T. C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN HÜCRE BÖLÜNMELERİ İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ İKİ AŞAMALI ÇOKTAN SEÇMELİ BİR TEST İLE BELİRLENMESİ

Ayşe ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

Bu tez, 16.07.2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Esra MARTİN	Yrd. Doç. Dr. Musa DİKMENLİ	Yrd. Doç. Dr. Osman ÇARDAK
(Danışman)	(Üye)	(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN HÜCRE BÖLÜNMELERİ İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ İKİ AŞAMALI ÇOKTAN SEÇMELİ BİR TEST İLE BELİRLENMESİ

Ayşe ÖZDEMİR

Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Esra MARTİN
2008, 133 sayfa

Jüri: Yrd. Doç. Dr. Esra MARTİN
Yrd. Doç. Dr. Musa DİKMENLİ
Yrd. Doç. Dr. Osman ÇARDAK

Bu çalışmanın amacı, hücre bölünmeleri konusu ile ilgili iki aşamalı çoktan seçmeli kavram yanılgı testi geliştirmek ve üniversite fen bilimleri öğrencilerinin bu konu ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda 16 sorudan oluşan iki aşamalı, çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı teşhis testi geliştirilmiştir. Bu test Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 469 öğrenciye 2007-2008 öğretim yılında uygulanmıştır.

Uygulama sonucunda verilerin analiz edilmesiyle üniversite öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu kavram yanılgılarından bazıları şunlardır;

"Mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez",

"Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner ",

"Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar",

"Bir hücredeki kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur",

"Diploit bütün hücrelerde mayoz bölünme görülebilir",

"Bakteri mitoz bölünme ile çoğalır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşur".

Ayrıca öğrencilerin test sorularına verdikleri cevapların cinsiyete göre dağılımı t-testi kullanılarak karşılaştırılmış ve cinsiyetler arasında dikkate değer bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuçlar literatür bilgisi ile karşılaştırılmış ve öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üniversite Fen Öğrencileri, Kavram Yanılgıları, İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Test, Hücre Bölünmeleri.

ABSTRACT

Ms Thesis

IDENTIFICATION OF UNIVERSITY STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT THE CELL DIVISIONS USING A TWO-TIER MULTIPLE CHOİCE TEST

Ayşe ÖZDEMİR

Selcuk University
Graduate School of Sciences
Department of Biology Education

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Esra MARTİN
2008, 133 pages

Jury: Assist. Prof. Dr. Esra MARTİN
Assist. Prof. Dr. Musa DİKMENLİ
Assist. Prof. Dr. Osman ÇARDAK

The aim of this study is to develop a two-tier multiple choice test on cell divisions misconception and to detect university students' misconceptions about the cell divisions subject. For this goal a two-tier multiple choice test on cell divisions misconception which consists of 16 questions has been developed. This test applied to 469 university science students, on duty during the education year of 2007-2008, in Selcuk University Faculty of Education.

Attend of the application, it has been detected that the students have misconceptions about the cell divisions. Some of the misconceptions are;

"The chromosomal DNA amount in mitotic cell cycle doesn't change in ever phase",

"Both homologs chromosomes and sister chromatids are seperated in meiosis division and the amount of chromosome numbers are reduced by half in two times",

"Homologs chromosomes seperate in first step and these chromosomes transfer into new cells in second step of meiosis division",

"The total chromosome number in a cell is duplicate in interphase and this chromosome number is sustained in all phases of mitosis division",

"It is possible that there is a meiosis division in all diploid cells",

"Bacteria reproduces with mitosis division and while dividing they produce spindle fibers".

Additionally, the distributions of the answers given to test questions by the students according to genders, the correct answers in the distribution have been

compared through t-test and it has been proved that there is no noticable difference between genders.

The results have been compared with literature and implications have been developed.

Keywords: University Science Students, Misconceptions, Two Tier Multiple Choice Test, Cell Divisions.

ÖNSÖZ

Eğitim bireylerin edindikleri bilgiler yoluyla davranışlarında kalıcı değişiklikler meydana getirmeyi hedefler. Bireylere bilgi aktarımı kavram yoluyla mümkündür. Kavram öğretiminde bireye verilen bir kavram sonucunda kalıcı bir davranış değişikliği oluşturması beklenir. Bu değişikliklerin gözlenebildiği ölçüde bireyin kavramı öğrendiğinden bahsedilir. Ancak bazı durumlarda birey kavrama bilimsel geçerli anlamının dışında anlamlar yükleyebilir ve böylesi bir durumda kavram yanılgısı ile karşı karşıyadır. Bir konu ile ilgili kavramın bu şekilde bilimsel anlamından farklı olarak yapılandırılması sonraki konuların amacına ulaşmasını engelleyebilir.

Daha çok soyut kavramlara dayalı olan biyoloji alanında yaygın bir şekilde kavram yanılgılarına rastlanmaktadır. Kavram yanılgılarının teşhis yöntemlerinden biri de iki aşamalı çoktan seçmeli kavram yanılgı testleridir. Beklentimiz bu çalışmada hazırlanmış olan iki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinin eğitimcilere öğrencilerin kavram yanılgılarını belirlemede katkıda bulunmasıdır.

Araştırmam boyunca bana yol gösteren çok değerli hocam ve tez danışmanım, sayın Yrd. Doç. Dr. Esra MARTİN'e, çalışmanın istatistiksel analizlerinde bana yardımcı olup hiçbir şekilde desteğini esirgemeyen değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Musa DİKMENLİ'ye, maddi katkılarından dolayı TÜBİTAK'a ve benden maddi-manevi desteklerini esirgemeyip bu günlere gelebilmemi sağlayan anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayşe ÖZDEMİR **Konya, 2008**

İÇİNDEKİLER

ÖZET ……..iii
ABSTRACT ……..v
ÖNSÖZ ……..vii
TABLO DİZİNLERİ ……..ix
ŞEKİL DİZİNLERİ ……..xi
1. GİRİŞ ……..1
1.1. Kavram ve Kavram Öğrenme …….....1
1.2. Kavram Yanılgılarının Tanımları ve Özellikleri ……2
1.3. Kavram Yanılgılarının Tespitinde Kullanılan Yöntemler ……...…5
1.4. Araştırmanın Amacı ……..…..9
1.5. Araştırmanın Önemi ……...…….....9
1.6. Varsayımlar ve Sınırlılıklar …….……...…10
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI ……..…..……12
3. MATERYAL VE METOT …….…….……23
3.1. Örneklem ……...23
3.2. Veri Toplama Aracı ……...23
3.3. Verilerin Analizi ……30
4. BULGULAR ……..33
4.1. Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları ……....33
4.2. Cinsiyete Göre Dağılım ……...……..66
5. TARTIŞMA ……...….103
6. SONUÇ VE ÖNERİLER ……..…….....108
KAYNAKLAR …….……...…111
EKLER …….……..124
EK-A ……..…….…125
EK-B ……126
EK-C ……...…..……127

TABLO DİZİNLERİ

Tablo 3.1.1. Çalışmaya Katılan Üniversite Öğrencilerinin Öğrenim Gördükleri Bölümlere ve Cinsiyete Göre Dağılımları …….23
Tablo 3.2.1. Hücre Bölünmeleri Konusu ile İlgili Öneri Bilgi İfadeleri……....27
Tablo 3.3.1. Hücre Bölünmeleri Kavram Yanılgı Testinin Güçlük İndisi ……32
Tablo 4.1.1. Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...35
Tablo 4.1.2. Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...……37
Tablo 4.1.3. Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...39
Tablo 4.1.4. Öğrencilerin 4. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…41
Tablo 4.1.5. Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...43
Tablo 4.1.6. Öğrencilerin 6. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...45
Tablo 4.1.7. Öğrencilerin 7. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...47
Tablo 4.1.8. Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…49
Tablo 4.1.9. Öğrencilerin 9. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...51
Tablo 4.1.10. Öğrencilerin 10. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…53
Tablo 4.1.11. Öğrencilerin 11. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…55
Tablo 4.1.12. Öğrencilerin 12. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...……57
Tablo 4.1.13. Öğrencilerin 13. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…59
Tablo 4.1.14. Öğrencilerin 14. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…61
Tablo 4.1.15. Öğrencilerin 15. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...63
Tablo 4.1.16. Öğrencilerin 16. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı ……...…65
Tablo 4.2.1. Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..68
Tablo 4.2.2. Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı …….70
Tablo 4.2.3. Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..73
Tablo 4.2.4. Öğrencilerin 4. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı …….75
Tablo 4.2.5. Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..77

Tablo 4.2.6. Öğrencilerin 6. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……79
Tablo 4.2.7. Öğrencilerin 7. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..81
Tablo 4.2.8. Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……83
Tablo 4.2.9. Öğrencilerin 9. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..85
Tablo 4.2.10. Öğrencilerin 10. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……88
Tablo 4.2.11. Öğrencilerin 11. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..90
Tablo 4.2.12. Öğrencilerin 12. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……92
Tablo 4.2.13. Öğrencilerin 13. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..95
Tablo 4.2.14. Öğrencilerin 14. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……97
Tablo 4.2.15. Öğrencilerin 15. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……...……..99
Tablo 4.2.16. Öğrencilerin 16. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı ……..…….101
Tablo 4.1.17. Öğrencilerin Cinsiyetleri ile Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular ……..…..…102

ŞEKİL DİZİNLERİ

Şekil 3.2.1. Kavram Yanılgısı Teşhis Testinin Oluşturulması İle İlgili Aşamalar ……....24
Şekil 3.2.2. Hücre Bölünmeleri Konusu ile İlgili Kavram Haritası ……..28

1. GİRİŞ

1.1. Kavram ve Kavram Öğrenme

Genel anlamda kavram, insan zihninde anlamlanan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi formu/yapısıdır (Ülgen 2004, s. 107). Kavramlar bireyin düşünmesini sağlayan zihinsel araçlardır. Kavramlar, bireylerin fiziksel ve sosyal dünyayı anlamalarını ve anlamlı iletişim kurmalarını sağlar. Bireyin ilkeleri anlayabilmesi ve problem çözebilmesi için öncelikle kavramları anlaması gerekir. Kavramlar kullanılarak çok kapsamlı bilgiler daha küçük ve kullanıma elverişli birimler haline getirilebilir (Senemoğlu 2003, s. 513). Kavramlar sürekli ifadeler olmayıp içeriklerinin değişebildiği gibi bazen de yeniden tanımlanabilmektedir. Kavramların özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

1- Kavramın algılanan özellikleri bireyden bireye değişebilir.

2- Kavramın orijinali (prototype) vardır.

3- Kavramların bazı özellikleri, bazen birden fazla kavramın üyesi olabilirler.

4- Kavramlar objelerin ve olayların hem doğrudan hem de dolaylı olarak gözlenebilen özelliklerinden oluşurlar.

5- Kavramlar çok boyutludur.

6- Kavramlar kendi içlerinde, özelliklerine uygun belli ölçütlere göre gruplanabilirler.

7- Kavramlar aralarındaki etkileşime dayanarak, bir bütünlük oluştururlar.

8- Kavramlar dille ilgilidir.

9- Kavramlar, dünyadaki gerçek obje ve olayların tecrübemize dayalı olarak algılanan özellikleri kadar tanımlanabilmektedirler.

10- Kavramların özellikleri de kendi içinde birer kavramdır (Ülgen 2004, s. 108-116).

Öğrenme, tekrar ya da yaşantı yoluyla organizmanın davranışlarında meydana gelen oldukça kalıcı/sürekli değişikliklerdir (Bacanlı 2004, s. 145). Kavram öğrenme ise, uyaranları belli kategorilere ayırarak, zihinde bilgiler oluşturmaktır. Kavram öğrenmede öğrencinin kavramlarla kavramların adları arasında bağ kurması söz konusudur (Ülgen 2004, s. 117).

1.2. Kavram Yanılgılarının Tanımları ve Özellikleri

"Kavram yanılgısı" terimi genel anlamı ile bilimsel gerçeklerle çatışan fakat bireylerin kendilerine özgü geliştirdikleri veya anlamlandırdıkları kavram yapılarını ifade eder (Dikmenli, Türkmen, Çardak, Kurt 2005). Bilimsel geçerliliği olan kavramlar bilimin temel prensiplerinden birisidir. Fakat bireylerin çeşitli sebeplerden dolayı geliştirmiş oldukları kavram yanılgıları, onların gelecekte oluşturacakları kavramları doğru bir şekilde öğrenmelerini engelleyen en önemli faktörlerden birisidir. Saf teoriler (naive theories), ön kavramlar (preconceptions), yanlış kavramlar (misconceptions), çocukların bilimi (children's science) veya alternatif kavramlar (alternative conceptions) şeklinde ifade edilen bu bilgileri öğrenciler genellikle okul yıllarının ilk dönemlerinde kendi yorumları sonucu veya okul içi ve okul dışı ortamlarda yapılan bazı tutarsız açıklamalardan geliştirmektedirler. Bazı durumlarda ise kitap yazarları veya öğretmenlerin düşünceleri de, istenmeyen bir şekilde öğrencilerin kavram yanılgılarını pekiştirebilmektedir (Barrass 1984, Gilbert, Osborne, Fensham 1982, Mintzes 1984, Osborne, Bell, Gilbert 1983, Pines ve West 1986, Dikmenli ve Çardak 2004). Bunların tespiti ve telafisi yapılmadığı takdirde uzun yıllar devam etmekte ve öğrenme süreci içerisinde önemli engeller teşkil etmektedir. Bu bilgilerin tespit ve telafisinin ise geleneksel öğretim yaklaşımlarıyla gerçekleştirilmesi oldukça zor görünmektedir (Strike ve Posner 1982). Bu nedenlerle öğrencilerdeki kavram yanılgılarının tespit edilmesi ve fen bilimleri alanındaki kitap ve derslerin, bunları ortadan kaldıracak veya en aza indirecek şekilde düzenlenmesi, öğrenci başarısının arttırılmasında son derece önemlidir.

Kavram yanılgıları ile ilgili araştırmalar, her seviyede biyoloji dersi alan veya almayan tüm yaş gruplarındaki öğrencilerde pek çok kavram yanılgısının varlığını

ortaya koymuştur (Kan 2005). Kavram yanılgıları ile ilgili olarak yürütülen araştırmaların çoğu birkaç büyük kategoriye ayrılmıştır. Bu kategoriler; evrim ve doğal seleksiyon (Brumby 1984, Settlage 1994, Nehm ve Reilly 2007), fotosentez ve solunum (Eisen ve Stavy 1988, Sanders 1993, Amir ve Tamir 1994, Songer ve Mintzes 1994, Yürük ve Çakır 2000, Köse, Ayas, Taş 2003, Özay ve Öztaş 2003, Tekkaya ve Balcı 2003, Köse ve Uşak 2006,), genetik ve protein sentezi (Fisher 1985, Heim 1991, Tatar ve Koray 2005, Sinan, Yıldırım, Kocakülah, Aydın 2006, Temelli 2006) ile ilgili kavram yanılgılarını içine almaktadır. Biyolojideki kavram yanılgıları ile ilgili literatürün büyük bir kısmı yukarıdaki temel konulardan bahsederken, bazı araştırmalar ise biyolojinin çeşitli alanlarındaki diğer kavram yanılgılarına işaret etmektedir. Bunlar; ATP sentezi (Gayford 1986), insan dolaşım sistemi (Arnaudin ve Mintzes 1985, Sungur, Tekkaya ve Geban 2001, Wang 2004), hücre bölünmesi (Brown 1990, Yılmaz, Tekkaya, Geban, Özden 1999, Öztaş ve Öztaş 1999, Atılboz 2004, Yeşilyurt ve Kara 2007), osmoz ve difüzyon (Westbrook ve Marek 1991, Odom ve Barrow 1995, Tekkaya 2003, Yıldırım, Nakiboğlu, Sinan 2004, Köse 2007) ve besin ağı (Gallegos, Jerezano, Flores 1994) ile ilgili kavram yanılgılarını içermektedir.

Son yıllarda fen eğitiminde yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu, bireylerin fen olayları hakkında kendi kişisel yorumları ile bir takım inanç ve düşünceler geliştirdiklerini göstermektedir. Yapılandırmacı teoriye göre, anlamlı öğrenme öğrenci karşılaştığı yeni bilgiyi önceden var olan bilgileriyle ilişkilendirebildiği sürece mümkündür. Öğrenme sürecinde öğrenci yeni bilgileri kendi deneyimleri, zihinsel yapıları, zihinsel kabiliyetleri ve inançları doğrultusunda organize eder ve önceki bilgileriyle birlikte anlamlı bir yapı haline getirir. Bazı durumlarda öğrencilerin kendi deneyimlerine dayanarak anlamlandırıp oluşturdukları bu fikirler kabul gören bilimsel düşüncelerden farklı olabilir (Ünal, Çalık, Ayas, Coll 2006). Çoğu zaman öğrenciler yeni bilgileri, daha önceden kendi kişisel yorumları ile geliştirmiş oldukları inanç ve düşüncelerin ışığı doğrultusunda yorumlama eğilimine giderler. Yoruma dayalı olarak yeniden inşa ettikleri bu bilgilerin çoğu bilimsel gerçeklerden uzak olduğu için fen öğretiminde önemli bir engel teşkil eder (Ausubel, Novak, Hanesian 1978, Driver1989).

Kavramlar bilgilerin yapı taşlarını, kavramlar arası ilişkiler de bilimsel ilkeleri oluşturur. İnsanlar, çocukluktan başlayarak düşüncenin birimleri olan kavramları ve onların adları olan sözcükleri öğrenirler; kavramları sınıflandırır, aralarındaki ilişkileri bulurlar. Böylece, bilgilerine anlam kazandırarak yeniden düzenlerler. Hatta yeni kavram ve bilgiler yaratırlar. İnsan zihnindeki bu öğrenme ve yeniden yapılanma süreci her yaşta sürüp gider (Cunningham ve Turgut 1996).

