



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı  
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**LİSE ÖĞRENCİLERİNİN 'HÜCRENİN YAPI VE GÖREVLERİ' İLE İLGİLİ  
KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK DÖRT AŞAMALI  
BİR TESTİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

Emine GİRĞİN

ORCID : 0009-0002-7388-6896

DANIŞMAN

Prof. Dr. Musa DİKMENLİ

ORCID : 0000-0001-6501-9034

KONYA - 2025

## ÖN SÖZ

“Gerçek öğrenme, yanlış bilinenlerin fark edilmesiyle başlar” düşüncesiyle çıktığım bu yolda; bu çalışmanın kavram yanlışlarının belirlenmesi ve doğru kavramların inşası sürecine ışık tutarak biyoloji öğretimine kalıcı ve anlamlı öğrenmenin desteklenmesine önemli katkılar sunacağına inanıyorum. Bu süreçte, akademik bilgi birikimi, yönlendirmeleri ve değerli katkılarıyla her aşamada beni destekleyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Musa DİKMENLİ ve Arş. Gör. Tuğçe DURAN’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecinin tüm aşamalarında sundukları yönlendirme, ilgi ve akademik katkılar, bu çalışmanın bilimsel düzeyinin yükselmesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Eğitim hayatım boyunca beni daima destekleyen, motivasyonumu kaybettiğim anlarda yanımda olan, sonsuz sevgileriyle bana güç veren aileme de en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırmanın yürütülmesinde katkı sağlayan tüm öğretmenlere, öğrencilere ve veri toplama aşamasında kolaylık gösteren kurumlara minnettarım. Akademik yolculuğum boyunca sabırları, anlayışları ve motivasyonlarıyla yanımda olan aileme ve sevdiklerime de teşekkürü bir borç bilirim.

EMİNE GİRGİN

ARALIK 2025

## İçindekiler

ÖN SÖZ.....	i
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU .....	iv
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ .....	v
KISALTMALAR .....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Problem durumu .....	4
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi .....	5
1.3 Problem Cümlesi .....	6
1.3.1 Alt Problemler .....	6
1.4 Sayıtlılar .....	6
1.5 Sınırlılıklar .....	6
1.6 Tanımlar .....	7
2. LİTARATÜR ARAŞTIRMASI .....	8
2.1. Kavram .....	8
2.2. Kavram Yanılgıları.....	9
2.3. Kavram Yanılgılarının Sebepleri.....	11
2.4. Kavram Yanılgılarını Bulmak İçin Kullanılan Yöntemler.....	13
2.4.1. Çok Aşamalı Testler.....	13
2.4.1.1 İki Aşamalı Testler .....	13
2.4.1.2 Üç Aşamalı Testler.....	14
2.4.1.3 Dört Aşamalı Testler .....	16
2.4.2 Mülakatlar ( Görüşme ).....	19
2.4.3 Kavram Haritaları.....	19
2.4.4 Kelime Çağrışım Testleri .....	19
2.4.5 Çizimler.....	20
3. YÖNTEM.....	26
3.1. Araştırmanın Modeli .....	26
3.2 Çalışma Grubu.....	26
3.3 Veri Toplama Aracı.....	27
3.3.1 Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin Geliştirilme Süreci .....	28
3.4 Verilerin Toplanması.....	31
3.5 Verilerin Analizi.....	31
4. BULGULAR .....	38

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum.....	38
<i>Birinci Tip Güvenirlik: Bilimsel Bilgi Güvenirlik Katsayısı</i> .....	38
<i>İkinci Tip Güvenirlik : Kavram Yanılgısı Güvenirlik Katsayısı</i> .....	38
4.1.2. Hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğine ilişkin bulgular.....	39
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum.....	44
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
5.1 Tartışma.....	48
5.2. Sonuç.....	56
5.3. Öneriler.....	58
KAYNAKÇA .....	60
EKLER .....	71
EK-1. Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi Uygulanmasına İlişkin Alınan Etik Kurul İzni.....	71
EK-2. Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin Liselerde Uygulanması Hususunda Alınan İzinler .....	72
EK-3. Veli Onam Formu .....	73
EK-4. Gönüllü Katılımcı Onay Formu.....	75
EK-5. Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi.....	77

## TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

*LİSE ÖĞRENCİLERİNİN 'HÜCRENİN YAPI VE GÖREVLERİ' İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK DÖRT AŞAMALI BİR TESTİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI* başlıklı tez çalışmamın toplam **59** sayfalık kısmına ilişkin, 2/02/2026 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **% 13** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

2/02/2026

EMİNE GİRGIN

Prof. Dr. MUSA DİKMENLİ

## **BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ**

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

2/02/2026

Emine GİRGIN

## KISALTMALAR

**BB:** Bilimsel Bilgi

**PY:** Pozitif Yanlış

**NY:** Negatif Yanlış

**BE:** Bilgi Eksikliği

**KY:** Kavram Yanılığı



## ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı  
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

### LİSE ÖĞRENCİLERİNİN ‘HÜCRENİN YAPI VE GÖREVLERİ’ İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK DÖRT AŞAMALI BİR TESTİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

EMİNE GİRĞİN

Hücrenin yapı ve görevleri konusu, biyolojinin temelini oluşturmasına karşın, soyut yapısı ve çok sayıda kavram içermesi nedeniyle lise öğrencileri tarafından sıklıkla yanlış anlaşılakta ve çeşitli kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Bu kavram yanlışları, öğrencilerin hücresel düzeydeki biyolojik süreçleri doğru ve bütüncül bir biçimde anlamalarını güçleştirmektedir. Bu araştırmanın amacı, lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusuna ilişkin kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik dört aşamalı bir kavram teşhis testi geliştirmek ve geliştirilen ölçme aracının geçerlik ve güvenilirliğini incelemektir. Araştırmada betimsel araştırmalardan biri olan tarama yöntemi kullanılmıştır. Çalışma grubunu, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında öğrenim görmekte olan ve on iki devlet okulundan rastgele seçilen 12. sınıf düzeyindeki toplam 1200 öğrenci oluşturmuştur. Geliştirilen kavram teşhis testi, uygun örneklem üzerinde uygulanmış; elde edilen veriler doğrultusunda geçerlik ve güvenilirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda testin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiş, dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin son hâlinin 21 maddeden oluştuğu ve dört faktörlü bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Faktör 1 “ Hücre Çeşidi”, Faktör 2 “Hücrenin Yapısı”, Faktör 3 “Hücrenin İşlevi” ve Faktör 4 “Hücrenin Ortak Özellikleri” olarak isimlendirilmiştir. Ayrıca geliştirilen test aracılığıyla lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusuna ilişkin bilimsel bilgi, kavram yanlışlığı ve bilgi eksikliği düzeyleri alt boyutlar bazında ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen bulguların, lise biyoloji öğretiminde öğrencilerin kavramsal öğrenme düzeylerinin belirlenmesine katkı sağlayacağı ve öğretmenler ile araştırmacılar için işlevsel bir ölçme aracı sunacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kavramlar:** Hücrenin yapısı ve görevleri, Dört Aşamalı Kavram Teşhis Testi, Kavram Yanlışlığı, Biyoloji Eğitimi.

## ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences  
Department of Mathematics and Sciences Education  
Biology Education Program  
Master Thesis

### DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST FOR IDENTIFYING HIGH SCHOOL STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT THE STRUCTURE AND FUNCTIONS OF THE CELL

EMİNE GİRGIN

The topic of the structure and functions of the cell, although forming the foundation of biology, is frequently misunderstood by high school students due to its abstract nature and the large number of concepts it involves, leading to various misconceptions. These misconceptions hinder students' ability to accurately and holistically understand biological processes at the cellular level. The purpose of this study is to develop a four-tier diagnostic test to identify high school students' misconceptions regarding the structure and functions of the cell and to examine the validity and reliability of the developed measurement instrument. The study employed a survey research design, which is one of the descriptive research methods. The study group consisted of a total of 1,200 students enrolled in the 12th grades during the 2025–2026 academic year, who were randomly selected from twelve public schools. The developed diagnostic test was administered to an appropriate sample, and validity and reliability analyses were conducted based on the collected data. The results of the analyses indicated that the test is a valid and reliable measurement instrument, and that the final version of the four-tier diagnostic test on the structure and functions of the cell consists of 21 items and has a four-factor structure. Factor 1 was named "Types of Cells," Factor 2 "Cell Structure," Factor 3 "Cell Function," and Factor 4 "Common Characteristics of Cells." In addition, the developed test revealed high school students' levels of scientific knowledge, misconceptions, and lack of knowledge regarding the structure and functions of the cell across different sub-dimensions. The findings of the study are expected to contribute to the identification of students' conceptual understanding levels in high school biology education and to provide a functional measurement tool for teachers and researchers.

**Key Concepts:** Structure and Functions of the Cell, Four-Tier Diagnostic Test, Misconceptions, Biology Education

## BÖLÜM 1

### 1. GİRİŞ

Kavramlar, bir disiplinin temel yapı taşlarını oluşturur. Kavramları doğru anlamak, analitik ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirir. Bu da sorunları daha etkili bir şekilde çözmeye yeteneği kazandırır. Aynı zamanda kavramlar arasındaki ilişkileri anlamak, öğrenme sürecini hızlandırır ve derinleştirir. Bilgiler arası bağlantılar kurmak daha kolay hale gelir. Bu nedenle öğrenci, yeni kavramları mevcut bilgi yapısıyla ilişkilendirdiğinde, bilgileri daha iyi anlar ve hatırlaması kolaylaşır. Ön bilgi olarak tanımlanan mevcut bilişsel yapılar, yeni öğrenilecek bilgiler için bilişsel bir temel oluşturmakta ve bu bilgilerin ilişkilendirilmesi anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir (Onan, 2012).

Ön öğrenmeler, bireylerin öğrenme süreçlerinde bir çerçeve ve bağlam sağlayarak, yeni bilgilerin anlamlandırılmasını ve öğrenme etkinliğinin artırılmasını sağlar. Bunun yanı sıra, mevcut bilgi yapıları ile yeni bilgilerin karşılaştırılması ve bunun sonucunda bir entegrasyon elde edilmesi, bireylerin öğrenme sürecine aktif rol almasında etkisi olur. Ancak, yanlış ya da eksik ön öğrenmeler, kavram yanılgılarına yol açarak öğrenme sürecini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, öğrenme ortamlarında ön öğrenmelerin tespit edilmesi ve yanlış anlamaların düzeltilmesine yönelik stratejilerin uygulanması kritik öneme sahiptir. Çünkü mevcut bilgi üzerine eklenen yeni bilgiler, bireyin öğrenim sürecinde bir temel oluşturur. Bu bağlamda, yeni bilgilerin doğru ve etkili bir şekilde yapılandırılması, bireyin öğrenim süreçlerini ve eğitim hayatını doğrudan etkilemektedir. Bu durum, öğrenme süreçlerinde bilgi transferinin ve anlamlandırmanın önemini daha da vurgulamaktadır.

Kavram yanılgıları, bireylerin belirli kavramları veya olguları yanlış anlaması veya yanlış yorumlaması durumudur. Öğrencinin, kavram hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, yanlış anlamalara yol açabilir. Bu bağlamda, eğitim fakülteleri, öğretmen adaylarını alan bilgisi ve alan eğitimi konularında donanımlı bir şekilde yetiştirme açısından büyük bir öneme sahiptir (Adigüzel & Yılmaz, 2020). Eğitim fakültelerinde uygulanan öğretim programları, öğretmen adaylarında kavram yanılgılarının oluşmasını önlemeyi hedeflemelidir. Aynı zamanda, mevcut kavram yanılgılarının düzeltilmesine yönelik etkili stratejiler içermelidir. Bu programlar, öğretmen adaylarının doğru ve sağlam bilgi yapılarına sahip olmalarını sağlayarak, gelecekteki öğretim süreçlerinde daha etkili birer eğitimci olmalarına katkı sunmalıdır. Böylece, eğitim süreci hem adayların bireysel gelişimlerini destekler hem de

öğrenciler üzerinde olumlu öğrenme çıktıları yaratır. Alanyazındaki çalışmalar gösteriyor ki, özellikle fen derslerinde kavram yanlışlarını oldukça yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Fen bilimleri dersi, soyut kavramlar içermesi nedeniyle öğrencilerin zorlandığı dersler arasında yer almaktadır (Ecevit & Özdemir Şimşek, 2017). Fen dersi içerisinde yer alan, biyoloji dersi hem teorik hem de uygulamalı konuları birlikte bulundurması sebebi ile öğretmen adaylarının ve öğrencilerinin kavram yanlışlarının bulunduğu farklı çalışmalarla doğrulanmıştır (Dikmenli, Türkmen, Çardak & Kurt, 2005, Tekkaya, Çapa & Yılmaz, 2000) .

Biyoloji dersi, soyut kavramlar ve karmaşık süreçler içermesi nedeniyle kavram yanlışlarının sıkça karşılaşıldığı bir ders olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin ön öğrenmelerindeki eksiklikler veya yanlış bilgiler, biyolojik süreçlerin ve kavramların doğru bir şekilde anlaşılmasını engelleyebilir. Bu durum, yalnızca öğrencilerin öğrenme sürecini olumsuz etkilemekle kalmaz, aynı zamanda öğretmen adaylarının kavramları doğru şekilde aktarmasını da zorlaştırabilir. Dolayısıyla, biyoloji eğitimi sürecinde kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Öğrenciler, çevrelerinde her gün yeni bilgiler öğrenirken, bu bilgileri daha önce sezgisel olarak geliştirdikleri inanç ve düşünceler çerçevesinde yorumlama eğilimi gösterirler (Dikmenli & Çardak, 2004). Bu durum, öğrencilerin yeni bilgileri anlamlandırma sürecinde ön öğrenmelerin ve bilişsel yapılarının ne denli etkili olduğunu göstermektedir. Ancak, bu eğilim aynı zamanda yanlış anlamaların ve kavram yanlışlarının ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu nedenle, eğitim süreçlerinde öğrencilerin mevcut bilgi ve inançlarının değerlendirilmesi ve öğrenme sürecinde doğru yönlendirmelerin yapılması, bilgi yapılandırma sürecinin etkinliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Aksi takdirde, öğrenciler, yeni bilgileri kendi bireysel yorumlarına dayalı olarak şekillendirebilir ve bu durum, oluşan kavram yanlışlarının kalıcı bir yanlış bilgiye dönüşmesine neden olabilir. Bazı durumlarda, öğretmenlerin ifadeleri ve ders kitaplarının içeriği, öğrencilerdeki kavram yanlışlarını pekiştirebilir (Barrass, 1984). Bu, öğretmenin açıklamalarının ya da kullanılan kaynakların eksik, belirsiz veya yanlış bilgi içermesi nedeniyle olabilir. Özellikle, öğretmenin öğrencilerin mevcut bilgi yapılarını dikkate almadan verdiği bilgiler, kavramların yanlış anlaşılmasına yol açabilir. Benzer şekilde, ders kitaplarında yer alan hatalı açıklamalar veya yetersiz örnekler, öğrencilerin doğru bilgiye ulaşmasını engelleyebilir ve yanlış kavramların pekişmesine neden olabilir. Bu sebeple, öğretim materyallerinin ve öğretmen ifadelerinin titizlikle gözden geçirilmesi, etkili bir öğrenme ortamı için önemlidir. Çünkü öğrencilerin öğrenme süreçlerinde yanlış anlamalar ve

kavram yanlışları sürekli olarak tekrarlanabilir, bu da öğrencilerin kalıcı ve doğru bilgiye ulaşmalarını engeller.

Biyoloji eğitiminin en temel hedeflerinden biri, öğrencilerin biyoloji kavramlarını ezberlemek yerine anlamlı bir şekilde öğrenmelerini ve bu kavramları ihtiyaçları doğrultusunda etkili bir şekilde kullanabilmelerini sağlamaktır (Ecevit & Özdemir Şimşek, 2017). Öğrencilerin biyoloji alanındaki yeni kavramları kalıcı olarak içselleştirebilmeleri için, önceki bilgileriyle çelişmeyen ve tutarlı bir öğrenme deneyimi yaşamaları gerekmektedir. Bu sürecin ilk adımı, öğrencilerin mevcut kavramlarının açığa çıkarılmasıdır; böylece kavramların doğruluğu incelenebilir ve yanlış anlamalar tespit edilebilir.

Kavram yanlışlarının tespitinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında kavram haritaları, Vee diyagramları, Tanılayıcı Dallanmış Ağaç (TDA), kavram ağları/semantik ağlar, çizimler, mülakatlar, kelime çağrışım testleri, iki aşamalı teşhis testleri, üç aşamalı teşhis testleri ve dört aşamalı teşhis testleri yer almaktadır.

Kavram yanlışlarının daha etkili bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla yapılan çalışmaların sayısı artış göstermiştir. Bu kapsamda, en yaygın ve önemli yöntemlerden biri, çoktan seçmeli testlerin kullanımudur. Çoktan seçmeli testlerin kavram yanlışlarını daha etkili bir şekilde ortaya koyabilmesi amacıyla, 1990 yılında iki aşamalı teşhis testleri geliştirilmiştir. Kavram tanı testlerinin iki aşamalı yapısında, öncelikle öğrenciden yalnızca bir yanıt vermesi istenir; ardından, bu yanıtın mantığını veya nedenlerini açıklaması beklenir. Bu yaklaşım, öğrencinin kavramı ne kadar derin anladığını ortaya koymada etkili olur (Karakaya & Yılmaz, 2021). İki aşamalı kavram testleri, kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla çeşitli avantajlar sağlamakla birlikte bazı açılardan yetersiz kalabilmektedir. Örneğin, ikinci aşamada öğrenciden yanıtlarının gerekçesini açıklaması istense de, öğrencinin kavramları yeterince derinlemesine anlamaması durumunda açıklamalar yüzeysel veya ezbere dayalı olabilir. Bu durumda, test öğrencinin kavramı ne derece özümlediğini tam olarak ortaya koyamayabilir. Bu eksikliklerin giderilmesi amacıyla, iki aşamalı testlere alternatif olarak üç aşamalı testler geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, teste üçüncü bir aşama eklenmiştir. Üçüncü aşamada, öğrenciye verdiği yanıtın ne kadar emin olduğu sorulmaktadır. Bu aşama, öğrencinin kavram hakkında sahip olduğu bilgiye duyduğu güveni ölçerek yanlışların daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Üç aşamalı testlerin, bir ve iki aşamalı testlere göre öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemede daha geçerli ve güvenilir olduğu öne sürülmektedir. Üç aşamalı testler, kavram yanlışlarını belirlemede önceki testlere göre daha

gelişmiş bir yaklaşım sunsa da, bazı açılardan yetersiz kalabilir. Üç aşamalı testler yanıt, gerekçe ve güven aşamalarını içerir; ancak öğrencilerin yanıtlarını yüzeysel veya ezbere bilgiye dayandırması hâlâ mümkündür. Bu durumda test, öğrencinin kavramı gerçekten derinlemesine anlayıp anlamadığını ortaya koymakta yine yetersiz kalabilmektedir.

Dört aşamalı çoktan seçmeli testler, öğrencilerin bir kavramı ne kadar anladıkları konusunda daha kesin bilgi sunar (Dirman, Mufit & Festiyed, 2022). Dört aşamalı testte son aşama olarak öğrenci, soruyu ve yanıtını yeniden gözden geçirir ve yanıtını tekrar değerlendirir. Bu aşama, öğrencinin kendi düşünme sürecini sorgulamasına ve olası yanlış anlamalarını tespit etmesine olanak tanır. Böylece, öğrenci yalnızca doğru cevaba ulaşmaya çalışmakla kalmaz, aynı zamanda kavramsal bilgilerini yeniden yapılandırma fırsatı bulur. Bu süreç, kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesinde etkili bir öğrenme stratejisi olarak önemli bir rol oynar. Yapılan çalışmalar, çoktan seçmeli testlerin zamanla daha gelişmiş formlara evrilerek sürekli iyileştirildiğini göstermektedir. Dört aşamalı teşhis testleri, iki ve üç aşamalı teşhis testlerinin sınırlılıklarını gidermektedir (Kiray & Simsek, 2021). Bu da, söz konusu testlere olan ilgi ve güvenin artmasına neden olmuş; dolayısıyla, bu testler literatürde daha yaygın bir şekilde kullanılmaya ve geliştirilmeye devam etmiştir.

### **1.1. Problem durumu**

Biyoloji dersi, canlıların yapısını, işlevlerini, büyüme ve gelişim süreçlerini, evrimsel ilişkilerini, ekosistemler içindeki etkileşimlerini ve genetik temelini inceleyerek öğrencilerin yaşamı oluşturan temel biyolojik kavramları anlamalarına yardımcı olmayı amaçlayan bir bilim dalıdır. Biyoloji dersinde sıkça karşılaşılan soyut nitelikli kavramlar arasında hücre, DNA, ökaryot, prokaryot ve sitoplazma gibi terimler bulunmaktadır. Bu kavramlar, öğrencilerin doğrudan gözlemleyebileceği somut olgularla ilişkilendirilemeyen, soyut ve karmaşık yapılar içermektedir. Örneğin, "hücre" terimi, birçok farklı organeli ve işlevi barındıran mikroskobik bir yapıyı ifade ederken, öğrencilerin bu yapının işleyişini ve organizmanın genel fonksiyonlarına katkısını kavrayabilmesi için soyut bir kavramsal düşünme yeteneğine ihtiyaç duyması gerekmektedir.

Bu durum, öğrencilerin soyut kavramları yeterince derinlemesine anlayamaması sonucunda kavram yanlışlarına yol açabilmektedir. Özellikle, biyolojinin temelini oluşturan bu tür kavramların öğrenilmesindeki zorluklar, öğrenci başarısını doğrudan etkileyebilmektedir. Bu nedenle, soyut kavramların somut örnekler, görsel materyaller ve

uygulamalı etkinliklerle desteklenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kavram yanlışlarının önüne geçebilmek için öğretmenlerin bu tür kavramları açık, anlaşılır ve öğrenci seviyesine uygun bir şekilde sunması büyük önem taşımaktadır. Biyoloji dersinin doğasında yer alan bu soyut kavramlar, yalnızca öğrencilerin değil, aynı zamanda öğretmenlerin öğretim sürecinde etkili yöntemler geliştirmesini zorunlu kılan kritik bir öğrenme alanıdır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Öğrencilere biyoloji dersi kavramlarının anlamlı ve kalıcı olarak kazandırılabilmesi için, yeni öğrenilenlerle mevcut kavramlar arasında tutarlılık sağlanmalıdır; bu da öğrencilerin mevcut kavramlarının açığa çıkarılıp doğruluğunun değerlendirilmesi ile mümkündür (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Yanlış anlamalar, özellikle anlamlı öğrenme sürecini olumsuz etkiler. Anlamlı öğrenme, yalnızca bilgilerin ezberlenmesinden öte, öğrencilerin mevcut bilgilerle yeni bilgileri ilişkilendirmesiyle mümkün hale gelir (Driver, 1989).

Bu araştırma, lise öğrencilerinin hücrenin yapısı ve görevleri konusuna ilişkin kavram yanlışlarının doğru ve ayrıntılı biçimde ortaya konulmasını amaçlayan dört aşamalı bir kavram tanı testinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Hücre konusu, biyolojinin temelini oluşturmasına rağmen, soyut ve karmaşık yapısından dolayı öğrenciler arasında sıklıkla kavram yanlışlarına yol açmaktadır. Bu yanlış anlamalar, öğrencilerin biyolojik kavramları derinlemesine kavramalarını engelleyerek, fen bilimlerinde anlamlı ve kalıcı öğrenmenin önünde önemli bir engel oluşturmaktadır.

Geleneksel değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin kavram yanlışlarını yeterince ortaya koyamamaktadır. Bu bağlamda, dört aşamalı kavram teşhis testi, öğrenci yanlışlarını daha ayrıntılı ve güvenilir bir şekilde belirlemek için etkili bir araç sunmaktadır. Testin dört aşamalı yapısı, öğrencinin yanıtlarından duyduğu güveni ölçerek yanlışlarının daha net bir biçimde ortaya konmasına olanak sağlamaktadır. Bu araştırma, eğitim sürecinde öğretmenlerin öğrenci kavram yanlışlarını teşhis etmelerine ve bu yanlış anlamaları gidermeye yönelik stratejiler geliştirmelerine katkı sunacaktır.

Literatür incelendiğinde, hücrenin yapı ve görevleri konusundaki kavram yanlışlarının yeterince ele alınmadığı görülmektedir. Diğer biyoloji kavramlarında olduğu gibi, hücrenin yapı ve işlevine ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, biyoloji öğretiminde kavram yanlışlarının anlaşılması ve

giderilmesi yönünde önemli bir bilgi birikimi sağlamanın yanı sıra, biyoloji eğitimi literatürüne dört aşamalı teşhis testlerinin önemini vurgulayan özgün bir katkıda bulunacaktır.

### **1.3. Problem Cümlesi**

Araştırmanın problemi ‘Lise öğrencilerinin hücrenin yapısı ve görevleri konusundaki kavram yanlışlarının dört aşamalı kavram teşhis testinin geliştirilmesi’ şeklinde tanımlanabilir.

