “*Canlıda öncelikli enerji kaynağı yağlardır*” açıklaması böyle bir karışıklığın sonucu meydana gelmiş olabilir.

Yukarıda bahsedilen durumun bir benzeri de “*En çok enerji verdiği halde en son enerji verici olarak protein kullanılır*” açıklamasında karşımıza çıkmaktadır. Yağların en çok enerji verdiği halde ikincil enerji verici olarak kullanılmaları ile proteinlerin en son enerji verici olarak kullanılmaları karışmış olabilir. Ders gözlemleri sırasında öğretim elemanı bu noktaları çok dikkatli bir şekilde açıklamış olmasına rağmen, yine de öğrencilerin zihinlerinde hatalı öğrenmelerin kaldığı görülmektedir. Bu durumla ilgili daha ayrıntılı yorumlar bir sonraki önermede yapılacağından, şimdilik bu kadar bir açıklamanın yeterli olduğu düşünülmektedir.

Testin 1. sorusunun II. önermesi aşağıdaki gibidir;

II- Canlılarda en az bulunan organik maddelerdir.

Önermenin Amacı: Bu önerme ile öğrencilerin canlılarda proteinlerin öncelikli görevleri ile ilgili fikirleri araştırılmıştır. Proteinlerin en önemli görevlerinin yapıya katılmak olduğu ve genellikle canlılarda en fazla bulunan organik maddelerin olduğunu öğrencilerin ifade etmeleri beklenmiştir. Ayrıca bu ifadelerini gerekçeleri ile de desteklemeleri istenmiştir. Mesela; hücre zarında, enzimlerde, hormonlarda, antijenlerde, antikorlarda, kanda, ribozomda... vs proteinlerin bulunduğunu belirterek önermenin yanlış olduğuna dair öğrencilerin açıklama yapmaları öğrencilerin kavramsal anlamayı gerçekleştirebildiğine yönelik bir bulgu olacaktır.

Bulgular: Kavramsal anlama testinin 1. sorusunun II. önermesi ile elde edilen bulgular Tablo 4.3’te verilmiştir. Tabloda ilk göze çarpanlardan birisi, bilimsel olarak kabul edilebilir doğru cevapların geciktirilmiş son teste düşüş olmasına rağmen, A1 kategorisindeki en doğru cevapların geciktirilmiş son teste en yüksek olduğudur. Yani nicelik olarak küçük bir düşüş olmasına karşın, nitelik olarak önemli bir artışın olduğu söylenebilir. Tabloda gözlenen ilginç bir sonuç da, geciktirilmiş son teste doğru gidildikçe bilimsel olarak kabul edilemez cevapların hem nitelik hem de nicelik yönüyle artmış olmasıdır. Ayrıca geciktirilmiş son teste doğru gidildikçe öğrencilerin cevap verme oranlarında artış olduğu da görülmektedir.

Tablo 4.3 1. Sorunun II. önermesinin kategori tablosu

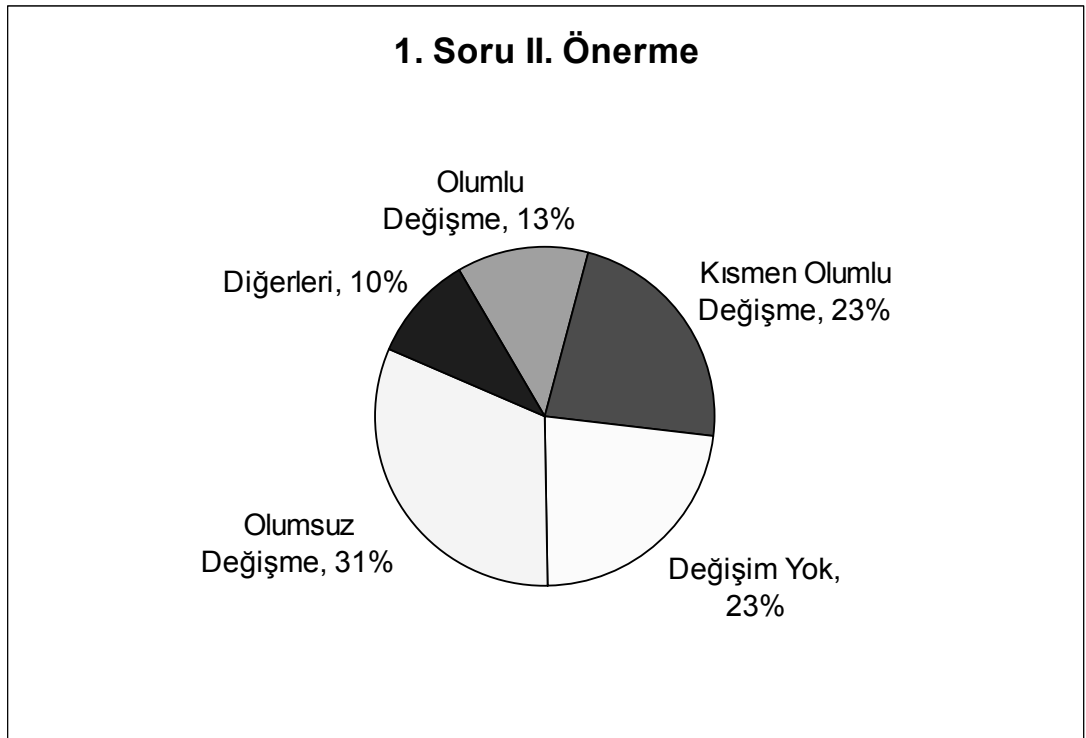
Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. Proteinler, canlıda en az bulunan organik madde değildir.	A1	Canlının yapısını oluşturan ve canlıya şekil veren organik maddeler proteinlerdir.	34.1	43.2	50	
	A2	En az vitamin ve karbonhidratlar bulunur.		3.4	1.1	
	A3	Yanlış açıklama	Proteinler canlılık faaliyetlerinin hepsinde yer aldığı için en az bulunmaz.	2.3		
	A4		Proteinler canlıda protein olarak değil başka maddelere dönüştürülerek depo edilir.	1.1		
	A5		Canlıda en az bulunan organik madde karbonhidratlardır. Çünkü depo edilmez, fazlası yağa dönüştürülür.	2.3		2.3
	A6		Proteinler 2. sırada enerji verici olduğu için az bulunamaz, çok çeşitlidir.	3.4		
	A7		Canlının DNA ve RNA'sı bile proteinlerden oluştuğu için az bulunamazlar. Hormonlar protein yapıdadır.	6.8	3.4	2.3
	A8		Canlıda en az yağlar bulunur.			2.3
	A9		Açıklama Yok	18.2	15.9	9.1
TOPLAM			68.2	65.9	67	
B. Proteinler, canlıda en az bulunan organik maddedir.	B1	Proteinler depo edilmez ve günlük olarak alınmalıdır. Temel aminoasitleri de dışarıdan alırız.		2.3	3.4	
	B2	En son enerji kaynağı olduğu için canlıda en az bulunan organik madde proteindir.	10.2		8	
	B3	Proteinler, dışarıdan alınır ve protein olarak değil, yağ olarak depo edilirler.		5.7	1.1	
	B4	En çok yağ, sonra karbonhidrat en az da protein bulunur. Çünkü protein düzenleyicidir. Çok etkin görevleri vardır.	1.1	5.7	3.4	
	B5	Bütün maddelerin yapıtaşısı protein olduğu için en az bulunurlar.	1.1			
	B6	Açıklama Yok	1.1	6.8	6.8	
TOPLAM			13.6	20.5	22.7	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	14.8	5.7	4.5	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	3.4	8	5.7	
TOPLAM			18.2	13.7	10.2	

Tablonun bilimsel olarak kabul edilebilir kategorisinde öğrencilerin %3.4'ü ön testte “*Proteinler 2. sırada enerji verici olduğu için az bulunamaz, çok çeşitlidir*” şeklinde bir açıklama yapmış ancak diğer testlerde böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır. Yine aynı kategoride “*Canlının DNA ve RNA'sı bile proteinlerden oluştuğu için az bulunamazlar. Hormonlar protein yapıdadır*” açıklamasını öğrenciler ön testte %6.8, son testte %3.4 ve geciktirilmiş son testte %2.3 oranında yapmıştır. Bu kategoride açıklama yapmayan öğrencilerin oranı ise sırasıyla %18.2, %13.7, %10.2'dir.

B kategorisindeki öğrencilerden %10.2'si ön testte ve %8'i geciktirilmiş son testte “En son enerji kaynağı olduğu için canlıda en az bulunan organik madde proteindir” şeklinde bir açıklama yaparken, son testte böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır. Proteinlerin düzenleyicilik görevini düşünerek “En çok yağ, sonra karbonhidrat en az da protein bulunur. Çünkü protein düzenleyicidir. Çok etkin görevleri vardır” şeklinde açıklama yapan öğrencilerin ön testteki oranı %1.1, son testteki oranı %5.7 ve geciktirilmiş son testteki oranı da %3.4 olarak tespit edilmiştir.

Bu önermeye ilişkin cevap vermeyenlerin oranı sırasıyla %14.8, %5.7 ve %4.5 olarak belirlenirken, bilmediğini/hatırlamadığını söyleyenlerin oranları ise %3.4, %8, %5.7'dir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Testin bu önermesi ile ilgili öğrencilerdeki kavramsal değişim tiplerini gösteren grafik Şekil 4.3'te ve kavramsal değişimler Ek-E Tablo E.2'de ve verilmiştir.



Şekil 4.3 1. sorunun II. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Yukarıda verilen grafik incelendiğinde olumlu ve olumsuz değişmelerin birbirlerine yakın oranlarda gerçekleştiği görülmektedir (%36, %31). Bu sonuç,

yapılan öğretimle elde edilen kavramsal anlama başarısının düşük olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca; öğretim sonucu bazı hatalı öğrenmelerin ortadan kalkmasına karşın, “*En çok yağ, sonra karbonhidrat en az da protein bulunur. Çünkü protein düzenleyicidir. Çok etkin görevleri vardır*” gibi çok sayıda öğrencide hatalı öğrenmelerin meydana geldiği de görülmektedir. Bu anlamda bahsedilen önerme ile ilgili olan kavramların üzerinde tekrar durularak öğretim sırasında gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu düzenlemelerle ilgili öneriler hem bu bölümde hem de son bölümde belirtilecektir.

Proteinlerin yapısal rollerinin olduğunu söyleyen birçok öğrenci, yapılan görüşmeler sırasında ilginç açıklamalarda bulunmuştur. Proteinlerin yapıya katılmalarını daha da genişleterek birçok hücrenel yapıda olduğunu da iddia etmişlerdir. Aşağıda bu diyaloglar verilmektedir.

Kavramsal anlama testinin bu önermesine verilen cevaplar arasında en ilginç olan “*Canlının DNA ve RNA’sı bile proteinlerden oluştuğu için az bulunamazlar. Hormonlar protein yapıdadır*” açıklaması için görüşmeler sırasında şu diyaloglar yaşanmıştır;

G:DNA ve RNA’nın yapısında protein var mıdır?

Ö:Vardır (39, 52, 46,61, 53, 67, 69, 66, 41, 51, 54, 45)

Ö:RNA’da kesinlikle vardır da. rRNA’dan dolayı vardır. DNA’nın yapısını düşündüğümüzde protein, şeker ve bazdan oluşuyor. Dikkatimi çekmedi hiç. DNA için emin değilim ama RNA’da kesinlikle var. (39)

Ö:RNA’nın yapısında protein vardır. Bunu rRNA’dan hatırlıyorum. rRNA’ların küçük ve büyük alt birimini proteinler sarmıştı. Bu nedenle aminoasitlerden oluşur. Ama eeeee.. vardır. Diğer RNA’ların yapısında protein yoktur. DNA’nın yapısında..... eeee bilmiyorum. (67)

Ö:RNA, ribozomal RNA olduğu için protein sentezi yapıyor. RNA’nın yapısında protein vardır. DNA kalıtsal bilgiyi taşıyor yoktur. (51)

Yukarıda geçen diyaloglara göre proteinlerin canlının yapıtaşısı olması düşünülerek öğrencilerin kavram yanlışlarına düştükleri söylenebilir. rRNA’nın ribozomun yapısına katılması ile RNA’nın protein yapıda olduğu düşünülmüş olabilir. Görüşme yapılan bu öğrencilerden sadece 52 ve 54 numaralı olanlar DNA

ve RNA'nın yapısında protein olduğunu kavramsal anlama testinde iddia etmişlerdir. Elde edilen bu bulgulara göre öğrencilerin bir çoğunda DNA ve RNA'nın yapısını tam olarak bilemedikleri ve bazı çağrışımlarla kavram yanılgılarına düştükleri söylenebilir. Ayrıca ribozomun yapısına proteinin girmesi ile rRNA'nın yapısında protein olamayacağı da çok açık bir şekilde öğrencilere söylenmelidir.

Görüşmelerde aynı soruya öğrenciler şunları da söylemiştir;

Ö:Vardır..... (tereddütlü, düşünüyor). Toparlayamadım. DNA'da iplikler vardı. İplikler proteindi. Mesela aktin, miyozin iplikti. Bence sarmal ip proteindir. O ip kesin proteindir. İpin yapısında protein var. İği iplikleri de protein yapıdadır. (41)

Ö:DNA çift zincirli. Tamamlayıcı ve anlamlı zinciri var. Anlamlı zincirde kod bilgileri var. A-T,G-S eşleşmesi var. DNA'nın kod bilgisine göre mRNA sentezleniyor. Bu mRNA da kendine uygun tRNA'ları buluyor. tRNA'nın taşıdığı aminoasitler birleşerek protein sentezleniyor. (52)

Ö:RNA'da var (tereddütlü). DNA'da da var sanırım. Ben şeyden hatırlıyorum. mRNA'da başlangıç, bitiş kodunu var ya. Onlar aminoasit tanımlıyordu. Bazıları aminoasit tanımlamıyordu. Tanımladığına göre yapılarında aminoasit vardır diye düşünüyorum. Bitiş kodonları tanımlamıyor da. Bundan dolayı RNA'da vardır dedim. DNA'da bilmiyorum. (61)

Ö:Nükleoprotein yapıdadır. DNA'nın etrafında protein kılıf vardır. Azotlu organik bazda aminoasit olabilir. Baz ile amin grubu arasında ilişki olduğundan. (69)

Ö:Vardır. Bazlardan dolayıdır. A,T,S,G'den dolayı. Deoksiriboz zaten şeker. Nükleotidin yapısında protein olması gerekir. (66)

Ö:DNA'nın ve RNA'nın yapısında protein var mıdır? Biraz önce söylediğim şeye geliyor. Nükleotidlerden oluşmuştur... nükleotidler neyden oluşmuştur. Evet vardır. Acaba adenin, guanin protein mi acaba. Tam olarak girmiyordu DNA'nın yapısına. DNA çift iplikten oluşuyordu. Adenin karşısında timin geliyordu. Ama onların yapısı protein miydi? Öyleydi her halde. (45)

Verilen diyaloglara göre 41 numaralı öğrenci, aktin, miyozin ve iğ iplikleri ile DNA ipliklerini özdeşleştirerek nükleik asitlerin de protein yapıda olduğunu iddia etmiştir. 52 ve 61 numaralı öğrenciler ise; DNA ve RNA'ların protein sentezinde rol almaları ile protein yapıda olabileceklerini düşünerek görüşmedeki açıklamaları yapmış olabilir. 69, 66 ve 45 numaralı öğrenciler de aminoasitin yapısında azot olması ile nükleotidin yapısında azot bulunması arasında bir ilişki kurarak böyle bir açıklama yapmış olabilir. Kavramsal anlama testi ve görüşmelerden elde edilen öğrencilerin açıklamalarına göre; yukarıda belirtilen noktalara öğretim sırasında dikkat edilmeli ve konu bütünlüğü yakalanmalıdır. Öncekiler ile sonrakiler iyi belirlenmeli ve aralarındaki ilişkiler çok iyi kurulmalıdır.

Görüşmeler sırasında proteinlerin yapıya katılması ile ilgili bazı sorular sorularak öğrencilerin bu kavrama ilişkin fikirleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aşağıdaki diyaloglarda bu kavramın değişik yönleri sırasıyla ele alınmıştır.

Öncelikle öğrencilerin kavramsal anlamayı gerçekleştirdiklerini ve öğretim sırasında anlatılanları kavrayabildiklerini gösteren 67 numaralı öğrenciyle yapılan diyalog örnek olarak aşağıda verilmiştir;

G: Aldığımız proteini aynen olduğu gibi kullanabilir miyiz? Neden?

Ö: Kendi DNA'mıza göre düzenleme yapmamız gerekiyor. Aminoasit olursa hiçbir işlem yapmıyoruz. Bizim biz olabilmemiz için bizim kendi DNA'mız kontrolünde işlememiz gerekir. (67)

Yukarıdaki diyalogda öğrenci (67), dışarıdan alınan proteinlerin rastgele bir şekilde canlının yapısına katılmadığını ve kişiye özgü bir şekilde aminoasitlerin yeniden sıralandığını söylemiştir. Yapısal anlamda canlının karakterlerini belli eden faktörün proteinler olduğunu ve bunların da DNA'daki şifrelere göre dizildiğini kaydetmişlerdir. Görüşme yapılan öğrencilerin %55'i de benzer açıklamalar yapmışlardır.

Yukarıda geçen diyaloglardan anlaşılan başka bir sonuç da, öğrencilerin öğretim sırasında bahsedilen örneklerle kavramları bütünleştirebildikleri olmuştur. Öğretim elemanının konuların işlenmesi sırasındaki aktivitelerinin, öğrencilerin kavramları anlamalarına önemli bir katkı sağladığı söylenebilir.

Aşağıda 40 numaralı öğrenci ile yapılan görüşme metninden bir bölüm verilmiştir.

G:Aldığımız proteini aynen olduğu gibi kullanabilir misiniz? Neden?

Ö:Hayır. Aldığımız proteinleri bizdeki proteinlere uyarlayıp kullanırız.

G:Vücudumuzdaki proteinlerin aynısı olsun mu deriz?

Ö:Evet.

G:O zaman bütün vücudumuzdaki proteinler birbirinin aynısı mı?

Ö:Hayır. İhtiyaç olan yerdeki protein yapısına uygun yapılıdır. Vücuttaki proteinler farklıdır.

G:Diyelim ki bir hücre veya doku kendine uygun protein sentezleyecek. Bunu nereden biliyor?

Ö:DNA şifresine göre olur.

Buradaki diyaloga göre, öncelikle öğrenci aminoasitlerin diziliş mekanizmasını söylemeden, alınan proteinlerin daha önce varolanlara uydurulacağını iddia etmiştir. Proteinlerin bulunduğu yere göre farklılık gösterdiğini ve sonradan gelen proteinlerin de öncekilere uygun olması gerektiğini söylemiştir. Son aşamada ise, asıl belirleyici unsurun DNA şifresi olduğuna değinmiştir. Öğretim sırasında proteinlerin farklılığı ve işlevleri üzerinde durulmasına rağmen, öğrencilerin bazılarında böyle ilişkilendirmelerin olabildiğini söylemek mümkündür.

Biraz önce bahsedilen örneklerin yanında öğrencilerin bazı noktaları eksik ve hatalı öğrendikleri de tespit edilmiştir. 61 numaralı öğrenci ile aşağıdaki gibi bir diyalog geçmiştir.

G:Aldığımız proteini aynen olduğu gibi kullanabilir miyiz? Neden?

Ö:(düşünüyor). Onları öyle kullanmıyoruz diye biliyorum ama...

G:O zaman şöyle bir örnek vereyim. Diyelim ki bir amip. Yanında bir protein var. Proteini fagositozla alıyor. İki yol takip edebilir. Birincisi bu proteini parçalayabilir, daha sonra tekrar sentezler. İkincisi de aynen bu kullanabilir. Hangisini tercih eder ve neden?

Ö:Birincisi gibi geliyor.

G:Bu şekilde yaparsa hücre için bir kayıp olmaz mı? Önce sindirecek daha sonra da tekrar birleştirecek.

Ö:İkincisi de olabilir.

G:O zaman bu protein kendi proteinleri ile uyumsuzluk göstermez mi?

Ö:Ona göre protein alır.

G:Rastgele bir protein aldı.

Ö:O zaman onu sindirir ve tekrar birleştirir kendine göre.

G:Kendine göre ne demek?

Ö:Yani., iç..., kendisinde olan aminoasite göre. Proteinlere göre

G:Kendisindeki proteinlere göre mi uygun olur?

Ö:Evet. Dışarıdan gelen protein kendine uyarsa kullanır, uymazsa parçalar tekrar protein sentezi yapar.

Bu diyalogdan anlaşılacağı üzere, öğrenci aklında ezbere kalan ifadeleri kullanmıştır. Alınan proteinlerin sindirilip tekrar sentezlendiğini biliyor ama nedeni konusunda tam doğru bir açıklama yapamamıştır. Genel olarak alınan proteinlerin tekrar sentezlendiğini ancak bazı durumlarda da hiçbir işleme tabi tutulmadan doğrudan kullanılabilirdiğinden çelişkili bir şekilde bahsetmiştir.

Başka bir öğrenci (45) de aynı konuyla ilgili sorulara çelişkili cevaplar vermiştir. Görüşmede şu konuşmalar geçmiştir;

G:Aldığımız proteini aynen olduğu gibi kullanabilir miyiz? Neden?

Ö:Hayır. Onlar sindiriliyor. Monomerlerine parçalanıyor. Öyle kullanılıyor.

G:Diyelim ki bir amip düşün. Hücrenin dışında protein molekülü var. Yapısına katılabilecek bir protein. Alıyor onu hücrenin içerisine. Burada 2 yol takip edebilir. Birincisi aynen o proteini kullanabilir. İkincisi de önce parçalar sonra tekrar protein sentezinde kullanır. Sence hangisini tercih eder. Neden?

Ö:Lizozom sonuçta parçalayıcı bir organel değil miydi. Lizozom parçalamıyor mu proteinleri. Proteinleri nasıl kullanacak ki. Acaba direkt mi vücudun yapısına katılıyor.

G:Şöyle düşünelim. Eğer proteini parçalayıp tekrar yapıyorsa, o zaman bir enerji kaybı olur mu?

Ö:Evet.

G:Proteini alıp doğrudan kullanması daha mantıklı değil mi?

Ö:Vücut için gerekli proteine mi çeviriyor acaba. Yoksa protein içerisindeki bir şeylerden mi faydalaniyor. Bilemiyorum.

G:Peki vücuda uygun hale çeviriyor dedin. Neden böyle bir şey yapıyor. Dışarıdan alınan bir şey bize uygun değil midir?

Ö:(Düşünme) Ne bileyim ben. Kendine göre parçalıyor.

G:Ya da şöyle düşün. Dışarıdan mesela bir inekten proteini getirip kas diye yapıştırsak ne olur? O protein orada işlev görse...

Ö:Yok olmaz öyle bir şey. O nedenle parçalıyor her halde. Vücut kendine özgü hale getiriyor (Gülme).

G:Dışarıdan alınan protein vücuda uygun değil mi?

Ö:Uygundur da. Ne bileyim. Sonuçta onu parçalar. Ama niye parçalar. Bilmiyorum

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencinin çoğunlukla çelişkili cevaplar verdiği ve söylediklerinden de emin olmadığı göze çarpmaktadır. Derste bahsedilen örneklerle ilgili de herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Birçok öğrencide görüldüğü gibi, 45 numaralı öğrencinin de konular ve kavramlar arasında gerekli bağlantıları kuramadığı söylenebilir. Proteinlerin yapısı ve işlevi, protein sentezi, hücre biyolojisi ve sindirim gibi konular arasında gerekli bağlantılar kurulamadığı için kavramsal anlamada eksik ve hatalı kısımların kaldığı söylenebilir.

Kavramsal anlama testinin II. önermesi ile ilgili genel bir değerlendirme yapılacak olursa, öğrencilerin önemli bir kısmı proteinlerin enerji elde etmek için son sırada kullanıldığını ve öncelikle yapı maddesi olduğunu kavradıkları söylenebilir. Ancak azda olsa bazı öğrencilerde eksik ve hatalı öğrenmelerin görüldüğü tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde DNA ve RNA'nın yapısına proteinlerin girmesi ve dışarıdan alınan proteinlerin DNA'daki şifrelere göre tekrar dizilmesi ile ilgili olanların önemli olduğu söylenebilir.

Bu önermeye ilişkin öğrencilerin verdikleri “*En son enerji kaynağı olduğu için canlıda en az bulunan organik madde proteindir*” açıklaması hatalı veri kullanımı sonucu ortaya çıkmış olabilir. Ön ve geciktirilmiş son testte bu açıklamayı yapan öğrenciler son testte aynı açıklamayı yapmadıkları için görüşmeler sırasında

bahsedilen ifade ile ilgili sorular sorulmamıştır. Bu nedenle öğrencilerin fikirleri ile ilgili daha detaylı veriler sunulamamıştır. Ancak bazı tahminlerde bulunmak mümkündür.

Proteinlerin görevlerinden bahsedilirken, en son enerji kaynağı oldukları belirtilmiştir. Bunun yanı sıra diğer görevleri de belirtilmiş, muhtemelen öğrenci bunlara çok dikkat etmemiş olabilir. Verilen önerme ile ilgili öğrencilerden bir açıklama istendiğinde, muhtemelen enerji kaynağı olarak son sırada kullanılmaları ile bir bağlantı kurarak az miktarda olmaları gerektiğini söylemiş olabilir. Öğretim sırasında öğrencinin dağılan dikkati sonucu, proteinlerin yapısal rolleri çok iyi anlaşılammış olabilir. Bu nedenle de bahsedilen hatalı öğrenme gerçekleşmiş olabilir.

Önerme ile ilgili önceki sayfalarda verilen tablolar incelendiğinde, biraz önce bahsedilen hatalı öğrenmenin son testte olmadığı, geciktirilmiş son testte iki öğrencide tekrar ortaya çıktığı görülmektedir. Öğretimden hemen sonra tespit edilemeyen bilimsel olarak kabul edilemez fikirlerin geciktirilmiş son testte tekrar ortaya çıkması öğrencilerin ezber yapması ile açıklanabilir. Öğrenildiği zannedilen bilgilerin kısa bir süre zihinde tutulduktan sonra unutulması, bir süre sonra yanlış yorumlara neden olabilmektedir.

Aynı önerme ile ilgili olarak öğrencilerin cevaplarında “*En çok yağ, sonra karbonhidrat en az da protein bulunur. Çünkü protein düzenleyicidir. Çok etkin görevleri vardır*” şeklinde açıklamalar tespit edilmiştir. Bu açıklamanın öğrencilerin organik ve inorganik madde, canlıların temel bileşenleri, proteinlerin görevleri ile ilgili eksik ve yanlış fikirlere dayalı olduğu söylenebilir. Muhtemelen bu açıklamayı yapan öğrenciler vitaminlerin organik madde olduğunu bilmiyor veya o anda zihinlerine getirmiyor olabilir. Eğer karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve vitaminlerle ilgili öğrencilerin fikirleri yeterli düzeyde olsa idi, adı geçen hatalı açıklama olmayabilirdi. Ayrıca; proteinlerin düzenleme görevlerinin yanında diğer görevleri de öğrenciler tarafından düşünülseydi, yukarıdaki bilimsel olarak kabul edilemez açıklamadan bahsedilmeyebilirdi. Öğrencilerin konular ve kavramlar arasındaki ilişkileri yeterli düzeyde kuramamaları ile böyle fikirlerin ortaya çıkması mümkündür.

Testin 1. sorusunun III. önermesi aşağıdaki gibidir;

III- Hücre zarında reseptör molekül olarak da iş görürler.

Önermenin Amacı: Bu önermenin amacı; hücre zarının dış ortam ile bağlantısının kurulmasında protein moleküllerinin nasıl bir rolünün olduğunu ölçmeye yöneliktir. Öğrencilerden, hücrenin etrafında olup bitenlerden haberdar olması gerektiğini düşünerek zardaki reseptör proteinlerin, özellikle de glikoproteinlerin, böyle bir görev yaptığını ifade etmesi beklenmiştir.

Bulgular: Bu önermeden elde edilen bulgular Tablo 4.4'te verilmiştir. Tam doğru cevap oranı en fazla ön testte olmasına rağmen genel toplamda geciktirilmiş son testte başarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca önermenin doğru şeklini belirtenlerden ön testte öğrencilerin %5.6'sı, son ve geciktirilmiş son testte de %2.3'ü yanlış açıklama yapmıştır. Önermenin yanlış şeklini belirterek açıklama yapan öğrencilerin oranı ön testte %2.3, son testte ise %1.1 olmuştur.

Tablo 4.4 1. Sorunun III. önermesinin kategori tablosu

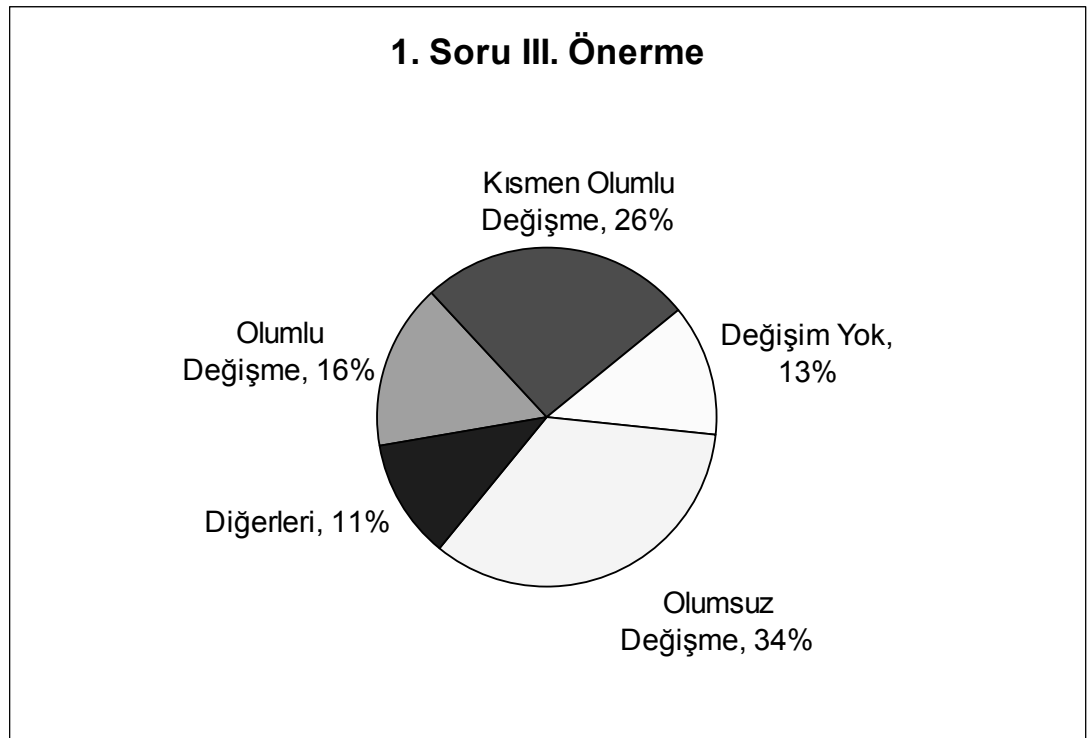
Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. Proteinler. hücre zarında reseptör molekül olarak iş görür.	A1	Bunlar genellikle glikoproteinlerdir.	29.5	22.7	21.6	
	A2	Bir hücreli canlılarda ve bazı bitkilerde proteinler reseptör olarak görev yapar.	28.4	20.5	13.6	
	A3	Bazı maddelerin hücre içine alınmasında reseptör görevi görürler.	3.4	15.9	38.6	
	A4	Proteinler, lipitlerle birlikte hücre zarında düzenleyicidir.		2.3		
	A5	Yanlış açıklama	Hücre zarında tanyıcı olarak görev yaparlar. Enzimler hücre zarında reseptör görevi yaptığı için proteinler de burada bulunur.			1.1
	A6		Hücre zarındaki protein enerji kaynağı olduğu için, etkiye tepki ile karşılık vermek isteyecektir.	1.1		
	A7		Çok hücreli canlılarda sinir sistemi yerine tek hücrelilerde hücre zarındaki proteinler görev yapar.	3.4	2.3	
	A8		Proteinlerin yapısında DNA molekülü bulunur. Bunun sayesinde reseptör molekül olarak iş görürler.	1.1		
	A9		Proteinler suda çözünmedikleri için reseptör molekül olarak iş görürler.			1.1
	A10	Açıklama Yok	17	33	23.9	
TOPLAM			84.1	96.6	100	
B. Proteinlerin, reseptör molekül olarak görevi yoktur.	B1	Hücre zarında protein vardır. Reseptör olarak görev yaptığını bilmiyorum. Ama tRNA'nın yapısında protein vardır. Buradan hücreye gelen bilgileri de alarak iletebildiğini söyleyebiliriz.	2.3	1.1		
TOPLAM			2.3	1.1	-	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	9.1	1.1		
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	4.5	1.1		
TOPLAM			13.6	2.3	-	

Proteinlerin hücre zarında reseptör molekül olarak iş gördüğünü belirttiikten sonra “*Bunlar genellikle glikoproteinlerdir*” şeklinde açıklama yapanlar tam doğru açıklama kategorisine alınmış ve bunların oranı ön testte %29.5, son testte %22.7 ve geciktirilmiş son testte %21.6 olarak belirlenmiştir. “*Bazı maddelerin hücre içine alınmasında reseptör görevi görürler*” tarzında açıklama yapanların oranı ise sırasıyla %3.4, %15.9 ve %38.6 olarak gerçekleşmiştir. Bu kategoride yanlış açıklama yapanlar içerisinde “*Çok hücreli canlılarda sinir sistemi yerine tek hücrelilerde hücre zarındaki proteinler görev yapar*” şeklindeki ifade ön testte öğrencilerin %3.4’ünde ve son testte %2.3’ünde tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra öğrencilerin %17’si ön testte, %33’ü son testte ve %23.9’u geciktirilmiş son test açıklama yapmamıştır.

B kategorisinde ise “Hücre zarında protein vardır. Reseptör olarak görev yaptığını bilmiyorum. Ama tRNA’nın yapısında protein vardır. Buradan hücreye gelen bilgileri de alarak iletebildiğini söyleyebiliriz” şeklinde bir açıklama ön testte öğrencilerin %2.3’ünde ve son test %1.1’inde belirlenmiştir. Bunun haricinde bilimsel olarak kabul edilemez bir açıklamaya rastlanmamıştır.

Son olarak da C kategorisinde ön testte %13.6 ve son testte de %2.3 oranında öğrenci soruya cevap vermemiş ya da bilmediklerini ifade etmişlerdir. Geciktirilmiş son testte ise bu kategoriye giren öğrenci bulunmamaktadır.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Öğrencilerde bu önerme ile ilgili meydana gelen kavramsal değişimlerin tiplerini gösteren grafik Şekil 4.4’te sunulmuştur. Ayrıca daha ayrıntılı kavramsal değişimler Ek-E Tablo E.3’te verilmiştir.



Şekil 4.4 1. sorunun III. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Bu önerme ile ilgili verilen tablolar ve grafik incelendiğinde yapılan öğretimle önemli oranda hatalı öğrenmelerin ortadan kaldırıldığı görülmektedir. Öğretim öncesinde %7.9 olan bilimsel olarak kabul edilemez açıklamaların, geciktirilmiş son testte %2.2 oranına gerilediği göze çarpmaktadır. Öğretimden

hemen sonra elde edilen bulgulara göre öğretimden altı ay sonra elde edilen bulguların daha iyi olması, konular arasında bağlantıların kurulduğunu gösteren bir kanıttır. Yani; canlıların temel bileşenleri ünitesinden sonra gelen hücre biyolojisi ve diğer konularda geçen kavramların anlaşılması ile soruda geçen kavramların anlaşılması arasında önemli bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Öğretim elemanı da yapılan görüşmeler sırasında benzer ifadeler kullanarak araştırmacının görüşlerini destekleyecek şekilde açıklamalar yapmıştır.

A kategorisinde genel toplamda bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yüksek oranda olmasına rağmen, bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamanın ön testte en yüksek olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu şekilde cevap vermeleri anlaşılammakla birlikte, kendi düşüncelerini tam olarak ifade etmemeleri veya açıklama yapmak istememeleri nedeniyle böyle bir sonuç çıkmış olabileceği tahmin edilmektedir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde, kavramsal anlama testindeki cevaplar daha detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Aşağıda önerme ile ilgili öğrencilerin görüşmeler sırasında verdikleri cevaplar sunulmuştur.

Kavramsal anlama testinin 1. sorusunun III. önermesi ile ilgili 52, 56, 66, 67 numaralı öğrencilerle yapılan görüşmelerde elde edilen diyaloglar aşağıda verilmiştir;

G:Reseptör protein nedir?

Ö:Proteinlerin reseptör özelliği vardır. Bunun kanserle bir ilişkisi olabilir(56).

Ö:Zarın yapısındakilerdir. Alıcıdır. Dışarıyı tanıma rolü var. Akyuvarlarda savunmada rol oynayabilirler (66, 52).

Ö:Reseptör alıcıdır. Mesela bir hücrelilerde hücre zarlarında iyi ve kötü maddeyi algılamayı sağlayan maddedir (67).

G:Bütün hücrelerde reseptör proteinler var mıdır? Neden?

Ö:Bütün hücrelerde reseptör protein vardır. Haberleşme, bir hücrelilerde hareket ile ilgili bir görevi vardır (56).

Ö:Bütün hücrelerimizde var. Hücrelerin tanınması gerekir. Tanımazsa kansere neden olur (66).

Ö:(Düşünüyor). Duyu hücrelerinde, sinir hücrelerinde bulunur. Diğerlerinde bulunmaz. Şimdi aklıma geldi reseptör proteinler vardı. Bütün hücrelerde olması gerekir. Birbirleri ile iletişim sağlamaları gerekiyor (52).

Ö:Bütün hücrelerin zarlarında vardır. Şekil olarak belki bir hücrelilerde daha belirgin olabilir (67).

Ö:Bütün hücrelerde reseptör protein vardır. Hücre zarında bulunur ve tanıyıcı proteindir. Maddeyi tanır (69).

Yukarıda verilen diyaloglar incelendiğinde öğrencilerin teste verdikleri cevaplara paralel olarak bütün hücrelerde reseptör protein olması gerektiğini ve bunların hücreler arasında iletişimi sağladığını ifade etmektedir. Ayrıca 56 ve 66 numaralı öğrencilerin reseptör proteinlerin görevini yerine getirememesi nedeni ile kanser vakalarının meydana gelebileceğini ileri sürmüştür. Ancak, 56 numaralı öğrenci kavramsal anlama testinin bu sorusuna bir açıklama yapmamıştır. 67 numaralı öğrenci son testte “*Çok hücreli canlılarda sinir sistemi yerine tek hücrelilerde hücre zarındaki proteinler görev yapar*” şeklinde cevap vermesine rağmen, görüşme sırasında bütün hücrelerde reseptör moleküllerin olması gerektiğini beyan etmiştir.

Teste katılan 60 numaralı öğrenci ile yapılan görüşmede ise aşağıdaki gibi bir diyalog yaşanmıştır;

G:Sadece bir hücrelilerde mi reseptör proteinler vardır? Neden?

Ö:Bir hücrelilerde genellenebilir ama sinir sistemi olmayan çok hücrelilerde de olabilir.

G:Bizim bütün hücrelerimizde reseptör protein olması gerekir mi?

Ö:Bütün hücreler konusunda bir şey söyleyemem ama olması da gerekir. Bir hücrede dışarıdan alınan bilginin çekirdeğe gitmesi gerekir. O yüzden zardaki reseptör proteinler gerekiyor.

Bu öğrencinin son testteki “*Çok hücreli canlılarda sinir sistemi yerine tek hücrelilerde hücre zarındaki proteinler görev yapar*” açıklaması ile görüşmede verdiği açıklamanın birbirlerine çok benzediği görülmüştür. Ancak bu öğrenci geciktirilmiş son testte bilimsel olarak kabul edilebilir en iyi cevabı verdiği tespit

edilmiştir. Muhtemelen canlıların temel bileşenleri konusundan sonraki konular işlenirken gerekli ilişkiler kurularak kavramsal anlama sağlanmış olabilir. Özellikle hücre biyolojisi işlenirken zar yapısından bahsedilmekte ve buradaki reseptör proteinlerin görevleri tekrar hatırlatılmaktadır. Daha önce işlendiği halde tam olarak anlaşılamayan kavramların nerede iş gördüklerinin tekrar açıklanması öğrenciyi böyle bir sonuca götürmüş olabilir.

Öğrencilerin bir çoğu bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapmalarına rağmen, görüşmeler sırasında bazı hatalı öğrenmelerinin olduğunu gösteren cevaplar vermişlerdir. Son testte de “*Bir hücreli canlılarda ve bazı bitkilerde proteinler reseptör olarak görev yapar*” şeklinde bir açıklama yapan 39 ve 53 numaralı öğrenciler ile yapılan görüşme metni aşağıda verilmiştir.

G:Reseptör protein nedir ve ne iş yapar?

Ö:Bir hücrelilerde dışarıdan alınan tepkileri ona göre çekirdeğe taşıyor. Bir şekilde bizim duyu organlarımız gibi iş yapıyor. (39)

Ö:Bir hücrelilerde sinir sistemi falan gelişmemiştir. Sadece sitoplazmalarındaki reseptör proteinler sayesinde dıştan gelen uyarıları alıyorlar. İletiyorlar. Hareket etmesini sağlıyorlar. Sitoplazma değil, hücre zarında bulunuyorlar. (53)

G:Sadece bir hücrelilerde mi reseptör proteinler vardır? Neden?

Ö:Bizde bir uyarıya karşı lokal bir bölge tepki gösterdiği için her hücrede reseptör proteinler farklı farklıdır her halde. Mesela; dışarıdan bir ses geldiğinde sadece kulaktaki reseptörler iş yapar. (39)

G:Mesela; kemik hücrelerinde reseptör protein yok mudur?

Ö:Yoktur. (39)

G:Bir hücrelilerde var diyorsun. Çok hücrelilerde de var mıdır?

Ö:Çok hücrelilerin sinir sistemi gelişmemiş olanlarda var. (53)

G:Sinir sistemi olan mesela insanda reseptör protein yok mudur?

Ö:Bizde de var sanırım. Elin tabanında olduğunu biliyorum. İnsanın mesela iç organlarındaki hücrelerde uyarıyla teması olmayanlarda yoktur. Uç noktalarda vardır. (53)

Verilen diyaloglara göre; 39 ve 53 numaralı öğrenciler sinir sistemi ile reseptör moleküller arasında bir benzerlik kurarak “*Bazı hücrelerde reseptör moleküller var, bazılarında ise yoktur*” şeklinde bir yargıya gitmiştir. Öğrenciler, reseptör organlar vasıtasıyla uyarıların alınması ve ilgili organlara taşınmasını düşünerek sadece bu organlarda ve sinir sistemi gelişmemiş canlılarda, özellikle de bir hücrelilerde, reseptör proteinlerin olduğunu belirtmişlerdir. Burada gerektiği şekilde bir genellemenin yapılamadığını söylemek mümkündür. Halbuki “Bütün hücrelerde reseptör moleküllerin olması ve bunlar sayesinde etrafında olup bitenleri algılamalı” şeklinde bir genellemeye ulaşmaları daha doğrudur. 39 numaralı öğrenci her üç testte de A2 kodlu cevabı verirken, 53 numaralı öğrenci geciktirilmiş son testte A1 kodlu cevabı, yani bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabı vermiştir. Yukarıdaki açıklamalarda da değinildiği gibi canlıların temel bileşenleri ile hücre biyolojisi ve sonraki konularda geçen kavramlar arasında sıkı bir ilişki olduğu ve kavramsal anlama için bu ilişkilerin kurulması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Proteinlerin reseptör rolleri ile ilgili olarak 51 numaralı öğrenci de şunları söylemektedir;

G:Proteinlerin reseptör rolleri var mıdır?

Ö:Evet. Vardır.

G:Ne yapar bu reseptör protein?

Ö:Örneğin bitkilerde alıcı görevini proteinler görüyordu. Reseptör organ proteinlerdi. Eeee. (sessizlik).

G:Alıcı dedin. Neyi alır?