Bugün hala bilimsel düşünce kalıpları ile çatışan kavramların tanımlanmasında kullanılan terimlerle ilgili fikir birliği yoktur (Sanders 1993). Fen eğitimindeki kavram yanılgılarının tanımlanmasında kullanılan terimlerde kelime kavram yanılgıları çok yaygın olduğundan dolayı, araştırma literatürlerinde diğer birçok terimler görülebilir (Dikmenli, Türkmen, Çardak, Kurt 2005). Kabul gören bilimsel kavramlar ile çatışan kavramlara sezgisel inançlar (intuitive beliefs) (McCloskey 1983), alternatif çatılar (alternative frameworks) (Driver ve Easley 1978) ve ön kavramlar (preconceptions) (Anderson ve Smith 1983) gibi çeşitli isimler verilmektedir. Bunların yanında yanlışlar (mistakes), hatalar (errors), yanlış anlamalar (misunderstandings), yanlış düşünceler (misleading ideas) (Barras 1984), kişisel kavramlar (private concepts) ve saf teoriler (naive theories) (Mintzes 1984) gibi isimler de verilmektedir.

Sanders (1993), hatalar (errors) ve kavram yanılgıları (misconceptions) terimleri arasında önemli bir ayırımın bulunduğuna işaret etmiştir. Araştırmacı hataları, bireyler tarafından o an için yanlış düşünülen cevaplar olarak tanımlarken, kavram yanılgılarını ise yanlış zihinsel eğilimler olarak tanımlamıştır. Mesela, bir öğrenci fen testindeki bir soruya yanlış bir şekilde cevap vermişse, bu öğrenci sorulan kavram hakkında hiçbir şey bilmediğinden veya çok az şey bildiğinden dolayı yanlış cevap vermiş olabilir. Bu bir hata örneğidir. Sanders'a göre kavram yanılgısı, öğrencinin, kavram hakkındaki eksik bilgisinden dolayı değil, bilimsel geçerliliği olmayan kavrama güçlü bir şekilde sahip çıkmasından dolayı soruya yanlış bir şekilde cevap vermesinden kaynaklanır. Bir kavram yanılgısı ve bir hata bireyin algılaması bakımından farklı olmasına rağmen her ikisi de bireyin, bir kavramın bilimsel geçerli anlamına sahip olmadığını gösterir. Gerçek bir kavram yanılgısı ve eksik bilgi arasındaki ayırımı yapmak zor olduğundan dolayı literatürün

çoğunda bilim kamuoyu tarafından kabul görmeyen fen kavramlarının tanımlanmasında "kavram yanılgısı (misconception)" terimi kullanılmaktadır.

Genellikle kavram yanılgısı olarak ifade edilen ve bilimsel geçerliliği olmayan kavramların tanımlanmasında kullanılan terimler üzerinde tam bir anlaşma olmasa da, bu kavramların özellikleri ile ilgili fikir birliği az da olsa sağlanmıştır (Wandersee, Mintzes, Novak 1994, s. 177-210). Bu özellikler şunlardır:

1- Kavram yanılgıları kapsamlı ve sabittir.

2- Kavram yanılgıları fen alanında genellikle öğretimden önce veya öğretim sırasında okul içi veya okul dışı kaynaklıdır.

3- Kavram yanılgıları değişime karşı son derece dirençlidir.

4- Kavram yanılgıları öğretim sürecinde oldukça geniş bir alana sahiptir.

5- Çeşitli yaş gruplarındaki öğrenciler derslere başladıklarında bir takım kavram yanılgılarına sahiptirler.

6- Kavram yanılgıları bireyin kendisinden, çeşitli dış faktörlerden, ders kitaplarından, öğretmenlerden, analojilerden veya metaforlardan kaynaklanabilir (West ve Pines 1985, Bishop ve Anderson 1990, Westbrook ve Marek 1991).

Kavram yanılgılarının en çarpıcı özelliklerinden biri de öğrenciler için bilgi niteliği taşımaları ve bu bilgileri diğer bilgilerden farklı görmemeleridir (Rowell, Dawson, Harry 1990). Yani bireyler genellikle sahip oldukları kavram yanılgılarından habersizdirler. Çünkü bu kavram yanılgıları birey için anlamlı ve makuldür. Çoğu zaman öğretmenler de kavram yanılgılarını fark edemezler ve öğrencilerinin kavram çatılarını kurmaları sırasında, daha önceden edinilen bilimsel geçerli kavramlar ile çatışırlar (Arnaudin ve Mintzes 1985, Fisher, Lipson, Hildebrand, Miguel, Schoenberg, Porter 1986).

1.3. Kavram Yanılgılarının Tespitinde Kullanılan Yöntemler

Kavram yanılgılarının belirlenmesinde örnek testler, kavram haritaları kullanılması, mülakatlar, çoktan seçmeli testler ve iki aşamalı teşhis testleri gibi yöntemler kullanılmaktadır (Kan 2005).

Bireylerin kavram yanılgılarının belirlenmesi kolay bir işlem değildir. Fen veya biyoloji alanında kavram yanılgılarının varlığını göstermek için kullanılan kağıt kalem testleri, her zaman olmasa da çoğu durumda bir hata ile sonuçlanabilir. Yani, test üzerindeki bir hata, bir alandaki güçlü bir kavram yanılgısının varlığının aydınlatılmasında bunu bir bilgi eksikliği gibi gösterebilir. Bunun yanında testlerde başarılı olan bireylerin hiçbir kavram yanılgısına sahip olmadıkları varsayımı da yanlış olur. Öğrenciler fen testlerinde başarılı oldukları halde kavram yanılgılarına sahip olabilirler. Çünkü öğrencilerin iki çeşit algılamaları vardır. Bu algılamaların birincisi öğrencilerin kendi bilimsel dünyalarındaki kavramlarıdır. İkincisi ise ezbere dayalı geleneksel fen öğretimi sonucunda elde ettikleri kavramlarıdır. Öğrenciler sorulara öğretmenin gözünde doğru olacak düşüncesiyle cevap verebilirler. Bu nedenle çevrelerindeki dünyada bir şeyin anlamını bulmaya çalışırken geçmişte sahip oldukları kavramlara geri dönerler ve bu durum kavram yanılgılarına neden olabilir (Brumby 1984).

Aslında öğrenciler fen testleri üzerindeki soruları mükemmel derecede anlamış olabilirler. Fakat yine de öğrenciler fenle ilgili kavram yanılgılarına sahip olabilirler ve bu kavram yanılgıları böyle testlerle tespit edilemeyebilirler. Bu problem testin bir öğrencinin kavram yanılgısını açığa vuracak şekilde tasarlanmamasından kaynaklanır (Eaton, Anderson, Smith 1983).

Bazı araştırmacılar kavram yanılgılarının belirlenmesinde mülakatlar ve diğer tekniklerin birleştirilerek kullanılmasına daha çok güvendikleri için mülakatların kullanımı da oldukça yaygındır (Kindfield 1994). Kavram yanılgıları ile ilgili verilerin toplanmasında mülakatlar oldukça etkilidir. Çünkü araştırma süresi boyunca araştırmacılar, öğrencilere tanımlamalarda bulunabilirler (Kinchin, David, Adams 2000). Bireylerin zihinlerindeki kavram yanılgılarının belirlenmesinde mülakatların kullanılmasının daha etkili olacağı gösterilirken, diğer taraftan örneklemin geniş tutulduğu çalışmaların bitirilebilmesinde mülakatların uygulanması zaman kaybına neden olabilmektedir. Bunların sonucu olarak çoktan seçmeli kağıt kalem testleri öğrencilerin fen kavramlarını algılama düzeylerinin ölçülmesinde sıkça kullanılmaktadır.

Treagust (1988), bazı fen konuları hakkında öğrencilerin algılamaları üzerine başlangıçta bir perspektif elde etmek amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan

mülakatları kullanmıştır. Bireylerin zihinlerindeki Kavram yanılgılarının varlığının belirlenmesinde mülakatların kullanılmasının daha etkili olacağı gösterilirken diğer taraftan örneklemin geniş tutulduğu çalışmaların bitirilebilmesinde bu mülakatların uygulanması zaman kaybına neden olabilmektedir. Kavram yanılgıları ile ilgili veri toplamada çoktan seçmeli testler mülakatlar kadar etkili olmasa da bu testler genel kavram yanılgılarının hızlı bir şekilde tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Ameh ve Gunstone 1985).

Kavram yanılgılarının belirlenmesinde kullanılan tekniklerden birisi de kavram haritalarıdır (Hazel ve Prosser 1994, Songer ve Mintzes 1994). Kavram haritalarıyla öğrenme başlangıçta uzun bir süreçmiş gibi görünse de geleneksel anlayışla bilgiler öğrenilememekte, ezberlenmektedir. Ezberlenen bilgi ise kalıcı olmamakta, kısa sürede unutularak davranışa dönüştürülememektedir. Kavram haritalarında ise bilgiler özümsenerek anlamlı bir şekilde öğrenilir ve diğer olaylara transfer edilebilir. Öğrenciler bu şekilde bilgileri daha önce öğrendikleri bilgilerle birleştirebilmektedirler. Kavram haritalarıyla öğretim öğrencilerde kavrayarak öğrenmeyi sağlamasının yanında, kavram yanılgılarını da azaltmaktadır (Sungur, Tekkaya ve Geban 2001).

Kavram haritaları, ilgili kavram sistemlerinin birbirlerine nasıl bağlandığının anlaşılmasını tarif eden bir metot olarak kullanılmaktadır. Bir kavram haritası hazırlamak için birey öncelikle göz önüne alınan ilgili kavramları belirlemeli ve sonra da onları anlamlı bir şekilde göstermelidir. Bu sayede bireyin konuyu nasıl kavramsallaştırdığı görülebileceği için, öğretmen veya araştırmacı, bireyin sahip olduğu kavramları ve kavram yanılgılarını daha iyi anlayabilir. Bu kavram yanılgıları iki kavram arasındaki hatalı bağlantılardan veya doğru bir şekilde sıralanmamış (düzenlenmemiş) veya tamamlanmamış hiyerarşilerden belirlenebilir (Lyoyd 1990).

Köse (2007), kavram haritası kullanımının difüzyon ve osmoz konularındaki kavram yanılgılarına etkisini araştırmıştır. Köse, 50 lise birinci sınıf öğrencisi üzerinde yaptığı çalışmasında öğrencileri deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Deney grubunda konu kavram haritalarıyla kontrol grubunda ise geleneksel yöntemlerle anlatılmıştır. Araştırmacı yaptığı ön test ve son testlerin değerlendirilmeleri sonucunda kavra haritalarının kullanıldığı gruptaki öğrencilerin kavram yanılgılarında dikkate değer bir oranda azalma olduğunu ifade etmiştir.

Bireylerin mevcut biyolojik kavramlarının belirlenebilmesi için çoktan seçmeli testlerin birçok çeşidi geliştirilmiştir. Kavram yanılgıları ile ilgili veri toplamada çoktan seçmeli testler mülakatlar kadar etkili olmasa da bu testler yaygın kavram yanılgılarının hızlı bir şekilde tespit edilmesinde kullanılırlar. Gayford (1986), 6 maddelik bir doğru-yanlış testini, ileri biyoloji dersi almış olan lise öğrencilerinin ATP ile ilgili kavramları nasıl algıladıklarını belirlemede kullanmıştır. Bu testte öğrenciler doğru kabul ettikleri ifadenin altını çizmişlerdir.

Biyoloji ile ilgili kavram yanılgıları ayrıca çoktan seçmeli testlerin modifiye edilmiş bir versiyonu olan iki aşamalı çoktan seçmeli testlerle de ortaya konmuştur. Bu tip testi Treagust (1988) bireylerdeki kavram yanılgılarının teşhis edilmesinde harcanan zaman ve masrafın en aza indirilmesi amacıyla düzenlemiştir. Treagust, öğretmenlerin öğrencilerdeki fen ile ilgili kavram yanılgılarını ne kadar çabuk tespit ederlerse o kadar hızlı bir şekilde öğrencilerine bilimsel olarak geçerli kavramları öğretmede yardımcı olabileceklerini bildirmiştir.

İki aşamalı çoktan seçmeli test, her biri iki parçadan meydana gelen sorulardan oluşmaktadır. Her bir sorunun ilk aşamasını takiben, ilk aşamaya verilen cevabın gerekçesini belirlemek amacıyla bir ikinci aşama sorusu sorulur. İkinci aşama soru da bilimsel olarak geçerli bir cevap ve çeşitli kavram yanılgılarını içeren çoktan seçmeli bir sorudur. Test sorusunda öğrencilerden, sahip oldukları bilimsel konu ile ilgili düşüncelerini en iyi ifade eden cevabı seçmeleri istenir (Haslam ve Treagust 1987, Odom ve Barrow 1995). Aşağıda Haslam ve Treagust (1987) tarafından kullanılan bir soru örneği görülmektedir.

Bitkiler fotosentez ürünü olarak aşağıdaki hangi molekülü üretirler?

i. Karbondioksit
ii. Oksijen
iii. Hidrojen

Çünkü,

(a) Bu gaz fotosentezde karbonhidratların oksidasyonu sonucu oluşur

(b) Bu gaz fotosentezde suyun parçalanmasıyla oluşur

(c) Bu gaz fotosentezde karbondioksitin parçalanmasıyla oluşur

(d) Bu gaz fotosentezde karbonhidratların redüksiyonu sonucu oluşur

(e) _____

Yukarıda görülen sorunun ikinci aşamasındaki seçenekler literatürden ve öğrenci mülakatlarından elde edilen biyolojik kavram yanılgılarını içerdiği gibi doğru cevabı da içermektedir. Eğer literatürde bulunabilen kavram yanılgıları yeterli olmazsa gerektiğinde çeldirici olarak yanlış cevaplar da kullanılabilir. Öğrenci ikinci aşamadaki seçenekler içerisinde kendi cevabının gerekçesini bulamadığı düşüncesine kapıldığı takdirde, kendi gerekçesini yazabilmesi için bir boş seçenek bırakılmıştır.

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, geçerliliği ve güvenirliliği olan iki aşamalı çoktan seçmeli bir hücre bölünmeleri kavram yanılgı testi geliştirmek ve üniversite fen bilimleri öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

1- Hücre bölünmeleri konusu ile ilgili geçerli ve güvenirli iki aşamalı çoktan seçmeli bir kavram yanılgı testi geliştirilebilir mi?

2- Üniversite fen bilimleri öğrencileri hücre bölünmeleri konusu ile ilgili hangi kavram yanılgılarına sahiptirler?

3- Cinsiyetin mevcut kavram yanılgıları ile bir ilgisi var mıdır?

1.5. Araştırmanın Önemi

Bireylerin bilimsel olaylar hakkındaki kavram yanılgılarının araştırılması günümüz fen eğitiminde giderek önem kazanmaktadır. Çünkü son yıllarda yapılan çalışmalar fen bilimlerinin birçok alanında bireylerin, kavramları anlama güçlüğü ile

karşı karşıya olduklarını ortaya koymaktadır (Simpson ve Marek 1988, Novak 1993, Bahar, Johnstone, Hansell 1999, Öztaş, Özay, Öztaş 2003). Alternatif kavramlar (alternative conceptions) veya kavram yanılgıları (misconceptions) şeklinde ifade edilen ve bireylerin bilimsel gerçeklerden farklı olarak kendilerine özgü geliştirmiş oldukları bazı bilgiler, öğrenme süreci içerisinde önemli engeller oluşturmaktadır.

Kavram yanılgılarının belirlenmesinde genellikle mülakatlar, tek aşamalı çoktan seçmeli testler ve kavram haritaları gibi yöntemler kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemler bazı dezavantajlara sahiptir. Örneğin mülakatlar çok uzun zaman almaktadır, tek aşamalı testler ise bireylerin kavram yanılgılarını tam olarak yansıtmamaktadır. Bu nedenle zamandan tasarruf sağlayan ve öğrencilerin kavram yanılgılarını daha iyi yansıtan iki aşamalı çoktan seçmeli test yöntemi geliştirilmiştir. Hücre bölünmeleri konusunda daha önce geliştirilmemiş olan, geçerli ve güvenirli iki aşamalı çoktan seçmeli testin geliştirilmiş olması bu çalışma için önem arz etmektedir. Hücre bölünmeleri konusu soyut kavramların çok olduğu ve öğrencilerin anlamada güçlük çektiği en önemli konulardan birisidir. Bu nedenle hücre bölünmeleri konusu hakkında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarının belirlenmiş olması çalışmanın önemini artırmaktadır.

1.6. Varsayımlar ve Sınırlılıklar

Varsayımlar:

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin hücre bölünmeleri kavram yanılgı testine samimi ve ciddi bir şekilde cevap verdikleri varsayılmaktadır.

2. Test sorularını cevaplandıran öğrencilerin etkileşim halinde olmadıkları varsayılmaktadır.

3. Öğrencilerin test sorularının formatını ve cevaplandırma şeklini doğru anladıkları varsayılmaktadır.

4. Araştırmacı testin uygulanması esnasında soruların cevaplanmasına herhangi bir müdahalede bulunmamıştır.

Sınırlılıklar:

1- Bu araştırma 2007–2008 eğitim ve öğretim yılı ile sınırlıdır.

2- Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi'ndeki fen bilimleri öğrencileri ile sınırlıdır.

3- Bu araştırma iki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmesi kavram yanılgı testinde yer alan sorular ile sınırlıdır.