#### **1.3.1. Alt Problemler**

Bu problem cümlesi doğrultusunda, araştırmada ele alınacak alt problemler aşağıda sıralanmıştır.

1. Lise düzeyindeki öğrencilerin hücrenin yapı ve işlevlerine ilişkin kavram yanlışlarını ortaya koymak üzere geliştirilen dört aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin geçerlilik ve güvenilirlik özelliklerine sahip bir değerlendirme aracı olarak işlevsel midir?

2. Faktörler bazında, ortaöğretim düzeyindeki katılımcıların hücrenin yapı ve görevleri kavramına ilişkin bilgi eksikliği, bilimsel bilgi ve kavram yanlışları yüzdeleri hangi değerleri göstermektedir?

### **1.4. Sayıtlar**

1. Araştırma kapsamında geliştirilen “Hücrenin Yapı ve Görevleri Konusuna yönelik Kavram Yanlışlarının Belirlenmesinde Dört Aşamalı Kavram Teşhis Testi”nin hazırlanma sürecinde alınan uzman görüşleri, testin bilimsel geçerliliğini desteklemektedir.

2. Kavram yanlışlarını Dört aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testindeki maddeler yansıtmaktadır.

3. Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama yöntemleri ve bunlar aracılığıyla ulaşılan bulgular, bilimsel ölçütlere uygun olarak elde edilmiştir.

### **1.5. Sınırlılıklar**

1.Lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusuna yönelik kavram yanlışları ile sınırlıdır.

2.Araştırma belirli bir dönemde gerçekleştirilecektir ve bu dönemdeki öğrencilerin bilgi düzeyleri ile sınırlıdır.

## 1.6 Tanımlar

**Kavram Yanılgısı:** Öğrencilerin bilimsel kavramlara ilişkin sahip oldukları, bilimsel açıklamalarla örtüşmeyen ve öğrenme sürecinde direnç gösterebilen bilişsel yapılardır. Biyoloji dersi kapsamında lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki dört aşamalı teşhis testinde birinci basamağı yanlış, ikinci basamağı emin, üçüncü basamağı yanlış ve dördüncü basamağı emin şekilde işaretlenmesi sonucu belirlenen doğruluğuna inandıkları yanlış düşüncelerdir.

**Dört Aşamalı Kavram Teşhis Testi:** Lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve işlevleri konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiş, maddeden oluşan dört aşamalı bir testtir. İlk aşamada asıl soru sorulmakta, ikinci aşamada öğrencinin verdiği yanıttan emin olup olmadığı belirlenmekte, üçüncü aşamada verilen cevabın gerekçesi sorulmakta ve son aşamada ise öğrencinin bu gerekçeden ne kadar emin olduğu ölçülmektedir.

**Bilimsel Bilgi:** Lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevlerine yönelik dört aşamalı teşhis testinde, birinci aşamada doğru yanıtı işaretlemesi, ikinci aşamada cevabından emin olduğunu belirtmesi, üçüncü aşamada ilk yanıtı uygun ve doğru bir gerekçe sunması ve dördüncü aşamada gerekçesinden emin olduğunu ifade etmesi, bilimsel bilgiye dayalı bir anlayışı gösterir.

**Bilgi Eksikliği:** Lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki dört aşamalı teşhis testinde birinci ve üçüncü aşamadaki cevaplarının herhangi birinden veya her ikisinden de emin değilse bu öğrenciler bilgi eksikliğine sahiplerdir.

## BÖLÜM 2

### 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

#### 2.1. Kavram

İnsanlar, günlük yaşamlarında çeşitli zorluklar ve problemlerle karşılaşır ve bu durumlarla başa çıkabilmek için bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bu bilgiler, insanların karşılaştığı sorunları çözmelerine, yaşamlarını kolaylaştırmalarına ve çevrelerini anlamalarına yardımcı olur. İşte bu noktada, kavramlar devreye girer. İnsanlar dünyayı anlamlandırmak için kavramları kullanır. Kavram, bireylerin karşılaştığı zorlukları ve olayları anlamlandırmak için kullandığı, genelleştirilmiş bir zihinsel temsil birimidir. Kavramlar, belirli bir olayın, nesnenin ya da durumun temel özelliklerini özetleyen ve bu özelliklerin zihinde soyut bir sembol olarak organize edilmesini sağlayan araçlardır. Kavramlar, bilginin örgütlenmesi, yeni öğrenmelerin yapılandırılması ve günlük yaşam problemlerinin anlamlandırılmasında önemli işlevler üstlenir (Ausubel, 1968; Novak & Gowin, 1984; Senemoğlu, 2018).

Kavramlardan oluşan bilgilerin bireyler tarafından edinilmesi, bireyin anlama düzeyine dayalı öğrenme kapasitesinin bir göstergesidir (Ülgen, 2004). Kavramlar, bireylerin öğrenme süreçlerini anlamlandırmasında temel bir rol oynar. Kavramlardan oluşan bilgilerin bireyler tarafından başarıyla edinilmesi, bu bilgilerin sadece yüzeysel olarak değil, derinlemesine ve anlamlı bir şekilde öğrenildiği göstermektedir. Bu durum, bireyin bilgiyi yalnızca ezberlemekle kalmayıp, aynı zamanda kavramlar arasında bağlantı kurarak kendi zihninde yapılandığı anlamına gelir. Anlamaya dayalı bu tür öğrenme, bilginin etkili biçimde kullanılmasını ve yeni durumlara aktarılmasını kolaylaştırmaktadır (Ausubel, 1968; Novak & Gowin, 1984; Senemoğlu, 2018).

Eğitim süreci boyunca öğrenmenin yapı taşlarını somut ve soyut kavramlar oluşturmaktadır. Somut kavramlar, öğrencilerin doğrudan gözlemleyebileceği, deneyimleyebileceği ve fiziksel olarak ilişkilendirebileceği gerçekliklere dayanırken soyut kavramlar ise daha derin zihinsel işlem gerektirir ve öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve bilgi transferi becerilerini geliştirmesine olanak tanır. Eğitimde, bu iki kavram türü arasındaki dengenin kurulması, öğrencilerin bilgiyi anlamlandırma, içselleştirme ve uygulama yeteneklerini artırmasında oldukça önemlidir (Anderson & Krathwohl, 2001; Ausubel, 1968; Piaget, 1972; Senemoğlu, 2018).

Kavram, sözcük ve terim arasındaki ilişkiyi disiplinlerarası bir bakış açısıyla ele almak, bilginin doğru ve etkili bir şekilde aktarılmasını sağlamak açısından büyük önem taşır (Kamacı Gencer & Çiçek, 2024). Bu yaklaşım, farklı disiplinler arasında ortak bir terminolojik çerçevenin oluşturulmasına katkı sağlarken, kavramların yanlış anlaşılmasını ve bilgi kaybını önlemeye yardımcı olur. Ayrıca, disiplinler arası iletişim ve iş birliğinin güçlendirilmesi için de temel bir gerekliliktir. Biyoloji, kimya, fizik ve sosyal bilimler gibi farklı disiplinlerle kesiştiği için, kavramlar bu alanlar arasındaki iletişim ve ortak anlayışı kolaylaştırır. Bu durum, disiplinler arası bağlantıların güçlenmesine katkı sağlar (Jacobs, 1989; Yıldırım, 2013).

Biyoloji dersi, içerisinde çok sayıda soyut kavram bulundurması ile öne çıkmaktadır. Bu nedenle, öğretmenin söz konusu soyut kavramlara derinlemesine hâkim olması, bu kavramları öğrencilere doğru ve etkili bir şekilde aktarabilmesi açısından büyük önem taşır. Bu sayede kavramların eksik ya da hatalı biçimde anlaşılmasının önüne geçilerek, öğrencilerin anlamlı öğrenme süreçleri desteklenmektedir. Biyoloji dersinde soyut kavramların doğru bir şekilde aktarımı, öğrencilerin bu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilmesini ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmesini sağlar. Ayrıca, öğretmenin bu kavramları somut örneklerle, görsellerle ya da deneylerle desteklemesi, öğrenmeyi daha kalıcı ve ilgi çekici hale getirebilir. Bu yaklaşım sayesinde, öğrencilerin biyolojiye olan ilgisi artarken, derinlemesine bir kavrayış geliştirmelerine de katkı sağlar (Ausubel, 1968; Çepni, 2018; Duit & Treagust, 2003; Shulman, 1986).

## **2.2. Kavram Yanılgıları**

İnsan, doğumundan itibaren çevresiyle etkileşim içine girer ve bu etkileşim, öğrenme sürecinin temelini oluşturur. Çevresel uyaranlar ve deneyimlerle şekillenen bu süreçte, olaylar, durumlar ve kavramlar zamanla anlam kazanmaya başlar. Bu bağlamda, bireyin çevresiyle kurduğu ilişkiler, öğrenmenin dinamik bir yapıya sahip olduğunu ve sürekli bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978). Ancak bu öğrenme süreci her zaman doğru ve eksiksiz bir şekilde ilerlemeyebilir. Çevresel faktörler, bireysel algılar ve önceki bilgiler, zaman zaman kavramların yanlış anlaşılmasına ya da hatalı öğrenmelere yol açabilir. Bu tür yanlış anlamalar, literatürde kavram yanılgısı olarak adlandırılmakta ve bireylerin yeni bilgileri anlamlandırma süreçlerini olumsuz etkilemektedir (Ausubel, 1968).

Bireylerin bir konuya veya olguya ilişkin yanlış veya eksik bir anlayış geliştirmesi durumuna kavram yanılgıları denir (Dikmenli, 2010). Farklı bir bakış açısına göre ise, kavram yanılgıları; hatalı düşünceler, temelsiz inanışlar, önyargılar ve kendiliğinden yapılan akıl yürütmeler olarak tanımlanmaktadır (Wandersee, Mintzes & Novak 1994). Bu durum, yanlış öğrenme, yanlış genellemeler veya eksik bilgi nedeniyle ortaya çıkabilir ve bireylerin doğru bilgiye ulaşmasını veya bilgiyi etkili bir şekilde kullanmasını engelleyebilir.

Kavram yanılgıları, fen öğretiminde anlamlı öğrenmenin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir (Kaptan & Korkmaz, 2001). Biyoloji dersinde bazı kavramların soyut bir yapıya sahip olması, öğrencilerin bu kavramları yanlış anlamasına ve bilgiyi hatalı bir şekilde zihnine kaydetmesine yol açarak kavram yanılgılarının oluşmasına neden olmaktadır.

Bu bağlamda en önemli sorumluluk öğretmenlere aittir. Örneğin öğretmenler ders sırasında öğrencilerin verdiği tepkilerden veya sorularından yanlış anlamaları hızlı bir şekilde fark edip bunlara uygun müdahalelerde bulunmalıdırlar. Bunun yanı sıra yine öğretmenler öğrencilerin öğrenilen bilgileri sorgulamalarını, analiz etmelerini ve kendi kavram yanılgılarını fark etmelerini sağlayan bir öğrenme ortamı oluşturmalıdırlar. Öğretmenler, kavram yanılgılarının farkında olduklarında ve bu konuda bilinçli yaklaşımlar sergilediklerinde, öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenme sürecine katkıda bulunabilirler. Bununla birlikte, öğretmenlerin öğrencilerle doğru bir şekilde iletişim kurarak onların öğrenme süreçlerine aktif katılımını sağlaması da fazlasıyla önemlidir. Etkileşimli tartışmalar, grup ödevleri ve problemler üzerinde birlikte düşünme gibi yöntemler, öğrencilerin kendi yanlış anlamalarını keşfetmesine ve bu yanılgıları düzeltmesine fırsat verebilir. Ayrıca, öğretmenlerin geri bildirim süreçlerini etkili bir şekilde yönetmesi, öğrencilerin öğrenme eksiklerini daha hızlı gidermelerine ve ders içeriğini daha iyi anlamalarına olanak tanır. Bu tür bilinçli ve yapılandırılmış yaklaşımlar, öğrencilerin hem akademik başarılarını artırabilir hem de biyolojiye karşı olumlu bir tutum geliştirmelerini destekleyebilir (Çepni, 2018; Duit & Treagust, 2003; Hattie & Timperley, 2007; Shulman, 1986; Vygotsky, 1978).

Kavram yanılgıları, çeşitli nedenlerle oluşan hatalarla sıklıkla karıştırılmaktadır (Luneta & Makonye, 2010). Buradan şu sonucu çıkarabiliriz, tüm hatalar kavram yanılgısı değildir. Başka bir deyişle, kavram yanılgıları hatalı sonuçlara yol açmaktadır. Bu hatalar, öğrencilerin doğru bilgiye ulaşmalarının önünde bir sorun haline gelir. Bu durumda, kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve düzeltilmesi, öğrencilerin doğru kavrayışlar geliştirmeleri için hayati öneme sahiptir (Duit & Treagust, 2003)

### 2.3. Kavram Yanılgılarının Sebepleri

Kavram yanılgılarının nedenleri, çeşitli araştırmacılar ve akademik kurumlar tarafından incelenmiştir. Lisans fen eğitimi komitesi (Committee on Undergraduate Science Education/CUSE, 1997)' ne göre kavram yanılgılarının oluşumuna yol açan etmenler aşağıda sıralanmaktadır:

- Bireylerce içselleştirilen kavram yanılgıları, hem öğrenenin hem de öğretmenin bilgi birikimi içerisinde yer almaktadır. Dilin kullanım biçiminden kaynaklanan kavram yanılgıları ise günlük dil ile akademik dil arasındaki farklılıklardan doğmaktadır.
- Yanlış benimsemeler, öğrencilerin ve öğretmenlerin bilgi birikimlerinde yer almaktadır. Kullanım dilinden kaynaklanan kavram yanılgıları, bir kelimenin günlük hayatta bir anlamda, Fen Bilimleri alanyazınında başka bir anlamda kullanılması sonucu artış gösterir.

Nakiboğlu (2009)' a göre kavram yanılgılarının oluşma sebepleri;

- Sınıftaki ortamın fen öğretimine uygun olmaması,
- Öğretilen bilgiler ile günlük yaşam arasında bağ kurulamaması,
- Günlük yaşam dilinin bilimsellikten uzak olması gibi bilgilerdir.

Biyoloji öğretiminde karşılaşılan kavram yanılgılarının birçok sebepleri bulunabilir. Bunlar içerisinde en önemlileri arasında şunlar sayılabilir. Bireyler gündelik hayatlarındaki deneyimlerinden yola çıkarak kendi yorumları sonucunda kavram yanılgıları geliştirebilirler. Bu tür yanılgılar bilimsel ilkelerle örtüşmez, aksine çelişir. Ancak birey bunun farkında değildir. Bu tür yanılgıların çoğu bilimsel olguların aşırı genellemelerden ya da aşırı indirgemelerden kaynaklanabilir. Örneğin öğrenciler tüm uçan hayvanları “kuş”, tüm yüzenleri “balık” kategorilerinde sınıflandırma eğilimindedirler. Bu bir aşırı genelleme örneğidir. Aşırı genellemelerin istisnaları mevcuttur ve birey bu istisnalardan habersizdir. Yarasa kuş değil, uçan bir memeli hayvandır. Balina balık değil yüzen bir memeli hayvandır. Bu durumda böyle kavram yanılgıları bireyin kendi yorumları sonucu ortaya çıkmış olur. Dış kaynaklı değildir. Zaten kavram yanılgılarını şöyle tanımlarız: “Bireyin kendi yorumları sonucu veya çeşitli kaynaklardan geliştirdiği, bilimsel gerçeklerle örtüşmeyen aksine çelişen düşünce kalıplarıdır.” (Dikmenli, 2010).

Kavram yanlışlarının bir sebebi de gündelik dil ile bilimsel dilin örtüşmeşiştir. Bireyler gündelik hayatta kullandıkları bilimsel olmayan terimleri, sanki bilimsel bir terimmiş gibi kabul edebilir. Bu da kavram yanlışlarına sebep olabilir (Dikmenli, Gülcan & Duran, 2023). Örneğin gündelik hayatta insanlar “yunus balığı”, “terliksi hayvan” terimlerini kullanırlar. Bu tür terimler çoğu zaman sınıf ortamlarında da kullanılmaktadır. Ancak, Yunus balığı balık olmayıp, terliksi hayvan denilen paramesyum da bir hayvan değildir. Yunus bir memeli hayvan, paramesyum ise bir protozodur. Bu tür kavram yanlışlarına ders kitaplarında da rastlanılmıştır (Dikmenli & Çardak 2004). Dikmenli & Çardak (2004), yaptıkları araştırmada lise biyoloji ders kitaplarında çeşitli kavram yanlışlarının varlığını göstermişlerdir. Ayrıca dil içerisine sızan metafor ve analogiler de zaman zaman kavram yanlışlarına sebep olabilir (Dikmenli, 2015).

Fen bilimleri dersleri kavram öğretimi açısından büyük önem taşımaktadır (Coştu, Ayas & Ünal, 2007). Bu nedenle fen bilimleri dersleri öğretmenlerine büyük sorumluluk düşmektedir. Çünkü öğretmenler bilgi konusundaki birincil bilgi kaynaklarıdır; bu yüzden bilgiyi doğru bir şekilde aktarmakla yükümlüdürler. Öğretmenler sadece bilgi aktarıcısı değil aynı zamanda öğrencilerin kavramları doğru anlamalarına rehberlik eden kolaylaştırıcılarıdır. Bu bağlamda öğretmenlerin konuya hakim olmaları kadar öğrencilerin mevcut bilgi düzeylerini ve kavram yanlışlarını tespit edebilmeleri de önemlidir. Etkili kavram öğretimi için öğretmenlerin öğrenci merkezli yaklaşımları benimseyerek çeşitli öğretim strateji ve araçlarını kullanmaları gerekmektedir. Böylece öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve kavramları doğru bir şekilde içselleştirmelerinin sağlanması mümkün olabilecektir.

Biyoloji öğretmenleri soyut ve karmaşık konuların yoğun olduğu derslerde öğrenciye bu konuları daha açık ve anlaşılır şekilde sunmalıdır. Aksi halde yanlış ve eksik bilgiler öğrencide kavram yanlışlığı oluşmasına sebebiyet vermektedir. Örneğin karmaşık konular doğru bir şekilde görselleştirilemezse ya da yanlış görsel materyal kullanılırsa yine kavram yanlışlığı oluşabilir. Aynı şekilde, eksik veya yanlış kullanılan öğretim materyalleri yine kavram yanlışlığı oluşumuna sebep olmaktadır. Bu nedenle öğretmenler, ders planları hazırlarken etkili görsel ve işitsel materyalleri dikkatli seçip kullanmaları büyük önem taşımaktadır. Ayrıca öğrencilerin anlamalarını güçlendirmek için deneyler, simülasyonlar ve aktiviteye dayalı öğrenme yöntemleri kullanılabilir. Öğrencilere konuları günlük hayatla ilişkilendirme fırsatı vermek aynı zamanda kavramların daha iyi anlaşılmasına da katkı sağlayacaktır. Ayrıca öğretmenlerin öğrencilerin anlama düzeylerini düzenli olarak

değerlendirmeleri ve gerektiğinde öğretim stratejilerini ayarlamaları gerekir. Bu sayede kavram yanlışlarının önüne geçilebilir ve öğrencilerde daha sağlam bir bilgi tabanı oluşturulabilir.

Öğrenciler eski bilgileri ile yeni bilgileri harmanlarken yanlış anlaşılmalardan sonucu yine kavram yanlışlığı oluşabilir. Böyle durumlarda öğretmenler, öğrencilerin ön bilgilerindeki yanlış anlamaları tespit etmeli ve bunları hemen doğru bilgilerle yeniden yapılandırmalıdır. Kavram yanlışlarına zamanında müdahale edilmesi ve düzeltilmesi, bireylerin bilimsel bilgiyi anlamalarını ve bu bilgiyi etkin bir şekilde uygulamalarını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, yanlış anlamaların oluşum nedenlerini anlamak ve bunları ortadan kaldırmak için etkili stratejiler geliştirmek, hem öğretmenlerin hem de eğitim sürecinin ana hedeflerinden biri olmalıdır.

## **2.4. Kavram Yanlışlarını Bulmak İçin Kullanılan Yöntemler**

### **2.4.1. Çok Aşamalı Testler**

Yapılan araştırmalar sonucu, tek aşamalı testlerin birçok sınırlılığının olduğu ve kavram yanlışlarını tespit etmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bu eksikliği gidermek amacıyla da iki, üç ve dört aşamalı kavram teşhis testleri geliştirilmiştir. Çok aşamalı testler, öğrencilerin yalnızca doğru cevabı seçmelerini değil, aynı zamanda verdikleri cevapların gerekçesini açıklamalarını veya bilgi düzeylerini belirlemelerini sağlayan bir ölçme değerlendirme yöntemidir. Bu testlerin temel amacı, kavram yanlışlarını daha etkili bir şekilde tespit etmek ve öğrencilerin derinlemesine anlama düzeylerini değerlendirmektir. Bu testler, özellikle fen bilimleri gibi kavramsal bilgilerin kritik olduğu alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Howitt, Anderson, Hamilton & Wright, 2008; Kalas, O'Neil, Pollock & Birol, 2013; Knight & Wood, 2005; Shi, Wood, Martin, Lonca, Vicens & Knight, 2010).

#### **2.4.1.1. İki Aşamalı Testler**

Araştırmacılar tarafından çoktan seçmeli testlerin çeşitli sınırlılıkları ortaya konmuş ve bu sınırlılıkları gidermeye yönelik farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen yöntemlerden biri iki aşamalı testlerdir (Karataş, Köse & Coştu, 2003). İki aşamalı testler, ilk aşamada içerik sorusunu, ikinci aşamada ise nedeni sorusunu içeren bir yapıdan oluşur (Treagust, 1988). Bu aşamada yer alan seçeneklerden biri doğru cevabı temsil ederken, diğer seçenekler ise kavram yanlışlarını barındıran çeldiricilerden oluşmaktadır. İkinci aşamada

neden sorunun cevabı istenir ve böylece öğrencide bulunan mevcut kavram yanlışları belirlenir.

İki aşamalı testler, hem öğrencinin bilgisini hem de akıl yürütme veya kavramsal anlayışını değerlendirmek için tasarlanmış bir değerlendirme aracıdır. Geleneksel çoktan seçmeli testlerin sınırlamalarını, bir öğrencinin cevabının arkasındaki mantığa odaklanan ek bir soru katmanı ekleyerek ele alır, bu da yanlış anlamaları ve daha derin öğrenme zorluklarını belirlemek için özellikle yararlıdır.

Bu testler, uygulama ve puanlama aşamalarında pratiklik ve kolaylık sağlayan kullanışlı bir ölçme aracıdır. Ancak, çoktan seçmeli testlerin tek başlarına güvenilirliği sınırladığı göz önüne alındığında, bu durumu iyileştirmek amacıyla testlere ek bir gerekçelendirme sorusu eklenmiştir. Bu yenilikçi yaklaşım sayesinde, öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlarla kavram yanlışlığı ihtimali daha doğru bir şekilde tespit edilmesi (Avcı, Acar & Kırbaslar, 2018; Aykurt & Akaydın, 2009; Garnett & Treagust, 1992; Haslam & Treagust, 1987; Tan, Goh, Chia & Treagust, 2002).

İki aşamalı testler, klasik çoktan seçmeli testlere göre avantajlara sahip olsalar da bazı dezavantajları da vardır. Bu testlerde, öğrencinin cevabının kaynağı kesin olarak belirlenemez. Örneğin, bir soru yanlış cevaplandığında, hatanın yanlış anlamadan mı yoksa bilgi eksikliğinden mi kaynaklandığı net bir şekilde anlaşılabilir (Caleon & Subramaniam, 2010a).

#### **2.4.1.2. Üç Aşamalı Testler**

İki aşamalı testlerin belirlenen sınırlamalarını ortadan kaldırmak amacıyla, her bir madde için ilk iki aşamada verilen yanıtlara olan güveni sorgulayan üçüncü bir aşama eklenerek bu eksikliklerin giderilmesi hedeflenmiştir (Aydın, 2007; Kutluay, 2005). Üç aşamalı testler, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını da daha derinlemesine değerlendirmek için geliştirilmiştir. İki aşamalı testler, öğrencilerin cevaplarının doğruluğunu ve gerekçesini değerlendirirken, bu cevapların kaynağı hakkında yeterli bilgi sağlamaz. Özellikle, öğrencinin yanlış cevap vermesinin yanlış anlama, bilgi eksikliği veya rastgele tahmin gibi farklı nedenlerden kaynaklanabileceği göz önüne alındığında, bu durumun daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaç doğrultusunda, öğrencinin yanıt verirken kullandığı düşünme sürecini, bilgi güven seviyesini ve kavramlar arasındaki ilişkileri daha ayrıntılı bir

şekilde analiz etmek için üç aşamalı testler tasarlanmıştır. Üç aşamalı testler bu sayede öğretmenlere daha iyi bir geribildirim sağlar.

