



Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Genetik Kavramlarına İlişkin Kavramsal Anlamaları ve Kavram Yanılgıları

Eighth Grade Students' Conceptual Understanding and Misconceptions about Genetic Concepts

Merve Turan^a, Işıl Koç^{b*}

^aFlorida State University, Tallahassee, FL, USA

^bIstanbul University-Cerrahpasa, Istanbul, Turkey

Öz

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlama düzeylerini ve kavram yanılgılarını belirlemektir. Çalışmanın örneklemini İstanbul ili Fatih ilçesinde bulunan iki devlet ortaokulunun sekizinci sınıfında öğrenim gören 237 öğrenci oluşturmaktadır. Betimsel tarama modelinde yürütülen çalışmada veri toplama aracı olarak Genetik Kavramsal Anlama Testi kullanılmıştır (Lewis ve Wood-Robinson, 2000). Çalışma verilerinin istatistiksel analizi bir paket program kullanılarak yapılmıştır. Çalışma bulgularına göre, öğrencilerin temel genetik kavramları hakkında kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Çalışmanın bulgularına dayanarak bu kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavramsal anlama, kavram yanılgıları, genetik kavramları, fen eğitimi.

Abstract

The aim of this study is to determine students' levels of conceptual understanding and misconceptions about genetic concepts. The sample of the study consists of 237 students who are studying in the 8th grade of two public middle schools located in Fatih district of Istanbul. In the study that conducted in the descriptive survey method Genetic Conceptual Understanding Questionnaire (Lewis and Wood-Robinson, 2000) was used as a data collection tool. Data analysis was performed using a data analysis software. According to the findings, students have misconceptions about basic genetic concepts. Based on the findings of the study, suggestions were made to overcome these misconceptions.

Keywords: Conceptual understanding, misconceptions, genetics concepts, science education.

© 2018 Başkent University Press, Başkent University Journal of Education. All rights reserved.

1. Giriş

Fen bilimleri, insanın doğal çevresini incelemesi sonucunda edindiği bilgilerden oluşan bilim dallarını kapsamaktadır. Fen kavramını; insanın doğal çevresindeki işleyişi ve düzeni amaçlı, planlı bir çalışmayla keşfetmesi, test etmesi, onları yeni bağlantılar içinde ayırma bütünleştirme süreci ve bu yolla elde edilmiş güvenilir bilgiler bütünü olarak tanımlamak mümkündür (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Bu bağlamda, fen bilimleri dersi öğrencilerin fen ile ilgili temel kavram, terim ve ilkeleri kavramalarını amaçlamanın yanında, öğrencilerin fen bilimlerinin bilim ve teknolojik gelişmelerdeki önemini ve katkısını kavramalarını, bilimsel ve özgür düşünme alışkanlığını kazanmalarını, edindikleri bilgileri günlük yaşamlarında kullanabilmelerini, yapıcı, yaratıcı, eleştirel ve sorgulayıcı düşünme

* This work was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University under Grant [Project number: 24938].

*ADDRESS FOR CORRESPONDENCE: Assoc. Prof. Dr. Işıl Koc, Department of Mathematics and Science Education, Hasan Ali Yucel Faculty of Education, Istanbul University-Cerrahpasa, Istanbul, Turkey. E-mail Address: isilkoc@istanbul.edu.tr / Tel: +90(212) 4400000 /11997. ORCID ID: 0000-0003-1905-9590.

*Merve Turan, Ph.D. Student, Florida State University, Department of Educational Psychology and Learning Systems, College of Education, Florida State University, Tallahassee, FL, USA. E-mail Address: mt17g@my.fsu.edu. ORCID ID: 0000-0003-0446-7428.

Received Date: November 20th, 2017. Acceptance Date: July 15th, 2018.

yaklaşımlarını benimseyebilmelerini de amaçlamaktadır (Topsakal, 2006). Kaptan ve Korkmaz'a (2001) göre uygulama ilkeleri bakımından fen bilimleri bir yakın çevre dersidir. Öğrenciyi derse çekebilme, ilgi uyandırıp meraklandırma ve yaşayarak öğrenme ilkelerini uygulayabilme yönleriyle öğretmen açısından bir şansır.

Tüm bu avantajlarının yanında fen bilimleri bütün öğretim kademelerinde en çok zorlanan derslerin başında gelmektedir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Fen konuları çoğunlukla soyut ve öğrenilmesi zor kavramlar içermektedir. Fen konularının soyut ve öğrenilmesi zor kavramlar içermesi öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştırmakta ve kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Özellikle genetik; soyut kavramlar içermesi, kavramların birbirine yakın söylenişlerinin olması, terminolojisinin öğrencilerin bilişsel seviyesini aşması ve konunun deney yapmaya fazla uygun olmaması yönüyle öğrencilerin en çok zorlandıkları, başarısız oldukları, anlamakta zorluk çektikleri ve kavram yanlışlığı geliştirdikleri konuların başında gelmektedir (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999; Banet ve Ayuso, 2000; Chuang ve Cheng, 2003; Marbach-Ad, 2001; Marbach-Ad ve Stavy, 2000; Sebitosi, 2007). Bununla birlikte, son yıllarda genetik alanındaki önemli gelişmeler, genetik bilgi ve teknolojilerinin toplum üzerindeki etkisini önemli ölçüde etkilemiştir (Bowling, vd., 2008). Bu durum, toplumun bilimsel gelişmeleri takip etmesi ve anlayabilmesi için fen okuryazarı bireylere olan ihtiyacını da arttırmıştır (Tsui ve Treagust, 2010).

Fen okuryazarlık düzeyinin artırılması fen eğitiminin temel amaçları arasındadır (Bybee, 1997). Nitekim ülkemizde 2004 yılından itibaren fen bilimleri dersi öğretim programında bireysel farklılıkları ne olursa olsun tüm öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetişmesi anlayışı benimsenmiştir. Fen okuryazarlığı; araştırma-sorgulama, etkili kararlar verebilme, problem çözebilme, kendine güvenme, işbirliğine açık, etkili iletişim kurabilme, sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yaşam boyu öğrenen bireyler olma, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değere ve fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahip olma gibi becerilerin birleşimi olarak tanımlanmıştır (MEB, 2013).

Fen okuryazarlığı kişisel kararlar alma, toplumsal ve kültürel etkinliklere katılım ve ekonomik üretkenlik için gerekli olan bilimsel kavramlar ve süreçleri anlayabilme ve kavrayabilmeyi gerektirir (National Research Council [NRC], 1996). Hayatın tüm alanlarında gerekli olan fen okuryazarlığının öğrencilere kazandırılabilmesi, fen derslerinde sağlanacak olan kavram öğretiminin yeterliliği ile doğru orantılıdır. Öğrencilerin bilimsel kavramları anlamalarını ve zihinlerinde kalıcılığını sağlamak için yeni kavramlar ile mevcut kavramlar arasında çelişki yaratacak durumların ortadan kaldırılarak yeni ve mevcut kavramlar arasında anlamlı bağlar kurulmalıdır. Bu bağlamda, öğrencilerin formal fen derslerine katılmadan önceki ön bilgilerinin bilinmesi ve sonraki kavramsal değişimlerinin izlenmesi son derece önemlidir (Aydın, Güneş ve Çiçek, 2003).