4- Bu araştırma, konu ile ilgili temin edilen literatür ile sınırlıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Haslam ve Treagust (1987), solunum ve fotosentez ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmek için yaptıkları çalışmada 8. sınıftan 12. sınıfa kadar 483 ortaöğretim öğrencisine 13 maddeden oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli bir test uygulamışlardır. Bu biyolojik kavram yanılgılarının çoğu 8. sınıf öğrencilerinde yaygın olarak görülürken diğer taraftan belli başlı bazı kavram yanılgılarının ise 12. sınıf öğrencilerinde daha çok görüldüğü tespit edilmiştir.

Biyolojik kavram yanılgılarının belirlenmesinde Odom ve Barrow (1995) da iki aşamalı bir araç kullanmışlardır. Bu çalışma üniversite birinci sınıf öğrencilerine yönelik, biyoloji kursuna kaydolan toplam 240 öğrencinin osmoz ve difüzyon hakkındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Kullanılan test kavram yanılgısı olarak kabul edilen toplam 20 cevabı içeren 12 adet iki aşamalı sorudan oluşmuştur. Çalışma örneklemini oluşturan öğrencilerin yaklaşık yarısı biyoloji öğrencileri ve diğer yarısı da biyoloji dışındaki öğrencilerden oluşmasına rağmen her iki grupta da osmoz ve difüzyonla ilgili kavram yanılgılarına sıklıkla rastlanmıştır. Bu çalışma hücresel aktiviteyle doğrudan ilişkili olan osmoz ve difüzyon olayları ile ilgili kavram yanılgılarının, en çok sahip olunan kavram yanılgılarından olduğunu göstermiştir.

Lin (2004), 477 lise öğrencisine 13 adet sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli bir teşhis testi uygulayarak bitkilerin büyümesi ve gelişmesi ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmiştir. Lin yaptığı bu çalışma sonucunda lise öğrencilerinde bitkilerde büyüme ve gelişme ile ilgili 19 adet kavram yanılgısı tanımlamıştır. Bu kavram yanılgılarının lise biyoloji öğretiminden ve biyoloji kaynaklarından öğrencilere aktarıldığını tespit etmiştir.

Mann ve Treagust (1998), iki aşamalı test tekniğini kullanarak öğrencilerdeki gaz değişimi ve solunum ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmişlerdir. Geliştirdikleri 12 sorudan her birinin ilk aşaması doğru-yanlış biçiminde olup ikinci aşamaları öğrenci gerekçesini soran çoktan seçmeli test sorusu şeklindedir. Araştırmacılar iki aşamalı test tekniğinin öğrencilerdeki kavram yanılgılarını

belirlemede zaman ve uygulama açısından kolaylık sağlayan etkili bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır.

Bitkilerde iletim, insan dolaşım sistemi ve fotosentez konularındaki öğrenci kavram yanılgılarını belirlemek üzere yapılan araştırmalarda iki aşamalı çoktan seçmeli test tekniği kullanılmıştır. Araştırmacılar bu tekniği kullanarak bahsedilen konularla ilgili öğrenci kavram yanılgılarının varlığını göstermişlerdir (Griffard ve Wandersee 2001, Wang 2004).

Yen, Yao, Chiu (2004) ise sürüngenlerin ve kurbağagillerin sınıflandırılması ile ilgili kavram yanılgılarını tespit etmek amacıyla toplam 513 ilköğretim, lise ve üniversite öğrencisine çoktan seçmeli açık uçlu bir teşhis testi uygulamışlar ve ayrıca her bir eğitim seviyesinden en az 20 öğrenciyle de mülakat yapmışlardır. Daha sonra bu uygulama ve mülakatlardan elde ettikleri verilerle iki aşamalı çoktan seçmeli bir teşhis testi geliştirerek toplam 1267 öğrenciye uygulamışlardır. Bu çalışma öğrencilerin sürüngenlerin ve kurbağaların sınıflandırılması konusunda birçok kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermiştir.

Karataş, Köse ve Coştu (2003), öğrencilerin kavram yanılgılarını ve bilimsel konuları anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler üzerine bir derleme çalışması yapmışlardır. Tek aşamalı testlerden farklı olarak iki aşamalı testlerin öğrencilerin kavram yanılgılarının kaynağı ile ilgili verilerin elde edilmesini sağladığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar iki aşamalı çoktan seçmeli teşhis testlerinin geliştirilmesi aşamalarından ve bu testlerin çeşitlerinden bahsederek bu tip testlere kimya ve biyoloji konularından örnekler vermişlerdir.

Genetikle ilgili problem çözümü üzerine yapılan araştırmalarda öğrencilerin mayoz bölünmenin aşamalarında bazı kavram yanılgılarına sahip oldukları ortaya konulmuştur (Hacling ve Treagust 1984, Stewart ve Dale 1989, Stewart, Hafner, Dale 1990, Brown 1990). Heim (1991), genetikle ilgili kavram yanılgılarının biyolojide bir seri hatalara neden olabileceğini belirtmiştir. Settlage (1994), doğal seleksiyonla ilgili kavram yanılgılarını tespit etmiştir.

Solunum ve fotosentez biyolojinin tam olarak öğrenilmesi son derece önemli konularından olmasına rağmen bazı çalışmalar bu konularla ilgili çeşitli kavram yanılgılarının varlığına dikkati çekmektedir. Eisen ve Stavy (1988), fotosentez ile ilgili kavram yanılgıları üzerine yaptıkları çalışmada, lise ve kolejdeki biyoloji

öğrencilerinin 188'ine bir anket uygulamışlardır. Bu anket fotosentezdeki beş kavramla ilgili kavram yanılgılarının değerlendirilmesi amacıyla dizayn edilmiş 14 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu çalışmada, hem biyoloji hem de biyoloji dışındaki öğrencilerin fotosentezle ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının yaygın olduğu bulunmuştur.

Tekkaya ve Balcı (2003), fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki öğrenci kavram yanılgılarını belirlemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerdeki kavram yanılgılarını tespit etmek üzere açık uçlu, doğru-yanlış ve çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir araç geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerde bahsedilen konularla ilgili kavram yanılgılarının var olduğunu söylemişlerdir.

Öğrencilerin solunum ve fotosentezle ilgili kavram yanılgılarını Amir ve Tamir (1994) de çalışmışlardır. Araştırmacılar 11 ve 12. sınıftan 285 öğrenciye bir kağıt kalem testi uygulamışlardır. Test çoktan seçmeli sorular, gerekçeli çoktan seçmeli sorular ve açık uçlu sorulardan oluşmaktaydı. Bu çalışmada bir kere daha öğrencilerdeki kavram yanılgıları belirlenmiştir. Biyoloji öğretmenlerinde de solunumla ilgili kavram yanılgılarının bulunduğu gösterilmiştir. Sanders (1993), gönüllü eğitim seminerine katılan biyoloji öğretmenleri ile bir çalışma yapmıştır. Sanders biyoloji öğretmenlerinden oluşmayan bir öğretmen grubunu da test etmiş ve bu öğretmenlerde de solunumla ilgili kavram yanılgılarının bulunduğunu belirlemiştir.

Hazel ve Prosser(1994), üniversite birinci sınıf öğrencilerinin fotosentez konusunu algılamalarını tayin etmek için kavram haritalarını kullanmışlardır. Bu çalışmada kavram haritaları fotosentez konusu işlenmeden önce ve işlendikten sonra da kullanılmıştır. Ayrıca Songer ve Mintzes (1994) de öğrencilerin solunum konusu ile ilgili kavram yanılgıları üzerine bilgi toplamak amacıyla kavram haritalarını kullanmışlardır. Bu çalışmada kavram haritaları oluşturma ve akabinde uygulanan mülakat metodu ile bazı kavram yanılgıları belirlenebilmiştir. Öğrencilerin fotosentez ve solunum ilişkisi ile ilgili bazı kavram yanılgılarına sahip oldukları bulunmuştur.

Hücre bölünmesi konusu biyolojinin en önemli konularından biridir. Aynı zamanda birçok soyut kavramın da içerisinde yer aldığı bir konudur. Daha sonra

gelecek olan konuların anlaşılabilmesi, hücre bölünmesi konusunun anlaşılmasına bağlıdır. Hücre bölünmesi konusu ile ilgili olarak mitoz ve mayoz bölünmenin safhaları ve bu safhalarda gerçekleşen olaylarda kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz, Tekkaya, Geban, Özden 1999, Öztaş, Özay, Öztaş 2003). Biyoloji öğretmenlerinin hücre bölünmelerini çok zor konulardan biri olarak kabul ettikleri önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Hücre bölünmesinin içerdiği diğer başlıklara kıyasla mayozun öğretimi daha zordur (Öztaş, Özay, Öztaş 2003).

Hücre bölünmeleri konusu biyolojinin en temel konularından birisidir. Kalıtım üreme ve evrim başta olmak üzere birçok konunun doğru şekilde yapılandırılabilmesi hücre bölünmeleri konusunun ne ölçüde anlaşıldığına bağlıdır (Smith ve Kindfield 1999). Kalıtımla ilgili bir çalışmada kromozom davranışları ve hücre bölünmeleri sırasında genetik materyalin nasıl aktarıldığı ile ilgili öğrencilerdeki bilgi eksiklerinin ve kavram yanılgılarının kalıtım konusunun öğretiminde oluşturduğu zorluklardan bahsedilmiştir (Sebitosi 2007).

Yeşilyurt ve Kara (2007), bilgisayar programlarıyla desteklenen eğitimin öğrenci başarısına, kavram yanılgılarına ve biyoloji dersine karşı tutuma etkisini araştırmışlardır. Hücre bölünmeleri üzerine hazırlanmış yazılım programlarının kullanıldığı bu çalışmada lise 9. sınıf seviyesindeki 72 öğrenciden oluşan bir örneklem seçmişlerdir. Bu örneklemdeki öğrencileri rasgele olmak üzere üç gruba ayırmışlar ve birini kontrol grubu olarak seçmişlerdir. Kontrol grubunda geleneksel yöntemle konu anlatılmış deney gruplarında ise öğretim bilgisayar programları ile desteklenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında hücre bölünmeleri başarı testi, hücre bölünmeleri kavram testi ve biyoloji tutum ölçeği olmak üzere üç farklı araç geliştirmişlerdir. Öğrencilerde karşılaştıkları kavram yanılgılarını üç ana başlık altında toplamışlardır, bunlar; kromozom sayısı, hücre bölünmesinden sonra genetik bilginin durumu ve bitkilerde hücre bölünmeleri ile ilgili yanılgılardır. Araştırmacılar tarafından öğrencilerde gözlendiği belirtilen kavram yanılgılarından bazıları şunlardır: “Mitozdan sonra kromozom sayısı iki katına çıkar”, “mitozdan sonra kromozom sayısı yarıya iner”, “mayozdan sonra başlangıçtaki kromozom sayısı aynen kalır”, “mayozdan sonra kromozom sayısı iki katına çıkar”, “mitozla oluşan yeni hücreler farklı genetik bilgilere sahiptir”, “mayoz somatik hücrelerde meydana

gelir", "somatik hücrelerde bütün hücre bölünmeleri görülür", "gametlerde bütün hücre bölünmeleri görülür", "bitkilerde mayoz görülmez".

9. sınıf seviyesindeki öğrencilerin büyüme ve hücre bölünmeleri ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları üzerine yapılan bir çalışmada farklı aktiviteleri içeren bir prosedürün öğrenci algılamasına etkileri araştırılmıştır. Öğrencilerin "çok hücreli bir organizmaya ait herhangi bir hücre bölündüğü zaman bağlantısı olmayan iki parçaya ayrılır", "hücre bölünmesi sonucunda oluşan parçalar orijinal parçadan çok daha küçüktür" şeklinde kavram yanılgılarına sahip oldukları ifade edilmiştir (Krüger, Fleige, Riemeier 2006).

İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik ünitesi hakkındaki kavram yanılgılarını belirlemek üzere yapılan araştırmada öğrencilerin bu konunun içerdiği temel kavramlar hakkında eksik bilgilere veya kavram yanılgılarına sahip oldukları ifade edilmiştir. Üç ölçekli anket soruları, sıralama sorusu ve yazılı mülakat soruları kullanılmış ve öğrencilerin gen, kromozom, DNA ile ilgili kavram yanılgılarının varlığı vurgulanmıştır. Öğrencilerin bir kısmının "bütün canlılarda kromozom bulunmadığını", bir kısmının ise "kromozomun çekirdekten daha büyük olduğunu" düşündüğü belirtilmiştir (Tatar ve Koray 2005).

Efe (2002), üniversite 1. sınıf öğrencilerinin hücre bölünmeleri konusu ile ilgili sahip oldukları önceki bilgilerinin sonraki öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Biri açık uçlu sorulardan bir diğeri ise çoktan seçmeli sorulardan oluşan iki tip araç kullanmış ve yaptığı çalışma sonucunda öğrencilerde konu ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarının ve eksik bilgilerin var olduğunu bildirmiştir.

Adıgüzel 2006 yılında yaptığı çalışmasında ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme ile ilgili olarak sahip oldukları kavram yanılgılarını araştırmıştır. Bu amaçla 20 soruluk çoktan seçmeli test sorusu geliştirerek öğrencilere uygulamıştır. Ayrıca her bir sorudan sonra öğrencilere verdikleri cevaptan ne derece emin olduklarını sormuştur. Adıgüzel, öğrencilerin hücre bölünmeleri konusunun birçok alt başlığıyla ilgili öğrenci kavram yanılgılarının bulunduğunu ifade etmiştir. Konuyla ilgili öğretmen görüşlerini de alarak bu kavram yanılgılarının nasıl giderileceğine dair öneriler geliştirmiştir.

Biyolojide rehber materyallerin kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada geliştirilen rehber materyallerin mitoz ve mayoz bölünmelerinin öğretimine etkisi

araştırılmıştır. Bu amaçla öğretim materyalleri ile konuyu öğrenen ve geleneksel öğretim yöntemleriyle konuyu öğrenen öğrenciler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Öğretim materyalleriyle beraber konuyu alan öğrencilerin daha başarılı olduğu ve öğrenci merkezli öğretim etkinliklerini içeren öğretmen rehber materyallerinin öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği vurgulanmıştır (Doğru 2001). Mitoz ve mayoz bölünme konularını öğretiminde model kullanımı üzerine yapılan çalışmada öğrenciler tarafından yapılan modellerin konuyu öğrenmelerinde ne derece etkili oldukları araştırılmıştır. Fen Bilimleri içerisinde yer alan konuların soyut ve kompleks olmasından dolayı öğretimin somut materyallerle desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir (Sarıkaya, Selvi, Doğan Bora 2004).

Atılboz (2004), mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarını araştırmıştır. Bu amaçla geliştirdiği açık uçlu soruları 139 lise öğrencisine uygulamıştır. Atılboz, öğrencilerin DNA, kromozom, kromatit, homolog kromozom, haploit ve diploit hücre gibi temel kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri yeterli düzeyde anlayamadıklarını ve hücre bölünmeleri ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirtmiştir. Çalışmada belirlenen öğrencilere ait kavram yanılgıları şu şekildedir: “Mitoz bölünme sonucunda haploit hücreler oluşur”, “mayoz bölünme sonucunda diploit hücreler oluşur”, “vücut hücrelerinin yapısında homolog kromozomlardan bir tanesi bulunur”, “eşey hücrelerinin yapısında homolog kromozomların her ikisi de bulunur”, “mayoz bölünme sonucunda DNA miktarı iki katına çıkar”, “kromozomun yapısında iğ ipliği bulunur”, “homolog kromozomlar parça değişiminin olduğu kromatitlerdir”, “homolog kromozomlar kardeş kromatitlerdir”, “homolog kromozomların karşı karşıya gelmiş kromatitleri kardeş kromatitlerdir”, “mitoz bölünmenin profaz safhasındaki hücre ile yavru hücrenin kromozom yapısı aynıdır”, “mitoz metafazında homolog kromozom çiftleri ekvatorda dizilir”, “telofazda homolog kromozomlar kutuplara çekilir”.

Başka bir çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının bazı genel biyoloji konuları ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada iki aşamalı çoktan seçmeli test tekniği kullanılmış ve araç 92 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının biyoloji konularıyla ilgili kavram yanılgılarının yanı sıra eksik bilgilere de sahip olduğu açıklanmıştır (Dikmenli, Türkmen, Çardak, Kurt 2005).

Lise öğrencilerinin genetik konuları hakkında sahip oldukları kavram yanılgılarının tespit edilebilmesi için tek aşamalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir araç kullanılmıştır. Gen, kromozom, DNA gibi temel kavramlarla ilgili sorular yöneltilen öğrencilerin bir kısmının kromozomun yapısı nelerden oluştuğu, kromozom nerede yer aldığı, bütün organizmalarda kromozom bulunup bulunmadığı hususlarında kavram yanılgılarına sahip oldukları belirtilmiştir (Temelli 2006).

Model oluşturmaya dayalı, hücre bölünmelerinin öğretimi ile ilgili çalışmalarda bu konu hakkında öğrencilerde yeterince anlamlı öğrenmenin gerçekleşmediği görüşü savunulmaktadır. Bunun yanı sıra öğrencilerin bu konulara karşı ön yargılarının bulunduğu, mitoz bölünmeye kıyasla mayoz bölünmeyi daha zor ve karmaşık buldukları, sözlü ifadelerde doğru olarak belirttikleri bazı olay ve durumları model üzerinde doğru olarak gösteremedikleri ifade edilmiştir (Smith 1991, Smith ve Kindfield 1999).

Lewis ve ark. (2000), mitoz, mayoz ve döllenme ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya koymak için öğrencilerden gerekçelerini de isteyen bir araç geliştirmişlerdir. Hücre bölünmeleriyle ilgili dört soru içeren bu araçta üç veya dört ölçekli soruları takiben verdiği cevapla ilgili olarak öğrencinin sebeplerini yazılı olarak açıklaması istenmiştir. Lewis ve ark., sorulara doğru cevap veren öğrencilerden bir kısmının da bilimsel ifadelerle örtüşmeyen açıklamalarda bulunduklarını, öğrencilerin en çok hücre, çekirdek, kromozom ve gen kavramları arasındaki ilişkiyi, mitoz ve mayoz bölünme arasındaki benzerlik ve farklılıkları, kromozom davranışlarını ve genetik bilginin aktarılmasını açıklamakta zorlandıklarını vurgulamışlardır.