Üç aşamalı teşhis testleri, öğrencilerin kavramsal düzeylerini belirlemek ve kavram yanlışlarını bulmak için kullanılan yöntemlerden biridir (Demirci & Efe, 2007). Üç aşamalı kavram teşhis testi, öğrencilerin konuya hakimiyet düzeylerini, mevcut kavram yanlışlarını ve verdikleri cevaplardan ne kadar emin olduklarını aynı anda değerlendirme imkânı sunar (Elmas & Pamuk, 2021a). Üç aşamalı testlerde, ilk aşama soru kökünden oluşur ve öğrencilerin konuya dair temel bilgisini ölçer. İkinci aşamada, verdikleri cevabı gerekçelendirmeleri istenir. Bu aşama, öğrencilerde bilgi temelli bir anlayış mı yoksa kavram yanlışlığı mı olduğunu tespit etmek için oluşturulmuştur. Üçüncü aşama güven basamağıdır ve bu son aşamada öğrencilerin verdikleri yanıtta ne kadar emin oldukları sorulur; bu yanıtlarına göre güven düzeylerini anlamaya yönelik bir değerlendirme yapılır. Eğer öğrenci birinci ve ikinci basamaklardan en az birinde hata yapar ve üçüncü basamakta verdiği cevaba güvendiğini ifade ederse, bu durum öğrencinin kavram yanlışlığına sahip olduğunu gösterebilir (Kutluay, 2005). Ayrıca, üç aşamalı testler öğrencilerin öğrenme süreci hakkında önemli ipuçları sağlar. Güven düzeyi ile yanıt doğruluğu arasındaki ilişkiyi inceleyerek, öğretmenler öğrencilerin hangi alanlarda eksiklikleri olduğunu veya hangi alanlarda daha fazla desteğe ihtiyaç duyduklarını anlayabilirler.

Bu faydalara rağmen, üç aşamalı testlerde öğrencilerin her iki aşamaya verdikleri cevaplardan ne kadar emin oldukları birlikte sorulmaktadır. Öğrencinin emin olup olmamasının ilk aşamadaki cevabı mı, ikinci aşamadaki cevabı mı yoksa her ikisini birden mi kapsadığı net olarak belirlenememektedir (Kaltakçı & Didiş, 2007). Arslan, Çiğdemoğlu ve Moseley (2012) çalışmalarına göre, öğrencilerin üç aşamalı testte verdikleri yanıtlar doğrultusunda tüm olasılıklar Tablo 2.4.1.2.1’de özetlenebilir:

**Tablo 2.4.1.2.1. Öğrencilerin Üç Aşamalı Test Cevaplarına Göre Olasılık Dağılımları**

<b>Birinci Aşama</b>	<b>İkinci Aşama</b>	<b>Üçüncü Aşama</b>	<b>Kategoriler</b>
Doğru	Doğru	Emin	Bilimsel Bilgi
Doğru	Yanlış	Emin	Kavram Yanılgısı (false positive)
Yanlış	Doğru	Emin	Kavram Yanılgısı (false positive)
Yanlış	Yanlış	Emin	Kavram Yanılgısı
Doğru	Doğru	Emin Değil	Güven eksikliği
Doğru	Yanlış	Emin Değil	Bilgi eksikliği
Yanlış	Doğru	Emin Değil	Bilgi eksikliği
Yanlış	Yanlış	Emin Değil	Bilgi eksikliği

### 2.4.1.3. Dört Aşamalı Testler

Dört aşamalı testlerin geliştirilmesi, önceki test sistemlerinin eksikliklerini gidermek amacıyla ortaya çıkmıştır. İki aşamalı testlerin zamanla üç aşamalı testlere evrilmesi ve üç aşamalı testlerin sınırlılıklarının belirlenmesi, daha kapsamlı değerlendirme imkânı sunan dört aşamalı testlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bu bağlamda dört aşamalı testler, önceki test türlerinde karşılaşılan belirsizlikleri azaltarak daha güvenilir ve ayrıntılı bir ölçme süreci sunmayı amaçlamaktadır (Tan et al., 2002; Treagust, 1988).

Üç aşamalı testler incelendiğinde eklenen güven basamağı, kavram yanılgıları ile bilgi eksikliği arasındaki ayrımın yapılmasına olanak sağlayarak, bu testleri kavram yanılgılarını tespit etmede diğer yöntemlere göre daha avantajlı hale getirmiştir. Ancak üç aşamalı testlerin belirli bir dezavantajı vardır. Bu testlerde, öğrencilerin güven düzeyine ilişkin tepkilerinin içerik bilgisine mi yoksa muhakeme düzeyine mi dayandığı açık biçimde belirlenmemektedir. Bu testler, öğrencilerin verdiği cevapların doğruluğunu ve bu cevaplara yönelik güven düzeylerini ölçmekte başarılı olsa da, cevapların arkasındaki düşünce süreçlerini tam olarak ortaya koymada eksik kalmıştır. Bu eksiklik, öğrencilerin kavram yanılgılarının derinlemesine incelenmesini ve bilimsel akıl yürütme becerilerinin değerlendirilmesini zorlaştırmıştır (Garnett & Treagust, 1992; Haslam & Treagust, 1987; Tan et al., 2002; Treagust, 1988).

Dört aşamalı testler, bu eksikliği gidermeyi ve öğrencilerin düşünce süreçlerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, dört aşamalı testler, yalnızca öğrencilerin cevaplarının doğruluğunu ve güven seviyelerini değil, aynı zamanda bu cevapların dayandığı bilişsel süreçleri de analiz etmek için bir yapı sunar. Böylece, öğrencilerin kavramsal anlayışları ile akıl yürütme stratejileri arasındaki ilişkiyi daha sistematik bir şekilde değerlendirerek öğretim süreçlerine daha etkili geri bildirim sağlanması amaçlanmaktadır (Shi et al., 2010).

Dört aşamalı testlerde, ilk aşama katılımcıların sahip olduğu bilgileri ortaya koyan içerik aşamasıdır. İkinci aşama, içerik aşamasında verdikleri yanıtlara olan güven düzeylerini sorgulayan güven adımıdır. Üçüncü aşama, ana soruya verilen cevabın gerekçesini açıklayan neden adımıdır. Son olarak, dördüncü aşama, neden aşamasında verilen cevabın doğruluğuna olan güveni değerlendiren ikinci güven aşamasını oluşturur (Kaltakçı, 2012). Bu yapı, yalnızca öğrencilerin bilgi seviyelerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi nasıl

temellendirdiklerini ve cevaplarının doğruluğuna ne ölçüde güvendiklerini sistematik olarak değerlendirme fırsatı sunar. Dört aşamalı testlerin geliştirilmesi, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını ve düşünme stratejilerini bilgi seviyesinin ötesinde analiz etme fırsatı sağlamıştır. Bu yöntem, eğitimde ölçme ve değerlendirme süreçlerini daha nitelikli hale getirmiştir. Dört aşamalı teşhis testleri son zamanlarda biyolojide de kullanılmaya başlanmıştır (Dikmenli, Onay & Duran, 2004; Prayitno & Hidayati, 2022).

Kaltakçı-Gürel, Eryılmaz ve McDermot (2015) çalışmalarında, dört aşamalı ve üç aşamalı testlerde olasılık kategorilerinin yorumlanmasındaki farklılıkları Tablo 2.4.1.3.1'de özetlemiştir.

**Tablo 2.4.1.3.1.** Üç ve dört aşamalı testlerde bilgi eksikliğinin belirlenmesi kriterleri

Üç Aşamalı Test		Dört Aşamalı Test		
Her İki Aşama İçin Güven Basamağı	Karar	İlk Aşama İçin Güven Basamağı	Üçüncü Aşama İçin Güven Basamağı	Karar
Emin	BE(Bilgi Eksikliği) Yok	Emin	Emin	BE Yok
Emin	BE Yok	Emin	Emin Değil	BE
Emin Değil	BE Var	Emin Değil	Emin	BE
Emin	BE Yok	Emin Değil	Emin Değil	BE
Emin Değil	BE Var			
Emin Değil	BE Var			

**BE:** Bilgi Eksikliği

Tablo 2.4.1.3.1. Üç aşamalı ve dört aşamalı testler, bilgi eksikliği ile ilgili kararların karşılaştırılmasına olanak tanır. Tabloya bakıldığında, üç aşamalı ve dört aşamalı testlerde güven aşamasında “emin” seçeneği işaretlendiği sürece bilgi eksikliği olasılığı dikkate alınmamaktadır. Buna karşılık dört aşamalı testlerde, üç aşamalı testlerden farklı olarak hem bilgi hem de muhakeme aşamalarında verilen cevaplarda şüphe olmadığında ve her ikisine de güvenildiğinde bilgi eksikliği olasılığı ortadan kaldırılabilir. Dört aşamalı testler, kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında kullanılan diğer ölçme yaklaşımlarıyla karşılaştırıldığında, daha yüksek güvenilirlik sunan, uygulanması kolay ve çeşitli üstünlüklere sahip bir ölçme aracı olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu yöntemin de bazı sınırlamaları vardır. Bunlardan bazıları;

1. Testin uygulanabilmesi, diğer ölçme araçlarına kıyasla daha fazla zaman gerektirmektedir.
2. Başarıya ulaşmak için kullanılması tavsiye edilmez.
3. Bireylerin birinci ve üçüncü aşamada verdikleri yanıtlar birbirini etkileyebilir.

4. Öğrenciler ikinci ve dördüncü aşamalarda kesinlikleri sorgulandığında samimi ve gerçekçi cevaplar veremeyebilirler.

Şeklinde sıralanabilir (Caleon ve Subramaniam, 2010b).

Tablo 2.4.1.3.2. dört aşamalı testlerin kararlarını karşılaştırmaktadır (Kaltakçı-Gürel, Eryılmaz & McDermott, 2015).

**Tablo 2.4.1.3.2. Dört aşamalı testin kararlarının karşılaştırılması**

1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama	4. Aşama	Karar
Doğru	Emin	Doğru	Emin	Bilimsel Bilgi
Doğru	Emin	Yanlış	Emin	Pozitif Yanlış
Yanlış	Emin	Doğru	Emin	Negatif Yanlış
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin	Kavram Yanılgısı
Doğru	Emin	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 1
Doğru	Emin Değil	Doğru	Emin	Bilgi Eksikliği 2
Doğru	Emin Değil	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 3
Doğru	Emin	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 4
Doğru	Emin Değil	Yanlış	Emin	Bilgi Eksikliği 5
Doğru	Emin Değil	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 6
Yanlış	Emin	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 7
Yanlış	Emin Değil	Doğru	Emin	Bilgi Eksikliği 8
Yanlış	Emin Değil	Doğru	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 9
Yanlış	Emin	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 10
Yanlış	Emin Değil	Yanlış	Emin	Bilgi Eksikliği 11
Yanlış	Emin Değil	Yanlış	Emin Değil	Bilgi Eksikliği 12

Öğrencinin yanıtının en az bir aşamasında “emin değilse” bu durum “bilgi eksikliği var” olarak tanımlanacaktır.

#### **2.4.2. Mülakatlar ( Görüşme )**

Mülakatlar kavram yanlışlarını ortaya koymak için gerçekleştirilen, öğrencilerin düşünce süreçlerini anlamak adına oldukça etkili bir yöntemdir. En az iki kişi arasında geçen mülakatlar, öğrencilerin bilgilerini ve kavramlara ilişkin anlayışlarını ortaya korumak için kullanılır. Soru cevap şeklinde uygulanır. Görüşmeler, öğrencilerin düşüncelerini ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmada en yaygın, en kullanışlı ve en etkili yöntemlerden biri olarak ifade edilmiştir (Osborne & Gilbert, 1980). Özellikle hücre bölünmesi gibi konularda öğrencilere sorular sorarak doğru bilgi ve kavram yanlışlarını analiz etmek mümkündür. Böylece öğrencilerin yanlış anlaşılımları tespit edilir ve buna uygun öğretim yöntemleri oluşturulur (Wandersee et al., 1994).

#### **2.4.3. Kavram Haritaları**

Öğrencilerin öğrenme süreçlerinin hangi aşamada olduğunu değerlendirmede kullanılabilir bunun yanında kavram yanlışlarını için kullanılan etkili bir araçtır. Özellikle biyoloji gibi soyut kavramların yoğun olduğu bir derste, öğrencilerin doğru öğrenmelerini sağlamak ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Öğrencilerin belirli bilgi düzeylerine karşı oluşan kavramlar arası yanlışları tespit etmeyi sağlar.

Örneğin, öğrenci, hücre bölünmesi kavram haritasında “mitoz” ve “mayoz”u birbirine yanlış bağlarsa, bu kavramların işlevleri arasındaki farkları anlamadığını gösterir. Böylece öğrencinin öğrenme süreci görselleşir ve yanlış anlamaları fark etmek daha da kolaylaşır ve buna uygun müdahale yapılır (Ross & Munby, 1991; Aykutlu & Şen, 2012)

#### **2.4.4. Kelime Çağrışım Testleri**

Öğrencilerin zihninde kavramların nasıl yapılandığını ve bu kavramlara ilişkin yanlış anlamalarını ortaya koymada oldukça güçlü bir araçtır. Bu testler özellikle bilimsel kavramlar gibi soyut veya karmaşık konularda, öğrencilerin mevcut bilgi düzeyini ve kavramsal hatalarını anlamada kullanılır. Kelime çağrışım testleri, öğrencilerin zihinlerinde kavramlarla ilgili oluşturdukları bağlantıları gösterir. Öğrenci bir kavramı yanlış öğrenmişse, bu yanlış bağlantılar test sonucunda hızlıca fark edilir. Bu nedenle oldukça kullanışlıdır,

Örneğin, kelime olarak "mayoz" verildiğinde, öğrenci “bölünme”, “kromozom”, “yarıya iner” gibi doğru ilişkiler kurmalı. Ancak “büyüme” veya “iki hücre oluşur” gibi yanlış çağrışımlar yaparsa kavram yanlışlığı olduğu anlaşılır ya da "Hücre bölünmesi" uyarıcı

kelimesinde öğrenci sadece “mitoz” çağrıştırıyor ve “mayoz”u düşünmüyorsa, mayozla ilgili bir kavram eksikliği olduğu söylenebilir. Böylece Öğrencilerin kavramsal yapılarını doğrudan ortaya çıkarır ve kavram yanlışlarını hızlı bir şekilde tespit eder (Dikmenli, 2010; Balbağ, 2018; Bahar, Johnstone & Sutcliffe, 1999).

#### **2.4.5. Çizimler**

Kavram yanlışlarını tespit etmek ve onları düzeltmek için etkili bir araçtır. Özellikle biyoloji soyut kavramların öğretilmesinde, öğrencilerin zihinlerinde kavramların nasıl yapılandığını görselleştirerek anlamalarını kolaylaştırır. Aynı zamanda, öğrencinin yanlış veya eksik öğrenmelerini açığa çıkarmak için önemli ipuçları sunar. Çizimler, öğrencinin bir konuya dair zihinsel modelini ortaya koymasını sağlar. Öğrencinin neyi doğru, neyi yanlış anladığı, çizimleri analiz edilerek tespit edilir. Böylece kavram yanlışlarına kolayca ulaşılabilir ve öğrenciye anında müdahale edebiliriz.

Örneğin: Bir öğrenciye hücre çizmesi istendiğinde, eğer çekirdek dışında organelleri eklemiyorsa veya hücre zarını katı bir duvar gibi çiziyorsa, kavram yanlışlığı olduğu anlaşılır. Böylece soyut kavramlar somutlaştırılırken eksik veya yanlış öğrenmeler de açığa çıkar. Biyoloji derslerinde bu tür etkinliklerin kullanılması, kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi destekler. Çizimler son zamanlarda biyolojide de kullanılmaya başlanmıştır (Dikmenli, 2010).

#### **2.4.6. Açık Uçlu Sorular**

Açık uçlu sorular evet ya da hayır şeklinde cevaplanmaz. Aynı zamanda cevap şıkları da yoktur ve klasik cevap yazmak gerekir. Bu tür sorular ile öğrencilere fikir açısından olumlu olsa da değerlendiren öğretmenler tarafından olumsuzdur. Çok fazla zaman alır. Öğrencinin cevaplarında samimi ve istekli olmayışı ile kavram yanlışlığını bulmak zorlaşabilir (Önsal, 2016; Andersson & Karrqvist ,1983; Langley, Ronen & Eylon 1997; Çorbacı & Yakışan, 2018).

### **2.5. Alanyazın**

Çetinkaya ve Taş (2016) yapmış oldukları çalışmada, “vücudumuzdaki sistemler” konusuna yönelik üç aşamalı kavram teşhis testi geliştirmişlerdir. Testi ise ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine uygulamışlardır. Araştırmanın örneklemini Samsun ili merkezinde bulunan üç farklı ortaokulun yedinci sınıfında öğrenim görmekte olan 357 öğrenciye uygulanmıştır. Bu kavram tanı testi için geçerlilik güvenirlik çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak test analiz sonuçlarından, kavram yanlışlarını belirlemede kullanılacak geçerli ve güvenilir bir

ölçme aracı olduğu söylenebilir. Vücudumuzda sistemler konusu bilimsel model olarak incelenebilir çünkü bunlar doğrudan gözlemlenemeyen süreçleri anlamamızı sağlayan kavramsal yöntemleri içerir. Bilimsel modeller, vücudun nasıl çalıştığını basitleştirilmiş ama anlamlı bir şekilde açıklamamıza yardımcı olur.

Harman (2014) yapmış olduğu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının hücre zarından madde geçişi konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemini kullanarak tespit etmeye çalışmıştır. Çalışmada yapılacak etkinlikle ilgili tahmin, gözlem, açıklama ve tartışma kısmına ilişkin soruların yer aldığı dört bölümden oluşan bir ölçme aracı hazırlanmıştır. Hazırlanan ölçme aracı güz yarıyılında 3. sınıfta öğrenim görmekte olan 89 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bazı fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adayları bu etkinlik sayesinde yaptıkları hataları bizzat fark etmişlerdir.

Adıgüzel (2006) tarafından yapılan çalışmada, 8. sınıf ilköğretim öğrencilerinin mitoz ve mayoz konusundaki yanlış anlamaları incelemiştir. Bu bağlamda, 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test hazırlanmış ve öğrencilere uygulanmıştır. Testin her sorusundan sonra, öğrencilere cevaplarına ne kadar güvendikleri sorulmuştur. Araştırma sonucunda, öğrencilerin hücre bölünmesi konusunun çeşitli alt başlıkları hakkında yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin görüşleri alınmış ve bu yanlış anlamaların nasıl ortadan kaldırılacağına dair çeşitli öneriler sunulmuştur.

Bozdağ ve Gökler (2022) lise öğrencilerine biyolojinin en önemli konularından biri olan hücre kavramına ilişkin dört aşamalı bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Testi İzmir şehir merkezindeki bir devlet okulunda öğrenim gören 147 ortaöğretim dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Rasch modeli kullanılarak yapılan geçerlik ve güvenilirlik analizleri sonucunda bu testin ölçme açısından geçerli ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada 9. sınıf öğrencilerinin hücre konusuna ilişkin zihinsel modellerinin genel olarak bilimsel model kategorisine girdiği belirlenmiştir. Ancak kazanımlar açısından değerlendirildiğinde öğrencilerin zihinsel modellerinin bilimsel ve ilkel modeller kategorilerinde yoğunlaştığı, sentez modeli kategorisine ise herhangi bir örnek verilmediği görülmüştür. Elde edilen bulgulara dayalı olarak yeni bilgilerin edinilmesinde ve yapılandırılmasında zihinsel modellerin rolü vurgulanarak öğretim sürecine yönelik öneriler sunulmuştur.

Saygın, Atılboz ve Salman (2006), yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarısı üzerine etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada, yapılandırmacı öğretim yaklaşımının 1. sınıf lise öğrencilerinin hücre ünitesini öğrenme başarısı üzerindeki etkisi, geleneksel öğretim yöntemleri ile karşılaştırılarak incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini, Konya-Kulu Anadolu Lisesi'nde öğrenim gören 47 1. sınıf lise öğrencisinden oluşmaktadır. Hücre ünitesi deney grubunda yapılandırmacı öğretim yaklaşımına göre işlenirken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleri kullanılmıştır. Yapılandırmacı öğretim yaklaşımına göre düzenlenen derslerde 5E öğretim modeli kullanılmıştır. Öğrencilerin güdülenmesi ve önceki bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan etkinlikler, onların mevcut bilgileriyle yeni olayları açıklamada yetersiz kaldıklarını görmelerine ve kavram yanlışlarının farkına varmalarına yardımcı olmuştur. Çalışma sonucunda, yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ile öğrenim gören öğrencilerin hücre ünitesini öğrenmede geleneksel öğretim yöntemleri ile öğrenim gören öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür.

Prayitno ve Hidayati (2022), çalışmalarında öğrencilerin genel biyoloji kavramlarına ilişkin yanlışlarının yüzdesini Dört Kademeli Tanı Testi (FTDT) kullanarak belirlemektir. Bu araştırma yöntemi betimsel bir araştırmadır. Araştırmanın örneklemini 100 üniversite öğrencisi oluşturmuştur. Sonuçlar, genel biyoloji öğretiminde öğretim elemanlarına her zaman doğru bilgi, geçerli okuma kaynakları, geçerli öğrenme ortamları ve öğrenciler arasında yanlış olmaması için uygun öğrenme modelleri sağlamaları konusunda tavsiyelerde bulunması açısından önemlidir.

Çakır ve Aldemir (2011), iki aşamalı çoktan seçmeli bir kavram teşhis testi ile genetik alanında öğrencilerin kavramsal anlayışlarını değerlendirmek amacıyla tasarlamışlardır. Toplam 16 maddeden oluşan test Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesi biyoloji anabilim dallarında öğrenim görmekte olan 120 (87 kız, 33 erkek) öğretmen adayına uygulanmıştır.

Andariana, Zubaidah, Mahanal ve Suarsini (2020), öğrencilerin kavram yanlışları ve sınıfa getirdikleri ön kavramlar ileride edinimlerini etkileyebilir bu nedenle bu çalışma Üç Aşamalı Tanı Testi aracılığıyla Biyoloji öğrencilerinin İnsan Anatomisi ve Fizyolojisi derslerindeki yanlış anlamalarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Test analizinin sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin çoğunluğunun (%61,51) İnsan Anatomisi ve Fizyolojisi derslerinde kavram yanlışlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, İnsan

Anatomisi ve Fizyolojisi derslerinde Biyoloji öğrencilerinin yanlış anlamalarının yüksek kategoride olduğu sonucuna varılabilir. Bu nedenle, bu konuyla başa çıkmak için bir çaba gösterilmelidir.

Dikmenli (2010) tarafından yürütülen çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının hücre bölünmeleri ile hücrenin yapısı ve işlevlerine ilişkin konularda farklı düzeylerde kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya konmuştur. Eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 124 biyoloji öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilen araştırmada, ilgili konulara yönelik sorular yöneltilmiş; elde edilen yanıtlar adayların çizimleri ve yapılan görüşmeler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Katılımcıların sözel ifadeleri ile çizimlerinin karşılaştırılması sonucunda mevcut kavram yanlışları belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda araştırmacı, söz konusu kavram yanlışlarının giderilmesine ya da azaltılmasına yönelik çeşitli pedagojik önerilerde bulunmuştur.

Ünal ve Coştu (2005) çalışmasında, sekizinci sınıf öğrencilerinin 'batma-yüzme' olgusuna ilişkin, öğrencilerin yoğunluk ve kaldırma kuvveti kavramlarını sıklıkla karıştırdıkları gözlemlenmiştir. Çalışmada tespit edilen kavramsal yanlış anlamalar, öğrencilerin yoğunluğu yoğunlukla bir nesnenin 'ağırlığı' veya "sıvıdaki ağırlığı" olarak algıladıklarını göstermektedir. Benzer şekilde, bazı öğrenciler yoğunluğu nesneyi yukarı doğru iten kuvvetle eşdeğer görmektedir. Çalışmada ayrıca, aynı sıvıya tamamen batırılan tüm nesnelerin yoğunluklarının eşit olacağı varsayımı gibi yanlış genellemeler de sıklıkla karşılaşılmıştır. Buna ek olarak, öğrenciler sıvı içinde asılı duran bir nesnenin yoğunluğunu, yüzen veya batan bir nesnenin yoğunluğuyla eşdeğer görme eğilimindeydiler. Hatta bazı öğrencilerin, yoğunluğu yüksek nesnelerin yüzebileceğini, yoğunluğu düşük nesnelerin ise batabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bir başka yaygın yanlış ise, sıvı içinde asılı duran bir nesnenin yoğunluğunun sıvının yoğunluğundan daha düşük olduğu yönündedir. Aynı kütleye sahip ancak farklı hacimlere sahip nesnelerin yoğunluklarını değerlendirirken, öğrenciler hacim-yoğunluk ilişkisini doğru bir şekilde kuramadılar; kaldırma kuvvetinin nesneye bağlı olarak değiştiğini ve bu değişimin yoğunlukla ilişkili olduğunu anlamadılar. Ayrıca, bazı öğrenciler bir nesnenin batıp batmayacağını sıvının yoğunluğundan bağımsız olduğunu belirtti.