Ö:Dışarıdan gelen uyarıları.

G:Sonra ne yapar?

Ö:Ona göre efektör organa. Bir bitkinin hareketi hani ona göre olur. Nasti ve organım hareketleri proteinlerle alınıp öyle yapılıyor.

G:Bütün hücrelerde reseptör protein veya molekül var mıdır?

Ö:Bütün hücrelerde yoktur.

G:Mesela; hangi hücrelerde var, hangilerinde yok.

Ö:...eee. Bitki hücrelerinde....vardır. hayvan hücrelerinde proteinle alınmıyordu.

G:Ne ile alınır?

Ö:.... (sessizlik). Dışarıdan gelen uyarılar

G:Bir hücrelerde var mıdır?

Ö:Vardır. Öyle hatırlıyorum. Bir hücrelerde ve bitki hücrelerinde vardı.
Uzun zaman oldu hocam. Karıştırıyorum.

Verilen diyalogdan da anlaşılacağı üzere, reseptör ve efektör organlarla ilgili bilgiler reseptör moleküllerin işlevlerinin yanlış anlaşılmasına neden olmuş olabilir. Bu öğrenciler, bitki hücrelerinin sinir sistemine sahip olmaması nedeni ile uyarıları alıp iletme görevini reseptör proteinlerin yaptığını ve hayvanlarda reseptör proteinlerin olmadığını düşünmüş olabilir.

Aynı konu ile ilgili 42 ve 45 numaralı öğrencilerin de protein sentezinde gerçekleşen bazı olaylar ile reseptör proteinlerin görevini karıştırdığı görülmektedir. Öğrencilerle şöyle bir diyalog geçmiştir;

G:Reseptör proteinler ne iş yapar?

Ö:Reseptör algılamaktı. Algılayıcı protein. Hücre zarından geçemeyen proteinler Endoplazmik Retikulumla bağlantıyordu. Orada ER'yi tanımayı sağlıyordu reseptör protein (42).

G:ER'de mi bulunuyor reseptör proteinler?

Ö:Hayır. İnsülin hormonunda başlangıçta bir tanıyıcı protein vardı sanki. Onlar onun tanınmasını sağlıyordu başka bir şey yapmıyordu. Mesela; 150 aminoasitlik protein vardı, onun başlangıcında 15 aminoasitlik tanıyıcı protein vardı (42).

Yapılan görüşmede 42 numaralı öğrencinin verdiği açıklamalara göre; protein sentezinde bahsedilen sinyal hipotezi ile reseptör proteinlerin görevleri arasında bir karışma olduğu görülmüştür. Öğrencinin bahsettiği 15 aminoasitlik protein zinciri ile hücre zarındaki reseptör proteinlerin benzer rollerinin olduğu düşünülerek böyle bir açıklama yapılmış olabilir. Ancak; bu öğrencinin testlerde böyle bir açıklama yapmadığı da tespit edilmiştir.

4.2.2 2. soru: Gen-Protein İlişkisi

2. Yakın akrabalar arasında yapılan doku ve organ nakillerinin başarı derecesinin çok daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu durumu **nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

Sorunun Amacı: Bu soru, canlıların gen yapıları ile protein yapıları arasındaki ilişkilere yönelik öğrencilerin fikirlerini araştırmak için hazırlanmıştır. Çok defa öğrencilerin günlük yaşamda duyduğu bilgileri içeren bu sorunun, okulda öğrenilenlerin başka ortamlara ne derece uygulanabildiğini gösterebilecek veriler sunabileceği düşünülmüştür. Yakın akrabalar arasında gen benzerliğine paralel olarak protein yapıların da benzer olması ve bunun sonucu organ nakillerinin başarılı olmasını açıklayabilen öğrencilerin gen-protein ilişkisini önemli oranda kavrayabildikleri ileri sürülebilir. Ayrıca bu soru, testin 1. sorusunun III. önermesi ile de ilişkilidir.

Bulgular: Gen-protein ilişkilerinin sorgulandığı kavramsal anlama testinin 2. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevapları içeren bulgular Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 2. Sorunun kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Protein DNA'nın sentezlediği bir madde olduğu için, akrabaların gen ve protein benzerlikleri fazladır. Hücre zarındaki reseptör proteinler de hücrelerin birbirini kolay kabullenmesini sağlar.	21.6	42	44.3
	A2	Gen aktarımından dolayı yakın akrabaların doku ve organları birbirine daha çok benzer.	52.3	45.5	39.8
	A3	Protein yapıları benzediği için daha kolay olur. Bunların aminoasit sayı, sıra ve çeşitleri benzerlik gösterir.	17	9.1	
	A4	Kandaki proteinlerinin uyuşması gerekir.	9.1		9.1
	A5	Yakın akrabaların doku ve organları tanınması kolaydır. Belki vücut savunmaya geçebilir.			2.3
TOPLAM			100	96.6	95.5
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Yakın akrabaların dokularının özellikleri benzerdir. Özellikle baba tarafından gelen genlerin etkili olduğu düşünülürse amca-yeğen arasındaki doku alış-verişinde risk daha az olur.		2.3	
	B2	Genlerin ve genlerde bulunan proteinlerin benzerliği dokularda uyum için önemlidir.			2.3
TOPLAM				2.3	2.3
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok		1.1	1.1
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum			1.1
TOPLAM				1.1	2.3

Tablo incelendiğinde öğrencilerin toplamda ön teste doğru cevapların yüksek olmasına rağmen, bilimsel olarak doğru kabul edilebilir en doğru cevapların geciktirilmiş son testte daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Öğretim sonrası da öğrencilerde bazı bilimsel olarak kabul edilemez açıklamaların olduğu gözlenmektedir. Günlük yaşamda karşılaşılan örneklerinin bulunması nedeni ile, soruya cevap verilme oranlarının da çok yüksek olduğu düşünülmektedir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar içerisinde en doğru açıklamanın %44.3 oranı ile geciktirilmiş son testte geldiği görülmektedir. Sadece genetik yapının organ nakillerinde etkili olduğunu söyleyenlerin en yüksek oranı ise ön testte tespit edilmiştir (%52.3). Bu duruma paralel olarak, sadece protein yapısının doku ve organ nakillerinde etkili olduğunu geciktirilmiş son testte hiçbir öğrenci söylemez iken, en yüksek oran yine ön testte belirlenmiştir (%17). Ön ve geciktirilmiş son testteki öğrencilerin %9.1'i "*Kandaki proteinlerinin uyuşması gerekir*" şeklinde açıklama yapmasına karşın, son testte böyle bir açıklama bulunmamaktadır.

Bu soruya son ve geciktirilmiş son testte cevap veren öğrenciler içerisinde %2.3'ü ise bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalar yapmıştır. Ön testte ise öğrencilerin cevaplarında bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalarla karşılaşılmamıştır.

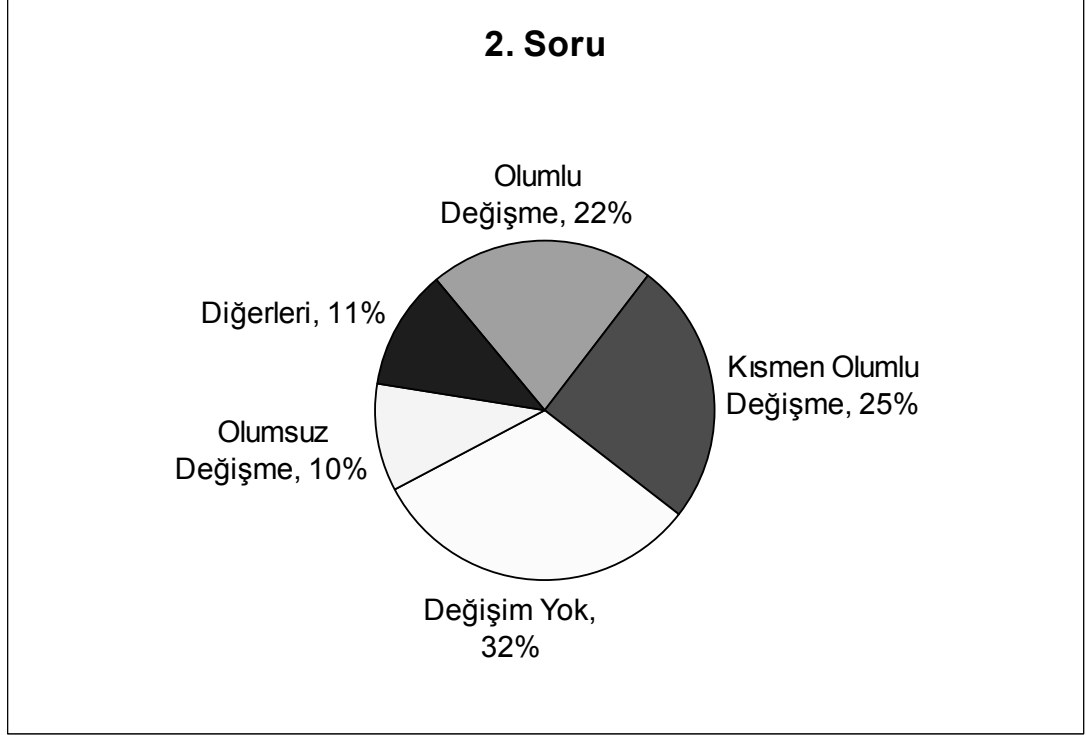
Bu soruya cevap vermeyenlerin veya bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı ise son test %1.1 ve geciktirilmiş son test %2.3 olarak gerçekleşmiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 2. sorusuyla ilgili öğrencilerin kavramsal değişimi Şekil 4.5 ve Ek-E Tablo E.4'te verilmiştir.

Soruyla ilgili verilen tablo ve grafik incelendiğinde, öğretim sonucu meydana gelen değişimlerin pozitif yönde olduğu göze çarpmaktadır. Olumsuz değişimler sadece %10 oranında kalmıştır. Toplam olumlu değişme %47 iken, %32 oranında da değişme meydana gelmemiştir.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevapları gösteren tablo incelendiğinde, bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabın öğretim sonrası önemli oranda arttığı ve bunun geciktirilmiş son testte artarak devam ettiği görülmektedir. Bu sonuca göre, öğretimin kavramsal anlamaya pozitif anlamda önemli bir etkisinin olduğu ve önemli oranda kalıcılık sağladığı şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Geciktirilmiş son testte başarının daha da yüksek olması son testin ardından işlenen konuların önceki kavramları anlamada pozitif yönde etkilemesi ile ilişkili olabilir. Özellikle hücre biyolojisi ile proteinler ve protein sentezi arasında sıkı bir ilişkinin olduğu söylenebilir.



Şekil 4.5 2. sorunun kavramsal değişim grafiği

Doku ve organ nakillerinin daha başarılı olmasında akrabalık derecesinin etkisi, öğrencilerle yapılan görüşmelerde bir kez daha sorulmuştur. Bazı öğrenciler kavramsal anlama testinde verdikleri cevaplara benzer cevaplar verirken, bazılarının da ilginç açıklamalar yaptığı kaydedilmiştir. Bu diyaloglar farklı yönleriyle ele alınarak aşağıda yorumlanmaya çalışılmıştır.

Aşağıda 42 ve 56 numaralı öğrencilerin gen-protein ilişkisine dair görüşleri örnek olarak verilmiştir;

G:Yakın akrabaların dokuları neden birbirine benzer?

Ö:Soyumuzdan gelen DNA özelliğimiz vardı. O kalıtımsaldı. Soydan soya geliyordu. DNA kendini tek korunumlu eşlediği için, oradaki DNA'ya benzeyen özellikler olabilir yani. Yakın akrabaların DNA özelliği birbirine daha yakındır. Her DNA'nın sıraları farklıdır. Belki RNA. Protein

sentezinde farklılık olacaktır. Sentezlediği proteinlerin uyuşması lazım.(42)

Ö:DNA karar verir. Bu da proteinler yardımıyla (reseptör proteinlerle) ilgili olur/olabilir. (56)

Yukarıda verilen diyaloglarda öğrencilerin gen-protein ilişkisini önemli oranda kavradıkları görülmektedir. Öğrenciler, yakın akrabalar arasındaki genetik yapının benzerliğine paralel olarak protein yapılarının da benzer olacağını vurgulamaktadır. Sonuç olarak genetik yapı, protein ve protein sentezi ile ilgili kavramlar arasındaki gerekli ilişkilerin kurulduğu söylenebilir. Bu anlamda da uygulanan öğretimin öğrencileri pozitif yönde etkilediği ve kavramsal anlama için katkı sağladığı ileri sürülebilir. Görüşme yapılan öğrencilerin %50'si benzer yönde görüşlerini ifade etmişlerdir.

Bahsedilen genel duruma ilave olarak 56 numaralı öğrenci reseptör proteinlere de değinmektedir. Kavramsal anlama testinin 1. sorusunda da reseptör proteinlerle ilgili bir önerme verilmiş ve öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Birçok öğrenci reseptör proteinlere atıfta bulunmaz iken, 56 numaralı öğrenci hücrelerin birbirleri ile bağlantı kurmalarında reseptör proteinlerin rolünü hatırlatmaktadır. İşte bu aşama, kavramsal anlama için diğer öğrencilerin verdikleri cevaplardan daha ileri bir düzeyde bir açıklamadır. Ancak bu öğrenci, kavramsal anlama testinde reseptör proteinlerle ilgili önermeye bir açıklama yapmamıştır. Görüşmede sorulan sorulara ise bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar vermiştir. Bu durum, öğrencilerin kendilerine verilen testleri cevaplamada isteksiz oldukları veya cevaplama gereği duymadıklarını gösteren bir delil olabilir.

Bazı öğrencilerde ise gen benzerliğinden yola çıkılarak farklı yorumlar yapılmaktadır. Aşağıda verilen diyalogda 53 numaralı öğrenci dokuların benzerliği ile enzimler arasında ilişki kurmaya çalışmıştır.

G:Neden yakın akrabaların doku yapıları birbirine benzerdir?

Ö:Kalıtsal olarak özellikleri birbirine geçmiştir.

G:Kalıtsal yapının benzerliği dokuların benzerliğini nasıl sağlıyor?

Ö:Genler ona göre şekilleniyor. Genlerden şekilleniyor organlar. Bir insanın yetenekleri bile bununla ilgili.

G:DNA dokuyu nasıl şekillendirir?

Ö:O sadece bilgi aktarıyor. Mesela enzim üretiliyor. RNA'lar ile enzimin sentezlenmesini sağlıyor.

G:Enzimler mi şekil veriyor dokuya.

Ö:Yani öyle olması lazım...

Öğretim sırasında DNA'nın yönetici molekül olduğu ve bu görevini de enzimler sayesinde kimyasal reaksiyonları kontrol ederek yaptığı belirtilmiştir. DNA'nın korunması için çekirdekte kalması, yönetici molekül olduğu için de hücre yönetecek aktivitelerde bulunması gerektiği derslerde vurgulanmıştır. Ayrıca bir gen-bir enzim hipotezi ile de bu iddialar desteklenmiştir. Böyle bir düşünce ile öğrenci yukarıda geçen açıklamaları yapmış olabilir. Öğrenci genlerin ana kaynak olduğunu belirtmesine karşın, genler ile proteinler arasındaki ilişkiyi açıklamamaktadır.

Gen-protein ilişkilerinin kurulmasında bazı temel bilgilerin yanlış öğrenmelere neden olabileceğini gösteren bir diyalog 67 numaralı öğrenci ile yaşanmıştır. Diyalog şöyledir;

G:Doku ve organ nakillerinde yakın akrabaların neden arasında uyum fazla olur?

Ö:Yine genlerle ilişkilidir.

G:Dışarıdan bana organ naklediliyor. Bunun genetik yapısı var. Benim de genetik yapım var. Bu ikisi uyuşup uyuşmadığına nerden karar veriyorlar?

Ö:DNA'nın etrafında nükleoprotein olduğunu biliyoruz. Diğer gende de var. Proteinlerin tanıma özelliğinden bahsetmiştik. Onların etkisiyle bir uyuşma mı sağlanıyordu tam bilmiyorum.

G:DNA hücrenin çekirdeğinde. DNA'nın etrafında protein var diyorsun. Biri diğerine mi gidiyor? Nasıl haberleşme oluyor?

Ö:Çekirdekten çıkmazlar da.... Tam bilemiyorum.

67 numaralı öğrenci ile verilen diyalogda gen-protein ilişkisinin yanlış bir şekilde kurulduğu görülmektedir. Aynı öğrenci görüşme sırasında "*DNA ve RNA'nın yapısında protein var mıdır?*" sorusuna RNA'larda kesinlikle olduğunu DNA'da ise olup olmadığını bilmediğini belirtmiştir. Görülüyor ki, DNA'da da proteinlerin

olabileceğini düşünerek ve reseptör proteinlerin tanıma özelliğinden bahsederek yukarıdaki açıklamaları yapmış olabilir. Temel bilgilerde eksik ve hatalı öğrenmelerin, daha büyük ve önemli öğrenme sorunlarına yol açabileceğini bu örnekten söylemek mümkündür.

Aynı durumla ilişkili başka bir diyalog da 69 numaralı öğrenci ile gerçekleşmiştir. Öğrenci şunları söylemektedir;

G:Doku ve organ nakillerinin başarılı olmasında DNA nasıl bir rol alır?

Ö:DNA'da karakterler vardır. Bozulmadan geçebilir. DNA'da protein olduğu için benimle kardeşimin hem DNA'ları hem de proteinleri benzerlik gösterir.

Bu öğrenci de DNA'da protein olduğunu ve gen aktarımı sırasında proteinlerin de geçtiğini belirtmektedir. Öğrenci protein benzerliği ile organ nakillerinin başarılı olması arasında bir ilişki olduğunu muhtemelen biliyor ama, gen ile protein arasındaki ilişkiyi tam anlamıyla kavrayamamış gözüküyor. Öğrencinin DNA'nın yapısı, fonksiyonu ve protein sentezi ile ilgili eksik ve hatalı öğrenmelerinin olduğu söylenebilir. Bunların neticesinde öğrencide daha ciddi yanlış öğrenmeler meydana gelmiş olduğu şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Doku ve organ nakli ile ilgili yapılan görüşmelerde bazı öğrenciler kan gruplarının etkisine değinmişlerdir. Konuyla ilgili 61 numaralı öğrenci ile yapılan görüşme metni şöyledir;

G:Yakın akrabalar arasında doku ve organ nakli daha başarılı olur? Neden?

Ö:Televizyonlarda görüyoruz. Önce yakın akrabalarına sorarlar. Kalıtsal bazı şeyler. Genlerin geçtiğini düşünürler.

G:Kalıtım maddeleri birbirleri ile nasıl haberleşiyor. Nakledilen organ ile asıl kısım arasında nasıl bir bağlantı var. Neye göre karar veriyorlar?

Ö:Biraz saçma gelebilir ama kan gruplarında A, B var. Bunların antijenleri var. Bunlardaki gibidir.

G:O antijen ve antikorlarla genetik materyal arasında bir ilişki var mıdır?

Ö:Kan grubunun oluşmasında genetikle ilişkisi var. Annenin, babanın kan gruplarını eşleştirdiğimizde.

G: Diyelim ki dışarıdan bana böbrek naklediliyor. Benim bir genetik yapım var. Dışarıdan gelen organın bir genetik yapısı var. Bana aktarılan ya uyacak ya uymayacak. Bu iki genetik materyal neye göre karar veriyorlar.

Ö: Protein olabilir (tereddütlü). Attım ama.

G: Hangi proteinler?

Ö: DNA'daki (tereddütlü). Bilemeyeceğim.

Görüşmede öğrencinin yaptığı açıklamaların kan nakillerine dayandırıldığı görülmektedir. Genetik yapıdaki benzerliklerin doku ve organ naklinde önemli bir etken olduğunu düşünmektedir. Öğrenci, bu düşüncesini biraz daha ileri götürerek kan gruplarının etkisini, kan gruplarını belirleyen antikor ve antijenlerin etkisini dile getirmektedir. Ancak, son aşamaya gelindiğinde proteinlerin konuyla ilişkisi olabileceğini belirtmesine rağmen bazı hatalı öğrenmelerinin olduğunu da göstermektedir. Muhtemelen öğrenci, genetik yapıdaki benzerliğin protein yapıdaki benzerliğe etki ettiğini düşünmüş olabilir. Öğrencinin DNA'nın yapısında proteinlerin olduğunu ve bu proteinlerin de doku nakillerinde etkili olduğunu iddia etmesi önemli bir öğrenme soruna işaret etmektedir. DNA'nın yapısı, proteinlerin yapısı, proteinlerin görevleri ve çeşitleri ile ilgili eksik ve hatalı öğrenmeler, biraz önce bahsedilen daha önemli anlama sorunlarına neden olabilir. Bunu önlemek için temel konulardaki eksik ve hatalı noktaların belirlenip düzeltilmesi gerekmektedir.

Görüşme yapılanlardan 40 numaralı öğrenci ise doku ve organ nakli ile ilgili düşüncelerini şöyle ifade etmiştir;

G: Yakın akrabaların protein benzerlikleri neden daha fazladır?

Ö: Kan grupları birbirine yakındır. Bu nedenle daha başarılı nakil olur.

G: Bütün proteinleri düşünürsek nasıl olur?

Ö: (düşünüyor). Birinci çocukta doku uyumu oluyor ama diğerinde olmuyor....

Bu öğrenci de genetik derslerinde bahsedilen ve halk arasında bazı durumlarda kullanılan kan uyumsuzluğu ile doku ve organ nakillerinin ilişkisini kurmaya çalışmıştır. Yakın akrabalar arasında kan grupları açısından benzerlik olabileceği için doku ve organ nakillerinin de daha başarılı olabileceğini düşünmüş

olabilir. Ayrıca öğrenci, kan uyumsuzluğunun ilk çocukta olmayıp diğerlerinde olduğunu söylemesi ise, biyoloji derslerinde bahsedilen Rh faktörü ile ilgili yanlış bilgiye dayanıyor olabilir. Çünkü böyle bir uyumsuzluk ilk çocukta olmayıp sonraki çocuklarda gözlenmektedir. Böyle bir bağlantıyı yanlış şekilde öğrenen öğrenci, kan grupları ile de doku ve organ nakilleri arasında ilişki kurmuş olabilir.

Yukarıda son olarak verilen 40 numaralı öğrencinin görüşlerine benzer olarak 51 numaralı öğrenci de benzer ifadeleri görüşme sırasında kullanmıştır. Görüşme sırasında şu konuşmalar geçmiştir;

G:Doku ve organ nakillerinin başarılı olmasında DNA nasıl bir rol alır?

Ö:Daha önce görmüştük. Zaten hatırladığım kadarıyla yazmıştım. Kan uyumsuzluğunu anlatmışlardı. Yakın akrabalarda kan uyumu daha fazla olacağı için, yakın akrabaların organ nakillerinde daha az uyumsuzluk çıkar.

G:Kan uyumsuzluğu derken. Ben ve amcamın oğlu. Benim kanım A. Amcamın oğlununkinin de A'ya yakın olma ihtimali yüksekti diye mi söylüyorsun?

Ö:Evet. Biraz mantıksız ama... öyle düşünüyorum.

G:Burayı biraz daha açabilir miyiz?

Ö:Daha fazla bir şey bilmiyorum... hatırlamıyorum...

Gen-protein ilişkisi ile ilgili görüşlerine başvuru alan 51 numaralı öğrenci de kavramsal anlamayı gerçekleştirmedi yetersiz görünmektedir. Öğrenci genetik açıdan benzer olan insanların kan gruplarının da benzer olacağını söyleyerek gen-protein ilişkisine değinmemiştir. Öğrenilenlerin yüzeysel kaldığı ve gerekli ilişkilerin kurulamadığı, bu nedenle de bazı hatalı öğrenmelerin meydana geldiği görülmektedir. Öğrencinin kendi fikirlerinin de eksik veya hatalı olduğunu kendisinin de itiraf etmesi öğrendiklerinin nedensiz gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Öğretim sırasında öğrencilerin bazılarında görülen kan gruplarının gen ve protein yapıları ile ilişkilendirilmesinde yapılan hataların giderilmesi için bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Bunun için proteinlerin yapı ve görevlerinden bahsedilirken, antijen ve antikörlerin yapısı, işlevi, kan grupları ile ilişkisi de belirtilebilir. Belki de bunların ardından doku ve organ nakillerine ilişkin bazı

açıklamalar da yapılabilir. Ayrıca; protein sentezi anlatılırken, reseptör proteinleri de kapsayacak şekilde antijen, antikor, kan grupları ve gen-protein ilişkisinden bahsedilebilir. Bu şekilde öğrencilerin kavramları şekillendirmesi, kavramlar arasında ilişkileri kurması, nedenleri anlaması ve derinlemesine öğrenmesi sağlanabilir.

4.2.3 3. soru şu şekildedir;

3. Aminoasitlerle ilgili olarak aşağıdaki tabloda bazı özellikler verilmiştir. I nolu kutucukta verilen sayıları II nolu kutucukların en uygun olanlarına yazarak eşleştirmeler yapınız. Daha sonra da bu eşleştirmeleri yapmanızın **nedenini** ayrı ayrı açıklayınız. (Eklemek istediğiniz bir özelliği boş satırlara yazabilirsiniz).

I	II	
1	Amfoter	Aminoasitler için farklılık sağlar
2	R grubu	Peptit bağı
3	Dehidrasyon	Beslenme
4	Temel aminoasit	Amin ve Karboksil grubu
5

Kavramsal anlama testinin 3. sorusunda, proteinlerle ilgili en temel özelliklere ilişkin öğrencilerin fikirleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Soruda verilen tablonun I. sütunundaki kavramlar ile II. sütundaki kavramların/önermelerin en uygun olanının eşleştirilmesi istenmiştir. Eşleştirmelerin ardından, öğrencilerden neden böyle bir eşleştirme yaptığını açıklamaları istenmiştir. Aşağıda en uygun olduğuna karar verilen eşleştirmeler sırasıyla ele alınarak bulgular sunulmakta ve bunlar yorumlanmaktadır. Alternatif eşleştirmeler de bulgular içerisinde verilmektedir.

1. Eşleştirme: Amfoter-Amin ve Karboksil Grubu

Eşleştirmenin Amacı: Aminoasitlerin yapısı ve amfoter özelliklerinin sorgulandığı bu eşleştirmede, öğrencilerden bu kavramlarla ilgili düşünceleri öğrenilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu eşleştirme ile öğrencilerin temel kimya konularında işlenen asit ve bazlarla ilgili fikirlerine ne derece başvurabildikleri de

incelenmektedir. Öğrencilerden, aminoasitlerin amin grubu sayesinde bazik, karboksil grubu sayesinde asidik olması nedeniyle hem asit hem de bazik karakterde olduğunu, bu nedenle de amfoter özellik taşıdığını söylemeleri beklenmektedir. Aminoasitlerin bu özelliklerinden dolayı proteinlerin de amfoter karakterde olduklarını öğrencilerin açıklamaları da beklenebilir.

Bulgular: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun I. eşleştirmesi ile ilgili öğrencilerin verdikleri cevapları gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4.6). Eldeki bulgular incelendiğinde öğrencilerin başarı seviyelerinin geciktirilmiş son teste doğru sürekli olarak arttığı görülmektedir. Öğrencilerin hatalı açıklamalarının da son teste azaldığı ve geciktirilmiş son teste hiç kalmadığı görülmektedir. Ancak son teste cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı azalırken, geciktirilmiş son teste bu oranın bir miktar arttığı göze çarpmaktadır.

Tablo 4.6 3. Sorunun 1. eşleştirmesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Aminoasit bazik özellikteki amin ve asidik özellikteki karboksil grubunu içerdiğinden amfoterdir.	3.4	54.5	61.4
	A2	Amfoter amin ve karboksil grubu ile ilişkilidir. Bunlar bağlandıkları maddelerle değişken yapılar gösterirler.			2.3
	A3	Aminoasitler birbirlerine amin ve karboksil gruplarından bağlanırlar. Bu zincir bir ucu sonsuz olan bir zincirdir ve bu yüzden amfoter özellik gösterirler.			4.5
	A4	Amfoter hem asitlerle hem de bazlarla tepkimeye giren maddedir. Bu yönüyle de aminoasitler için farklılık sağlar.	1.1		
	A5	Beslenmenin yapıtaşı aminoasitlerdir.	1.1		
	A6	Amfoterle beslenmenin ilişkisi vardır.		1.1	5.7
	A7	Amfoter hem metallerle hem de ametallerle tepkimeye giren maddedir.	2.3		
	A8	Amfoter hem asidik hem de bazik özellik gösteren maddedir.		3.4	
	A9	Açıklama Yok	13.6	11.4	4.5
TOPLAM			21.6	70.5	78.4
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Amin grubu asidik, karboksil grubu baziktir. Amfoter maddeler asitlerle de bazlarla da bileşik oluşturabilirler. Aside karşı baz, baza karşı asit özelliği gösterirler.	3.4	5.7	
	B2	Amfoter aminoasitler için farklılık sağlar. Amfoter değişken anlamındadır. R grubu sabittir.	5.7	2.3	
	B3	Amfoter soy metal demektir. Bunlar altın, gümüş gibi tepkimeye girmeyen ağır metallerdir. Amin ve karboksil grubu tepkimeye girmez.	1.1		
	B4	Amfoterlerin arasında peptit bağı vardır.		1.1	
	B5	Amfoter, her madde ile tepkimeye giren demektir.		1.1	
	B6	Açıklama Yok	23.9	5.7	1.1
TOPLAM			34.1	15.9	1.1
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	20.5	9.1	8
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	23.9	4.5	12.5
TOPLAM			44.3	13.6	20.5

Tabloda verilenlere göre bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamaların en yüksek oranda geciktirilmiş son testte (%61.4), daha sonra son testte (%54.5) ve en düşük oranın da ön testte (%3.4) tespit edildiği görülmektedir. Tablodaki ilginç sonuçlardan biri öğretimden hemen sonra tespit edilmeyip geciktirilmiş son testte belirlenen “Amfoter amin ve karboksil grubu ile ilişkilidir. Bunlar bağlandıkları maddelerle değişken yapılar gösterirler” (%2.3) ve “Aminoasitler birbirlerine amin ve karboksil gruplarından bağlanırlar. Bu zincir bir ucu sonsuz olan bir zincirdir ve bu yüzden amfoter özellik gösterirler” (%4.5)

açıklamalarıdır. Ayrıca son testte öğrencilerin %1.1'i ve geciktirilmiş son testte %5.7'si “*Amfoterle beslenmenin ilişkisi vardır*” şeklinde alternatif bir açıklama yaparken, aynı açıklamaya ön testte karşılaşmamıştır. Bu kategoride açıklama yapmadan doğru eşleştirme yapan öğrencilerin oranı ise sırasıyla %13.6, %11.4 ve %4.5 olarak tespit edilmiştir.

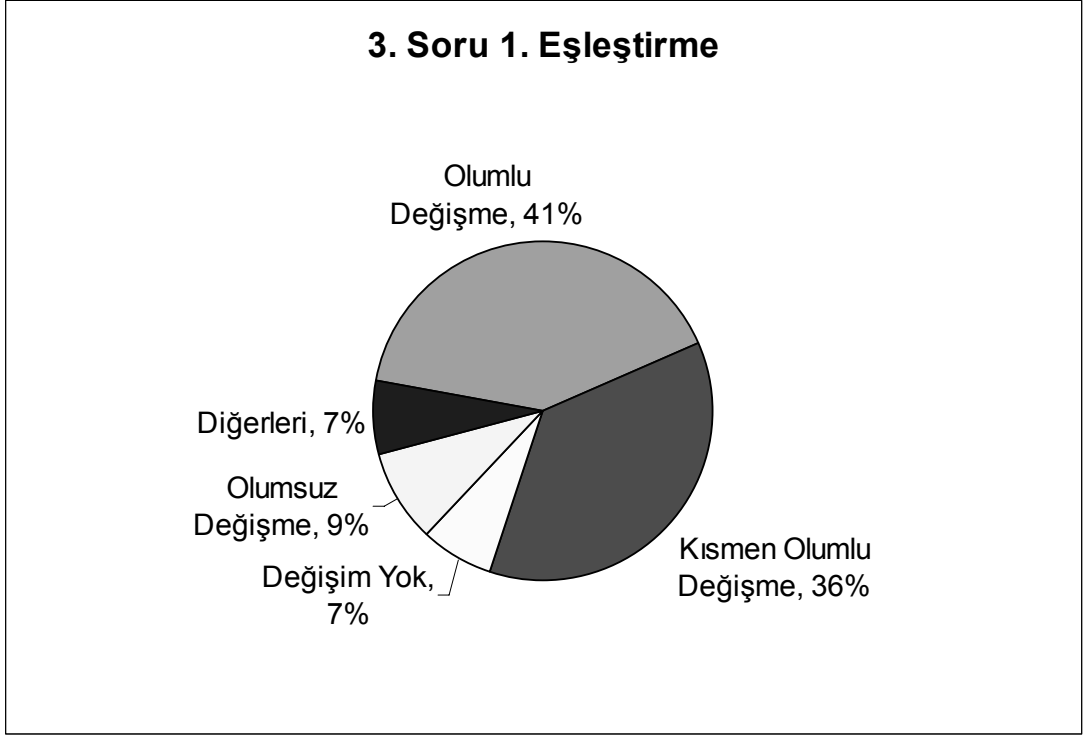
B kategorisinde bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar içerisinde “*Amfoter aminoasitler için farklılık sağlar. Amfoter değişken anlamındadır. R grubu sabittir*” açıklamasını ön testte öğrencilerin %5.7'si ve son testte de %2.3'ü yapmıştır. Bu kategoride tespit edilen ilginç bir açıklama “*Amfoterlerin arasında peptit bağı vardır*” şeklinde son testte %1.1 oranında tespit edilmiştir. Öğrencilerin %23.9'u ön testte, %5.7'si son testte ve %1.1'i açıklama yapmadan bilimsel olarak kabul edilemez cevap vermiştir.

Bu eşleştirme ile ilgili cevap vermeyen ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranının ön testte %44.3, son testte %13.6 ve geciktirilmiş son testte %20.5 olduğu göze çarpmaktadır.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun 1. eşleştirmesi ile ilgili öğrencilerin üç testte verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.6'da ve Ek-E Tablo E.5'te verilmiştir.

Bu eşleştirmeye ait kategori tablosu genel olarak incelendiğinde, son testte başarının arttığı ve geciktirilmiş son testte de bu başarının artarak devam ettiği yargısına varılabilir. Bu anlamda da yapılan öğretimin hem kavramsal anlama hem de kalıcılık açısından etkili olduğu söylenebilir. Göze çarpan başka bir nokta ise; bir çok hatalı öğrenme ve kavram yanlışlarına son testte karşılaşılırken, geciktirilmiş son testte bunların ortadan kalktığıdır. Bu çerçevede, proteinlerden sonra işlenen konuların yeni referanslar oluşturduğu ve kavramsal anlamayı artırmada önemli rollerinin olduğu söylenebilir. Elde edilen bu veri, konular arasında ilişkilerin kurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

3. Soru 1. Eşleştirme



Şekil 4.6 3. sorunun 1. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği

Yukarıda verilen grafiğe göre, olumlu ve kısmen olumlu değişmelerin yüksek oranda (%41 ve %36) olduğu dikkat çekmektedir. Öğrencilerin öğretim öncesi kimya kavramlarıyla ilgili temel bilgisi düşük iken, öğretim sonrasında olumlu bir gelişme ile yüksek seviyeye gelmiştir. Ayrıca; “*Amfoter aminoasitler için farklılık sağlar. Amfoter değişken anlamındadır. R grubu sabittir*” gibi kavram yanlışlarının öğretim sonrasında devam etmesine rağmen, geciktirilmiş son testte ortadan kalkması düşündürücüdür.

Aminoasitlerin ve proteinlerin amfoter olmaları ile ilgili görüşmeler sırasında öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıda incelenmiştir. Öncelikle kavramsal anlamayı, sonra da hatalı öğrenmeleri gösteren görüşme diyalogları ele alınarak yorumlanmıştır.

Proteinlerin amfoterlikle ilişkisinin olup olmadığı görüşmelerde sorulduğunda 55 numaralı öğrenci konuyla ilgili gerekli terminolojiye sahip olduğunu ve kavramsal anlamayı gerçekleştirebildiğine dair şu örnek açıklamaları yapmıştır;

G:Proteinlerin amfoterlikle ilişkisi var mıdır?

Ö:Proteinler de amfoterdir. Hem amin hem de karboksil grubu taşıdığı için amfoter özellik gösteriyor. Bu nedenle aminoasitler ya amin ya da karboksil grubundan bağlanabiliyor. Böylece sürekli bir açıklık oluyor. Sonsuz sayıda aminoasit yan yana gelebiliyor. (55)

Yukarıda verilen diyalogda öğrencinin amfoter kavramını doğru bir şekilde anladığı ve gerekli transferleri yaparak kavradığı görülmektedir. Öğrencilerin %38'i de görüşmeler sırasında yukarıdaki gibi açıklamalar yapmıştır. Öğretim sırasında, aminoasitlerin amfoter olduğu, asit-baz reaksiyonları hatırlatılarak amfoter özelliğın uzun aminoasit zincirleri oluşturmada çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu etkinliğin öğrencilerin öğrenmelerinde ne kadar etkili olduğu yukarıdaki diyaloglarda daha iyi anlaşılmaktadır.

Aminoasitlerin ve proteinlerin amfoter olup olmadığına yönelik bir soruya 44 ve 40 numaralı öğrencilerin farklı açıklamaları şöyledir;

G:Aminoasit mi amfoter protein mi amfoter?

Ö:Her ikisi de amfoter olması gerekiyor. Proteini aminoasitler oluşturuyor. Aminoasit amfoter olduğuna göre protein de amfoterdir. (44)

Ö:Aminoasit amfoterdir. Protein için bağlantı kuramıyorum. (52)

Ö:Değildir. Yapısındaki maddeler amfoter ama protein değildir. (40)

44 numaralı öğrenci, daha önce söylediklerine paralel bir açıklama yaparken, 52 numaralı öğrenci kavramsal anlama gerçekleştirme açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Öğretimde, aminoasitlerin amfoter olduğu, başka bir aminoasit bağlandığında da amfoter özelliğının devam ettiği üzerine basılarak vurgulanmasına rağmen, 52 ve 40 numaralı öğrencilerin bu kavramla ilgili eksikliğinin olduğu izlenimi edinilmiştir.

Görüşme yapılan öğrencilere amfoter özelliğinin ne işe yaradığı sorulduğunda, aşağıdaki açıklamaları yapmışlardır.

G:Ne işe yarar bu özellik?

Ö:Yaradığına eminim de (düşünüyor). Proteinlerin ortama daha kolay uyum sağlamalarını sağlar. Protein asidik ortama girince baz gibi, bazik ortama

girince asit gibi davranır. Tepkimeler kolaylaşır. Mesela mideye besin geldiğinde asit asit olursa mide tahriş olabilir. Besinler burada bazik özellik gösterir. (46)

Ö:Sindirimi kolay olur. Mesela proteinler hem ince bağırsakta hem de midede sindirilir. (53)

Ö:(düşünüyor). Protein midede sindiriliyor, mide asidik, asidik olmaları gerekiyor. Kendisini korur. Asidik ortamda baz olarak, bazik ortamda asit olarak kendini korur. (40)

G:Mesela bir aminoasit bazik olan ince bağırsağa geldiğinde bazik reaksiyon mu veriyor?

Ö:Olabilir. (40)

Yukarıdaki diyaloglarda öğrencilerin, sindirim ile amfoterlik arasında ilişki kurdukları görülmektedir. Muhtemelen asit-baz kavramları, sindirim sistemindeki sindirim ortamlarının farklı pH değerlerine sahip olmaları ve amfoterlik arasında bazı kavram yanlışlarının olduğu söylenebilir. 46 numaralı öğrenci, proteinlerin amfoter olması ile midenin zarar görmediğini ileri sürmektedir. 53 numaralı öğrenci de amfoter özellik sayesinde proteinlerin kolay sindirildiğini iddia etmektedir. 40 numaralı öğrenci de, proteinlerin kendini koruması gerektiğini düşünerek asidik ortamda baz, bazik ortamda da asit gibi davranması gerektiğini düşünmektedir.

Öğrencilerdeki bu kavram yanlışlarının bir kısmının, sindirim sistemi işlendikten sonra ortadan kalkacağı düşünülebilir. Çünkü; sindirim sistemi işlendiğinde öğrenciler yeni referanslar oluşturabilir ve bu nedenle de bazı hatalı öğrenmeleri kendiliğinden düzeltebilir. Bu düşünce, yatay ve dikey ilişkilerin kurulmasının ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Özellikle proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramların ön öğrenmelerinden bir çoğu kimya derslerinde işlendiğinden, bu konular için gerekli alt yapının oluşturulması gerekmektedir.

2. Eşleştirme: R grubu-Aminoasitler için farklılık sağlar

Eşleştirmenin Amacı: Bu eşleştirmenin amacı, aminoasitlerin genel yapısı ve çeşitliliğine ilişkin öğrencilerin fikirlerini araştırmaktır. Öğrencilerin aminoasitin

yapısında R grubu olarak belirtilen ve aminoasite göre değişebilen bir yapının olduğunu belirtmeleri, bu nedenle de aminoasitlerin birbirlerinden farklı olduklarını söylemeleri beklenmektedir. Ayrıca; bu eşleştirme biraz daha ötelendiğinde, canlıların bünyesinde 20 çeşit aminoasitin olduğu, bu çeşitlilik sayesinde proteinlerin çeşitliliğinin sağlandığını da öğrencilerin ifade etmeleri mümkündür.

Bulgular: Öğrencilerin bu eşleştirmeye ilişkin açıklamaları Tablo 4.7’de verilmiştir. Tablodaki bulgular incelendiğinde öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının önemli oranda arttığı ve geciktirilmiş son teste de bu seviyenin korunduğu görülmektedir. Bu noktada yapılan öğretimin etkili olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Ayrıca; bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda da geciktirilmiş son teste doğru önemli bir azalmanın olduğu göze çarpmaktadır.