Dikmenli, Çardak, Türkmen (2002), ilköğretim öğrencilerinin hayvanlar alemi ve sınıflandırılması konusundaki kavram yanılgılarının belirlenebilmesi amacıyla 2., 4. ve 6. sınıflarda öğrenim gören toplam 60 öğrenci ile birebir mülakat yapmışlardır. Mülakatlardan elde edilen verilere göre; öğrencilerden bazıları, kelebek ve yarasanın kuş olduğunu, yunus, fok ve penguenin balık olduğunu, salyangozun böcek olduğunu, deniz yıldızı ve solucanın hayvan olmadığını belirtmişlerdir. Sonuçta öğrencilerin hayvanlar alemi ve sınıflandırılması konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Bahar ve Aydın (2002), sınıf öğretmenliği öğrencilerinin (n = 90) sera gazları ve global ısınma ile ilgili anlama düzeyleri ve hatalı kavramları üzerine bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada öğrencilerin bilgi seviyelerini belirlemek amacıyla konu anlatımı öncesi ve sonrasında açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgilerinin yetersiz olduğunu ve hatalı kavramlar içerdiğini, konu anlatımı sonrası öğrencilerin çoğunun yeterli anlama seviyesine ulaştıklarını fakat, bazı kavram yanılgılarına hala sahip olduklarını, tartışma tekniğinin konunun anlamlı öğrenilmesinde son derece etkin olduğunu göstermiştir.

Dikmenli, Türkmen ve Çardak (2002), üniversite öğrencilerinin biyoloji laboratuarlarında mikroskop kullanımı ile ilgili kavram yanılgılarını incelemişlerdir. Araştırmada yapılan çözümleme sonucunda, öğrencilerin mikroskobik çalışmalarda özellikle mikroskopta görüntü oluşumu, mikroskop büyütmesi ve hücre sayımı ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları; "atom ışık mikroskobu ile görülebilir (% 17)", "virüs ışık mikroskobu ile görülebilir (% 53)", "kromozom ışık mikroskobu ile görülemez (% 25)" şeklindedir.

Türkmen, Çardak ve Dikmenli (2002), lise öğrencilerinin canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusunda sahip oldukları bazı kavram yanılgılarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar literatür bilgisi ve öğrenci mülakatlarından yararlanarak canlıların çeşitliliği ve sınıflandırılması konusunda 30 soruluk bir kavram yanılgısı testi geliştirmişler ve bunu lise 1. sınıf öğrencilerinde uygulamışlardır. Sonuçlar lise öğrencilerinin bu konu ile ilgili bazı kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermiştir. Bu yanılgılardan bazıları şunlardır; "Canlının ortak atadan gelmesi canlının aynı türden olduğunu gösterir (% 37)", "Sistematik birimlerden tür; cins, familya ve takımdan daha fazla tür kapsar (% 19)", "Bir hücrelilerden amip ve öglenayı birbirinden ayıran yapısal özellik çekirdek zarı ve hücre zarıdır (% 42)".

Marbach- Ad (2001), çeşitli yaş gruplarındaki öğrencilerin gen-protein, gen-enzim, gen-karakter, DNA-protein, DNA-enzim ve DNA-karakter gibi genetik kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlama düzeylerini araştırmıştır. Çalışmada öğrencilere kavram haritaları, mülakat ve anket uygulanmış ve öğrencilerin bazı kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Farklı seviyelerdeki öğrencilerin, bazı biyolojik terimleri kavrayabilme yetenekleri ile ilgili bir araştırmada öğrencilerin büyük çoğunluğu, organizma-hücre-çekirdek-kromozom-DNA-RNA-gen terimlerinin yapı ve fonksiyonlarını bilmelerine rağmen bunlar arasında ilişki kurmakta zorlandıkları görülmüştür (Öztaş ve Öztaş 1999).

Abimbola ve Baba (1996), biyoloji ders kitaplarındaki kavram yanılgılarının sistematik bir tanımlamasını yapmışlardır. Araştırmacılar öğretmen ve öğrencilerden kaynaklanan kavram yanılgılarının tespitinden sonra sıranın ders kitaplarındaki kavram yanılgılarının belirlenmesine geldiğini belirtmişler ve bunun yapılandırmacı bilgi kuramı için gerekli olduğunu savunmuşlardır. Storey (1989, 1991, 1992)'in çalışmalarında da ders kitaplarındaki kavram yanılgılarına değinilmiştir. Fakat bu çalışmalar biyoloji ders kitaplarındaki spesifik kavram yanılgılarının belirlenmesinden daha çok bu kitaplarda kullanılan biyolojik şekiller ve terimlerle ilgilidir.

Dikmenli ve Çardak (2004), halen Türkiye'de okutulmakta olan 4 adet lise 1 biyoloji ders kitabındaki kavram yanılgıları üzerine yaptıkları çalışmalarında "canlılığın temel birimi – hücre" ünitesinde 14 kavram yanılgısı ve 10 eksik bilgi tespit etmişlerdir. Bu kavram yanılgılarından bazıları şunlardır; "plastidler sadece bitki hücrelerinde bulunan organellerdir", "bir kromozom iki kromatitten oluşmaktadır", "mayoz ergenlik döneminde başlar, üreme dönemi boyunca sürer". Tespit edilen bu kavram yanılgılarının lise öğrencilerinde görülen kavram yanılgıları ile benzerlik göstermesi, kavram yanılgılarının ders kitaplarından da kaynaklanabileceği görüşünü desteklemektedir.

Diğer fen alanlarında da öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak amacıyla iki aşamalı test tekniği kullanılmıştır. Chen ve ark. (2002), görüntülerin oluşumuyla, Tan ve ark. (2008), iyonizasyon konusuyla ilgili öğrenci kavram yanılgılarını belirlemek üzere iki aşamalı çoktan seçmeli kavram yanılgı teşhis testlerini kullanmışlardır. Haki (2005) ise dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri ili ilgili kavram yanılgılarını ölçmek amacıyla üç basamaklı bir araç geliştirmiştir. Bu araçtaki soruların her biri diğer iki aşamalı testlerdekine ilaveten likert tipi ölçekten oluşan bir üçüncü aşama içermektedirler. Bu üçüncü aşamada öğrencilere verdiklere cevaptan ne derece emin oldukları sorulmuştur.

Sewell 2002 yılında yaptığı bir araştırmada öğrenmenin nasıl meydana geldiği konusuna ışık tutmaktadır. Öğretmenler öğrencilerinin önceki bilgilerine inmekte başarısız oldukları için birçok bilgi, öğretmenin harcanmış zamanına dönüşüyor. Eğer yeni bilgi öğrencinin önceden bildikleri ile uyum göstermezse, öğrenciler hiçbir şey öğrenmeden sınıftan ayrılarak onu reddetme yolunu kolayca tercih edebilirler. Öğrenciler daha önceki anlamalarını ya da bilgilerini değiştirecek yeni bilgilerin sunulduğu bir öğrenme ortamına girdiklerinde, yeni bilgiyi eski bilgileri ile dört farklı yolla ilişkilendirebilirler.

1- Önceden var olan bilgiyi yok etme
2- Yeni bilgiye uyması için var olan eski bilgiyi değiştirme
3- Eski bilgiye uyması için yeni bilgiyi değiştirme
4- Yeni bilgiyi reddetme

Öğrenciler ilk olarak fen derslerine geldiklerinde bilimsel düşüncelerle çatışan sezgi, önyargı ve hayat tecrübelerini de beraberlerinde getirirler. Bu durum fen derslerinde kavram öğretimi ile ilgili olarak çeşitli güçlüklere sebep olur. Öğrencilerde bilimsel düşüncelere paralel fen birikiminin oluşabilmesi ancak fen derslerindeki etkili kavram öğretimi ile mümkündür. Öğrencilerin fen derslerine katılmadan önceki bilgi birikimleri ve olguları algılama şekilleri oldukça önemlidir. Öğrencilere kazandırılmak istenen fen kavramlarının anlamlı ve kalıcı olması için, öğrencilerin yeni öğrendikleri bilgiler ile daha önceden var olan bilgileri arasında tutarsızlık olmamalıdır. Bunu sağlamak için, öğrencilerin mevcut kavramları ortaya çıkarılmalı ve bu kavramların ne derece doğru olduğu tespit edilmelidir (Yağbasan ve Gülçiçek 2003). Tekkaya (2002), ise çalışmasında kavram yanılgılarının, konuların anlamlı bir şekilde öğrenilmesinde önemli bir etmen olduğu görüşünü savunmuş ve biyoloji konularında uzun süreli bir kavramsal değişimin hedeflenmesi gerektiğini öne sürmüştür.

Model, Michael, Wenderoth (2005), öğrencilerin anlamlı bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmak bakımından kavram yanılgılarının ortaya çıkarılmasının rolü üzerinde durmuşlardır. Bu araştırmanın kavram yanılgıları hakkında sunmuş olduğu öneriler şunlardır:

1- Kavramsal ve düşünmeye dayalı güçlüklerin ortaya çıktığı kaynaklar çeşitlidir ve karmaşık bir yapıya sahip olabilirler.

2- Kavramsal ve düşünmeye dayalı bu güçlüklerin temeli derinlere dayanabilir ve bu yüzden bunlara çözüm bulmak güç olabilir.

3- Öğreticinin bu problemi düzeltmesi, buna çözüm bulması mümkün değildir, bu işi öğrenci kendisi yapmalıdır.

Öğrencilerin kendi fikirlerini ya da zihinsel şemalarını doğrulaması gerektiği bilindiğinden ders öğretmeninin ilk olarak göz önünde bulundurması gereken hususlar şunlardır:

1- Öğrencilerde kavramsal ya da mantıksal zorlukların (yanlış kavramların) bulunup bulunmadığına karar vermek.

2- Öğrencilere zihinsel şemalarını değiştirmek için bir ihtiyacı tanımalarında yardım etme.

3- Zihinsel yapılanmalarında, uygun değişikliklerin yapmalarında öğrencilere yardım etme (Kan 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Örneklem

Bu araştırmanın modeli genel tarama modeli olup, örneklemini 2007–2008 öğretim yılında Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 469 fen bilimleri öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin tümü çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Bu öğrencilere önceden, çalışmanın bir başarı ölçeği olmadığı ifade edilmiş ancak içeriği hakkında herhangi bir açıklamada bulunulmamıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenim gördükleri bölümlere ve cinsiyete göre dağılımları tablo 3.1.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.1. Çalışmaya Katılan Üniversite Öğrencilerinin Öğrenim Gördükleri Bölümlere ve Cinsiyete Göre Dağılımları

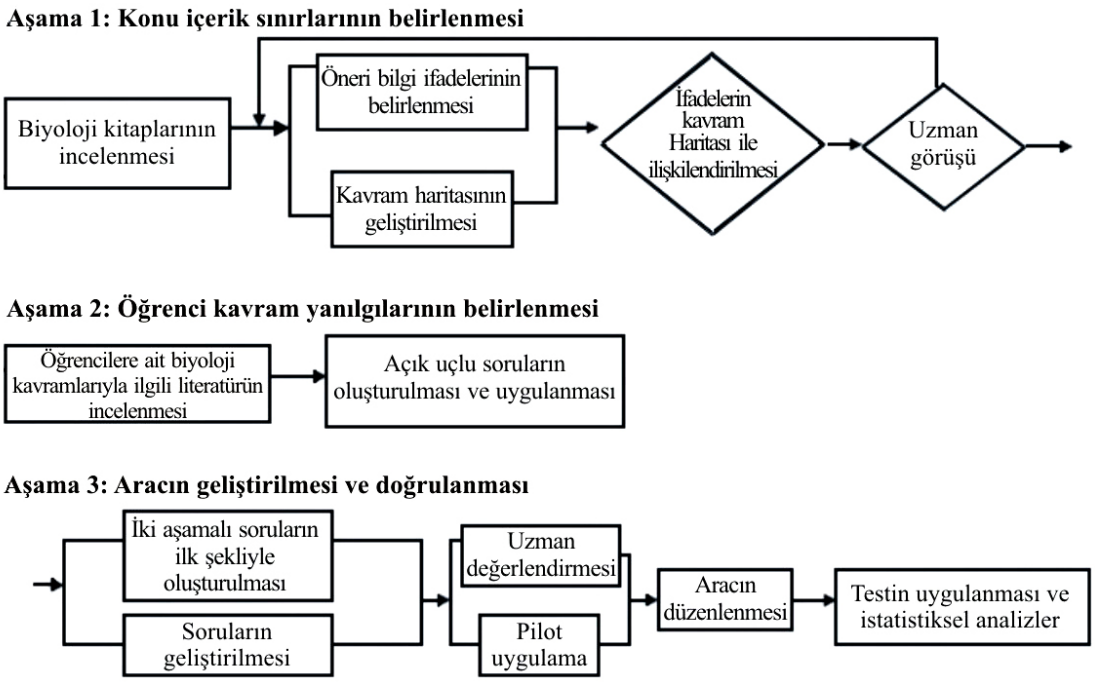
Öğrenim Görülen Bölüm	Biyoloji Öğretmenliği	62	**N = 469**
	Kimya Öğretmenliği	63	
	Fizik Öğretmenliği	59	
	Fen Bilgisi Öğretmenliği (I. ve II. öğretim)	285	
Cinsiyet	Kız	266	**N = 469**
	Erkek	203	

3.2. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, öncelikle biyolojik kavram yanılgıları hakkında geniş bir literatür taraması yapılmış ve çeşitli yaş gruplarındaki bireylerin biyolojinin değişik alanlarında olduğu gibi hücre bölünmeleri konusuyla ilgili kavram

yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada Treagust (1988)'un geliştirmiş olduğu iki aşamalı çoktan seçmeli test yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu yöntem daha önceki çalışmalarda solunum ve fotosentez (Haslam ve Treagust 1987), osmoz ve difüzyon (Odom ve Barrow 1995), gaz değişimi ve solunum (Mann ve Treagust 1998) ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Hücre bölünmeleri konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek için hazırlanan iki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı teşhis testinin geliştirilmesinde üç aşama ve 11 adım izlenmiştir. Aracın geliştirilmesinde izlenen yol Şekil 3.2.1'de bir şemayla gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1. Kavram yanılgısı teşhis testinin oluşturulması ile ilgili aşamalar (Wang 2004'dan uyarlanarak alınmıştır)

Aracın geliştirilmesinde izlenen adımlar aşağıdaki gibidir.

Aşama 1: Bu aşamada konu içerik sınırlarının belirlenmesi amacıyla aşağıdaki beş adım izlenmiştir.

1. Adım: Bu ilk adımda halihazırdaki ders kitapları ve öğretim hedefleri ele alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda ortaöğretim ve üniversite genel biyoloji kitapları incelenmiştir. Lise müfredatında 10. sınıfta hücre bölünmeleri konusu ayrı bir ünite olarak yer almaktadır. Üniversitede ise hem genel zooloji ve hem de genel botanik kitaplarında konuya ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Biyoloji ders kitapları taranarak bu adımda hücre bölünmeleri konusunun içerik sınırları genel hatlarıyla belirlenmiştir.

2. Adım: Hücre bölünmeleri konusu ile ilgili öneri bilgi ifadeleri tespit edilmiştir. Bu ifadeler Tablo 3.2.1'de verilmiştir. Bu tablo Campbell ve Reece tarafından hazırlanan genel biyoloji kitabı ve Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan (Börü, Öztürk, Cavak 2005) lise 1 biyoloji kitabındaki konu ile ilgili içerik bilgileri esas alınarak hazırlanmıştır.

3. Adım: Konu ile ilgili bir kavram haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.2.2)

4. Adım: Öneri bilgi ifadeleri ile kavram haritası arasındaki ilişkiler gözden geçirilmiştir.

5. Adım: Özel okulda, dershanede ve milli eğitimde görev yapmakta olan tecrübeli öğretmenlerden oluşan bir ekiple görüşme yapılmış ve öneri bilgi ifadeleri ile kavram haritasının doğruluğu kontrol edilmiştir.

Bu aşamada hedeflenen konu içeriğiyle ilgili olarak beş ana başlık altında toplanan 22 öneri bilgi ifadesi tespit edilmiştir. Her bir ana başlık birden fazla öneri bilgi ifadesini içermektedir. Bu ana başlıklar şu şekildedir;

1. Hücre bölünmesinin başlıca görevleri
2. Hücre bölünmelerinde ortak süreçler
3. Mitotik hücre döngüsü

4. Eşeyli yaşam döngülerinde mayozun rolü
5. Mitoz ve mayozun görüldüğü hücre tipleri

Oluşturulan öneri bilgi ifadeleri ve kavram haritası diğer aşamalarda teşhis aracının geliştirilmesinde referans olarak kullanılmıştır.

Tablo 3.2.1. Hücre Bölünmeleri Konusu ile İlgili Öneri Bilgi İfadeleri

I. Hücre bölünmesinin başlıca görevleri

1. Hücre bölünmesi eşeyli ve eşeysiz üremede rol alır.
2. Hücre bölünmesi büyüme ve onarımda rol alır.
3. Hücre bölünmesi içerik olarak aynı veya benzer olan kromozom setlerini yavru hücrelere aktarır.