Türkmen, Çardak ve Dikmenli (2005), lise öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusunda önemli kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenciler, canlıları sınıflandırırken genellikle bilimsel kriterlerden ziyade dış görünüş, habitat veya hareket kalıpları gibi yüzeysel özelliklere dayanmaktadır; bu da solucanlar,

böcekler ve sürüngenler gibi farklı grupların benzer davranışları nedeniyle aynı kategoriye yerleştirilmesine yol açmaktadır. Ayrıca, öğrenciler tür ve sınıf gibi temel sınıflandırma düzeyleri arasındaki hiyerarşik ilişkileri doğru bir şekilde kavrayamamakta ve tür kavramını yalnızca “birlikte yaşayan organizma grubu” olarak yorumlamaktadır. Araştırma, bu yanlış algıların soyut biyolojik kavramların anlaşılmasını engellediğini göstermektedir; ancak, kavram haritaları gibi yapılandırmacı yaklaşımlara dayanan araçlar, öğrencilerin sınıflandırma kavramlarını daha bilimsel bir çerçevede yeniden yapılandırmalarına yardımcı olmaktadır.

Bell (1981), öğrencilerin hayvan kavramını nasıl kavradıklarını incelemek için yaptığı bir araştırmada, özellikle ilk ve ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin birçok canlıyı “hayvan” kategorisine dahil etmekte zorlandıklarını ortaya koymuştur. Araştırma bulguları, bir organizmayı hayvan olarak tanımlarken öğrencilerin çoğunlukla hareket edebilme, büyük olma, tehlikeli görünme veya tanıdık olma gibi yüzeysel ve sezgisel kriterlere başvurduğunu göstermektedir. Bu nedenle, süngerler, mercanlar, solucanlar ve denizanası gibi omurgasız grupların yanı sıra bazı küçük organizmaların hayvan olarak kabul edilmediği belirlenmiştir. Bell, öğrencilerin hayvan kavramını sınıflandırma düzeyleri, hücresel yapı, beslenme alışkanlıkları veya ortak biyolojik özelliklere göre değerlendirmediklerini, daha çok günlük yaşamla ilgili özelliklere göre karar verdiklerini vurgulamıştır. Çalışma, sınıflandırma konusundaki kavram yanlışlarının, özellikle hayvanların çeşitliliğini ve ortak özelliklerini anlamada ciddi engeller oluşturduğunu ve bu nedenle öğretimde bilimsel kriterlere dayalı açık açıklamalar yapılmasının gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

Aristyasari ve Yuliani (2021), öğrencilerin fotosentezle ilgili kavram yanlışlarını belirlemek için dört aşamalı bir tanılama testi kullanarak kapsamlı bir çalışma yürütmüştür. Yanıtları, muhakemeyi ve güven düzeylerini birlikte değerlendiren dört aşamalı testin yapısı, öğrencilerin yanlış yanıtlarını değil, bu yanıtların ardındaki düşünce süreçlerini de ortaya çıkarmıştır. Bulgular, öğrencilerin fotosentezin nerede gerçekleştiği, süreçte kullanılan maddeler, ışığın rolü ve ürünlerin oluşumu gibi temel noktalar hakkında yaygın kavram yanlışlarına sahip olduklarını gösterdi; özellikle dikkat çekenler, fotosentezin sadece gündüzleri gerçekleştiği, bitkilerin sürekli oksijen ürettiği veya fotosentezin tüm bitki hücrelerinde gerçekleştiği gibi yanlış inanışlardı. Çalışma, dört aşamalı testlerin yanlış kanıtları belirlemek için etkili bir araç olduğunu vurgulamakta ve fotosentezi öğretmede kavram temelli yaklaşımların gerekliliğine işaret etmektedir.

Putica (2022), tarafından yürütölen çalışmada, lise öğrencilerinin amino asitler, proteinler ve enzimler konularına ilişkin kavramsal anlayışları ve olası kavram yanılığları incelenmiştir. Araştırma, ilgili konularda geliştirilmiş dört aşamalı bir test kullanılarak gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin yanıtları, gerekçeleri ile birlikte değerlendirilmiştir. Test, hem doğru-yanlış yanıtları hem de her yanıtın güven düzeyini ölçen ek basamakları içermektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin kavramsal anlayışları ve olası kavram yanılığları tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda araştırmacı, söz konusu kavram yanılığlarının giderilmesine veya azaltılmasına yönelik pedagojik önerilerde bulunmuştur.



## BÖLÜM 3

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, lise 12. sınıf öğrencilerinin “hücrenin yapı ve görevleri” konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla, bilimsel ölçütler doğrultusunda geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir ölçme aracı geliştirilmesine dayalı bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Bu denetleme aracılığı sayesinde öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki bilimsel bilgi düzeyleri ve bilgi eksiklikleri detaylı olarak analiz edilmiştir. Bu araştırmada nicel yöntemlerden, tarama (survey) modeli kullanılarak öğrencilerin konuya dair kavrayışları kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Genel tarama modelleri geniş bir evren içinde, genel bir yargıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da ondan alınacak bir grup üzerinde yapılan düzenlemelerdir (Karasar, 2009). Tarama araştırma modelleri; eğitim araştırmacılarının bir evrenin ya da bu evrenin bir grup katılımcılarının belli bir konu hakkındaki tutumlarını, görüşlerini, davranışlarını veya özelliklerini açıklamak için bir örneklem grubuna veya evrenin bütünü üzerine tarama uygulaması yaparak bilgi topladığı nicel araştırma modelidir (Creswell, 2019). Tarama araştırmalarında genellikle geniş bir kitleden araştırmacı tarafından belirlenen cevap seçenekleri kullanılarak veri toplanır. Genellikle tarama araştırmalarında araştırmacılar, görüşlerin ve özelliklerin neden kaynaklandığından çok örneklemdaki bireyler açısından nasıl dağıldığıyla ilgilenmektedir (Fraenkel & Wallen, 2006). Tarama araştırmaları, diğer araştırmalara göre görece daha büyük örneklem üzerinde yapılan araştırmalardır.

#### 3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, erişilebilir evrenden belirlenen 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Konya ili şehir merkezindeki 12 devlet lisesinin 12. sınıflarında öğrenim gören ve okullardaki yönetici ve öğretmenlerin onayı doğrultusunda gönüllü olarak katılan öğrenciler oluşturmuştur. Araştırmada, evreni temsil edecek bir örneklem belirlemek her ne kadar zorlayıcı olsa da, benzer sosyo-ekonomik özelliklere sahip öğrenciler arasında rastgele örnekleme yöntemi uygulanmıştır. Araştırmaya ait veriler 2025-2026 eğitim-öğretim döneminde elde edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen öğrenciler sürece gönüllülük esasına dayalı olarak katılmıştır. Katılımcıların, %52'sini (n=628) erkek öğrenciler, %48'ni (n=572) kız öğrenciler oluşturmaktadır. Bir evrenden olasılıklı örneklem elde etmenin en popüler ve kesin

biçimi, basit rastgele örneklemedir. Bu örnekleme türünde araştırmacı örneklem için katılımcıları (veya okullar gibi birimleri) seçer. Bu seçimde her bir birey evrenden eşit seçilme olasılığına sahiptir. Basit rastgele örneklemenin amacı evrenin temsilcisi olacak bireyleri seçmektir. Böylece evrendeki herhangi bir yanlılık, seçilen bireyler arasında eşit olarak dağılmış olacaktır (Creswell, 2019).

### 3.3. Veri Toplama Aracı

Lise 12. sınıf öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Bu kapsamda, dört aşamalı bir “Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi” oluşturulmuştur. Geliştirilen testin, hem kavram yanlışlarını doğru bir biçimde tespit edebilmesi hem de öğrencilerin anlama düzeylerini ölçebilmesi amaçlanmıştır. Kavram yanlışlarının belirlenmesinde çoktan seçmeli soruların yaygın biçimde tercih edildiği birçok araştırmada vurgulanmıştır (Onay, Dikmenli & Duran, 2004).

Treagust (1988), tarafından geliştirilen iki aşamalı testler, zamanla geliştirilerek günümüzdeki haline ulaşmıştır. Bu testlerin temel amacı, öğrencinin seçtiği yanıtın gerekçesini açıklamasını sağlayarak kavrama düzeyini daha derinlemesine değerlendirmektir. İki aşamalı testler, öğrencilerin yalnızca doğru yanıtı seçip seçmediğini değil, aynı zamanda yanıtlarını ne kadar anlamlandırabildiklerini de ölçme olanağı sunar. Ancak, öğrencilerin yanıtlarını açıklama sürecinde eksik ya da yüzeysel bilgiler sunması, testlerin tanılama gücünü sınırlayabilmektedir. Bu sınırlılıkları gidermek amacıyla, iki aşamalı testlere alternatif olarak üç aşamalı testler geliştirilmiştir. Üç aşamalı yapıya eklenen güven düzeyi ölçümü, testlerin daha kapsamlı ve detaylı bir değerlendirme sunmasını sağlamıştır. Daha sonra tek bir güven basamağının yetersiz olduğu değerlendirilmiş ve bu eksikliği gidermek amacıyla testler yeniden düzenlenerek dört aşamalı bir form geliştirilmiştir.

Dört aşamalı testlerde bu problem giderilmiş; yanıt ve gerekçe aşamalarının her birinin ardından güven düzeyini sorgulayan ek basamaklar yerleştirilmiştir. Bu sayede, dört aşamalı testler ile yanıtlayıcının hem verdiği cevaptan hem de bu cevabın gerekçesinden ne kadar emin olduğu ayrı ayrı değerlendirilebilir hale gelmiştir. Dört aşamalı testlerin birinci aşaması “içerik basamağı” olarak tanımlanmakta olup, bu aşamada katılımcıların bilgi düzeyleri ölçülmektedir. İkinci basamak, katılımcının içerik basamağındaki yanıtından ne kadar emin olduğunu belirlemek amacıyla “güven basamağı”dır. Üçüncü basamak, “neden basamağı”

olarak adlandırılır ve katılımcının içerik basamağındaki yanıtının gerekçesini açıklaması beklenir. Son olarak, dördüncü basamak, ikinci basamağa benzer şekilde bir güven basamağıdır; ancak bu kez katılımcının neden basamağındaki açıklamasından ne kadar emin olduğu sorgulanır.

### **3.3.1. Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin Geliştirilme Süreci**

Çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılacak olan Dört Aşamalı Kavram Teşhis Testi geliştirilmiştir. Bu bağlamda öncelikle hücrenin yapı ve işlevleri ile ilgili kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmış, geliştirme sürecinde konu ile ilgili olarak, 80 biyoloji öğretmen adayının sahip olduğu kavram yanılgıları tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, araştırmacı tarafından hücrenin yapı ve görevleri konusuyula ilgili kavram yanılgularına yol açabileceği düşünülen temaları içeren çoktan seçmeli sorular hazırlanmıştır.

Pilot uygulamada yer alacak maddelerin seçimi sürecinde, alanyazın taraması sonucunda ulaşılan bulgular ile biyoloji eğitimi alanında uzman bir akademisyenin değerlendirmeleri esas alınmıştır. Ayrıca, bu sorular hazırlanırken öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki karşılaştıkları zorluklar, alternatif kavramlar ve kavram yanılgıları; literatür taraması ile üniversite birinci sınıf fen bilimleri öğrencilerine uygulanan çoktan seçmeli sınavların sonuçlarından yararlanılarak belirlenmiştir. Oluşturulan sorular, bu konuyu daha önce öğrenmiş olan biyoloji öğretmen adayları ve fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Hazırlanan testte yer alan 21 çoktan seçmeli soruya öğrencilerin verdikleri yanıtlar, araştırmacılar tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, öğretmen adaylarının sorulara ilişkin verdikleri cevaplar incelenerek mevcut kavram yanılgıları ortaya konmuştur.

Hem literatür taramaları hem de öğrencilerin verdikleri yanıtlar birleştirilerek araştırma kapsamında bir madde havuzu oluşturulmuş, hazırlanan sorular ise, iki, üç ve dört seçenekli çoktan seçmeli forma dönüştürülmüştür, böylece birinci aşama olan içerik basamağı oluşturulmuştur. İkinci aşama, katılımcıların yanıtlarına duydukları güven düzeyini belirlemeye yönelik olup “kesinlikle emin değilim”, “emin değilim”, “kararsızım”, “eminim” ve “kesinlikle eminim” seçeneklerini içermektedir. Üçüncü aşamada ise, birinci aşamada verilen yanıtın hangi gerekçeye dayandığını belirlemek amacıyla çok alternatifli bir gerekçe sorusu yöneltilmiştir. Bu bölümde yer alan seçeneklerin oluşturulmasında, pilot uygulama sonucunda elde edilen analizler ile alanyazın incelemesinden ulaşılan bulgular temel

alınmıştır. Seçeneklerin dağılımı dengeli bir şekilde gerçekleşmiştir. Hazırlanan çoktan seçmeli testte, üçüncü aşamada sunulan seçeneklerin yetersiz kalması durumunda öğrencilerin kendi düşüncelerini yazılı olarak ifade edebilmeleri için ek bir açık uçlu seçenek oluşturulmuştur. Daha sonra içerik ve neden basamaklarının ardından güven basamağı gelmekte olup, “kesinlikle emin değilim”, “emin değilim”, “kararsızım”, “eminim” ve “kesinlikle eminim” seçeneklerinin eklenmesiyle soru, dört aşamalı bir yapıya dönüştürülmüştür. Böylece teste son şekli verilmiş ve 21 sorudan oluşan dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testi oluşturulmuştur.

Hücrenin yapı ve görevleri konusu kavram yanılgılarını belirlemek için hazırlanan dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram yanılgıları teşhis testi şu aşamalar doğrultusunda yapılandırılmıştır.

- 1- Test geliştirme sürecinin ilk aşamasında, hücrenin yapı ve görevleri konusuna ilişkin kavram yanılgılarını ortaya koyan alan çalışmaları kapsamlı biçimde incelenmiş; bu çalışmalarda rapor edilen kavram yanılgıları belirlenerek test maddelerinin oluşturulmasında birincil veri kaynağı olarak kullanılmıştır.
- 2- Testin pilot uygulamasında, 23 maddeden ve her maddeye ait “çünkü” aşamalarından oluşan taslak formu 80 biyoloji öğretmen adayına uygulanmıştır. Testte yer alan soruların belirlenmesi sürecinde, biyoloji eğitimi alanında uzman iki akademisyenin görüş ve değerlendirmelerinden yararlanılmıştır.
- 3- “Çünkü” aşamasının, öğrencilerin cevaplarının ardındaki mantığı ortaya çıkararak onların gerçek bilişsel durumlarını ve kavram yanılgılarını belirlemede kritik öneme sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle, gerekçe aşaması eklenerek dört aşamalı bir test yapısı oluşturulmuştur.
- 4- “Testin dört aşamalı yapısı kapsamında, her soru için;”
  - o 1. derece ( içerik basamağı), çoktan seçmeli forma dönüştürülmüştür.
  - o 2. derece, öğrencilerin cevaplarına olan güven düzeyini belirlemeyi amaçlamaktadır ve “Kesinlikle eminim”, “Eminim”, “Kararsızım”, “Emin Değilim” ve “Kesinlikle Emin Değilim” ifadelerinden oluşmaktadır.

- 3. derece (mantık aşaması), 1. aşamadaki öğrencilerin cevaplarının ardındaki mantığı ortaya çıkarmak için tasarlanmıştır ve çoktan seçmeli bir yapıdan oluşur.
  - Seçeneklerde kullanılacak ifadeler kura ile belirlenmiş ve seçenekler arasında eşit olarak dağıtılmıştır.
  - Testin 3. Aşamasında sunulan seçeneklerin yetersiz olduğu durumlarda, öğrencilerin kendi düşüncelerini ayrıntılı olarak ifade edebilmeleri için açık uçlu bir yanıt alternatifi eklenmiştir.
  - 4. derece, tekrardan öğrencilerin cevaplarına olan güven düzeyini belirlemeyi amaçlamaktadır “Kesinlikle eminim”, “Eminim”, “Kararsızım”, “Emin Değilim” ve “Kesinlikle Emin Değilim” ifadelerinden oluşmaktadır.
- 5- İçerik ve neden basamaklarının ardından, güven düzeylerini ölçen aşamalar eklenerek dört aşamalı bir test yapısı oluşturulmuştur. Madde havuzundaki sorular araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak değerlendirilmiş ve testi tamamlamak için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Nihai Dört Aşamalı Hücresinin Yapı ve Görevleri Kavramı Teşhis Testi toplam 21 sorudan oluşmaktadır.
- 6- İlk aşamada gerçekleştirilen AFA bulguları, maddelerin altı ayrı faktör altında kümelendiğini ve bu faktörlerin toplam varyansın %45,78’ini açıkladığını ortaya koymuştur. Ölçme aracı geliştirme çalışmalarında, faktör yapısının daha belirgin ve yorumlanabilir bir nitelik kazanması amacıyla rotasyon (eksen döndürme) tekniğinden yararlanılmaktadır.
- 7- Rotasyon uygulamasının ardından faktör yüklerinde ortaya çıkan uyumsuzluklar nedeniyle bazı maddelerin ölçme aracından çıkarılmasına karar verilmiştir. Maddelerin elenme gerekçeleri; herhangi bir faktörde kabul edilebilir düzeyde yük değeri göstermemesi (en az, 40) (S11), iki farklı faktörde anlamlı yük almasına karşın yükler arasındaki farkın, 10’un altında olması nedeniyle binişik özellik sergilemesi (S13, S8, S16) ve faktörlerin her birinde asgari üç maddenin yer almaması (S5, S13, S14, S19) olarak belirlenmiştir. Her bir maddenin çıkarılmasını takiben açıklayıcı faktör analizi yeniden gerçekleştirilmiştir. Yinelemeli analizler sonucunda, dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram

tanıma testi için dört faktörlü bir yapı ortaya konmuştur. Son aşamada hesaplanan KMO değeri ,829 olarak belirlenmiş ve Bartlett Küresellik Testi sonucunun istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmüştür ( $p=0,00$ ).

- 8- Araştırma sonuçlarına göre, geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testi, nihai haliyle 21 maddeden oluşmaktadır.

### **3.4. Verilerin Toplanması**

Araştırma kapsamında geliştirilmesi planlanan dört aşamalı Hücre ve Görevleri Testi, üniversite bünyesinde faaliyet gösteren etik kurula iletilmiş ve etik standartlara uygunluğu sağlanmıştır açısından gerekli resmî onay sağlanmıştır (EK-1). Ardından söz konusu ölçme aracının ortaöğretim kurumlarında uygulanabilmesi amacıyla ilgili izin süreçleri tamamlanmıştır (EK-2). Araştırmaya katılan öğrenciler için veli bilgilendirme ve onam formu ile gönüllü katılım formu ektedir (EK-3 ve EK-4).

Hücrenin yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi öğrencilere uygulanmış ve her katılımcının testi bireysel olarak yanıtlaması istenmiştir. Öğrencilerden, her bir sorunun tüm aşamalarını cevaplamaları ve her aşamada yalnızca tek bir yanıt alternatifi işaretlemeleri talep edilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak Dört Aşamalı Hücre ve Görevleri Kavram Teşhis Testi kullanılmıştır.

2023–2024 eğitim-öğretim yılında Konya il merkezinde yer alan en az 12 farklı devlet lisesi çalışma kapsamına alınmış; bu okullarda öğrenim gören 12. sınıf düzeyindeki toplam 1200 öğrenciye uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde toplanılan veriler Excel ve SPSS yazılımlarına aktarılmış, ardından istatistiksel analizler yapılmıştır.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, nicel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Analizler, Excel ve SPSS paket programları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Veriler, bilimsel bilgi, kavram yanılgısı, pozitif yanlış, negatif yanlış ve bilgi eksikliği gibi olası sonuçlara göre kategorilere ayrılarak her bir kategori için ayrı ayrı puanlama yapılmıştır. Tüm soruların içerik ve neden basamaklarındaki yanıtlar, doğru yanıtlar için “1”, yanlış yanıtlar için “0” olarak kodlanmış, hesaplamalar bu kodlama esas alınarak yürütülmüştür. Güven düzeylerinin değerlendirilmesinde ise “kesinlikle eminim” ve

“eminim” seçenekleri “1”, “kesinlikle emin değilim”, “emin değilim”, “kararsızım” seçenekleri ise “0” olarak kodlanmıştır.

Bilimsel bilgi puanı hesaplanırken, öğretmen adaylarının sorunun tüm aşamalarına doğru yanıt verdiği, yani 1-1-1-1 şeklinde kodlanan veriler dikkate alınarak hesaplama yapılmaktadır. Kavram yanlışlığı puanı ise, öğretmen adaylarının sorunun birinci ve üçüncü basamağına yanlış cevap verdiği ve her iki güven basamağından emin olduğu durumlar, yani 0-1-0-1 şeklinde kodlanan veriler üzerinden hesaplanmaktadır. Pozitif yanlışlar (yanlış sebepli doğru puanlar) hesaplanırken, öğretmen adaylarının birinci basamağına doğru, üçüncü basamağına yanlış cevap verdiği ve her iki güven basamağından emin olduğu durumlar, yani 1-1-0-1 şeklinde kodlanan veriler kullanılarak işlem yapılmaktadır. Negatif yanlışlar (doğru sebepli yanlış puanlar) hesaplanırken ise, öğretmen adaylarının birinci basamağına yanlış, üçüncü basamağına doğru cevap verdiği ve her iki güven basamağından emin olduğu durumlar, yani 0-1-1-1 şeklinde kodlanan veriler üzerinden hesaplama yapılmaktadır.

Tablo 3.5.1. Kavram Teşhis Testinin Aşamaları ve Puanlama Ölçütleri

SORU NO	AŞAMA 1 ( Seçenek )	AŞAMA 2 (Gerekçe)	AŞAMA 3 ( Güven )	AŞAMA 4 ( Karar )	KOD	SONUÇ
1	Yanlış	Doğru	Düşük	Yanlış	0101	KY
2	Yanlış	Yanlış	Düşük	Yanlış	0000	BE
3	Doğru	Doğru	Yüksek	Doğru	1111	BB
4	Doğru	Yanlış	Orta	Yanlış	1001	PY
5	Yanlış	Doğru	Orta	Doğru	0111	NY

Dört aşamalı testin uygulanmasının ardından elde edilen veriler kodlanmış, ardından frekans ve yüzde dağılımları hesaplanmıştır. İlk aşamada, Tablo 3.5.1’de yer alan olası kararlar doğrultusunda öğrencilerin bilimsel bilgi düzeyleri ile yanlış negatif, yanlış pozitif yanıtları ve 14 maddeden oluşan testin dört alt boyutuna ilişkin yanlış anlama ortalamaları belirlenmiştir.

İkinci aşamada, testin dört basamağı birbirleriyle eşleştirilmiş ve bu eşleştirme sonucunda toplam 65 farklı yanlış anlama için yüzde değerleri hesaplanmıştır. Farklı sorulara verilen gerekçelerde aynı yanlış anlamanın birden fazla soruda ortaya çıkabildiği durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu tür durumlarda, aynı yanlış anlama ile ilişkilendirilen tüm

kademelerdeki toplam yanlış anlama oranı, ilgili soru sayısına bölünerek hesaplanmıştır. Testte yer alan kavram yanlışlarının listesi Tablo 3.5.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.5.2** Hücrenin Yapı ve Görevleri ile ilgili kavram yanlışları.