Yakın zamana kadar bilginin bireyin dışında keşfedildiğine ve bireyden bağımsız olarak ortaya çıktığına inanılmaktaydı. Ancak, yeni eğilimler bilginin keşfedilmeyip yorumlandığını, ortaya çıkmayıp oluşturulduğunu savunmaktadır. Bireyin nasıl öğrendiğini, öğrenmenin nasıl oluştuğunu açıklayan bu kuram yapılandırıcılık olarak adlandırılmaktadır (Colburn, 2000). Bu kurama göre öğrenme, bilginin insan zihninde yapılandırılmasıyla meydana gelir, yani bireyin zihninde gerçekleşen bir süreçtir (Bodner, Klobuchar ve Geelan, 2001). Ausubel'e (1968) göre, öğrencinin mevcut bilgi birikimi öğrenmeyi etkileyen en önemli faktördür. Anlamlı öğrenme, bilgilerin rastgele bir araya gelmesiyle oluşmaz. Yeni öğrenilen kavramların önceki kavramlarla bilinçli ve düzenli bir şekilde bir araya gelerek bağ kurmasıyla oluşur. Ausubel'e (1968) göre çeşitli öğrenme ortamlarında bireyin zihninde gerçekleşen öğrenmeler daha sonraki öğrenmelere temel teşkil eder. Bu öğrenmeler her zaman bireyler tarafından doğru olarak yapılandırılmayabilir. Diğer bir deyişle, öğrencilerin zihinlerinde yapılandırdıkları bilgiler arasında yanlış kavramlar da bulunabilir. Bu nedenle, öğretmen öncelikle bu yanlış kavramları belirlemeli ve dersini bunları giderecek şekilde planlamalıdır. Çünkü, herhangi bir kavramla ilgili yanlış anlamaların konuyla ilgili daha ileri düzeydeki bilgileri anlamada sorun yarattığı, hatta bazen yeni karşılaşılan bilgilerin öğrenilmesini engellediği bilinmektedir.

Bu bağlamda, etkili fen eğitiminde öğrencilerin kavramları ne kadar bildikleri, bu kavramları nasıl ilişkilendirdikleri ve kavram yanlışlarının tespiti önem arz etmekte ve yapılan araştırmalar bireylerin ön bilgilerinin tespitinde yoğunlaşmaktadır (Griffiths, Thomey, Cooke ve Normore, 1988).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, 8. sınıf öğrencilerinin genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını belirlemektir. Bu amaca yönelik olarak; öğrencilerin genetik konusundaki kavramları ne şekilde yapılandırdıklarının ortaya çıkarılması ve öğrencilerin genetik konusundaki olası kavram yanlışlarının tespit edilmesi planlanmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır.

1. Öğrencilerin genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeyleri nedir?
2. Öğrencilerin genetik konusunda sahip oldukları kavram yanlışları nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Deseni

Öğrencilerin fen bilimleri dersi kapsamında genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin ve kavram yanılgılarının belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada betimsel tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli var olan bir durumu betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır (Karasar, 2009).

2.2. Örneklem

Çalışma, İstanbul ili Fatih ilçesinde bulunan iki devlet ortaokulunun sekizinci sınıfında öğrenim gören 116 (%49) kız ve 121 (%51) erkek olmak üzere toplam 237 öğrenci ile yürütülmüştür. Örneklem dahil edilen okullar ve sınıflar iki aşamalı tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir (Fraenkel ve Wallen, 2006).

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, sekizinci sınıf öğrencilerin fen bilimleri dersi kapsamında temel genetik kavramlarına yönelik kavramsal anlamalarını ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla Lewis ve Wood-Robinson (2000) tarafından geliştirilen Genetik Kavramsal Anlama Testi (GKAT) kullanılmıştır. GKAT 31 seçmeli ve 27 açık uçlu olmak üzere toplam 58 sorudan ve beş bölümden oluşmaktadır. GKAT'nin birinci bölümü; hücre, kromozom, gen, DNA, organizma ve çekirdek kavramlarının bilinme durumuna yönelik 1 seçmeli soru ve bu kavramların büyükten küçüğe doğru sıralanmasının istendiği 1 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. İkinci bölüm; gen, DNA, çekirdek, kromozom ve genetik bilgi kavramlarının bilinme durumuna yönelik 5 seçmeli soru, ayrıca bu kavramların vücutta buldukları yer, içeriği ve önemi ile ilgili açıklama gerektiren toplam 12 açık uçlu soru içermektedir. Üçüncü bölüm; mitoz ve mayoz bölünmenin hücrede gerçekleştiği yer, bu bölünmeler sonucunda oluşan hücrelerdeki kromozom sayısı ve genetik bilginin nasıl olacağı ile bu bölünme çeşitlerinin bitkilerde gerçekleşme durumuna yönelik 17 seçmeli ve 6 açık uçlu soru içermektedir. Dördüncü bölüm, yumurta ve sperm hücrelerinin kromozom sayısına, döllenmeden sonra oluşan hücrenin kromozom sayısına ve bitkilerde üremeye ilişkin 3 seçmeli ve 3 açık uçlu soru içermektedir. GKAT'nin son bölümü ise, aynı ve farklı insanlara ait hücre tiplerindeki genetik yapıya ilişkin 5 seçmeli ve 5 açık uçlu soru içermektedir.

GKAT'nin çalışmada kullanılabilmesi için araştırmacılardan gerekli izin alınmış, testin orijinal dilinin İngilizce olması nedeniyle araştırmacılar tarafından bir uyarılma çalışması yapılmıştır. Bunun için ilk olarak GKAT'nin tüm maddeleri araştırmacılar tarafından bağımsız olarak Türkçeye çevrilmiştir. Geri çeviri sürecinde ise testin Türkçe formu İngiliz dili alanında bir uzman tarafından İngilizceye çevrilmiş ve orijinal formu kontrol edilerek redaksiyonu yapılmıştır. Daha sonra, Türk dili alanında bir uzmandan testin Türkçe çevirisinin uygunluğu ve ölçme ve değerlendirme alanında iki uzmandan testin biçimsel uygunluğu ve madde yapısına yönelik görüşler alınmıştır. Son olarak, testin bilimsel uygunluğuna ilişkin alan uzmanlarının da görüşleri alınarak gelen öneriler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılarak testin Türkçe formu uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Orijinal testle Türkçe formu arasındaki eş değerliliğin kontrolü için testin İngilizce ve Türkçe formları birer hafta arayla özel bir ortaokulun 8. sınıfında öğrenim gören 72 öğrenciye uygulanmıştır. Testin İngilizce ve Türkçe formlarından elde edilen puanlardan hesaplanan korelasyon sayısı .86 olarak bulunmuştur. Buna göre, testin Türkçe formunun orijinal formu ile eş değer olduğu kabul edilmiştir. Daha sonra bu test pilot çalışması olarak 136 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot çalışma grubuna uygulanan testin istatistiksel bir paket programıyla güvenilirlik analizi yapılarak Cronbach's Alpha değeri .84 olarak bulunmuştur. Herhangi bir değişikliğe gidilmeden uygulanmasına karar verilen testin örneklem grubuna uygulama sonrası tekrar Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve bu değer .81 olarak bulunmuştur.