Tablo 4.7 3. Sorunun 2. eşleştirmesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Aminoasitlerin birbirinden farklı olmasını sağlayan R grubu, çeşitlilik gösterir ve 20 değişik aminoasitin oluşmasını sağlar.	23.9	68.2	60.2
	A2	R grubu (Radikal Grup) bir aminoasiti diğerinden ayırır.		14.8	25
	A3	R (Radikal grup) protein oluşumunda farklılık sağlar.		2.3	
	A4	Açıklama Yok	15.9		3.4
	TOPLAM			39.8	85.2
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	R grubu, amin ve karboksil grubu bir aminoasiti oluşturan kısımlardır.		2.3	
	B2	R grubu aminoasitlerin yapısında kullanılır. Farklı dizilişleri aminoasite farklılık sağlar.	2.3		
	B3	Radikal grupta amin ve karboksil grubu vardır.	6.8	2.3	4.5
	B4	R grubunda peptit bağı vardır.	1.1		
	B5	Aminoasitlerin yapısında şeker, Retina (R) grubu olduğunu biliyorum. Her aminoasitte şeker aynı olsa da R grubunun farklılık gösterdiğini hatırlıyorum.	3.4		
	B6	R grubu + ve - olmak üzere ikiye ayrılır. (Rh+ ve Rh-). Bu da farklılığı sağlar.	3.4		
	B7	Açıklama Yok	18.2	2.3	
TOPLAM			35.2	6.8	4.5
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	11.4	4.5	3.4
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	13.6	3.4	3.4
TOPLAM			25	8	6.8

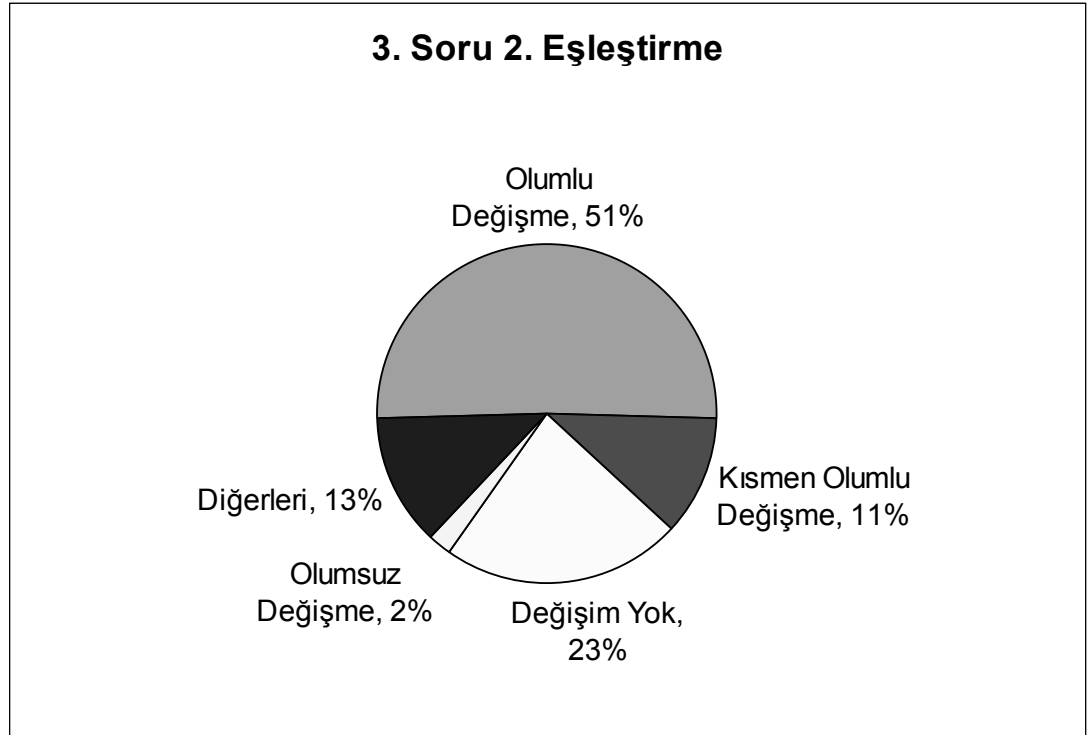
Bilimsel olarak doğru kabul edilebilir cevapların en üst basamağındaki açıklama ön testte %23.9 oranında iken, son testte %68.2 ve geciktirilmiş son testte

%60.2 olarak gerçekleşmiştir. Ön testte yer almayan “*R grubu (Radikal Grup) bir aminoasiti diğerinden ayırır*” açıklaması son testte %14.8 ve geciktirilmiş son testte %25 oranında tespit edilmiştir. Açıklama yapmayanların ön testteki oranı %15.9, geciktirilmiş son testte ise %3.4 olarak belirlenirken, son testte bu kategoride hiçbir öğrenci yer almamıştır.

B kategorisinde “*Radikal grupta amin ve karboksil grubu vardır*” şeklinde açıklama yapanların oranı ön testte %6.8, son testte %2.3 ve geciktirilmiş son test %4.5 olarak belirlenmiştir. Ön testte %3.4 oranında tespit edilen “*R grubu + ve – olmak üzere ikiye ayrılır. (Rh+ ve Rh-). Bu da farklılığı sağlar*” açıklamasıyla diğer testlerde karşılaşılmamıştır. Bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde açıklama yapmayanların oranı ön test %18.2 iken, son testte %2.3’e düşmüştür.

Bu eşleştirme için cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranının ön testte %25, son testte %8 ve geciktirilmiş son test %6.8 olduğu tabloda görülmektedir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun 2. önermesine üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki genel değişim Şekil 4.7’de ve ayrıntılı değişim Ek-E Tablo E.6’da verilmiştir.



Şekil 4.7 3. sorunun 2. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği

Aminoasit yapısı ve terminoloji bilgisi ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin araştırıldığı bu eşleştirmede olumlu değişimin %62 seviyesinde iken, olumsuz değişim sadece %2 olarak gerçekleşmiştir. %23 seviyesinde olan değişim yok kategorisinin yaklaşık %20'lik bölümünün bilimsel olarak kabul edilebilir seviyesinde olduğu ayrıntılı tabloda göze çarpmaktadır. Ayrıca %39.8 olan ön testteki bilimsel olarak kabul edilebilir cevap oranı, son testte %85.2 ve geciktirilmiş son testte %88.6 oranına yükseldiği için, yapılan öğretimin başarılı olduğu, kalıcılık açısından da etkili olduğu söylenebilir.

Öğretim sonrası öğrencilerin birçok hatalı öğrenmeleri düzeltilirken, bazılarının da devam ettiği görülmektedir. “*Radikal grupta amin ve karboksil grubu vardır*” şeklindeki açıklamanın her üç testte de tespit edilmesi, bu fikrin bir kavram yanlışlığı olduğunu düşündürmektedir.

Öğrencilerin test sorularına verdikleri cevaplarla ilgili yapılan görüşmelerde daha detaylı bilgiler elde edilmiş ve bunlar aşağıda sıralanmıştır.

G:Aminoasitlerdeki çeşitliliği sağlayan nedir?

Ö:Aminoasitlerin çeşitliliğini sağlayan Radikal gruptur. Bu grup aynı zamanda protein çeşitliliğini de sağlar. 20 çeşit aminoasit vardır. Bunların dizilişleri de çeşitliliğe etki eder. (69)

Ö:R1, R2... sağlıyordu. (66)

Ö:20 çeşit aminoasittir. Radikal grup farklılığı sağlar. 20 çeşit aminoasit hayatın 2. şifresiydi. Aminoasit proteinlerin yapıtaşdır. Bunların çeşitliliği de proteinlerin çeşitliliğine neden olur. (55)

Ö:(düşünüyor). Radikal grupları farklıdır. Sadece farklı olan grup radikal grup. (54)

Ö:(Düşünüyor)...çeşitliliğini radikal denilen bir grup sağlıyordu. Karboksil grubu vardı. NH₂ grubu vardı. (67)

Yukarıda verilen diyaloglarda öğrencilerin aminoasitin yapısı ve R grubunun işlevi ile ilgili temel bilgileri kavramış oldukları görülmektedir. Ancak geçmiş yıllarında yanlış olarak kullanılan Radikal grup ismini öğrencilerin sıklıkla söyledikleri görülmektedir. Bu durum, kavramsal anlama testinde de tespit edilmiştir. Öğretim elemanı derslerde radikal gruptan bahsetmediği halde, isim benzerliğinden

lise yıllarında R grubu yerine radikal grup kullanılması öğrencilerin zihinlerinde öyle bir yer edinmiş ki, değiştirmek için özel çaba harcamak gerekmektedir. Belki de bu isimlendirmedeki yanlışlık şimdilik önemli bir öğrenme engeli oluşturmayabilir ama, başka durumlarda öğrenme engeli oluşturmayacağı söylenemez.

Aşağıdaki diyalogda, 60 numaralı öğrenci R grubunu hatırlamasa da kavramsal anlamayı gösteren bir açıklama yapmıştır.

G:Aminoasitlerde çeşitlilik var mı?

Ö:Evet var. Amin ve karboksil grubu... değildi. Orada başka bir şey daha vardı. Her aminoasitte farklı olan bir grup da var. O da aminoasitlerin çeşitliliğini sağlıyor.

Bu öğrencinin R grubunu hatırlamayışı veya Radikal grup olarak isimlendirmesi önemli bir öğrenme engeli olarak görülmemektedir. Çünkü buradaki sorun değişime dirençli değildir.

53 numaralı öğrencide de aminoasit çeşitliliği ile ilgili şu diyalog yaşanmıştır;

G:Bütün canlılarda kaç çeşit aminoasit vardır?

Ö:20 çeşit aminoasit var.

G:Bu çeşitliliği sağlayan nedir?

Ö:eeee. (düşünüyor). İnsanlar bu 20 çeşit aminoasiti üretemiyor ama bitkiler üretebiliyor ama...rRNA olabilir. tRNA sağlamazdı her halde. mRNA sağlıyordu her halde.

Bu öğrencinin zihninde kavramlar tam olarak oturmamış görünüyor. 20 çeşit aminoasit olduğunu, bunların bazılarını insanların üretmeyip bitkilerin hepsini üretebildiğini belirtmesine rağmen, aminoasitlerin çeşitliliğini mRNA'nın sağladığını, tRNA'nın sağlamadığını ileri sürmektedir. Bu düşüncenin altında yatan nedenin protein sentezi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Proteinlerin çeşitliliğini sağlamada DNA'nın, mRNA'nın, aminoasit sayısı, sırası ve çeşidinin etkili olduğu öğretim sırasında belirtilmiştir. Buradan hareketle protein çeşitliliği ile aminoasit çeşitliliği arasında öğrencinin zihninde karışmaların olduğu söylenebilir.

39 numaralı öğrencinin görüşmede verdiği açıklamalarda hatalı öğrenmelerin olduğu anlaşılmaktadır. Diyalog şu şekildedir;

G:Aminoasitlerdeki çeşitliliği sağlayan nedir?

Ö:Kimyasal yapıları, formülleridir.

G:A ve B aminoasiti arasında farklılığı sağlayan nedir?

Ö:Sadece atomların birbirine bağlanmış şekillerinin farklı olduğunu biliyorum.

G:Testteki verdiğin cevapta aminoasitler için farklılığı sağlayan Radikal gruptur diyorsun.

Ö:Temel bir yapı var. NH_2 , C, H. Radikal grup da var. Radikal grubun da farklı olması yapılarındaki kimyasal bağların farklı olmasından kaynaklanıyor.

Öğrenci, radikal grubun aminoasitler için çeşitlik sağladığını kavramsal anlama testinde söylemesine rağmen, görüşme sırasında kimyasal bağların farklı olmasından aminoasitlerin farklı olduğunu ifade etmektedir. Testte verdiği cevap hatırlatıldığında, hem onun hem de yeni söylediğinin doğru olduğunu belirten açıklama yapmıştır. Bu sonuç; öğrenmede bir direnç olduğu izlenimini vermektedir.

39 numaralı öğrencinin kimyasal bağlardaki farklılıktan aminoasitlerin farklı olduğunu ileri sürmesinin temelinde, daha önce işlenen karbonhidratlar konusunun olduğu tahmin edilmektedir. Nişasta ve selülozun yapıtaşının aynı olmasına rağmen, glikozların bağlanmalarındaki farklılıktan dolayı, farklı özellikte oldukları öğretim sırasında belirtilmiştir. Bu açıklama ile, öğrencinin zihninde görüşmede geçen bir fikir kalmış olabilir.

3. Eşleştirme: Dehidrasyon-Peptit bağı

Eşleştirmenin Amacı: Öğrencilerin çok defa karıştırdıkları iki kavram olan dehidrasyon ve peptit bağı arasındaki ilişki bu eşleştirmede sorulmuştur. Dehidrasyon canlıların temel bileşenlerinden karbonhidratlar ve yağlar anlatılırken bahsedilmektedir. Ayrıca bu kavram temel kimya konuları içerisinde de geçmektedir. Biyoloji-I dersinde daha önce işlenen konularda glikozit ve ester bağı gibi değişik kavramlara değinilmektedir. Bu anlamda, öğrencilerin daha önce öğrendiklerini

doğru bir şekilde transfer edebilme dereceleri verilen eşleştirme ile ölçülmeye çalışılmaktadır. Öğrencilerin peptit bağı oluşurken 1 molekül su açığa çıktığını ve bu olayın da bir dehidrasyon olduğunu açıklamaları beklenmektedir. Eşleştirmenin hem temel bilgiyi hem de kavramsal anlamayı ölçmeye yönelik hizmet ettiği düşünölmektedir.

Bulgular: Dehidrasyon ve peptit bağı arasındaki ilişki hakkında öğrencilerin düşöncelerinin gösterildiği tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4.8). Tablo incelendiğinde son testteki öğrenci başarısının diğerlerine göre yüksek olduğu görölmektedir. Geciktirilmif son testte bazı hatalı öğrenmelerin ortaya çıktığı ve öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının son teste göre biraz düştüğu göze çarpmaktadır.

Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar incelendiğinde en doğru açıklamanın ön testte %20.5, son testte %54.5 ve geciktirilmif son test %75 oranında olduğu görölmektedir. “*Dehidrasyon, aminoasitlerin birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanmasıdır*” açıklamasını ön testte öğrencilerin %5.7’si, son testte %22.7’si yaparken, geciktirilmif son testte böyle bir açıklama rastlanmamıştır. Dehidrasyon ile beslenme arasında ilişki kurarak “*Dehidrasyon bir su çıkarma olayıdır. Beslenme ile arasında bir ilişki kurulabilir. Alınan besinlerin parçalanması gerekir*” şeklinde açıklama yapan öğrencilerin oranı ön testte %2.3, geciktirilmif son test ise %1.1 olarak tespit edilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar içerisinde ön testte öğrencilerin %2.3’ü, geciktirilmif son test ise %1.1’i “*Dehidrasyon, suyun dışarı çıkarılmasıdır. Bu olay aminoasitler için farklılık sağlar*” tarzında bir açıklama yapmıştır. Bu kategoride frekansı en yüksek olan “*Dehidrasyon, proteinler arasındaki peptit bağlarının kopmasıyla oluşan reaksiyondur*” açıklaması ise ön testte %15.9, son testte %3.4 ve geciktirilmif son testte de %10.2 oranında tespit edilmiştir.

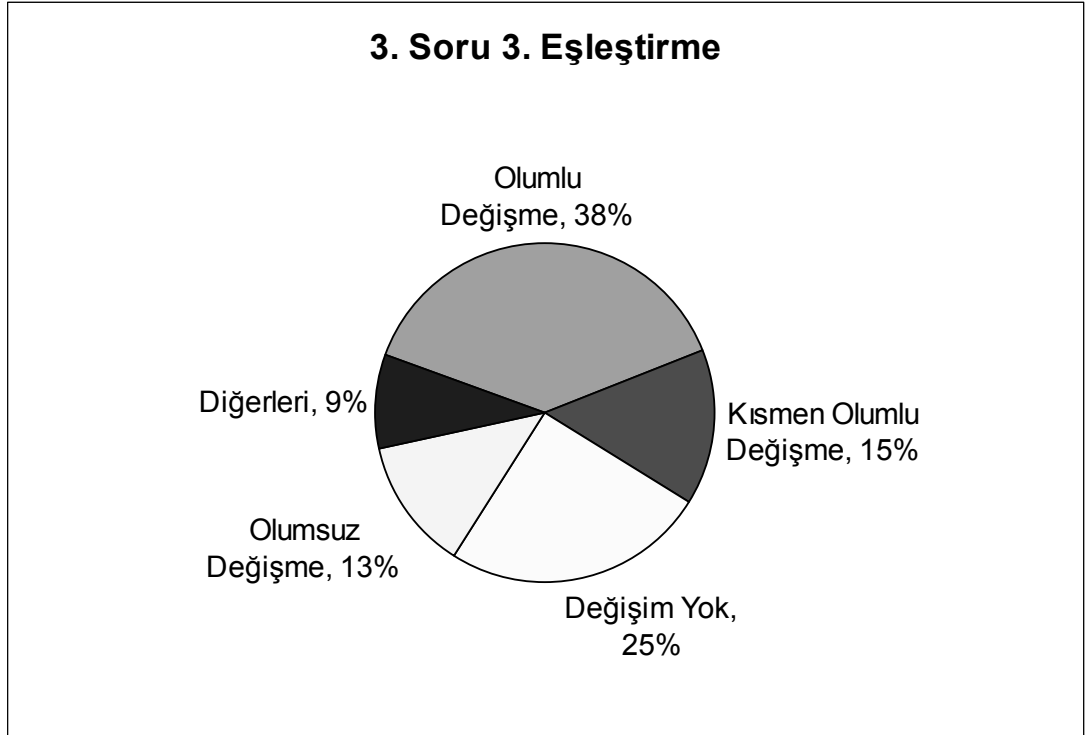
Bu eşleştirme için herhangi bir cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı ön testte %17, son testte %6.8 ve geciktirilmif son test ise %8 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8 3. Sorunun 3. eşleştirmesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Doğru Eşleştirme Peptit bağı, bir aminoasitin karboksil grubundaki karbon (C) atomu ile diğer aminoasitin amin grubundaki azot (N) atomu arasında dehidrasyonla oluşan bir bağıdır.	20.5	54.5	75
	A2	Dehidrasyon, aminoasitlerin birbirlerine peptit bağlarıyla bağlanmasıdır.	5.7	22.7	
	A3	Dehidrasyon monomerlerin birleşip polimer oluşturması ve su açığa çıkmasıdır.		2.3	
	A4	Alternatif Eşleştirme Dehidrasyon bir su çıkarma olayıdır. Beslenme ile arasında bir ilişki kurulabilir. Alınan besinlerin parçalanması gerekir.	2.3		1.1
	A5	Açıklama Yok	22.7	4.5	1.1
TOPLAM			51.1	84.1	77.3
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Dehidrasyon, suyun dışarı çıkarılmasıdır. Bu olay aminoasitler için farklılık sağlar.	2.3		1.1
	B2	Peptit bağları dehidrasyon sentezi ile birleşir. 1 mol peptit bağı birleşirken 3 mol su harcanır.	3.4		1.1
	B3	Dehidrasyon, proteinler arasındaki peptit bağlarının kopmasıyla oluşan reaksiyondur.	15.9	3.4	10.2
	B4	Dehidrasyon ile disakkarit oluşurken (veya 1 mol gliserol ile 3 mol yağ asidi veya 2 nükleotid veya organik bileşikler birleşirken) arada peptit bağı oluşur.		3.4	2.3
	B5	Açıklama Yok	10.2	2.3	
TOPLAM			31.8	9.1	14.8
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	9.1	5.7	3.4
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	8	1.1	4.5
TOPLAM			17	6.8	8

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun 3. eşleştirmesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testte verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.8’de ve Ek-E Tablo E.7’de gösterilmiştir.

3. Soru 3. Eşleştirme



Şekil 4.8 3. sorunun 3. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği

Grafiğe göre öğrencilerin öğretim sonrasında kavramsal anlama düzeylerinde olumlu gelişmenin %53 oranında, olumsuz değişimin de %13 oranında olduğu görülmektedir. Ayrıca; bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların son testte artması ve geciktirilmiş son testte yakın oranda kalması yapılan öğretim için pozitif bir sonuçtur. Bunların yanı sıra bilimsel olarak kabul edilemez cevaplardaki düşüş de, önermede söz edilen kavramların öğrenilmesinde yapılan öğretimin etkili olduğunu gösteren bir bulgudur.

Yukarıda öğretimin başarılı olduğundan bahsedilmesine rağmen, “Dehidrasyon, proteinler arasındaki peptit bağlarının kopmasıyla oluşan reaksiyondur” gibi bazı hatalı öğrenmelerin de öğretim sonrası devam ettiği ve tamamen ortadan kaldırılamadığı görülmektedir. Bu sonuç, uygulanan geleneksel yöntemin bazı yönleri ile başarılı olmasına rağmen, bazı hatalı öğrenmeleri düzeltmede yetersiz kaldığını göstermektedir.

Çoğunlukla öğrencilerin, hidroliz ile dehidrasyonu birbirine karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Bu iki olay birbirinin tersi olduğu için, böyle karışmaların normal olduğu düşünülmektedir. Ancak; dehidrasyon ve bağ kavramlarının ön bilgileri

kimya derslerinde iyi bir planlama ile öğrencilere sunulursa, yukarıda bahsedilen hatalı öğrenmelerin en aza ineceği tahmin edilmektedir.

Bu önerme ile ilgili öğrencilerin görüşmelerdeki düşünceleri 6. soruda detaylı bir şekilde sunulacağından burada yer verilmeyecektir.

4. Eşleştirme: Temel aminoasit-Beslenme

Eşleştirmenin Amacı: Bu eşleştirmede, temel aminoasit ile beslenme arasındaki ilişki sorgulanmaktadır. Bitkilerin 20 çeşit aminoasiti kendisinin üretebilmesi ve diğer bir çok canlının bütün aminoasitleri üretememesi nedeniyle beslenmede farklılıklarının olmasını anlamada öğrencilerin zorluklar çektikleri bilinmektedir. Bu eşleştirmeyi yapabilen öğrencilerin, temel aminoasitleri canlı üretemediği için beslenme yoluyla başka canlılardan temin etmesi gerektiğini açıklaması beklenebilir. Bu noktayı kavrayabilen öğrencilerin bitki ve hayvanların beslenmesi arasındaki farklılık, aminoasitler ve proteinler ile ilgili öğrenme güçlüklerini aşmış olacağı tahmin edilmektedir.

Bulgular: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun 4. eşleştirmesi ile ilgili öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 4.9’da toplanmıştır. Tabloda verilen sonuçlara göre; öğrencilerin başarı düzeylerinin öğretim sonrasında arttığı ve kalıcılığının da artarak devam ettiği söylenebilir.

Tablo 4.9 3. Sorunun 4. eşleştirmesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	Temel aminoasitler, canlının üretemediği ve dışarıdan beslenme yoluyla almak zorunda olduğu aminoasitlerdir.	9.1	58	52.3	
	A2	Beslenme temel aminoasitlerle olur.	4.5	6.8	11.4	
	A3	Doğru Eşleştirme	Temel aminoasitler insan vücuduna enerji sağlar ve bir şeyler yediğimizde onu protein monomerlerine parçalayıp faydalı olan kısmını vücudumuza almamız gerekir.	2.3		
			Metabolizma için bazı aminoasitler gerekir. Hücre belli temel aminoasitleri kullanır. İnsan vücudu 22 çeşit aminoasit oluşturur.	2.3		
	A4	Temel aminoasitler bir araya gelerek protein besinini oluşturur.		2.3		
	A5	Temel aminoasitler bir araya gelerek protein besinini oluşturur.		2.3		
	A6	Alternatif Eşleştirme	Temel aminoasitler amin ve karboksil gruplarından oluşur.	15.9		10.2
	A7		Temel aminoasitlerin amin ve karboksil grubu bağlanarak peptit bağı oluşur.		4.5	3.4
A8	Açıklama Yok		14.8		3.4	
TOPLAM			48.9	71.6	80.7	
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Temel aminoasitler insanın ürettiği aminoasitlerdir. Kalan aminoasitleri ise bitkilerden alırız.		2.3	3.4	
	B2	Sadece temel aminoasitler birbirlerine peptit bağları ile bağlanmıştır.	5.7			
	B3	Temel aminoasitler yapılarını değiştirebildikleri için farklılık sağlar.	2.3			
	B4	Temel aminoasitler, amin ve karboksil grubundan oluşur.		13.6		
	B5	Bizde eksik olanları beslenme yoluyla alırız. Bitkilerde 1-2 tane eksik olabilir. Bunu dışarıdan mesela su yoluyla alabilirler.			1.1	
	B6	Temel aminoasitlerin oluşturduğu karbonhidratlar canlılar için temel besin ve enerji kaynağıdır.			1.1	
	B7	Açıklama Yok	19.3	1.1	1.1	
TOPLAM			27.3	17	6.8	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	15.9	6.8	4.5	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	8	4.5	8	
TOPLAM			23.9	11.4	12.5	

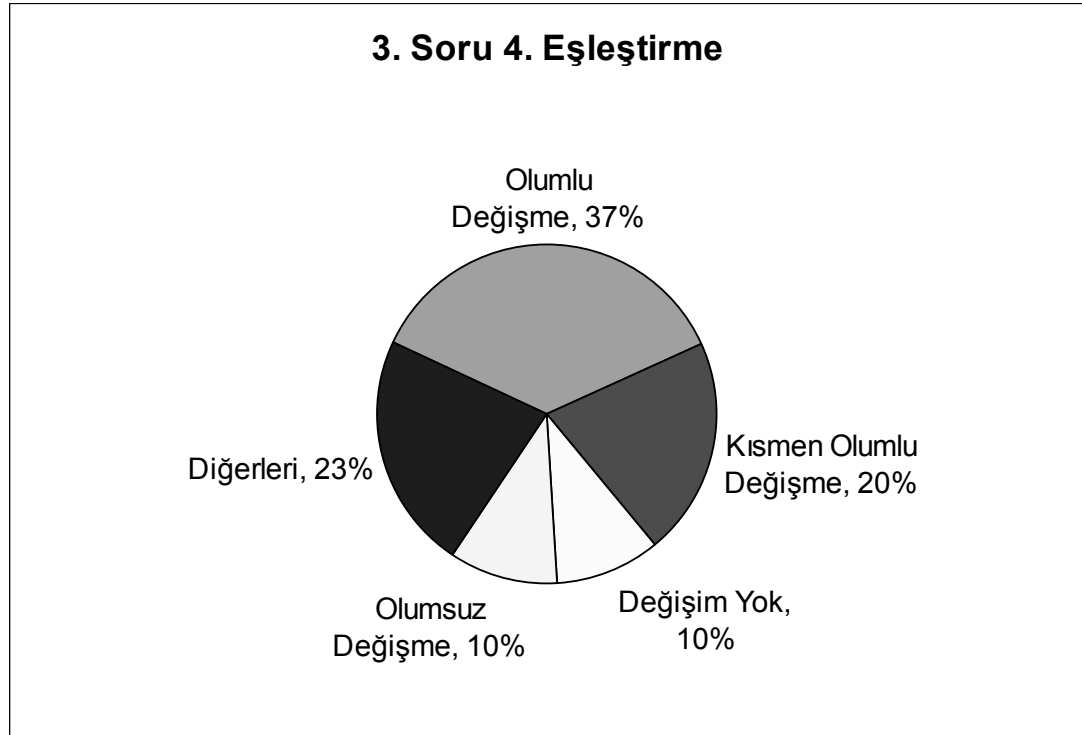
Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklama “*Temel aminoasitler, canlının üretemediği ve dışarıdan beslenme yoluyla almak zorunda olduğu aminoasitlerdir*” şeklinde ön testte %9.1, son testte %58 ve geciktirilmiş son testte %52.3 oranında tespit edilmiştir. Bu kategoride alternatif bir eşleştirme ile “*Temel aminoasitler amin ve karboksil gruplarından oluşur*” şeklindeki açıklamayı ön testte öğrencilerin %15.9’u, geciktirilmiş son testte %10.2’si yaparken, son testte hiçbir öğrencide bu açıklamaya rastlanmamıştır.

Bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde ön testte olmamasına rağmen son testte %2.3 ve geciktirilmiş son testte %3.4 oranında “*Temel aminoasitler*

insanın ürettiği aminoasitlerdir. Kalan aminoasitleri ise bitkilerden alırsız” açıklaması belirlenmiştir. Son testte “Temel aminoasitler, amin ve karboksil grubundan oluşur” cevabını öğrencilerin %13.6’sı vermiştir. Bu kategoride açıklama yapmayanların oranı ön testte %19.3 iken, son ve geciktirilmiş son testte bu oran %1.1’e düşmüştür.

Bu eşleştirme ile ilgili cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı ön testte %23.9, son testte %11.4 ve geciktirilmiş son test ise %12.5 olarak belirlenmiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 3. sorusunun 4. eşleştirmesiyle ilgili değişim Şekil 4.9’da ve Ek-E Tablo E.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.9 3. sorunun 4. eşleştirmesinin kavramsal değişim grafiği

Yukarıdaki grafikte, öğretim sonrası öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde belirgin bir artış olduğu görülmektedir. Olumlu değişme toplamda %57 oranında iken, olumsuz değişme sadece %10 olarak kalmıştır. Kategori tablosunda görüldüğü gibi, öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların %48.9’dan %71.6’ya çıkarak geciktirilmiş son testte de %80.7’e gelmesi öğretimin etkili olduğunu ve kalıcılık sağladığı şeklinde bir değerlendirme yapılabilir. Benzer şekilde

öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilemez cevapların geciktirilmiş son teste doğru azalarak gitmesi de öğretimin olumlu yönünü göstermektedir. Ancak; son testte %13.6 oranında tespit edilen “*Temel aminoasitler, amin ve karboksil grubundan oluşur*” açıklaması öğretimin hatalı noktasını göstermektedir. Genel olarak öğretimin başarılı olduğu ancak, öğrencileri bazı hatalı öğrenmelere de götürebildiği söylenebilir.

Yapılan görüşmelerde, önermede geçen kavramlara ilişkin öğrencilerin fikirleri daha detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Aşağıdaki görüşme kesitinde 67 numaralı öğrencinin temel aminoasit ile ilgili görüşleri verilmiştir.

G:Temel aminoasit nedir?

Ö:Organizmanın üretilmediği, dışarıdan aldığı aminoasitler. Üretebilmesi için enzimleri ve tabii ki genleri olması gerekir. 21 çeşit zannedersen aminoasit var. Bunların bir kısmı temel aminoasit. (67)

Bu diyaloglardan anlaşıldığı üzere öğrencilerin çoğunluğu temel aminoasit ile ilgili gerekli başlıca bilgiyi almış görünmektedir. Öğretim sırasında bitkilerin bütün aminoasitleri yapabildikleri ancak, insanların böyle bir özelliğinin olmadığını üzerinde durulmuştur. Bunun sonuçları hem kavramsal anlama testinde hem de görüşmelerde gözlenmiştir. Yapılan görüşmelerde öğrencilerin yarısı da yukarıdaki gibi açıklamalar yapmışlardır.

Temel aminoasitlerle ilgili 69, 56, 51, 61, 42, 46 ve 44 nolu öğrencilere bitkilerin temel aminoasitlerinin olup olmadığı sorulduğunda şu cevaplar alınmıştır;

G:Bitkiler için de temel aminoasit var mıdır?

Ö:Bitkiler için temel aminoasit yoktur. 20 çeşit aminoasitin birazı temel aminoasittir ve bu bütün canlılar (bitki hariç) için geçerlidir. (69)

Ö:Her canlı için temel aminoasit kavramı vardır. Ama ayrıntısını bilemiyorum. (56)

Ö:Yok. Bitkiler bütün besinlerini kendileri yaptığı için temel aminoasit kavramı onlar için yok. (51)

Ö:Evet..şey... hayvanlarda oluyor. Çünkü bitkiler kendileri üretiyor. Hayvanların aldıkları (tereddütlü) diye biliyorum. (61)

Ö:Yoktu her halde. Hepsini kendileri yapıyor her halde. (42, 46)

Ö:Topraktan su ve mineral aldıkları için bence olamaz. Böcek yiyen bitkiler var belki onlar olabilir. (44)

Öğretim sırasında, öğretim elemanı tarafından“*Bitkiler 20 çeşit aminoasitin her birini kendisi üretiyor. Böcekçil bitkiler hariç*” şeklinde bir ifade kullanıldığı kaydedilmiştir. Bu ifade öğrencilerin bazılarında olumlu bazılarında da olumsuz bir etki yapmış gibi görünüyor. Bitkilerin bütün aminoasitleri kendilerinin yaptığını söyleyenlerin yanı sıra, böcekçil bitkilerin bazı aminoasitleri üretemeyerek dışarıdan aldıkları şeklinde yorum yapanların da olduğu tespit edilmiştir. Bu örnek, kullanılan dilin kavram yanlışlarına sebep olabileceğini göstermektedir.

Temel aminoasit ile ilgili 53, 66 ve 40 numaralı öğrencilerden değişik açıklamalar gelmiştir. Bunlar şöyledir;

G:Temel aminoasit nedir?

Ö:20 çeşit aminoasit var. Bunların hepsi temel aminoasit. Yani olmazsa olmaz aminoasitler. (53)

Ö:Temeli hatırlıyorum. Dışardan aldıklarımız doğal olmasa gerek. Dışarıdan almadan vücudumuzda bulunan aminoasitlerdir. Dışardan alınanlara doğal olmayan diyebilirim. Temel aminoasit ise belki çeşitlilikte rol oynayan temel iskelet aminoasit olabilir. (66)

Ö:(düşünüyor). İnsan vücudundaki en genel, en çok kullanılan aminoasittir. (40)

Yukarıdaki diyaloglarda öğrencilerin temel aminoasitin anlamını tam ters olarak algıladıkları belirlenmiştir. Dışarıdan alınan aminoasitler yerine, temel aminoasiti vücutta mutlaka bulunması gereken ve vücudun üretebildiği aminoasitler olarak öğrencilerin algıladıkları tahmin edilmektedir. Bu noktadan kelimelerin terim anlamlarının öğrencilerde yanlış anlamalara götürdüğü söylenebilir. Bu türlü kelimelerin kullanımlarında öğretim sırasında çok dikkat edilmesi gerekmektedir.

Temel aminoasitlerle ilgili 55 numaralı öğrenci de görüşme sırasında şu açıklamaları yapmıştır;

G:Temel aminoasit nedir?

Ö:Canlıların dışarıdan alması gereken besinlerdi.

G:Her canlı için temel aminoasit kavramı geçerli midir?

Ö:Bizler organik maddeleri yapamıyoruz. Dışarıdan alıyoruz. Bitkiler de inorganik maddeleri dışarıdan almak zorunda kalıyorlar. O zaman vardır diyebiliriz.

G:Bitkilerin de temel aminoasiti var mı?

Ö:Vardır. Olmalıdır.

G:Yani bitkinin sentezleyemediği ve dışarıdan almak zorunda olduğu aminoasitler mi vardır?

Ö:Evet. Topraktan alabilir. Gerçi topraktan su ve mineral haricinde bir şey almıyor. O zaman aminoasit almamış oluyor. Kararımı değiştiriyorum.

Dışarıdan alınan bütün maddelerin temel aminoasit gibi algılanması sonucu 55 numaralı öğrenci bitkilerin de temel aminoasitlerinin olabileceğini düşünmüş, ancak bitkilerin sadece su ve mineral aldığını hatırlayarak kararından vazgeçmiştir. Öğretim sırasında öğrencinin zihinsel süreçlerinin işletilemediği ve bu nedenle de öncelikle ezberinde kalan ifadeleri kullandığı görülmüştür. Görüşmede “*Yani bitkinin sentezleyemediği ve dışarıdan almak zorunda olduğu aminoasitler mi vardır?*” sorusu öğrencinin zihinsel süreçlerini başlatmış ve sonrasında hatasını düzeltilmiş olabilir. Bu itibarla, öğretimin öğrencilerde yeterli derecede zihinsel süreçleri işletebilecek bir şekilde dizayn edilmesi gerektiği söylenebilir.

Görüşme yapılan 54 numaralı öğrenci temel aminoasitle ilgili yanlış bir bilgi sonucu şunları söylemiştir;

G:Temel aminoasit nedir?

Ö:Amin grubu, radikal grubu ve karboksil grubundan oluşuyor. Bu en küçük birimdir.

G:20 çeşit aminoasitin hepsi temel aminoasit mi?

Ö:Evet hepsi temel aminoasit.

G:Bütün canlılar bütün aminoasitleri kendileri üretebilir mi?

Ö:Hayır. Dışarıdan alınan aminoasitler de vardır. Örneğin N atomu. Bitkilerin de dışarıdan aldığı aminoasitler var.

G:Nereden alıyor?

Ö:Topraktan alıyor. Bazıları havadan. Böcek kapanlar da var.

Burada öğrenci, 20 çeşit aminoasitin hepsinin temel aminoasit olduğunu, aminoasitlerin hepsinin her canlının üretemediğini ve dışarıdan alınması gerektiğini düşünmektedir. Bu nedenle, bitkilerin topraktan, havadan aminoasit aldığını söylemektedir. Belki de, öğretim sırasında söylenen böcek kapan bitkilerin bütün aminoasitleri kendisinin üretemeyeceğine dayanarak, böcek kapan bitkilerin de aminoasit aldıklarını iddia etmektedir. Görüldüğü gibi, temel bilgilerdeki eksiklikler bazı durumlarda biraz önce bahsedilen hatalı öğrenmelere benzer sorunlar oluşturabilmektedir.

Son olarak 39 numaralı öğrenci ile yaşanan ilginç bir diyalog aşağıda verilmiştir;

G:Temel aminoasit diye bir şey duydun mu?

Ö:Vücudun kendisinde olan aminoasitlerdir.

G:Bende 20 çeşit aminoasit var. Bunların hepsi temel aminoasit mi?

Ö:Dışarıdan da alabilirsiniz?

G:Mesela ben dışarıdan A aminoasiti alıyorum. Bu temel aminoasit mi?

Ö:Değildir. Sizin dışarıdan almadığınız vücudunuzda orijinal olarak bulunan aminoasit.

G:Ne demek bu? Mesela, doğduğum zaman bende bulunan mı?

Ö:Evet. Doğduktan sonra bir sürü farklılık oluyor ama. Dışarıdan almasanız da sizde olan temel aminoasittir.

G:Özetliyorum. Temel aminoasit vücutta devamlı bulunan, temel olmayan ise dışarıdan alınandır diyorsun değil mi?

Ö:Evet.

G:Canlının ürettiğine temel aminoasit diyebilir miyiz?

Ö:Canlı üretiyorsa vücudunda vardır. Diyebiliriz.

G:Bitkiler için de temel aminoasit var mıdır?

Ö:Şimdi dışarıdaki ağaçlara bakınca hepsi birbirine benziyor. Çam deyince farklı bir şey akla gelmiyor. Onlar dışarıdan mı alıyorlar... dışarıdan alırken kökten protein.... Yoktur her halde. Onlar için temel aminoasit

vardır. Kökten madensel tuz, su alıyor. Proteini aminoasit şeklinde alabilir mi? Aklıma başka bir şey gelmiyor.

Yukarıdaki diyalogdan 39 numaralı öğrencinin temel bilgideki hata nedeni ile kavram yanlışlığına düştüğü söylenebilir. Öğrenci kendi fikrini ısrarla savunmakta ve değiştirme emaresi göstermemektedir. Öğrencilerin açıklamalarından, zigotun oluşumunda temel aminoasitlerin buraya yerleştiği ve bunların diğer hücrelere de sentezlenerek aktarıldıkları şeklinde bir izlenim edinilmiştir. Bitkiler için de aynı durumun olup olmadığı sorulduğunda, çelişkili cevaplar gelmiştir. Hatta bitkilerin proteinleri kökleri vasıtasıyla alabileceklerini tereddütlü bir şekilde söylemiştir. Bu durumda öğretim sırasında yeni terimlerin anlamları doğru bir şekilde tanımlanmalı, varsa öğrencilerdeki hatalar tespit edilmeli ve düzeltilmelidir.

3. sorunun dört eşleştirmesi yukarıda sırasıyla ele alınmıştır. Öğretim sonucu öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde önemli oranda iyileşme olduğu dikkat çekmektedir. Bu gelişmeye rağmen, bazı öğrencilerde temel bilgi eksiklerinin olduğu, bazılarında da kavramsal anlamının tam olarak gerçekleşmediği ve bazılarında da kavram yanlışlarının meydana geldiği tespit edilmiştir. Öğretim sırasında anahtar terimleri kavramanın gerekli olduğu, tanımlardaki hataların bazı yanlış öğrenmelere neden olduğu, bu nedenle de öğretim sırasında kullanılan dile çok dikkat edilmesi gerektiği yukarıdaki yorumlarda örnekleri ile birlikte verilmiştir.

4.2.4 4. soru: Protein Sentezinin Basamakları

4. Aşağıda verilenlerden protein sentezi ile ilgili olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplandırarak her birisini **nedenleri** ile birlikte açıklayınız.
- I- DNA'nın eşlenmesi (Replikasyon)
 - II- mRNA'nın ribozomda okunması
 - III-mRNA'nın sentezlenmesi (Transkripsiyon)
 - IV-Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi

Öğrencilerin protein sentezinin ana basamakları ile ilgili fikirleri kavramsal anlama testinin 4. sorusu ile araştırılmıştır. Soru 4 önermeden oluşmakta ve bu önermelerin protein sentezi ile ilgili olup olmadıkları sorulmaktadır. Ayrıca

öğrencilerden, her bir önermenin neden protein sentezi ile ilgili olup olmadığının açıklanması da istenmiştir. I. önerme aşağıda verilmiştir.

I- DNA'nın eşlenmesi (Replikasyon)

Önermenin Amacı: Kavramsal anlama testinin hazırlanması sırasında, öğrencilerin protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi ile ilgili bazı alternatif fikirlerinin olduğu görülmüştür. Bu nedenle, öğrencilerin DNA'nın eşlenmesi ilgili düşünceleri ortaya koymak amacıyla sözü edilen önerme teste konulmuştur. Öğrencilerden protein sentezi için DNA'nın eşlenmesinin gereksiz olduğunu, DNA'nın eşlenmesinin hücre bölünmesi ile ilgili olduğunu söylemeleri beklenmektedir. Önermeye ilişkin öğrencilerin açıklamalarında, sık karşılaşılan öğrenme engelleri ile ilgili önemli ipuçlarının olacağı düşünülmektedir.

Bulgular: Protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmemesi ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin araştırıldığı kavramsal anlama testinin 4. sorusunun I. önermesine verilen cevapları içeren bulgular Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 4. Sorunun I. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. DNA'nın eşlenmesi Protein sentezi ile ilgili değildir.	A1	Protein sentezi için DNA'nın eşlenmesine gerek yoktur. Çünkü DNA'nın eşlenmesi hücre bölünmesi için gereklidir.	8	33	30.7	
	A2	Sadece ilgili genler devreye girer. DNA, RNA'yı sentezler	2.3	2.3	4.5	
	A3	Yanlış açıklama	Protein sentezi olmadığında da DNA kendini eşler.	4.5	8	11.4
	A4		Her bireyin proteini farklıdır. Bu farklılık da kalıtımla yani DNA'nın eşlenmesi ile gerçekleştirilir.	1.1		
	A5		DNA'nın eşlenmesi sadece mayoz bölünme ve üremede olur.	3.4	3.4	
	A6		Kendini eşleme sırasında yarı korunumlu yapıya bürünüp (ortadan ayrılma) protein sentezi yapabilir.			1.1
	A7	Açıklama Yok	8	14.8	17	
	TOPLAM			27.3	61.4	64.8
B. DNA'nın eşlenmesi Protein sentezi ile ilgilidir.	B1	Hem protein sentezinde hem de hücre bölünmesinde DNA kendini eşler. DNA ortadan şifre verirse bu protein sentezi yapacağı anlamına gelir.	6.8	5.7		
	B2	DNA her eşlendiğinde protein sentezi olur. Çünkü hücre ya bölünüyordur ya da endospor oluşturuyordur.		1.1		
	B3	DNA'nın eşlenmesi ilk ve önemli basamaktır.	10.2	8	4.5	
	B4	Önce DNA'nın eşlenmesi gerekir ve DNA eşlenince ATP üretilerek mRNA sentezi yapılmalı.	4.5			
	B5	DNA'nın eşlenmesi ile yeni oluşacak proteinin temeli kurulur ve bununla protein oluşmaya başlar.	2.3		11.4	
	B6	Çünkü protein kılıf ile DNA'nın korunması gerekir.		1.1	1.1	
	B7	Protein sentezinde DNA eşlenir ve kalıtsal bilgi diğer hücreye aktarılmak üzere 2 katına çıkar.		1.1	2.3	
	B8	DNA'nın anlamlı zinciri tamamlayıcı zinciri eşler.		2.3		
	B9	DNA kendini eşledikten sonra ona ait kodon (veya kodları) oluşacaktır.			5.7	
	B10	Santral Dogma şeklinde replikasyon olduğu için			1.1	
	B11	Açıklama Yok	22.7	17	6.8	
TOPLAM			46.6	36.4	33	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	18.2	2.3	2.3	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	8	-	-	
TOPLAM			26.1	2.3	2.3	

Yukarıda verilen tablo incelendiğinde, öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarında artış olmasına rağmen, yine de bilimsel olarak kabul edilemez cevapların oranının dikkate değer bir seviyede kaldığı görülmektedir. Bu anlamda öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları ve öğretim sonucu önemli bir değişikliğe uğramadan bunların devam ettiği söylenebilir.