<b>Kavram Yanlışları Listesi</b>		
M1	Canlı varlıklar içerisinde kloroplast yalnızca bitkilerde bulunur çünkü yalnızca bitkiler fotosentez yapar	1.1.a,1.2.d/e,1.3.a,1.4. d/e
M2	Canlı varlıklar içerisinde kloroplast yalnızca bitkilerde bulunur çünkü protistalar gelişmemiş canlılar olup, kloroplast yerine klorofil taşır	1.1.a,1.2.d/e,1.3.c,1.4.d/e
M3	Canlı varlıklar içerisinde kloroplast yalnızca protistalarda bulunur çünkü bazı protistalar güneşli ortamda kloroplast sayesinde fotosentez yapar	1.1.b,1.2.d/e,1.3.e,1.4.d/e
M4	Canlı varlıklar içerisinde bitkilerde ve protistalarda kloroplast bulunmaz çünkü protistalar ve parazit bitkiler fotosentez yapmaz	1.1.d,1.2.d/e,1.3.d,1.4.d/e
M5	Ribozomda enerji dönüşüm gerçekleşir çünkü protein sentezi bir enerji dönüşüm mekanizmasıdır	2.1.a,2.2.d/e,2.3.a,2.4.d/e
M6	Ribozomda enerji dönüşüm gerçekleşir çünkü hem protein sentezi hem de ATP sentezi birer enerji dönüşüm mekanizmasıdır	2.1.a,2.2.d/e,2.3.d,2.4.d/e
M7	Ribozom ve mitokondride enerji dönüşümü gerçekleşir çünkü enerji dönüşümü tüm organellerde gerçekleşen bir olaydır	2.1.c,2.2.d/e,2.3.c,2.4.d/e
M8	Ribozom ve mitokondride enerji dönüşümü gerçekleşir çünkü hem protein sentezi hem de ATP sentezi birer enerji dönüşüm mekanizmasıdır	2.1.c,2.2.d/e,2.3.d,2.4.d/e
M9	Ribozomda ve mitokondride enerji dönüşümü gerçekleşmez çünkü enerji dönüşümü organel değil hücre bazında gerçekleşir	2.1.d,2.2.d/e,2.3.e,2.4.d/e
M10	Hücre zarının aksine RNA tüm canlı hücrelerde bulunur çünkü bu yapı canlılık faaliyetleri için mutlak gereklidir	3.1.a,3.2.d/e,3.3.c,3.4.d/e
M11	RNA’nın aksine hücre zarı tüm canlı hücrelerde bulunur çünkü virüslerde DNA ya da RNA’dan yalnızca biri bulunur	3.1.b,3.2.d/e,3.3.a,3.4.d/e
M12	RNA’nın aksine hücre zarı tüm canlı hücrelerde bulunur çünkü bu yapı canlılık faaliyetleri için mutlak gereklidir	3.1.b,3.2.d/e,3.3.c,3.4.d/e
M13	RNA’nın aksine hücre zarı tüm canlı hücrelerde bulunur çünkü tüm canlılarda ortak olarak bulunan molekül RNA değil, DNA’dır	3.1.b,3.2.d/e,3.3.d,3.4.d/e
M14	RNA ve hücre zarı tüm canlı hücrelerde bulunmaz çünkü virüsler bu kuralı bozar	3.1.d,3.2.d/e,3.3.b,3.4.d/e

M15	Bira mayası bir bakteridir çünkü prokaryot hücre yapısına sahiptir	4.1.a,4.2.d/e,4.3.a,4.4.d/e
M16	Bira mayası bir bakteridir çünkü bölünme yeteneği vardır	4.1.a,4.2.d/e,4.3.b,4.4.d/e
M17	Bira mayası bir bakteridir çünkü hücre çekirdeği yoktur	4.1.a,4.2.d/e,4.3.e,4.4.d/e
M18	Bira mayası bin arkedir çünkü prokaryot hücre yapısına sahiptir	4.1.b,4.2.d/e,4.3.a,4.4.d/e
M19	Bira mayası bin arkedir çünkü bölünme yeteneği vardır	4.1.b,4.2.d/e,4.3.b,4.4.d/e
M20	Bira mayası bin arkedir çünkü hücre çekirdeği yoktur	4.1.b,4.2.d/e,4.3.e,4.4.d/e
M21	Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresinin ikisi de organizmadır çünkü tüm canlı hücreler organizmadır	5.1.a,5.2.d/e,5.3.a,5.4.d/e
M22	Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresinin ikisi de organizmadır çünkü her ikisinin de bölünme özelliği vardır	5.1.a,5.2.d/e,5.3.b,5.4.d/e
M23	Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresinin ikisi de organizma değildir çünkü çok hücreliler organizma, tek hücreliler ise değildir	5.1.b,5.2.d/e,5.3.c,5.4.d/e
M24	Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresinin ikisi de organizma değildir çünkü organizmalar doku ve organlardan oluşur	5.1.b,5.2.d/e,5.3.d,5.4.d/e
M25	Kemik iliği hücresi organizma, bakteri ise değildir çünkü ökaryotik hücreler organizma, prokaryotik hücreler ise değildir	5.1.d,5.2.d/e,5.3.e,5.4.d/e
M26	Bir insan vücut hücresinde 4 çeşit nükleotit bulunur çünkü dört çeşit baz ve çift zincir DNA yapısı nükleotit çeşidini belirler	6.1.a,6.2.d/e,6.3.a,6.4.d/e
M27	Bir insan vücut hücresinde 4 çeşit nükleotit bulunur çünkü dört çeşit baz nükleotit çeşidini belirler	6.1.a,6.2.d/e,6.3.b,6.4.d/e
M28	Bir insan vücut hücresinde 5 çeşit nükleotit bulunur çünkü beş çeşit baz nükleotit çeşidini belirler	6.1.b,6.2.d/e,6.3.c,6.4.d/e
M29	Bir insan vücut hücresinde 10 çeşit nükleotit bulunur çünkü beş çeşit bazın iki katı DNA ve RNA'nın yapısındaki nükleotit çeşidini belirler	6.1.d,6.2.d/e,6.3.f,6.4.d/e
M30	DNA eşlemesi bitki ve hayvan hücresinde aynı yerde gerçekleşir çünkü bütün hücrelerde DNA eşlemesi aynı yerde olur	7.1.a,7.2.d/e,7.3.a,7.4.d/e
M31	DNA eşlemesi bitki ve hayvan hücresinde aynı yerde gerçekleşir çünkü ikisi de çekirdeğe sahiptir	7.1.a,7.2.d/e,7.3.b,7.4.d/e
M32	DNA eşlemesi bitki ve bakteri hücrelerinde aynı yerde gerçekleşir çünkü her ikisi de sitoplazmaya sahiptir	7.1.b,7.2.d/e,7.3.c,7.4.d/e
M33	DNA eşlemesi bakteri ve hayvan hücrelerinde aynı yerde gerçekleşir çünkü her ikisi de sitoplazmaya sahiptir	7.1.c,7.2.d/e,7.3.c,7.4.d/e

M34	DNA eşlemesi bakteri ve hayvan hücrelerinde aynı yerde gerçekleşir çünkü her ikisi de yapı ve işlev bakımından birbirine benzer hücrelerdir	7.1.c,7.2.d/e,7.3.d,7.4.d/e
M35	Bir insan deri hücresinde kromozomal DNA miktarı profaz evresinde iki katına çıkar çünkü DNA eşlemesi mitozun ilk evresi olan profazda gerçekleşir	8.1.b,8.2.d/e,8.3.b,8.4.d/e
M36	Bir insan deri hücresinde kromozomal DNA miktarı profaz evresinde iki katına çıkar çünkü kromozom sayısı profazda ikiye katlar	8.1.b,8.2.d/e,8.3.c,8.4.d/e
M37	Bir insan deri hücresinde kromozomal DNA miktarı metafaz evresinde iki katına çıkar çünkü kardeş kromatitler metafazda oluşur	8.1.c,8.2.d/e,8.3.d,8.4.d/e
M38	Bir insan deri hücresinde kromozomal DNA miktarı anafaz evresinde iki katına çıkar çünkü kardeş kromatitler anafazda birbirinden ayrılır	8.1.d,8.2.d/e,8.3.e,8.4.d/e
M39	Bir insanın göz rengini belirleyen gen yalnızca beyin hücrelerinde bulunur çünkü bu organdaki hücreler göz rengini kontrol eder	9.1.a,9.2.d/e,9.3.b,9.4.d/e
M40	Bir insanın göz rengini belirleyen gen yalnızca göz hücrelerinde bulunur çünkü genler sadece ilgili organlarda bulunur	9.1.b,9.2.d/e,9.3.a,9.4.d/e
M41	Bir insanın göz rengini belirleyen gen yalnızca göz hücrelerinde bulunur çünkü bu organdaki hücreler göz rengini kontrol eder	9.1.b,9.2.d/e,9.3.b,9.4.d/e
M42	Bir insanın göz rengini belirleyen gen yalnızca göz hücrelerinde bulunur çünkü gözdeki hücrelerin kendilerine özgü genleri bulunur	9.1.b,9.2.d/e,9.3.c,9.4.d/e
M43	Bir insanın göz rengini belirleyen gen beyinde ve gözde bulunmaz çünkü bu genler sadece zigotta bulunur	9.1.d,9.2.d/e,9.3.e,9.4.d/e
M44	Hücre iskeleti bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunur çünkü bu hücresel yapı olmadan hücre işlevini yerine getiremez	10.1.a,10.2.d/e,10.3.d,10.4.d/e
M45	Golgi cisimciği bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunur çünkü bitki hücrelerinde hücre iskeleti yerine hücre duvarı vardır	10.1.b,10.2.d/e,10.3.e,10.4.d/e
M46	Hücre iskeleti ve golgi cisimciği bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunmaz çünkü bu hücresel yapılar sadece hayvan hücrelerine aittir	10.1.d,10.2.d/e,10.3.a,10.4.d/e
M47	Hücre iskeleti ve golgi cisimciği bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunmaz çünkü bu hücresel yapılar sadece bitki hücrelerine aittir	10.1.d,10.2.d/e,10.3.b,10.4.d/e

M48	Hücre iskeleti ve golgi cisimciği bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunmaz çünkü bu iki hücresel yapı ökaryot organizmalarda bulunmaz	10.1.d,10.2.d/e,10.3.f,10.4.d/e
M49	Tuzlu suya konan canlı bitkisel bir hücrede deplazmoliz gerçekleşir çünkü ozmotik basınç suyun hücreye girmesine neden olur	11.1.b,11.2.d/e,11.3.a,11.4.d/e
M50	Tuzlu suya konan canlı bitkisel bir hücrede deplazmoliz gerçekleşir çünkü ozmotik basınç çözünen maddelerin hücreye girmesine neden olur	11.1.b,11.2.d/e,11.3.c,11.4.d/e
M51	Tuzlu suya konan canlı bitkisel bir hücrede hemoliz gerçekleşir çünkü ozmotik basınç suyun hücreye girmesine neden olur	11.1.c,11.2.d/e,11.3.a,11.4.d/e
M52	Tuzlu suya konan canlı bitkisel bir hücrede hemoliz gerçekleşir çünkü ozmotik basınç çözünen maddelerin hücreden çıkmasına neden olur	11.1.c,11.2.d/e,11.3.d,11.4.d/e
M53	Normal insanda hücre döngüsünün aynı evresinde bulunan bir karaciğer hücresi ile bir akciğer hücresinin DNA miktarları aynıdır çünkü aynı canlılardaki hücrelerde DNA miktarı değişmez	12.1.a,12.2.d/e,12.3.e,12.4.d/e
M54	Normal insanda hücre döngüsünün aynı evresinde bulunan bir karaciğer hücresi ile bir akciğer hücresinin DNA miktarları aynıdır çünkü bir vücuda ait bütün hücreler aynı DNA miktarına sahiptir	12.1.a,12.2.d/e,12.3.f,12.4.d/e
M55	Bir hayvanın interfaz evresindeki A hücresinde ve mitoz evresindeki B hücresinde sentrioller normal olarak A hücresinde sitoplazmada, B hücresinde ise çekirdekte bulunur çünkü interfazda sitoplazmada, bölünmeye geçişte çekirdekte bulunur	13.1.b,13.2.d/e,13.3.c,13.4.d/e
M56	Bir hayvanın interfaz evresindeki A hücresinde ve mitoz evresindeki B hücresinde sentrioller normal olarak hem A hem B hücresinde çekirdekte bulunur çünkü sentriollerin hücredeki yeri değişmez	13.1.c,13.2.d/e,13.3.b,13.4.d/e
M57	Bir hayvanın interfaz evresindeki A hücresinde ve mitoz evresindeki B hücresinde sentrioller normal olarak hem A hem B hücresinde çekirdekte bulunur çünkü ikisi de hayvan hücresi olduğundan çekirdekte bulunur	13.1.c,13.2.d/e,13.3.e,13.4.d/e
M58	Bir hayvanın interfaz evresindeki A hücresinde ve mitoz evresindeki B hücresinde sentrioller normal olarak hem A hem B hücresinde çekirdekte bulunur çünkü sentrioller çekirdek dışında olursa hücre bölünemez	13.1.c,13.2.d/e,13.3.f,13.4.d/e
M59	Bir hayvanın interfaz evresindeki A hücresinde ve mitoz evresindeki B hücresinde sentrioller normal olarak A hücresinde çekirdekte, B hücresinde sitoplazmada bulunur çünkü interfazda çekirdekte bulunan sentrioller, mitozda	13.1.d,13.2.d/e,13.3.g,13.4.d/e

---

	çekirdek zarının erimesiyle birlikte sitoplazmaya geçer	
M60	Tuzlu suda yaşayan öglenada kontraktil koful bulunur çünkü öglene fazla tuzlu suyu kontraktil koful ile dışarı atar	14.1.b,14.2.d/e,14.3.c,14.4.d/e
M61	Tuzlu suda yaşayan öglenada kontraktil koful bulunur çünkü Kontraktil koful su depo eder	14.1.b,14.2.d/e,14.3.f,14.4.d/e
M62	Tatlı ve tuzlu suda yaşayan öglenalarda kontraktil koful bulunur çünkü bu organel her iki ortamda da yaşayan tek hücrelilerde hücredeki su dengesi için gereklidir	14.1.c,14.2.d/e,14.3.b,14.4.d/e
M63	Tatlı ve tuzlu suda yaşayan öglenalarda kontraktil koful bulunur çünkü her iki ortamda da besin ihtiyacı kontraktil koful ile sağlanır	14.1.c,14.2.d/e,14.3.e,14.4.d/e
M64	Tatlı ve tuzlu suda yaşayan öglenalarda kontraktil koful bulunur çünkü kontraktil koful su depo eder	14.1.c,14.2.d/e,14.3.f,14.4.d/e
M65	Tatlı ve tuzlu suda yaşayan öglenalarda kontraktil koful bulunmaz çünkü tek hücreli canlılarda organel bulunmaz	14.1.d,14.2.d/e,14.3.a,14.4.d/e

---

## BÖLÜM 4

### 4. BULGULAR

#### 4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Bu başlık altında ortaöğretim 12. sınıf öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusuna ilişkin kavram yanlışlarını ortaya koymak amacıyla geliştirilen Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin geçerlilik ve güvenilirlik özelliklerine ilişkin bulgular sunulmaktadır.

##### 4.1.1. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin güvenilirliğine ilişkin bulgular

Bir ölçüm aracının güvenilirliği, farklı zamanlarda veya farklı koşullarda uygulandığında benzer sonuçlar üretme ve ölçümde tutarlılık gösterme kapasitesi olarak tanımlanabilir (Kimberlin & Winterstein, 2008). Bu bağlamda, dört aşamalı kavram yanlışlığı testlerinde hesaplanan “Bilimsel Bilgi Güvenirlik Katsayısı” ve “Kavramsal Yanlış Anlama Güvenirlik Katsayısı”, testin puan türlerinin ölçüm tutarlılığını değerlendirmek için kullanılan orijinal güvenilirlik endeksleridir (Kiray,2016; Aksoy & Genç, 2024) Bu katsayılar, testin bilimsel bilgiyi ve kavramsal yanlış anlamaları ne derece güvenilir bir şekilde ölçtüğünü ortaya koymaktadır.

##### ***Birinci Tip Güvenirlik: Bilimsel Bilgi Güvenirlik Katsayısı***

Katılımcıların bilimsel bilgi seviyelerini gösteren puanlar temel alınarak, birinci tür güvenilirlik katsayısı hesaplanmaktadır. Bu katsayı, testin katılımcıların bilimsel bilgi düzeylerini belirlemek için kullanıldığında kullanılması gereken güvenilirlik göstergesi olarak kabul edilir. Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin birinci tür güvenilirlik katsayısı, KR-20 analizi sonucunda 0,807 olarak hesaplanmıştır.

##### ***İkinci Tip Güvenirlik : Kavram Yanlışlığı Güvenirlik Katsayısı***

İkinci türdeki güvenilirlik katsayısı, katılımcıların kavram yanlışlığı puanına göre hesaplanmaktadır. İkinci tip güvenilirlik katsayısı testin katılımcıların kavram yanlışlığı puanlarını hesaplamak amacı ile kullanıldığı durumlarda temel alınacak güvenilirlik katsayısıdır. Hücrenin yapı ve görevleri testinin ikinci tip güvenilirlik katsayısı KR-20 analizi sonucunda 0,705 olarak hesaplanmıştır.

#### 4.1.2. Hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğine ilişkin bulgular

Geçerlilik, bir ölçme veya değerlendirme aracının araştırılan özelliği ne kadar doğru ve uygun bir şekilde ölçtüğünü gösteren bir nitelik olarak tanımlanır (Arslan, 2022). Testin geçerliliği için 4 farklı yöntem kullanılmıştır.

##### *Geçerlilik 1: Faktör Analizi*

Lise 12. sınıf öğrencilerinin Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin yapı geçerliliğini incelemek için faktör analizi uygulanmıştır. Faktör analizi uygulanabilmesi için, değişkenlerin genellikle aralık ölçeğinde ölçülmesi önerilir; ancak, 0–1 olarak kodlanan ikili verilerde, çok düzeyli korelasyonlar kullanan yazılımlar ile analiz yapılabilir. Bu çalışmada öğrencilerin yanıtları ikili olarak kodlandığından, faktör analizi için uygundur. Çalışmada, başlangıçta 21 soru olduğu ve her sorunun 4 aşamadan oluştuğu göz önüne alındığında, örnek sayısı minimum gereklilikleri karşıladığı belirlenmiştir. Faktör analizine ilişkin bir diğer ölçüt olan örneklem uygunluğunu belirlemek amacıyla Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) katsayısı incelenmiştir. Yapılan ön değerlendirmeler sonucunda, dört aşamalı Hücrenin Yapısı ve Görevleri Testinin aktör çözümlemesinin başlangıç aşamasında KMO değeri, 0,883 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değer, 60 sınırının üzerinde olması, örneklemin faktör çözümlemesi için yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir (Field, 2005). Hücrenin Yapısı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin maddelerine verilen yanıtlar arasındaki ilişkilerin önemi Bartlett Küresellik Testi kullanılarak incelenmiştir. Bartlett testinde  $p \leq 0,05$  değerinin anlamlılık düzeyini gösterdiğini belirtilmektedir (Field, 2005). Bartlett Küresellik Testi sonucunun istatistiksel açıdan anlamlı bulunması ( $p=0,00$ ), elde edilen verilerin faktör analizi uygulanmasına uygun olduğunu göstermektedir.

Geliştirilen dört aşamalı Hücrenin Yapısı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinden elde edilen veriler üzerinde AFA gerçekleştirilmiştir. İlk analiz bulguları, testte yer alan maddelerin altı farklı faktör altında kümelendiğini ve söz konusu faktörlerin toplam varyansın %45,78'ini açıkladığını ortaya koymuştur. Ölçme aracı geliştirme sürecinde, faktörlerin daha açık ve yorumlanabilir bir yapı kazanmasını sağlamak amacıyla rotasyon (eksen döndürme) tekniğinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, faktörlerin daha net ayrışmasını sağlamak amacıyla dikey rotasyon yöntemleri arasında yer alan Varimax tekniği kullanılmıştır. SPSS'de yorumlamasının daha pratik olması açısından en yaygın olarak varimax yöntemi uygulanmaktadır (Landau ve Everitt, 2003). Rotasyon işlemi sonrasında faktör

yüklemelerinde gözlemlenen dengesizlikler nedeniyle, bazı maddeler testten çıkarılmıştır. Her bir maddenin ölçme aracından çıkarılmasını takiben açıklayıcı faktör analizi (AFA) yeniden yürütülmüştür. Dört aşamalı Hücrenin Yapısı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi için yapılan tekrarlı analizler sonucunda dört faktörlü ideal bir yapı elde edilmiş ve KMO değeri, 0,829 olarak hesaplanmıştır. Barlett'in Küresellik Testi sonucuna göre, değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0,00$ ). Maddelerin elenme gerekçeleri; herhangi bir faktörde kabul edilebilir düzeyde yük değeri göstermemesi (en az, 40) (S11), iki farklı faktörde anlamlı yük almasına karşın faktör yükleri arasındaki farkın, 10'un altında olması nedeniyle binişik özellik sergilemesi (S13, S8, S16) ve faktörlerin her birinde asgari üç maddenin yer almaması (S5, S13, S14, S19) şeklinde belirlenmiştir. AFA sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.1.2.1.'de verilmiştir.

**Tablo 4.1.2.1.** AFA sonucunda belirlenen faktörlere ilişkin bulgular

Faktör	Özdeğer	Varyans yüzdesi	Toplam varyans yüzdesi
1	2,936	20,971	20,971
2	1,187	8,479	29,450
3	1,087	7,766	37,216
4	1,003	7,166	44,381

Tablo 4.1.2.1, testin dört faktörden oluştuğunu ve bu faktörlere ait özdeğerlerin 2,936, 1,187, 1,087 ve 1,003 olduğunu belirtir. Toplam varyansın %20,971'i Faktör 1 tarafından açıklanırken, Faktör 2'nin katkısı %8,479, Faktör 3'ün katkısı %7,766 ve Faktör 4'ün katkısı ise %7,166 olarak belirlenmiştir. Elde edilen faktörler, toplam varyansın %44,381'ünü açıklamaktadır. Maddelerin içeriği incelenmiş ve her bir faktörü temsil edecek şekilde faktörlere dahil edilen tüm öğeleri kapsayacak şekilde isimlendirilmiştir. Faktör 1 "Hücrenin Çeşidi", Faktör 2 "Hücrenin Yapısı ve Faktör", 3 "Hücrenin İşlevi ve Faktör 4 "Hücrenin Ortak Özellikleri" olarak isimlendirilmiştir.

Analizlerin sonucunda, hücrenin yapı ve görevleri kavramı tanılama testi 14 soru ile son halini almıştır. Tablo 4.1.2.2. soruların faktör yükleriyle ilgili bulguları gösterir

**Tablo 4.1.2.2.** Hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin faktör yük değerleri.

Soru no	Faktörler			
	Faktör 1 Hücrenin Çeşidi	Faktör 2 Hücrenin Yapısı	Faktör 3 Hücrenin İşlevi	Faktör 4 Hücrenin Ortak Özellikleri
S1	,533			
S2	,661			
S3	,527			
S4	,459			
S6				,642
S7	,552			
S9		,601		
S10		,723		
S12		,683		
S15				,666
S17			,599	
S18			,593	
S20			,642	
S21				,488

\*: ,40\*'ın altındaki değerler tabloda gösterilmemiştir.

Elde edilen faktör analizi sonuçları: Birinci faktör, faktör yükleri 0,459–0,661 aralığında değişen beş maddeden oluşurken; ikinci faktör 0,601–0,723 arasında yük değerlerine sahip üç maddeyi kapsamaktadır. Üçüncü faktörde, faktör yükleri 0,593–0,642 arasında değişen üç madde yer almakta; dördüncü faktör ise 0,488–0,666 aralığında yük değerlerine sahip üç maddeden oluşmaktadır.

#### *Geçerlilik 2: Öğrencilerin Doğru Cevap Puanları ve Güven Puanları Arasındaki Korelasyon*

Test maddelerinin istenen özelliği ne ölçüde ölçtüğünü belirlemek için, Öğrencilerin doğru yanıt puanları ile bu yanıtlarına ilişkin güven düzeyleri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu kapsamda, yapısal geçerliliğin kanıtlanması amacıyla çalışmada üç farklı korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

- 1) Birinci (içerik) ve ikinci (güven) aşama arasındaki korelasyon
- 2) Üçüncü (neden) ve dördüncü (güven) aşama arasındaki korelasyon

3) Birinci ve üçüncü aşama ile ikinci ve dördüncü aşama arasındaki korelasyon (her iki güven puanı)

Korelasyon aşamasına geçilmeden önce korelasyonun varsayımları kontrol edilmiştir. Bu bağlamda her aşamanın toplam puanları için normallik analizi yapılmıştır. Yapılan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarının istatistiksel dağılımının normal olmadığı tespit edilmiştir ( $p < ,05$ ). Bundan ötürü Spearman momentler çarpım korelasyonu kullanılmıştır. Tablo 4.1.2.3. analiz sonuçlarını göstermektedir.

**Tablo 4.1.2.3.** Testin güven düzeyleriyle ait korelasyon bulguları

Güven puanları	Spearman's rho	Sig. (2-Yönlü)	N
İlk Güven Puanı	,141	,000	1200
İkinci Güven Puanı	,236	,000	1200
Her İki Güven Puanı	,454	,000	1200

Tablo 4.1.2.3'te sunulan bulgulara göre, öğrencilerin birinci ve ikinci aşamalara verdikleri yanıtlar temel alınarak saptanan birinci güven puanının Spearman sıra farkları korelasyon katsayısının 0,141 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değer, öğrencilerin ilk iki aşamadaki yanıtları arasında pozitif yönlü, düşük düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin varlığını göstermektedir.

Üçüncü ve dördüncü aşamalara verilen yanıtlar temel alınarak saptanan ikinci güven puanı için Spearman korelasyon katsayısı ise 0,236 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu bulgu, öğrencilerin üçüncü ve dördüncü aşamalardaki yanıtları arasında da pozitif yönlü, zayıf düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

Nihai olarak, öğrencilerin birinci ve üçüncü aşamalarda verdikleri yanıtlar ile ikinci ve dördüncü aşamalara ilişkin yanıtları temel alarak saptanan güven puanları arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu kapsamda belirlenen Spearman korelasyon katsayısının 0,454 olduğu saptanmıştır. Söz konusu katsayı, öğrencilerin her iki güven puanı arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunduğu işaret etmektedir.