2.4. Veri Analizi

Çalışmada verilerinin istatistiksel analizi için bir paket program kullanılmıştır. Verilerin analizinde, öğrencilerin GKAT'ye verdiği yanıtlar bölümler halinde analiz edilmiş ve her bir soru maddesi için yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. GKAT'nin açık uçlu sorularının analizinde araştırmacılar tarafından bütüncül dereceli puanlama anahtarı oluşturulup bu anahtara göre araştırmacılar tarafından bağımsız olarak puanlama yapılmıştır. Puanlayıcılar arası güvenilirlik hesaplamasında GKAT'de yer alan 27 açık uçlu soru araştırmacılar tarafından bağımsız olarak puanlanmış ve Cohen Kappa katsayısı 0.84 olarak hesaplanmıştır. Bu değer puanlayıcılar arasında yüksek derecede uyumluluk olduğunu göstermektedir (Sim ve Wright, 2005).

3. Bulgular

3.1. GKAT I. Bölüm Bulguları

Tablo 1’de öğrencilerin organizma, hücre, çekirdek, kromozom, DNA ve gen kavramlarının büyüklük sıralamasına ilişkin verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 1
Kavramların büyüklük sıralamasına ilişkin bulgular

Kavramların büyüklük sıralaması	N=237	
	f	%
Organizma	138	58.23
• Kromozom > Hücre	66	27.85
• DNA > Kromozom	63	26.58
• Gen > Kromozom	60	25.32
• Çekirdek > Hücre	54	27.78
• DNA > Çekirdek	48	20.25
• DNA > Hücre	48	20.25
• Gen > Çekirdek	48	20.25
• Gen > Hücre	48	20.25
• Gen > DNA	43	18.14
• Kromozom > Çekirdek	33	13.92
Organizma- Hücre	36	15.19
• Kromozom	18	7.59
• DNA	6	2.53
• DNA	3	1.27
• Gen	3	1.27
Organizma-Hücre-Çekirdek	33	13.92
• Kromozom	12	5.06
• DNA-Gen*	3	1.27
• DNA	21	8.86
• Gen	18	7.59
Organizma ile başlamayan	66	27.85

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

*Doğru yanıt

Tablo 1’e göre, öğrencilerin sadece 3’ü (%1.27) altı temel genetik kavramı büyükten küçüğe bilimsel olarak doğru sıralamıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin 138’i (%58.23) sıralamaya organizma ile başlamakla birlikte bu kavramlar arasında ilişkiyi doğru olarak belirtememiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 66’sı (%27.85) sıralamaya organizma ile başlamamıştır.

GKAT’nin bu bölümü ile ilgili olarak öğrencilerde tespit edilen başlıca kavram yanılgıları; “Çekirdek hücreden büyüktür.”, “DNA çekirdekten büyüktür.”, “DNA hücreden büyüktür.”, “DNA kromozomdan büyüktür.”, “Gen çekirdekten büyüktür.”, “Gen DNA’dan büyüktür.”, “Gen hücreden büyüktür.”, “Gen kromozomdan büyüktür.”, “Kromozom çekirdekten büyüktür”, “Kromozom hücreden büyüktür.” olup bu durum, öğrencilerin temel genetik kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi kavrayamadıklarını göstermektedir.

3.2. GKAT II. Bölüm Bulguları

Tablo 2’de öğrencilerin gen ve özelliklerine ilişkin GKAT’ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 2
Gen ve özelliklerine ilişkin bulgular

Gen	N=237	
	f	%
Bulunduğu yer		
• Vücudun her yeri	18	7.59
• Hücre	12	5.06
• Kromozom	30	12.66
• DNA	9	3.80
İçeriği		
• Hücre	24	10.13
• Ebeveyn özellikleri	9	3.80
• İnsan özellikleri	6	2.53
• Çekirdek	6	2.53
• Kromozom	6	2.53
• DNA	3	1.27
Önemi		
• Fiziksel özelliklerimizi belirler.	21	8.86
• Kalıtsal özelliklerimizi belirler.	9	3.80

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

Tablo 2'ye göre, genlerin vücutta bulunduğu yer ile ilgili olarak öğrencilerin 69'u (%29.11) genlerin vücutta buldukları yeri belirtmekle birlikte bu öğrencilerin sadece 9'u (%3.80) genlerin DNA'da bulunduğunu ifade etmiştir. Diğer yandan, genlerin içeriği ile ilgili olarak öğrencilerin 54'ü (%22.78) genlerin içeriğini belirtmiştir. Bu öğrencilerin ise sadece 3'ü (%1.27) genin DNA'nın bir parçası olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin 30'u (%12.66) genlerin canlıların belirli özelliklerini belirlediği için önemli olduğunu ifade etmekle birlikte hiçbir öğrenci gen ve protein ilişkisine değinmemiştir.

Tablo 3'de öğrencilerin DNA ve özelliklerine ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 3
DNA ve özelliklerine ilişkin bulgular

DNA	N=237	
	f	%
Bulunduğu yer		
• Çekirdek	21	8.86
• Kromozom	21	8.86
• Vücudun her yeri	18	7.59
• Hücre	15	6.33
Önemi		
• Kalıtsal özelliklerimizi belirler.	23	9.70
• Fiziksel özelliklerimizi belirler.	13	5.49

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

Tablo 3'e göre, DNA'nın vücutta bulunduğu yer ile ilgili olarak öğrencilerin 75'i (%31.65) DNA'nın vücutta bulunduğu yeri belirtmekle birlikte bu öğrencilerin 21'i (%8.86) DNA'nın çekirdek ve 21'i (%8.86) DNA'nın kromozomda bulunduğunu ifade etmiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 36'sı (%15.19) DNA'nın canlıların belirli özelliklerini belirlediği için önemli olduğunu ifade etmekle birlikte 23 (%9.70) öğrenci genlerin kalıtsal özelliklerimizi belirlediğini, 13 (%5.49) öğrenci ise fiziksel özelliklerimizi belirlediğini düşünmektedir.

Tablo 4'de öğrencilerin çekirdek ve özelliklerine ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 4
Çekirdek ve özelliklerine ilişkin bulgular

Çekirdek	N=237	
	f	%
Bulunduğu yer		
• Hücre	93	39.24
• Vücut	6	2.53
İçeriği		
• Çekirdekçik	9	3.80
• Kromozom	9	3.80
• Organel	9	3.80
• DNA	6	2.53
• Gen	6	2.53
• Çekirdek zarı	3	1.27
Görevi		
• Hücreyi yönetir.	33	13.92
• Hücreyi korur.	3	1.27
• Kromozomları korur.	3	1.27

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

Tablo 4'e göre, çekirdeğin vücutta bulunduğu yer ile ilgili olarak öğrencilerin 99'u (%41.77) çekirdeğin vücutta bulunduğu yeri belirtmekle birlikte bu öğrencilerin 93'ü (%39.24) çekirdeğin tüm hücrelerde bulunduğunu düşünmektedir. Diğer yandan, çekirdeğin içeriği ile ilgili olarak öğrencilerin 42'si (%17.72) çekirdeğin içeriğini çekirdekçik (%3.80), kromozom (%3.80), organel (%3.80), DNA (%2.53), gen (%2.53) ve çekirdek zarı (%1.27) olarak belirtmiştir. Çekirdeğin görevleri ile ilgili olarak ise öğrencilerin 39'u (%16.46) çekirdeğin görevlerini belirtmiştir. Bu öğrencilerin 33'ü (%13.92) çekirdeğin görevinin hücreyi yönetmek olduğunu, 6'sı (%2.53) ise hücreyi (%1.27) ve kromozomu (%1.27) korumak olduğunu düşünmektedir.