II. Hücre bölünmelerinde ortak süreçler

4. Mitoz ve mayoz bölünmelerin her ikisinde de önce bir interfaz evresi ve onu takip eden bölünme evresi vardır.
5. Her iki bölünme şeklinde de karyokinez ve sitokinez birbirini takip eder.
6. Sitokinez sitoplazmayı yavru hücrelere bölüştürür.
7. Replikasyonun gerçekleştiği hücrede çekirdek bölünmesi de mutlaka gerçekleşir ancak her zaman bunu sitoplazma bölünmesi takip etmeyebilir.

III. Mitotik hücre döngüsü

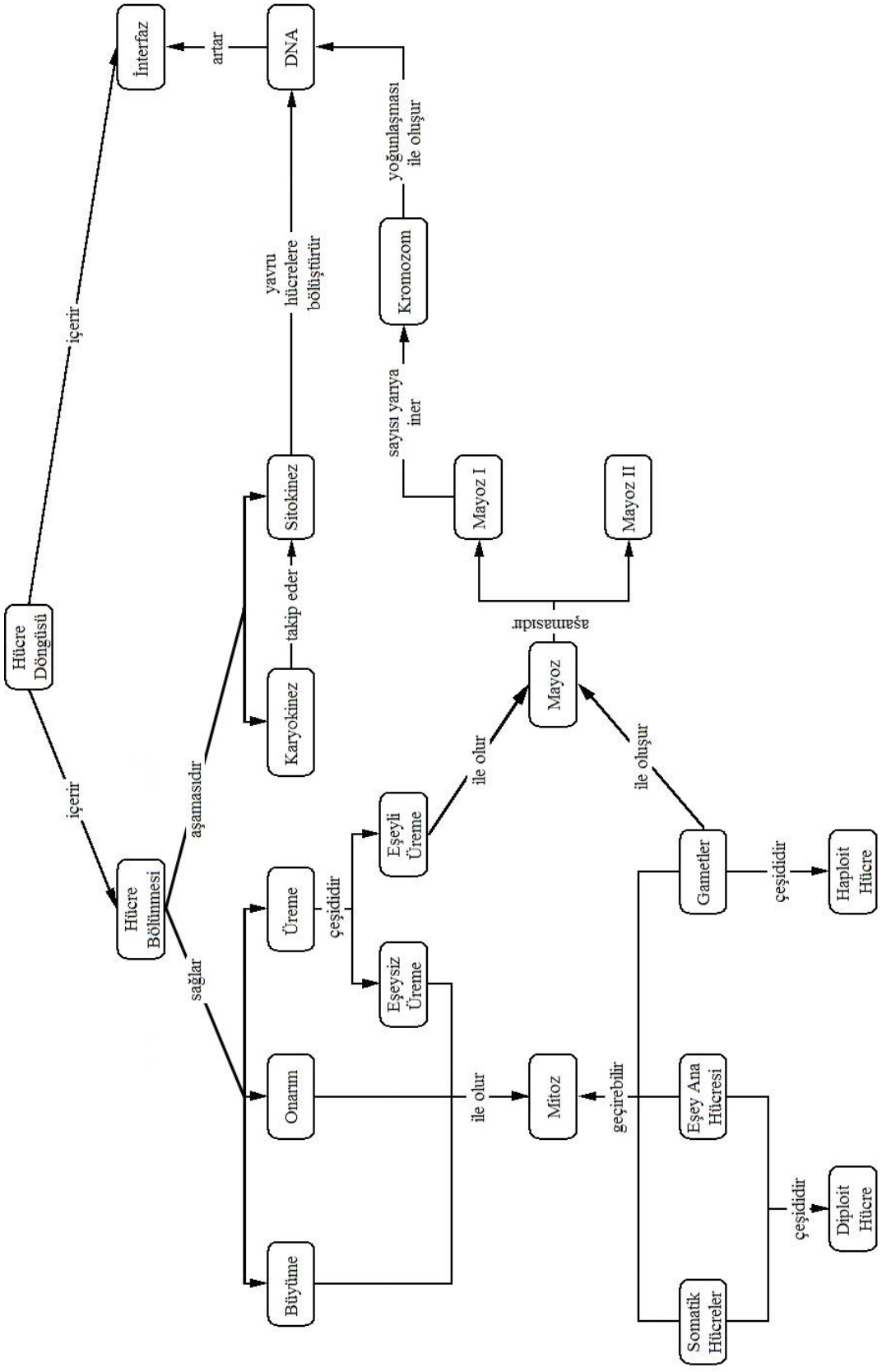
8. Karyokinez profaz, metafaz, anafaz ve telofaz olmak üzere dört aşamadan oluşur.
9. İnterfazda iki katına çıkan DNA miktarı sitoplazma bölününceye kadar sabit tutulur.
10. Eşlenmiş halde bulunan kromozomlar anafaz safhasında ayrılırlar ve artık her biri ayrı bir kromozom olarak değerlendirilir.
11. Mitoz bölünme sonucu özdeş kromozomlar yavru hücrelere aktarılırlar
12. Mitoz bölünme eşeysiz üreme, büyüme ve onarımda rol alır

IV. Eşeyli yaşam döngülerinde mayozun rolü

13. Karyokinez mayoz I ve mayoz II olmak üzere iki aşamadan oluşur. Bu aşamalar profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhalarını içerir.
14. Profaz I tetrat oluşumu, sinaps ve krossing-over olaylarını içeren uzun bir safhadır. Homolog kromozomların bir araya gelmesiyle oluşan dörtlü yapılar yalnızca mayoz I'de görülür.
15. Eşeyli üreyen canlılarda krossing-over döllenmeyle birlikte çeşitliliğe en büyük katkıyı sağlar.
16. Homolog kromozomlar anafaz I'de karşı kutuplara çekilir ve kromozom sayısı mayoz I'de yarıya iner.
17. Mayoz I ve mayoz II arasında DNA replikasyonu görülmez ve mayoz bölünme sonucu haploit hücreler oluşur. Böylece nesilden nesle aktarılan kromozom sayısı sabit kalır.
18. Anafaz II'de özdeş olmayan kardeş kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilerek yavru hücrelere aktarılırlar.

V. Mitoz ve mayozun görüldüğü hücre tipleri

19. Ökaryot olan diploit veya haploit bütün hücrelerin hemen hepsinde mitoz bölünme görülebilir.
20. Mayoz bölünme yalnızca diploit olan eşey ana hücrelerinde görülebilir.
21. Bakterilerde görülen ikiye bölünme mitozun daha az karmaşık halidir. İğ ipliği oluşumu ve karyokinez-sitokinez sırası yoktur.
22. Bitki ve hayvan hücrelerindeki sitokinez birbirinden farklıdır. Hayvan hücrelerinde hücre içine doğru hücre zarının boğumlanması bitki hücrelerinde ise ara lamel oluşumu vardır.



Şekil 3.2.2. Hücre Bölünmeleri Konusu ile İlgili Kavram Haritası

Aşama 2: Öğrenci kavram yanılgılarının belirlendiği bu aşamada iki adım takip edilmiştir.

6. Adım: Öğrencilerin hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları literatür taramasıyla belirlenmiştir (Yılmaz, Tekkaya, Geban, Özden 1999). Konuyla ilgili geniş bir literatür çalışması yapılarak daha önce ifade edilmiş olan kavram yanılgıları tespit edilmiştir.

7. Adım: Literatürden elde edilen bilgilere ve birinci aşamada yapılan çalışmalara dayanılarak tamamen açık uçlu sorulardan oluşan bir test geliştirilerek lise fen bölümünden mezun olmuş öğrencilere uygulanmıştır. Böylece öğrencilerin kavram yanılgıları ile ilgili daha fazla bilgiye ulaşılmıştır.

Aşama 3: Teşhis aracının geliştirilmesi ve doğrulanması. Bu aşama aşağıdaki adımları içermektedir;

8. Adım: Önceki adımlardan elde edilen veriler referans alınarak iki aşamalı çoktan seçmeli teşhis testinin ilk hali oluşturulmuştur. Oluşturulan bu testteki soruların her biri iki aşamadan meydana gelmektedir. Bu aşamalardan ilki konu ile ilgili içerik bilgisini incelemek amacıyla hazırlanmış çoktan seçmeli bir sorudur. İkinci aşama ise öğrenciye gerekçesini soran açık uçlu bir sorudur. Testin bu şekliyle bir uygulama yapılarak gerekçe olarak yazılan ifadelerin analizi yapılmıştır.

9. Adım: Öğrenci ifadelerinden yola çıkılarak teşhis testinde yer alan soruların ikinci aşamaları öğrenci gerekçesini ifade eden çoktan seçmeli soru haline getirilmiştir. Bu ikinci aşamalara öğrencinin seçenekler arasında gerekçesini bulamadığı takdirde kendi ifadesini yazabileceği boş bir seçenek eklenmiştir. Test bu şekliyle 40 fen öğrencisine uygulanarak tanıtılmıştır. Uygulamadan sonra öğrencilerle test soruları üzerinde tartışılmıştır. Bu tartışma testin daha anlaşılır ya da daha kullanışlı olması için yapılabilecek bazı küçük değişikliklerin tespitini sağlamıştır. Buna dayanılarak testteki cümle yapıları üzerinde çeşitli düzeltme ve değişiklikler yapılmıştır.

10. Adım: Oluşturulan testin doğruluğunu sağlamak amacıyla Selçuk Üniversitesi'nde görev yapmakta olan bazı biyoloji öğretim üyeleriyle görüşme yapılmıştır.

11.Adım: Görüşmelerden sonra gerekli düzeltmeler yapılmış ve iki aşamalı teşhis testinin taslağı oluşturulmuştur. Bu test dershanelerde öğrenim görmekte olan fen alanından mezun 218 öğrenciye uygulanarak pilot çalışma yapılmıştır.

Konu içerik sınırlarının belirlendiği ilk aşamada hazırlanan kavram haritası ve elde edilen öneri bilgi ifadeleri teşhis testindeki iki aşamalı soruların ilk aşamalarının geliştirilmesiyle ilgilidir. İkinci aşamada da öğrenci kavram yanılgıları ile ilgili araştırma yapılarak elde edilen bulgular soruların ikinci aşamalarının oluşturulmasında kullanılmıştır.

Hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinin son halinde 16 adet iki aşamalı çoktan seçmeli soru geliştirilmiştir. Testteki her bir soru iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, konu ile ilgili içerik bilgisini incelemek amacıyla hazırlanmış çoktan seçmeli bir sorudur. İkinci aşama ise bireylerden, birinci aşamadaki soruya verdikleri cevabın gerekçesini açıklamalarını isteyen çoktan seçmeli bir sorudur. İkinci aşamadaki son seçenek mevcut gerekçelerin dışında muhtemel bir gerekçe için boş bırakılmıştır.

Hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinin bu son hali üniversitede öğrenim gören 469 fen öğrencisine uygulanmıştır.

3.3. Verilerin Analizi

İki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinin güvenirliliği Cronbach alfa katsayısı kullanılarak belirlenmiş ve 0.74 olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar SPSS (versiyon 13.0) programında yapılmıştır.

Her bir soru için güçlük indisi ayrı ayrı hesaplanmış (Tablo 3.3.1) ve 16 test sorusu için geniş bir dağılım aralığına (0.22-0.82) sahip olduğu görülmüştür. Testteki 16 sorunun ortalama güçlük indisi 0.56 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin en çok doğru cevabı verdikleri soru 12. sorudur. Öğrencilerin % 82,08'i bu sorunun her iki aşamasına da doğru cevap vermişlerdir. Öğrencilerin en çok yanlış cevabı verdikleri soru ise 3. sorudur. Öğrencilerin sadece % 22,38'i bu soruya doğru cevap verebilmişlerdir. Verilerin değerlendirilmesinde yüzde ifadeler kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların cinsiyete göre dağılımları bağımsız t-testi uygulanarak karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.3.1. Hücre Bölünmeleri Kavram Yanılgı Testinin Güçlük İndisi

Soru	**Güçlük İndisi**
1	0,34
2	0,45
3	**0,22**
4	0,62
5	0,63
6	0,52
7	0,77
8	0,75
9	0,55
10	0,60
11	0,72
12	**0,82**
13	0,47
14	0,51
15	0,68
16	0,32
Ortalama Güçlük İndisi	**0.56**

4. BULGULAR

4.1. Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

Hücre bölünmeleri kavram yanılgı testi 16 adet iki aşamalı çoktan seçmeli soru içermektedir. Her bir sorunun ilk aşaması, bireylerin hücre bölünmeleri konusu ile ilgili içerik bilgilerinin incelenmesine yönelik olarak dizayn edilmiştir. Sorunun ikinci aşamasında ise bireylerden sorunun birinci aşamasına verdikleri cevabın gerekçesini açıklamaları istenmiştir. Ayrıca sorunun ikinci aşamasındaki son seçenek boş bırakılmıştır. Bu seçenek bireylerin farklı bir alternatif gerekçelerinin olabileceği ihtimali için konulmuştur. Bireylerden sorunun her iki aşamasındaki seçeneklerden en uygun olanını seçmeleri istenmiştir.

İki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinin 16 sorusundan her biri yalnızca bir doğru cevap çiftine ve aynı zamanda 14 adete kadar yanlış cevap çiftine sahiptir.

İki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinden elde edilen bulgular, her bir soru için ayrı ayrı verilmiştir.

Soru 1:

Bu soruda öğrencilerin sadece % 34.33'ü doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.1):

"Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır. Bu ifade doğrudur, çünkü bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı sabit kalır."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

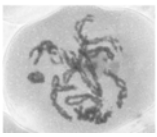
- "Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi yanlıştır, çünkü bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner (% 21.96).

- "Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi doğrudur, çünkü mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez (% 20.47).

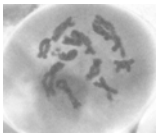
- "Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi yanlıştır, çünkü bir hücredeki kromozomal DNA miktarı profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı değişmez (% 10.45).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 8 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

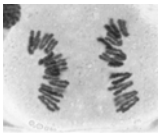
Tablo 4.1.1. Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı



X Hücresi Profaz



Y Hücresi Profaz



Z Hücresi Anafaz

Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı sabit kalır.*
2. Mitoz bölünmede farklı safhalardaki kromozomal DNA miktarı da farklıdır.
3. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı değişmez.
4. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner.
5. Mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez.
6. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1*	N	161	0
		%	**34.33**	0
	2	N	0	37
		%	0	7.89
	3	N	8	49
		%	1.71	10.45
	4	N	0	103
		%	0	21.96
	5	N	96	0
		%	20.47	0
	6	N	5	11
		%	1.07	2.35
	Toplam	N	269	200
		%	57.36	42.64

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 2:

Bu soruda öğrencilerin sadece % 44.78'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.2):

"Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir. Bu ifade yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede önce homolog kromozomlar sonra da kardeş kromatitler ayrılarak kromozom sayısı yarıya inmiş olur."

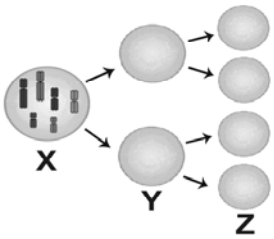
Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi doğrudur, çünkü mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar (% 21.11).

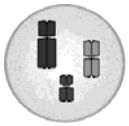
- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi doğrudur, çünkü mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner (% 16.63).

Bu sorudaki 9 adet muhtemel alternatif cevaptan 8 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.2. Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Mayoz bölünmede kromozom sayısı değişmeden kalır.
2. Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner.
3. Mayoz bölünmede önce homolog kromozomlar sonra da kardeş kromatitler ayrılarak kromozom sayısı yarıya inmiş olur.*
4. Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar.
5. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	28	14
		%	5.97	2.99
	2	N	13	78
		%	2.77	16.63
	3*	N	5	210
		%	1.07	**44.78**
	4	N	99	12
		%	21.11	2.56
	5	N	10	0
		%	2.13	0
	Toplam	N	155	314
		%	33.05	66.95

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 3:

Bu soruda öğrencilerin sadece % 22.39'u doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.3):

"Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir. Bu ifade doğrudur, çünkü anafazda kardeş kromatitler ayrılır ve her bir kromatit artık bir kromozom sayılır."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır (% 21.11).

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi doğrudur, çünkü kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur (% 20.26).

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner (% 12.79)

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü kromozom sayısı mitoz bölünmenin anafaz safhasında yarıya iner (% 10.23).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 10 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.3. Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır.
2. Kromozom sayısı mitoz bölünmenin anafaz safhasında yarıya iner.
3. Anafazda kardeş kromatitler ayrılır ve her bir kromatit artık bir kromozom sayılır. *
4. Kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur.
5. Anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner.
6. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	18	99
		%	3.84	21.11
	2	N	7	48
		%	1.49	10.23
	3*	N	105	0
		%	**22.39**	0
	4	N	95	6
		%	20.26	1.28
	5	N	16	60
		%	3.41	12.79
	6	N	9	6
		%	1.92	1.28
	Toplam	N	250	219
		%	53.30	46.70

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 4:

Bu soruda öğrencilerin % 62.05'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.4):

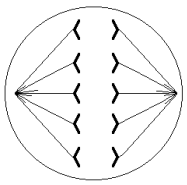
"Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir. Bu ifade yanlıştır, çünkü II. mayozun anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir" ifadesi doğrudur, çünkü mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur (% 15.57).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 7 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.4. Öğrencilerin 4. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı



Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur.
2. II. Mayozun anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur. *
3. Kardeş kromatitler mitozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
4. Kardeş kromatitler mayoz bölünmede değil, mitoz bölünmede ayrılırlar.
5. Homolog kromozomlar I. Mayozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
6. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	73	0
		%	15.57	0
	2*	N	0	291
		%	0	**62.05**
	3	N	30	13
		%	6.40	2.77
	4	N	30	0
		%	6.40	0
	5	N	0	22
		%	0	4.69
	6	N	0	10
		%	0	2.13
	Toplam	N	133	336
		%	28.36	71.64

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 5:

Bu soruda öğrencilerin % 63.11'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.5):

"Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir. Bu ifade yanlıştır, çünkü profazda kardeş kromatitler henüz ayrılmamıştır ve kromozom sayısı ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir" ifadesi doğrudur, çünkü DNA interfazda eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır (% 13.22).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 6 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.5. Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. İnterfazda DNA eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır.
2. Profazda DNA eşlenir ve dolayısıyla kromozom sayısı da iki katına çıkar.
3. Profaz mitoz bölünmenin dinlenme ve hazırlık evresidir ve kromozom sayısı henüz iki katına çıkmamıştır.
4. Profazda kardeş kromatitler henüz ayrılmamıştır ve kromozom sayısı ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır. *
5. Bir hücredeki kromozom sayısı mitoz bölünmenin bütün safhalarında aynıdır.
6. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	62	0
		%	13.22	0
	2	N	34	0
		%	7.25	0
	3	N	0	31
		%	0	6.61
	4*	N	0	296
		%	0	**63.11**
	5	N	5	34
		%	1.07	7.25
	6	N	7	0
		%	1.49	0
	Toplam	N	108	361
		%	23.03	76.97

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 6:

Bu soruda öğrencilerin % 51.81'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.6):

"Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, mitokondri ve golgi organellerinden her ikisi de gözlenebilir. Bu ifade yanlıştır, çünkü bölünme sırasında bütün zarlı organeller eriyerek kaybolur ancak enerji ihtiyacı devam ettiğinden dolayı yalnızca mitokondri sürekli gözlenebilir."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, mitokondri ve golgi organellerinden her ikisi de gözlenebilir" ifadesi doğrudur, çünkü devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır (% 15.35).