### *Geçerlilik 3: Pozitif Yanlış ve Negatif Yanlış*

Dört aşamalı teşhis testleri sayesinde katılımcıların bilimsel bilgi düzeyleri, pozitif yanlış, negatif yanlış, ve bilgi eksiklikleri hakkında ortalama puanlar elde edilebilir. Pozitif

yanlış, bir katılımcının kavram tanılama testindeki bir maddeye içerik düzeyinde doğru yanıt verdiği, ancak neden düzeyinde yanlış bir gerekçe sunduğu ve her iki güven düzeyinde de yanıtlarına güvendiğini belirttiği durumlarda ortaya çıkar. Negatif yanlış ise, katılımcının içerik düzeyinde yanlış yanıt verdiği, ancak neden düzeyinde doğru yanıt verdiği ve yine de her iki güven düzeyinde de yanıtlarına güvendiğini belirttiği durumlarda ortaya çıkan hata türüdür. Pozitif ve negatif yanlış ortalamaları, testte öğrencilerin yalnızca doğru-yanlış durumunu değil, yanlışın niteliğini ve güven düzeyini de dikkate aldığı için, kavram teşhis testlerinin gerçekten kavram yanlışlığını ölçüp ölçmediğini anlamada güçlü bir gösterge sağlar. Bu nedenle, bu ortalamaların kullanılması, testin geçerliliğini nicel olarak destekleyen önemli kanıtlar sağlar. Hestenes ve Halloun (1995), negatif yanlış puanları haklı yanlış negatifler olarak tanımlamış ve kavram tanılama testlerinin geçerliliğinin sağlanabilmesi için, hem pozitif hem de negatif yanlış ortalama değerlerinin %10'un altında olması gerektiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin kavram yanlış anlama testinde elde ettikleri negatif yanlış ortalaması % 1,77 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, önerilen %10 sınırının oldukça altındadır ve geliştirilen kavram tanılama testinin geçerliliği için güçlü bir kanıt sunmaktadır. Bu araştırmada geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin lise 12. sınıf düzeyindeki öğrencilere uygulamanın ardından gerçekleştirilen analizlerde, pozitif yanlış ortalama değerlerinin %3,19 ve negatif yanlış değerlerinin %1,46 olduğu belirlenmiştir. Ölçme aracının geçerlilik açısından yeterli bir düzeye sahip olduğu her iki oranın da %10 eşliğinin altında kalması ile ortaya çıkmıştır.

#### *Geçerlilik 4: Uzman Görüşü*

Deneme uygulaması aşamasında yer alacak maddelerin seçilmesinde uzman 2 öğretim üyesinin görüşlerine başvurulmuştur. Soruların geliştirilmesi ve ölçme aracının son biçiminin belirlenmesi aşamasında, biyoloji eğitiminde uzman iki ayrı öğretim üyesinden sağlanan geri bildirimler esas alınarak gerekli düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Uzmanlardan elde edilen görüş ve öneriler doğrultusunda teste son şekli verilmiştir. Yapılan geçerlilik ve güvenilirlik incelemeleri sonucunda, bu çalışma kapsamında geliştirilen dört aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin geçerlilik ve güvenilirlik ölçütlerini karşıladığı ve kullanılabilir bir ölçme aracı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 4.1.2.1'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları tamamlanan testte yer alan örnek bir soru sunulmuştur.

<b>1.1.</b>	Aşağıdaki canlı varlıklardan hangisi ya da hangilerinde kloroplast bulunabilir?
	A ( ) Bitkiler                      B ( ) Protistalar                      C ( ) Her ikisi                      D ( ) Hiçbiri
<b>1.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>1.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A(...)Yalnızca bitkiler fotosentez yapar B(...)Bu organel bitki ve bazı protistalarda fotosentez için gereklidir C(...)Protistalar gelişmemiş canlılar olup, kloroplast yerine klorofil taşır D(...)Protistalar ve parazit bitkiler fotosentez yapmaz E(...)Bazı protistalar güneşli ortamda kloroplast sayesinde fotosentez yapar F(...).....
<b>1.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )</i>

**Şekil 4.1.2.1.** Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testine ait örnek bir soru.

#### 4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

İlgili kısımda “Ortaöğretim 12. sınıf öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki bilgi eksikliği, kavram yanılgısı ve bilimsel bilgi Faktörler düzeyinde yüzdeler dağılımları hangi değerleri almaktadır?” sorusuna ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

12. sınıf öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri ilgili yanlış algılarını belirlemek için geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri testinin faktörleri ve soruları, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları tamamlandıktan sonra bilimsel bilgi, kavram yanılgıları ve bilgi eksikliği oranlarını hesaplamak için kullanıldı. Tablo 4.2.1 bulguları gösterir.

**Tablo 4.2.1.** Öğrencilerin bilimsel bilgi, kavram yanlılığı ve bilgi eksikliği yüzdeleri.

Faktör	Test maddeleri	Bilimsel bilgi	Kavram yanlılığı	Bilgi eksikliği
F1	S1	%6,63	%10,8	%76,3
	S2	%3,42	%21,3	%70,7
	S3	%1,58	%38,2	%57,1
	S4	%4,33	%7,83	%83,6
	S7	%4,08	%13,25	%76,6
	<b>Ortalama</b>	<b>%3,95</b>	<b>%18,3</b>	<b>%72,8</b>
F2	S9	%5,25	%11	%81,8
	S10	%3,58	%18,9	%72,6
	S12	%5,17	%14,3	%77,2
	<b>Ortalama</b>	<b>%4,67</b>	<b>%14,7</b>	<b>%72,2</b>
F3	S17	%8,25	%16,7	%69,6
	S18	%6,17	%9,67	%77,6
	S20	%1,92	%17,3	%77,6
	<b>Ortalama</b>	<b>%5,44</b>	<b>%14,6</b>	<b>%74,9</b>
F4	S6	%4,08	%13,3	%76,6
	S15	%8,25	%16,7	%69,6
	S21	%5	%19,3	%71,3
	<b>Ortalama</b>	<b>%5,78</b>	<b>%16,4</b>	<b>%72,5</b>

Tablo 4.2.1. yorumlandığında, Birinci faktör kapsamında yer alan maddeler incelendiğinde, öğrencilerin ortalama bilimsel bilgi oranının %3,95, kavram yanlılığı oranının %18,3 ve bilgi eksikliği oranının ise % 72,8 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. İkinci faktörde yer alan sorular için öğrencilerin ortalama bilimsel bilgi yüzdesinin % 4,67, kavram yanlılığı yüzdesinin % 14,7 ve bilgi eksikliği yüzdesinin % 72,2 olduğu görülmektedir, üçüncü faktörde yer alan sorular için öğrencilerin ortalama BB yüzdesinin % 5,44, KY yüzdesinin % 14,6 ve BE yüzdesinin % 74,9 olduğu görülmektedir Son olarak dördüncü faktörde yer alan sorular için öğrencilerin ortalama BB yüzdesinin % 5,78, KY yüzdesinin % 16,4 ve BE yüzdesinin % 72,5 olduğu görülmektedir. Faktörlere göre yapılan değerlendirmeye göre, öğrenciler arasında en yüksek ortalama bilimsel bilginin dördüncü faktörde olduğu tespit edildi. En yüksek ortalama kavram yanlılığının birinci faktörde olduğu ve ortalama bilgi eksikliğinin ise üçüncü faktörde en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür.

Her bir maddenin çıkarılmasından sonra geçerlilik ve güvenilirlik analizlerinin yeniden yapılması, testin psikometrik özelliklerinin her aşamada sistematik olarak yeniden geçerliliğinin doğrulandığını göstermektedir. Bu yaklaşım, elde edilen nihai sonuçların

istatistiksel olarak tutarlı ve güvenilir olduğunu ortaya koyarak, ölçüm aracının yapı geçerliliğini ve güvenilirliğini güçlendirmektedir. Analiz süreci tamamlandıktan sonra, test maddelerinin yeniden numaralandırılması ve homojen bir şekilde düzenlenmesi, uygulama sürecinde ortaya çıkabilecek sıralama etkilerini en aza indirerek testin ölçüm duyarlılığını artırmıştır. Bu bakımdan, geliştirilen Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavramı Teşhis Testi, sağlam bir ölçüm aracıdır.

Son haliyle Faktör 1; 5,6,10,11 ve 12; Faktör 2; 4, 13 ve 14; Faktör 3; 2,7 ve 8; Faktör 4; 1, 3 ve 9 numaralı maddeleri içermektedir.

**Tablo 4.2.2.** Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri testi için soru numaralarındaki değişim

Başlangıçtaki soru numarası	Son durumdaki soru numarası	Faktör numarası
S15	S1	F4
S18	S2	F3
S6	S3	F4
S10	S4	F2
S2	S5	F1
S3	S6	F1
S20	S7	F3
S17	S8	F3
S21	S9	F4
S1	S10	F1
S4	S11	F1
S7	S12	F1
S9	S13	F2
S12	S14	F2

Dört aşamalı kavram teşhis testinden elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri konusunda çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde, bazı kavram yanlışlarının % 10'un üzerinde tekrarlandığı ve belirli alt boyutlarda yoğunlaştığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin önemli bir kısmı insan vücut hücresindeki nükleotit çeşitliliğini yalnızca dört çeşit ile sınırlandırmıştır. Bu yanlış, öğrencilerin nükleotit kavramını yalnızca azotlu organik baz çeşitliliği üzerinden ele aldıklarını ve şeker yapısındaki farklılıkları göz ardı ettiklerini göstermektedir. Söz konusu kavram yanlışlığı, testte yer alan ilgili maddelerde % 10'un üzerinde bir oranla ortaya çıkmıştır.

Bir diğerk belirgin kavram yanılığısı, öğrencilerin bir bakteri hücreği ile kemik iliği hücreğini “organizma” olarak değerlendirmeleridir. Bu yanılığı, hücre–doku–organ–organizma düzeyleri arasındaki biyolojik organizasyon basamaklarının öğrenciler tarafından net biçimde ayırt edilemediğini göstermektedir. Bulgular, bu yanılığ anlamının da katılımcıların % 10’undan fazlasında görüldüğünü ortaya koymuğtur.

Ayrıca öğrencilerin bir kısmının, “kloroplastın yalnızca bitkilerde bulunduğunu ve fotosentezin sadece bitkilere özđü bir süreç olduğunu” düğündükleri belirlenmiğtir. Bu kavram yanılığısı, fotosentez yapan diğer canlı gruplarının (algler ve bazı protistalar gibi) öğrencilerin bilişsel modellerinde yeterince yer almadığını göstermektedir.

Genetik kavramlara ilişkin bulgular incelendiğinde, “bir insanın göz rengini belirleyen genin yalnızca göz hücrelerinde bulunduğu” yönündeki yanılığ anlamının da % 10’un üzerinde tekrarlandığı tespit edilmiğtir. Bu durum, öğrencilerin genetik bilginin tüm somatik hücrelerde ortak olduğu ilkesini kavrayamadıklarını ve genlerin yalnızca ilgili organlarda bulunduğunu düğündüklerini ortaya koymaktadır.

Son olarak, öğrencilerin bir bölümünün “tuzlu suda yaşıyan öğlenada kontraktil koful bulunduğu ve bu organelin fazla tuzlu suyu dışarı attığı” yönünde bir kavram yanılığısına sahip oldukları belirlenmiğtir. Bu bulgu, öğrencilerin ozmos ve hücre içi denge mekanizmalarını ortam koşullarıyla doğru şekilde ilişkilendiremediklerini göstermektedir.

## BÖLÜM 5

### 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde, çalışmada elde edilen bulgular tartışılmakta; bulguların yorumlanması sonucunda ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı öneriler belirtilmektedir.

#### 5.1. Tartışma

Fen eğitiminde temel hedef, öğrencilerin bilimsel kavramları doğru, tutarlı ve anlamlı bir bütünlük içinde öğrenmelerini sağlamaktır. Ancak özellikle biyoloji öğretiminde yer alan hücrenin yapı ve görevleri gibi soyut ve çok katmanlı konular, öğrencilerin zihninde farklı kaynaklardan beslenen yanlış anlamalara açık bir yapıdadır. Öğrencilerin sahip oldukları bu kavram yanlışları yalnızca konuya ilişkin akademik başarılarını değil, bilimin doğasını anlamalarını ve bilimsel düşünme becerilerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, öğrencilerin kavramları hatalı biçimde yapılandırmalarını engellemek ve bilimsel doğruluğu desteklemek için öğretim süreçlerinin yanlışlardan arınık bir öğrenme ortamı sunması gerekmektedir. Bu süreçte en büyük sorumluluk öğretmenlere düşmekte; fen eğitimcilerinin öğrencilerin ön bilgilerini doğru biçimde analiz eden, kavram yanlışlarını ortaya çıkaran ve bunların giderilmesine yönelik pedagojik stratejileri etkili biçimde kullanmaları büyük önem taşımaktadır. Geleceğin fen bilgisi ve biyoloji öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının, lisans eğitimleri boyunca doğru kavramsal temellere sahip olmaları, hem kendi mesleki yeterlikleri hem de yetiştirecekleri nesillerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirebilmeleri açısından kritik bir gerekliliktir. Bu nedenle öğretmen adaylarının hücre konusuna ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi, fen eğitiminin niteliğini artırmak için atılan temel adımlardan birini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen testte, lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki kavramsal anlayışlarını ayrıntılı biçimde incelemeyi amaçlamakta ve biyoloji eğitimi literatüründe giderek önem kazanan kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik çağdaş ölçme yaklaşımlarıyla uyumlu bir yapı sunmaktadır. Öğrencilerin bilimsel bilgiyi yapılandırma süreçleri; önceki öğrenmeleri, günlük yaşam deneyimleri ve bilişsel hazır bulunuşluk düzeylerinden etkilendiği için, özellikle soyut kavramların yoğun olduğu biyoloji alanında yanlış anlamalar kalıcı hâle gelebilmektedir. Hücre yapısı, organellerin işlevleri, hücre zarının görevleri ve metabolik süreçler gibi alt kavramlarda sıkça gözlenen bu hatalı zihinsel modelleri ortaya çıkarmak ise etkili biyoloji öğretiminin temel bir gereği olarak

değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, 12. sınıf öğrencilerinin hücre yapısı ve işlevlerine ilişkin kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla dört aşamalı bir kavram teşhis testi geliştirilmiş; ilk aşamada taslak maddeler oluşturularak uzman görüşleriyle kapsam geçerliği sağlanmış, ardından maddeler revize edilerek pilot uygulama gerçekleştirilmiş, işlevsiz maddeler ayıklanmış ve test son hâline kavuşturulmuştur. Son aşamada, 21 maddeden oluşan nihai test geniş bir örnekleme uygulanmış ve elde edilen veriler öğrencilerin kavramsal anlayış düzeylerini ortaya koymak üzere detaylı biçimde analiz edilmiştir.

Bir ölçme aracının geliştirme sürecinde, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarının titizlikle yürütülmesi büyük önem taşır. Buna göre, bu araştırma kapsamında geliştirilen dört aşamalı çoktan seçmeli hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testine çeşitli geçerlilik ve güvenilirlik analizleri uygulandı. Güvenilirlik incelemeleri sonucunda, testin tip-1 güvenilirlik katsayısı (KR-20) 0,807 olarak belirlendi. Bir ölçme aracının güvenilir sayılabilmesi için KR-20 güvenilirlik katsayısının en az 0.70 değerini karşılaması gerektiği kabul edilmektedir (Özçelik, 2010; Tavakol & Dennick, 2011). Bu bulguya dayanarak, geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin, bilimsel bilgi puanlarına dayalı tip-1 güvenilirlik katsayısı açısından güvenilir bir ölçme aracı olduğu sonucuna varılmıştır. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri testinin ikinci tip güvenilirlik katsayısı, KR-20 analizi sonucunda 0,705 olarak belirlenmiştir. Literatürde, 10–15 maddelik kısa çoktan seçmeli testler için KR-20 katsayısının 0,50 ve üzerindeki düzeylerde olmasının güvenilirlik bakımından yeterli sayıldığı belirtilmiştir (Kehoe, 1994). Bu çerçevede, dört aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri testinin kavram yanlışları puanları esas alınarak hesaplanan ikinci tür güvenilirlik katsayısının kabul edilebilir sınırlar içinde yer aldığı ve ölçme aracının bu bakımdan güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğini değerlendirmek için çeşitli analizler yapılmıştır. Bu süreçte, faktör analizi yapıp yapılamayacağını belirlemek için verilerin uygunluğu ilk olarak incelenmiş ve analiz için gerekli koşulların karşılandığı bulunmuştur. Daha sonra, açımlayıcı faktör analizi uygulanmış ve analiz sonuçlarına göre bazı maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Düzenlemeler yapıldıktan sonra, testin dört faktörlü bir yapıda toplandığı gözlemlenmiş; KMO değeri 0,829 olarak hesaplanmıştır. Bartlett'in küresellik testi sonuçları da anlamlılık düzeyinin yeterli olduğunu göstermiştir ( $p = 0.00$ ). KMO değeri, 0 ile 1 arasında değişen ve farklı uygunluk düzeylerini gösterebilen bir ölçüttür.

Literatürde KMO değeriyle ilgili farklı sınıflandırmalar bulunsa da, genel kabul gören görüş, faktör analizi için en az 0.60 KMO değerinin yeterli olduğudur (Çokluk, Şekercioğlu & Büyüköztürk, 2010; Seçer, 2013). Bu çalışmada elde edilen 0.829 KMO değeri, Karagöz'ün (2016) sınıflandırmasına göre “çok iyi” ve Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk'ün (2010) ölçütlerine göre “iyi” kategorisinde yer almıştır.

Faktör analizi sonucunda elde edilen öz değerlerin 2,936, 1,187, 1,087 ve 1,003 şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Buna göre Faktör 1 toplam varyansın % 20,971'ini, Faktör 2 % 8,479'unu, Faktör 3 % 7,766'sını ve Faktör 4 % 7,166'sını açıklamaktadır. Dört faktör birlikte değerlendirildiğinde, yapının toplam varyansın %44,381'ünü açıkladığı görülmektedir. Çok faktörlü ölçme araçlarında açıklanan toplam varyansın en az %40 olması gerektiği ifade edilmektedir (Karagöz, 2016). Bu doğrultuda, elde edilen toplam varyans oranının faktör yapısı açısından yeterli düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Faktör analizi bulguları incelendiğinde, birinci Faktörün faktör yükleri 0,459–0,661 aralığında değişen 5 maddeden, İkinci Faktörün faktör yükleri 0,601–0,723 arasında değişen 3 maddeden, Üçüncü Faktörün faktör yükleri 0,593–0,642 aralığında değişen 3 maddeden ve son olarak dördüncü faktörün faktör yükleri 0,488-0,666 arasında değişen 3 maddeden oluştuğu görülmüştür. Faktör yüklerinin düzeyi analiz edildiğinde (Bursal, 2017);

- Faktör 1 için, 1 soru çok iyi (2), 1 soru iyi (7), 3 soru orta (1, 3, 4) oranında varyansı açıklamaktadır.
- Faktör 2 için, 1 soru mükemmel (10), 1 soru çok iyi (12), 1 soru iyi (9) oranında varyansı açıklamaktadır.
- Faktör 3 için, 1 soru çok iyi (20), 2 soru iyi (17, 18) oranında varyansı açıklamaktadır.
- Faktör 4 için, 2 soru çok iyi (6, 15), 1 soru orta (21) oranında varyansı açıklamaktadır.

Soru maddeleri incelendikten sonra, her bir faktörün içerdiği maddeleri en iyi yansıtabilecek biçimde faktör adlandırmaları yapılmıştır. Buna göre Faktör 1 “Hücrenin Çeşidi”, Faktör 2 “Hücrenin Yapısı” ve Faktör 3 “Hücrenin İşlevi ve Faktör 4 “Hücrenin Ortak Özellikleri” olarak isimlendirilmiştir. AFA sonuçları değerlendirildiğinde, 10 numaralı maddenin içerik yönünden “Hücrenin Çeşidi” faktöründe yer alması öngörülmesine karşın analizlerin bu maddeyi “Hücrenin Yapısı” faktörü altında topladığı görülmüştür. Benzer şekilde, 15 numaralı madde için içerik bakımından “Hücrenin Yapısı” faktöründe bulunması beklenirken, analizin bu maddeyi “Hücrenin Ortak Özellikleri” faktöründe konumlandığı belirlenmiştir.

Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğini incelemek amacıyla yapılan diğer bir inceleme ise öğrencilerin doğru yanıt düzeyleri ile cevapları ile ilgili güven puanları arasındaki ilişkileri değerlendirmektir. Bu analizde, testin birinci ile ikinci aşamalarının puanları arasındaki ilişki birinci güven puanı, üçüncü ve dördüncü aşamaların puanları arasındaki ilişki ise ikinci güven puanı olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra, birinci ve üçüncü aşamalar ile ikinci ve dördüncü aşamalara ilişkin güven puanları arasındaki ilişki de korelasyon analizi yoluyla belirlenmiştir. Analiz sonuçları, birinci ve ikinci güven puanları arasında pozitif yönde, düşük düzey fakat anlamlı ilişkiler bulunduğunu; her iki güven puanının birlikte değerlendirildiğinde ise pozitif, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki ortaya çıktığını göstermiştir. Bu tür testlerin yapısı gereği, öğrencilerin hem bilgi hem de gerekçe düzeylerini aynı anda doğru biçimde ortaya koymaları zor olduğundan, aşamalar arasındaki korelasyonların düşük çıkması literatürde beklenen bir durumdur. Bu nedenle, söz konusu testlerde yapı geçerliliğinin sağlanabilmesi için özellikle içerik (doğru cevap) ile gerekçe basamakları arasında pozitif bir ilişki bulunması yeterli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir (Kaltakci-Gurel, Eryılmaz & McDermott, 2017; Kıray ve Simsek, 2021). Bu bulgular, dört aşamalı testin yapı geçerliliğine ilişkin gerekli koşulları sağladığını desteklemektedir.

Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğini değerlendirmek için yapılan bir diğer analiz, pozitif ve negatif hata oranlarının incelenmesidir. Uygulama sonuçlarına göre, ortalama pozitif hata oranı %3,19, ortalama negatif hata oranı ise %1,46 olarak bulunmuştur. Her iki oranın da %10'un altında olması, testin geçerlilik açısından kabul edilebilir bir seviyede olduğunu göstermektedir (Hestenes & Halloun, 1995). Ayrıca, pilot uygulama sürecinde madde yazımı, soru seçimi ve nihai test geliştirme aşamalarında biyoloji eğitimi uzmanlarına danışılarak içerik geçerliliği de desteklenmiştir.

Çalışmanın ikinci alt problemine yönelik olarak, öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki bilimsel bilgi düzeyleri, bilgi eksiklikleri, ile kavram yanılgısı oranları faktör bazında incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, öğrencilerin en yüksek bilimsel bilgi oranına “Hücrenin Ortak Özellikleri” yani dördüncü faktör olduğu ile birlikte en yüksek kavram yanılgısı ortalamasının ise, “Hücrenin Çeşidi” yani birinci faktörde olduğu belirlenmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın 9. Sınıf biyoloji öğretim programı incelendiğinde, öğrencilerin “Hücresel Yapılar ve Görevleri” ile ilgili temel kavramları öğrenmeleri

amaçlanmıştır; bu kapsamda prokaryot ve ökaryot hücrelerin yapısal özellikleri, organellerin rolleri ve hücre zarından madde geçişi gibi öğrenme hedefleri yer almaktadır. Öğrencilerden bu kazanımlar doğrultusunda hücresel yapıların ayrıntılarını açıklamaları ve hücre organellerinin görevlerini bilimsel terimlerle ifade etmeleri beklenmektedir. 10. sınıf biyoloji eğitim programına bakıldığında ise "Hücre Bölünmeleri" ünitesi kapsamında öğrenciler, hücre döngüsünün ve hücre bölünmesinin gerekliliğini açıklayarak ve mitoz ve mayoz süreçlerini anlayarak hücresel düzeydeki öğrenme hedeflerine ulaşırlar. 11. sınıf biyoloji programı daha çok sistem düzeyindeki süreçlere odaklansa da, bu konuların temelinde hücresel yapı ve işleyiş yer aldığından öğrencilerin önceki hücre bilgilerini kullanmaları beklenmektedir. 12. sınıfta ise fotosentez, solunum ve protein sentezi gibi karmaşık hücresel süreçler ele alınarak hücre yapıları ile biyokimyasal olaylar arasında doğrudan bağlantı kurulmaktadır. Ancak araştırma bulguları, sınıf düzeyi arttıkça hücre bilgisinin derinleşmesinin beklendiği hâlde kavram yanlışlarının devam ettiğini göstermiş; bu durum hücre konusunun öğretiminde önceki bilgilerin pekiştirilmesinin önemini ortaya koymuştur.

Geliştirilen dört aşamalı kavram teşhis testi aracılığıyla toplam 65 farklı yanlış anlama belirlenmiştir. Araştırma bulguları, 12. sınıf lise öğrencileri arasında bu yanlış anlamalardan beşinin görülme oranının % 10'un üzerinde olduğunu ortaya koymaktadır. Söz konusu yanlış anlamaların; hücrenin çeşidi, hücrenin yapısı ve hücrenin ortak özellikleriyle ilişkili olduğu saptanmıştır. "Bir insan vücut hücresinde dört çeşit nükleotit bulunur; çünkü dört farklı bazın varlığı ve DNA'nın çift zincirli yapısı nükleotit çeşitliliğini belirler" şeklindeki yanlış anlama (M26), öğrenciler arasında en yaygın olarak gözlenen kavram yanlışsıdır (% 18). Bu yanlış anlama, hücrenin çeşidi başlığı altında yer alan birinci faktör kapsamında değerlendirilmiştir. Öğrencilerin en yüksek yanlış anlama ortalamasının birinci faktörde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bu faktör kapsamındaki yanlış anlamaların ortalama oranı % 32,02 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin sıklıkla sergilediği bir diğer yanlış anlama % 14,08 oranıyla "Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresinin her ikisi de organizmadır; çünkü tüm canlı hücreler organizmadır" (M21) ifadesidir. M21 kodlu bu yanlış anlama, 5. sorunun birinci faktörü olan Hücrenin Çeşidi kapsamında yer almaktadır.