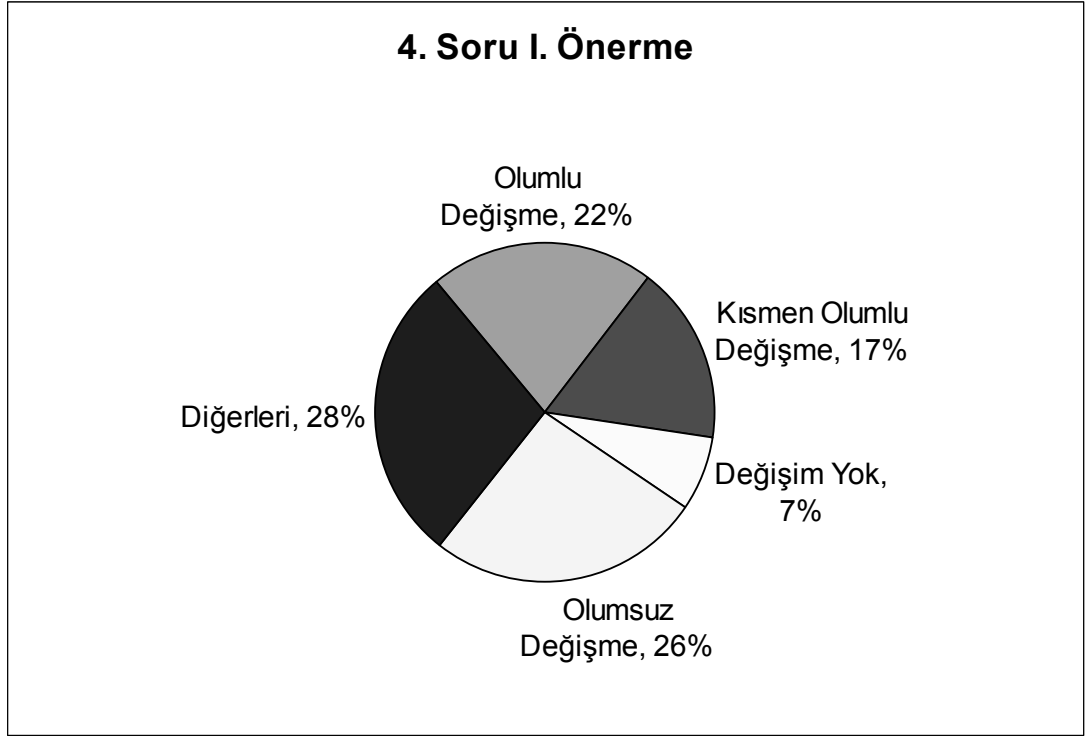
Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevapların oranı, ön testte %8 iken, son testte %33'e çıkarak geciktirilmiş son testte %30.7'ye gerilemiştir. Öğretim öncesi %4.5 olan "Protein sentezi olmadığında da DNA kendini eşler" yanlış

açıklaması ilginç bir şekilde öğretimden hemen sonra %8'e ve öğretimden altı ay sonra %11.4'e yükselmiştir. Başka bir ilginç bulgu da, ön ve son testte %3.4 oranında tespit edilen "*DNA'nın eşlenmesi sadece mayoz bölünme ve üremede olur*" açıklamasına geciktirilmiş son testte karşılaşılmamasıdır. Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesinin ilgili olmadığını belirterek açıklama yapmayanların oranı geciktirilmiş son testte gidildikçe artmıştır (%8, %14.8, %17).

DNA'nın eşlenmesinin protein sentezi ile ilgili olduğunu söyleyerek "*Hem protein sentezinde hem de hücre bölünmesinde DNA kendini eşler. DNA ortadan şifre verirse bu protein sentezi yapacağı anlamına gelir*" şeklindeki açıklama ön testte %6.8 ve son testte de %5.7 olarak tespit edilirken, geciktirilmiş son testte öğrencilerden böyle bir açıklama gelmemiştir. Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesinin ilk ve önemli bir basamak olduğunu söyleyenlerin oranı ön testte %10.2, son testte %8 ve geciktirilmiş son testte %4.5 olarak belirlenmiştir. Ön testte %2.3 ve geciktirilmiş son testte %11.4 oranında tespit edilen "*DNA'nın eşlenmesi ile yeni oluşacak proteinin temeli kurulur ve bununla protein oluşmaya başlar*" açıklamasına son testte rastlanmamıştır. Ön testte olmayan "*Protein sentezinde DNA eşlenir ve kalıtsal bilgi diğer hücreye aktarılmak üzere 2 katına çıkar*" açıklaması son testte %1.1 ve geciktirilmiş son testte %2.3 oranında bulunmuştur. Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesinin ilgili olduğunu söyleyerek açıklama yapmayanların oranı geciktirilmiş son testte doğru gidildikçe azalmıştır (%22.7, %17, %6.8).

Ön testte cevap vermeyenler ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenler yüksek oranda (%26.1) iken, diğer testlerde %2.3'e düşmüştür.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmediği ile ilgili kavramsal anlama testinin 4. sorusunun I. önermesi ile ilgili öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.10'da ve Ek-E Tablo E.9'da incelenmektedir.



Şekil 4.10 4. sorunun I. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Bu önermeye ait grafik incelendiğinde, öğrencilerin kavramsal anlamalarında %39 oranında olumlu değişme olurken, %26 gibi önemli bir oranda olumsuz değişimin olduğu görülmektedir. Kategori tablosu incelendiğinde de son ve geciktirilmiş son testte öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarında yaklaşık %100 oranında artış olmasına rağmen, yine de öğrencilerde yaklaşık üçte bir oranında bilimsel olarak kabul edilemez cevapların olması göze çarpmaktadır. Bu durum öğretimin yeniden planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca; öğretim sonucu bazı hatalı öğrenmelerin ortadan kalkmasına karşın, bazılarının da değişen oranlarda devam ettiği dikkat çekmektedir.

Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesinin gerekli bir olay olmadığını söyleyen öğrencilerin ön testte %27.3 oranında olmasına rağmen, bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamaların %10.3 oranında kaldığı göze çarpmaktadır. Bu durum öğrencilerin öğretim öncesi kavramsal anlama açısından çok eksik olduğunu göstermektedir. Öğretim sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda önemli bir artış olmasına karşın, doğru açıklamaların %35.3 seviyesinde kalması, öğretimin çok da başarılı olmadığını gözler önüne sermektedir. Bu sebeple, öğretimde köklü değişikliklere gidilmesinin zorunlu hale geldiği söylenebilir.

Öğretim sonrası bazı hatalı öğrenmelerde geciktirilmiş son testte doğru azalma olmasına rağmen, bunların önemli oranlarda (%36.4 ve %33) kalması bazı kavram yanlışlarının olduğuna işaret etmektedir. Mesela; “DNA’nın eşlenmesi ilk ve önemli basamaktır” açıklamasının her üç testte de gelmesi bahsedilen duruma bir delil olarak gösterilebilir.

Öğrencilerin cevaplarındaki değişimlerle ilgili ilginç bir sonuç da, öğretim sonrası kavramsal anlama seviyesinin düşmeden az da olsa artmasıdır. Normal olarak öğrencilerin protein sentezi konusunu işledikten bir süre sonra unutması ve bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların da azalması beklenebilir. Ancak; meydana gelen bu farklı durum, öğrencilerin sonraki öğrenmelerle yeni referanslar oluşturdukları şeklinde bir yorum yapılabilir. Mesela; öğrenciler protein sentezi işlendikten sonra, hücre biyolojisini, hücre bölünmelerini görmektedir. Mitoz ve mayoz bölünmelerden önce hücre döngüsünün S evresinde DNA’nın eşlenerek iki katına çıkması anlatılmaktadır. Böyle bir bilgiyi yapılandıran öğrenci, protein sentezi için DNA’nın eşlenmesinin gerekli olmadığını düşünmeye başlayabilir. Bazı öğrencilerdeki bu kavramla ilgili hatalı öğrenmeler düzelebilir. Yeni referansların oluşması ile konular ve kavramlar arasında ilişkilerin daha iyi kurulacağı, konu bütünlüğünün sağlanacağı şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

Bu araştırmada en çok tespit edilen ve en önemli hatalı öğrenmeler protein sentezinde DNA’nın eşlenip eşlenmediği ile ilgili olanlardır. Bu nedenle öğrencilerle yapılan görüşme kesitlerine daha fazla yer verilerek detaylı bir durum analizi yapılmaya çalışılmıştır.

Protein sentezinde DNA’nın eşlenip eşlenmediği sorulduğunda, öğrencilerden şu cevaplar gelmiştir;

G:Protein sentezinde DNA eşlenir mi? Neden?

Ö:DNA’nın eşlenmesi için iki zincirin komple ayrılması gerekir. Ama protein sentezinde sadece bir kısmı ayrılıyor. Hücre bölünmesinde DNA kendini eşler. (60)

Ö:Eşlenmez. Çünkü DNA açılır ve içinden mRNA sentezi gerçekleşir. Sonra tekrar kapanır. (44)

Ö:DNA’nın kendini eşlemesi gerekmez. DNA RNA’yı üretir. RNA ribozoma gider. Ribozomda protein sentezi yapılır. (53)

Ö:Hayır. Bölünmede eşlenir. Sadece ilgili yerin açılması gerekir. Yoksa yapı bozulabilir. (66)

Ö:Hayır. O sadece hücre bölünmesinde oluyordu. (43, 67, 41, 40, 54, 45)

Ö:Hayır ama nedenini unuttum. (56)

Ö:Gerekir. Gerekmez. Gerekir. (tereddütlü)..... gerekmez. (42),

Ö:Bazı zamanlar eşlenmesi gerekir. Ama tam net olarak bilemiyorum. (55)

Ö:(düşünüyor). Evet.....(46, 51)

Ö:Evet gerekir. Ama nedenini net bilmiyorum. (69)

Ö:DNA 2 zincirden oluşuyor. Korunumlu kalması için eşliyor. Dizilişini korumak için. (61)

Görüşme yapılan öğrencilerden 60, 44, 53, 66, 43, 67, 41, 40, 54, 45, 56, 42 numaralı öğrenciler DNA'nın eşlenmesi gerekmediğini söylerken, 55, 46,51,69,61 numaralı öğrenciler de DNA'nın protein sentezinde eşlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. 60 numaralı öğrenci kavramsal anlamayı gerçekleştirdiğini gösterdiği açıklamasında, DNA'nın hücre bölünmesinde kendini eşlediğini, protein sentezinde sadece bir parçanın ayrıldığını belirtmiştir. Diğerleri de sadece hücre bölünmesine ya da sadece ilgili DNA parçasının açılmasına değinmişlerdir. Bazıları da DNA'nın eşlenmesi gerekmediğini ancak, nedenini bilmediği belirtmiştir.

Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini söyleyenlerin içerisinde 61 numaralı öğrenci, DNA'nın kendisini koruması gerektiğini ileri sürmüştür. Bu öğrencinin görüşme sırasındaki diğer açıklamalarında şunlar kaydedilmiştir;

Ö:DNA eşleniyor. Bir tanesi mRNA'ya dönüşüyor.

G:2 tane DNA olduğunda birisi durup diğeri sitoplazmaya mı gidiyor?

Ö:Evet. Bu mRNA oluşturacak.

G:Bu parça mRNA ile birlikte ribozoma mı gidecek.

Ö:Evet gitsin.

G:mRNA ribozomdan geçecek. DNA'ya ne olacak.

Ö:Bilmiyorum

G:DNA tamamen mi eşlenir yoksa ilgili bölge mi eşlenir.

Ö:İlgili bölge eşlenir.

Bu öğrenci DNA'nın eşlenmesi sonucu oluşacak yeni parçanın mRNA'ya dönüştüğünü düşünmektedir. Ancak; protein sentezinin sonraki basamaklarında neler olacağı ile ilgili çelişkili açıklamalar yapmıştır. Görüşme yapılan 61 numaralı öğrencinin DNA'nın neden eşlenmesi gerektiği ile ilgili alternatif fikirlerinin olduğu söylenebilir. DNA'nın protein sentezinde bir yerinden eşlendiğini, yeni oluşan parçalardan birisinin bir şekilde mRNA'ya dönüştüğünü ve mRNA'nın ribozomda protein sentezini gerçekleştirdiğini söylemiştir. Bu öğrenci her üç testte de protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini belirterek, hücre bölünmesinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğine dair herhangi bir açıklama da yapmamıştır.

61 numaralı öğrencinin görüşmede verdiği cevaplara benzer açıklamalar da 39 numaralı öğrenciden gelmiştir. Diyalog şöyledir;

G:Protein sentezinin başlaması için DNA eşlenmesi gerektiğini söylüyorsun?

Neden?

Ö:Sonuçta şifreyi DNA verecek. O nedenle.

G:Nereye şifre verecek?

Ö:mRNA'ya.

G:Şifre verdiği için neden eşlenmesi gerekiyor?

Ö:Şifre verdiği zaman tek zincir halinde kalır orası.

G:Bir zincirini mRNA'ya mı verir?

Ö:Zinciri vermiyor. Çünkü T yerine U geliyor. Ama replikasyonun olduğuna eminim protein sentezinde ama... DNA zincirlerine ayrılırken mesela... H bağlarını kopardı. Gen-2 ile ilgili bir şifre verecek. O zaman eşlenir. T yerine U olarak eşlenir. Mesela; AAT DNA'daki şifre. mRNA olurken UUA olarak yapar. Protein sentezini düşündüğümüzde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini biliyorum fakat, DNA'nın eşlenmesi mRNA'ya aktarabilmek için.

Bu öğrenci de DNA'nın eşlenmesi ile kendisini koruduğunu söylemektedir. Ancak; öğrenci nükleotid eşleşmeleri çok iyi yapabilmektedir. Yani; bu öğrenciye her hangi bir sınavda DNA şifresi verilerek mRNA ve tRNA nükleotidleri istenmiş olsa, doğru bir şekilde bu eşleşmeleri yapabilir ve başarılı sayılabilir. Yukarıda verilen diyaloglar düşünüldüğünde öğrencinin konuyu tam olarak

kavramsallaştıramadığı anlaşılmaktadır. Ölçme ve değerlendirme soruları hazırlanırken, bu türlü öğrencilerin olduğu düşünölmeli ve buna göre sorular hazırlanmalıdır. Tersine bir durumda öğrencinin kavramsal anlamayı gerçekleştirip gerçekleştirmediğı tam olarak anlaşılamaz.

46 numaralı öğrenci de protein sentezi ile ilgili şunları dile getirmiştir;

G:DNA'daki şifre RNA'ya nasıl aktarılır?

Ö:Protein sentezi için gerekli olan bölüm DNA'dan kopuyor. Öncesinde DNA eşleniyor. Buradan kopan parçayı mRNA taşıyor. DNA'dan parça gittiğı için her defasında DNA'nın eşlenmesi gerekiyor.

G:mRNA sürekli olarak bu mesajlarımı taşıyor?

Ö:Hayır. İşlevi yoksa kaybolur. İşlevi varsa tekrar sentezleniyor.

G:Kaybolan mRNA yerine yenileri nasıl ve nerede üretilecek?

Ö:RNA'dan.... (tereddütlü).

G:Hangi RNA'dan. 3 tane vardı.

Ö:(düşünüyor). rRNA'dan sentezlenir. (tereddütlü).

Bu öğrencinin görüşmede verdiği açıklamalar göre, DNA parçasının mRNA ile taşındığını ve bu nedenle de DNA'nın eşlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Yani; mRNA'nın sentezinin nasıl yapıldığına ilişkin hatalı bir öğrenmesinin olduğu düşünülmektedir. Sanki öğrencinin, DNA'da bir şifre olduğu ve bu şifrenin daha önce varolan bir mRNA ile ilgili yerlere taşındığı şeklinde bir fikre sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca öğrenci, RNA'nın kendi kendini sentezleyemediğini bil(e)mediğı için, rRNA'nın mRNA'yı sentezlediğini tahmin etmektedir. Bu sonuçlar ışığında, öğrencinin temel nükleik asit bilgilerinde önemli eksikliklerin olduğu ve bunların da protein sentezini anlamada zorluklar çıkardığı ileri sürülebilir.

Testin bu önermesi ile ilgili olarak öğrencilere DNA'nın eşlenmesinin asıl amacı sorulduğunda şu açıklamalar gelmiştir;

G:DNA'nın eşlenmesinin asıl amacı nedir?

Ö:Kalıtımı döllere aktarmak. (42)

Ö:İki ayrı hücrenin oluşmasıdır. Bölünme dışında eşlenme olmaz. (44)

Ö:Bir protein sentezi. Diğeri aklıma gelmiyor. (55)

Ö:Protein sentezinde ve yeni döllere bilgi aktarımında. (51)

Yukarıdaki görüşme metinlerinde 42 ve 44 numaralı öğrencilerin DNA'nın eşlenmesinin asıl amacının hücre bölünmesi olduğunu belirterek, kavramsal anlama açısından yeterli düzeyde olduklarını göstermektedirler. Öte yandan, 55 ve 51 numaralı öğrenciler ise; hem protein sentezinde hem de hücre bölünmesinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini iddia ederek, önemli sayılabilecek kavram yanlışlarına sahip olduklarının ipuçlarını vermektedirler.

Öğretim sırasında, protein sentezinde DNA'nın eşlenmediği üzerine basılarak söylene de, bazı öğrencilerin daha önceki bilgilerini koruduğu tespit edilmiştir. 53 numaralı öğrenci ile şöyle bir diyalog geçmiştir;

G:Protein sentezi nasıl oluyor? Açıklayabilir misin?

Ö:rRNA'lar ileeeeeee (düşünüyor, tereddütlü). rRNA ribozomun yapısı ile ilgili. Ribozoma bilgi geliyor. rRNA'ya geliyor diyelim bu bilgi. Belki hücrenin DNA'sından geliyor o bilgi. Bu sırada taşıyıcı RNA, mesajcı RNA'yı taşır. RNA'da bilgiler olur. Sentezleme işi olur.

G:Sentezleme işi nasıl oluyor?

Ö:Eşlenme oluyor.

G:Ne eşleniyor?

Ö:Mesela gen yapısına göre protein oluşuyor. Anlamli zincir var ya, yardımcı zincir de var. Bu anlamli zincirden bir tane daha üretiliyor.

G:Orada DNA eşlenmiş mi oluyor?

Ö:Öyle gibi ama aldığımız notlara göre DNA'nın eşlenmesi gerekmiyordu.

Öğrencinin daha önceden öğrendikleri muhtemelen öğretimle birlikte değişmemiştir. Çünkü öğrenci, açıklamalar yaptıktan sonra aldığı notlarda böyle bir şey olmadığını söylemiştir. Bir taraftan DNA'nın eşlenmesi gerektiğini kendince açıklarken, diğer taraftan aldığı notlara göre DNA'nın eşlenmemesi gerektiğini düşünmektedir. İki farklı görüş arasında bir tercih yaparak daha önce öğrendiklerine güvenmesi tahmin edilmektedir. Bu öğrenci öğretim öncesi ve sonrasında bilimsel olarak kabul edilebilir cevap verip açıklama yapmaz iken, geciktirilmiş son teste

“*Protein sentezi olmadığında da DNA kendini eşler*” şeklinde yanlış bir açıklama yapmıştır. Öyle anlaşılıyor ki, öğrenci bu kavramı ezberlemiş ancak içeriğini dolduramamış. Anlamış gibi görünmesine rağmen, kavramsal anlamayı ortaya çıkaracak sorular sorulduğunda hatalı açıklamalar yapmaktadır.

Genel olarak protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmediği ile ilgili öğrencilerin fikirleri incelendiğinde çok ciddi sorunların olduğu yukarıda verilen görüşme kesitlerinde ortaya konulmuş ve yorumlanmıştır. Öğretim sonrasında da bu yanlış öğrenmelerin önemli bir bölümünün devam ettiği, öğrencilerin fikirlerini değiştirmedikleri veya değiştirmek istemedikleri anlaşılmaktadır. Geleneksel öğretim yönteminin, bu kavramla ilgili çok yetersiz kaldığı açık bir şekilde görülmektedir. Bu nedenle, kavramsal değişim yöntemine öğretim programlarında, özellikle de bahsedilen kavram yanlışları için, yer verilmesi gerektiği önerilmektedir. Ayrıca; hücre bölünmeleri konusu işlenirken bu kavram yanlışları tekrar yoklanıp gerekli düzeltmeler yapılabilir.

II- mRNA'nın ribozomda okunması

Önermenin Amacı: Protein sentezinin basamaklarından birisi de mRNA'nın ribozomda okunmasıdır. Bu olayla ilgili öğrencilerin sahip oldukları fikirler II. önermede irdelenmiştir. Önermeyle ilgili olarak öğrencilerin mRNA'nın getirdiği mesajın ribozomda okunarak aminoasitlerin belirli bir sıraya göre dizildiğini belirtmeleri beklenmektedir. Bu önermede araştırılan süreçsel bilgi olmasına rağmen, protein sentezinin ana basamaklarından birisi olması nedeniyle kritik bir özellik taşıdığı düşünülmektedir.

Bulgular: Testin II. önermesi ile ilgili bulgular Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11 4. Sorunun II. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. mRNA'nın ribozomda okunması ilgilidir.	A1	mRNA, DNA'daki şifreleri ribozoma taşıyan bir moleküldür ve protein sentezinde mRNA ribozomda okunmalıdır.	30.7	54.5	55.7	
	A2	KAB ve BAB'in birleşmesi için mRNA'nın okunması gerekir.		1.1	3.4	
	A3	Yanlış açıklama	DNA mRNA'yı oluşturur. tRNA bunu ribozoma götürür ve şifre burada okunur.	1.1	3.4	
	A4		mRNA DNA'dan aldığı şifreyi tRNA'ya aktarmalıdır.	1.1		
	A5		tRNA'dan gelen şifreler mRNA'da okunur.	1.1		1.1
	A6		mRNA ribozomda okunduktan sonra sentezlenir.	3.4		
	A7		mRNA'nın aminoasit tanıyıp belirlemesi gerekir.		1.1	
	A8		mRNA'nın ribozomda okunması ile antikodonlar oluşur ve protein elde edilir.		3.4	2.3
	A9		mRNA'nın ribozomda okunması ile genler uyarılır ve sonra transkripsiyon olur.		1.1	
	A10		Açıklama Yok	18.2	22.7	21.6
TOPLAM			55.7	87.5	84.1	
B. mRNA'nın ribozomda okunması ilgili değildir.	B1	Ribozomda mRNA değil, tRNA okunur.	1.1			
	B2	mRNA'nın protein sentezi ile ilgisi yoktur. Sadece verilen bilgiyi taşır.		1.1	2.3	
	B3	Reseptör proteinlerden uyarılar gelir ve mRNA ribozomda okunur.	1.1		1.1	
	B4	mRNA'nın ribozomda okunması için tanınması gerekir. Protein bu görevi yapmak için sentezlenir.	1.1			
	B5	Bu olay mayoz bölünme ile ilgilidir.	1.1			
	B6	Açıklama Yok	4.5	2.3	3.4	
TOPLAM			9.1	3.4	6.8	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	19.3	6.8	9.1	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	15.9	2.3	-	
TOPLAM			35.2	9.1	9.1	

Tablo incelendiğinde bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların ön testte %55.7'den, son testte %87.5'e ve geciktirilmiş son testte de %84.1'e çıktığı görülmektedir. Ön testte %9.1 olan bilimsel olarak kabul edilemez cevapların son testte %3.4'e ve geciktirilmiş son testte de %6.8'e geldiği belirlenmiştir.

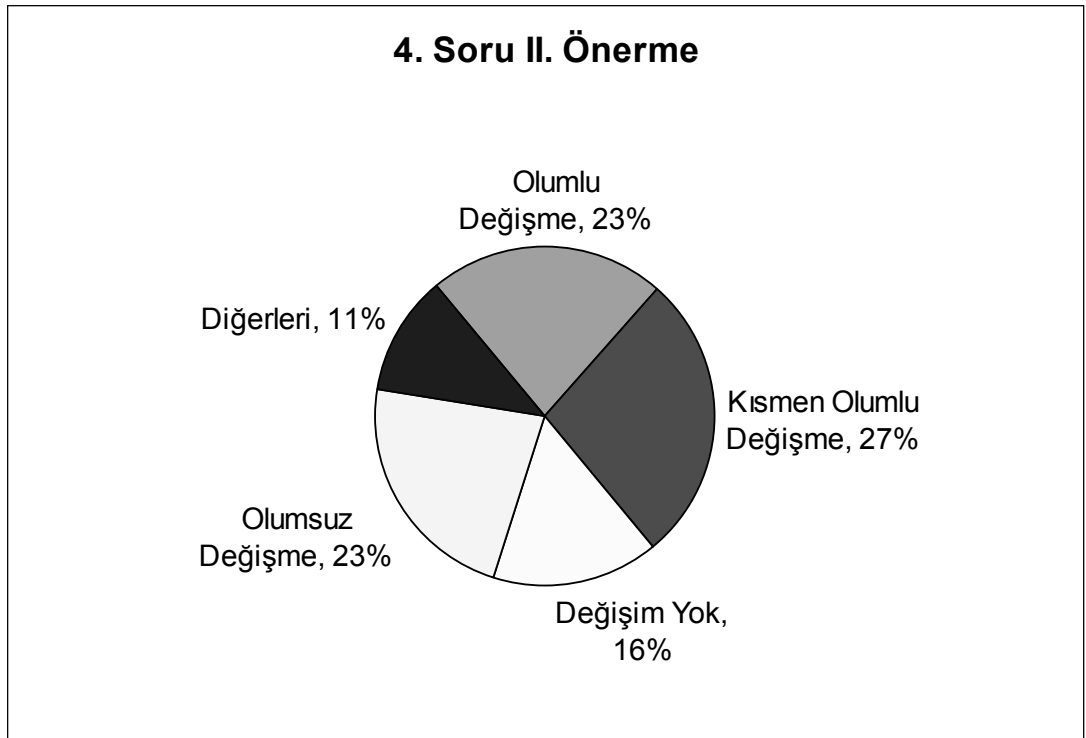
Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru olan “mRNA, DNA'daki şifreleri ribozoma taşıyan bir moleküldür ve protein sentezinde mRNA ribozomda okunmalıdır” açıklaması ön testte %30.7, son test %54.5 ve geciktirilmiş son test %55.7 olarak tespit edilmiştir. Bu kategorideki öğrencilerden ön testte %1.1 ve son testte %3.4 oranında “DNA mRNA'yı oluşturur. tRNA bunu ribozoma götürür ve şifre burada okunur” yanlış açıklaması gelmiştir. Ön testte yer almayan ancak, son testte

%3.4 ve geciktirilmiş son test %2.3 oranında “*mRNA’nın ribozomda okunması ile antikodonlar oluşur ve protein elde edilir*” açıklama belirlenmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplardan “*mRNA’nın protein sentezi ile ilgisi yoktur. Sadece verilen bilgiyi taşır*” şeklindeki açıklama son testte %1.1. ve geciktirilmiş son testte %2.3 oranında tespit edilmesine rağmen, ön testte böyle bir cevapla karşılaşılmamıştır.

Cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin ön testteki oranı %35.2 iken, son testte ve geciktirilmiş son testte %9.1 olarak gerçekleşmiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun II. önermesine üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.11’de ve Ek-E Tablo E.10’da verilmiştir.



Şekil 4.11 4. sorunun II. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Kategori tablosu (Tablo 4.11) ve yukarıdaki grafik incelendiğinde öğretimin önemli oranda olumlu gelişme sağladığı görülmektedir. Toplam %50 oranında olumlu gelişmeye karşılık %23 oranında olumsuz gelişme yaşanmıştır. Öğrencilerde belirlenen hatalı öğrenmelerin devamlılığı ve oranlarının düşük olması, bu önerme ile ilgili öğrencilerin düşüncelerinde önemli bir sorun olmadığı sonucuna varılabilir.

Yapılan görüşmelerde öğrencilerin bu önermeye ilişkin görüşleri daha detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Önemli görülen bazı diyaloglar aşağıda verilmiştir.

Aşağıda verilen diyalogda 41 nolu öğrenci protein sentezinin öğretimi sırasında anlatılanları öğrendiğini gösteren bir açıklama yapmıştır. Diyalog şöyledir;

G:Protein sentezi nasıl bir süreçle gerçekleşir? Hangi safhaları vardır?

Ö:DNA, mRNA sentezler. mRNA sitoplazmaya gider. Ribozomlar gelir ve sentez olur. Ribozom duruyor mRNA geçiyor. Ribozomun alt ve üstü birleşiyor. Bundaki şifreye göre tRNA geliyor. Antikodonu buraya bırakır ve gider, hayır aminoasit bırakacak. ALİ oluşacak. Mesela A'yı bırakacak.

Öğretim elemanı protein sentezini anlatırken harflerden kelimelerin oluşmasıyla ilgili bir benzetme kullanmıştır. Her aminoasiti bir harfle temsil ederek ve ALİ kelimesi oluşturularak protein sentezi işlenmiştir. Yukarıdaki diyalogda öğrenci, öğretim elemanının yapmaya çalıştığı benzetmeyi anlamış gibi görünmektedir. Soyut olan bazı olayların somut hale getirilmesinde benzetmelerin çok işe yaracağı ve protein sentezinde uygun benzetmelerin kullanılabileceği söylenebilir.

Öğrencilerin çoğunun protein sentezinde geçen olaylarla ilgili belirli bir bilgisi olmasına rağmen bazı noktalarda hatalar yaptıkları gözlenmiştir. Temel bilgidaki eksiklik ve hata, protein sentezindeki olayların sırasındaki hata bazı önemli karışmalara neden olabilmektedir. Aşağıda 53 numaralı öğrenci ile yapılan görüşmeden bir kesit sunulmuştur.

...

G:mRNA ne yapıyor? Bir de tRNA'dan bahsettin. Bunları biraz açıklayabilir misin?

Ö:(Düşünüyor). mRNA'nın ribozomun içinden geçtiğini biliyorum. Burada genler eşleniyor. Mesela A yerine T geliyor falan.

G:Yani DNA'nın anlamlı zinciri mRNA'ya bağlanarak ribozoma mı gidiyor?

Ö:Evet. Ribozomda okunuyor. Ona göre üretim yapılıyor.

G:Ne üretiliyor?

Ö:Protein.

G:Proteini oluşturan aminoasitler nereden geliyor?

Ö:O aminoasitler mRNA’da okunurken geliyor.

G:Nasıl geliyor?

Ö:Taşıyıcı RNA’lar getiriyor.

G:O zaman tRNA’nın 2 işi var. Bir mRNA’yı bir de aminoasitleri taşıyor.

Ö:Acaba öyle miydi.. evet ikisini de taşıyor.

G:O zaman tRNA anlamlı zincir ve mRNA’dan oluşan yapıyı ribozoma getiriyor. tRNA ayrılıyor. mRNA ve anlamlı zincir orada duruyor her ikisi de oradan geçiyorlar. Orada hangisi okunuyor?

Ö:mRNA okunuyor.

G:Anlamlı zincirin ne işi var orada?

Ö:Anlamlı zincirden eşleme yapılıyor. mRNA okunuyor. Anlamlı zincir DNA’da kalıyor.

Bu öğrenci ile yapılan görüşmedeki başka bir bölüm I. önermede verilmiştir. Orada verilen görüşmenin devamı niteliğindeki yukarıdaki diyalogda, öğrencinin bazı çelişkili ve hatalı cevaplarının olduğu göze çarpmaktadır. Daha önce mRNA’nın ve anlamlı zincirin tRNA ile ribozoma taşındığını söylerken, burada anlamlı zincirin DNA’da kaldığını ve mRNA’nın okunduğunu ifade etmiştir. Ayrıca; dilden kaynaklanan bir nedenle tRNA’nın mRNA’yı taşıdığını ileri sürmektedir. Bu fikir tRNA’nın görevinin yanlış olarak algılanmasına neden olabilir.

Protein sentezinin nasıl gerçekleştiği sorusuna 40 numaralı öğrenci şunları söylemiştir;

...

G:Protein sentezi nasıl bir süreçle gerçekleşir?

Ö:mRNA’ya kod bilgisi aktarılır DNA’dan. DNA mRNA’yı sentezler. Bu sırada kod bilgisini aktarır. mRNA ribozomla birleşir. Ribozomun küçük ve büyük alt birimleri mRNA’nın üzerinde bir araya geliyor. Buradan da sitoplazmada aminoasitlere tRNA’lar bağlanıyor. tRNA’daki bilgi ribozomla birleşerek sentez oluyor. Ribozom da kendine göre kodonlarını sentezler. Antikodonları sanırım.

G:Ribozoma proteini oluşturacak maddeler nereden geldi?

Ö:mRNA’da. tRNA şifreleri taşıyor ribozoma. Ribozom da kendi şifrelerini oluşturuyor. Sonra aminoasitler sentezleniyor.

G:mRNA ve tRNA ribozoma geldi. Ribozom kendi şifresini üretti. Aminoasit nerede?

Ö:(düşünüyor). Ribozomdaki şifreler bir araya gelerek aminoasit oluşuyor. (tereddütlü)

Yapılan görüşmede öğrenci protein sentezinde gerçekleşen olayları önemli oranda bilerek açıklamasına rağmen, ribozomun antikodonlarını oluşturacağını söylemesi önemli bir hata olarak görülmektedir. Ayrıca tRNA'ların aminoasitleri bağlayacağını söyledikten sonra, son satırda ribozomdaki şifrelerin aminoasiti oluşturacağını belirtmesi de kayda değer bir sorun olarak düşünülmektedir. mRNA, tRNA, kodon ve antikodonla ilgili temel bilgideki eksiklikler böyle sorunlara yol açmış olabilir. Bunların yanı sıra, hücre biyolojisi ile ilgili bazı eksik ve hatalı öğrenmeler bahsedilen soruna neden olabilir. Öğrencilerin, hücre zarından maddeleri aldığını, aminoasit gibi monomerlerin sitoplazma sıvısında sürekli olarak bulunduğunu, gerektiği zaman bunları kullanılmaları gerektiğini kavramaları protein sentezinin anlaşılması için önemli bir altyapı oluşturabileceği tahmin edilmektedir.

54 numaralı öğrenci de protein sentezinde gerçekleşen olaylarla ilgili şunları söylemiştir;

...

G:Protein sentezi nasıl bir süreçle gerçekleşir? Hangi safhaları vardır?

Ö:DNA'da kodonlar var, azotlu organik bazların sıralanmasından oluşuyorlar. Bu kodonlar (bazen kod diyor, tereddütlü) eeeee. Bunlar mRNA tarafından kodonlar sıralanıyor. Bunlar üçlüler. Buna göre tRNA'da antikodonlar sıralanıyor.

G:tRNA'yı kim üretiyor?

Ö:Ribozomda sentezleniyor. Küçük ve büyük alt birimden sentezleniyor.

G:RNA'lar DNA tarafından sentezlenmiyor mu?

Ö:(düşünüyor). Evet doğru. Ama büyük ve küçük alt birim tRNA'yı sentezliyor.

G:mRNA'yı DNA, tRNA'yı da ribozom sentezledi mi diyorsun?

Ö:(gülüyor) evet. Daha sonra mRNA'lardaki bilgiye göre tRNA'lar sıralanıyor. Antikodonlar oluşuyor. Bu antikodonlar da büyük ve küçük alt

birimlerden geçerek üçlü hallerde geçerek aminoasitler, yok proteinler sentezleniyor.

G:Aminoasitler nerden geldi?

Ö:Bunlar üçlü hallerdeydi. Örneğin TAG, GSA, bir proteini temsil ediyor

G:Ribozomda tRNA üretildi. tRNA sentezlenirken aynı zamanda protein mi sentezlendi?

Ö:Evet.

G:O tRNA'ya daha sonra ne oluyor?

Ö:Daha sonra o protein tRNA'dan ayrılıp gidiyor. tRNA parçalanıyor, yok oluyor. Belki hücre dışına atılıyor.

G:Burada mRNA'nın görevi nedir?

Ö:tRNA'ya kalıplık yapmaktır. DNA'daki bilgiyi tRNA'ya aktarıyor.....(tereddütlü)

Yukarıda verilen görüşme metninde, öğrencinin tRNA ve aminoasitleri bilimsel olarak kabul edilebilir anlamından farklı bir şekilde yorumladığı görülmektedir. Sanki tRNA ve aminoasitin sadece protein sentezi için üretilen ve sentez sonrası yok edilen yapılar gibi algılandığı tahmin edilmektedir. Öğrenci, tRNA'nın ribozomda mRNA'nın sayesinde sentezlendiğini, mRNA'nın da DNA'daki bilgiye göre sentezlendiğini ifade etmektedir. Bu veriler, öğrencinin protein sentezini kısmen anladığını ancak, kritik noktalarda hatalar yaptığını, bu hataların da öğrenme için önemli sorunlar oluşturduğunu göstermektedir. RNA'ların sadece DNA tarafından sentezlendiğinin anlaşılmasının, aminoasit ve tRNA'nın süreklilik gösterdiğinin kavranılmaması, protein sentezinin bir bütünlük içerisinde ele alınamayışı kavramsal anlamanın gerçekleşmesini engellediği şeklinde bir yorum yapılabilir.

III- mRNA'nın sentezlenmesi (Transkripsiyon)

Önermenin Amacı: Protein sentezinin bir basamağı olan mRNA'nın sentezlenmesi ile ilgili öğrencilerin fikirleri bu önermede araştırılmıştır. Bu olayın protein sentezinin ana basamaklardan biri olması önermenin soruda yer almasında etkili olmuştur. Öğrencilerden, DNA'daki şifrenin mRNA aracılığı ile ribozoma

gittiğini ve mRNA'daki şifreye göre aminoasitlerin sıralandığını ifade etmeleri beklenmektedir.

Bulgular: Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun III. önermesi ile ilgili öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar Tablo 4.12'de gösterilmiştir.

Tablodaki öğrenci cevapları incelendiğinde son testte bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların arttığı, ancak geciktirilmiş son test bir miktar azalmanın olduğu görülmektedir. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda ise; geciktirilmiş son teste doğru bir artış olduğu gözlenmektedir. Başka ilginç bir sonuç da cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranının son ve geciktirilmiş son testte önemli oranda düşmesidir.

Tablo 4.12 4. Sorunun III. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. mRNA'nın sentezlenmesi ilgilidir.	A1	DNA'daki şifreler mRNA ile ribozoma taşındığı için, DNA'nın ilgili bölgesinden mRNA'nın sentezlenmesi gerekir.	30.7	52.3	30.7	
	A2	Protein mRNA ve ribozom tarafından sentezlenir.	2.3			
	A3	mRNA ribozomun büyük ve küçük alt birimlerini birleştireceği için sentezlenmesi gerekir.		2.3		
	A4	mRNA olmadan protein sentezi olmaz.		8	18.2	
	A5	Kodonların oluşması gerekir. Bu kodona göre aminoasit bulunur.			11.4	
	A6	Yanlış Açıklama	mRNA bir defa yapıldıktan sonra uzun bir süre mRNA ihtiyacı karşılanır.	1.1		
	A7		mRNA ribozomda okunduktan sonra sentezlenir.	1.1		
	A8		Önce DNA'nın eşlenmesi, sonra eşlenenin anlamlı zincirinden mRNA'nın sentezlenmesi gerekir.	1.1		
	A9		mRNA kodonları hücreye getirir. Bununla birlikte kodonlara uyularak RNA sentezlenir. mRNA sentezi yapılmadan tRNA sentezi yapılamaz. mRNA ve tRNA sayesinde ribozomlara şifre gider.	3.4		
	A10		tRNA'dan mRNA sentezlenir.		1.1	
	A11		mRNA sentezlenir ve ilgili protein sentezlenmiş olur.		1.1	
	A12		Açıklama Yok	18.2	20.5	18.2
TOPLAM			58	85.2	78.4	
B. mRNA'nın sentezlenmesi ilgili değildir.	B1		Protein sentezinde daha önceden sentezlenen mRNA kullanıldığı için doğrudan ilgili değildir. mRNA DNA'dan aldığı şifreyi tRNA'ya aktarmalıdır.	1.1	4.5	3.4
	B2		Transkripsiyon olayının gerçekleşmesi için protein sentezi yapılır.	1.1		
	B3		Ribozomun alt birimleri birleşerek mRNA sentezlenir.		1.1	
	B4		mRNA, eşlenen DNA'ya göre ya da varolan koda göre sentezlenir.			2.3
	B5	Protein sentezinde DNA'nın ilgili aminoasit kısmı açılır ve bunun kopyası mRNA tarafından yapılır.	1.1			
	B6	mRNA sentezi sadece hücre bölünmesi ile ilgilidir. Protein sentezi ile ilgili değildir.		1.1	1.1	
	B7	mRNA'nın ribozomda okunduktan sonra yazılması gerekir.			1.1	
	B8	tRNA'nın getirdiği bilgiye göre mRNA sentezlenecektir.			1.1	
	B9	mRNA'nın sentezlenmesi ile protein sentezlenmiş olur.			2.3	
	B10	mRNA proteinlerden oluşmaktadır. mRNA'nın sentezlenmesi için mRNA yapıtaşlarından biri olan proteinin de sentezlenmesi gerekir.			2.3	
	B11	Açıklama Yok	1.1	-	-	
TOPLAM			4.5	6.8	13.6	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	19.3	6.8	8	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	18.2	1.1	-	
TOPLAM			37.5	8	8	

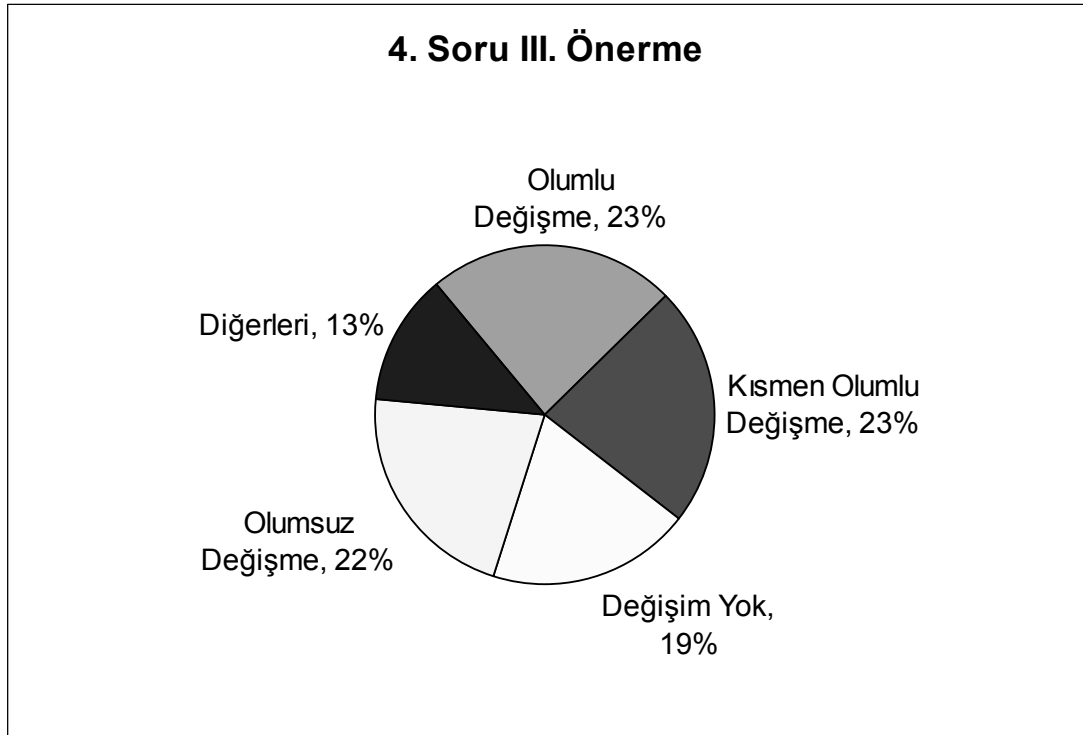
Protein sentezinde mRNA'nın gerekli olduğunu söyleyerek “DNA'daki şifreler mRNA ile ribozoma taşındığı için, DNA'nın ilgili bölgesinden mRNA'nın sentezlenmesi gerekir” şeklinde bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamayı

yapanların ön testteki ve geciktirilmiş son testteki oranı %30.7 iken, son testte %52.3 olmuştur. Geciktirilmiş son teste öğrencilerin %11.4'ü “*Kodonların oluşması gerekir. Bu kodona göre aminoasit bulunur*” şeklinde açıklama yaparken diğer testlerde böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır. Protein sentezinde mRNA'nın gerekli olduğunu söyleyerek açıklama yapmayanların oranı ön testte ve geciktirilmiş son test %18.2 ve son testte %20.5 olarak tespit edilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde “*Protein sentezinde daha önceden sentezlenen mRNA kullanıldığı için doğrudan ilgili değildir. mRNA DNA'dan aldığı şifreyi tRNA'ya aktarmalıdır*” açıklaması ön testte %1.1, son testte %4.5 ve geciktirilmiş son testte %3.4 oranında belirlenmiştir.