Tablo 5'de öğrencilerin kromozom ve özelliklerine ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 5
Kromozom ve özelliklerine ilişkin bulgular

Kromozom	N=237	
	f	%
Bulunduğu yer		
• Vücudun her yeri	30	12.66
• Hücre	21	8.86
• DNA	12	5.06
• Çekirdek	6	2.53
İçerik		
• Kod	12	5.06
• Kromatid	9	3.80
• Protein	3	1.27
Önemi		
• Hücre bölünmesinde rol oynar.	15	6.33
• Kodları oluşturur.	9	3.80
• Kalıtım maddesidir.	3	1.27
• Genetik bilgi taşır.	3	1.27

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

Tablo 5'e göre, kromozomların vücutta bulunduğu yer ile ilgili olarak öğrencilerin 69'u (%29.11) kromozomların vücutta buldukları yeri belirtmekle birlikte bu öğrencilerin 30'u (%12.66) kromozomların vücudun her yerinde 12'si (%5.06) ise kromozomların DNA'da bulunduğunu düşünmektedir. Diğer yandan, kromozomların içeriği ile ilgili olarak öğrencilerin 24'ü (%10.13) kromozomların içeriğini belirtmiştir. Fakat bu öğrencilerin hiçbirisi kromozomların

DNA ve özel proteinlerden oluştuğu yanıtını verememiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin 15'i (%6.33) kromozomların hücre bölünmesinde rol oynadığını ve 3'ü (%1.27) genetik bilgi taşıdığını düşünmektedir.

Tablo 6'da öğrencilerin genetik bilgiye ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 6

Genetik bilgiye ilişkin bulgular

Genetik bilgi	N=237	
	f	%
Ne ifade ettiği		
• Kalıtsal özellik	15	6.33
• Gen	12	5.06
• DNA haritası ve insan genetiği	6	2.53

Not: Yanıtlar birbirinden bağımsızdır.

Tablo 6'ya göre, genetik bilginin ne ifade ettiği ile ilgili olarak öğrencilerin 15'i (%6.33) genetik bilginin kalıtsal özellik ifade ettiğini belirtirken 12'si (%5.06) geni, 6'sı (%2.53) ise DNA haritasını ve insan genetiğini ifade ettiğini belirtmiştir.

GKAT'nin bu bölümü ile ilgili öğrencilerde tespit edilen başlıca kavram yanılgıları; “Çekirdek DNA'da bulunur.”, “Çekirdek hücreyi korumakla görevlidir.”, “Çekirdek tüm hücrelerde bulunur.”, “Genler tek başına özelliklerimizi belirler.”, “Genler vücudumuzda her yerde bulunur.”, “Kromozomlar her zaman hücre çekirdeği içersinde yer alır.” olup bu durum, önceki bölüm bulgularını destekler niteliktedir.

3.3. GKAT III. Bölüm Bulguları

Tablo 7'de, öğrencilerin mitoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 7

Mitoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin bulgular

Kromozom sayısı	N=237		Açıklama	N=237	
	f	%		f	%
8	18	7.59	-	-	-
4*	117	49.37	• Orijinal hücre ile aynıdır.	48	20.25
2	27	11.39	• Kromozom paylaşılır.	3	1.27
Bilmiyorum	75	31.65	-	-	-

**Doğru yanıt*

Tablo 7'ye göre öğrencilerin 117'si (%49.37) mitoz bölünme sonucu oluşan hücrenin orijinal hücre ile aynı kromozom sayısına sahip olacağını belirtmiştir. Bunun nedenini 48 (%20.25) öğrenci mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin orijinal hücre ile aynı olacağı şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 27'si (%11.39) mitoz bölünme sonucu hücrenin kromozom sayısının yarıya ineceğini belirtmiştir. Bu öğrencilerin 3'ü (%1.27) bunun nedenini kromozom paylaşılmasından dolayı olacağı şeklinde açıklamıştır. Öğrencilerin 18'i (%7.59) ise mitoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısının iki katına çıkacağını belirtmiştir. Son olarak, 75 (%31.65) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 8'de öğrencilerin mitoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde genetik bilginin nasıl olacağına ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 8
Mitoz bölünmeyle oluşan hücrelerde genetik bilgiye ilişkin bulgular

N=237					
Genetik bilgi	f	%	Açıklama	f	%
Aynı*	102	43.04	• Yeni hücre orijinal hücrenin kopyasıdır. • Tüm hücreler aynı genetik bilgiye sahiptir.	27	11.39
Farklı	42	17.72	-	-	-
Bilmiyorum	93	39.24	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 8'e göre, öğrencilerin 102'si (%43.04) mitoz bölünmeyle oluşan hücrede genetik bilginin değişmeyeceğini belirtmiştir. Bunun nedenini öğrencilerin 27'si (%11.39) oluşan hücrenin orijinal hücrenin kopyası olacağı ve 6'sı (%4.2.53) ise bütün hücrelerin aynı genetik bilgiye sahip olacağı şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 42'si (%17.72) mitoz bölünmeyle oluşan hücrelerde genetik bilginin farklı olacağını belirtmiştir. Son olarak, 93 (%39.24) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 9'da öğrencilerin mitoz bölünmenin hücrelerde gerçekleştiği yere ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 9
Mitoz bölünmenin hücrelerde gerçekleştiği yere ilişkin bulgular

N=237		
Mitoz bölünmenin gerçekleştiği yer	f	%
Vücut hücreleri*	18	7.59
Eşey hücreleri	54	22.78
Her ikisi	102	43.04
Bilmiyorum	63	26.58

*Doğru yanıt

Tablo 9'a göre, öğrencilerin 18'i (%7.59) mitoz bölünmenin vücut hücrelerinde, 54'ü (%22.78) eşey hücrelerinde ve 102'si (%43.04) hem vücut hem eşey hücrelerinde gerçekleştiğini belirtmiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 63'ü (%26.58) bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 10'da öğrencilerin mitoz bölünmenin bitkilerde gerçekleşme durumuna ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 10
Mitoz bölünmenin bitkilerde gerçekleşme durumuna ilişkin bulgular