Faktörler kendi aralarında değerlendirildiğinde, yanlış anlama ortalamalarının birinci faktörden sonra en yüksek olduğu faktörün dördüncü faktör olduğu belirlenmiştir. Bu faktör kapsamındaki yanlış anlamaların ortalama oranı %24,58'dir. Bu başlık altında yer alan yanlış anlamalar arasında "Canlı varlıklar içerisinde kloroplast yalnızca bitkilerde bulunur; çünkü yalnızca bitkiler fotosentez yapar" (M1) ve "Bir insanın göz rengini belirleyen gen yalnızca

göz hücrelerinde bulunur; çünkü genler sadece ilgili organlarda bulunur” (M40) ifadeleri bulunmaktadır. M1 kodlu yanlış anlama 1. soruda, M40 kodlu yanlış anlama ise 9. soruda ortaya çıkmıştır.

% 10’un üzerinde görülen bir diğer yanlış anlama, % 10 oranıyla “Tuzlu suda yaşayan öglenada kontraktıl koful bulunur; çünkü öglena fazla tuzlu suyu kontraktıl koful aracılığıyla dışarı atar” (M60) ifadesidir. M60 kodlu bu yanlış anlama, ikinci faktör olan Hücrenin Yapısı kapsamında yer almaktadır.

Araştırma kapsamında uygulanan testin sonuçları, katılımcıların önemli bir bölümünün (% 10’un üzerinde) insan vücut hücresindeki nükleotit çeşitliliğini yalnızca dört tip ile sınırlı olarak algıladığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, öğrencilerin nükleotit yapısını açıklarken riboz ve deoksiriboz şekerleri arasındaki temel farkı göz ardı ettiklerini ve nükleotit çeşitliliğini yalnızca azotlu organik bazlar üzerinden değerlendirdiklerini göstermektedir. Elde edilen bu sonuç, biyoloji öğretmen adaylarının genetik konularındaki kavram yanlışlarını inceleyen Tekkaya, Çapa ve Yılmaz’ın (2000) çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Söz konusu çalışmada, nükleik asitlerin moleküler yapısının öğrenciler tarafından zihinsel olarak doğru biçimde yapılandırılmadığı ve nükleotit kavramının çoğunlukla yalnızca DNA’nın yapısal bileşenleriyle özdeşleştirildiği vurgulanmıştır. Bu durum, hücrenin bir bütün olarak ele alınmasından ziyade genetik materyalin ağırlıklı olarak DNA odaklı öğretilmesinin bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Araştırma bulguları, öğrencilerin bir bakteri hücresi ile kemik iliği hücresini “organizma” olarak değerlendirmelerinin, biyolojik organizasyon basamaklarının yeterince kavranmadığını göstermektedir. Katılımcıların % 10’undan fazlasında belirlenen bu kavram yanlışlığı, Özyay Köse (2003) tarafından bildirilen bulgularla örtüşmektedir. Köse (2003), öğrencilerin “hücre canlıdır” bilgisini “hücre bir organizmadır” yargısıyla hatalı biçimde özdeşleştirdiklerini ve tek hücreli organizmalar ile çok hücreli canlılara ait özelleşmiş hücreleri ayırt etmekte güçlük çektiklerini saptamıştır. Bu durum, hücre ve organizma kavramlarının eş anlamlı algılanmasının hedef kitlede önemli bir kavramsal engel olarak sürdüğünü göstermektedir.

Araştırma kapsamında belirlenen “kloroplastın yalnızca bitkilerde bulunduğu ve fotosentezin sadece bitkilere özgü bir süreç olduğu” yönündeki kavram yanlışlığı, Köse (2004) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmanın bulgularıyla

örtüşmektedir. Köse (2004), öğrencilerin fotosentezi bitkilere özgü bir olay olarak algıladıklarını ve kloroplastı yalnızca bitki hücrelerine ait bir organel şeklinde tanımladıklarını ortaya koymuştur. Bu durum, fotosentez yapan algler ve bazı protistalar gibi canlı gruplarının öğrencilerin zihinsel modellerinde yeterince temsil edilmediğini göstermektedir. Bu sonuç, hedef kitledeki öğrencilerin hücresel yapıları organizma türleriyle hatalı bir şekilde eşleştirdiklerini ve biyolojik süreçleri bütüncül bir bakış açısıyla kavrayamadıklarını kanıtlamaktadır.

Araştırma kapsamında belirlenen “bir insanın göz rengini belirleyen genin yalnızca göz hücrelerinde bulunduğu” yönündeki kavram yanlışlığı, öğrencilerin genetik bilginin hücreler arası dağılımına ilişkin temel bir ilkeyi kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu bulgu, Lewis, Leach ve Wood-Robinson (2000) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Söz konusu çalışmada öğrencilerin genleri belirli organlara ya da özelliklerin ortaya çıktığı dokulara özgü yapılar olarak algıladıkları; genetik bilginin tüm somatik hücrelerde ortak olduğu bilgisini zihinsel modellerine yeterince dahil edemedikleri rapor edilmiştir. Bu durum, gen-fenotip ilişkisinin mekânsal olarak hatalı kurulmasından kaynaklanmakta ve genlerin yalnızca ilgili organlarda “aktif” olduğu bilgisinin, genlerin yalnızca bu hücrelerde “var olduğu” şeklinde yanlış yorumlanmasına yol açmaktadır. Elde edilen bulgular, gen kavramının işlevsel düzeyi ile yapısal düzeyinin ayrıştırılamamasının öğrencilerde kalıcı kavram yanlışlarına neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma kapsamında belirlenen “tuzlu suda yaşayan öglenada kontraktıl koful bulunduğu ve bu organelin fazla tuzlu suyu hücre dışına attığı” yönündeki kavram yanlışlığı, öğrencilerin ozmos ve hücre içi denge mekanizmalarını bilimsel temelleriyle kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu bulgu, Köse (2008) tarafından öğrencilerin hücresel taşıma sistemlerine ilişkin kavram yanlışlıklarını inceleyen çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Köse (2008), öğrencilerin suyun yarı geçirgen zar boyunca hareketini yoğunluk farkına bağlı pasif bir süreç olarak değil, hücrenin aktif olarak “istenmeyen maddeleri uzaklaştırdığı” bir mekanizma şeklinde algıladıklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Odom ve Barrow (1995) tarafından geliştirilen iki aşamalı tanı testi sonuçları, öğrencilerin ozmosu sıklıkla aktif bir taşıma süreciyle karıştırdıklarını ve suyun hareket yönünü hatalı yorumladıklarını göstermektedir. Bu bağlamda, kontraktıl kofulun işlevinin tuzlu ortamda “fazla tuzu dışarı atma” şeklinde açıklanması, öğrencilerin osmotik dengeyi ortamın tuzluluğu ile ilişkilendiremediklerini ve kontraktıl kofulun tatlı su protistalarına özgü bir yapı olduğu bilgisini zihinsel modellerine dahil edemediklerini düşündürmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testi, lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusuna yönelik kavramsal anlayışlarını derinlemesine belirlemek amacıyla tasarlanmıştır. Geçerlilik ve güvenirlik analizleri sonucunda bilimsel açıdan sağlam temellere dayandığı ortaya konan bu testin, hem öğretmenler hem de araştırmacılar için pratik ve güvenilir bir ölçme aracı olarak alanyazında yer edineceği öngörülmektedir. Bu yönüyle testin, öğrencilerin kavram yanlışlarının erken dönemde fark edilmesine katkı sağlayarak öğretim süreçlerinin geliştirilmesine ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutmasına önemli bir potansiyel sunduğu düşünülmektedir.



## 5.2. Sonuç

Bu çalışmada, 12. sınıf lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri konusundaki bilimsel bilgilerini, kavram yanılgılarını ve bilgi eksikliklerini belirlemek amacıyla geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış ve ardından dört aşamalı bir teşhis testi geliştirilmiştir. Çalışmalardan elde edilen verilere dayalı olarak elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram yanılgısı tanılama testinin güvenilirlik analizleri sonucunda, birinci tip güvenilirlik katsayısı (Bilimsel Bilgi)  $KR-20 = 0,807$  olarak belirlenirken, ikinci tip güvenilirlik katsayısı (Kavram Yanılgısı)  $KR-20 = 0,705$  olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, testin hem bilimsel bilgi hem de kavram yanılgısı boyutlarında kabul edilebilir düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir.

2. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri testinin geçerliliğini incelemek adına, önce AFA yapılmış ve analiz sürecinde bazı maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Bu işlemlerin sonucunda, 21 maddelik testin dört faktörlü bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Bu faktörler toplam varyansın %44,381'ini açıkladığı görülmüştür. Soruların içeriği değerlendirilerek her faktöre uygun isimler verilmiştir; Faktör 1 “Hücrenin Çeşidi”, Faktör 2 “Hücrenin Yapısı”, Faktör 3 “Hücrenin İşlevi” ve son olarak Faktör 4 “Hücrenin Ortak Özellikleri” olarak adlandırılmıştır.

3. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğini değerlendirmek amacıyla yapılan analizlerden biri de, pozitif ve negatif yanlış oranlarının incelenmesidir. Uygulanan analizler neticesinde dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri teşhis testi için pozitif yanlış yüzdesi %3,19, negatif yanlış yüzdesi %1,46 bulunmuştur. Testin geçerli olması için, negatif yanlış oranı %10'un altında olmalıdır. Sonuç olarak, pozitif ve negatif yanlış oranları, testin geçerlilik kriterlerini karşıladığını göstermektedir.

4. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri testinin geçerliliğini incelemek için incelenen diğer bir değerlendirme, öğrencilerin doğru yanıt puanları ile güven düzeyleri arasındaki korelasyon analizidir. Analizden elde edilen bulgular, birinci güven puanı ile ikinci güven puanının ilişkisi pozitif yönlü, düşük düzeyde ve anlamlı ilişki ve iki güven düzeyi için ise pozitif, orta ve anlamlı ilişkilerini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, dört aşamalı testin yapı geçerliliği kriterini karşıladığını göstermektedir.

5. Dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin geçerliliğine ilişkin değerlendirilen son ölçüt, uzman görüşleridir. Testin geliştirme sürecinin çeşitli aşamalarında, biyoloji eğitimi alanındaki uzman akademisyenlerin görüş ve önerileri kullanılmıştır.

6. Çalışmanın ikinci alt problemi ile ilgili olarak, öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri kapsamında bilimsel bilgi düzeylerinin, kavram yanlışlığı ile bilgi eksikliklerinin oranlarının faktörlere göre dağılımı hesaplanmıştır. Sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin ortalama bilimsel bilgi bakımından en yüksek düzeyin “Hücrenin Ortak Özellikleri” faktöründe olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük ortalama bilimsel bilgi düzeyi “Hücrenin Çeşidi” faktöründe görülmüştür. Madde düzeyinde incelendiğinde, en yüksek bilimsel bilgi oranının 15 ve 17. maddede (yeni madde numarası 1 ve 8), en düşük bilimsel bilgi oranının ise 3. maddede (yeni madde numarası 6) olduğu tespit edilmiştir.

7. Öğrencilerde en fazla kavram yanlışlığı oranı “Hücrenin Çeşidi” faktöründe görülmüştür. Buna karşılık, en düşük ortalama yanlış algılama oranı “Hücrenin İşlevi” faktöründe gözlemlenmiştir. Madde düzeyinde incelendiğinde, kavram yanlışlığı oranının en yüksek olduğu maddenin 3 (yeni madde numarası 6) ve en düşük olduğu maddenin 4 (yeni madde numarası 11) olduğu belirlenmiştir.

8. Öğrencilerde en fazla bilgi eksikliği oranı “Hücrenin İşlevi” faktöründe görülmüştür. Yine buna karşılık, en düşük ortalama bilgi eksikliği oranı “Hücrenin Yapısı” faktöründe gözlemlenmiştir. Madde düzeyinde incelendiğinde, bilgi eksikliği oranının en yüksek olduğu maddenin 4 (yeni madde numarası 11) ve en düşük olduğu maddenin 3 (yeni madde numarası 6) olduğu belirlenmiştir.

9. Bu çalışma, geliştirilen dört aşamalı hücrenin yapı ve görevleri kavram teşhis testinin eğitim sürecinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu tür bir testin kullanılması, öğrencilerin hücrenin yapı ve görevleri kavramı hakkındaki kavram yanlışlıklarının erken aşamada tespit edilmesini ve bunların bilimsel gerçeklerle değiştirilmesini sağlar. Yanlışlar giderilmezse, öğrencilerin sonraki sınıflarda öğrenecekleri konular yanlış temellere dayanabilir ve bu da öğrenme sürecini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, testler yoluyla bu tür yanlış algıları tespit etmek ve düzeltmek, sağlam bir bilimsel bilgi temeli oluşturmak için çok önemlidir.

### 5.3. Öneriler

- Geliştirilen dört aşamalı test, hücreler hakkındaki kavram yanlışlarının gelişim süreci boyunca nasıl değiştiğini araştırmak için farklı sınıf seviyelerinde uygulanabilir.
- Test maddelerini genişleterek veya yenilerini ekleyerek, hücre konusunun alt ve üst öğrenme alanlarını kapsayan bir ölçme aracı oluşturulabilir.
- Öğretmenlerin kavram yanlışlarını tanıma ve giderme konusundaki farkındalığını artırmak amacıyla, hizmet içi eğitim programlarında bu testten yararlanılabilir.
- Benzer dört aşamalı testler farklı biyoloji konuları için geliştirilebilir ve böylece öğrencilerin biyoloji kavramları hakkındaki genel kavram yanlışlarının bir haritası oluşturulabilir.
- Test sonuçlarına göre öğretim materyalleri ve etkinlikler hazırlanabilir ve kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için öğretim tasarımları oluşturulabilir.
- Öğretim sürecinde kavramsal değişim metinleri, analogiler ve kavram karikatürleri gibi stratejiler, testle belirlenen yanlışları gidermek amacıyla kullanılabilir.
- Test, sonuçların tutarlılığını ve içerik geçerliliğini artırmak için farklı ölçüm araçlarıyla (iki aşamalı test, kavram haritası, açık uçlu sorular vb.) birlikte uygulanabilir.
- Ortaokul öğrencilerinin biyoloji konularındaki kavram yanlışlarını erken aşamada tespit etmek için, dört aşamalı bir test basitleştirilebilir ve yaş düzeylerine uygun bir şekilde uygulanabilir.
- Hücrenin yapı ve görevleri ile ilgili konularının öğretimi için, öğrencilerin somut örnekler ihtiyacını karşılamak için modeller, 3D görseller ve dijital simülasyonlar kullanılabilir.
- Öğretmen adayları, lisans süreçlerinde kavram yanlışlarını tespit etmeye yönelik dört aşamalı testlerin hazırlanması, uygulanması ve yorumlanması konusunda uygulamalı eğitim almalıdır.
- Fen ve biyolojide disiplinlerarası bağlantılar öğretilmelidir: Öğretmen adayları, hücreler, genetik ve ekoloji gibi konuları doğa bilimlerinin temel kavramlarıyla ilişkilendirerek bütünsel bir öğrenme çerçevesi oluşturmaları konusunda desteklenmelidir.
- Fizik, kimya ve biyoloji dersleri için deney ve gözlem, üç disiplinde de öğrenmenin temel bileşenleridir. Okullardaki mevcut laboratuvar olanaklarının

güçlendirilmesi ve öğretmenlere deney tasarımı, laboratuvar güvenliği, malzeme kullanımı ile deney sonrası kavramsal tartışmaların yürütülmesine yönelik pratik destek sağlanması gerekmektedir.



## KAYNAKÇA

- Adıgüzel, R. (2006). *8. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz hücre bölünmesi konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve kavram yanlışları hakkında öğretmen görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Adıgüzel, M., & Yılmaz, M. (2020). Biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi üzerine bir eylem araştırması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(1), 69-82. <https://doi.org/10.17244/eku.691760>
- Aksoy, A. C. A., & Genç, H. N. (2024). A four-tier diagnostic test to determine pre-service science teacher's misconception about solution. *International Journal of Academic Studies in Science and Education*, 2(2), 139-152. <https://doi.org/10.55549/ijasse.21>
- Andariana, A., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2020). Identification of biology students' misconceptions in human anatomy and physiology course through three-tier diagnostic test. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1071-1085. <https://doi.org/10.17478/jegys.752438>
- Andersson, B. ve Karrqvist, C. (1983). 12-15 yaş aralığındaki İsveçli halklar nasıl anlıyor? *Işık ve Özellikleri. Uluslararası Bilim Eğitimi Dergisi*, 5(4), 387-402.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York, NY: Longman.
- Anderson, D. L., Fisher, K. M., & Norman, G. J. (2002). Development and Evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 952-978. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10053>
- Aristyasari, N. E., & Yuliani, Y. (2021). Misconception Profile on Photosynthesis by Using Four-Tier Diagnostic Test on Twelve Grade Students of Senior High School. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(3), 501-509. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v10n3.p501-509>

- Arslan, E. (2022). Nitel Araştırmalarda Geçerlilik ve Güvenirlik. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(51), 395-407. <https://doi.org/10.30794/pausbed.1116878>
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Avcı, F., Acar ŐeŐen, B., & KırbaŐlar, F. G. (2018). Maddenin Yapısı ve özelikleri nitesine Yönelik İki AŞamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(4), 1007-1019. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.434239>
- Aydın, . (2007). Onuncu sınıf ğrencilerinin kinematik grafiklerle ilgili zorluklarının değerlendirilmesi üç aşamalı test. YayınlanmamıŐ yüksek lisans tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi*, Ankara.
- Aykurt, C., & Akaydin, G. (2009). Biyoloji ğretmen Adaylarında Bitkilerde Madde TaŐınması Konusundaki Kavram Yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 103-110.
- Aykutlu, İ. ve Şen, A. İ. (2012). l bilgisayar testi, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise konularındaki elektrik akımı ilişkisi kavramı yanılgılarının belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 275-288
- Aymen Peker, E., & Taş, E. (2019). Üç AŞamalı Kavram Tanı Testi Geliştirme alıŐması: 5. Sınıf Canlılar Dünyasını Gezelim Tanıyalım nitesi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 515-539. <https://doi.org/10.18009/jcer.602223>
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655653>

- Balbağ, M. Z. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Hız ve Sürat Kavramlarına İlişkin Bilişsel Yapıları: Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) Uygulaması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*(33), 38-47. <https://doi.org/10.14582/DUZGEF.1875>
- Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18(3), 201-206. <https://doi.org/10.1080/00219266.1984.9654636>
- Bell, B. F. (1981). When is an animal, not an animal? *Journal of Biological Education*, 15(3), 213-218. <https://doi.org/10.1080/00219266.1981.9654381>
- Bozdağ, H. C., & Gökler, İ. (2022). Öğrencilerin Zihinsel Modellerinin Rasch Analizine Göre Geliştirilen Dört Aşamalı Hücre Tanı Testiyle İncelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 6(1), 31-57. <https://doi.org/10.35346/aod.1088529>
- Bursal, M. (2017). *SPSS ile temel veri analizleri*. Ankara: Anı Yayınları.
- Caleon, I. and Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a ThreeTier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32:(7), 939-961
- Caleon, I. & Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40, 313- 337.
- Committee on Undergraduate Science Education. (CUSE 1997). *Science teaching reconsidered: A handbook*. Washington: National Academy Press
- Coştu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). Kavram Yanılgılarını ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Creswell, J. W. (2019). *Eğitim Araştırmaları*. (Çev. Ed. H. Ekşi). (Orijinal yayın tarihi 2012). Edam.
- Çakır, M., & Aldemir, B. (2013). İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme Ve Geçerlik Çalışması/Developing And Validating A Two Tier Mendel Genetics

Diagnostic Test. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), Article 16.

Çepni, S. (2018). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Çetinkaya, M., & Taş, E. (2016). Vücudumuzda sistemler ünitesine yönelik üç aşamalı kavram tanı testi geliştirilmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 6(15), 317-330.

Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.

Çorbacı, N., & Yakışan, M. (2018). Fen Bilimleri Dersi Duyu Organları Konusu ile İlgili 7. Sınıf Öğrencilerinin Geliştirdikleri Argümanların Analizi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(1), 249-263.

Demirci, N., & Efe, S. (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Ses Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 23-56.

Dikmenli, M., & Çardak, O. (2004). Lise 1 biyoloji ders kitaplarındaki kavram yanılgıları üzerine bir araştırma. *Eurasion Journal of Educational Research*, 17, 130-141.

Dikmenli, M., Türkmen, L., Çardak, O., & Kurt, H. (2005). Biyoloji öğretmen adaylarının bazı genel konularındaki kavram yanılgılarının iki aşamalı çoktan seçmeli bir araç ile belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 365-370.

Dikmenli, M. (2010). Misconceptions of cell division held by student teachers in biology: A drawing analysis. *Scientific Research and Essay*, 5(2), 235-247.

Dirman, H. M., Mufit, F., & Festiyed, F. (2022). Review and Comparison of Four-Tier Multiple Choice and Five-Tier Multiple Choice Diagnostic Tests to Identify Mastery of Physics Concepts. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.838>

- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-490. <https://doi.org/10.1080/0950069890110501>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). *Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning*. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Ecevit, T., & Özdemir Şimşek, P. (2017). Öğretmenlerin Fen Kavram Öğretimleri, Kavram Yanılgılarını Saptama ve Giderme Çalışmalarının Değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1), 129-150. <https://doi.org/10.17051/io.2017.47449>
- Elmas, R., & Pamuk, S. (2021a). Öğretmen Adaylarının Kavram Yanılgılarının Üç Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi ile Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(4), 1386-1403. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.916063>
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. London: Sage Publications.
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. McGraw-Hill International Edition.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Chemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells, *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 10, 1079-1099.
- Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using a Two-Tier Multiple Choice Instrument, *Journal of Biological Education*, 21, 3, 203-211.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Hestenes, D., ve Halloun, I. (1995). *Interpreting the force concept inventory: A response*. Department of Physics and Astronomy. Arizona State University, Tempe, AZ 85287 1504.

- Howitt, S.T., Costa, M., Anderson, M., Hamilton, S. & Wright, T. (2008). A concept inventory for molecular life sciences: How will it help your teaching practice?. *Australian Biochemist*, 39, 14-17.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: ASCD.
- Kalas, P., O'Neil, A., Pollock, C. ve Birol, G. (2013). Bir mayoz kavramının geliştirilmesi envanter. *CBE Yaşam Bilimleri Eğitimi*, 12(4), 655-664.
- Kaltakçı, D. (2012). Development and application of a four-tier test to assess preservice physics teachers' misconceptions about geometrical optics (Unpublished phd thesis). *Middle East Technical University, Ankara*
- Kaltakçı, D., and Didiş, D. (2007). Identification of Pre-service Physics Teachers' Misconceptions on Gravity Concept: A study with a 3-tier misconception test. *Sixth International Conference of the Balkan Physical Union*, 499-500
- Kaltakçı-Gurel, D. Eryilmaz, A., & McDermott, L. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11(5), 989-1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238-260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kamacı Gencer, D., & Çiçek, H. (2024). Kavram, Sözcük ve Terim Arasındaki İlişki. *Kocatepe Beşeri Bilimler Dergisi*, 3(1), 1-33. <https://doi.org/10.61694/kbbd.1480646>
- Kaplan, A., Altayli, D., & Öztürk, M. (2014). Kareköklü Sayılarda Karşılaşılan Kavram Yanılgılarının Kavram Karikatürü Kullanılarak Giderilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1). <https://doi.org/10.19171/uuefd.31919>

- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Hizmet Öncesi Sınıf öğretmenlerinin Fen Eğitiminde Isı ve Sıcaklıkla İlgili Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21), 59-65.
- Karagöz, Y. (2016). *SPSS 23 ve AMOS 23 uygulamalı istatistiksel analizler*. Ankara: Nobel Akademik.
- Karakaya, F., & Yılmaz, M. (2021). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Organel Kavramına Yönelik Yanılgılarının İncelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.37217/tebd.884899>
- Karataş, F. Ö., Köse, S., & Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 54-69.
- Kehoe, J. (1994). Basic item analysis for multiple-choice tests. *Practical Assessment, Research, & Evaluation*, 4(10), 1-3.
- Kimberlin, C. L., & Winterstein, A. G. (2008). Validity and reliability of measurement instruments used in research. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 65(23), 2276-2284. <https://doi.org/10.2146/ajhp070364>
- Kiray, S. A. (2016). Development of a TPACK Self-efficacy Scale for Preservice Science Teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 527. <https://doi.org/10.21890/ijres.64750>
- Kiray, S. A., & Simsek, S. (2021). Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 935-955. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10087-5>
- Knight, JK & Wood, WB (2005). Daha az ders vererek daha fazla öğretmek. *Hücre Biyolojisi Eğitimi*, 4, 298-310.