Ön testte cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı %37.5 gibi yüksek iken, son ve geciktirilmiş son test %8 seviyesine gerilemiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Testin 4. sorusunun III. önermesine ait genel değişimi gösteren grafik Şekil 4.12 ve ayrıntılı değişimi gösteren tablo da Ek-E Tablo E.11'de verilmiştir.



Şekil 4.12 4. sorunun III. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Yukarıdaki grafik incelendiğinde öğretim sonrası olumlu değişimin toplamda %46, olumsuz değişimin de %22 düzeyinde olduğu görülmektedir. III. önerme ile ilgili kategori tablosu incelendiğinde ise, öğretim sonrası meydana gelen iyileşmenin geciktirilmiş son testte %6.8 oranında gerilediği göze çarpmaktadır. Daha da ilginç bir sonuç, bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevapların ön ve geciktirilmiş son testte aynı oranlarda olmasıdır. Bir anlamda öğretim sonucu meydana gelen iyileşmenin altı ay sonra eski haline geri geldiği söylenebilir. Öğretimden altı ay sonra, bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların nicelik olarak önemli bir oranda değişmediği ancak nitelik olarak önemli bir oranda gerilediği şeklinde bir yorum yapılabilir.

Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplardan çoğunun düşük oranlarda olduğu ve geçici oldukları ilgili kategori tablosundan anlaşılmaktadır. Sadece “*Protein sentezinde daha önceden sentezlenen mRNA kullanıldığı için doğrudan ilgili değildir. mRNA DNA’dan aldığı şifreyi tRNA’ya aktarmalıdır*” açıklaması her üç testte de belirlenmiştir. Burada öğrencilerin, mRNA’nın sentezlenmesini protein sentezinin içerisinde düşünmedikleri söylenebilir. Ayrıca, geciktirilmiş son test %2.3 oranında tespit edilen “*mRNA’nın sentezlenmesi ile protein sentezlenmiş olur*” açıklamasının da ilginç olduğu görülmektedir. Bu öğrencilerin de, mRNA’nın yapısında protein bulunduğunu düşündükleri anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin çoğu protein sentezinde mRNA’nın sentezlenmesi gerektiğini bilmektedir. Ancak, kod, kodon ve antikodon arasındaki ilişkileri anlamakta zorluk çekmektedirler. Aşağıda verilen diyaloglarda öğrencilerin bu kavramlarla ilgili fikirleri alınmıştır.

G:Kodon (Başlangıç ve bitiş kodonları) ve antikodon nedir? İlişkisi nedir?

Ö:tRNA aminoasit taşır. Kodon mRNA’dadır. Kodona tRNA yapıştır, uyuşmayan tRNA gelmez. (56)

Ö:Kodon mRNA üzerindeki bilgidir. DNA’daki kod bilgisi tarafından sentezlenir. Antikodon da tRNA’dadır. O antikodona uygun aminoasitler taşır. (52)

Ö:(düşünüyor, tereddütlü). Protein sentezi için gerekli kod bilgisi DNA yapısında mevcut. Bu şifre mRNA’ya aktarıldığında kodon oluyor. Antikodon da tRNA kalıyor. Bunu açıklayamıyorum ama tRNA’daki

antikodon olduğunu düşünüyorum. Kodon ile antikodon arasında bir ilişki mutlaka olmalı ki protein sentezi olsun. (60)

Ö:Kodon, üçlü gen miydi neydi....bir şeylerdi. Bazen böyle tıkanıyorum. Kodon mRNA'da, antikodon da tRNA'da bulunuyor. Kodona karşılık antikodon gelir. Bunlar ribozomda karşılaşıyor. Alt ve üst birimlerinde birleşiyor. (66)

Ö:Kodon mRNA'da, antikodon tRNA'da bulunur. tRNA aminoasit taşır. Birbirleri ile olan ilişkilerini bilmiyorum ama mutlaka bir ilişkisi vardır. (69)

Yukarıda verilen diyaloglarda 56 ve 52 numaralı öğrenciler kodonla antikodon arasındaki ilişkiyi açıklarken, 60, 66 ve 69 numaralı öğrenciler ikisi arasında bir ilişki olduğunu söylemelerine rağmen kavramsal anlamayı gösterecek bir açıklama yapamamaktadırlar. Bu ilişkilerin kurulamaması da protein sentezinin tam olarak anlaşılmasına neden olmaktadır.

Aynı soruya 54, 43 ve 46 numaralı öğrenciler şu açıklamaları yapmıştır;

Ö:mRNA'da kodon, tRNA'da antikodon var. Kodonlar antikodonlara kalıplık ediyor. (54)

Ö:Kodon mRNA'da, antikodon tRNA'da bulunuyor. Anlamli zincirde kodlar vardı, bunlar kodonları oluşturuyordu. Kodonlar ile antikodonlar birleşiyordu. Gerçi kodonlara göre antikodonlar oluşuyordu. (43)

Ö:Kodonlar ile antikodonlar karşılıklı geliyor. RNA'da 2 zincir var. Bu mRNA da 2 zincirden oluşuyor. Bir kolu kodon , diğer kolu da antikodon. Bunlardan da anlamli ve tamamlayıcı zincirleri sentezledim. Derste kodon ile DNA'nın anlamli zinciri ile aynı U ve T değişik. Antikodon ile tamamlayıcı zincir aynıdır denildi. (46)

54 ve 43 numaralı öğrenciler, kodonların antikodonları oluşturduğunu düşünmektedir. 46 numaralı öğrenci de mRNA'nın 2 kolunun olduğunu, bunların birinin kodon diğerinin de antikodon olduğunu söylemektedir. Ayrıca; kodon ile DNA'nın anlamli zincirinin ve antikodon ile tamamlayıcı zincirin aynı olduğunun söylendiğinden bahsetmektedir. Öğrencilerin ezber dayalı bir öğrenmeyi tercih

ettikleri ve buna göre soruları cevapladıkları söylenebilir. Öğrencileri bu noktaya iten başka bir neden olarak da üniversiteye giriş sınavı gösterilebilir. Çünkü öğrenciler en kısa yoldan en hızlı şekilde soruları çözerek sonuca ulaşmak istemektedir. Test tekniğine dayalı soru çözümlerinin bir süre sonra öğrencilerin hep aynı şekilde düşünmelerine ve ezbere yönelik öğrenmeye neden olmaktadır.

IV- Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi

Önermenin Amacı: Ribozomun yapısı ve protein sentezindeki rolü ile ilgili olan bu önerme prosedürel bir bilgiyi yoklamaktadır. Öğrencilerin protein sentezi ile ilgili bazı ilginç fikirlerini ortaya çıkarmada yardımcı olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerden, mRNA'nın küçük alt birime gelerek büyük alt birimle birleşmesini sağladığını belirtmeleri beklenmektedir.

Bulgular:Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun son önermesi ile ilgili öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13 4. Sorunun IV. önermesinin kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)	
A. Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi doğrudan ilgilidir.	A1	mRNA ribozomun küçük alt birimine bağlanarak bunu aktifleştirir ve büyük alt birimle birleşmesini sağlar. mRNA bu şekilde okunduktan sonra alt birimler ayrıldığında protein sentezi biter.	9.1	34.1	29.5	
	A2	Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi protein sentezinin son basamaklarından. Alt birimlerin birleşmesi protein sentezi yapılacağı anlamına gelir.	5.7	15.9	15.9	
	A3	Yanlış açıklama	mRNA'dan gelen bilgiler tRNA tarafından taşındıktan sonra alt birimler birleşerek yavaş yavaş protein oluşmaya başlar.	1.1		
	A4		Çünkü alt birimlerin aralarında anahtar-kilit ilişkisi vardır.	1.1		
	A5		Bu protein sentezinin ilk basamağıdır.			2.3
	A6		Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi ile bilgi aktarımı olur ve gereklidir.		1.1	
	A7		mRNA ribozomda okununca alt birimleri birleşip farklı proteinler sentezlenir.	2.3		
	A8		Ribozomun alt birimleri yani aminoasitler birleşecek, protein sentezlenecek.	2.3	5.7	
	A9		Ribozom mRNA'daki şifre doğrultusunda kendi alt birimlerini oluşturur.	1.1		
	A10		Ribozomun alt birimleri birleşerek tRNA'yı (veya mRNA) oluştururlar.	2.3	2.3	
	A11		Ribozom alt ve üst birimlerden oluşur. Bir tarafı mRNA'nın geçtiği, diğer tarafı da buna uygun DNA sarmalının olduğu yerdir.	1.1		
	A12		Açıklama Yok	20.5	26.1	20.5
TOPLAM			46.6	85.2	68.2	
B. Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi doğrudan ilgili değildir.	B1		Bu olay normal metabolizma olaylarında da görülür.	3.4		
	B2	Alt birimlerin birleşmesi hızı artırabilir ama, doğrudan ilgili değildir. Bu şekilde polizomlar oluşur.	3.4		1.1	
	B3	Ribozom 5 C'lu şekerdir ve protein sentezi ile ilgili değildir.	1.1			
	B4	tRNA sayesinde ribozomlara şifre gider, alt birimler oluşur, protein sentezi olur.	1.1		2.3	
	B5	Protein sentezi bittikten sonra alt ve üst birim birleşir.			3.4	
	B6	Ribozomun alt birimleri tRNA ile birleştirilir. mRNA ribozomla birleşerek aminoasitler oluşur.			2.3	
	B7	Ribozomun alt birimleri birleşerek rRNA belirlenir.			1.1	
	B8	tRNA oluşumu için bu olay şarttır.			1.1	
	B9	Açıklama Yok	6.8	1.1	8	
TOPLAM			15.9	1.1	19.3	
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	19.3	10.2	6.8	
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	18.2	3.4	5.7	
TOPLAM			37.5	13.6	12.5	

Tablo incelendiğinde öğrencilerin verdikleri cevaplardan bilimsel olarak kabul edilebilir olanların öğretim sonrası önemli oranda artış gösterdiği görülmektedir. Öğretimden yaklaşık altı ay sonra uygulanan geciktirilmiş son testte

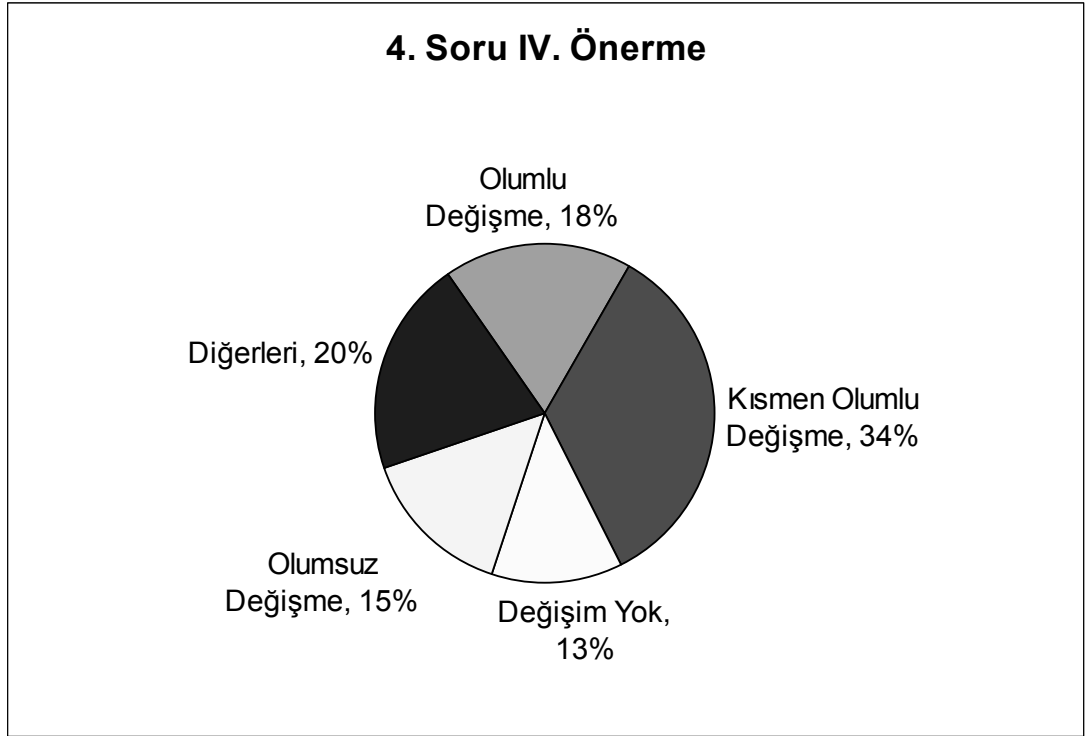
ise, yaklaşık %20 oranında düşüş olduğu göze çarpmaktadır. Benzer şekilde, öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilemez cevapların önemli oranda azaldığı, ancak geciktirilmiş son testte eskisinden daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevap ön testte %9.1 iken, son test %34.1'e çıkmış, geciktirilmiş son testte de %29.5'e gerilemiştir. Ön testte öğrencilerin %2.3'ü ve son testte %5.7'si "*Ribozomun alt birimleri yani aminoasitler birleşecek, protein sentezlenecek*" şeklinde açıklama yaparken, geciktirilmiş son testte böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır. Toplamda bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar ön testte %46.6, son testte %85.2 ve geciktirilmiş son testte de %68.2 oranında gerçekleşmiştir.

Tabloda karşılaşılan ilginç bir bulgu da, bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde son testte hiçbir açıklamaya rastlanmamış olmasıdır. Ayrıca; aynı açıklamaya her üç testte de rastlanmamıştır. Bu kategorideki toplam cevaplar ön testte %15.9'dan son testte %1.1'e gerilerken, geciktirilmiş son testte de %19.3'e yükselmiştir.

Bu önermeye cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin ön testteki oranı %37.5, son testte %13.6 ve geciktirilmiş son testte de %12.5 olarak tespit edilmiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 4. sorusunun IV. önermesine üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki genel değişim Şekil 4.13'te ve ayrıntılı değişim Ek-E Tablo E.12'de verilmiştir.



Şekil 4.13 4. sorunun IV. önermesinin kavramsal değişim grafiği

Yukarıdaki grafik ve ilgili kategori tablosu incelendiğinde, öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda önemli bir artış olduğu görülmektedir. Olumlu değişmeler toplamda %52 düzeyinde iken, olumsuz değişmeler %15'te kalmıştır. Kategori tablosu incelendiğinde de son teste göre, öğretimden altı ay sonra bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda %17 oranında düşüş, bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda %18.2 artış olduğu belirlenmiştir. Bu durum, öğretimin etkili olduğu ancak, kalıcılık açısından istenen başarıya ulaşamadığı şeklinde değerlendirilebilir.

Son teste ribozomun alt birimlerinin protein sentezinde birleştiğini söyleyen öğrencilerin üç farklı yanlış açıklama yaptığı, öte yandan bilimsel olarak kabul edilemez kategorisinde hiçbir açıklama olmadığı göze çarpmaktadır. Öğrencilerin kısa bir süreliğine ezber yaptıkları ve daha sonra unutarak farklı fikirler oluşturdukları söylenebilir.

Öğrencilerin ribozomla ilgili fikirlerini daha detaylı bir şekilde ortaya koymak amacıyla yapılan görüşmelerde şu bulgular elde edilmiştir.

G:Ribozom protein sentezinde ne iş yapar?

- Ö:**Ribozomun alt birimleri protein sentezinde mRNA gelince birleşirler. mRNA üzerinden geçer. Protein sentezlendikten sonra ayrılır. (52)
- Ö:**Kitaptaki şekil aklımda kalmış. Sentezden önce birleşirler. Kitapta öyle yazıyordu. Sentez bitince ayrılıyor her halde (45)
- Ö:**mRNA DNA'nın anlamlı incirinden kendine göre kodon aldı. Kendini sentezledi. Sonra ribozomun küçük alt birimini uyarıyordu. Onu duyarlı hale getiriyordu büyük alt birime. Ona göre tRNA sentezleniyordu. Öyle oluyor. (42)
- Ö:**Ribozom mRNA ürettiyordu. Başka, büyük ve küçük alt birim var. Bunlar da iş görür. Sitoplazmada birleşiyorlar. Sanırım küçük alt birim aktifleşerek mRNA'ya bağlanıyor. mRNA'dan şifreyi alıyor. (düşünüyor). Bilmiyorum sonrasını. (46)

52 numaralı öğrencinin verdiği cevaptan kavramsal anlamayı sağladığı, 45 numaralı öğrencinin ise, kendi fikirlerini değil kitapta yazılanları söylediği için yeterli bir kavramsallaştırma gösteremediği düşünülmektedir. Geciktirilmiş son testte 52 numaralı öğrencinin bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabı verdiği, ancak 45 numaralı öğrencinin ise “*Bu protein sentezinin ilk basamağıdır*” şeklinde bir açıklama yaptığı belirlenmiştir.

Görüşme yapılan 42 numaralı öğrenci de protein sentezinde gerçekleşen olayları genel olarak doğru bir şekilde sıralamış, ancak tRNA'nın sentezlenmesi ile ilgili fikrinde bir hata olduğu anlaşılmaktadır. tRNA'nın sürekli bir yapı olduğunun ve daha önceden DNA tarafından üretildiğinin kavranmadığı söylenebilir. Buna benzer ifadeleri de 46 numaralı öğrenci kullanmış ve ribozomun mRNA ürettiğini iddia etmiştir.

Ribozomun işlevi ile ilgili yapılan hatalara bir örnek de 67 numaralı öğrenci ile yaşanan aşağıdaki diyalogda verilmiştir.

...

G:Protein sentezi nasıl bir süreçle gerçekleşir? Hangi safhaları vardır?

Ö:Çekirdekte bir gen parçası düşünelim. Buradaki baz sıralanışına kod adını verdik. Buna uygun olarak mRNA sentezlenecek. Buradaki baz sırası da kodon adını alır. Bu mRNA çekirdekten sitoplazmaya doğru kayıyor. Küçük alt birime tutunuyor. tRNA'nın mRNA'yı tanıma kolu vardı.

tRNA'nın büyük alt birimi tanıma kolu vardı. Büyük ve küçük alt birim bu şekilde birleşmiş oluyordu. Büyük ve küçük alt birimde rRNA vardı. Yani bütün RNA'lar kullanıldı. Büyük alt birimde de aminoasitler meydana geliyordu. Ribozom kaydığı sürece protein oluşuyordu.

G:Aminoasitleri kim meydana getirir?

Ö:Ribozomda üretiliyor. tRNA ribozomların bağlanmasını sağlıyor. Ribozomu tanıyor. Bir kolu ribozomu bir kolu da mRNA'yı tanıyordu. Böylece ribozomları işlevsel hale getiriyordu.

G:Ribozom sürekli aminoasit mi oluşturuyor?

Ö:Eeee. Bir dakika (tereddütlü). Ribozomda var aminoasit.

G:Eğer sürekli olarak ribozom aminoasit veriyorsa bir süre sonra ribozom yok olabilir mi?

Ö:Hayır. Ribozom protein üretiyor..aminoasit üretmiyor ama... aminoasitin yapısındaki maddeler bir araya gelecek DNA kontrolünde. Bunlar ribozomda gerçekleşiyor (çelişkili cevaplar geliyor). Ama net olarak bilemiyorum. Karıştırdım.

Öğrencinin açıklamalarından protein sentezinde gerçekleşen olayları ana hatları ile kavradığı ancak aminoasitlerin nereden geldiği ile ilgili bir hata yaptığı anlaşılmaktadır. Öğrenci, ribozomun yapısında protein bulunmasının nedenini protein sentezinde aminoasit kaynağı olmasına bağlamış olabilir. Öğrenciye bu şekilde ribozomun bir süre sonra yok olabileceği hatırlatıldığında, fikrinin yanlış olduğunu anlayarak çelişkili cevaplar vermeye başlamıştır. Bu noktada öğrencinin hücre biyolojisi ile ilgili eksik öğrenmelerinin olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki bulgular ışığında öğrencilerin bazı temel bilgileri anlamada zorluk çektikleri ve bunların tespit edilip düzeltilmesi gerektiği ortaya konulmuştur. Ayrıca konular arasında ilişkilerin çok iyi bir şekilde kurulması gerekmektedir. Konu bütünlüğünün yakalanabilmesi için öğretimde gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Bunların yanı sıra özellikle biyoloji dersleri için kullanılan dile çok dikkat edilmelidir.

Protein sentezi ile ilgili öğrencilerin fikirlerinin sorgulandığı 4. soruda bazı hatalı öğrenmeler tespit edilmiştir. Bunlardan, protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmediği ile ilgili olan hataların çok daha önemli olduğu ortaya konulmuştur.

Geleneksel öğretim yöntemi ile öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde bir artış olduğu görülmesine rağmen, bu yöntemin tek başına yeterli olmadığı düşünülmektedir. Öğrencilerin pasif olması, düşüncelerini ifade etmemesi/edememesi, öğrencilerdeki eksik ve hatalı ilişkilendirmelerin yeterince tespit edilip ortadan kaldırılmaması yapılan öğretimin olumsuz taraflarıdır. Kavram haritaları, grup çalışmaları, benzetme, drama, bilgisayar destekli öğretim gibi farklı yöntem ve teknikler kullanılabilir. Ancak; fiziksel şartların şimdilik bu duruma çok müsait olduğu da söylenemez. Öncelikle fiziksel şartlarda değişiklik yapılmalı, sonra yeni öğretim tekniklerine yer verilmelidir.

Sadece lisans düzeyindeki öğrencilerde değil, ilköğretim ve lise seviyedeki öğrencilerde de yukarıda bahsedilen sorunlar olabilir. Daha da önemlisi ilköğretim ve lise düzeyinde meydana gelen kavram yanlışlarının lisans düzeyinde de devam ettiği unutulmamalıdır. Bu nedenle, özellikle lise düzeyindeki öğrencilerin protein sentezi ile ilgili hatalı öğrenmelerinin tespit edilip düzeltilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Mesela; ders kitaplarında çok sayıda eksik ve yanlış bilgilerin olduğu yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur. Konumuzla ilgi olarak protein sentezi işlendikten sonra santral doğma diye bir kavramdan bahsedilmektedir. Orada bir şema üzerinde DNA'nın eşlenmesi, mRNA'nın ve proteinin sentezlenmesi hep bir arada verilmektedir. Bu şekil hem lise kitaplarında, hem dersanelerin hazırladıkları kitaplarda hem de lisans öğrencilerine hitap eden kitaplarda yer almaktadır. Öğrenci santral doğmayı protein sentezi gibi algılamakta ve protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini düşünmektedir. Bu durum, araştırma sırasında yapılan öğretimde bahsedilerek öğrencilerin dikkatli olmaları istenmiştir. Ancak, bazı öğrencilerin bu hatayı yine de yaptığı hem testte hem de görüşmelerde gözlenmiştir.

4.2.5 5. soru: Protein ve Canlının Görünüşü Arasındaki İlişki

-
- 5. a) Yeryüzünde yaklaşık olarak 6 milyar kadar insan mevcuttur. Her bir insanın-
- görünüşleri birbirinden farklıdır. Bu farklılığın **nedeni** sizce neler olabilir? -
- b) Bu farklılık bir serçe popülasyonu için de geçerli midir? **Neden?** -
- c) Yukarıda belirtilen durum bir ormanda aynı türden olan meşe ağaçları için de-
- geçerli olabilir mi? **Neden?** -

Kavramsal anlama testinin 5. sorusunda öğrencilerin gen-protein ve canlının görünüşü arasındaki ilişki ile ilgili fikirleri araştırılmıştır. Soruda öncelikle insanların, ardından hayvanların ve son olarak da bitkilerin farklı görünüşte olmalarının nedenleri sorulmuştur. Öğrencilerin bazen insanlar için düşündüklerini diğer canlılara genelleme de zorluklar yaşadıkları bilindiğinden, teste böyle bir sorunun konulması uygun görülmüştür. Her bir şık aşağıda sırasıyla ele alınarak bulguları sunulmuş ve tartışmaya açılmıştır.

a şikkı: Neden insanların görünüşleri birbirinden farklıdır?

Önermenin Amacı: Bu önermede insanların birbirlerinden farklı olmalarının nedenleri sorularak öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin ileri sürdükleri her bir nedeni açıklamaları da istenmiştir. Öğrencilerden, insanların genetik yapılarının farklı olmasından dolayı protein yapılarının da farklı olduğu ve bu nedenle de farklı görünüşte olduklarını söylemeleri beklenmektedir. Her insanın parmak izlerinin de farklı olmasının nedenini protein farklılığına dayandırmaları da muhtemel açıklamalar arasında yer alabilir.

Bulgular: Kavramsal anlama testinin 5. sorusunun a şikkına öğrencilerin verdikleri cevapları gösteren tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4.14).

Tablo 4.14 5. Sorunun a şıkkının kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	DNA'lardaki bazı genlerin nükleotid dizilimlerinin kişiye özgü olması sentezlenecek olan proteinlerin aminoasit sırasının farklı olmasını sağlar. Proteinler canlıların farklı görünüşte olmalarını sağlayan en önemli faktördür. Bunun yanı sıra çevresel faktörler de önemli bir etkidir.	19.3	35.2	14.8
	A2	Yapıya katılan proteinlerin farklı olmasından kaynaklanır. Mutasyon, çevre de etkiler.	6.8	3.4	2.3
	A3	Kalıtsal özellikler ve çevre etkiler.	14.8	9.1	15.9
	A4	Genetik yapının farklı olmasından kaynaklanır.	26.1	42	33
	A5	Krossing-over, mutasyon, rastgele seçim, döllenme gibi etkenler neden olur.	22.7	8	31.8
	A6	Doğa şartları etkiler.	3.4		
TOPLAM			93.2	97.7	97.7
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Çünkü bir yumurtayı yaklaşık 5 milyar sperm döller. Bu nedenle farklı görünüşler ortaya çıkar.	1.1		
	B2	20 çeşit aminoasit vardır. Bunlar farklı şekillerde bir araya gelerek genleri meydana getirir.	2.3	1.1	
	B3	Bu farklılığın nedeni DNA'nın kendini eşlemesi sırasındaki krossing-over'dan olabilir. DNA'daki mutasyondan da kaynaklanabilir.		1.1	
TOPLAM			3.4	2.3	-
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	2.3	-	1.1
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	1.1	-	1.1
TOPLAM			3.4	-	2.3

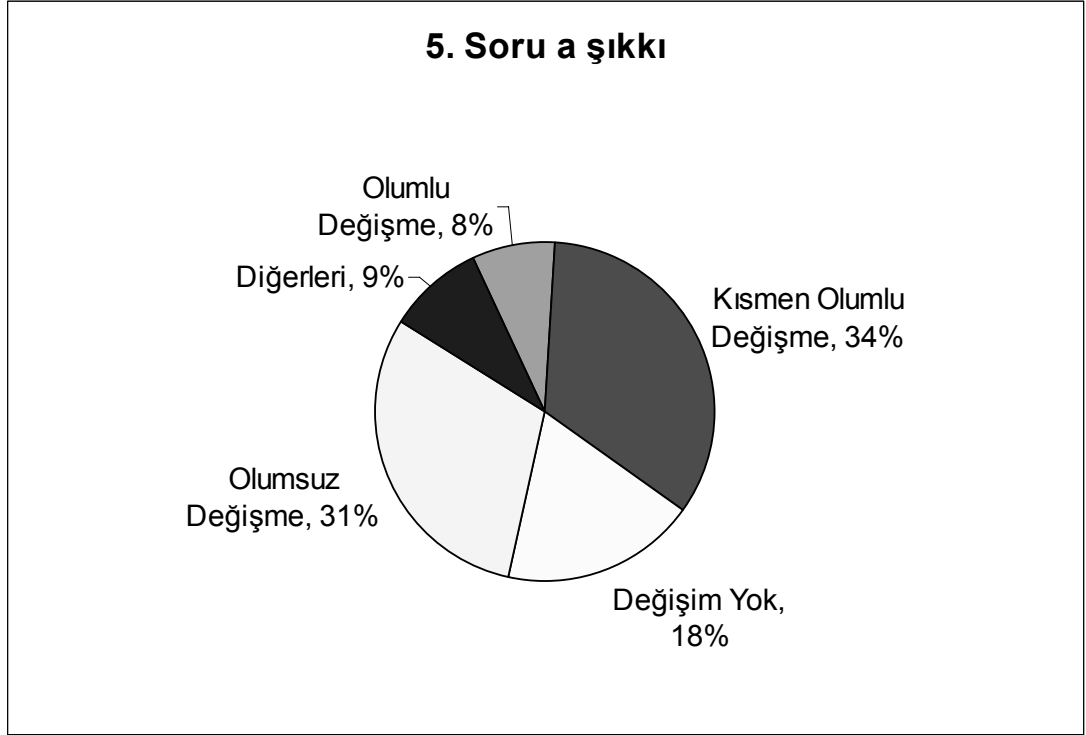
Tablodaki veriler incelendiğinde, öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının ön testte çok yüksek olduğu ve diğer iki testte de bir miktar artarak devam ettiği görülmektedir. Ayrıca; öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasında çok önemli sayılabilecek hatalı öğrenmelerin olmadığı da söylenebilir.

Ön testte %19.3 olan bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabın son testte %35.2 ve geciktirilmiş son testte de %14.8 olduğu göze çarpmaktadır. Öğrencilerin ön testte %26.1'i, son testte %42'si ve geciktirilmiş son testte de %33'ü "Genetik yapının farklı olmasından kaynaklanır" açıklamasını yapmıştır. Bunların yanı sıra "Krossing-over, mutasyon, rastgele seçim, döllenme gibi etkenler neden olur" açıklamasını ön testte öğrencilerin %22.7'si, son testte %8'i ve geciktirilmiş son testte de %31.8'i vermiştir.

Bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalardan ön testte öğrencilerin %2.3'ünün ve son testte de %1.1'inin "20 çeşit aminoasit vardır. Bunlar farklı

şekillerde bir araya gelerek genleri meydana getirir” şeklinde açıklama yaptıkları tespit edilmiştir.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 5. sorusunun a şikkına üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.14’te ve Ek-E Tablo E.13’te verilmiştir.



Şekil 4.14 5. sorunun a şikkının kavramsal değişim grafiği

Yukarıda verilen grafik incelendiğinde öğrencilerin %42’sinde olumlu, %31’inde olumsuz değişme olduğu ve %18’inde de değişme olmadığı görülmektedir. Bu grafikten öğrencilerin %31 oranındaki olumsuz değişmesi ile kategori tablosundaki bulguların birbirleri ile çelişkili oldukları düşünülebilir. Ancak, değişimleri ayrıntılı olarak gösteren Tablo 4.14 incelendiğinde, öğrencilerin olumsuz kavramsal değişimlerinin çoğunun bilimsel olarak kabul edilebilir kısmında olduğu görülmektedir. Bu sebeple grafikte gösterilen olumsuz değişmelerin çok önemli olmadığı söylenebilir.

Öğretimden hemen sonra bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabın %19.3’den %35.2’ye gelmesi yapılan öğretimin en önemli artısıdır. Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarında nicelik olarak %4.5 oranında artış

olmasına rağmen, nitelik olarak %15.9 oranında artış sağlandığı söylenebilir. Bu sonuç öğretimin kavramsal anlamayı gerçekleştirmede önemli bir katkı sağladığı şeklinde değerlendirilebilir.

Öğretim öncesi %3.4 olan hatalı öğrenmelerin öğretimden hemen sonra %2.3'e düşmesi ve öğretimden altı ay sonra tamamen yok olması düşündürücü bir bulgudur. Proteinler ve protein sentezinden sonra işlenen konuların bazı referanslar oluşturması bu bilimsel olarak kabul edilemez açıklamaların ortadan kalkmasına neden olmuş olabilir.

Gen, protein ve canlının görünüşü ile ilgili öğrencilerin fikirlerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla yapılan görüşmelerde şu açıklamalar elde edilmiştir;

G:Proteinle canlının görünüşü (karakteri) arasında ilişki var mıdır?

Ö:Sonuçta hepsi DNA'da şifrelenmiş olarak bulunuyor. Protein de DNA'daki şifreye göre oluşturulduğu için, vücudumuzda da yapısal olarak protein bulunuyor. Genler farklı olduğu için proteinler de farklıdır. İnsanların görünüşleri de birbirinden farklıdır. (39, 44, 53)

Ö:Proteinler çeşitlilik gösterirdi. Bunların farklı dizilişi fiziksel açıdan farklılık sağlar. Saçımızın rengi, gözümüzün rengi... Ama bazların dizilişi birinci karakter olarak türümüzü belirliyor. (67, 42, 66)

Ö:Olabilir. Karakter kalıtımla ilgili. Protein de kalıtımla ilgilidir. Bu nedenle olabilir. (40)

Ö:(düşünüyor). Vardır. Dış görünüşte proteinler etkili. Anneden babadan gelen genetik yapımız da etkili. (41)

Ö:Rolü vardır. (Çok kısık sesle). Hani saç şekli, göz rengi... (Sessizlik) bunlar proteinlerin sayesinde olmuyor muydu? (51)

Ö:Sonuçta protein yapı maddesi olarak kullanılıyor. Proteinlerin çeşitliliğini sağlayan şeyler var. Proteinler farklı olursa karakterler de farklı olur. (45)

Ö:Var. Hayatın 2 şifresi var (DNA, Protein). Bunlar sayesinde çeşitlilik sağlanır. DNA'nın da rolünün olması gerekir ama.... Proteinin rolünü tam olarak bilmiyorum. (56)

- Ö:**DNA genetik yapımızı belirler. Protein görünüşün oluşmasında etkilidir. Ama asıl etken DNA'dır. Proteinin ilişkisini net olarak açıklayamayacağım. (55)
- Ö:**Kalıtsal özelliklerimizi genler belirlediğine göre eeeee. Protein deyince gen aklıma geliyor ama buradaki bağlantıyı kuramıyorum. (52)
- Ö:**Var. Aminoasitlerin amfoter olması çeşitliliği sağlıyordu. Aminoasitlerden fazla proteinler oluşuyordu ve çeşit çeşit insanlar olabiliyordu. Bu çevremizdeki canlıların çoğunda vardı. Bütün canlılar için geçerlidir. (43)
- Ö:**(düşünüyor). DNA'da karakterlerimiz yazılıdır. DNA'da da protein olduğu için karakterlerimizle ilişkilidir. Ama karıştırıyorum bazı şeyleri. (69)

Görüşme yapılan öğrencilerden 39, 44, 53, 67, 42, 66 numaralı olanların verdikleri cevaplarından kavramsal anlamayı gerçekleştirdikleri söylenebilir. Proteinin yapıya katıldığını, proteinlerin DNA'daki şifrelere göre üretildiğini söyleyen bu öğrencilerin gerekli ilişkileri kurdukları anlaşılmaktadır. 40 ve 41 numaralı öğrenciler ise, karakterlerin hem genlerle hem de proteinle ilişkili olduğunu söylemelerine rağmen, gen-protein ilişkisine dair bir açıklama yapmamıştır. 51 ve 45 numaralı öğrenciler de karakterlerin proteinlerle ilişkisini ifade ederken, söylediklerinden pek emin gözükmemektedir. 56 numaralı öğrenci öğretim sırasında hayatın 2 şifresinden bahsedildiğini gösteren bir açıklama yapmış ancak, gerekli ilişkileri kuramadığını bildirmiştir. 55 ve 52 numaralı öğrenciler de gen ve proteinlerin görünüşle ilgili olduğunu söylerken, bağlantıları kuramadığını dile getirmektedir.

Görüşme yapılan 43 numaralı öğrenci proteinlerin çeşitliğini yanlış bir şekilde amfoter olmalarına bağlamıştır. Bu öğrenci kavramsal anlama testinin amfoterle ilgili olan 3. sorusunun I. eşleştirmesinde böyle bir açıklama yapmamıştır. Öğrenci görüşmenin diğer bölümlerinde protein çeşitliliği ile ilgili de çelişkili açıklamalar yapmıştır. Bir yerde aminoasitlerin çeşitliliğin protein çeşitliliğini etki ettiğini söylerken diğer taraftan başka bir yerde de amfoter özelliğin buna etki ettiğini belirtmektedir.

Görüşme yapılan 69 numaralı öğrenci de DNA'nın karakterleri belirlediğini ve DNA'da da protein olduğu için, proteinlerin görünüşte etkili olduğunu söylemiş ancak daha detaylı bir açıklama yapamamıştır. Temel bilgilerdeki eksiklik ve

hataların ne türlü öğrenme sorunlarına neden olabildiğine bu öğrencinin açıklamaları örnek olarak gösterilebilir.

b şıkkı: Neden serçelerin görünüşleri birbirinden farklıdır?

Önermenin Amacı: 5. sorunun a şıkkının devamı şeklinde olan bu önermede, öğrencilerin canlılardaki ortak özellikleri genelleyebilme dereceleri ölçülmeye çalışılmıştır. Öğrencilerden, serçelerin de genlerinin olduğu ve protein yapılarının farklı olması nedeniyle farklı görünüşte olduklarını söylemeleri beklenmektedir. Öğrencilerin, uzaktan aynı gibi görünmelerine rağmen, yakından incelendiğinde farklılıklarının olabileceğini söyleyebilecekleri düşünülebilir.

Bulgular: Testin 5. sorusunun b şıkkı ile ilgili öğrencilerin görüşleri Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo incelendiğinde, öğrencilerin öğretim sonrası kavramsal anlama düzeylerinin arttığı ve hatalı öğrenmelerinin azaldığı görülmektedir. Ancak, öğretimden altı ay sonra bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda bir miktar düşüş olduğu ve bazı hatalı öğrenmelerin yeniden ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevap ön testte %17 iken, son testte %14.8 ve geciktirilmiş son testte de %15.9 olarak belirlenmiştir. Elde edilen ilginç bulgularından birisi ön testte %15.9 olan “*Hayvanların da gen yapıları vardır ve farklılık gösterir*” açıklamasının son testte %51.1’e ve geciktirilmiş son testte de %59.1’e yükselmiş olmasıdır. Toplamda bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar ön test %81.8, son test %96.6 ve geciktirilmiş son testte de %90.9 olarak belirlenmiştir.

Ön testte %11.4 olan bilimsel olarak kabul edilemez cevapların son testte %2.3’ye gerilediği, geciktirilmiş son testte %4.5’e geldiği tespit edilmiştir. Bu kategoride en çok karşılaşılan “*Popülasyon aynı türe ait bir yaşama alanındaki canlı topluluğu olduğuna göre serçelerde farklılık yoktur*” açıklamasının ön test %6.8 ve son testte %1.1 oranında olduğu görülmektedir. “*Serçelerin gen yapıları farklı değildir*” şeklindeki açıklama ön testte %2.3 ve geciktirilmiş son testte %1.1 oranında tespit edilirken, geciktirilmiş son testte böyle bir açıklama ile karşılaşılmamıştır.

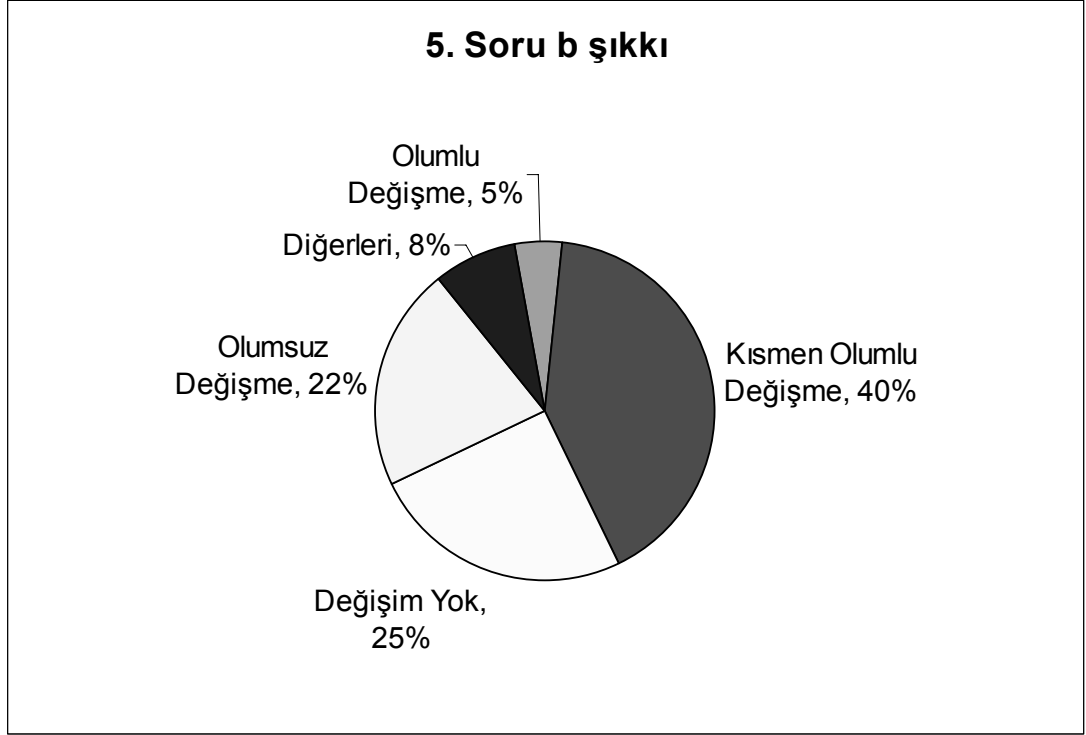
Tablo 4.15 5. Sorunun b şikkının kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	İnsanlar için geçerli olan durum hayvanlar için de geçerlidir. Çünkü hayvanların protein yapıları farklılık gösterir.	17	14.8	15.9
	A2	Serçelerin de genleri farklıdır. Çevre de etkiler.	19.3	3.4	12.5
	A3	Hayvanların da gen yapıları vardır ve farklılık gösterir.	15.9	51.1	59.1
	A4	Geçerlidir. Çünkü onlar da eşeyli ürerler. Ama benzerlikleri daha fazladır.	15.9	10.2	3.4
	A5	Geçerli olabilir. Çevre etkilidir.	9.1		
	A6	Açıklama Yok	4.5	17	
	TOPLAM			81.8	96.6
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Serçelerdeki aminoasit çeşitliliği daha az olduğu için farklılık daha azdır.			1.1
	B2	Geçerli değildir. Çünkü serçeleri birbirinden ayırt etmek imkansızdır.			2.3
	B3	Kuşlar yumurta ile ürer. Krosing-over, mayoz olmadığından ve dış ortamda geliştikleri için farklılıkları yoktur.	2.3		
	B4	Populasyon aynı türe ait bir yaşama alanındaki canlı topluluğu olduğuna göre serçelerde farklılık yoktur.	6.8	1.1	
	B5	Serçelerin gen yapıları farklı değildir.	2.3		1.1
	B6	Büyük olasılıkla serçeler eşeysiz üreyor. Bu yüzden farklılıkları çok azdır.		1.1	
TOPLAM			11.4	2.3	4.5
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	4.5	-	2.3
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	2.3	1.1	2.3
TOPLAM			6.8	1.1	4.5

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 5. sorusunun b şikkına üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.15'te ve Ek-E Tablo E.14'te verilmiştir.

Aşağıdaki grafik incelendiğinde öğrencilerin %45'inde olumlu, %22'sinde olumsuz değişme olduğu ve %25'inde de değişme olmadığı görülmektedir. Bu veriler ışığında öğretimin kısmen başarılı olduğu şeklinde bir yorum yapılabilir. Ancak az da olsa bazı hatalı öğrenmelerin devam ettiği söylenebilir.

Grafikte verilen %25 oranındaki olumsuz değişme, oransal olarak yüksek olmasına rağmen çok önemli bir soruna işaret etmemektedir. Çünkü Ek-E Tablo E.14'de verilen ayrıntılı değişim tablosu incelendiğinde, olumsuz değişmelerin tamamen bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar kategorisinde olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların toplamındaki artış da, öğrencilerde konuyla ilgili önemli bir sorun olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.15 5. sorunun b şıkkının kavramsal değişim grafiği

Öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda önemli bir artış gözlenmesine rağmen, açıklamaların kalitesinde aynı oranda artış olmadığı, hatta azalmanın olduğu söylenebilir. Çünkü bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabın oranında öğretim sonrası bir düşüş yaşanmıştır. Öğrencilerin çoğunun öğretim sonrası “*Hayvanların da gen yapıları vardır ve farklılık gösterir*” açıklamasını verdikleri dikkat çekmektedir. Bu durum, öğrencilerin gen ve protein arasında ilişki kurmalarında bazı sorunlar yaşadığını ortaya koymaktadır.