N=237					
Bitkilerde mitoz	f	%	Açıklama	f	%
Evet *	126	53.16	• Bitkiler büyümek için bölünür. • Bitkiler de canlıdır.	36	15.19
Hayır	15	6.33	• Bitkiler hayvanlara benzemez.	9	3.80
Bilmiyorum	96	40.51	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 10'a göre, öğrencilerin 126'sı (%53.16) mitoz bölünmenin bitkilerde görüldüğünü belirtirken bunun nedenini bu öğrencilerin 36'sı (%15.19) bitkilerin hayvanlar gibi büyümek için bölündükleri ve 12'si (%5.06) bitkilerin canlı olduğu şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 15'i (%6.33) mitoz bölünmenin bitkilerde görülmediğini belirtirken bu öğrencilerden 9'u (%3.80) bunun nedenini bitkilerin hayvanlara benzemediği şeklinde açıklamıştır. Son olarak, 96 (%40.51) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 11'de, öğrencilerin mayoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 11

Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin bulgular

Kromozom sayısı	N=237		Açıklama	f	%
	f	%			
8	51	21.52	• Çoğaldığı için kromozom sayısı artar. • Orijinal hücreden daha büyük olur.	3	1.27
				6	2.53
4	39	16.46	• Kromozom sayısı değişmez.	6	2.53
2*	21	8.86	• Kromozomlar 2'ye bölünür.	9	3.80
Bilmiyorum	126	53.16	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 11'e göre, öğrencilerin 21'i (%8.86) mayoz bölünme sonucu oluşan hücrenin kromozom sayısının yarıya ineceğini belirtirken 9 (%3.80) öğrenci bunun nedenini kromozomların ikiye bölüneceği şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 51'i (%21.52) mayoz bölünme sonucu hücrenin kromozom sayısının iki katına çıkacağını belirtirken bu öğrencilerden 3'ü (%1.27) bunun nedenini kromozomların çoğalması şeklinde ve 6'sı (%2.53) orijinal hücreden daha büyük olacağı şeklinde açıklamıştır. Öğrencilerin 39'u (%16.46) ise mayoz bölünme sonucu oluşan hücrenin orijinal hücre ile aynı kromozom sayısına sahip olacağını belirtmiş ve 6'sı (%2.53) öğrenci bunun nedenini kromozom sayısı değişmez şeklinde açıklamıştır. Son olarak, 126 (%53.16) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 12'de öğrencilerin mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde genetik bilginin nasıl olacağına ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 12

Mayoz bölünmeyle oluşan hücrelerde genetik bilgiye ilişkin bulgular

Genetik bilgi	N=237		Açıklama	f	%
	f	%			
Aynı	45	18.99	• Yeni hücre orijinal hücrenin kopyasıdır. • Kromozomlar aynıdır.	9	3.80
				6	2.53
Farklı*	60	25.32	• Kalıtsal özellikler ayrılır.	9	3.80
Bilmiyorum	132	55.70	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 12'ye göre, öğrencilerin 60'ı (%25.32) mayoz bölünmeyle oluşan hücrede genetik bilginin farklı olacağını belirtirken bu öğrencilerin 9'u (%3.80) bunun nedenini kalıtsal özelliklerin ayrılmasından dolayı farklılık oluşacağı şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 45'i (%18.99) mayoz bölünmeyle oluşan hücrede genetik bilginin değişmeyeceğini belirtmiştir. Bu öğrencilerin 9'u (%3.80) bunun nedenini yeni hücrenin orijinal hücrenin kopyası olacağı şeklinde, 6'sı (%2.53) ise kromozomların aynı olmasından dolayı değişmeyeceği şeklinde açıklamıştır. Son olarak, 132 (%55.70) öğrenci ise bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 13'de öğrencilerin mayoz bölünmenin hücrelerde gerçekleştiği yere ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 13

Mayoz bölünmenin hücrelerde gerçekleştiği yere ilişkin bulgular

Mayoz bölünmenin gerçekleştiği yer	N=237	
	f	%
Vücut hücreleri	9	3.80
Eşey hücreleri*	36	15.19
Her ikisi	132	55.70
Bilmiyorum	60	25.32

*Doğru yanıt

Tablo 13'e göre öğrencilerin 36'sı (%15.19) mayoz bölünmenin eşey bezlerinde, 9'u (%3.80) vücut hücrelerinde ve 132'si (%55.70) hem vücut hem eşey hücrelerinde gerçekleştiğini belirtmiştir. Diğer yandan, 60 (%25.32) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 14'de öğrencilerin mayoz bölünmenin bitkilerde gerçekleşme durumuna ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 14

Mayoz bölünmenin bitkilerde gerçekleşme durumuna ilişkin bulgular

Bitkilerde mayoz	N=237				
	f	%	Açıklama	f	%
Evet*	66	27.85	• Bitkiler hayvanlara benzer.	5	2.11
Hayır	21	8.86	• Bitkiler hayvanlara benzemez.	2	0.84
Bilmiyorum	150	63.29	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 14'e göre, öğrencilerin 66'sı (%27.85) mayoz bölünmenin bitkilerde görüldüğünü belirtirken bu öğrencilerin 5'i (%2.11) bunun nedenini bitkilerin hayvanlara benzediği şeklinde açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerinin 21'i (%8.86) mayoz bölünmenin bitkilerde görülmediğini belirtirken bu öğrencilerin 2'si (%0.84) bunun nedenini bitkilerin hayvanlara benzemediği şeklinde açıklamıştır. Son olarak, 150 (%63.29) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

GKAT'nin bu bölümü ile ilgili olarak öğrencilerde tespit edilen başlıca kavram yanılgıları; "Bitki hücreleri hayvan hücreleri gibi bölünmez.", "Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısı değişmez.", "Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısı değişmez.", "Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısı iki katına çıkar.", "Mayoz bölünme sonucu kromozom sayısı iki katına çıkar.", "Mayoz bölünme tüm hücrelerde görülür.", "Mayoz bölünme tüm hücrelerde görülür.", "Mayoz bölünme vücut hücrelerinde görülür.", "Mayoz bölünme vücut hücrelerinde görülür.", "Mayoz bölünmeyle oluşan yeni hücre orijinal hücrenin kopyasıdır.", "Mayoz bölünmeyle oluşan yeni hücre orijinal hücrenin kopyasıdır.", "Mitoz bölünme sonucu kromozom sayısı yarıya iner.", "Mitoz bölünme tüm hücrelerde görülür.", "Mitoz bölünmeyle oluşan hücreler farklı genetik bilgiye sahiptir.", "Mitoz eşey hücrelerinde görülür.", olup bu durum, öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmeyi kavrayamadıklarını göstermektedir.