- Kutluay, Y. (2005). Diagnosis of eleventh grade students' misconceptions about geometric optic by a three-tier test. Yüksek lisans tezi, *Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, Türkiye.
- Landau, S. & Everitt, B. S. (2003). *A handbook of statistical analyses using SPSS*. Chapman & Hall/CRC.
- Langley, D., Ronen, M. & Eylon, BS (1997). Işık yayılımı ve görsel desenler: Ön öğretim öğrencilerinin kavramları. *Fen Öğretiminde Araştırma Dergisi*, 34(4), 399-424
- Luneta, K., & Makonye, P. J. (2010). Learner errors and misconceptions in elementary analysis: a case study of a grade 12 class in south africa. *Acta Didactica Napocensia*, 3(3), 35-46.
- Makar, A. B., McMartin, K. E., Palese, M., & Tephly, T. R. (1975). Formate assay in body fluids: Application in methanol poisoning. *Biochemical Medicine*, 13(2), 117-126. [https://doi.org/10.1016/0006-2944\(75\)90147-7](https://doi.org/10.1016/0006-2944(75)90147-7)
- MEB (2018b). *Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Nakiboğlu, C. (2009). Deneyimli Kimya Öğretmenlerinin Ortaöğretim Kimya Ders Kitaplarını Kullanımlarının İncelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 10(1), 91-101.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Onan, B. (2012). *Türkçenin ana dili olarak öğretiminde bilgi işleme süreci*. **Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 8(1), 96–113. <https://doi.org/10.17860/efd.44365>
- Osborne, R.J. & Gilbert, J.K. (1980). A technique for exploring students views of the world. *Physics Education*, 15, 376-379.

Önsal, G. (2016). Özel görelilik kuramıyla ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik dört aşamalı bir testin geliştirilmesi ve uygulanması (*Yüksek lisans tezi*). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özçelik, D. A. (2010). *Test hazırlama kılavuzu (4. baskı)*. Ankara: PegemA Yayıncılık

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. New York, NY: Basic Books.

Prayitno, T. A., & Hidayati, N. (2022). Analysis of Students' Misconception on General Biology Concepts Using Four-Tier Diagnostic Test (FTDT). *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i1.177>

Putica, K. B. (2022). Development and validation of a four-tier test for the assessment of secondary school students' conceptual understanding of amino acids, proteins, and enzymes. *Research in Science Education*, 53(3), 651–668. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10075-5>

Ross, B. & Munby, H. (1991). Kavram haritalama ve yanlış anlamalar: lise öğrencileri üzerine bir çalışma Öğrencilerin asitler ve bazlar konusundaki anlayışları. *Uluslararası Bilim Eğitimi Dergisi*, 13, 11-23.

Saygın, Ö., Atılboz, N. G., & Salman, S. (2006). Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımının Biyoloji Dersi Konularını Öğrenme Başarısı Üzerine Etkisi: Canlılığın Temel Birimi-Hücre. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 51-64.

Seçer, İ. (2013). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi-Analiz ve raporlaştırma*. Ankara: Anı.

Senemoğlu, N. (2018). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Shi, J., Wood, W.B., Martin, J.M., Guild, N.A., Vicens, Q. ve Knight, J.K. (2010). Tanı Giriş seviyesi moleküler ve hücre biyolojisi için değerlendirme. *CBE-Yaşam Bilimleri Eğitimi*, 9, 453-461.

- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. & Treagust, D. F. (2002). Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 4, 283-301.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S., & Treagust, D. F. (2002).
- Tavakol, M. & Dennick, R. (2011) Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55, doi: 10.5116/ijme.4dfb.8dfd.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- The effect of two-tier multiple-choice diagnostic instruments on students' understanding of chemistry. *International Journal of Science Education*, 24(6), 565–582. <https://doi.org/10.1080/09500690110078842>
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Türkmen, L., Çardak, O., & Dikmenli, M. (2005). *Lise 1 Biyoloji Dersi Alan Öğrencilerin Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılmasıyla ilgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Kavram Haritası Yardımıyla Değiştirilmesi*. 25(1), 155-168.
- Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliştirme* (4. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ünal, S. & Coştu, B. (2005). Problematic issue for students: Does it sink or float?. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(1), 1-16.

Wandersee, J.H., J.J., Mintzes & Novak, J.D. (1994). “Bilimde Alternatif Kavramlar Üzerine Araştırma.” *Bilim Öğretimi ve Öğrenimi Üzerine Araştırma El Kitabı* 177: 210.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2003, 13(13), 102-120.

Yıldırım, A. (2013). Disiplinler arası öğretim yaklaşımı. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 46(2), 1–23.

## EKLER

**EK-1.** Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi Uygulanmasına İlişkin Alınan Etik Kurul İzni



**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**  
**ETİK KURUL KARARI**

<b>Etik Kurul Toplantı Tarihi/Sayı ve Karar No</b>	<b>Tarih</b> :02/05/2025 <b>Toplantı Sayısı:</b> 09 <b>Karar No</b> :2025/374
<b>Araştırmanın Başlığı</b>	Lise Öğrencilerinin 'Hücrenin Yapı ve Görevleri' İle İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Dört Aşamalı Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması.
<b>Sorumlu Araştırmacı</b>	Prof. Dr. Musa DİKMENLİ
<b>Yardımcı Araştırmacı</b>	Lisansüstü Öğrenci: Emine GİRGİN
<b>Etik Kurul Kararı</b>	24770 sayılı başvuru Etik Kurul tarafından değerlendirilmiş olup, başvurunun bilimsel araştırma etiği açısından "Uygun" olduğuna karar verilmiştir.

02/05/2025

Doç. Dr. Mustafa AYDIN  
Etik Kurul Başkanı

## EK-2. Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testinin Liselerde Uygulanması Hususunda Alınan İzinler



T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİNİ BELGESİ



**Başvuru No:** MEB.TT.2025.028087.01

**T.C. Kimlik No:** 43\*\*\*\*\*40

**Adı Soyadı:** EMİNE GİRGİN

**Araştırmanın Adı:** Lise Öğrencilerinin Hücrenin Yapı ve Görevleri İle İlgili Kavram Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Dört Aşamalı Bir Testin Geliştirilmesi ve Uygulanması

**Araştırmanın Niteliği:** Yüksek Lisans Tezi

**Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu:** Öğrenci

**Veri Toplama Aracının Başlığı:** Lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik dört aşamalı kavram teşhis testi

**Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi:** 11.07.2025

**Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi:** 11.07.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Yönergesine" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
KONYA	Anadolu Lisesi	Meram Anadolu Lisesi (MERAM)	174943
KONYA	Anadolu Lisesi	Hadimi Anadolu Lisesi (MERAM)	766100
KONYA	Anadolu Lisesi	Nuri Pakdil Anadolu Lisesi (MERAM)	768158
KONYA	Anadolu Lisesi	Meram Alparslan Anadolu Lisesi (MERAM)	769546
KONYA	Anadolu Lisesi	Konya Lisesi (MERAM)	964123
KONYA	Anadolu Lisesi	Meram Mehmet-Münevver Kurban Anadolu Lisesi (MERAM)	971623

Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE  
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12  
e-posta: ttkb.egitimaraştirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr

### EK-3. Veli Onam Formu

#### VELİ ONAM FORMU

##### Sayın Veli;

Aşağıda bilgileri yer alan araştırma T.C. Millî Eğitim Bakanlığının izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz araştırmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı sizin onayınıza bağlıdır. Araştırmaya katılım sağlanamaması veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilenmeyecektir. Araştırmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacı tarafından değerlendirilecektir. Araştırma uygulamaları, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında çocuğunuz sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Çocuğunuz araştırmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, araştırmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Araştırmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir. Onay vermeden önce konu ile ilgili herhangi bir sorunuz varsa aşağıda iletişim bilgileri verilen araştırmacıya sorabilirsiniz.

<b>Araştırmacının Adı Soyadı</b>	<b>Emine GİRGİN</b>
<b>Araştırmacının İletişim Bilgileri</b>	
<b>Araştırmanın Adı</b>	<b>LİSE ÖĞRENCİLERİNİN 'HÜCRENİN YAPI VE GÖREVLERİ' İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK DÖRT AŞAMALI BİR TESTİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI</b>
<b>Araştırmanın Amacı</b>	Bu araştırma, lise öğrencilerinin hücrenin yapısı ve görevleri konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek ve bu yanlışları doğru bir şekilde teşhis etmek için dört aşamalı bir kavram tanı testi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Hücre konusu, biyolojinin temelini oluşturmasına rağmen, soyut ve karmaşık yapısından dolayı öğrenciler arasında sıklıkla kavram yanlışlarına yol açmaktadır. Bu yanlış anlamalar, öğrencilerin biyolojik kavramları derinlemesine kavramalarını engelleyerek, fen bilimlerinde anlamlı ve kalıcı öğrenmenin önünde önemli bir engel oluşturmaktadır.

*Velisi bulunduğum ..... sınıfı ..... numaralı öğrenci .....'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. .../.../.....*

İmza:

Velinin Adı-Soyadı:

(\*Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz.)

##### Ses / Görüntü Kaydı Veli Onamı

- Yalnızca ses kaydı alınmasına izin veriyorum.  
 Görüntü kaydı alınmasına izin veriyorum.  
 Ses ve görüntü kaydı alınmasına izin vermiyorum.

Herhangi bir veli, çocuğunun ses/görüntü kaydının alınmasını onaylamadığı takdirde çocuktan kayıt alınmayacaktır.

**\*Araştırmada ses/görüntü kaydı alınacaksa Ses Görüntü Kaydı Veli Onam kutucuğu formda yer almalı, ses/görüntü kaydı alınmayacaksa Ses Görüntü Kaydı Veli Onam kutucuğu formdan çıkarılmalıdır.**

## EK-4. Gönüllü Katılımcı Onay Formu

### AYRINTILI BİLGİLENDİRME VE GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Sayın Katılımcı,

Aşağıda ayrıntılı bilgileri yer alan araştırma T.C. Millî Eğitim Bakanlığının izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Araştırmaya katılıp katılmamakta özgürsünüz. Araştırma herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Katılımınız tamamen sizin isteğinize bağlıdır, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılım sağlanamaması veya araştırmadan ayrılma durumunda okul ile ilgili ilişkileriniz etkilenmeyecektir. Araştırmada sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Araştırma uygulamaları, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden kendinizi rahatsız hissederseniz cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürsünüz. Araştırmaya katıldıktan sonra istediğiniz an vazgeçebilirsiniz. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, araştırmayı tamamlayacağınızı söylemeniz yeterli olacaktır. Araştırmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek size hiçbir sorumluluk getirmeyecektir. Onay vermeden önce konu ile ilgili herhangi bir sorunuz varsa aşağıda iletişim bilgileri verilen araştırmacıya sorabilirsiniz.

<b>Araştırmacının Adı Soyadı</b>	<b>Emine GİRĞİN</b>
<b>Araştırmacının İletişim Bilgileri</b>	<b>05073304715</b>
<b>Araştırmanın Adı</b>	<b>LİSE ÖĞRENCİLERİNİN 'HÜCRENİN YAPI VE GÖREVLERİ' İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK DÖRT AŞAMALI BİR TESTİN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI</b>
<b>Araştırmanın Amacı</b>	Bu araştırma, lise öğrencilerinin hücrenin yapısı ve görevleri konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek ve bu yanlışları doğru bir şekilde teşhis etmek için dört aşamalı bir kavram tanı testi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Hücre konusu, biyolojinin temelini oluşturmasına rağmen, soyut ve karmaşık yapısından dolayı öğrenciler arasında sıklıkla kavram yanlışlarına yol açmaktadır. Bu yanlış anlamalar, öğrencilerin biyolojik kavramları derinlemesine kavramalarını engelleyerek, fen bilimlerinde anlamlı ve kalıcı öğrenmenin önünde önemli bir engel oluşturmaktadır

*Yukarıda bilgileri bulunan araştırmaya katılmayı kabul ediyorum. .../.../.....*

İmza:

Katılımcının Adı-Soyadı:

#### Ses / Görüntü Kaydı Onamı

- Yalnızca ses kaydı alınmasına izin veriyorum.  
 Görüntü kaydı alınmasına izin veriyorum.  
 Ses ve görüntü kaydı alınmasına izin vermiyorum.

Herhangi bir katılımcı, ses/görüntü kaydının alınmasını onaylamadığı takdirde katılımcıdan kayıt alınmayacaktır.

**\*Araştırmada ses/görüntü kaydı alınacaksa Ses Görüntü Kaydı Onam kutucuğu formda yer almalı, ses/görüntü kaydı alınmayacaksa Ses Görüntü Kaydı Onam kutucuğu formdan çıkarılmalıdır.**

## EK-5. Dört Aşamalı Hücrenin Yapı ve Görevleri Kavram Teşhis Testi

Sevgili Öğrenciler,

Bu çalışmada; lise öğrencilerinin hücrenin yapı ve görevleri ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesine yönelik dört aşamalı bir testin geliştirilmesi ve uygulanması amaçlanmaktadır. Aşağıda bulunan her maddeyi lütfen dikkatlice okuyarak size en uygun bölümü işaretleyiniz. İlgili bölümlerden her biri, birbirinden ayrı ve belirli bir amaca yöneliktir. Yanıtlarınızda içten olmanız çalışmanın bilimselliği açısından önemlidir. Vereceğiniz samimi cevaplar ve çalışmama olan katkılarınızdan dolayı sizlere çok teşekkür ederim. Saygılarımla, Emine Girgin

Okul:.....

Sınıf:.....,

Yaş:.....,

Cinsiyet: Kız ( ) Erkek ( )

<b>1.1.</b> Aşağıdaki canlı varlıklardan hangisi ya da hangilerinde kloroplast bulunabilir?
A ( ) Bitkiler                      B ( ) Protistalar                      C ( ) Her ikisi                      D ( ) Hiçbiri
<b>1.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>1.3. ÇÜNKÜ;</b> A(...)Yalnızca bitkiler fotosentez yapar B(...)Bu organel bitki ve bazı protistalarda fotosentez için gereklidir C(...)Protistalar gelişmemiş canlılar olup, kloroplast yerine klorofil taşır D(...)Protistalar ve parazit bitkiler fotosentez yapmaz E(...)Bazı protistalar güneşli ortamda kloroplast sayesinde fotosentez yapar F(...).....
<b>1.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>2.1.</b> Aşağıdaki yapılardan hangisi ya da hangilerinde enerji dönüşümü gerçekleşir?
A ( ) Ribozom                      B ( ) Mitokondri                      C ( ) Her ikisi                      D ( ) Hiçbiri
<b>2.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>2.3. ÇÜNKÜ;</b> A(...)Protein sentezi bir enerji dönüşüm mekanizmasıdır B(...)Oksijenli solunumun gerçekleştiği organeldir C(...)Tüm organellerde enerji dönüşümü gerçekleşebilir D(...)Hem protein sentezi hem de ATP sentezi birer enerji dönüşüm mekanizmasıdır E(...)Enerji dönüşümü organel değil, hücre bazında gerçekleşir F(...).....
<b>2.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>3.1.</b> Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri tüm canlı hücrelerde bulunur?
A ( ) RNA                      B ( ) Hücre zarı                      C ( ) Her ikisi                      D ( ) Hiçbiri
<b>3.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>3.3. ÇÜNKÜ;</b> A(...)Virüslerde DNA ya da RNA'dan yalnızca biri bulunur. B(...)Virüsler bu kuralı bozar. D(...)Tüm canlılarda ortak olarak bulunan molekül RNA değil, DNA'dır. E(...)Bunlar canlılığın göstergesi olan hücresel yapıyı oluşturur. F(...).....
<b>3.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>4.1.</b>	Bira mayası ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?				
	A ( ) Bakteridir	B ( ) Arkedir	C ( ) Ökaryottur		
<b>4.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>4.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A.(...) Prokaryot hücre yapısına sahiptir. B.(...)Bölünme yeteneği vardır. C.(...)Hayvanlar aleminde yer alır. D.(...)Tek hücreli canlılar ökaryottur. E.(...)Hücre çekirdeği yoktur. F.(...) Mantarlar aleminde yer alır. G.(...).....				
<b>4.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>5.1.</b>	Bir bakteri ve bir kemik iliği hücresi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?				
	A ( ) ikisi de organizmadır. B ( ) ikisi de organizma değildir. C ( ) bakteri organizma, kemik iliği hücresi ise değildir. D ( ) kemik iliği hücresi organizma, bakteri ise değildir				
<b>5.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>5.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A ( ) Tüm canlı hücreler organizmadır B ( ) Her iki hücrenin de bölünme özelliği vardır C ( ) Çok hücreliler organizma, tek hücreliler ise değildir D ( ) Organizmalar doku ve organlardan oluşur E ( ) Ökaryotik hücreler organizma, prokaryotik hücreler ise değildir F ( ) Bakteri tek başına yaşayabilir ve çoğalır, kemik iliği ise tek başına yaşayamaz G ( ).....				
<b>5.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>6.1.</b>	Bir insanın vücut hücresinde kaç çeşit nükleotid bulunur?				
	A ( ) 4	B ( ) 5	C ( ) 8	D ( ) 10	
<b>6.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>6.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A ( ) Dört çeşit baz, çift zincir DNA yapısı nükleotit çeşidini belirler B ( ) Dört çeşit baz nükleotit çeşidini belirler C ( ) Beş çeşit baz nükleotit çeşidini belirler D ( ) Şeker ve bazların çeşidi nükleotit çeşidini belirler E ( ) Nükleotit çeşidinin dördü DNA'da, dördü ise RNA'da bulunur F ( ) Beş çeşit bazın iki katı DNA ve RNA'nın yapısındaki nükleotit çeşidini belirler G ( ).....				
<b>6.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i>				
	<i>Kesinlikle Emin Değilim ( )</i>	<i>Emin Değilim ( )</i>	<i>Kararsızım ( )</i>	<i>Eminim ( )</i>	<i>Kesinlikle eminim ( )</i>

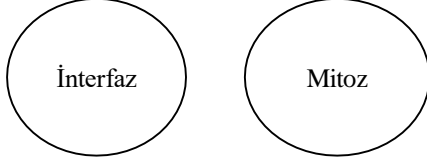
<b>7.1.</b>	Hangi hücre çiftinde DNA eşlemesi hücrelerin aynı yerlerinde gerçekleşir?
	A ( ) Bitki Hücresi – Hayvan Hücresi B ( ) Bitki Hücresi – Bakteri C ( ) Bakteri – Hayvan Hücresi D ( ) Hiçbiri
<b>7.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>7.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A(...)Tüm hücrelerde DNA eşlemleri aynı yerde olur B(...)İkisi de çekirdeğe sahiptir C(...)İkisi de sitoplazmaya sahiptir D(...)İkisi de yapı ve işlev bakımından birbirine benzer hücrelerdir E(...)DNA eşlemesi, ancak DNA'nın bulunduğu yerlerde olabilir G(...).....
<b>7.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>8.1.</b>	Bir insanın deri hücresi mitoz geçirecektir. Aşağıdaki evrelerden hangisinde kromozomlardaki DNA miktarı iki katına çıkar?
	A ( ) İnterfaz                      B ( ) Profaz                      C ( ) Metafaz                      D ( ) Anafaz
<b>8.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>8.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A(...)DNA eşlemesi hazırlık evresi olan interfazda gerçekleşir. B(...)DNA eşlemesi mitozun ilk evresi olan profazda gerçekleşir. C(...)Kromozom sayısı profazda iki katına çıkar. D(...)Kardeş kromatitler metafazda oluşur. E(...)Kardeş kromatitler anafazda birbirinden ayrılır. F(...).....
<b>8.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>9.1.</b>	Bir insanın aşağıda verilen hangi organ hücrelerinde onun göz rengini belirleyen genler bulunabilir?
	A ( ) Beyin                      B ( ) Göz                      C ( ) Her ikisi                      D ( ) Hiçbiri
<b>9.2.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>
<b>9.3.</b>	<b>ÇÜNKÜ;</b> A(...)Genler sadece ilgili organlarda bulunur B(...)Bu organdaki hücreler göz rengini kontrol eder C(...)Gözdeki hücrelerin kendilerine özgü genleri bulunur D(...)Bu gen tüm vücut hücrelerinde bulunur, ancak her hücrede aktif değildir E(...)Bu gen sadece zigotta bulunur G(...).....
<b>9.4.</b>	<i>Verdiğim cevaptan;</i> <i>Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )</i>

<b>10.1.</b> Aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri bitki ve hayvan hücrelerinde ortak olarak bulunur?
A ( ) Hücre iskeleti      B ( ) Golgi cisimciği      C ( ) Her ikisi      D ( ) Hiçbiri
<b>10.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )
<b>10.3. ÇÜNKÜ;</b> A ( ) Bu hücrel yapılar sadece hayvan hücrelerine ait bir özelliktir B ( ) Bu hücrel yapılar sadece bitki hücrelerine ait bir özelliktir C ( ) Bu iki hücrel yapı ökaryot organizmalarda ortak olarak bulunur D ( ) Bu hücrel yapı olmadan hücre işlevini yerine getiremez E ( ) Bitki hücrelerinde hücre iskeleti yerine hücre duvarı bulunur F ( ) Bu iki hücrel yapı ökaryot organizmalarda <u>bulunmaz</u> G ( ) .....
<b>10.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )
<b>11.1.</b> Tuzlu suya konan canlı bitkisel bir hücrede aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşir?
A ( ) Plazmoliz      B ( ) Deplazmoliz      C ( ) Hemoliz
<b>11.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )
<b>11.3. ÇÜNKÜ;</b> A ( ) Ozmotik basınç suyun hücreye girmesine neden olur B ( ) Ozmotik basınç suyun hücreden çıkmasına neden olur C ( ) Ozmotik basınç çözünen maddelerin hücreye girmesine neden olur D ( ) Ozmotik basınç çözünen maddelerin hücreden çıkmasına neden olur E ( ) .....
<b>11.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )
<b>12.1.</b> Normal insanda hücre döngüsünün aynı evresinde bulunan bir karaciğer hücresi ile bir akciğer hücresinin DNA miktarları ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A ( ) DNA miktarları aynıdır      B ( ) DNA miktarları farklıdır
<b>12.2.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )
<b>12.3. ÇÜNKÜ;</b> A.(...).Farklı organların hücrelerinde farklı DNA'lar bulunur B.(...).Çekirdek ve organel DNA'ları düşünüldüğünde tüm hücrelerdeki DNA miktarı değişebilir C.(...).Farklı organlarda farklı genler bulunur D.(...).Karaciğer kendini yenileyebilir, akciğer yenileyemez E.(...).Aynı canlılardaki hücrelerde DNA miktarı değişmez F.(...).Bir vücuda ait bütün hücreler aynı DNA miktarına sahiptir G.(...).....
<b>12.4.</b> <i>Verdiğim cevaptan;</i> Kesinlikle Emin Değilim ( )    Emin Değilim ( )    Kararsızım ( )    Eminim ( )    Kesinlikle eminim ( )

13.1.



A Hücresi

B Hücresi

Yukarıda bir hayvan hücresinin interfaz (A) ve mitoz (B) evreleri görülmektedir. A ve B hücrelerinde sentrioller normal olarak nerede bulunur?

- A ( ) Hem A hem de B hücresinde sitoplazmada bulunur.  
B ( ) A hücresinde sitoplazmada, B hücresinde ise çekirdekte bulunur.  
C ( ) Hem A hem de B hücresinde çekirdekte bulunur.  
D ( ) A hücresinde çekirdekte, B hücresinde ise sitoplazmada bulunur.

13.2. *Verdiğim cevaptan;*

*Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )*

13.3 **ÇÜNKÜ;**

- A.(...).İnterfaz ve mitoz hücrelerinde sentrioller sitoplazmada görev yapar  
B.(...).Sentiollerin hücredeki yeri değişmez.  
C.(...).İnterfazda sitoplazmada, bölünmeye geçişte çekirdekte bulunur.  
D.(...).İnterfazda sentriollere ihtiyaç duyulmaz.  
E.(...).İkisi de hayvan hücresi olduğundan çekirdekte bulunur.  
F.(...).Sentioller çekirdek dışında olursa hücre bölünemez.  
G.(...).İnterfazda çekirdekte bulunan sentrioller, mitozda çekirdek zarının erimesiyle birlikte sitoplazmaya geçer  
H.(.....)

13.4. *Verdiğim cevaptan;*

*Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )*

14.1. Aşağıdakilerden hangisinde kontraktıl koful bulunur?

- A ( ) Tatlı suda yaşayan öglena  
B ( ) Tuzlu suda yaşayan öglena  
C ( ) Her ikisi  
D ( ) Hiçbiri

14.2. *Verdiğim cevaptan;*

*Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )*

14.3 **ÇÜNKÜ;**

- A(...)Tek hücreli canlılarda organel bulunmaz  
B(...)Bu organel her iki ortamda da yaşayan tek hücrelilerde hücredeki su dengesi için gereklidir  
C(...)Tuzlu sudaki öglena fazla tuzlu suyu kontraktıl koful ile dışarı atar  
D(...)Tatlı suda yaşayan öglena dış ortamdan aldığı fazla suyu kontraktıl koful ile dışarı atar  
E(...)Her iki ortamda da besin ihtiyacı kontraktıl koful ile sağlanır  
F(...)Kontraktıl koful su depo eder  
G(.....)

14.4. *Verdiğim cevaptan;*

*Kesinlikle Emin Değilim ( ) Emin Değilim ( ) Kararsızım ( ) Eminim ( ) Kesinlikle eminim ( )*