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, mitokondri ve golgi organellerinden her ikisi de gözlenebilir" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur (% 10.87).

Bu sorudaki 13 adet muhtemel alternatif cevaptan 10 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.6. Öğrencilerin 6. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

I- Golgi aygıtı **II-** Mitokondri

Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, yukarıdaki organellerden her ikisi de gözlenebilir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü;

1. Mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur.
2. Mitoz bölünme sırasında gerekli enerji sitoplazmadaki glikoliz reaksiyonları sonucu elde edilir ancak enzim ihtiyacı devam ettiği için yalnızca golgi varlığını bölünme boyunca sürdürür.
3. Bölünme sırasında bütün zarlı organeller eriyerek kaybolur ancak enerji ihtiyacı devam ettiğinden dolayı yalnızca mitokondri sürekli gözlenebilir.*
4. Bölünme sırasında iğ ipliklerinin teşekkülünde golgiye ihtiyaç olduğundan dolayı yalnızca bu organel sürekli olarak gözlenebilir.
5. Devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır.
6. Bölünme için gerekli bütün maddeler ve enerji interfazda hazırlanır ve bölünme sırasında herhangi bir organele ihtiyaç duyulmaz.
7. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	51
		%	0	10.87
	2	N	9	12
		%	1.92	2.56
	3*	N	0	243
		%	0	**51.81**
	4	N	6	20
		%	1.28	4.26
	5	N	72	7
		%	15.35	1.49
	6	N	5	37
		%	1.07	7.89
	7	N	0	7
		%	0	1.49
	Toplam	N	92	377
		%	19.62	80.38

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 7:

Bu soruda öğrencilerin % 77.19'u doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.7):

"Bir interfaz hücresinde sentrioller sitoplazmada bulunur, çünkü sentrioller sentrozomu oluşturan yapılardır ve sentrozom daima sitoplazmada bulunur."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Bir interfaz hücresinde sentrioller çekirdekte bulunur, çünkü sentrioller iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler" (% 6.18).

Bu sorudaki 9 adet muhtemel alternatif cevaptan 5 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.7. Öğrencilerin 7. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Bir interfaz hücresinde sentrioller,

A. Çekirdekte bulunur
B. Sitoplazmada bulunur*

Çünkü,

1. Sentrioller sentrozomu oluşturan yapılardır ve sentrozom daima sitoplazmada bulunur. *
2. Mitoz bölünme hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir ve sentrioller de çekirdekte bulunur.
3. Sentrioller interfaz evresinde çekirdekte bulunurlar ancak bölünme sırasında çekirdek zarının erimesiyle sitoplazmaya geçerler.
4. Sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler.
5. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1*	N	0	362
		%	0	**77.19**
	2	N	24	0
		%	5.12	0
	3	N	22	24
		%	4.69	5.12
	4	N	29	8
		%	6.18	1.71
	5	N	0	0
		%	0	0
	Toplam	N	75	394
		%	15.99	84.01

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 8:

Bu soruda öğrencilerin % 75.48'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.8):

"Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre mayoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mayozda ayrılırlar."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre mayoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar " (% 9.59).

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre mitoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mitozda ayrılırlar " (% 8.10).

Bu sorudaki 9 adet muhtemel alternatif cevaptan 3 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.8. Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı



Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre,

A. Mayoz bölünme geçirmektedir*
B. Mitoz bölünme geçirmektedir

Çünkü,

1. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mitozda ayrılırlar.

2. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mayozda ayrılırlar.*

3. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar.

4. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mitoz bölünmede ayrılırlar.

5. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	38
		%	0	8.10
	2*	N	354	0
		%	**75.48**	0
	3	N	45	0
		%	9.59	0
	4	N	0	32
		%	0	6.82
	5	N	0	0
		%	0	0
	Toplam	N	399	70
		%	85.07	14.93

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 9:

Bu soruda öğrencilerin % 54.58'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.9):

"X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında, hem X hem de Y hücrelerinde iğ iplikleri oluşur çünkü her iki hücrede de farklı yapılar iğ ipliklerini oluştururlar."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında sadece Y hücresinde iğ iplikleri oluşur, çünkü iğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur " (% 24.09).

- "X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında hem X hem de Y hücrelerinde iğ iplikleri oluşur çünkü sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar " (% 14.50).

Bu sorudaki 14 adet muhtemel alternatif cevaptan 3 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.9. Öğrencilerin 9. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı


X Soğan kökü hücresi


Y İnsan deri hücresi

X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında,

A. Sadece X hücresinde iğ iplikleri oluşur.
B. Sadece Y hücresinde iğ iplikleri oluşur.
C. Hem X hem de Y hücrelerinde iğ iplikleri oluşur.*

Çünkü,

1. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca bitki hücrelerinde bulunur.
2. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur.
3. Her iki hücrede de farklı yapılar iğ ipliklerini oluştururlar.*
4. Sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar.
5. _____.

Birinci Aşama			A	B	C*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	32	0	0
		%	6.83	0	0
	2	N	0	113	0
		%	0	24.09	0
	3*	N	0	0	256
		%	0	0	**54.58**
	4	N	0	0	68
		%	0	0	14.50
	5	N	0	0	0
		%	0	0	0
	Toplam	N	32	113	324
		%	6.83	24.09	69.08

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 10:

Bu soruda öğrencilerin % 59.70'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.10):

"Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez. Bu ifade doğrudur, çünkü mayoz bölünmede kromozom sayısı mayoz I de yarıya iner, mayoz II de değişmez ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz I den önce görülür."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploit hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir (% 10.87).

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir (% 10.87).

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez. Bu ifade yanlıştır, çünkü mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür (% 10.23).

Bu sorudaki 9 adet muhtemel alternatif cevaptan 7 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.10. Öğrencilerin 10. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür.
2. Mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploit hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir.
3. Mayoz bölünmede kromozom sayısı mayoz I de yarıya iner, mayoz II de değişmez ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz I den önce görülür.*
4. Mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir.
5. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	13	48
		%	2.77	10.23
	2	N	8	51
		%	1.71	10.87
	3*	N	280	9
		%	**59.70**	1.92
	4	N	0	51
		%	0	10.87
	5	N	9	0
		%	1.92	0
	Toplam	N	310	159
		%	66.10	33.90

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 11:

Bu soruda öğrencilerin % 72.28'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.11):

"Aşağıdaki hücrelerden yalnızca polen ana hücresinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir, çünkü mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir ancak mayoz bölünme yalnızca eşey ana hücrelerinde görülebilir."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Aşağıdaki hücrelerden Her ikisinde de hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir, çünkü polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler " (% 11.73).

- "Aşağıdaki hücrelerden yalnızca polen ana hücresinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir, çünkü mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca haploit hücrelerde görülebilir ve polen ana hücresi haploittir " (% 8.32).

Bu sorudaki 14 adet muhtemel alternatif cevaptan 3 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.11. Öğrencilerin 11. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Aşağıdaki hücrelerden hangisi ya da hangilerinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir.

A. Polen ana hücresi*
B. Karaciğer hücresi
C. Her ikisi

Çünkü,

1. Polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler.
2. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir ancak mayoz bölünme yalnızca eşey ana hücrelerinde görülebilir.*
3. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca haploit hücrelerde görülebilir ve polen ana hücresi haploittir.
4. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca diploit hücrelerde görülebilir ve karaciğer hücresi diploittir.
5. _____.

Birinci Aşama			A*	B	C
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	0	55
		%	0	0	11.73
	2*	N	339	0	0
		%	**72.28**	0	0
	3	N	39	0	0
		%	8.32	0	0
	4	N	0	36	0
		%	0	7.67	0
	5	N	0	0	0
		%	0	0	0
	Toplam	N	378	36	55
		%	80.60	7.67	11.73

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 12:

Bu soruda öğrencilerin % 82.09'u doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.12):

"Eşeyli üreyen bir canlıda mayoz bölünme ve döllenme olayları bireylerde kalıtsal çeşitliliği sağlar. Bu ifade doğrudur, çünkü mayozda krossing over ve genlerin rasgele dağılımı, döllenmede ise farklı gametlerin birleşmesi kalıtsal çeşitliliği sağlar."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Eşeyli üreyen bir canlıda mayoz bölünme ve döllenme olayları bireylerde kalıtsal çeşitliliği sağlar" ifadesi yanlıştır, çünkü kalıtsal çeşitliliği sağlayan tek olay krossing overdir ve mayoz bölünme sırasında görülür (% 7.89).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 5 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.12. Öğrencilerin 12. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

Eşeyli üreyen bir canlıda mayoz bölünme ve döllenme olayları bireylerde kalıtsal çeşitliliği sağlar.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Kalıtsal çeşitliliği sağlayan tek olay krossing overdir ve mayoz bölünme sırasında görülür.
2. Döllenme sırasında farklı anne ve babadan gelen genler birleşir ve kalıtsal çeşitlilik sağlar.
3. Mayozda krossing over ve genlerin rasgele dağılımı, döllenmede ise farklı gametlerin birleşmesi kalıtsal çeşitliliği sağlar.*
4. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca mayozda değişir.
5. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca döllenmede değişir.
6. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	15	37
		%	3.20	7.89
	2	N	0	8
		%	0	1.71
	3*	N	385	0
		%	**82.09**	0
	4	N	0	17
		%	0	3.62
	5	N	0	7
		%	0	1.49
	6	N	0	0
		%	0	0
	Toplam	N	400	69
		%	85.29	14.71

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 13:

Bu soruda öğrencilerin sadece % 46.91'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.13):

"Bir bakterinin bölünmesi sırasında sitoplazma bölünmesi ve iğ ipliklerinin oluşumu olaylarından her ikisi de gerçekleşir. Bu ifade yanlıştır, çünkü bakteri prokaryot bir canlıdır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşmaz."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında sitoplazma bölünmesi ve iğ ipliklerinin oluşumu olaylarından her ikisi de gerçekleşir" ifadesi doğrudur, çünkü bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür (% 18.34)

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında sitoplazma bölünmesi ve iğ ipliklerinin oluşumu olaylarından her ikisi de gerçekleşir" ifadesi yanlıştır, çünkü bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir (% 17.70).

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında sitoplazma bölünmesi ve iğ ipliklerinin oluşumu olaylarından her ikisi de gerçekleşir" ifadesi doğrudur, çünkü ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir (% 12.37)

Bu sorudaki 9 adet muhtemel alternatif cevaptan 5 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.13. Öğrencilerin 13. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

I- Sitoplazma bölünmesi **II-** İğ ipliklerinin oluşumu

Bir bakterinin bölünmesi sırasında yukarıdaki olaylardan her ikisi de gerçekleşir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir.
2. Bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür.
3. Bakteri prokaryot bir canlıdır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşmaz.*
4. Ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir.
5. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	83
		%	0	17.70
	2	N	86	7
		%	18.34	1.49
	3*	N	0	220
		%	0	**46.91**
	4	N	58	0
		%	12.37	0
	5	N	5	10
		%	1.07	2.13
	Toplam	N	149	320
		%	31.77	68.23

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 14:

Bu soruda öğrencilerin % 51.17'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.14):

"Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir. Bu ifade doğrudur, çünkü her iki bireyde de eşeysiz üreme görülür ve eşeysiz üremede mitoz bölünme rol alır."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir" ifadesi doğrudur, çünkü bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar (% 20.90).

- "Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir" ifadesi yanlıştır, çünkü yalnızca tek hücreli canlılar mitozla çoğalırlar (% 18.34).

Bu sorudaki 7 adet muhtemel alternatif cevaptan 6 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.14. Öğrencilerin 14. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

I- Amip **II-** Planaria

Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,
1. Yalnızca tek hücreli canlılar mitozla çoğalırlar.
2. Bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar.
3. Her iki bireyde de eşeysiz üreme görülür ve eşeysiz üremede mitoz bölünme rol alır.*
4. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	12	86
		%	2.56	18.34
	2	N	98	15
		%	20.90	3.20
	3*	N	240	8
		%	**51.17**	1.71
	4	N	10	0
		%	2.13	0
	Toplam	N	360	109
		%	76.76	23.24

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 15:

Bu soruda öğrencilerin % 68.02'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.15):

"Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur. Bu ifade yanlıştır, çünkü mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde homolog kromozomlar bulunmaz."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur" ifadesi doğrudur, çünkü her iki hücre de diploittir ve yalnızca diploit hücreler homolog kromozomlar bulundururlar (% 8.10).

- "Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur" ifadesi yanlıştır, çünkü homolog kromozomlar yalnızca mayoz sonucu oluşan hücrelerde görülür (% 8.10).

Bu sorudaki 11 adet muhtemel alternatif cevaptan 6 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.15. Öğrencilerin 15. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

I- İnsan yumurtalık hücresi **II-** İnsan yumurta hücresi

Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Her iki hücrede haploittir ve haploit hücreler homolog kromozomlar bulundurmazlar.
2. Her iki hücre de diploittir ve yalnızca diploit hücreler homolog kromozomlar bulundururlar.
3. **Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde homolog kromozomlar bulunmaz.***
4. Homolog kromozomlar yalnızca mayoz sonucu oluşan hücrelerde görülür.
5. Somatik hücreler homolog kromozomları bulundurmazlar.
6. _____.

Birinci Aşama			A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	24
		%	0	5.12
	2	N	38	0
		%	8.10	0
	3*	N	0	319
		%	0	**68.02**
	4	N	19	38
		%	4.05	8.10
	5	N	0	19
		%	0	4.05
	6	N	0	12
		%	0	2.56
	Toplam	N	57	412
		%	12.15	87.85

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 16:

Bu soruda öğrencilerin sadece % 32.41'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.1.16):

"Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır. Bu ifade doğrudur, çünkü her iki canlı da haploittir ve gametlerini mitozla oluştururlar."

Öğrencilerde Görülen Kavram Yanılgıları

- "Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi yanlıştır, çünkü erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir (% 27.93).

- "Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi doğrudur, çünkü kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur (% 10.87).

Bu sorudaki 13 adet muhtemel alternatif cevaptan 9 tanesi öğrenciler tarafından seçilmiştir.

Tablo 4.1.16. Öğrencilerin 16. Soruya Verdikleri Cevabın Dağılımı

I- Bir bitkiye ait dişi gametofit II- Erkek bal arısı

Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Bütün çok hücreli canlılarda gamet oluşumu yalnızca mayozla olur.
2. Kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur.
3. Erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir.
4. Arı diploit bir canlıdır ve gametlerini mayozla oluşturur. Bitkiler ise mitozla çoğalabilirler.
5. Her iki canlı da diploittir ve diploit canlılar gametlerini mayoz bölünme ile oluştururlar.
6. **Her iki canlı da haploittir ve gametlerini mitozla oluştururlar.***
7. _____.

Birinci Aşama			A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	33
		%	0	7.04
	2	N	51	12
		%	10.87	2.56
	3	N	9	131
		%	1.92	27.93
	4	N	0	32
		%	0	6.82
	5	N	0	30
		%	0	6.40
	6*	N	152	0
		%	**32.41**	0
	7	N	12	7
		%	2.56	1.49
	Toplam	N	224	245
		%	47.76	52.24

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

4.2. Cinsiyete Göre Dağılım

İki aşamalı çoktan seçmeli hücre bölünmeleri kavram yanılgı testinden elde edilen bulgular, cinsiyete göre her bir soru için ayrı ayrı verilmiştir. Öğrencilerdeki yaygın kavram yanılgıları belirlenirken % 9 ve üzerindeki sıklıklarda gözlenen yanılgılar dikkate alınmıştır.

Soru 1:

Bu soruda kız öğrencilerin sadece % 35.71'i, erkek öğrencilerin ise sadece % 32.51'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.1).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bitkinin meristem dokusuna ait, mitoz bölünmenin farklı safhalarındaki üç ayrı hücredeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünme geçirmekte olan bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner (% 22.18).

- "Bir bitkinin meristem dokusuna ait, mitoz bölünmenin profaz ve anafaz safhalarındaki üç farklı hücredeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi doğrudur, çünkü mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez (% 21.43).