Öğrencilerden ön testte %2.3 oranında gelen “*Kuşlar yumurta ile ürer. Krosing-over, mayoz olmadığından ve dış ortamda geliştikleri için farklılıkları yoktur*” açıklamasının son testte ve geciktirilmiş son testte olmayışı öğretim açısından pozitif bir sonuçtur. Ancak öğretim sonrası %1.1 oranında gelen “*Büyük olasılıkla serçeler eşeysiz üriyor. Bu yüzden farklılıkları çok azdır*” açıklamasının geciktirilmiş son testte tespit edilmemiş olması, protein sentezinden sonraki konularda üremenin işlenmiş olması olabilir. Burada öğrenci hata yaptığını düşünerek “*Hayvanların da gen yapıları vardır ve farklılık gösterir*” şeklindeki açıklamasını geciktirilmiş son test vermiş olabilir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde, kavramsal anlama testinde verdikleri cevaplar doğrulanmış ve daha detaylı bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. Görüşmelerde öğrenciler şunları dile getirmiştir;

G:Bu durum hayvanlar için geçerli midir?

Ö:Tüm canlılar için geçerlidir. Hiçbir canlı hiç bir canlıya benzemez. Bence bunda proteinin etkisi vardır. (42, 43, 45)

Ö:Sonuçta onlar da canlıdır. Hepsini içinde geçerlidir. Hepsinin DNA'sı var. Bir şekilde hepsinde böyle bir durum vardır. (60 , 41, 55)

Ö:Geçerlidir. Çünkü onlarda da aynı şeyler var. (44)

Ö:Evet geçerlidir. (39 ,53, 67, 56, 40, 54)

Yukarıda verilen diyaloglarda görüldüğü gibi öğrencilerin hepsi de insanlarda geçerli olan durumun hayvanlarda da geçerli olduğunu belirtmiştir. 42, 43, 45 numaralı öğrenciler proteinin etkisini, 60, 41 ve 55 numaralı öğrenciler de DNA'nın etkisine değinmişlerdir. Diğerleri sadece insanlardaki durumun hayvanlar için de geçerli olduğunu söylemekle yetinmişlerdir.

c şıkkı: Neden meşe ağaçlarının görünüşleri birbirinden farklıdır?

Önermenin Amacı:Bu önermede bitkilerin görünüşü ile gen-protein yapıları arasındaki ilişkiyi anlamada öğrencilerin fikirleri araştırılmıştır. İnsanlar ve hayvanlar için geçerli olan gen ve protein yapılarının görünüşe olan etkisinin bitkiler için de düşünülüp düşünülemediği sorgulanmaktadır. Öğrencilerden bitkilerin de genetik yapılarının olduğu, farklı genetik yapıları nedeni ile farklı protein yapılarında oldukları ve bu nedenle de farklı görünüşte olacaklarını söylemeleri beklenmektedir.

Bulgular:Öğrencilerin 5. sorunun c şıkkına her üç testte verdikleri cevaplar Tablo 4.16'da görülmektedir.

Tablo incelendiğinde öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarında son testte bir artış olmasına rağmen, geciktirilmiş son testte öğretim öncesi seviyesine gerilediği göze çarpmaktadır. Ayrıca, bilimsel olarak kabul edilemez cevapların oranlarında öğretim sonrası azalma olmadığı, aksine geciktirilmiş son testte bir miktar artış olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.16 5. Sorunun c şikkının kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplar	A1	İnsan ve hayvanlardaki gibi bitkiler de proteinleri DNA'dan gelen şifrelere göre sentezlenir.	20.5	4.5	12.5
	A2	Kalıtısal özellikler ve ortam etkiler. Beslenme de etkiler.	9.1	17	11.4
	A3	Genetik yapının farklı olmasından kaynaklanır.	22.7	18.2	26.1
	A4	Evet. Doğal seleksiyon ve çevre etkiliyor.	5.7	5.7	4.5
	A5	Her canlı için geçerlidir.		2.3	3.4
	A6	Açıklama Yok	4.5	27.3	2.3
	TOPLAM			62.5	75
B. Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar	B1	Aynı ormanda oldukları için çevre koşulları farklı değildir ve aynı görünüşte olurlar.	6.8		5.7
	B2	Aynı tür oldukları için farklı olamazlar. Üremeye aynı canlılar oluşur.	4.5	6.8	2.3
	B3	Bitkilerde erkek ve dişi kendi üzerinde bulunduğu için genetik şifreleri aynen yeniden aktarılır. Tozlaşma sırasında aynı tozları kullanabilirler.	2.3	2.3	5.7
	B4	Olamaz. Çünkü meşe ağaçları tohumla çoğalır. Aynı ağacın 2 tohumu veya fidanı aynı ortamda büyürse tıpatıp aynı olur.	2.3	2.3	
	B5	Bitkilerde eşeyli üreme olmadığı ve mitoz bölünme ile büyüdükleri için aynı özelliklerde canlılar oluşur.	3.4	2.2	9.1
	B6	DNA'ları farklıdır ama proteinleri aynı olabilir.		1.1	
	B7	Geçerli değildir. Aynı türe ait canlıların genetik bilgileri de aynıdır.			1.1
	B8	Olmaz. Çünkü meşe ağaçlarında genetik şifre aktarılmaz. Çünkü meşe ağaçlarının mRNA ve DNA'sı yoktur.		4.5	2.3
	B9	Açıklama Yok	1.1	1.1	1.1
TOPLAM			20.5	20.5	27.3
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	8	1.1	5.7
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	9.1	3.4	6.8
TOPLAM			17	4.5	12.5

Ön testte %62.5 olan bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların son testte %75'e çıktığı, ancak geciktirilmiş son testte %60.2'ye gerilediği tespit edilmiştir. Ön testte %20.5 olan bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamanın son testte %4.5'e düştüğü, geciktirilmiş son testte de %12.5'e geldiği görülmektedir. Benzer şekilde ön testte %22.7 olan "*Genetik yapının farklı olmasından kaynaklanır*" açıklamasının son testte %18.2'ye düştüğü, geciktirilmiş son testte de %26.1'e çıktığı belirlenmiştir. Bu kategoride açıklama yapmayanların oranı ön test %4.5, son testte %27.3 ve geciktirilmiş son testte de %2.3 olarak gerçekleşmiştir.

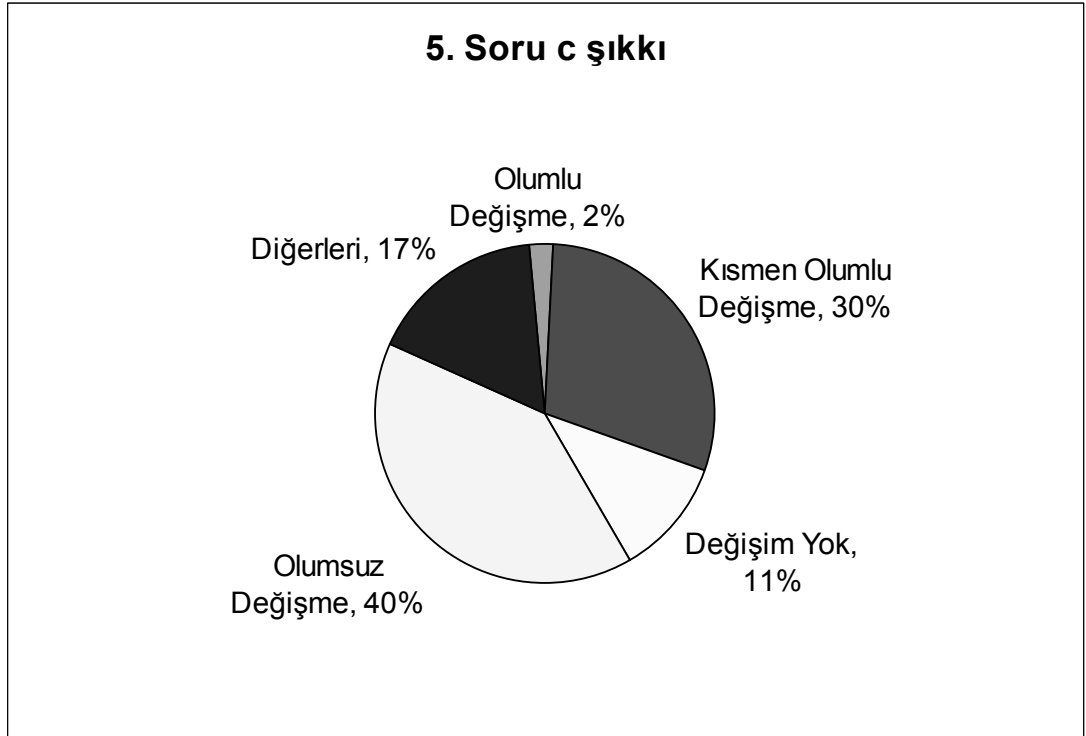
Öğrencilerden ön ve son testte %20.5 oranında ve geciktirilmiş son testte de %27.3 oranında bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar geldiği tespit edilmiştir. Bu cevaplar içerisinde "*Aynı tür oldukları için farklı olamazlar. Üremeye aynı canlılar*

oluşur” açıklamasının ön testte %4.5, son testte %6.8 ve geciktirilmiş son testte de %2.3 oranında olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin ön ve son testte %2.3’ü, geciktirilmiş son testte de %5.7’si “*Bitkilerde erkek ve dişi kendi üzerinde bulunduğu için genetik şifreleri aynen yeniden aktarırlar. Tozlaşma sırasında aynı tozları kullanabilirler*” şeklinde açıklama yapmıştır. Bunların yanı sıra, öğrencilerin ön testte %3.4’ünün, son testte %2.2’sinin ve geciktirilmiş son testte de %9.1’inin “*Bitkilerde eşeyli üreme olmadığı ve mitoz bölünme ile büyüdüğü için aynı özelliklerde canlılar oluşur*” açıklamasını yapmışlardır. Bu kategorideki ilginç bulgulardan biri de, ön testte olmamasına rağmen, son testte %4.5 ve geciktirilmiş son testte de %2.3 oranında “*Olmaz. Çünkü meşe ağaçlarında genetik şifre aktarılmaz. Çünkü meşe ağaçlarının mRNA ve DNA’sı yoktur*” açıklamasının tespit edilmesidir.

Bu şık için cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin ön testteki oranı %17 gibi yüksek oranda iken son testte %4.5’e düşmüş ancak, geciktirilmiş son testte de %12.5’e çıkmıştır.

Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 5. sorusunun c şikkına üç testte öğrencilerin verdikleri cevaplardaki genel değişim Şekil 4.16’da ve ayrıntılı durum Ek-E Tablo E.15’te verilmiştir.

Grafik incelendiğinde, %40 gibi yüksek bir oranda olumsuz değişme, %32 oranında olumlu değişme olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum, öğretimin yetersiz kaldığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak; kategori tablosu ve ayrıntılı değişim tablosu incelendiğinde değişik yorumlar da yapılabilir. Mesela; bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklamada son testte %16 oranında düşüş olurken, açıklama yapmayanların oranında %22.8’lik bir artış yaşanmıştır. Bu sonuç, öğretim sonrası nicelik olarak bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda artış olmasına rağmen, nitelik olarak düşüş olduğu şeklinde değerlendirilerek öğretimin başarısız olduğu şeklinde bir yorum yapılabilir. Ayrıca; bilimsel olarak kabul edilemez cevapların son testte aynı kalarak geciktirilmiş son testte %6.8 oranında artması da öğretimin olumsuz yanını gösteren bir sonuç olarak düşünülebilir.



Şekil 4.16 5. sorunun c şıkkının kavramsal değişim grafiği

Öğrencilerin her üç testte de verdikleri “*Aynı tür oldukları için farklı olamazlar. Üremeyle aynı canlılar oluşur*” şeklindeki açıklamanın, dikkat edilmesi gereken bir hatalı öğrenme olduğu söylenebilir. Geciktirilmiş son testte bu açıklamanın oranında azalmanın, protein sentezinden sonra işlenen konulardan olan üreme ile ilgili olduğu tahmin edilmektedir. Üreme konusunun işlenmesinden sonra da bu hataların devam etmesi öğrencilerde kavram yanlışlarının olduğuna işaret edebilir.

Bilimsel olarak kabul edilemez cevaplar içerisinde “*Bitkilerde erkek ve dişi kendi üzerinde bulunduğu için genetik şifreleri aynen yeniden aktarırlar. Tozlaşma sırasında aynı tozları kullanabilirler*” açıklamasının da önemli bir öğrenme sorununa temas ettiği söylenebilir. Öğrencilerin insan ve hayvanlardaki biyolojik olayların bitkilerde gerçekleşemediğini düşündükleri ifade edilebilir. Bahsedilen hatalı öğrenme, öncelikle eşeyli üremenin sonra da bitkilerdeki eşeyli üremenin anlaşılmasıyla düzelebilir.

Yukarıdaki paragrafta belirtilen durumun bir benzeri de “*Bitkilerde eşeyli üreme olmadığı ve mitoz bölünme ile büyüdüğü için aynı özelliklerde canlılar oluşur*” açıklaması ile karşımıza çıkmıştır. Öğrencilerin eşeyli üremeyi ve

bitkilerdeki eşeyli üremeyi tam olarak anlamadıkları için böyle bir açıklama yaptıkları söylenebilir. Bu açıklamanın geciktirilmiş son testte oranının %6.9 artmış olması da yapılan öğretimin yetersiz kaldığını göstermektedir.

Ön testte tespit edilmeyen ancak son ve geciktirilmiş son test yer alan “*Olmaz. Çünkü meşe ağaçlarında genetik şifre aktarılmaz. Çünkü meşe ağaçlarının mRNA ve DNA’sı yoktur*” açıklamasının öğretimden kaynaklanan bir kavram yanılgısı olduğu söylenebilir. Bu açıklamanın öğretimden sonraki oranının altı ay sonrasında göre yüksek olması da öğretimde bazı sorunlar olduğuna işaret etmektedir. Görüşme yapılanlar içerisinde 51 numaralı öğrenci testte verdiği açıklama ile ilgili fikirlerini şöyle açıklamıştır;

....

G:Testte canlının görünüşü ile gen protein yapısının ilgili olduğunu, insan için ve hayvanlar için geçerli olduğunu ama bitkiler için olmadığını söylüyorsun. Bunu nasıl açıklıyorsun. Meşe ağaçlarında DNA olmadığı için farklılık geçerli değildir diyorsun. Bitkilerin DNA’sı yok mudur?

Ö:Yoktur (Tereddütlü).

G:Onların üremesi vs. nasıl olur?

Ö:.... (Sessizlik)

G:Bitkiler hücresel yapılı mıdır?

Ö:Hücresel yapıları var. O zaman DNA’ları da vardır.

G:Peki seni bu yargıya götüren nedir?

Ö:Yani dış görünüş. Orada kafam karışıyor. Onların dış görünüşleri aynı, fakat insanlarda farklı. Serçeyi düşündüğümüzde onlar da aynı. Öyle olunca... onların DNA’ları var mıdır yok mudur diye kafam karışıyor. Ama hücresel yapıları vardır diye düşününce DNA’ları vardır diye düşündüm. Fakat dış görünüşleri aynı olunca yoktur diyorum.

Bu öğrenci insan, hayvan ve bitkilerin dış görünüşlerinden hareketle bitkilerin DNA’larının olamayacağını söylemiştir. Belki de bu öğrencinin bitkileri canlılar sınıfına koymadığı da düşünülebilir. Ancak görüşmede yukarıda verilenler haricinde fikirlerini söylememiştir. Öğrencinin özellikle hücre biyolojisi, gen-protein ilişkisi ve üreme ile ilgili önemli eksik ve hatalı öğrenmelerinin olduğu söylenebilir. Böyle bir sorun öğretimden kaynaklanabildiği gibi öğrencinin derse olan ilgisi ve dikkat ile de

ilişkili olabilir. Ayrıca; ders kitaplarının, öğretimde kullanılan dilin ve bazı kültürel nedenlerin bahsedilen soruna neden olduğu da düşünülebilir.

Kavramsal anlama testinin 5. sorusunun c şikkında incelenen kavram ile ilgili öğrencilerin önemli sayılabilecek eksik ve hatalı öğrenmelerinin olduğu söylenebilir. Yukarıda bahsedilen kavram yanlışlarının önlenmesi için öğretimde bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Geleneksel öğretim yöntemlerinin yanında grup çalışması, kavramsal değişim yöntemi, kavram haritaları, probleme dayalı öğrenme, proje çalışmaları gibi bazı yeni öğretim tekniklerinin kullanılması gerekmektedir. Öğrencilerin aktif olması ve düşüncelerini sürekli olarak ifade edecek ortamlar bulması gerekmektedir. Daha önce de değinildiği gibi, konular ve kavramlar arasında yatay ve dikey ilişkilerin kurulacak şekilde öğretim dizayn edilmelidir.

4.2.6 6. soru: Proteinin Alt Yapıları

6. Hücrelerde bulunan bazı maddeler aşağıda tabloda verilmiştir.

Aminoasit	N (Azot) atomu	Dipeptit	Tersiyer protein	Polipeptit	Amin grubu
-----------	----------------	----------	------------------	------------	------------

Verilen bu maddeleri yapısal olarak küçükten büyüğe doğru aşağıdaki tabloda sıralayınız. Daha sonra da bu sıralamayı **neden** böyle yaptığınızı açıklayınız

En Küçük

En Büyük

Sorunun Amacı: Testin 6. sorusunda proteinin yapısı ile ilgili öğrencilerin fikirleri araştırılmıştır. Soruda proteinin yapısındaki altı farklı alt yapı verilerek öğrencilerden bunları küçükten büyüğe doğru sıralamaları istenmiştir. Bu

sıralamadan sonra, öğrencilerin neden böyle sıralama yaptıklarını açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin, N (azot) atomunun amin grubunda bulunduğunu, amin grubunun aminoasitin sabit bir grubu olduğunu, aminoasitin proteinlerin yapıtaşı olduğunu, iki aminoasitin bir dipeptit, çok sayıda aminoasitin bir polipeptit oluşturduğunu ve polipeptitlerin proteini meydana getirdiğini, proteinlerin fonksiyonel olmaları için sekonder, tersiyer veya kuarterner yapıda olmaları gerektiğini söylemeleri beklenmektedir. Görüldüğü gibi soruda çok sayıda kavramın ve bunlar arasında ilişkilerin açıklanması istenmiştir. Beklenen cevap geldiğinde öğrencilerin kavramsal anlamayı gerçekleştirdikleri söylenebilir.

Bulgular:Kavramsal anlama testinin 6. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplar Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo genel olarak incelendiğinde, öğrencilerin öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının arttığı, bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarının da azaldığı göze çarpmaktadır. Ayrıca; öğretimden altı ay sonraki kavramsal anlama seviyesinin ön testtekenden yüksek, son testtekenden düşük olduğu görülmektedir.

Ön testte bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabın öğrenciler tarafından verilmediği ancak, öğretim sonrası %12.5 ve altı ay sonra %19.3 oranında olduğu tespit edilmiştir. “*N en küçüktür. Amin grubunda N vardır. Aminoasitlerde amin grubu var. Dipeptit 2, polipeptit çok sayıda aminoasitin birleşmesinden meydana gelir. Protein de en büyüktür. Tersiyer proteini bilmiyorum*” şeklinde açıklama yapanların ön testteki oranı %18.2, son testte %34.1 ve geciktirilmiş son testte de %26.1 olarak belirlenmiştir. Bilimsel olarak kabul edilebilir bir sıralama yaparak “*N en küçük olmalı. Nükleik asitlerin yapıtaşı aminoasit olduğu için 2. sıradadır. Amin grubu birkaç aminoasitin bir araya gelmesi ile oluşur. Dipeptit bağ olmalı. Poli daha büyüktür. Tersiyer proteini hiç duymadım*” şeklinde yanlış açıklama yapan öğrencilerin oranı ön testte %6.8 ve son testte %4.5 iken, geciktirilmiş son testte böyle bir açıklamaya rastlanmamıştır. Doğru sıralama yaparak açıklama yapmayanların oranı ise sırasıyla %13.6, %10.2 ve %14.8 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.17 6. Sorunun kategori tablosu

Kategori Türü	KOD	ÖĞRENCİLERİN VERDİKLERİ CEVAPLAR	Ön Test (%)	Son Test (%)	G.Son Test (%)
A. Bilimsel olarak kabul edilebilir sıralama	A1	Amin grubu (NH ₂) aminoasitte vardır. İki aminoasit peptit bağı ile birleşerek bir dipeptiti, çok sayıda aminoasit birleşerek polipeptiti meydana gelir. Ribozomda ilk olarak sentezlenen uzun polipeptit zincirleri primer proteinlerdir. Primer proteinler, değişik işlemlerden sonra sekonder, tersiyer ve kuarterner proteinlere dönüştürülür.	-	12.5	19.3
	A2	N en küçüktür. Amin grubunda N vardır. Aminoasitlerde amin grubu var. Dipeptit 2, polipeptit çok sayıda aminoasitin birleşmesinden meydana gelir. Protein de en büyüktür. Tersiyer proteini bilmiyorum.	18.2	34.1	26.1
	A3	Peptit+Peptit =dipeptit. n (peptit) polipeptit. (Amin grubu ve aminoasitin formülü yazılmış)		6.8	
	A4	Yanlış Açıklama N en küçük olmalı. Nükleik asitlerin yapıtaşı aminoasit olduğu için 2. sıradadır. Amin grubu birkaç aminoasitin bir araya gelmesi ile oluşur. Dipeptit bağ olmalı. Poli daha büyüktür. Tersiyer proteini hiç duymadım.	6.8	4.5	
	A5	Doğru Sıralama/Açıklama Yok	13.6	10.2	14.8
TOPLAM			38.6	68.2	60.2
B. Bilimsel olarak kabul edilemez sıralama	B1	AA,N,.....,TP. Aminoasitler birleşip protein oluştururken su açığa çıkar. 2 aminoasit arasında dipeptit bağı vardır. Daha fazlasında polipeptit vardır.	2.3		
	B2	N,AG,AA,TP,DP,PP. Amin grubu aminoasiti oluşturur. 2 aminoasit dipeptit, çok sayıda aminoasit ise polipeptit oluşturur.	8		3.4
	B3	N,AG,DP,PP,AA,TP. Azot atomu ve amin grubu aminoasiti oluşturur. Aminoasitler peptit bağlarıyla birleşip proteini oluşturur. Polipeptitler de dipeptitleri oluşturur.	2.3	1.1	
	B4	N,DP,PP,AG,AA,TP. Peptit bağları N atomlarından oluşur. Polipeptit dipeptitten daha büyüktür. Amin gruplarının birleşmesiyle aminoasit, aminoasitlerin birleşmesiyle de protein oluşur.	4.5	2.3	1.1
	B5	N,AG,AA,TP,DP,PP. Aminoasitlerin yapısında N atomu vardır. Aminoasitler amin ve karboksil gruplarının birleşmesiyle oluşur. Oluşan aminoasitler peptit bağlarıyla birleşerek proteinleri oluşturur. İki protein birleşmesini sağlayan bağı dipeptit, çok sayıda proteinin birleşmesini sağlayan bağlara da polipeptit denir.	13.6	8	18.2
	B6	N,AA,DP,PP,AG,TP. Azot en küçüktür. Sonra aminoasit gelir. Dipeptit bağı ile 2 aminoasit birbirine bağlanır. Polipeptit bağı ile de çok sayıda aminoasit birbirine bağlanır. Bu aminoasitler amin grubunu oluşturur. Bunlar da tersiyer proteini oluşturur.		3.4	
	B7	Yanlış Sıralama/Açıklama Yok	15.9	11.4	12.5
TOPLAM			46.6	26.1	35.2
C. Diğer cevaplar	C1	Cevap Yok	6.8	1.1	2.3
	C2	Bilmiyorum/Fikrim Yok/Hatırlamıyorum	8	4.5	2.3
TOPLAM			14.8	5.7	4.5

Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez açıklamalarının ön testte %46.6 gibi yüksek oranda olduğu, son testte %26.1'e gerilemesine rağmen geciktirilmiş son testte %35.2 seviyesine çıktığı tabloda gözlenmektedir. “N,DP,PP,AG,AA,TP. Peptit

bağları N atomlarından oluşur. Polipeptit dipeptitten daha büyüktür. Amin gruplarının birleşmesiyle aminoasit, aminoasitlerin birleşmesiyle de protein oluşur” şeklindeki açıklamayı ön testte öğrencilerin %4.5’i, son testte %2.3’ü ve geciktirilmiş son testte de %1.1’i yapmıştır. Tablodaki en ilginç bulgulardan birisi de ön testte %13.6, son testte %8 ve geciktirilmiş son testte de %18.2 oranında tespit edilen “*N,AG,AA,TP,DP,PP. 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”* açıklamasıdır. Yanlış sıralama yaparak açıklama yapmayanların oranı ise; ön testte %15.9, son testte %11.4 ve geciktirilmiş son testte de %12.5 olarak tespit edilmiştir.

Kavramsal anlama testinin 6. sorusuna cevap vermeyenlerin ve bilmiyorum/hatırlamıyorum diyenlerin oranı ön testte %14.8, son testte %5.7 ve geciktirilmiş son testte de %4.5 olarak tespit edilmiştir.

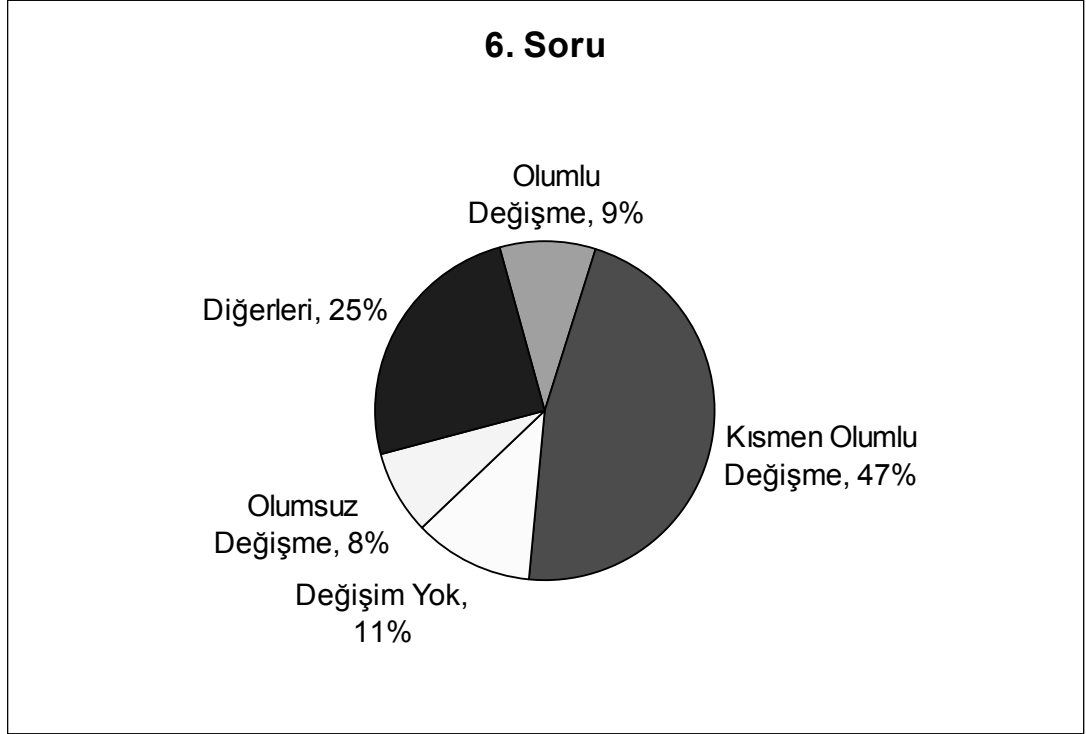
Kavramsal Değişimin İncelenmesi: Kavramsal anlama testinin 6. sorusuna öğrencilerin verdikleri cevaplardaki değişim Şekil 4.17’de ve Ek-E Tablo E.16’da verilmiştir.

Kavramsal değişim grafiği incelendiğinde, öğrencilerin %56’sında olumlu, %8’inde olumsuz değişme meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin %11’inde değişme meydana gelmediği ve kategorilendirilemeyenlerin ise %25 oranında olduğu göze çarpmaktadır. Bu veriler ışığında öğretim sonucu öğrencilerde genel olarak olumlu bir değişme olduğu, ancak bazı noktalarda hala öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları söylenebilir.

Öğretim sonrası öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru açıklama yapabilmeleri ve bunun öğretimden altı ay sonra daha yüksek oranda olması öğretimin etkili olduğuna dair bir kanıt olarak düşünülebilir.

Doğru bir sıralama yapmasına rağmen açıklamalarında yanlışlıklar bulunan ön test %6.8 ve son testte %4.5 oranındaki öğrencinin, aynı cevabı geciktirilmiş son testte vermemesi, protein sentezinden sonra işlenen konuların etkisiyle açıklanabilir. Çünkü öğrencilerin işlenen yeni konularla birlikte yeni referanslarının oluştuğu söylenebilir. Bu nedenle de hatalı öğrenmelerin bazılarında düzelme meydana gelmiş olabilir. Nitekim, kavramsal değişimle ilgili ekte verilen tablo incelendiğinde biraz

önce bahsedilen yanlış açıklamayı yapan öğrencilerin geciktirilmiş son testte çoğunlukla bilimsel olarak kabul edilebilir bir açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 4.17 6. sorunun kavramsal değişim grafiği

Öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarında son testte azalma olmasına rağmen, geciktirilmiş son testte tekrar artış olması, öğretimin kalıcılık açısından yeterince etkili olmadığını gösterebilir. B4 ve B5 kodlu açıklamaların her üç testte de olması, öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının olduğunu çağrıştırmaktadır. B5 kategorisindeki açıklamanın geciktirilmiş son testteki oranının ön testtekenden fazla olması da, öğretimin önemli eksikliklerini gösteren bir bulgu olarak görülebilir.

Yukarıda verilenlerin yanı sıra, öğrencilerin öğretim sonrası B6 kodlu açıklamayı yapmaları da öğretimin yeniden düzenlenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu açıklamanın öğretim öncesi ve öğretimden altı ay sonra tespit edilmemesi, öğretim sırasında yapılan etkinliklerin böyle bir hataya neden olduğunu gösterebilir.

Karşılaşılan hatalı öğrenmelerin bir çoğu, öğrencilerin temel kimya bilgilerinde önemli sorunlar olduğuna işaret etmektedir. Özellikle, atom, molekül ve

bağ kavramalarında öğrencilerde bazı eksik ve hatalı öğrenmelerin olduğu söylenebilir.

Öğrencilerin proteinleri oluşturan alt yapılarla ilgili fikirlerini daha detaylı bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla görüşmelerde soruda geçen kavramlarla ilgili sorular sorulmuştur. Aşağıda bu diyaloglar verilmiştir.

G:Dipeptit, polipeptit nedir?

Ö:Peptit bağlarını oluştururken 2 aminoasiti birleştirip bir dipeptit oluşturmuştuk. Bir yapı oluşturmuştuk. Polipeptit çok aminoasitlidir. (55)

Ö:Dipeptit 2 bağ ve 3 aminoasit içerir. Polipeptitte ise çok bağ çok aminoasit vardır. (69)

Yukarıda öğrencilerin “*Dipeptit ve polipeptit nedir?*” sorusuna görüşme yapılan öğrencilerin %61’inin 55 numaralı öğrencinin açıklamalarına benzer ifadeler kullandıkları tespit edilmiştir. 55 numaralı öğrencinin derste yapılan aktivitelerle ilgili bir ipucu verdiği söylenebilir. Öğretim elemanı derste iki aminoasitin birleşerek bir dipeptit oluşturmasını formüllerini yazarak açıklamış ve N atomu ile C atomu arasında bir peptit bağı meydana geldiğini göstermiştir. Derste yapılan bu aktivitenin öğrencilerin anlaması için oldukça etkili olduğu söylenebilir.

Yukarıda 69 numaralı öğrencinin görüşmede verilen açıklamasına göre, öğrencilerin soruda geçen kavramların anlaşılmasında bazı hatalar yaptıkları söylenebilir. Öğrenci, aminoasitler arasındaki bağı dipeptit olduğunu düşünerek, 3 aminoasit arasında 2 bağ olduğunu söylemiş olabilir. Ancak; öğrencinin ne düşündüğü ile ilgili daha detaylı bilgiler vermemesi, bizleri yorum yapmakta sınırlandırmaktadır.

Aşağıda verilen görüşme kesitlerinde öğrencilerin soruda geçen kavramlarla ilgili düşünceleri daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur.

53 numaralı öğrenci ile şöyle bir diyalog yaşanmıştır;

G:Dipeptit, polipeptit nedir?

Ö:Bağdır. Dipeptit ikili bağ demektir. Polipeptit de çok sayıda bağ demek. Aminoasit bağıdır. Dipeptit 2 aminoasit arasındakieeee. çift bağ. Polipeptit olursa çok sayıda bağ vardır.

G:Mesela 2 aminoasit arasında 3 tane bağ oluştu bu polipeptit midir?

Ö:Tripeptit de denebilir.

G:10 tane oldu.

Ö:Polipeptit.

G:2 aminoasit bağlanıyor. 3. aminoasit nereye, nasıl bağlanıyor?

Ö:Yan yana bağlanıyorlar. Dipeptitte de arasında tek bağ, diğerlerinde de tek bağ olur o zaman.

G:10 aminoasit var. Aralarındaki bağlar polipeptit mi oluyor?

Ö:Evet.

Bu öğrenci kavramsal anlama testinde yukarıdaki gibi bir açıklama yapmamıştır. Ancak; görüşme sırasında öğrencinin dipeptit ve polipeptit ile ilgili bazı kavram yanlışlarına sahip olduğu söylenebilir. Kullanılan dilden dolayı bazı hatalı öğrenmelerin gerçekleşebileceğine yukarıdaki gibi örnek verilebilir. Öğrenci, di kelimesinin iki anlamına geldiğini ve peptit bağını düşünerek dipeptitin ikili bağ olduğunu ileri sürmektedir. Bu fikri devam ettirerek polipeptitin de çoklu bağ olduğunu düşünmektedir. Öğrenci öncelikle iki aminoasit arasındaki ikili bağa dipeptit demiş, ancak sonradan bunu değiştirerek tekli bağ olduğunu söylemiştir. Öğretim sırasında bu konu üzerinde çok durulmasına rağmen öğrencilerde yukarıda bahsedilen fikirlerin olması, öğretimde bazı değişiklikler yapılmasının gereğini ortaya koymaktadır. Bu anlamda yeni öğretim tekniklerine yer verilmesi gerektiği önerilebilir.

Görüşme yapılan 51 numaralı öğrenci de peptit bağı ile ilgili şunları söylemiştir;

Ö:Dipeptit, 2 peptit bağı birleşince oluşuyordu.

G:Yani dipeptit dediğin 2 tane bağ mıdır?

Ö:Evet. Polipeptit de bir çok peptit bağının birleşmesi ile oluşur. Ya....., proteinlerin birleşmesi ile miydi acaba.

G:Dipeptit diyorsun ki 2 peptit bağının birleşmesi ile meydana gelen bağdır. Peptit bağı neyi bağlıyor.

Ö:Proteinleri bağlıyor.

G:A ve B proteinini bağlıyor. Bu ikisine birlikte dipeptit diyorsun.

Ö:Evet. Polipeptit çok sayıda proteinin birleşmesinden oluşur.

Bu öğrenci de peptit, peptit bağı, dipeptit ve protein kavramlarını anlamada hatalar yapmaktadır. Biraz önceki paragrafta bahsedildiği gibi özellikle dilden kaynaklanan engellerin öğrencinin dipeptit kavramını anlamada zorluklar çıkardığı söylenebilir. Ancak 51 numaralı öğrencinin son testte bilimsel olarak kabul edilebilir en doğru cevabı vermesi ile görüşmede yukarıdaki açıklamaları yapması düşündürücüdür. Bu öğrencinin geciktirilmiş son testte bilimsel olarak kabul edilemez açıklaması ile görüşmedeki cevaplarının örtüşmesi, öğretim sonucu kısa süreli bir düzelmeye olduğu ve kısa bir süre sonra kavram yanlışlarının su üstüne çıktığını düşündürmektedir.

Dipeptitin bir bağ gibi anlaşıldığına yönelik 45 numaralı öğrenci ile şu diyalog yaşanmıştır.

G:Dipeptit, polipeptit nedir?

Ö:Aminoasitlerin birleşmesi ile oluşur. (Düşünme). Dipeptit 2 aminoasitten oluşur. Polipeptit çok aminoasitten oluşur.

G:Dipeptiti biraz daha açıklayabilir misin?

Ö:Dipeptit bir bağıdır.

G:Peki, biraz önce dedin ki 2 aminoasit bileşir. Arada 2 bağ mı oluşur. Yoksa tek bağ var 2 aminoasit mi var?

Ö:Tek bağ 2 aminoasit var.

G:Aradaki bağ dipeptit bağı, eğer çok sayıda aminoasit varsa aradaki bağların hepsi polipeptit öyle mi?

Ö:.....(sessizlik)

G:Eğer 2 aminoasit birleşmişse aradaki bağ dipeptit bağı, çok sayıda molekül birleşmişse polipeptit bağı. O zaman bunlar bir molekül değil bağıdır.

Ö:Aslında bunlar molekül olması gerekir. Sınavda çıkmıştı. Dipeptit çizin ve üzerinde gösterin diyordu. Buna göre dipeptit molekül oluyor. Ama kafamda bağ olarak kalmış.

G:Peki amin grubu dediğin nedir? Amin grubunu bu sıralamada en aşağıya almışsın.

Ö:Grup denildiği için büyüktür diye düşündüm. Bir şeyler bileşip bir grup oluşturuyor. Yoksa amin grubu hakkında bir şey bilmiyorum.

Yukarıdaki diyalogda yine öğrenci dipeptiti kavramsallaştırmamış ve kavram yanılığısına düşmüş gibi görünmektedir. Esasen öğretim sırasında dipeptitin bir molekül olarak açıklandığını, hatta sınavda dipeptit çiziminin yapılmasının istendiği bir soru olduğunu öğrenci hatırlatmış ancak, dipeptitin zihninde bir bağ gibi kaldığını ifade etmiştir. Öğrencinin bu şekildeki beyanı dipeptit kavramı ile ilgili yanılığa sahip olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca 45 numaralı öğrencinin temel bilgi eksikliği ve dilden kaynaklanan nedenlerden dolayı amin grubunun soruda verilen protein yapıları içerisinde en büyük olması gerektiğini iddia ettiği söylenebilir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerde dipeptit kavramının devamı şeklinde proteinlerin birincil ve ikincil halleri sorulmuş ve şu cevaplar alınmıştır;

G:Primer, Sekonder, Tersiyer, Kuarterner protein nedir?

Ö:(düşünüyor). Birisi tek düzey, diğeri 3 boyutludur. (41, 53)

Ö:Tek veya çift halkalı proteinler kastediliyor her halde ama ayrıntılı bilmiyorum. (56)

Ö:Primer protein iş yapamaz diğerleri yapar. Yapısını bilmiyorum. (69)

Ö:Birincil protein. Ben onu yazmamıştım her halde (teste). Bu derste çok bahsedilmedi. Bir şeyler çağrıştırıyor ama hatırlamıyorum. (42)

Ö:Lisede de burada da duyduğumu hatırlamıyorum. Çok yabancı gelmiyor ama bir anlam ifade etmiyor. (52)

Ö:Primer. Birincil ama.....(39)

Ö:Primer birincil protein. En çok ihtiyacımız olan protein mi acaba. Öyle düşünüyorum. (46)

Ö:Bilmiyorum. (43, 44, 60, 61, 66, 40, 55)

Yukarıda verilen diyaloglarda öğrencilerin çoğunun primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner proteinleri duymadığını veya bilmediğini ifade etmiştir. Öğretim sırasındaki gözlemlerde de bu kavramlara pek değinilmediği tespit edilmiştir. Bu kavramların yeterince anlaşılabilmesi sonucu, proteinlerin fonksiyonel hale gelmeleri, denatüre ve renatüre olmalarının tam olarak kavramsallaştırılamayacağı

söylenbilir. Ayrıca bu kavramlar, proteinlerin sentezlenmesi, salgı haline veya hücre içinde iş göreceğ bir yapıya dönüşmeleri ile ilgili öğrenmeleri gerçekleştirmede önemli bir rol oynayacağı düşünülebilir.

Testin 6. sorusu genel olarak düşünüldüğünde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini ölçmede etkili olduğu söylenbilir. Öğrencilerin çoğunun peptit bağı, dipeptit ve polipeptit kavramlarını anlamada zorluklar çektikleri, primer, sekonder, tersiyer ve kuartern proteinleri de pek fazla duymadıkları tespit edilmiştir. Bir çok öğrencinin temel kimya konularında yer alan kavramları anlamadıkları, belki kısa süreli ezberledikleri, diğer konu ve kavramlarla ilişkilendirmedikleri söylenbilir. Bu anlamda da geleneksel öğretimin yeniden düzenlenmesi, bunun yanında yeni öğretim tekniklerinin işe koşulması, öğrencilerin ön bilgilerinin yoklanarak eksik ve hatalı olanlarının düzeltilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın “Giriş” bölümünde açıklandığı gibi bu araştırmada Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin öğretim öncesi, sonrası ve altı sonraki durumlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca belirlenen kavram yanılgılarının nedenlerinin araştırılarak düzeltilmesi için neler yapılabileceğine ilişkin öneriler sunulmuştur. Bu bölümde çalışmanın kritiği yapılarak öğretime yönelik öneriler sunulmuştur.

Çalışmanın literatür bölümünde bahsedildiği gibi şimdiye kadar proteinler ve protein sentezi ile ilgili çok az sayıda çalışma yapılmıştır. Sınırlı sayıda olan bu çalışmalar ışığında bu araştırmanın sonuçları değerlendirilerek bulgular yorumlanmıştır.

5.1 Sonuçlar

Öğrencilerin kavramsal anlama testine verdikleri cevaplardaki değişim genel olarak Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Genel olarak öğrencilerin öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının arttığı ve kalıcılığının da devam ettiği verilen tablodan anlaşılmaktadır. Öğretimden altı ay sonra geciktirilmiş son testteki bilimsel olarak kabul edilebilir cevap oranlarının, bütün sorularda ön teste göre yüksek olması ve bazı sorularda da son teste göre yüksek olması, yapılan öğretimin etkili olduğunu gösteren olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu sonuçlar, yapılan öğretimin belirli önemli bir oranda etkili olduğunu göstermektedir. Öğretim elemanının çok tecrübeli olması ve lise düzeyinde ünite analizi ile ilgili araştırma yapması, bu çalışmada incelenen geleneksel öğretimin başarılı olmasında önemli bir faktör olarak düşünülebilir. Ancak; bazı kavramlarla ilgili öğrencilerin anlamada zorluklar çektikleri ve kavram yanılgılarına düştükleri de tespit edilmiştir. Bu sonuç da hiçbir öğretim tekniğinin en iyi olmadığına ve yeniden düzenlenmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Tablodaki genel durum incelendiğinde, 1. sorunun II. önermesi ve 2. soru hariç bütün sorularda öğretim sonrası olumlu bir değişme gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca 1. sorunun bütün önermelerinde, 3. sorunun I, II ve IV eşleştirmelerinde, 4. sorunun I. önermesinde ve 5. sorunun a şıkkındaki geciktirilmiş son testte belirlenen bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların son testteki seviyesinden düşük olmadığı göze çarpmaktadır.