3.4. GKAT IV. Bölüm Bulguları

Tablo 15'de öğrencilerin yumurta ve sperm hücrelerinin kromozom sayısına ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 15

Yumurta ve spermin kromozom sayısına ilişkin bulgular

Kromozom sayısı	N=237				
	f	%	Açıklama	f	%
6	51	21.52	• Sperm yumurtanın 2 katı kromozom içerir.	3	1.27
5	12	5.06	-	-	-
3*	93	39.24	• Eşleşme için eşit sayıda kromozom olmalıdır.	18	7.59
			• Sperm ve yumurta aynıdır.	18	7.59
2	3	1.27	-	-	-
Bilmiyorum	78	32.91	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 15'e göre, öğrencilerin 93'ü (%39.24) yumurta ve spermin eşit sayıda kromozom içerdiğini belirtirken bu öğrencilerden 18'i (%7.59) eşleşme için eşit sayıda kromozom olması gerektiğini, 18'i (%7.59) ise sperm ve yumurtanın aynı olduğunu ifade etmiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 63'ü (%26.58) spermin yumurtadan daha fazla kromozom içerdiğini belirtirken 3 (%1.27) öğrenci bunun nedenini sperm yumurtanın iki katı kromozom içerir

şeklinde açıklamıştır. Üç (%1.27) öğrenci ise sperm yumurtadan daha az kromozom içerdiğini belirtmiştir. Son olarak, 78 (%32.91) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 16'da döllenmeden sonra oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin öğrencilerin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 16

Döllenmeden sonra oluşan hücrenin kromozom sayısına ilişkin bulgular

Kromozom sayısı	N=237		Açıklama	N=237	
	f	%		f	%
6*	75	31.65	• İki katna çıkar.	27	11.39
5	12	5.06	-	-	-
3	45	18.99	• Yumurta ve sperm sayısına eşit olur.	3	1.27
2	12	5.06	-	-	-
Bilmiyorum	93	39.24	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 16'ya göre, öğrencilerin 75'i (%31.65) oluşacak hücrenin kromozom sayısının sperm ve yumurtanın kromozom sayıları toplamına eşit olacağını belirtmiştir. Bu öğrencilerden 27'si (%11.39) hücrelerin birleşince kromozom sayısının iki katına çıkacağını ifade etmiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 69'u (%29.11) döllenmeden sonra oluşacak hücrenin kromozom sayısının yumurta ve sperm kromozom sayıları toplamından küçük olacağını belirtmiştir. Bu öğrencilerden 3'ü (%1.27) bu durumu yumurta ve sperm eşit sayıda kromozom içerdiği için oluşan hücrenin de aynı sayıda kromozom içermesi gerektiği şeklinde açıklamıştır. Son olarak, 93 (%39.24) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

Tablo 17'de öğrencilerin bitkilerde üremeye ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 17

Bitkilerde üremeye ilişkin bulgular

Bitkilerde üreme	N=237		Açıklama	N=237	
	f	%		f	%
Eşeyli	33	13.92	• Neslin devamı yalnız eşeyli üreme ile gerçekleşir.	3	1.27
Eşeysiz	30	12.66	• Tüm bitkiler döllenme olmaksızın ürer.	6	2.53
Her ikisi*	15	6.33	-	-	-
Bilmiyorum	159	67.09	-	-	-

*Doğru yanıt

Tablo 17'ye göre, 15(%6.33) öğrenci bitkilerin hem eşeyli hem eşeytsiz olarak ürediğini belirtmiştir. Diğer yandan, öğrencilerin 33'ü (%13.92) bitkilerin eşeyli ürediğini belirtirken bu öğrencilerden 3'ü (%1.27) neslin devamının yalnız eşeyli üreme ile gerçekleştiğini ifade etmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin 30'u (%12.66) bitkilerin eşeytsiz ürediğini belirtirken bu öğrencilerden 6'sı (%2.53) tüm bitkilerin döllenmeden ürediğini ifade etmiştir. Son olarak, 159 (%67.09) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini belirtmiştir.

GKAT'nin bu bölümü ile ilgili olarak öğrencilerde tespit edilen başlıca kavram yanılgıları; "Bitkilerde neslin devamı sadece eşeyli üreme ile gerçekleşir.", "Döllenmiş hücre ile yumurta ve sperm hücresi eşit sayıda kromozom içerir.", "Sperm yumurtanın iki katı kromozom içerir.", "Tüm bitkiler döllenme olmaksızın ürer." olup bu durum, önceki bölüm bulgularını destekler niteliktedir.

3.5. GKAT V. Bölüm Bulguları

Tablo 18'de, öğrencilerin aynı insana ait hücre tiplerindeki genetik yapıya ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 18

Aynı insana ait hücre tiplerindeki genetik yapıya ilişkin bulgular

Genetik yapı	N=237				
	f	%	Açıklama	f	%
Yanak-Yanak					
Aynıdır*	90	37.98	• Aynı tip hücredir.	6	2.53
Farklıdır	42	17.72	-	-	-
Bilmiyorum	105	44.30	-	-	-
Yanak-Sinir					
Aynıdır*	36	15.19	• Aynı tip hücredir.	6	2.53
Farklıdır	81	34.18	• Farklı tip hücredir	9	3.80
Bilmiyorum	120	50.63	-	-	-
Yanak-Sperm					
Aynıdır	42	17.72	-	-	-
Farklıdır*	96	40.51	• Farklı tip hücredir.	30	12.66
Bilmiyorum	99	41.77	-	-	-
Sperm-Sperm					
Aynıdır	99	41.77	• Aynı tip hücredir.	27	17.07
Farklıdır*	39	16.46	-	-	-
Bilmiyorum	99	41.77	-	-	-

**Doğru yanıt*

Tablo 18'e göre, öğrencilerin 90'ı (%37.98) aynı insana ait iki yanak hücrelerinde genetik yapının aynı olduğunu belirtirken bu öğrencilerden sadece 6'sı (%2.53) bu durumu iki hücrenin aynı tip olmasıyla açıklamıştır. Aynı insana ait yanak ve sinir hücrelerindeki genetik yapı ile ilgili olarak ise öğrencilerin 36'sı (%15.19) genetik yapının aynı olduğunu belirtirken bu öğrencilerden sadece 6'sı (%2.53) bu durumu iki hücrenin aynı tip olmasıyla açıklamıştır. Diğer yandan, Tablo 18'e göre öğrencilerin 96'sı (%40.51) aynı insana ait yanak ve sperm hücrelerinde genetik yapının farklı olduğunu belirtirken bu öğrencilerden sadece 30'u (%12.66) bu durumu iki hücrenin farklı tip olmasıyla açıklamıştır. Aynı insana ait iki sperm hücrelerindeki genetik yapı ile ilgili olarak ise öğrencilerin sadece 39'u (%16.46) genetik yapının farklı olduğunu belirtirken öğrencilerin hiçbirisi bu durumun nedenini açıklayamamıştır.

Tablo 19'da öğrencilerin iki farklı insana ait aynı hücre tiplerindeki genetik yapıya ilişkin GKAT'ye verdikleri yanıtların frekans ve yüzde değerleri verilmiştir.

Tablo 19

İki farklı insana ait aynı hücre tiplerindeki genetik yapıya ilişkin bulgular

Genetik yapı	N=237				
	f	%	Açıklama	f	%
Aynıdır	21	8.86	• Aynı tip hücredir.	3	1.27
Farklıdır *	126	53.16	• Kalıtsal özellik farklıdır. • Cinsiyet farklıdır.	27	11.39
Bilmiyorum	90	37.97	-	3	1.27

**Doğru yanıt*

Tablo 19'a göre, öğrencilerin 126'sı (%53.16) iki farklı insana ait aynı hücre tiplerindeki genetik yapının farklı olduğunu belirtmiştir. Bu öğrencilerin 27'si (%11.39) bu durumu kalıtsal özellik farklılığıyla, 3'ü (%1.27) ise cinsiyet farklılığıyla açıklamıştır. Diğer yandan, öğrencilerin 21'i (% 8.86) iki farklı insana ait aynı hücre tiplerindeki genetik yapının aynı olduğunu belirtmiştir. Son olarak, 90 (%37.97) öğrenci bu sorunun yanıtını bilmediğini ifade etmiştir.