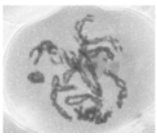
Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bitkinin meristem dokusuna ait, mitoz bölünmenin farklı safhalarındaki üç ayrı hücredeki kromozomal DNA miktarı aynıdır" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünme geçirmekte olan bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner (% 21.67).

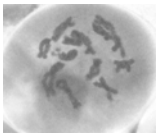
- “Bir bitkinin meristem dokusuna ait, mitoz bölünmenin profaz ve anafaz safhalarındaki üç farklı hücredeki kromozomal DNA miktarı aynıdır” ifadesi doğrudur, çünkü mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez (% 18.72).

- “Bir bitkinin meristem dokusuna ait, mitoz bölünmenin farklı safhalarındaki üç ayrı hücredeki kromozomal DNA miktarı aynıdır” ifadesi yanlıştır, çünkü bir hücredeki kromozomal DNA miktarı profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı değişmez (% 11.33).

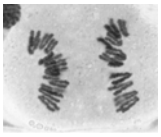
Tablo 4.2.1. Öğrencilerin 1. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı



X Hücresi Profaz



Y Hücresi Profaz



Z Hücresi Anafaz

Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı sabit kalır.*
2. Mitoz bölünmede farklı safhalardaki kromozomal DNA miktarı da farklıdır.
3. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı değişmez.
4. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner.
5. Mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez.
6. _____.

Grup			**KIZ (N = 266)**		**ERKEK (N = 203)**		**Toplam (N = 469)**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1*	N	95	0	66	0	161	0
		%	**35.71**	0	**32.51**	0	**34.33**	0
	2	N	0	18	0	19	0	37
		%	0	6.77	0	9.36	0	7.89
	3	N	5	26	3	23	8	49
		%	1.88	9.77	1.48	11.33	1.71	10.45
	4	N	0	59	0	44	0	103
		%	0	22.18	0	21.67	0	21.96
	5	N	57	0	38	0	96	0
		%	21.43	0	18.72	0	20.47	0
	6	N	0	6	5	5	5	11
		%	0	2.26	2.46	2.46	1.07	2.35
	Toplam	N	157	109	112	91	269	200
		%	59.02	40.98	55.17	44.83	57.36	42.64

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 2:

Bu soruda kız öğrencilerin sadece % 45.86'sı, erkek öğrencilerin ise sadece % 43.35'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.2).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar (% 19.55).

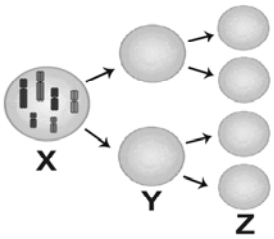
- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner (% 18.05).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

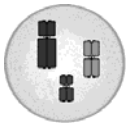
- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar (% 23.15).

- "Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner (% 14.78).

Tablo 4.2.2. Öğrencilerin 2. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Mayoz bölünmede kromozom sayısı değişmeden kalır.
2. Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner.
3. Mayoz bölünmede önce homolog kromozomlar sonra da kardeş kromatitler ayrılarak kromozom sayısı yarıya inmiş olur.*
4. Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	17	5	11	9	28	14
		%	6.39	1.88	5.42	4.43	5.97	2.99
	2	N	4	48	9	30	13	78
		%	1.50	18.05	4.43	14.78	2.77	16.63
	3*	N	5	122	0	88	5	210
		%	1.88	**45.86**	0	**43.35**	1.07	**44.78**
	4	N	52	9	47	3	99	12
		%	19.55	3.38	23.15	1.48	21.11	2.56
	5	N	4	0	6	0	10	0
		%	1.50	0	2.96	0	2.13	0
	Toplam	N	82	184	73	130	155	314
		%	30.83	69.17	35.96	64.04	33.05	66.95

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 3:

Bu soruda kız öğrencilerin sadece % 24.44'ü, erkek öğrencilerin ise sadece % 19.70'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.3).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır (% 21.80).

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi doğrudur, çünkü bir hücredeki kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur (% 18.05).

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner (% 13.53).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi doğrudur, çünkü bir hücredeki kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur (% 23.15).

- "Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir" ifadesi yanlıştır, çünkü mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır (% 20.19).

- “Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92’dir” ifadesi yanlıştır, çünkü bir hücredeki kromozom sayısı mitoz bölünmenin anafaz safhasında yarıya iner (% 12.32).

- “Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92’dir” ifadesi yanlıştır, çünkü anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner (% 11.82).

Tablo 4.2.3. Öğrencilerin 3. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır.
2. Kromozom sayısı mitoz bölünmenin anafaz safhasında yarıya iner.
3. Anafazda kardeş kromatitler ayrılır ve her bir kromatit artık bir kromozom sayılır. *
4. Kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur.
5. Anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner.
6. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	11	58	7	41	18	99
		%	4.14	21.80	3.45	20.19	3.84	21.11
	2	N	3	23	4	25	7	48
		%	1.13	8.65	1.97	12.32	1.49	10.23
	3*	N	65	0	40	0	105	0
		%	**24.44**	0	**19.70**	0	**22.39**	0
	4	N	48	6	47	0	95	6
		%	18.05	2.26	23.15	0	20.26	1.28
	5	N	9	36	7	24	16	60
		%	3.38	13.53	3.45	11.82	3.41	12.79
	6	N	4	3	5	3	9	6
		%	1.50	1.13	2.46	1.48	1.92	1.28
	Toplam	N	140	126	110	93	250	219
		%	52.63	47.37	54.19	45.81	53.30	46.70

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 4:

Bu soruda kız öğrencilerin % 63.16'sı, erkek öğrencilerin ise % 60.59'u doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.4).

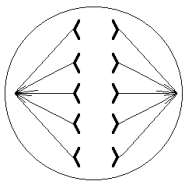
Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir" ifadesi doğrudur, çünkü mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur (% 15.79)

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir" ifadesi doğrudur, çünkü mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur (% 15.27).

Tablo 4.2.4. Öğrencilerin 4. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı



Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur.
2. II. Mayozun anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur. *
3. Kardeş kromatitler mitozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
4. Kardeş kromatitler mayoz bölünmede değil, mitoz bölünmede ayrılırlar.
5. Homolog kromozomlar I. Mayozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
6. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	42	0	31	0	73	0
		%	15.79	0	15.27	0	15.57	0
	2*	N	0	168	0	123	0	291
		%	0	**63.16**	0	**60.59**	0	**62.05**
	3	N	17	7	13	6	30	13
		%	6.39	2.63	6.40	2.96	6.40	2.77
	4	N	15	0	15	0	30	0
		%	5.64	0	7.39	0	6.40	0
	5	N	0	10	0	12	0	22
		%	0	3.76	0	5.91	0	4.69
	6	N	0	7	0	3	0	10
		%	0	2.63	0	1.48	0	2.13
	Toplam	N	74	192	59	144	133	336
		%	27.82	72.18	29.06	70.94	28.36	71.64

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 5:

Bu soruda kız öğrencilerin % 65.04'ü, erkek öğrencilerin ise % 60.59'u doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.5).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir" ifadesi doğrudur, çünkü interfazda DNA eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır (% 11.28)

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir" ifadesi doğrudur, çünkü interfazda DNA eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır (% 15.76).

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir" ifadesi doğrudur, çünkü Profazda DNA eşlenir ve dolayısıyla kromozom sayısı da iki katına çıkar (% 9.85).

Tablo 4.2.5. Öğrencilerin 5. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. İnterfazda DNA eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır.
2. Profazda DNA eşlenir ve dolayısıyla kromozom sayısı da iki katına çıkar.
3. Profaz mitoz bölünmenin dinlenme ve hazırlık evresidir ve kromozom sayısı henüz iki katına çıkmamıştır.
4. Profazda kardeş kromatitler henüz ayrılmamıştır ve kromozom sayısı ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır. *
5. Bir hücredeki kromozom sayısı mitoz bölünmenin bütün safhalarında aynıdır.
6. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	30	0	32	0	62	0
		%	11.28	0	15.76	0	13.22	0
	2	N	14	0	20	0	34	0
		%	5.26	0	9.85	0	7.25	0
	3	N	0	17	0	14	0	31
		%	0	6.39	0	6.90	0	6.61
	4*	N	0	173	0	123	0	296
		%	0	**65.04**	0	**60.59**	0	**63.11**
	5	N	5	23	0	11	5	34
		%	1.88	8.65	0	5.42	1.07	7.25
	6	N	4	0	3	0	7	0
		%	1.50	0	1.48	0	1.49	0
	Toplam	N	53	213	55	148	108	361
		%	19.92	80.08	27.09	72.91	23.03	76.97

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 6:

Bu soruda kız öğrencilerin % 48.87'i, erkek öğrencilerin ise % 55.67'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.6).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, golgi ve mitokondri organellerinin her ikisi de gözlenebilir" ifadesi doğrudur çünkü devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır (% 17.29).

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, golgi ve mitokondri organellerinin her ikisi de gözlenebilir" ifadesi yanlıştır çünkü mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur (% 10.15).

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, golgi ve mitokondri organellerinin her ikisi de gözlenebilir" ifadesi yanlıştır çünkü bölünme için gerekli bütün maddeler ve enerji interfazda hazırlanır ve bölünme sırasında herhangi bir organele ihtiyaç duyulmaz (% 9.77)

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, golgi ve mitokondri organellerinin her ikisi de gözlenebilir" ifadesi doğrudur çünkü devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır (% 12.81).

- "Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, golgi ve mitokondri organellerinin her ikisi de gözlenebilir" ifadesi yanlıştır çünkü mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur (% 11.82).

Tablo 4.2.6. Öğrencilerin 6. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

I- Golgi aygıtı **II-** Mitokondri

Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, yukarıdaki organellerden her ikisi de gözlenebilir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü;

1. Mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur.
2. Mitoz bölünme sırasında gerekli enerji sitoplazmadaki glikoliz reaksiyonları sonucu elde edilir ancak enzim ihtiyacı devam ettiği için yalnızca golgi varlığını bölünme boyunca sürdürür.
3. Bölünme sırasında bütün zarlı organeller eriyerek kaybolur ancak enerji ihtiyacı devam ettiğinden dolayı yalnızca mitokondri sürekli gözlenebilir.*
4. Bölünme sırasında iğ ipliklerinin teşekkülünde golgiye ihtiyaç olduğundan dolayı yalnızca bu organel sürekli olarak gözlenebilir.
5. Devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır.
6. Bölünme için gerekli bütün maddeler ve enerji interfazda hazırlanır ve bölünme sırasında herhangi bir organele ihtiyaç duyulmaz.
7. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	27	0	24	0	51
		%	0	10.15	0	11.82	0	10.87
	2	N	5	9	4	3	9	12
		%	1.88	3.38	1.97	1.48	1.92	2.56
	3*	N	0	130	0	113	0	243
		%	0	**48.87**	0	**55.67**	0	**51.81**
	4	N	0	8	6	12	6	20
		%	0	3.08	2.96	5.91	1.28	4.26
	5	N	46	7	26	0	72	7
		%	17.29	2.63	12.81	0	15.35	1.49
	6	N	5	26	0	11	5	37
		%	1.88	9.77	0	5.42	1.07	7.89
	7	N	0	3	0	4	0	7
		%	0	1.13	0	1.97	0	1.49
	Toplam	N	56	210	36	167	92	377
		%	21.05	78.95	17.73	82.27	19.62	80.38

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 7:

Bu soruda kız öğrencilerin % 79.32'si, erkek öğrencilerin ise % 74.38'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.7).

Kız öğrencilerde kayda değer oranda kavram yanılgısı görülmemiştir.

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir interfaz hücresinde sentrioller çekirdekte bulunur, çünkü sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler" (% 9.36).

Tablo 4.2.7. Öğrencilerin 7. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Bir interfaz hücresinde sentrioller,

A. Çekirdekte bulunur
B. Sitoplazmada bulunur*

Çünkü,

1. Sentrioller sentrozomu oluşturan yapılardır ve sentrozom daima sitoplazmada bulunurlar. *
2. Mitoz bölünme hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir ve sentrioller de çekirdekte bulunur.
3. Sentrioller interfaz evresinde çekirdekte bulunurlar ancak bölünme sırasında çekirdek zarının erimesiyle sitoplazmaya geçerler.
4. Sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1*	N	0	211	0	151	0	362
		%	0	**79.32**	0	**74.38**	0	**77.19**
	2	N	10	0	14	0	24	0
		%	3.76	0	6.90	0	5.12	0
	3	N	17	13	5	11	22	24
		%	6.39	4.89	2.46	5.42	4.69	5.12
	4	N	10	5	19	3	29	8
		%	3.76	1.88	9.36	1.48	6.18	1.71
	5	N	0	0	0	0	0	0
		%	0	0	0	0	0	0
	Toplam	N	37	229	38	165	75	394
		%	13.91	86.09	18.72	81.28	15.99	84.01

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 8:

Bu soruda kız öğrencilerin %76.32'si, erkek öğrencilerin ise % 74.38'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.8).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre, mitoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mitozda ayrılırlar" (% 9.40).

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre, mayoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar" (% 9.02).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre, mayoz bölünme geçirmektedir, çünkü bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar" (% 10.34).

Tablo 4.2.8. Öğrencilerin 8. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı



Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre,

A. Mayoz bölünme geçirmektedir*
B. Mitoz bölünme geçirmektedir

Çünkü,

1. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mitozda ayrılırlar.

2. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mayozda ayrılırlar.*

3. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar.

4. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mitoz bölünmede ayrılırlar.

5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	25	0	13	0	38
		%	0	9.40	0	6.40	0	8.10
	2*	N	203	0	151	0	354	0
		%	**76.32**	0	**74.38**	0	**75.48**	0
	3	N	24	0	21	0	45	0
		%	9.02	0	10.34	0	9.59	0
	4	N	0	14	0	18	0	32
		%	0	5.26	0	8.87	0	6.82
	5	N	0	0	0	0	0	0
		%	0	0	0	0	0	0
	Toplam	N	227	39	172	31	399	70
		%	85.34	14.66	84.73	15.27	85.07	14.93

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 9:

Bu soruda kız öğrencilerin % 54.14'ü, erkek öğrencilerin ise % 55.17'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.9).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Soğan kökü insan deri hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında sadece insan deri hücresinde iğ iplikleri oluşur, çünkü iğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur" (% 25.19).

- "Soğan kökü insan deri hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında her iki hücrede de iğ iplikleri oluşur, çünkü sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar" (% 13.91).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Soğan kökü insan deri hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında sadece insan deri hücresinde iğ iplikleri oluşur, çünkü iğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur" (% 22.66).

- "Soğan kökü insan deri hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında her iki hücrede de iğ iplikleri oluşur, çünkü sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar" (% 15.27).

Tablo 4.2.9. Öğrencilerin 9. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı


X Soğan kökü hücresi


Y İnsan deri hücresi

X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında,

A. Sadece X hücresinde iğ iplikleri oluşur.
B. Sadece Y hücresinde iğ iplikleri oluşur.
C. Hem X hem de Y hücrelerinde iğ iplikleri oluşur.*

Çünkü,

1. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca bitki hücrelerinde bulunur.
2. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur.
3. Her iki hücrede de farklı yapılar iğ ipliklerini oluştururlar.*
4. Sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**			**ERKEK N = 203**			**Toplam N = 469**		
Birinci Aşama			A	B	C*	A	B	C*	A	B	C*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	18	0	0	14	0	0	32	0	0
		%	6.76	0	0	6.90	0	0	6.83	0	0
	2	N	0	67	0	0	46	0	0	113	0
		%	0	25.19	0	0	22.66	0	0	24.09	0
	3*	N	0	0	144	0	0	112	0	0	256
		%	0	0	**54.14**	0	0	**55.17**	0	0	**54.58**
	4	N	0	0	37	0	0	31	0	0	68
		%	0	0	13.91	0	0	15.27	0	0	14.50
	5	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	N	18	67	181	14	46	143	32	113	324
		%	6.76	25.19	68.05	6.90	22.66	70.44	6.83	24.09	69.08

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 10:

Bu soruda kız öğrencilerin % 60.53'ü, erkek öğrencilerin ise % 58.62'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.10).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploit hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir (% 12.03).

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür (% 9.40).

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir (% 9.02).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir (% 13.30).

- "Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez" ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür (% 11.33).

- “Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez” ifadesi yanlıştır, çünkü mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploit hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir (% 9.34).

Tablo 4.2.10. Öğrencilerin 10. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür.
2. Mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploid hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir.
3. Mayoz bölünmede kromozom sayısı mayoz I de yarıya iner, mayoz II de değişmez ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz I den önce görülür.*
4. Mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	6	25	7	23	13	48
		%	2.26	9.40	3.45	11.33	2.77	10.23
	2	N	8	32	0	19	8	51
		%	3.00	12.03	0	9.34	1.71	10.87
	3*	N	161	6	119	3	280	9
		%	**60.53**	2.26	**58.62**	1.48	**59.70**	1.92
	4	N	0	24	0	27	0	51
		%	0	9.02	0	13.30	0	10.87
	5	N	4	0	5	0	9	0
		%	1.50	0	2.46	0	1.92	0
	Toplam	N	179	87	131	72	310	159
		%	67.29	32.71	64.53	35.47	66.10	33.90

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 11:

Bu soruda kız öğrencilerin %75.56'sı, erkek öğrencilerin ise %67.98'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.11).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Polen ana hücresi ve karaciğer hücresinin her ikisinde de hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir, çünkü polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler" (% 10.53).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Polen ana hücresi ve karaciğer hücresinin her ikisinde de hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir, çünkü polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler" (% 13.30).
- "Polen ana hücresi ve karaciğer hücrelerinden yalnızca karaciğer hücresinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir çünkü mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir, fakat mayoz bölünme yalnızca diploit hücrelerde görülebilir ve karaciğer hücresi diploittir" (% 10.34).