Tablo 5.1 Kavramsal anlama testinde bilimsel olarak kabul edilebilir ve edilemez cevaplardaki değişmeler

KATEGORİ		Bilimsel Olarak Kabul Edilebilir Cevap Yüzdesi			Bilimsel Olarak Kabul Edilemez Cevap Yüzdesi		
SORULAR							
Soru Numarası	Önerme/ Eşleştirme/Şık	Ön Test	Son Test	G.Son Test	Ön Test	Son Test	G.Son Test
1. soru	I. Önerme	80.7	92	94.3	12.5	8	5.7
	II. Önerme	68.2	65.9	67	13.6	20.5	22.7
	III. Önerme	84.1	96.6	100	2.3	1.1	-
2. soru	-	100	96.6	95.5	-	2.3	2.3
3. soru	I. Eşleştirme	21.6	70.5	78.4	34.1	15.9	1.1
	II. Eşleştirme	39.8	85.2	88.6	35.2	6.8	4.5
	III. Eşleştirme	51.1	84.1	77.3	31.8	9.1	14.8
	IV. Eşleştirme	48.9	71.6	80.7	27.3	17	6.8
4. soru	I. Önerme	27.3	61.4	64.8	46.6	36.4	33
	II. Önerme	55.7	87.5	84.1	9.1	3.4	6.8
	III. Önerme	58	85.2	78.4	4.5	6.8	13.6
	IV. Önerme	46.6	85.2	68.2	15.9	1.1	19.3
5. soru	a Şıkkı	93.2	97.7	97.7	3.4	2.3	-
	b Şıkkı	81.8	96.6	90.9	11.4	2.3	4.5
	c Şıkkı	62.5	75	60.2	20.5	20.5	27.3
6. soru	-	38.6	68.2	60.2	46.6	26.1	35.2

Yukarıda verilenlerin yanı sıra bilimsel olarak kabul edilemez cevapların öğretim sonrası artış gösterdiği durum 1. sorunun II. önermesinde, 2. soruda, 4. sorunun III. ve IV. önermesinde ve 5. sorunun C şıkkında tespit edilmiştir. Diğer sorularda öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarda değişik oranlarda bir azalma yaşanmıştır.

Bazı araştırmacıların yaptıkları çalışmalarda [37] belirttikleri gibi, öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının öğretimle birlikte önemli oranda arttığı ve kalıcı hale geldiği gözlemlense de, kavramsal anlamanın gerçekleştiğini söylemek doğru olmamaktadır. Çünkü; öğrencilerin testlerdeki ve görüşmelerdeki

açıklamaları anlamının tam gerçekleşmediğini göstermektedir. Bir çok kavramın yüzeysel anlaşıldığı veya ezberlendiği öğrencilerin açıklamalarından anlaşılmaktadır. Araştırmada elde edilen bulgular ışığında şu sonuçlar çıkarılmıştır;

A) Aminoasit: Amfoter kavramını öğrencilerin çoğunun öğretim öncesinde bilmedikleri, öğretim sonrası bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarda önemli bir artış olduğu ve kalıcılığın da sağlandığı görülmüştür (Bk. Tablo 4.6). Bu kavram öğrencilerin kimya derslerinde de bahsedildiği için hatalı öğrenmelerin geciktirilmiş son test çok az olduğu da göze çarpmaktadır.

Aminoasitteki R grubunun ne işe yaradığını açıklamada öğrencilerin öğretim öncesi önemli bir sorun yaşadığı, ancak öğretim sonrası öğrencilerin %85'inde bilimsel olarak kabul edilebilir cevapların olduğu ve kalıcılığın da sağlandığı tespit edilmiştir (Bk. Tablo 4.7). Sadece öğrencilerin R grubu yerine Radikal grup ifadesini kullanmaları terminolojik bir hata yapıldığını gösterebilir.

Peptit bağı ile ilgili öğrencilerin öğretim öncesi bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının %50 düzeyinde olduğu, öğretim sonrası %85 seviyesine geldiği ve fazla düşmeden kalıcılığının da devam ettiği görülmektedir (Bk. Tablo 4.8). Bazı öğrencilerin dehidrasyonu anlamada bazı hatalar yaptıkları göze çarpmaktadır.

Temel aminoasitleri öğrencilerin anlama seviyelerinin orta düzeyde olduğu ancak, öğretim sonrası %20-30 oranında artış yaşandığı görülmüştür (Bk. Tablo 4.9). Öğrenciler alınan besinlerden sadece bitkisel besinlerde temel aminoasitlerin bulunduğunu, diğer besinlerde ise bulunmadığını düşünmektedir. Aminoasiti üretebilme ile aminoasiti buldurmanın farklı olduğunu bazı öğrencilerin kavrayamadığı söylenebilir. Bir otobur, yediği otlardaki temel aminoasitleri bünyesine kazandırır. Ancak bu otoburu yiyen etobur da temel aminoasitlerini karşılar. Muhtemelen bazı öğrenciler bu noktayı atlayarak, etoburun temel aminoasit üretememesi ile bu canlıdan temel aminoasit elde edilemeyeceğine düşünmektedir. Esasen temel aminoasit kavramı tam olarak anlaşılmış olsa, bahsedilen bu sorun kendiliğinden ortadan kalkabilir. Çünkü temel aminoasit kavramı aminoasitin bünyede buldurulup buldurulmaması değil, üretilip üretilmemesi ile ilgilidir. Aminoasitlerin tamamını üretenler için,

temel aminoasit kavramından bahsedilemeyeceğini öğrenciler kavrayabilmelidir.

B) Proteinlerin Yapısı: Öğrencilerden N (azot) atomu, amin grubu, aminoasit, dipeptit, polipeptit ve tersiyer proteini küçükten büyüğe doğru sıralayıp açıklama yapmaları istendiğinde, öğretim öncesinde %45 oranında hatalı sıralanırken, bu oran öğretim sonrası %25 ve öğretimden altı ay sonra da %35 olarak gerçekleşmiştir (Bk. Tablo 4.17). Öğrencilerin proteini oluşturan yapıları sıralamasında bir çok hataların olduğu görülmüştür. Ayrıca; doğru sıralamayı yaparak bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapanların oranının da oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde, yapılan öğretimin istenilen seviyede olmadığı ve kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada etkili olmadığı söylenebilir.

Öğrencilerin yaptığı açıklamalarda kimyasal bağ kavramındaki yanlış anlamaya bağlı olarak dipeptit ve polipeptit kavramlarında eksik ve hatalı öğrenmelerin olduğu belirlenmiştir. Öğrenciler, peptitin bağ olduğunu buna bağlı olarak da dipeptitin ikili bağ veya iki aminoasit arasındaki bağ olduğunu düşünmektedir. Bazı öğrenciler de 3 aminoasit arasındaki iki bağı dipeptit olarak isimlendirmektedir. Bunu öteleyerek polipeptitin de çok sayıda bağ olduğunu ifade etmektedirler. Yapılan görüşmelerdeki öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde bu hatalı öğrenmelerin çoğunun kavram yanlışlığı olduğu söylenebilir.

Tersiyer proteinin en büyük olduğunu söyleyemeyen veya bilmediğini belirtenlerin oranı oldukça yüksektir. Öğretimden önce öğrencilerin bu kavramla ilgili ön bilgilerinin çok düşük olduğu ve öğretim sırasında da bu kavramlar üzerinde pek durulmadığı belirlenmiştir.

Ayrıca; bazı öğrenciler amin grubunun daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedeni olarak da “grup” kelimesinin daha büyük bir anlam çağrıştırdığını söylemişlerdir.

Proteinlerin yapısı ile ilgili öğrencilerde çok ciddi öğrenme engelleri olduğu ve bunların birçoğunun da temel kimya kavramlarındaki yanlış öğrenmelere dayandığı söylenebilir. Bunun yanı sıra yapılan öğretimin belirli bir oranda başarı sağlamasına rağmen, kavram yanlışlarını önlemede yetersiz

kaldığı düşünülmektedir. Bu sebeple bahsedilen kavramların öğretiminde bazı değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

C) Proteinlerin Görevleri: Öğrencilerin, proteinlerin enerji kaynağı olarak kullanılmaları ile ilgili öğretim öncesi kayda değer bir bilgiye sahip oldukları, öğrencilerdeki bu bilginin öğretim sonrasında yükseldiği ve daha da kalıcı hale geldiği gözlenmiştir (Bk. Tablo 4.2). Ancak bu durumun tersine öğrencilerin proteinlerin yapıya katılmaları ile ilgili kavramsal anlama düzeylerinin öğretim öncesi biraz düşük olduğu, öğretim sonrası da biraz daha düştüğü görülmüştür (Bk. Tablo 4.3). Buna ilaveten proteinlerin yapıya katılması ile ilgili öğrencilerin bilimsel olarak kabul edilemez cevaplarının öğretim sonrası arttığı da tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, proteinlerin görevlerini öğrencilerin yüzeysel anladıkları ve bazı hatalı öğrenmelere sahip olduklarına işaret etmektedir.

Ayrıca proteinlerin reseptör olarak iş görmeleri ile ilgili ön bilgilerin oldukça yüksek olduğu, öğretim sonrası da çok yüksek bir düzeye çıktığı ve geciktirilmiş son testte de %100 oranında bilimsel olarak kabul edilebilir cevap geldiği tespit edilmiştir (Bk. Tablo 4.4). Öğretim elemanının reseptör proteini anlatırken kullandığı benzetmelerin çok işe yaradığı, ayrıca canlıların ortak özelliklerinde bu kavramdan bahsedilmesinin etkili olduğu söylenebilir.

Bazı öğrencilerin nükleik asitlerin yapısında aminoasit/protein bulunduğunu ileri sürmeleri de ilginç sonuçlardandır. Bulgular ve tartışma bölümünde 1. sorunun II. önermesi ile ilgili kısımda verilen nedenlerden dolayı öğrencilerin DNA ve RNA'nın yapısında protein olduğunu söylemişlerdir. Öğrencilerin sadece proteinlerin yapısı ile ilgili değil nükleik asitlerle ilgili de bazı kavram yanlışlarının olduğu ve bunları önlemede uygulanan geleneksel yöntemin çok işe yaramadığı düşünülebilir.

D) Gen-Protein İlişkisi: Öğrencilerin doku ve organ nakillerinin yakın akrabalar arasında yapılmasının daha başarılı olmasını genetik olarak benzemelerine bağladıkları görülmektedir (Bk. Tablo 4.5). Ancak, gen ve protein arasındaki ilişkileri kurmada yeterli düzeyde olmadıkları göze çarpmaktadır. Bu sonuçlara göre, bazı öğrencilerin gen-protein ilişkisini anlamada yetersiz kaldıkları ve bu

sebeple de yapılan öğretimin bazı düzenlemelere gereksinim duyduğu söylenebilir.

E) Protein Sentezi: Protein sentezinde DNA'nın eşlenip eşlenmemesi ile ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretim öncesi öğrencilerin sadece %10.3'ü, öğretimden hemen ve altı ay sonra yaklaşık %35'i bilimsel olarak kabul edilebilir açıklama yapabilmişlerdir (Bk. Tablo 4.10). Öğretimden önce yaklaşık olarak öğrencilerin yarısı, öğretim sonrasındaki her iki testte de öğrencilerin üçte biri bilimsel olarak kabul edilemez cevap vermişlerdir. Bu sonuçlar bahsedilen kavramla ilgili öğretim sırasında yapılan etkinliklerin yetersiz olduğunu gözler önüne sermektedir. Ayrıca; bu kavramla ilgili yaşanan öğrenme sorunları, protein sentezinin anlaşılmasında bazı sorunlar çıkardığı 4. sorunun II. ve III. önermelerinde de bahsedilmiştir. Burada bahsedilen kavram yanlışlarının en önemli nedenlerinden birinin özellikle lise kitaplarında bahsedilen santral doğma ile ilgili çizilen şemaların olduğu tahmin edilmektedir. Bu şemada protein sentezi ve DNA'nın eşlenmesi hep birlikte verildiği için, protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerektiği düşünülüyor olabilir.

Öğrencilerin öğretim öncesi %55'i, öğretim sonrası da %85'i mRNA'nın ribozomda okunması gerektiğini söylemesine rağmen, bunun nedenini açıklamada eksik ve hatalarının olduğu görülmüştür. Öğrencilerin bazıları protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerektiğini düşünerek, yeni sentezlenen DNA'nın mRNA'ya dönüştüğünü ileri sürmüşlerdir. Sanki öğrenciler, mesajcı adından dolayı, mRNA'nın bir mesajı alıp ilgili yere götürdüğünü düşünmektedirler. Araştırma grubundaki öğrenciler, protein sentezinden sonraki konularda hücre bölünmesini görmeleri nedeni ile geciktirilmiş son testteki bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalarının arttığı söylenebilir.

Protein sentezinde ribozomun işlevi olduğunu öğrencilerin %50'si öğretim öncesinde, %85'i öğretim sonrasında, %68'i de öğretimden altı ay sonra belirtmişlerdir (Bk. Tablo 4.13). Ancak; öğretim öncesi öğrencilerin %15'i, öğretim sonrasında da %50'si bilimsel olarak kabul edilebilir bir açıklama yapabilmişlerdir. Protein sentezinde ve sonrasında ribozomun yapısı ve işlevi

anlatılmış olmasına rağmen, bir çok öğrencinin bunları tam olarak anlayamadığı veya bir süre sonra unuttuğu göze çarpmaktadır.

Protein sentezinde arka arkaya bir çok olayın gerçekleşmesi ve bir çok yabancı kelimenin kullanılması gibi nedenlerle bu konuyu öğrencilerin somutlaştırmakta zorluklar çektiği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin ön bilgilerindeki eksikliği veya öğretim sırasındaki bir an dikkatsizliği protein sentezinin anlaşılmasında bazı sorunlara neden olabilmektedir. Yukarıda verilen bulgular ışığında yapılan öğretimin çok eksiklerinin olduğu söylenebilir.

F) Gen-Protein-Dış Görünüş İlişkisi: Öğrencilerin gen-protein ve dış görünüşle ilgili fikirlerinin araştırıldığı 5. soruda ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Öğrencilerin, insanlardaki gen-protein-dış görünüş ilişkisini hayvanlar için biraz düşük, bitkiler için ise kayda değer düşük bir oranda genelleyebildikleri anlaşılmıştır (Bk. Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.16). Ayrıca; bilimsel olarak kabul edilebilir cevap oranlarının yüksek olmasına rağmen, gen-protein-dış görünüş ilişkisini açıklama oranlarının çok düşük olduğu da dikkat çekmektedir. Hatta, bazı öğrencilerin dış görünüşteki benzerlikten dolayı bitkilerin DNA ve/veya RNA'larının olmadığını, bitkilerin eşeyli üremediğini ve mayoz bölünme geçirmediğini ileri sürdükleri de tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, öğrencilerin temel biyoloji kavramlarını anlamada önemli eksik ve hatalı noktalarının olduğunu ortaya koymaktadır. Bu anlamda da yapılan öğretimin kavramsal anlamayı gerçekleştirmede yetersiz kaldığı ve düzenleme yapılması gerektiği söylenebilir.

G) Kullanılan Dil: Öğrencilerin bir çoğunda dilden kaynaklanan bazı kavram yanlışlarının olduğu görülmüştür. Ribozom, peptit, peptit bağı, dipeptit, polipeptit, temel aminoasit, amin grubu, R grubu, dehidrasyon gibi kavramların anlamları muhtemelen dilden kaynaklanan nedenlerle karıştırılmaktadır. Özellikle, R grubu, dehidrasyon, temel aminoasit ve dipeptit kavramlarının anlamlarında karışmalar tespit edilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı derslerde çok sayıda yabancı kelime veriliyormuş gibi görünmesine rağmen, öğrencilerin daha önce bu terimlerin çoğuyla karşılaşmış olmaları öğretim elemanı için hem avantaj hem de dezavantaj olarak

görülebilmektedir. Öğretim elemanı ne kadar terimleri doğru anlamları ile kullanmaya çalışsa da, bazı öğrencilerin daha önceden edindiği kelimelerin yanlış anlamlarda kullanılmasına neden olmaktadır. Bu konuya değişik araştırmacılar [37] değinmiş ve üzerinde durulması gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Burada önemli olan bir nokta da, aynı terimlerin her alanda gerçek anlamları ile kullanılmasıdır. Mesela; R grubu hem biyoloji derslerinde hem de kimya derslerinde kullanılmaktadır. Bazı biyoloji kitaplarında Radikal grup, bazı kimya kitaplarında R grubu olarak kullanılması bir kavram kargaşasına neden olabilmektedir. Biyoloji derslerinde radikal grup değişken grup, kimya derslerinde ise, reaksiyona girebilme kapasitesi yüksek olan grup anlamında kullanılmaktadır.

Birçok Latince kelimenin Türkçeye çevrilerek kullanılmasında da bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Mesela; dipeptit Latince olduğu gibi alınıp kullanılmıştır. Buradaki –di(iki) ön ekinin anlamı öğrenciler tarafından değişik şekillerde yorumlanmaktadır. Bazı öğrenciler dipeptiti iki aminoasitten oluşan molekül olarak, bazıları da iki aminoasit arasındaki ikili bağ olarak, bazıları da üç aminoasit arasındaki iki bağ olarak ifade etmektedir.

Temel aminoasit de yabancı bir terimin (essential amino acid) karşılığı olarak kullanılmaktadır. Temel aminoasit öğrenciler tarafından farklı şekillerde anlamlandırılmaktadır. Ayrıca; bazı araştırmacılar tarafından kullanılan uçucu yağ terimi yine bir yabancı kelimenin (essential oil) karşılığı olarak kullanılmaktadır. Her iki çeviride aynı kelimenin farklı anlamlarda kullanılması da bazı sorunlara neden olabilmektedir.

H) En Çok Karşılaşılan Kavram Yanılgıları: Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulan bulgulardan, öğrencilerin en çok düştükleri ve en önemli görülen kavram yanılgılarından bazıları şunlardır;

- Protein sentezinde DNA'nın eşlenmesi gerekir.
- DNA ve RNA'nın yapısında protein ve/veya aminoasit vardır.
- Dipeptit ikili bağlıdır.
- İnsanların gen-protein-dış görünüş ilişkisi var ama hayvanlarda ve bitkilerde yoktur. Hayvanların ve bitkilerin aynı görünüşte olmaları,

onların eşeyli üremediğini, mayoz bölünme geçirmediğini ve hatta DNA ve /veya RNA'ya sahip olmadığını gösterir.

İ) Yatay ve Dikey İlişkiler: Proteinler ve protein sentezi işlendikten sonra öğrenciler Biyoloji-I ve Biyoloji-II derslerine devam etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin Kimya-III ve Kimya-IV derslerini de aldıkları tespit edilmiştir. Bu derslerden özellikle Biyoloji-I ve Biyoloji-II derslerinin araştırma konuları ile ilişkilerinin olduğu bilinmektedir. Konular ve kavramlar arasında yatay ve dikey ilişkilerin oluşturulabilmesi kavramsal anlama açısından çok önemlidir. Proteinler ve protein sentezi ile arkasından işlenen biyoloji ve kimya konularının yatay ve dikey ilişkilerinin kurulması ile derinlemesine bir öğrenme sağlanarak konu bütünlüğü sağlanacaktır. Bunu destekleyecek veriler, 4. bölümdeki kategori tablolarında verilmiştir. Öğrencilerin son testteki başarılarının diğer iki teste göre daha yüksek olması beklenirken, bir çok soruda öğrencilerin geciktirilmiş son testteki bilimsel olarak kabul edilebilir cevaplarının daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır (Bk. Tablo 4.6). Bunun nedeni olarak öğretimden sonra işlenen konuların yeni referans noktaları oluşturduğu düşünülmektedir. Yeni referanslar kavramsal anlamının gerçekleşmesinde olumlu bir etki yapmış olmalıdır. Bu nedenle de kavramlar arasındaki ilişkiler daha sağlam bir şekilde kurularak anlamlı bir öğrenme gerçekleştirilmiştir.

5.2 Öneriler

Bu çalışmada proteinler ve protein sentezi ile ilgili konuların anlaşılmasında geleneksel öğretim yönteminin etkisi araştırılmıştır. Yapılan öğretimin bazı olumlu yönlerinin bazı da olumsuz yönlerinin olduğu şimdiye kadar ortaya konulan bulgularla gösterilmeye çalışılmıştır. Yukarıda verilen sonuçlar doğrultusunda öğretime ilişkin şunlar önerilebilir;

1) İlköğretim, lise ve yüksek öğretim programını hazırlayanlar ve öğretmenlerin öğrencilerdeki kavram yanlışlarını dikkate almaları gerekmektedir. Ayrıca öğretim öncesinde öğrencilerin önkavramları da değişik araçlarla (test, görüşme) ortaya çıkarılmalıdır. Öğrencilerin önkavramları ve kavram yanlışları bilinirse,

öğretmenler buna göre öğretim programlarını daha uygun bir şekilde dizayn edebilirler.

- 2) Öğretmenler, program geliştiriciler ve diğer araştırmacılar arasında işbirliğine ihtiyaç var. Araştırmacılar öğrencilerin anlamaları ile ilgili çalışmalarını ortaya koyabilir, program geliştiriciler araştırmacıların bulgularını dikkate alarak en uygun öğretim programını önerebilir ve öğretmenler de bunları uygulayıp geri bildirimleri araştırmacılara iletebilir. Ayrıca üniversitedeki öğretim elemanlarının kendi aralarında işbirliği yapması gerekir. Özellikle birbirleri ile çok sıkı ilişkili olan dersleri veren öğretim elemanları arasında eşgüdümlü çalışmalar yapılabilir. Mesela; biyoloji dersleri için kimyada geçen birçok kavramın öğrenciler tarafından öğrenilmesi, kavramsal anlamayı sağlamada çok önemli bir rol oynayabilir.
- 3) Hiçbir yöntem mükemmel değildir. Daha önce değinildiği gibi, geleneksel yöntemin bazı avantajlarının bazı dezavantajlarının olduğu söylenebilir. Ancak birçok açıdan geleneksel yöntemin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu nedenle, geleneksel yöntemde bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Öğretim ortamının fiziksel şartları da kullanılacak yöntemin kararlaştırılmasını etkilemektedir. Bazı durumlarda geleneksel yöntemi kullanmak gerekli olabilir. Ancak geleneksel yöntemle diğer yeni tekniklerin birleştirilmesi de mümkündür. Mesela; kavram haritaları kullanılabilir, grup çalışmaları yapılabilir, öğrencilere çalışma yaprakları verilebilir. Ayrıca laboratuvar ortamında yapılabilecek deneyler tasarlanıp uygulanabilir. Mesela; öğrenciler 5-6 kişilik gruplara ayrılır ve her masada işbirliği yaparak önceden hazırlanan materyalleri kullanıp çalışabilirler. Öğrencilere çalışma yaprakları hazırlanıp protein sentezinin süreci tekrarlanabilir. Sphren [47] ve Rogerson ve Cheney [52] tarafından yapılan çalışmalarda gibi öğrencilerin üzerinde oynamalar yapabileceği modeller kullanılarak protein sentezi daha somut bir hale getirilebilir. Ayrıca öğrencilere protein sentez sürecini yaşatabilecekleri bir oyun hazırlanabilir. Bunun için uygun büyüklükte bir salon ayarlanıp, her bir öğrenciye gerekli roller verilebilir. Mesela bir öğrenci ribozom, başka bir öğrenci tRNA, birkaç öğrenci mRNA, diğer öğrenciler de aminoasit vs. olabilir. Bu öğrenciler kendilerine verilen talimatlara göre hareket ederek protein sentezinde meydana gelen olayları canlandırabilirler. Bu şekilde kavramlar hem daha somut hale getirilebilir hem

de öğrenci katılımı sağlanabilir. Öğrencilerde meydana gelen kavram yanlışlarını tespit edip düzeltmeye yönelik kavramsal değişim teknikleri kullanılabilir. Mesela kavramsal değişim metinleri kullanılabilir [61, 62]. Drama ile protein sentezinde geçen bazı olaylar somut hale getirilebilir [44]. Öğrencilerin aktif olduğu benzetmeler tasarlanıp öğretim ortamına entegre edilebilir. Özellikle protein sentezi için benzetmelerin etkili olduğu ifade edilmektedir [54]. Bunların yanı sıra öğretim teknolojilerinden yararlanılması faydalı olabilir. Proteinler ve protein sentezi ile ilgili soyut kavramları ve olayları öğrencilerin somut hale getirebilmesi için bazı görsel araçlardan yararlanılabilir. Mesela; bilgisayar ortamında hazırlanmış ve internette yayınlanan bu konu ile ilgili değişik animasyonlar öğrencilere gösterilebilir. Ayrıca; değişik öğretim materyallerinden de yararlanılabilir. Son olarak şu söylenebilir; hiçbir yöntem ve teknik %100 öğrenme üzerine etkili değildir. Zamana, öğrencilere, konuya göre uygun yöntem ve teknikler seçilerek uygulanmalıdır.

- 4) Öğrencilerin pasif bir şekilde 90 dakika ders dinlemesi önemli bir sorun olarak görülmektedir [58]. Sınıfın fiziksel şartlarının iyileştirilmesi gerekmektedir. Her şeye rağmen geleneksel yöntem kullanılarak derslerin işlenmesi gerektiği sınıflarda, öğretim elemanı öğrencileri sürekli olarak uyanık tutacak aktiviteler yapabilmelidir. Göz iletişimi, sınıf hakimiyeti, öğrencilerin motive edilmesi, etkili sorular sorulması oldukça önemlidir.
- 5) Üniversitedeki farklı öğretim elemanlarının ezber yöntemini dayatan bir uygulama yapması önemli bir sorun olarak görülebilir. Öğrencilerin bu uygulamaya alıştığı, bütün dersleri aynı şekilde öğrenmeye çalıştığı ve bu şekilde sınavları geçerek okulu bitirmeye çalıştığı gözlenmektedir. Bu açıdan, öğretim elemanlarının da öğretim yöntemlerini geliştirmeleri ve değişik teknikleri işe koşmaları gerekmektedir. Öğrencilerin sadece ezber yaparak sınavlarda başarılı olamayacağını öğretim elemanlarının göstermesi, öğrencilerin derslere daha fazla ilgi duymalarını sağlayabilir.
- 6) Öğrenciler protein sentezindeki aşamaları tam olarak anlamadan sinyal hipotezinin de bahsedilmesi, öğrencilerin anlamalarını güçleştirmektedir. Bu nedenle, öncelikle protein sentezinin en basit haliyle verilmesi ve sonra da sinyal hipotezinin anlatılması daha uygun olabilir.

- 7) Öğrencilerin yatay ve dikey ilişkileri kurmada zorluklar yaşadığı gözlenmiştir. Mesela; protein sentezi anlatılırken DNA'nın yapısı, işlevi ve korunmasından, organellerin birbirleri ile olan ilişkilerinden, enzimlerin ne işe yaradığından, salgı maddelerinin neler olduğundan ve salgının nasıl yapıldığından bahsedilmesi öğretim sırasında gözlenen olumlu ilişki kurma örnekleri olarak söylenebilir. Buna ilaveten, araştırmada gözlenen dersler sırasında, amfoter özellikten bahsedilirken, kimya derslerinde işlenen asit ve baz konularına değinilmiş ve pH anlatılmıştır. Bu örnekteki gibi ilişkilerin kurularak derslerin işlenmesinin uygun olduğu düşünülmektedir.
- 8) Örneklem grubundaki öğrencilerin üniversite sınavını kazanarak gelmelerinden dolayı, üniversite hazırlık dersanelerine gitmeleri kuvvetli bir olasılıktır. Toplumun ve anne-babanın beklentisi, öğrencilerin üniversiteye girmesi ve buradan mezun olarak iş sahibi olmasıdır. Bu nedenle de, üniversiteye giriş sınavını kazanmak için yapılacak her türlü aktivite öğrenciyi, aileyi ve toplumu memnun edecektir. Diğer beklentiler öncelikli değildir. Bu açıdan düşünüldüğünde, öğrencilerin kısa yoldan soruları cevaplayarak sınavı kazanmak istemeleri, onları yüzeysel anlamaya yönlendirmektedir. Ezberlenen bilgi sınavlardan hemen sonra kolaylıkla unutulabilir ve öğrencinin yaşamını etkilemeyebilir. Bir çok çalışmada değinildiği gibi, üniversiteye giriş sisteminin değiştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca; öğretmenlerin üniversiteye giriş sınavında soru çıkmadığını gerekçe göstererek bazı konulardan bahsetmemesi veya bunlara yeterince zaman harcamaması da bir sorun olarak düşünülebilir. Böyle bir uygulama öğrencilerin konu bütünlüğünü yakalamalarına da engel olabilir.
- 9) Kavram yanlışlarının önemli nedenlerinden birisi de ders kitapları olduğu rapor edilmektedir. [34]. Ders kitaplarında kavram yanlışlarına neden olabilecek ifadeler belirlenmeli ve düzeltilmelidir. Mesela; santral doğma ile ilgili özellikle lise ders kitaplarında verilen şekil yeniden düzenlenmeli ve kavram yanlışısına neden olmayacak bir hale getirilmelidir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin/öğretim elemanlarının bu şekil üzerinde gerekli uyarıları mutlaka yapmaları gereklidir. Kitapların gözden geçirilmesinde sadece biyoloji uzmanları değil, fizik ve kimya uzmanları da olmalı ve ortaklaşa çalışmalıdır. Daha önce de belirtildiği gibi aynı kavramın farklı alanlarda farklı anlamlarda kullanıldığı durumlar gözlenmektedir.

- 10) Proteinlerin primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner yapılarının üzerinde daha fazla durulmalıdır. Bu noktadaki eksiklik öğrencilerin denatürasyonu da tam olarak anlamamalarına yol açabilmektedir. Öğrenciler, proteinlerin sentezlendikten sonra sekonder, tersiyer ve kuarterner hale gelmesi ile bu hallerinin bozulduğunda denatüre olduklarını anladıklarında, ilişkilerin daha iyi kurulabileceği söylenebilir. Burada verilen örnekteki gibi öğretim elemanlarının/öğretmenlerin bazı detayları çok önemsememesi kavramsal anlamının gerçekleşmesinde sorunlar açabilmektedir. Ders planlarının yapılmasında bunlara dikkat edilmelidir.
- 11) Proteinler konusu işlenmeden önce öğrencilerin özellikle atom, molekül, bağ, monomer, polimer, polimerleşme, dehidrasyon gibi kavramlarda eksikliklerinin ve hatalarının giderilmesi gerekir. Protein sentezinden önce de proteinler ve nükleik asitlerin yapısını öğrencilerin çok iyi kavramış olması gerekir. Yani, bir bilgi diğer bilginin referansı olacak şekilde eksik ve hataları mümkün olduğu kadar azaltacak şekilde bir planlama yapılmalıdır.

5.3 Araştırmada Karşılaşılan Zorluklar ve Deneyimler

- ❑ Öğrencilerin test sorularına cevap vermek istememeleri ve yetersiz açıklama yapmaları bu türlü araştırmalarda önemli bir sorundur. Öğrencilere yapılan bu testlerin bir sınav özelliği taşımadığı ve öğretimi geliştirmek amacıyla yapıldığı anlatılarak içtenlikle sorulara cevaplar vermeleri konusunda ikna edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin normal ders işledikleri zamanlarda bu testler uygulanmış ve buna ek bir zaman ayırmaları istenmemiştir. Bunun haricinde de görüşmeye katılmak isteyen öğrencilerin azlığı ve görüşme sırasında isteksiz oluşları da başka bir sorun olarak düşünülebilir. Bu durum bazı kavram yanlışları ile ilgili veri toplayabileceğimiz öğrencilere ulaşamama anlamına gelmektedir. Öğrenciler bu konuda fazla zorlanmamış, isteksiz olanlar görüşmeye alınmamıştır. Görüşmeye alınan öğrencilerin rahat bir şekilde düşüncelerini ifade edebilmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilerden sadece bir tanesi (56) konuşmaların kaydedilmemesini istemiştir. Görüşmenin daha sağlıklı olabilmesi için öğrencinin bu isteği kabul edilmiştir.

- ❑ Testin uygulandığı ve görüşmenin yapıldığı ortam da araştırmada daha etkili olabilirdi. Öğrenciler test sorularını cevaplarırken, her sırada bir öğrenci olacak şekilde sınıflar ayrılmıştır. Ayrıca; öğrencilerle yapılan görüşmelerde özel bir oda kullanılmış, dışarıdan bir rahatsızlık gelmemesine dikkat edilmiştir.
- ❑ Daha sonraki, çalışmalarda kavramsal değişim modeli baz alınarak bir öğretim tasarlanabilir. Araştırmada tespit edilen en çok ve en ilginç olan kavram yanılgılarının ortadan kaldırılmasına yönelik kavramsal değişim stratejisinin etkisi araştırılabilir.

6. EKLER

EK-A: Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavram Analizi

1. Temel Kimya İle İlgili Kavramlar

2. Proteinler

- 2.1. Proteinlerin yapıtaşı aminoasitlerdir.
- 2.2. Aminoasitler C, H, O, N atomlarından oluşur.
- 2.3. Doğada 20 çeşit aminoasit bulunur. Bu çeşitliliği R grubu sağlar.
- 2.4. Aminoasit hem asit hem de baz grubu taşıdığından amfoter özelliktedir.
- 2.5. Aminoasitler peptit bağı ile birbirine bağlanır ve dipeptit, tripeptit... polipeptit meydana gelir.
- 2.6. Bir proteindeki aminoasitin sayısı, sırası ve çeşidi proteinin farklı olmasını sağlar.
- 2.7. Bazı canlılar 20 çeşit aminoasitin hepsini sentezleyemez. Bu nedenle sentezleyemedikleri aminoasitleri dışarıdan almak zorundadır.
- 2.8. Proteinler yapacağı işe göre şekil alırlar. Primer yapıdaki protein fonksiyonel değildir. Bunun için sekonder, tersiyer ve kuarterner yapıda proteinler oluşturulur.
- 2.9. Proteinler basit ve bileşik proteinler olarak gruplandırılır. Bileşik proteinler glikoprotein, lipoprotein, nükleoprotein... şeklinde bulunabilir.
- 2.10. Yüksek ısı, yüksek basınç ve bazı kimyasal maddeler proteinlerin doğal yapısını bozarak denatürasyona neden olabilir.
- 2.11. Farklı proteinlerin farklı görevleri vardır:
 - 2.11.1. Canlının temel yapı maddesi proteinlerdir.
 - 2.11.2. Zorunlu durumlarda enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

2.11.3. Bir çok hormon protein yapısındadır.

2.11.4. Vücut savunmasında rol oynayan antikorlar da protein yapısındadır.

2.11.5. Proteinlerin antijen özelliği vardır.

2.11.6. Proteinler hücre zarında reseptör görevi yaparlar...vs.

3. Nükleik Asitlerle İlgili Temel Kavramlar

4. Enzimlerle İlgili Temel Kavramlar

5. Protein Sentezi

5.1. Her hücre sahip olduğu genetik bilgiye göre protein sentezler.

5.2. DNA'daki H bağları iki amaç için açılır. Transkripsiyon için gen bazında, replikasyon için ise; bir uçtan diğer uca kadar tamamen açılır.

5.3. DNA'nın protein sentezinden sorumlu genindeki her üçlü nükleotid grubu bir aminoasiti şifreler. (Bitiş şifreleri hariç)

5.4. Yazılma (Transkripsiyon)

5.4.1. DNA'nın ilgili genindeki anlamlı zincirinden mRNA sentezlenir.

5.4.2. mRNA'nın bir ucunda başlangıç kodunu, diğer ucunda ise bitiş kodunu vardır.

5.5. Çeviri (Translasyon)

5.5.1. Sentezlenen mRNA sitoplazmadaki bir ribozomun küçük alt birimine bağlanır.

5.5.2. mRNA'nın bağlanması ile küçük alt birim aktifleşerek büyük alt birime bağlanır.

5.5.3. Ribozomun küçük ve büyük alt birimi arasında mRNA baştan sona kadar okunur.

5.5.4. mRNA'daki kodon ile tRNA'daki antikodon uygunluk gösterdiğinde tRNA'daki aminoasit ribozomun büyük alt birimine bırakılır.

5.5.5. Ribozomun büyük alt birimine getirilen aminoasitler arasında kurulan peptit bağları ile polipeptit oluşur.

- 5.5.6. Meydana gelen polipeptit zincirindeki aminoasitin 1 eksiği kadar su açığa çıkar (Dehidrasyon).
 - 5.5.7. Bitiş kodonu geldiğinde hiçbir aminoasit şifrelenmez.
 - 5.5.8. Ribozomun alt birimleri birbirinden ayrılır. Böylece ilgili protein sentezi tamamlanmış olur.
 - 5.5.9. Ribozomda sentezlenen protein primer yapıdadır.
 - 5.5.10. Her aminoasit için kendine özel tRNA ile taşınır.
 - 5.5.11. Aynı proteinden çok sayıda sentezlemek amacıyla polizom oluşur.
- 5.6. DNA'daki nükleotid dizisinin değişmesi sentezlenecek ilgili proteinin de değişmesine neden olabilir.

EK-B: Kavramsal Anlama Testi:

Aşağıdaki test bir başarı ve hız testi olmayıp, bazı biyolojik olaylarla ilgili fikirlerinizi ölçmeye yöneliktir. Testteki sorulara samimi bir şekilde cevaplar vermeniz eksikliklerimizin neler olduğunu bularak daha doğru sonuçlara ulaşmamızı sağlayacaktır. Bu konuda göstermiş olduğunuz ilgili ve duyarlı yaklaşımlarınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederiz. Testteki 6 soru için 45 dakikalık süre verilmiştir.	
Ad ve Soyadınız:	Bölümünüz:
I. Öğretim () II. Öğretim ()	Bay () Bayan () Numaranız:

1. Aşağıda verilen önermelerden proteinler için doğru **olanları ve olmayanları** nedenleri ile birlikte açıklayınız.

- I- Canlıda öncelikli olarak enerji kaynağıdır.
- II- Canlılarda en az bulunan organik maddelerdir.
- III- Hücre zarında reseptör molekül olarak da iş görürler.

2. Yakın akrabalar arasında yapılan doku ve organ nakillerinin başarı derecesinin çok daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu durumu **nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

3. Aminoasitlerle ilgili olarak aşağıdaki tabloda bazı özellikler verilmiştir. I nolu kutucukta verilen sayıları II nolu kutucukların en uygun olanlarına yazarak eşleştirmeler yapınız. Daha sonra da bu eşleştirmeleri yapmanızın nedenini ayrı ayrı açıklayınız. (Eklemek istediğiniz bir özelliği boş satırlara yazabilirsiniz).

I	II
1 Amfoter	Aminoasitler için farklılık sağlar
2 R grubu	Peptit bağı
3 Dehidrasyon	Beslenme
4 Temel aminoasit	Amin ve Karboksil grubu
5

4. Aşağıda verilenlerden protein sentezi ile ilgili olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplandırarak her birisini **nedenleri** ile birlikte açıklayınız.

- I- DNA'nın eşlenmesi (Replikasyon)
- II- mRNA'nın ribozomda okunması
- III- mRNA'nın sentezlenmesi (Transkripsiyon)
- IV- Ribozomun alt birimlerinin birleşmesi

5. a) Yeryüzünde yaklaşık olarak 6 milyar kadar insan mevcuttur. Her bir insanın görünüşleri birbirinden farklıdır. Bu farklılığın nedeni sizce neler olabilir?

b) Bu farklılık bir serçe popülasyonu için de geçerli midir? **Neden?**

c) Yukarıda belirtilen durum bir ormanda aynı türden olan meşe ağaçları için de geçerli olabilir mi? **Neden?**

6. Hücrelerde bulunan bazı maddeler aşağıda tabloda verilmiştir.

Aminoasit	N (Azot) atomu	Dipeptit	Tersiyer protein	Polipeptit	Amin grubu
-----------	----------------	----------	------------------	------------	------------

Verilen bu maddeleri yapısal olarak küçükten büyüğe doğru aşağıdaki tabloda sıralayınız. Daha sonra da bu sıralamayı **neden** böyle yaptığınızı açıklayınız

En **Küçük**

En **Büyük**

EK-C: Görüşme Formu:

ARAŞTIRMA SORUSU: Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının protein ve protein sentezi ilgili kavramsal anlamaları, genel biyoloji dersi sonrasında ne duruma gelmiştir?

Hoş geldiniz. Öncelikle görüşme için zaman ayırmanızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim. İsmim Olcay SİNAN ve Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalında araştırma görevlisiyim. Bu görüşmenin amacı; sizdeki proteinler konusunda öğrenme güçlüklerini, kavramsal anlamayı etkileyen faktörleri ortaya koyabilmektir. Çalışmadan elde edilecek sonuçların, bu konuların daha iyi öğrenilmesi ve öğretilmesine ışık tutacağına inanıyorum.

Yapacağımız görüşmede bütün söyledikleriniz sadece sizinle benim aramızda kalacak ve gizli tutulacaktır. Bunun yanı sıra araştırma sonuçlarında sizin isminiz hiçbir şekilde geçmeyecektir.

Görüşmede verdiğiniz bilgilerden dolayı rahatsızlık duymanız halinde, bütün verileri size geri iade ederek kullanmayabilirim. Bu görüşme tamamen sizin izninizle bağlıdır.

1) Kişisel Bilgiler:

Adınız-Soyadınız:

Bölümünüz:

I. Öğretim () II. Öğretim ()

Tarih: / / 2004

2) PROTEİN

Protein nedir? Ne gibi görevleri vardır?

Protein çeşitliliğini sağlayan faktörler nelerdir?

• Bütün canlılarda kaç çeşit aminoasit vardır? Yapısında neler vardır?

▪ Kaç tane temel aminoasit vardır?

◆ Bitkiler için de temel aminoasit var mıdır?

Amfoterin anlamı nedir? Proteinlerin amfoterlikle ilişkisi var mıdır? Ne işe yarar bu özellik?

Sadece bir hücrelilerde mi reseptör proteinler vardır? Neden?

Antijen ile protein arasında ilişki var mıdır? Nasıl?

- Proteinlerin genlerle ilişkisi var mıdır? Nasıl?
 - Bir gen bir enzim ilişkisi nedir?
 - DNA ve RNA yapısında protein var mıdır?
 - Aldığınız proteini aynen olduğu gibi kullanabilir misiniz? Neden?
- Doku ve organ nakillerinin başarılı olmasında DNA nasıl bir rol alır?
- Proteinle canlının görünüşü arasında ilişki var mıdır? İnsan, hayvan, bitki vs. için?

3) **PROTEİN SENTEZİ**

Protein sentezi nasıl bir süreçle gerçekleşir? Hangi safhaları vardır?

- Protein sentezinin başlaması için DNA eşlenir mi? Neden?
- mRNA, hangi DNA zincirinden sentezlenir?
 - Kodon (Başlangıç ve bitiş kodonları) ve antikodon nedir? İlişkisi nedir?
- tRNA ne işe yarar? Kaç çeşit aminoasit ve tRNA vardır. Neden? Protein sentezinde aminoasit için belirleyici mi?
- Dipeptit, polipeptit nedir?
 - Primer, Sekonder, Tersiyer, Kuarterner protein nedir?
 - Denatürasyon nedir? Nasıl gerçekleşir?
- Size göre; ribozom protein sentezinde ne işe yarar? Alt birimleri ne zaman birleşir ve ayrılır.
 - Polizomun (Poliribozomun) hücre için faydası var mıdır?