GKAT'nin bu bölümü ile ilgili olarak öğrencilerde tespit edilen başlıca kavram yanılgıları; "Aynı kişiye ait eşey hücreleri aynı genetik yapıya sahiptir.", "Farklı kişilere ait aynı tip hücreler aynı genetik bilgiye sahiptir.", "Vücut hücrelerindeki genetik yapı cinsiyete bağlı olarak değişir.", "Vücut hücrelerinin her biri birbirinden farklı genetik bilgiye sahiptir." olup bu durum, GKAT'nin III. ve IV. bölüm bulgularını destekler niteliktedir.

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Ausubel'e göre (1968) anlamlı öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir. Bu bilgi birikimi ortaya çıkarılıp ona uygun şekilde öğretim planlanmalıdır. Başka bir deyişle, kavramsal anlamının gerçekleşmesi için öğrencilerde var olan kavram yanılgılarının öncelikli olarak ortaya çıkarılması gerekir (Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993).

Bu çalışmada, öğrencilerin çoğunluğunun genetik konuları ile ilgili temel kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkiyi anlamakta zorluk yaşadıkları ve kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuç, genetik konularında öğrencilerde kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Bahar, Johnstone ve Hansell (1999), Lewis ve Wood-Robinson, 2000; Lewis, Leach ve Wood-Robinson, 2000a; Lewis, Leach ve Wood-Robinson, 2000b; Lewis, Leach ve Wood-Robinson, 2000c; Özatlı, 2006; Özdemir, 2005; Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas, 2006; Şahin ve Parim, 2002; Tatar ve Cansüğü-Koray, 2005; Temelli, 2006; Wood-Robinson, Lewis ve Leach, 2000).

Kavram yanılgıları, değiştirilmeye oldukça dirençli ve kalıcı olmakla birlikte öğrencilerin daha üst düzey bilgileri öğrenmelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Fisher, 1990). Temelli (2006), öğrencilerin DNA'nın yapısını tam olarak kavrayamamalarının, kavramları ilişkilendirmelerine engel teşkil ettiğini belirtmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin temel genetik kavramları arasında ilişki kuramamaları, yanlış ilişki kurmaları dolayısı ile bu kavramlar ile ilgili kavram yanılgılarının varlığı öğrencilerin bu kavramların yapı ve fonksiyonlarını tam olarak kavrayamadıklarını göstermektedir.

Bahar, Johnstone ve Hansell'e (1999), göre, biyoloji alanındaki bilimsel bilgileri oluşturan kavramların soyut olması ve kavramlar arası ilişkilerin karışık olması öğrencilerin biyoloji konularını öğrenmelerinde zorlanmalarına sebep olmaktadır. Benzer olarak, Bahar (2002), Banet ve Ayuso (2000), Lewis ve Wood-Robinson (2000), Özatlı (2006) ve Stewart (2012) genetik konularını zor konular olarak nitelendirmişlerdir. Banet ve Ayuso (2000) ile Stewart (2012) çalışmalarında kromozom ve gen ilişkisinin oldukça zor öğrenildiğini belirtmiş ve öğretim programlarının değiştirilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Atılboz (2004), Lewis ve Wood-Robinson (2000), Lewis vd. (2000a), Lewis vd. (2000b), Lewis vd. (2000c), Özatlı (2006), Özdemir (2005), Saka vd. (2006), Tatar ve Cansüğü-Koray (2005), Temelli (2006), Wood-Robinson vd. (2000) çalışmalarında öğrencilerin hücre bölünmesinin temel kavramları olan gen, DNA, kromozom kavramlarını anlamakta zorluk yaşadıklarını, dolayısıyla bu kavramları yanlış ilişkilendirdiklerini belirtmiş, Tatar ve Cansüğü-Koray (2005) bu kavramlar ile ilgili öğrencinin düzeyine uygun mümkün olduğu kadar değişik öğretim yöntem ve tekniklerinin uygulanması gerekliliğini vurgulamıştır. Benzer olarak, Şahin ve Parim (2002) çalışmalarında öğrencilerin gen, DNA ve kromozom gibi soyut kavramlarının öğrenilmesinde sıklıkla kavram yanılgılarının görüldüğünü ve öğrencilerin aktif katılımını sağlayan öğretim tekniklerinin kullanılmasının sahip oldukları kavram yanılgılarını azaltmada etkili olduğunu belirtmiştir.

Diğer yandan, ders kitaplarının bilimsel içerik yönüyle hata içermemesi öğrencilerde oluşabilecek kavram yanılgılarını önleme noktasında oldukça önem arz etmektedir. Bununla birlikte, ders kitaplarında öğrencilerde kavram yanılgısına neden olabilecek bilimsel hataların yer aldığı görülmektedir. Eyidoğan ve Güneysu (2002) sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitaplarını inceledikleri çalışmalarında kitaplardaki hücre bölünmesi, çekirdek ve DNA ile ilgili olan bölümlerdeki kavram yanılgılarına dikkat çekerek ders kitaplarının tekrar gözden geçirilmesi gerekliliğini belirtmişlerdir. Ülkemizde 2002-2003 eğitim-öğretim yılından itibaren yalnızca MEB tarafından hazırlanan Fen Bilimleri kitabının okutulması kararlaştırılmıştır. Fen bilimleri ders kitaplarının tek kitaba indirilmesi kavram yanılgılarının azalması bakımından faydalı olarak görülse de Yılmaz, Gündüz, Diken ve Çimen (2017), sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitabında yer alan genetik kod, DNA eşleşmesi ve hücre bölünmesi konularında öğrencilerde kavram yanılgısına neden olabileceğini düşündükleri bilimsel yanlışlıklar, ifade eksiklikleri ve hatalı soruların olduğunu belirlemişlerdir. Bu bağlamda, Eyidoğan ve Güneysu'nun (2002) ifade ettikleri gibi

MEB tarafından önerilen ders kitaplarının kavram öğretimine katkı sağlayacak şekilde hazırlanması, her öğretim yılında çıkartılacak yeni baskılarının gözden geçirilmesi ve dikkatten kaçan kavram yanılgılarının düzeltilmesi gerekliliği günümüzde de önemini korumaktadır.

Bu çalışmada ayrıca kavram testinden elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun genetiğin temelini oluşturan mitoz ve mayoz bölünmeyi anlamakta zorluk yaşadıkları ve kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Adıgüzel (2006), Atılboz (2004), Bahar, Johnstone ve Hansell (1999), ile Lewis ve Wood-Robinson'un (2000) araştırma sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir. Bahar, Johnstone ve Sutcliffe (1999) öğrencilerin kavramakta en çok zorlandıkları konunun mitoz ve mayoz bölünme olduğunu, bunun sebebini ise mitoz ve mayoz bölünmenin birbirine çok benzemesinden dolayı öğrencilerin iki hücre bölünmesini birbirinden ayırt etmekte zorlandıkları şeklinde açıklamıştır. Bir kişiye ait yatak hücresi, sinir hücresi ve sperm hücresinin genetik yapılarının mitoz ve mayoz bölünme ile ilişki kurularak karşılaştırılmasının hedeflendiği kavram testi sorularına öğrencilerin verdikleri yanıtlara bakıldığında vücut ve eşey hücresi ayrımının yapılamadığı görülmektedir.

Öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmeleri konusunda kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilen bir araştırmada Lewis vd. (2000b), öğrencilerin çoğunun mitoz ve mayoz bölünmenin niçin yapıldığını bilmediklerini, döllenmenin genetik bilgiyi aktarmadaki rolünü kavramadıklarını, yumurtanın hep aynı kalıtsal bilgiler aktarıırken spermilerin farklı genetik bilgileri aktardığını, kromozomların hücre bölünmesinde ikiye ayrıldığı ancak DNA'ların kopyalanmasına gerek olmadığı yanlışlarına sahip olduklarını belirlemiştir. Yine, Atılboz (2004), araştırmasında öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin kromozom yapısı, hücre sayısı ve gerçekleşen olaylarla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduğunu belirlemiştir. Adıgüzel (2006) de çalışmasında, öğrencilerin mitoz bölünme sonucu gerçekleşen olaylar, mitoz bölünmenin görüldüğü hücre türleri ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin özellikleri üzerinde kavram yanlışları olduğunu belirlemiştir.

Çalışma bulgularına bakıldığında kullanılan teste bilmiyorum yanıtı veren öğrencilerin sayısı oldukça fazladır. Diğer yandan, soruları yanıtlayan öğrencilerin de büyük çoğunluğu kavram yanlışlarına sahiptir. Bu sonuç, öğrencilerin genetiğin en temel kavramlarına yönelik kavramsal anlama düzeylerinin oldukça düşük olduğunu göstermektedir. Anlamli öğrenmede mevcut bilgiler ile yeni öğrenilen bilgilerin ilişkilendirilerek yapılandırılması söz konusudur. Dolayısıyla, genetiğin temel kavramlarına yönelik öğrencilerde var olan eksik bilgilerin giderilmesi ve kavram yanlışlarının tespit edilip ortadan kaldırılması konuyla ilgili ileri düzeydeki bilgilerin inşası için gereklidir. Ülkemizde 2004'ten bu yana fen bilimleri dersi öğretim programlarının amaçları yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olmasına rağmen amaçların istenen düzeyde gerçekleştirilememesinin, öğretmenlerin uyguladıkları öğretim yöntemleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda, kavram yanlışlarının geleneksel öğretim yöntemleriyle giderilmeyip devam ettiği göz önüne alınarak öğrenme ortamlarında öğrencilerin anlamli öğrenmelerini amaçlayan öğrenme stratejisi, yöntem ve tekniklerine olabildiğince yer verilmelidir.

Kaynakça

- Adıgüzel, R. (2006). *Mitoz ve mayoz hücre bölünmesi konusundaki kavram yanlışlarının tespiti ve bu konudaki fen bilgisi öğretmenlerinin çözüm önerileri (Muğla ili örneği)* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Üniversitesi, Muğla.
- Atılboz, N. G. (2004). Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147-157.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology. A cognitive review*. New York, NY: Holt, Rinehart ve Winston.
- Aydoğan, S., Güneş, B. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Bahar, M. (2002). Students' learning difficulties in biology: reasons and solutions, *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 73-82.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141.
- Banet, E. ve Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: a strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313-351.
- Bodner, G., Klobuchar, M. ve Geelan, D. (2001). The many forms of constructivism. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1107-1134.
- Bowling, B. V., Acra, E. E., Wang, L., Myers, M. F., Dean, G. E., Markle, G. C., Moskalik, C. L. ve Huether, C. A. (2008). Development and evaluation of a genetics literacy assessment instrument for undergraduates. *Genetics*, 178(1), 15-22.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chuang, H. F. ve Cheng, Y. J. (2003). A study on attitudes toward biology and learning environment of the seventh grade students. *Chinese Journal of Science Education*, 11(2), 171-194.
- Colburn, A. (2000). Constructivism: science education's "grand unifying theory". *The Clearing House*, 74(1), 9-12.
- Eyidoğan, F. ve Güneysu, S. (2002). *İlköğretim 8. sınıfta fen bilgisi kitaplarındaki kavram yanlışlarının incelenmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı (s.72-75). 16-18 Eylül 2002, Ankara. Ankara: ODTÜ.
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). Boston, MA: McGraw-Hill.
- Fisher, K. M. (1990). Semantic-networking: the new-kid on the block. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1001-1018.
- Griffiths, A. K., Thomey, K., Cooke, B. ve Normore, G. (1988). Remediation of student-specific misconception relating to three science concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (9), 709-719.

- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). *İlköğretimde fen bilgisi öğretimi, ilköğretimde etkili öğretmen ve öğrenme öğretmen el kitabı, modül 7*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Lewis, J. ve Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.
- Lewis, J., Leach, J. ve Wood-Robinson, C. (2000a). All in the gene? Young people's understanding of the nature of genes, *Journal of Biological Education*, 34(2), 74-79.
- Lewis, J., Leach, J. ve Wood-Robinson, C. (2000b). Chromosomes: the missing link- young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34(4), 189-199.
- Lewis, J., Leach, J. ve Wood-Robinson, C. (2000c). What's in a cell? Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual, *Journal of Biological Education*, 34(3), 129-132.
- Marbach-Ad, G. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts. *Journal of Biological Education*, 35(4), 183-189.
- Marbach-Ad, G. ve Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-210.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Özatlı, N. S. (2006). *Öğrencilerin biyoloji derslerinde zor olarak algıladıkları konuların tespiti ve boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Özdemir, O. (2005) İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin genetik ve biyoteknoloji konularına ilişkin kavram yanılgıları. *Öndokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 49-62.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R. ve Ayas, A. (2006). A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, dna and chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192-202.
- Sebitosi, E. K. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Sim, J. ve Wright, C. C. (2005). The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Physical Therapy*, 85(3), 257-268.
- Smith, E. L., Blakeslee, T. D. ve Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Stewart, M. (2012). Joined up thinking? evaluating the use of concept-mapping to develop complex system learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(3), 349-368.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002). *Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile dna, gen ve kromozom kavramlarının öğrenilmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı (s.28-33). 16-18 Eylül 2002, Ankara. Ankara: ODTÜ.
- Tatar, N. ve Cansüngü-Koray, Ö. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin "genetik" ünitesi hakkındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 415-426.
- Temelli, A. (2006) Lise öğrencilerinin genetikle ilgili konulardaki kavram yanılgılarının saptanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 73-82.
- Topsakal, S. (2006). *Fen öğretimi (2.baskı)*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Tsui, S. Y. ve Treagust, D. F. (2010). Evaluating secondary students' scientific reasoning in genetics using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1073-1098.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J. ve Leach, J. (2000). Young people's of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35(1), 29-36.
- Yılmaz, M. , Gündüz, E., Diken, E. ve Çimen, O. (2017). 8. sınıf fen bilimleri ders kitabındaki biyoloji konularının bilimsel içerik açısından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 17-35.