EK-D: Gözlem Formu:

Bölüm:	Tarih:	Saat:	
Sınıf:	Sınıf Mevcudu:		
Konu:			
Zaman Dilimi (Dk.)	Öğretmen Davranışı	Öğrenci Davranışı	Görüşler/ Düşünceler
0-10			
10-20			
20-30			
30-40			
40-50			
50-60			
60-70			
70-80			
80-90			
ETKİNLİK KISALTMALARI			
HT-Daha önceki konuların <u>hatırlatılması</u> İK-Yatay ve dikey <u>ilişkilerinin kurulması</u> , OG- <u>Olgulardan genellemelerin</u> yapılması NA-Konuyla ilgili <u>nedenlerin</u> açıklanması Hİ- <u>Hayatla ilişkilendirme</u> , günlük hayattan örnekler verme/verdirme YK-Öğrencilerin <u>yabancı</u> olduğu kelimelerin tanımlanması/anlamlarının açıklanması SF-Konuyla ilgili <u>sembol</u> , kısaltma ve <u>formüllerin</u> verilip açıklanması SÖ- <u>Somatlaştırmak</u> için bazı <u>örneklerin</u> , olayların, deneylerin öğrencilere gösterilmesi/tanıtılması UB-Konuyla ilgili <u>uygun benzetmelerin</u> kullanılması BF-Anlatılan konunun diğer konularla <u>benzerlik ve farklılıklarının</u> açıklanması () DÜ-Öğrencilerin <u>düşündürülmesi</u> , değişik durumlarla ilgili olarak değişik tahminlerin, yorumların, ötelemelerin yapılması/yaptırılması		UG- <u>Uygun görselleştirmelerin</u> yapılması, şekil çizilmesi, beden dilinin kullanılması DN-Dersin <u>dinlenmesi</u> , takip edilmesi KÖ- <u>Kısa özet</u> yapma TS- <u>Topluca soru</u> sorma ÖS- <u>Özel soru</u> sorma TC- <u>Topluca cevap</u> verme TEC- <u>Tek</u> olarak <u>cevap</u> verme ÖZ- <u>Özel cevap</u> verme NY- <u>Not yazdırma</u> EY- <u>Espri yapılması</u> , UY- <u>Uyarma</u> , ses yükseltme, nasihat SE- <u>Sessizlik</u> DZ- <u>Düzeltilme</u> , netleştirme, açıklık getirme NO- <u>Not alma</u> GU- <u>Gülme, Uğultu</u> TR- <u>Tekrarlama/Tekrarlatma</u> K-Öğrencilerin kendi arasında <u>konuşması</u> SD- <u>Sonraki ders</u> için hatırlatmanın yapılması TP- <u>Toparlanma</u> , dersin sonlanması	

EK-E: Kavramsal Değişim Tabloları

Tablo E.1 1. sorunun I. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No		
OLUMLU DEĞİŞME	C2,A1,A1	64,73, 82	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A5,A1,A1	83	OLUMSUZ DEĞİŞME	C1,B8,B8	70		
	C1,A4,A1	80		A4,A1,A1	22,43		A1,A1,B2	61		
	B1,A1,A1	7		B1,B4,A1,	25		A1,B8,A1	6		
	B5,A1,A1	20		B1,B7,A1,	30,33		C1,A1,B2	16		
	B3,A3,A1	28		A4,A1,A4	41		A1,B4,A1,	81		
	A6,A1,A1	37,42		A6,A1,A1	47		A1,B7,A1	86		
	B3,A1,A1	45,69		B1,A1,B6	51		TOPLAM	6		
	B5,A3,A1	57		A5,A1,A1	12					
	B3,A2,A2	76								
	TOPLAM	13			TOPLAM		10		TOPLAM	6
	DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1		1,4,5,8,10,11,13, 14,15,17, 18,19,21, 23, 24,26, 29, 31,34, 35, 36,38, 39, 40, 44, 46, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67,68,71, 72, 74, 75, 77, 78, 84, 85, 87, 88, 89,						
TOPLAM		53								

Tablo E.2 1. sorunun II. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	C1,A1,C2	3	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A3,A1,A2	5	OLUMSUZ DEĞİŞME	A4,B3,A1	4
	A7,A1,A1	30,87		A5,A1,A5	12		A9,A9,B6	6
	A9,A1,A1	39,55, 74, 80,		A9,A9,A1	14, 47, 70		C1,B3,B3	7
	C1,A1,A1	42		A9,A1,A9	15,61		A1,A7,A7	8, 36
	B2,A1,A1	44		B6,A9,A1	18		A1,C2,B2	17
	A6,A1,A1	45		A6,A1,A9	22		B2,B6,B2	21
	B2,A9,A1,	63		C1,C1,A1	26		A1,B6,B6	32
	TOPLAM	11		A6,A2,A9	33		C1,B4,B4	34
DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1	2,11, 13, 20, 23,28,29, 37, 38, 41, 53, 59, 60,66,72,73,78	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	C1,A1,A9	43, 83	OLUMSUZ DEĞİŞME	B2,B4,B6	35
	C1,C1,C1	16		C1,A1,C1	46		A9,B6,B1	40
	A9,A9,A9	50		B2,A2,B6	58		C2,B3,B2	49
	C1,C1,C2	89		C2,C2,A1	64		A9,B6,A9	51
	TOPLAM	20		B2,B6,A1	67		C1,C2,B1	85
DİĞER	A1,A2,A1	24	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	B4,A9,A1	69	OLUMSUZ DEĞİŞME	A7,B4,B6,	52
	A1,C2,A1	48		C1,A1,C2	79		A7,B6,A8	54
	B2,B1,B2	82		A7,C1,A1	88		A1,A9,A1	56,77,
	C2,A9,B2	9					A1,A7,A1	62
	B2,C2,C1	19					A9,A9,B2	65
	A3,A1,B2	25					A5,B3,B1	68
	B5,C2,A5	31					A7,B3,A1,	71
	A1,A1,C2	57					A1,A9, C1	75
	A1,C2,C2	76					C1,C1,A8	10
							B2,B4,B4	81
							A9,A9,B4	84,
							A9,B1,B6	86
							A1,B4,A1	1
TOPLAM	9	TOPLAM	20	TOPLAM	28			

Tablo E.3 1. sorunun III. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	C1,A1,A3	12	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	B1,A10,A10	17, 34	OLUMSUZ DEĞİŞME	A1,A2,A1	41,49
	A1,A3,A3	2,5,11		A2,A1,A3	20		A2,A10,A3	42,69, 75
	A7,A3,A2	31		C1,A3,A10	28		A1,A10,A2	13
	A2,A2,A3	4,19, 82		A10,A3,A2	8		A2,A10,A10	6,22,23,
	A6,A3,A1	33		A3,A3,A1	30		A2,A2,A10	7,9,18
	C1,A10,A1	29,89		A3,A1,A3	43		A1,C1,A10	10
	C1,A10,A3	16		A10,A10,A5	32		A1,A3,A2	14
	A8,A10,A1	40		A10,A3,A3	46		A2,A7,A1	60
	C2,A10,A3	88		A10,A1,A3	47,63, 81		A10,B1,A10	26
	TOPLAM	14		A10,A10,A2	15		A1,A4,A1	35
DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1	3,45, 58	A2,A1,A1	37, 71	A2,A10,A1	55,59		
	A2,A2,A2	36,39, 50,57, 74	A10,A10,A3	62,65	A1,A1,A3,	24,25, 38, 54, 66, 68, 77, 78,		
	A10,A10,A10	44,56, 86	C1,A10,A10	70	A1,A7,A3	67		
	TOPLAM	11	C1,A2,A3	79	A1,A2,A3,	76		
DİĞER	A1,A10,A1	48	C2,A4,A1	87	A1,A10,A9	80		
	A1,A10,A3	51,61	A10,A2,A3	72				
	C2,A10,A10	52,64	A7,A3,A10	73				
	A7,A2,A1	53	C1,C2,A10	85				
	A3,A3,A10	21						
	A2,A3,A1	83						
	A2,A3,A2	84						
	A1,A2,A2	1						
	TOPLAM	10	TOPLAM	23	TOPLAM	30		

Tablo E.4 2. soruya öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	
OLUMLU DEĞİŞİME	A4,A1,A2	5	KISMEN OLUMLU DEĞİŞİME	A2,A1,A4	2	OLUMSUZ DEĞİŞİME	A1,B1,A1	1	
	A4,A1,A1	10		A4,A1,A4	51		A1,A2,B2	32	
	A3,A1,A1	14, 41, 52, 77, 79, 89,		A2,A1,A2	6,23, 40,57, 84, 86,		A1,A2,A2	25,42	
	A2,A1,A1	15,28,29, 45, 48, 67,		A2,A2,A1	17,44,49, 54, 59,		A2,A2,B2	30	
	A3,A2,A1	21		A3,A1,C1	8		A2,B1,A1	34	
	A3,A2,A2	16,88		A2,A3,A1	55		A1,A3,A2	39	
	A4,A2,A1,	43,68,		A3,A1,A4	13		A1,A4,A1	64,	
				A4,A3,A1,	69		A2,C1,C2	66	
				A4,A2,A4	80		TOPLAM	9	
				A3,A1,A2	81		DİĞER	A1,A1,A2	11,56,
				A3,A3,A1	20,33, 50,			A1,A3,A1	31,58,
								A2,A2,A4	60,76, 82
								A1,A1,A5	62
								A2,A2,A5	70
				A1,A2,A1	83				
TOPLAM	19	TOPLAM	22	TOPLAM	10				
DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1	12,24, 38, 46, 63, 72, 75, 78,							
	A2,A2,A2	3,4,7,9,18, 19, 22, 26, 35, 36, 37, 47, 53, 61, 65, 71, 73,74,85, 87							
	TOPLAM	28							

Tablo E.5 3. sorunun 1. eşleştirmesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞİME	B6,A1,A1	2, 25, 38, 43, 58,65,74,82, 84	KISMEN OLUMLU DEĞİŞİME	C1,A9, C2	11	OLUMSUZ DEĞİŞİME	A7,B5, C1	10
	C1,A1,A1	3,4,12, 41, 71, 75, 87,		C1,C1,A1	8,14		B2, B6, C2	26
	C2,A1,A1	7,29,37,44, 49, 52,54,55,69,72		B6,A9, A1	42,81, 83,		C1,B6,C1	28
	B1,A1,A1	17,78,		B6,B2,A1,	21		A9,C2,C1	35
	B3,A1,A1	18		A9,A9,A6	22		A5,B4,C1	57
	A9,A1,A1	19,31,60,63, 67		B6,B6,A6	33		C2,B6,C1	70
	B2,A1,A1	20		C2,A8, A1	34		A9,C2,C2	80
	A7,A1,A1	39		C1,A9, A1	40		C1,B2,A6	32
	TOPLAM	36		C2,C1,A1	6		TOPLAM	8
KISMEN OLUMLU DEĞİŞİME	B6, C1, A9	15	B1,C2,A2	45	DEĞİŞİM YOK	C1,C1,C2	13	
	C1,B1, A9	79	B2,B1,A1	46		A1,A1,A1	23,24, 48,	
	B6,A9,A9	88	A9,A1,A3	51		C2,C2,C2	61	
	B6,A1,C1	89	A9,A6,C2	53		C2,C1,C2	85	
	A9,A1, C2	47	C2,A9,A1	56		TOPLAM	6	
	C2,C1,A3	50	B6,B1,A9	59		C1,A8, C2	9	
	B2,A9,A2	1	C2,B1,A1	62,77	B6, C1,C1	16		
	C2,C2,A1	5			B6,B6,C2	30		
	B6,A1,A3	73			C2,A1,B6	86		
	C1,C1,A6	76			C2, A1, B3	68		
	B2, A1,C2	64			A4,A8,A1	36		
	A9,A1,A6	66	TOPLAM	32	TOPLAM	6		
					DİĞER			

Tablo E.6 3. sorunun 2. eşleştirmesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	A4,A1,A1	51,63,66, 72, 73, 87, 89,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A4,A1,A2	8	OLUMSUZ DEĞİŞME	A1,B1,A2	17
	C2,A1,A1	5,6, 49, 52, 56, 62,		B7,C1,A1	15		A1,A1,A4	39,
	C1,A1,A1	11,28, 40, 75, 79,		B7,B3,A1	21		TOPLAM	2
	C1,A1,A2	9		C2,A1,A4	26	DİĞER	B7,C1,C1	16
	B6,A1,A1	13,86,		A4,A1,C2	47		A1,A3,A1	19
	B3,A1,A1	20,33, 37, 46, 50,		A4,A2,A1	53,71,		A4,A1,B3	22
	B7,A2,A2	25,34, 83,		A4,A2,A2	65		A4,B1,A2	30
	B6,A2,A2	36,		C1,C1,A4	76		C1,B3,A1	32
	C2,A2,A1	44		B7,A3,A2	1		B7,C2,C1	35
	B2,A1,A1	48,78,		TOPLAM	10		B4,C2,B3	45
	B3,A1,A2	7	A1,A1,A2	2,3, 29,31, 54	B7,A1,B3		64,84,	
	B5,A1,A1	10,18, 58,	A1,A1,A1	4, 12, 14, 23, 24, 38, 67, 68, 77,81,	C2,B7, A1		70	
	C2,A1,A2	55,69,	A1,A2,A1	41,60, 82,	B7,C2,C2		80	
	B7,A1,A2	74,88,	B7,B7,C1	57				
	C1,A2,A2	59,61,	C2,C1,C2	85,				
	B7,A1,A1	42,43,						
	TOPLAM	45	DEĞİŞİM YOK	TOPLAM	20	TOPLAM	11	

Tablo E.7 3. sorunun 3. eşleştirmesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	B2,A1,A1	4, 36,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	B3,C1,A1	10	OLUMSUZ DEĞİŞME	A5,A5,B3	5
	A4,A1,A1	13,18,		B5,C1,A1	16		A5,C1,C1	15,
	B5,A1,A1	14,21,22, 51		B5,A2,C1	35,		A5,B3,B3	25,84,
	B2,A2,A1	17		C2,A5,A1	56		A2,A3,A4	34,
	B3,A1,A1	26,43,46,48, 50,52,69,83, 86		A5,A3,A1	71,		C2,B4,B4	55
	C1,A2,A1	44		C1,C1,A5	76,		A5,B5,C1	57,
	C1,A1,A1	28, 32,40, 75,		B3,A5,A1	81,		A1,A1,B1	64
	B5,A2,A1	30, 33,		A5,A2,A1	8,11,42,53,65,87		A1,B4,A1	66,
	B1,A1,A1	37,		TOPLAM	13		A5,C2,C2	80,
	A5,A1,A1	24, 59, 60, 74, 78,	A1,A1,A1	1,20,23,29,38,39, 58,63,67,73,77,82	B5,B5,B2	88,		
	C2,A2,A1	49	A2,A1,A1	2,19,	TOPLAM	11		
	B3,A2,A1	54,	A2,A2,A1	3,9,	C2,A2,B3	6		
	C2,A1,A1	62,	A1,A2,A1	7,12, 31, 79,	C1,A1,B3	41,		
			B3,B3,B3	72,	B1,A1,B3	45,		
			C2,C1,C2	85,	B5,B4,C2	47,		
					C1,A1,B4	61,		
					B3,A1,B3	68,		
					C2,A5,B3	70,		
					B5,A1,C2	89		
TOPLAM	34	DEĞİŞİM YOK	TOPLAM	22	DİĞER	TOPLAM	8	

Tablo E.8 3. sorunun 4. eşleştirmesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞİME	A8,A1,A1	1,67, 74, 78, 87,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞİME	C2,A2,A2	5	DİĞER	A6,B4,A1	4
	A6,A1,A1	2,3,12,38,41,81,82		C1,A1,C1	11		A2,A1,C2	7
	B2,A1,A1	18, 37,		B2,A7,A6	13		B7,B4,A1	8
	B7,A1,A1	30,42, 68, 69, 73,		B7,C1,A1	15		C1,B4,A6	9
	C1,A1,A1	44,52,54,71,72,75		A8,A1,A2	21		B2,B4,A2	14,
	A4,A1,A1	46,		A8,A7,A7	25		A8,B1,A1	19,
	C2,A1,A1	49, 56,		C1,A1,C2	32		A8,A1,B1	22,
	C2,A1,A2	55, 62,		A3,A1,A7	34		B7,B4, A6	26, 33,
	C1,A1,A2	79,		C1,A1,A8	40,		A6,C2,A2	29
	A2,A1,A1	83,		B7,A1,C2	47,		A1,B4,A1	31
	TOPLAM	32		A8,A1,A2	50		A6,A1,B5	39,
DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1	17, 20, 23, 24,43,51, 77	A6,A2,A2	58,	A3,C2,A1	48,		
	A2,A2,A2	45,	A8,A2,A1	59,	B3,A2,B6	57,		
	C2,C1,C2	85	A2,A1,A8	64,	A8,C2,A1	60,		
	TOPLAM	9	B7,A5,A8	65,	C1,B4,A6	61		
OLUMSUZ DEĞİŞİME	B7,B4,B6	6	C1,C1,A6	76,	A8,C1,A1	63		
	A6,C1,C1	10,	A6,A1,A6	86	B7,C2,C2	80		
	B7,C1,B1	16,	B7,A7,A1	88	B3,A7,B1	84		
	C1,B4,C1	28,			B7,A2,C2	89		
	B7,B1,C1	35						
	A6,B4,A6	36,						
	B2,B4, A6	53						
	A4,A5,C2	66						
	C2,B7,A6	70,						
	TOPLAM	9	TOPLAM	18	TOPLAM	20		

Tablo E.9 4. sorunun I. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞİM	C1,A1,A1	8,83,	OLUMSUZ DEĞİŞİM	A1,A1,A6	1	DİĞER	B1,B2,A7	3
	A5,A1,A1	18,		C1,B1,B9	2		A2,B11,A1	9
	A3,A1,A1	20		B11,B3,B5	7		A3,B3,A1	14,
	B1,A1,A1	24, 45,		B4,B11,B3	10,		B11,A3,B9	15
	B11,A1,A1	41,43, 49,69		A1,A1,A7	12,		B3,B11,B3	22
	B11,A1,A2	71, 78,		C1,B11,B6	26,		C1,B8,A7	28,
	A4,A1,A1	72,		B3,B3,B5	29,		C1,B7,B11	32,
	B1,A1,A1	77,		A1,B1,B5	39,		C1,B11,B5	33,
	A7,A1,A1	81,		A5,A7,A7	40,		C1,A1,B5	36,
	C2,A1,A1	82		A1,A7,A1	44,		B11,A7,B5	42,
	B3,A1,A2	62,		B3,B8,B5	46,		B11,A1,B5	48,
	B4,A2,A1	88,		B11,B11,B9	55		C1,A5,B5	54
	C1,A2,A1	87,		B4,B3,B7	61,		B3,A1,B3	66,
	TOPLAM	19		C2,B3,C1	63,		B3,A1,B9	74,
	KISMEN OLUMLU DEĞİŞİM	B3,A7,A1		6, 38,	C2,B11,B11		85,	A3,B11, A7
C1,A1,A3		11, 52,	C1,A3,A3	67,	A7,A7,C1	51,		
B1,A7,A7		13,	C1,C1,A3	89,	C1,B3,B11	57,		
B1,A1,A3		19	C1,B1,A7	16,	B5,B1,B7	30,		
A5,A7,A1		23,	C2,B6,B5,	80,	B11,B1,B9	50,		
B5,B3,A7		25,	A1,A7,A7	79,	A7,A3,A3	4		
B11,A5,A1		31,	B11,B11,B3	65,	A7,A3,A7	5		
B4,A3,A2		37,	C2,B11,B10	64,	B11,B11,A3	21		
B11,C1,A1		47,	A2,A7,A7	68,	A7,A5,A7	17		
C2,A7,A7		56,	TOPLAM	23	A7,A7,A3	53,		
A7,A7,A2		58,	B11,B11,B11	34,35,60, 70	C2,B11,A7	86		
B3,A3,A1		73,	A3,A3,A3	59,				
B11,A1,A3		75,	A1,A1,A1	76,				
TOPLAM		15	DEĞİŞİM YOK	TOPLAM	6	TOPLAM	25	

Tablo E.11 4. sorunun III. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞİME	A12,A1,A1	4,29,71,78,	KİSMEN OLUMLU DEĞİŞİME	C1,A1,A5	2	OLUMSUZ DEĞİŞİME	A1,A12,C1	6,
	A6,A1,A1	5,		A7,A12,A4	21,		A1,A12,A4	9, 22,
	C1,A1,A4	16,		C1,A12,A1	8,		A1,A12,B1	13,
	A8,A1,A1	24,		A12,A4,A5	15, 42,		A1,A1,A12	14, 17,
	C1,A1,A1	31,40,79, 87		C1,A12,A12	26, 41,		A1,A12,A5	20,
	B11,A1,A4	33,		C1,A12,A1	52,		C2,C1,B9	25,
	A9,A1,A1	37, 62,		C1,C1,A12	57,		C1,A10,A1	28,
	B2,A1,A1	43,		C2,A1,C1	63,		A1,B1,A5	30,
	C2,A1,A4	67,		C2,A12,C1	64,		A12,C2,A12	34,
	C2,A1,A12	69,		C1,A12,C1	83,		A12,A12,B1	35,
	C2,A1,A1	76, 88,		A12,A1,A12	65,		A9,B6,B6	45,
	C1,A4,A4	11,		C2,A12,A4	80,		A1,A4,A12	48,
	B1,A3,A5	74,		B5,A1,A12	81,		A12,C1,C1	51,
	TOPLAM	21		C1,C1,A4	89,		A1,A12,A1	60,
DEĞİŞİM YOK	A1,A1,A1	1, 3, 12, 18, 53, 55, 72,	C2,A1,A12	7, 56, 85,	C2,A12,B10	70,		
	A1,A4,A4	38, 39,	A12,C1,A1	47,	A1,B1,A1	73,		
	A1,A1,A5	44, 49, 66,	TOPLAM	20	A12,B1,B1	84,		
	A1,A1,A4	19, 46, 59,			TOPLAM	19		
	A2,A1,A12	58,			A12,A1,B4,	23,		
	A1,A3,A4	77,			C1,A11,A12	32,		
	TOPLAM	17			C1,A1,B10	36,		
				A12,A1,B8	50,			
				C2,A1,B4	54,			
				C2,A12,B7	61,			
				A2,C1,A5	68,			
				A12,A12,C1	75,			
				C2,B1,A12	82,			
				C2,A4,B9	86,			
				A12,B3, A4	10,			
				TOPLAM	11			

Tablo E.12 4. sorunun IV. önermesine öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	C1,A1,A1	16, 83,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	C1,A8,A1	2,	OLUMSUZ DEĞİŞME	A1,A1,A12	3,
	A12,A1,A1	18,23,78,		C1,A12,A12	8,		A2,A12,A2	6,
	B9,A1,A2	21,		C1,A10,A1	11,		A1,A12,A2	13, 59,
	B1,A1,A2	37,		A8,A1,C1	12,		A1,A6,A12	17,
	C2,A2,A1	50,		B1,A8,A2	14,		A2,A8,A2	30,
	A10,A1,A1	53,		B9,A12,B9	15,		C1,C1,B9	32,
	C1,A2,A1	57,		A7,A1,A12	19,		A1,A12,A1	44,
	B4,A1,A1	62,		B9,A1,A12	22,		C2,C2,B7	61,
	A11,A1,A1	66,		A12,A2,A1	24,		A12,A12,B2	65,
	C2,A1,A2	67,		A12,C1,A2	25,		A1,A1,B6	68,
	C2,A1,A1	71,		C1,A1,C1	28,		C2,C2,B9	85,
	A12,A2,A1	73,		A12,A8,A1	33,		A12,A12,C1	51,
	C1,A2,A2	87,		C1,C1,A12	34,		TOPLAM	13
	TOPLAM	16		A4,A12,A1	39,	A3,A1,B4	1	
DEĞİŞİM YOK	A12,A12,A12	4, 7, 20, 69, 84,		A12,A1,A12	40,	A12,A2,A5	9,	
	A1,A2,A2	5,		B9,A2,A12	42,	A7,A10,A12	10,	
	A1,A1,A2	46,		C1,C1,A1	43,	B9,C1,C2	26,	
	C2,C2,C1	63,		B1,A12,A5	45,	C1,A1,B5	31,	
	A2,A1,A1	29, 77,		A12,C1,A1	47,	A8,A12,A12	35,	
	C2,C2,C2	80,		B3,A12,A1	52,	C1,A1,B9	36, 79,	
	TOPLAM	11		C2,A12,A1	55,	C1,A2,B9	41,	
		C2,A1,A12		56, 82,	A9,A8,C1	48,		
		C2,A12,C2		70,	C2,A2,B4	49,		
		B2,A12,A1		72,	C2,A12,B6	54,		
		C2,C1,A1		76,	B2,A2,B5	58,		
		A12,A2,C2		86,	A2,A12,A1	60,		
		C2,A2,C2		88,	C2,A12,B9	64,		
		C1,C1,A2		89,	C1,A2,B8	74,		
		B2,A1,A12		38,	B9,C1,C1	75,		
					A10,A1,B5	81,		
				TOPLAM	18			
				TOPLAM	30			
				TOPLAM	18			

Tablo E.13 5. sorunun a şikkına öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	B2,A1,A5	32, 68,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A5,A4,A5	5,	OLUMLU DEĞİŞME	A1,A4,A4	1,9, 36,
	A4,A1,A1	37, 51,		A5,A5,A3	6,		A4,A4,A5	2, 26, 75, 78,
	A2,A1,A1	43,		A4,A4,A1	11, 14, 20,		A1,A4,A5	4,
	A5,A1,A1	45,		A5,A4,A5	30, 74,		A2,A4,A4	13,
	A5,A2,A2	48,		A5,A5,A4	19,		A3,A5,A4	15,
	TOPLAM	7		A4,A1,A3	25, 72,		A3,A4,A5	28, 76,
DEĞİŞİM YOK	A4,A4,A4	3, 10, 29, 52, 71, 84, 85,		A5,A4,A4	18, 83, 40, 44,	OLUMSUZ DEĞİŞME	A1,A1,A3	39, 63, 89,
	A1,A1,A1	12, 23, 24, 33,		A4,A1,A4	35,		A1,A1,A4	21, 42, 47,
	A5,A5,A5	41,		A5,A2,A4	38,		A1,A1,A2	31,
	A3,A3,A3	58,		A5,A4,A1	46,		A1,A1,A5	34, 49,
	A3,A4,A3	61, 7, 22,		A4,A3,A3	53,		C1,B3,C1	16,
	TOPLAM	16		A5,A1,A5	56, 65,		A3,B2,A5	60,
				A5,A1,A4	57,	A3,A5,A5	62,	
				A5,A3,A5	59,	A4,A5,A4	81,	
				A6,A4,A5	64,	A2,A4,A5	82,	
				C2,A4,C2	66,	A3,A3,A5	87,	
			A5,A3,A3	67,	TOPLAM	27		
			A6,A4,A4	70,	DİĞER	A2,A5,A1	8,	
			A5,A1,A3	73,		A2,A1,A4	50, 77,	
			C1,A3,A5	79,		A4,A3,A5	69, 86,	
			B1,A2,A4	80,		A3,A1,A5	17, 55,	
			A6,A4,A3	88,		A3,A1,A4	54,	
			TOPLAM	30		TOPLAM	8	

Tablo E.14 5. sorunun b şikkına öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	
OLUMLU DEĞİŞME	B3,A1,A1	37,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A4,A3,A3	3, 18, 28, 30, 52, 68,	OLUMLU DEĞİŞME	A1,A3,B5	13,	
	B5,A1,A2	39,		A5,A2,A2	7,		A2,A6,A3	56, 60, 81, 86,	
	B5,A1,A1	45,		A5,A3,A3	9, 70,		A1,A6,A1	23,	
	B4,A1,A1	48,		A4,A3,A1	11, 51,		A3,A6,A3	41, 57,	
	TOPLAM	4		A3,A4,A1	12,		A1,A6,A3	42,	
DEĞİŞİM YOK	A3,A3,A3	4, 40, 44, 65, 74, 83,		A5,A4,A4	15,		OLUMLU DEĞİŞME	A1,A3,A3	1, 32, 36, 49,
	A1,A1,A1	8, 24, 33,		C1,A3,A1	16,			A1,A3,A1	43,
	A2,A3,A3	2, 35, 69, 71, 77, 10, 58, 85,		C2,A3,A3	19,			A1,A1,A3	34, 50,
	A2,A3,A2	26, 72,		A3,A3,A1	20, 46,	A1,A3,A2		63,	
	A2,A2,A2	61,		A3,A3,A2	22,	A2,A4,A3		84, 87,	
	A3,A3,A2	73,		A4,A2,A2	25,	TOPLAM		19	
	A1,A1,A2	89,		A4,A4,A3	29, 62,	A4,B4,A3		5,	
	TOPLAM	22		B4,A6,A1	31,	A4,B6,A3		6,	
		A3,A1,A3		38,	DİĞER	B3,A4,B1	14,		
		C1,A1,A3		47,		A4,A3,C1	17,		
		A5,A3,A4		54,		B4,A3,B2	53,		
		B4,C2,A3		55,		B4,A6,B2	59,		
		A5,A1,A3		64,		A6,A6,C2	21,		
		C2,A6,C2		66,		TOPLAM	7		
		A6,A6,A3	67,						
		A6,A3,A3	75,						
		A5,A6,A3	76,						
		C1,A3,A3	78,						
		C1,A6,A3	79,						
		B4,A4,A4	80,						
		A6,A4,A3	82,						
		A5,A3,A2	88,						
		TOPLAM	36						

Tablo E.15 5. sorunun c şikkına öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞİME	B1,a1,a3	38,	KİSMEN OLUMLU DEĞİŞİME	C1,a6,a3	3, 47, 79,	OLUMSUZ DEĞİŞİME	A1,a2,a4	1,
	B5,a3,a3	71,		C2,a6,a1	8,		A1,a3,b3	4,
	TOPLAM	2		A3,a6,a1	11,		A1,b4,b1	5,
DEĞİŞİM YOK	A2,a2,a2	7,		C2,a6,a5	15,		B1,b4,b5	6
	A1,a1,a1	23,		A4,a3,a3	18,		B2,b2,b7	9,
	A3,a2,a2	40, 84,		C2,a4,a3	19,		A1,a3,a3	13, 77,
	A3,a3,a3	44, 52,		A3,a3,a1	20, 46,		C1,b8,c1	16,
	C2,c2,c1	55,		A6,a2,c2	21,		C2,b2,c1	17,
	A3,a2,a3	57, 83,		B3,b3,a3	29,		A6,b2,b2	22,
	A1,a2,a2	58,		B1,a6,a4	34,		A1,a3,a1	24,
	TOPLAM	10		C1,a3,a3	35,		A2,b2,b1	25,
DİĞER	B2,a3,b5	2		B3,a6,a1	37,		A2,a4,a4	26,
	B5,b3,b3	12,		B5,a1,b5	39,		A3,a3,b3	30,
	B4,b5,b1	14,		A4,a3,a1	45,		A1,a6,c2	32,
	A2,a2,c1	28,		A3,a1,a1	48,		A1,b6,a1	33,
	B2,a6,b5	31,		C2,a4,a2	61,		A1,a6,a5	36,
	A3,a2,b2	41,		C2,a6,c2	66, 81,		A1,a5,a3	42,
	B9,a4,b3	53,		A6,a6,a2	67,		A1,a6,a6	43,
	A1,a3,a2	63,		A3,a2,a1	72,		A1,a6,a3	49, 50,
	B1,b8,b5	64,		B2,a6,a2	73,		B4,b8,b8	51,
	A3,a2,b8	69,		A4,a2,a4	86,		A2,a4,a5	54,
	B1,c2,c2	80,		B1,a6,a2	88		A3,a6,a3	56, 74,
	C1,b5,b5	78,					C1,b9,b1	59,
	A4,b2,a3	70,					A2,a3,b3	60,
	A3,a2,b1	10,					A2,C1,a3	62,
	A3,c2,a3	65,					A1,b8,b5	68,
	TOPLAM	15		TOPLAM	26		A3,a6,c1	76,
							A3,a6,c2	77,
							A6,b2,b9	82,
					A4,a5,a6		85,	
					A2,a2,b5		87,	
				A1,a6,a2	89,			
				TOPLAM	35			

Tablo E.16 6. soruya öğrencilerin ön, son ve geciktirilmiş son testteki cevaplarının değişimleri

Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No	Değişim	Cevap Kodu	Öğrenci No
OLUMLU DEĞİŞME	B3,A2,A2	16,	KISMEN OLUMLU DEĞİŞME	A5,A2,A1	2,	OLUMSUZ DEĞİŞME	A2,a5,b5	4,
	B2,A1,A2	19,		A5,A1,A5	3,		A2,a2,b5	14,
	B7,A1,A1	30, 38,		A4,A2,A2	6,		A2,a3,b5	37,
	B7,A2,A1	43,		B5,A4,B5	7,		A2,a4,a5	52,
	B7,A2,A2	53,		C1,A3,A2	9,		A5,b7,a5	59,
	B5,A2,A1	73,		B2,C2,A2	10,		A5,a5,b7	76,
	B5,A2,A2	74,		A2,A1,A1	12, 24,		A2,a5,a2	77,
	TOPLAM	8		B2,A5,A2	13,		TOPLAM	7
DEĞİŞİM YOK	B7,B7,B7	15, 47,		A2,A2,A1	17, 36, 39, 42, 68,	DİĞER	B5,a2,b2	1,
	B5,B4,B5	22,		C1,A2,A5	18, 75,		A4,a5,c1	8,
	B5,B5,B5	50, 84,		B1,A3,A2	20,		B2,b7,c2	11,
	B5,B6,B5	57,		A5,B7,A2	21,		B7,b4,b5	32,
	B4,B5,B5	61,		C1,A4,A2	23,		A2,a5,a5	33,
	A2,A2,A2	71, 81,		B7,A5,B7	26,		A2,a3,a2	40,
	C2,C2,C2	85,		C1,B7,A2	29,		B2,a3,b5	41,
	TOPLAM	10		B5,B5,A1	31,		B7,b5,b7	44,
		B7,A3,A1		34,	B5,b6,b7		45,	
		A5,A2,A5		35, 72, 82, 87,	A5,a2,b2		46,	
		B4,B5,A2		48,	C2,a1,b5		51,	
		B4,B6,A1		49,	B7,a5,b2		56,	
		A5,A2,A2		54,	C2,c2,b7		64,	
		B5,A1,B5		55,	A5,a2,b7		65,	
		B3,B3,A2		58,	C2,b7,b7		70,	
		B5,A4,A2		60,	A4,a5,a5		78,	
		C2,B7,A2		62, 66,	B1,c2,b7		80,	
		B5,A2,C1		63,	B7,a2,b5		83,	
		A4,B5,A1		67,	A4,a2,b5		86,	
		C2,A5,A5		69,	B2,b7,b7		5,	
		A4,A2,A1	78,	C1,a1,b4	25,			
		B7,A2,A5	88,	B7,a1,b5	28,			
		B2,C1,A2	89,					
		TOPLAM	41	TOPLAM	22			

7. KAYNAKÇA

- [1] Pfundt, H. and Duit, R., Bibliography: Students' alternative frameworks and science education, Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel. April (2005).
- [2] Bahar, M., Johnstone, A. H. , Hansell, M. H., "Revisiting learning difficulties in biology." *Journal of Biological Education* (1999) 33(2) 84-86.
- [3] Mak, S. Y., Yip, D. Y. and Chung C. M., "Alternative conceptions in biology-related topics of integrated science teachers and implications for teacher education" *Journal of Science Education and Technology*, (1999) 8, 161-170.
- [4] Kinchin, Ian M., "From ecologist to conceptual ecologist: the utility of the conceptual ecology analogy for teachers of biology" *Journal of Biological Education*, (2000) 34, 4, 178-183.
- [5] Özden, Y., Öğrenme ve Öğretme (Geliştirilmiş Baskı), Pegem A Yayıncılık, Ankara, (2003).
- [6] Gilbert, J. K., Watts, M., "Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in Science Education." *Studies in Science Education*, (1983) 10, 61-98.
- [7] Marin, N.; Benarroch, A.; Gomez, E. Jimenez., "What is the Relationship between Social Constructivism and Piagetian Constructivism? An Analysis of the Characteristics of the Ideas within Both Theories". *International Journal of Science Education*, (2000) 22 (3) 225-38.

- [8] Duit, R. and Treagust, D. F., Learning in Science -From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond. In International Handbook of Science Education Edited by B. J. Fraser & K. G. Tobin, Kluwer Academic Publishers, (1998).
- [9] Senemoğlu, N., Gelişim, Öğrenme ve Öğretim, Özsen Matbaası. Ankara (1998).
- [10] Kılıç, G. B., “Oluşturmacı Fen Öğretimi”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, (2001) 1, 9-22.
- [11] www.artsined.com/teachingarts/pedag/dewey.html (16.11.2005 tarihinde alınmıştır).
- [12] Driver, R., Erickson, G. L., "Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science". *Studies in Science Education*, (1983) 10 37-60.
- [13] Pines, A. And West, L., “Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within sources-of-knowledge framework”. *Science Education*, (1986) 70, 583–604.
- [14] Darmofal, D. L., Soderholm, D. H., and Brodeur, D. R., “Using Concept Maps And Concept Questions To Enhance Conceptual Understanding”, 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston, MA. November 6-9, (2002).
- [15] Alao, S. And Guthrie, J. T., “Predicting Conceptual Understanding With Cognitive and Motivational Variables”. *The Journal of Educational Research*, (1999) 92 (4) 243 (11).

- [16] Case, J.M. & Gunstone, R.F., “Metacognitive Development as a Shift in Approach to Learning: an in-depth study”. *Studies in Higher Education*, (2002) 27 (4), 459-470.
- [17] Cavalcante, P.S., Newton, D.P., Newton, L.D., “The effect of various kinds of lesson on conceptual understanding in science” *Research in Science&Technological Education*, (1997) 159(2), 185-195.
- [18] Mestre, J. P., “Probing adults’ conceptual understanding and transfer of learning via problem posing”. *Applied Developmental Psychology* (2002) 23, 9–50.
- [19] Robertson, W. C., Teaching Conceptual Understanding To Promote Students’ Ability To Do Transfer Problems, Research Matters-to the Science Teacher, National Association of Research in Science Teaching. Online available www.narst.org (2001).
- [20] Demirelli, H., “Yapılandırmacı Öğrenme Teorisine Dayalı Bir Laboratuvar Aktivitesi: Elektrot Kalibrasyonu ve Gran Metodu”. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2003) 23(2) 161-170.
- [21] Gobert, J. D., Clement, J. J. "Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries on conceptual understanding of causal and dynamic knowledge in plate tectonics". *Journal of Research in Science Teaching*, (1999) 36(1), 39-54.
- [22] Noh, T. and Scharmann, L. C., “Instructional Influence of a Molecular-Level Pictorial Presentation of Matter on Students’ Conceptions and Problem-Solving Ability”. *Journal Of Research In Science Teaching*, (1997) 34(2), 199–217.
- [23] Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J., “Theories, principles and laws”. *Education in Chemistry*, May (1988), 89-92.

- [24] Bowen, C. W. And Diane M. B., "In the Classroom Testing for Conceptual Understanding in General Chemistry". *The Chemical Educator*, (1997) 1(2) 02118-3.
- [25] Yip, D. Y., "Promoting the development of a conceptual change model of science instruction in prospective secondary biology teachers". *International Journal of Science Education*, (2001) 23(7) 755-770.
- [26] Kaufman, D.R., Kushnurik, A. W., Yale, J.F., Patel, V.L., "Conceptual knowledge and decision strategies in relation to hypercholesterolemia and coronary heart disease". *International Journal of Medical Informatics*, (1999) 55, 159-177.
- [27] Linder, C.J., Erickson, G.L., "A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound ". *International Journal of Science Education*, (1989) 11 491-501.
- [28] Driver, R., "Students' conceptions and the learning of science". *International Journal of Science Education*, (1989) 11 481-490.
- [29] Fisher, K. M., "A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation". *Journal of Research in Science Teaching*, (1985) 22(1) 53-62.
- [30] Driver, R., Easley, J. A., "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students". *Studies in Science Education*, (1978) 5, 61-84.
- [31] Caramazza, A., McCloskey, M., and Green, B., "Curvilinear Motion in the Absence of External Forces: Naive Beliefs About the Motion of Objects". *Science*, (1980) 210, 1139-1141.

- [32] Novak, J. D., A theory of education. Ithaca, N. Y.: Cornell University Press (1977).
- [33] Gilbert, J. K., Osborne, R., Fensham, P. J., "Children's science and its consequences for teaching". *Science Education*, (1982) 66(4) 623-633.
- [34] Bahar, M., "Biyoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavram Değişim Stratejileri". *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, (2003a) 3(1) 55-64.
- [35] Pearsall, N.R, Skipper, J.J, Mintzes, J.J., "Knowledge restructuring in the Life Sciences: A Longitudinal Study of Conceptual Change in Biology" *International Journal of Science Education*, (1997) 81, 193-215.
- [36] Driver, R., Bell, B. "Students' thinking and the learning of science: a constructivist view." *School Science Review*, (1986) 67, 443-456.
- [37] Aydın H., Doktora Tezi, Turkish high school students' understandings of some concepts of heredity after formal teaching. Leeds Üniversitesi, Leeds, İngiltere, (1999).
- [38] Posner, G. J., Strike, K. A. , Hewson, P. W. , Gertzog, W. A., "Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change." *Science Education*, (1982) 66(2) 211-227.
- [39] Hewson, P.W. "Conceptual Change in Science Teaching and Teacher Education" Paper Presented at annual meeting of the National Center for Educational Research, Documentation and Assessment, Madrid, Spain, (1992).
- [40] Millar, R., "Constructive criticisms" *International Journal of Science Education*, (1989) 11, 587-596.

- [41] Lazarowitz, R., Penso, S., “High school student’s difficulties in learning biology concepts” *Journal of Biological Education*, (1992) 26, 3, 215-223.
- [42] Venville G., Gribble, S., J. Donovan, J., “An Exploration of Young Children’s Understandings of Genetics Concepts from Ontological and Epistemological Perspectives” *Science Education*, (2005) 89 614– 633.
- [43] Rode, G.A. “Teaching protein Synthesis Using a Simulation” *American Biology Teacher*, (1995) 57,150-52.
- [44] Stencel, J., & Barkoff., “A. Protein synthesis: Role playing in the classroom”. *American Biology Teacher*, (1993) 55(2), 102-103.
- [45] Francis, Joseph W., Sellers, James A., “Studying Amino Acid Sequence Using Word Processing Programs” *American Biology Teacher*, (1994) 56, 8 484-87.
- [46] Miner, C.; Della Villa, P., “DNA Music”. *Science Teacher* May (1997) V64 N5 P19-21.
- [47] Sprehn, J. L., “Protein Building Blocks. A concrete model for an abstract thought”. *American Biology Teacher*, (1993) 22-25.
- [48] Templin, M. A., Fetters, M. K., “A Working Model of Protein Synthesis Using Lego(TM) Building Blocks”. *American Biology Teacher*, (2002) 64 (9), 673-78.
- [49] Clements, L. A. J., Jackson, K. E., “Protein Synthesis--An Interactive Game”. *American Biology Teacher*, (1998) 60(6), 427-29.
- [50] Membiela, P., Latorre, P., “A Model For Demonstrating Protein Synthesis” *Journal of Biological Education*, (1993) 27(2), 92 4p.

- [51] Gay, G., "Interaction of learner control and prior conceptual understanding in computer-assisted video instruction". *Journal of Educational Psychology*, (1986) 78, 222-227.
- [52] Rogerson, A. C., Cheney, R. W., "How-To-Do-It: A Physical Model Illustrating Protein Synthesis On The Ribosome". *American Biology Teacher*, (1989) 51(1), 29-31.
- [53] Lee, H., Songer, N. B., "Science for Conceptual Understanding in an Inquiry-Based Learning Environment". Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching in San Diego, California April, (1998).
- [54] Pittman, K. M., "Student-generated analogies: Another way of knowing?". *Journal of Research in Science Teaching*, (1999) 36(1) 1-22
- [55] Lewis, A., Peat, M., Franklin, S., "Understanding protein synthesis: an interactive card game discussion". *Journal of Biological Education* (2005) 39(3) 125-130.
- [56] Bahar, M., "The effect of instructional methods on the performance of the students having different cognitive styles". *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, (2003b) 24, 26-32.
- [57] Bahar, M., "Students' learning difficulties in Biology: Reasons and Solutions" ECER, Lille, France, 5-9 September (2001).
- [58] Kocakulah, S., Ph. D. A study of the development of Turkish first year university students' understanding of electromagnetism and the implications for instruction. The University of Leeds, School Science, (1999).

- [59] Kabapınar, F., “Kavram Yanılgılarının Ölçülmesinde kullanılabilir bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları”. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, (2003) sayı 35, 398-417.
- [60] Yıldırım, A., Şimşek, H., Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2000).
- [61] Çetin, G., Ph. D. The Effect of Conceptual Change Instruction on Understanding of Ecology Concepts. The Middle East Technical University, (2003).
- [62] Köse, S., Doktora Tezi, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarında Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Görülen Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Kavram Haritalarıyla Verilen Kavram Değişim Metinlerinin Etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (2004).