Tablo 4.2.11. Öğrencilerin 11. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Aşağıdaki hücrelerden hangisi ya da hangilerinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir.

A. Polen ana hücresi*
B. Karaciğer hücresi
C. Her ikisi

Çünkü,

1. Polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler.
2. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir ancak mayoz bölünme yalnızca eşey ana hücrelerinde görülebilir.*
3. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca haploit hücrelerde görülebilir ve polen ana hücresi haploittir.
4. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca diploit hücrelerde görülebilir ve karaciğer hücresi diploittir.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**			**ERKEK N = 203**			**Toplam N = 469**		
Birinci Aşama			A*	B	C	A*	B	C	A*	B	C
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	0	28	0	0	27	0	0	55
		%	0	0	10.53	0	0	13.30	0	0	11.73
	2*	N	201	0	0	138	0	0	339	0	0
		%	**75.56**	0	0	**67.98**	0	0	**72.28**	0	0
	3	N	22	0	0	17	0	0	39	0	0
		%	8.27	0	0	8.37	0	0	8.32	0	0
	4	N	0	15	0	0	21	0	0	36	0
		%	0	5.64	0	0	10.34	0	0	7.67	0
	5	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	N	223	15	38	155	21	27	378	36	55
		%	83.83	5.64	10.53	76.36	10.34	13.30	80.60	7.67	11.73

* Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 12:

Bu soruda kız öğrencilerin % 84.21'i, erkek öğrencilerin ise % 79.31'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.12).

Bu soruda kız ve erkek öğrencilerde kayda değer oranda kavram yanılgısı görülmemiştir.

Tablo 4.2.12. Öğrencilerin 12. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

Eşeyli üreyen bir canlıda mayoz bölünme ve döllenme olayları bireylerde kalıtsal çeşitliliği sağlar.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Kalıtsal çeşitliliği sağlayan tek olay krossing overdir ve mayoz bölünme sırasında görülür.
2. Döllenme sırasında farklı anne ve babadan gelen genler birleşir ve kalıtsal çeşitlilik sağlar.
3. Mayozda krossing-over ve genlerin rasgele dağılımı, döllenmede ise farklı gametlerin birleşmesi kalıtsal çeşitliliği sağlar.*
4. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca mayozda değişir.
5. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca döllenmede değişir.
6. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	8	19	7	18	15	37
		%	3.00	7.14	3.45	8.87	3.20	7.89
	2	N	0	3	0	5	0	8
		%	0	1.13	0	2.46	0	1.71
	3*	N	224	0	161	0	385	0
		%	**84.21**	0	**79.31**	0	**82.09**	0
	4	N	0	8	0	9	0	17
		%	0	3.00	0	4.43	0	3.62
	5	N	0	4	0	3	0	7
		%	0	1.50	0	1.48	0	1.49
	6	N	0	0	0	0	0	0
		%	0	0	0	0	0	0
	Toplam	N	232	34	168	35	400	69
		%	87.22	12.78	82.76	17.24	85.29	14.71

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 13:

Bu soruda kız öğrencilerin % 50.38'i, erkek öğrencilerin ise % 42.36'sı doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.13).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir" ifadesi doğrudur, çünkü bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür (% 18.80).
- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir" ifadesi yanlıştır, çünkü bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir (% 16.92).

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir" ifadesi doğrudur, çünkü ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir (% 9.02).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir" ifadesi yanlıştır, çünkü bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir (% 18.72).

- "Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir" ifadesi doğrudur, çünkü bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür (% 17.73).

- “Bir bakterinin bölünmesi sırasında hem sitoplazma bölünmesi hem de iğ ipliklerinin oluşumu gerçekleşir” ifadesi doğrudur, çünkü ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir (% 16.75).

Tablo 4.2.13. Öğrencilerin 13. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

I- Sitoplazma bölünmesi **II-** İğ ipliklerinin oluşumu

Bir bakterinin bölünmesi sırasında yukarıdaki olaylardan her ikisi de gerçekleşir.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir.
2. Bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür.
3. Bakteri prokaryot bir canlıdır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşmaz.*
4. Ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir.
5. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	45	0	38	0	83
		%	0	16.92	0	18.72	0	17.70
	2	N	50	4	36	3	86	7
		%	18.80	1.50	17.73	1.48	18.34	1.49
	3*	N	0	134	0	86	0	220
		%	0	**50.38**	0	**42.36**	0	**46.91**
	4	N	24	0	34	0	58	0
		%	9.02	0	16.75	0	12.37	0
	5	N	5	4	0	6	5	10
		%	1.88	1.50	0	2.96	1.07	2.13
	Toplam	N	79	187	70	133	149	320
		%	29.70	70.30	34.48	65.52	31.77	68.23

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 14:

Bu soruda kız öğrencilerin % 53.76'sı, erkek öğrencilerin ise % 47.78'i doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.14).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Amip ve planaria mitoz bölünme ile çoğalabilen iki organizmadır" ifadesi doğrudur, çünkü bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar (% 19.92).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Amip ve planaria mitoz bölünme ile çoğalabilen iki organizmadır" ifadesi doğrudur, çünkü bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar (% 22.17).

Tablo 4.2.14. Öğrencilerin 14. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

I- Amip **II-** Planaria

Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,
1. Yalnızca tek hücreli canlılar mitozla çoğalırlar.
2. Bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar.
3. Her iki bireyde de eşeysiz üreme görülür ve eşeysiz üremede mitoz bölünme rol alır.*
4. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	5	45	7	41	12	86
		%	1.88	16.92	3.45	20.20	2.56	18.34
	2	N	53	9	45	6	98	15
		%	19.92	3.38	22.17	2.96	20.90	3.20
	3*	N	143	4	97	4	240	8
		%	**53.76**	1.50	**47.78**	1.97	**51.17**	1.71
	4	N	7	0	3	0	10	0
		%	2.63	0	1.48	0	2.13	0
	Toplam	N	208	58	152	51	360	109
		%	78.20	21.80	74.88	25.12	76.76	23.24

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 15:

Bu soruda kız öğrencilerin % 66.17'si, erkek öğrencilerin ise % 70.44'ü doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.15).

Bu soruda kız ve erkek öğrencilerde kayda değer oranda kavram yanılgısı görülmemiştir.

Tablo 4.2.15. Öğrencilerin 15. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

I- İnsan yumurtalık hücresi **II-** İnsan yumurta hücresi

Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur.

A. Doğru
B. Yanlış*

Çünkü,

1. Her iki hücrede haploittir ve haploit hücreler homolog kromozomlar bulundurmazlar.
2. Her iki hücre de diploittir ve yalnızca diploit hücreler homolog kromozomlar bulundururlar.
3. **Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde homolog kromozomlar bulunmaz.***
4. Homolog kromozomlar yalnızca mayoz sonucu oluşan hücrelerde görülür.
5. Somatik hücreler homolog kromozomları bulundurmazlar.
6. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A	B*	A	B*	A	B*
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	15	0	9	0	24
		%	0	5.64	0	4.43	0	5.12
	2	N	20	0	18	0	38	0
		%	7.52	0	8.87	0	8.10	0
	3*	N	0	176	0	143	0	319
		%	0	**66.17**	0	**70.44**	0	**68.02**
	4	N	13	23	6	15	19	38
		%	4.89	8.65	2.96	7.39	4.05	8.10
	5	N	0	12	0	7	0	19
		%	0	4.51	0	3.45	0	4.05
	6	N	0	7	0	5	0	12
		%	0	2.63	0	2.46	0	2.56
	Toplam	N	33	233	24	179	57	412
		%	12.41	87.59	11.82	88.18	12.15	87.85

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Soru 16:

Bu soruda kız öğrencilerin % 35.34'ü, erkek öğrencilerin ise % 28.57'si doğru cevap çiftini gösterebilmişlerdir (Tablo 4.2.16).

Kız Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bitkiye ait dişi gametofit ve erkek bal arısı; bu organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi yanlıştır, çünkü erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir (% 24.81).

- "Bir bitkiye ait dişi gametofit ve erkek bal arısı; bu organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi doğrudur, çünkü kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur (% 11.28).

Erkek Öğrencilerde Yaygın Kavram Yanılgıları

- "Bir bitkiye ait dişi gametofit ve erkek bal arısı; bu organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi yanlıştır, çünkü erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir (% 32.02).
- "Bir bitkiye ait dişi gametofit ve erkek bal arısı; bu organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır" ifadesi doğrudur, çünkü kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur (% 10.34).

Tablo 4.2.16. Öğrencilerin 16. Soruya Verdikleri Cevabın Cinsiyete Göre Dağılımı

I- Bir bitkiye ait dişi gametofit II- Erkek bal arısı

Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır.

A. Doğru*
B. Yanlış

Çünkü,

1. Bütün çok hücreli canlılarda gamet oluşumu yalnızca mayozla olur.
2. Kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur.
3. Erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir.
4. Arı diploit bir canlıdır ve gametlerini mayozla oluşturur. Bitkiler ise mitozla çoğalabilirler.
5. Her iki canlı da diploittir ve diploit canlılar gametlerini mayoz bölünme ile oluştururlar.
6. **Her iki canlı da haploittir ve gametlerini mitozla oluştururlar.***
7. _____.

Grup			**KIZ N = 266**		**ERKEK N = 203**		**Toplam N = 469**	
Birinci Aşama			A*	B	A*	B	A*	B
İkinci Aşama (Gerekçe)	1	N	0	22	0	11	0	33
		%	0	8.27	0	5.42	0	7.04
	2	N	30	6	21	6	51	12
		%	11.28	2.26	10.34	2.96	10.87	2.56
	3	N	6	66	3	65	9	131
		%	2.26	24.81	1.48	32.02	1.92	27.93
	4	N	0	15	0	17	0	32
		%	0	5.64	0	8.37	0	6.82
	5	N	0	17	0	13	0	30
		%	0	6.39	0	6.40	0	6.40
	6*	N	94	0	58	0	152	0
		%	**35.34**	0	**28.57**	0	**32.41**	0
	7	N	7	3	5	4	12	7
		%	2.63	1.13	2.46	1.97	2.56	1.49
	Toplam	N	137	129	87	116	224	245
		%	51.50	48.50	42.86	57.14	47.76	52.24

***** Doğru cevap ve doğru gerekçe

Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının cinsiyetlerine göre dağılımından ortaya çıkan puanlar t testi ile değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Tablo 4.2.17. Öğrencilerin Cinsiyetleri ile Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Cinsiyet	**N**	**X**	**S.S.**	**-t-**	**P**
Kız	266	9.26	2.27	0.467	0.013
Erkek	203	8.72	2.41		

Öğrencilerin cinsiyetlerine göre kavram yanılgılarını test amacıyla bağımsız t testi tekniği uygulanmıştır. Yapılan istatistiksel analize göre; öğrencilerin cinsiyetlerine göre kavram yanılgılarının puan ortalaması arasında dikkate değer bir fark ortaya çıkmamıştır.

5. TARTIŞMA

Üniversite fen bilimleri öğrencileri hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kavram yanılgılarına sahiptirler. İlköğretim yıllarında fen eğitimi almış, lise yıllarında biyoloji dersini almış ve halen üniversite eğitiminde genel biyoloji dersi almakta olan bu fen öğrencilerinde kavram yanılgılarının bulunuyor olması kavram yanılgılarının değişime dirençli, güçlü ve kararlı olduklarını göstermektedir. Öğrencilerdeki kavram yanılgıları tamamıyla ortadan kaldırılamasa da çeşitli yollarla en aza indirilmesine çalışılmalıdır. Öğrencilerde tespit edilen kavram yanılgılarının telafi edilmediği takdirde birey tarafından diğer öğrenmelerini de etkileyecek şekilde ömür boyu sürdürülmesi hatta etkileşim halinde olduğu diğer bireylere aktarması muhtemeldir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, bu konu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmaların (Atılboz 2004, Tatar ve Koray 2005, Smith ve Kindfield 1999, Yeşilyurt ve Kara 2007, Öztaş, Özay, Öztaş 2003, Efe 2002) bulguları ile çelişmemekte, aksine onları destekler niteliktedir. Çalışmamızın bulgularına göre üniversite fen bilimleri öğrencileri hücre bölünmelerinin farklı safhalarındaki kromozomal DNA miktarı ve kromozom sayısı, haploit ve diploit hücre çeşitleri ile bu hücrelerin içerdiği kromozom setleri, mitoz ve mayoz bölünmenin görüldüğü hücre tipleri, kromozom-kromatit ilişkisi konularıyla ilgili kavram yanılgılarına sahiptirler.

Geliştirmiş olduğumuz kavram yanılgı teşhis testi hücre bölünmelerinin farklı safhalarındaki kromozom sayısı ve kromozomal DNA miktarı ile ilgili olarak 6 adet soru içermektedir. Bu sorulardan elde ettiğimiz bulgulara göre öğrenciler bir hücrenin hayat döngüsünün farklı safhalarında içerdiği kromozomal DNA miktarı ve kromozom sayısı ile ilgili kavram yanılgılarına sahiptirler. Öğrencilerin çoğu mitotik hücre döngüsünde DNA replikasyonu ile birlikte DNA miktarının arttığını bilmektedirler. Ancak bu öğrencilerin bir bölümü "kromozomal DNA miktarının interfazda iki katına çıkıp anafazda yarıya indiğini (% 21.96)", bir bölümü de "kromozomal DNA miktarının profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıktığını (% 20.47)" düşünmektedirler. Öğrenciler kromozom sayısıyla ilgili olarak da dikkate değer bir oranda şu kavram yanılgılarına sahiptirler: "kromozom sayısı interfazda iki

katına çıkar ve bu sayı sitoplazma bölününceye kadar değişmez", "mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin içerdiği sayı ile aynıdır", "kromozom sayısı anafaz safhasında yarıya iner". Öğrencilerin % 21.11'i homolog kromozomların mayoz bölünmenin ilk aşamasında ayrıldığını ancak ikinci aşamada bu kromozomların aynen yeni hücrelere aktarıldıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuç öğrencilerin mayoz II safhasında gerçekleşen kardeş kromatit ayrılmasını göz ardı ettiklerini ortaya koymaktadır. Öğrencilerden bir kısmı ise (% 16.63) mayoz bölünmede hem homolog kromozomların hem de kardeş kromatitlerin ayrıldığını ve böylece mayoz bölünmede kromozom sayısının iki defa yarıya indiğini ifade etmişlerdir. Homolog kromozomlarla ilgili başka bir sorudan elde edilen bulgulara göre ise bazı öğrenciler homolog kromozomların mitozda görüldüğünü düşünmektedirler. Atılboz (2004)'un hücre bölünmeleri ile ilgili olarak tespit etmiş olduğu öğrenci kavram yanılgılarından bir kısmı bizim yukarıda bahsettiğimiz kavram yanılgıları ile benzerdir. Atılboz'un çalışmasında yer ve alan bizim sonuçlarımızla benzerlik gösteren öğrenci ifadeleri şunlardır: "mitoz bölünmenin profaz safhasındaki hücre ile yavru hücrenin kromozom yapısı aynıdır", "mitoz metafazında homolog kromozom çiftleri ekvatorda dizilir", "kromozom ve kromatit sayısı birbirine eşittir". Aynı araştırmacı "mayoz bölünmenin anafaz II safhasında kromozom sayısı sabit kalır" diye ifade ettiği kavram yanılgısının öğrencilerde önemli oranda görüldüğünü belirtmiştir. Biz de 3. soruda öğrencilerin mitozun anafazında kromozom sayısının durumu ile ilgili düşüncelerini sorduk. Bu soru öğrencilerin en az doğru cevap vermiş oldukları sorudur. Atılboz'un ve bizim bulgularımızdan elde ettiğimiz sonuçlarda öğrencilerin hem mayoz bölünmede hem de mitoz bölünmede eşlenmiş haldeki kromatitlerin anafazda ayrılarak, ayrılan kromatitlerden her birinin ayrı bir kromozom olarak kabul edildiğini göz ardı ettikleri görülmektedir.

Çalışmamızda, 11. sorudan elde ettiğimiz bulgulara göre öğrencilerin % 11.73'ü "diploit olan bütün hücrelerde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir" şeklindeki görüşe sahiptirler. Öğrencilerin bir kısmı mayoz bölünmenin yalnızca haploit hücrelerde bir kısmı ise bütün diploit hücrelerde görülebileceğini ifade etmişlerdir. Homolog kromozomlar ve gözlenebildikleri hücrelerle ilgili öğrencilere yönelttiğimiz bir diğer soruda ise öğrencilerin % 10'undan fazlası

homolog kromozomların yalnızca mayoz sonucunda oluşan hücrelerde görüldüğü şeklinde açıklama yapmıştır. Yeşilyurt ve Kara'nın 2007 yılında yaptıkları çalışmadan elde ettikleri sonuçlar ile bizim bulgularımız paraleldir. Bu araştırmacılar çalışmalarında lise 1. sınıf öğrencilerinin "somatik dokularda bütün hücre bölünmeleri görülebilir" yanılgısına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Dikmenli ve ark. (2005), genel biyoloji konuları ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada örneklemdeki öğretmenlerin bir kısmının "mayoz bölünme sonucunda diploit bir hücreden, dört haploit hücre oluşur çünkü kromozom replikasyonu olmaz, iki çekirdek bölünmesi sonucu kromozomlar dört hücreye dağıtılır" şeklindeki kavram yanılgısına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Elde edilen bu kavram yanılgısı bizim 10. sorudan elde ettiğimiz sonuçlarla benzerdir. Bu soruda öğrencilere mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu olmadığı ifadesini sunduk ve öğrencilerin 159 öğrenci bu ifadenin yanlış olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin %10'undan fazlası mayoz bölünmede DNA replikasyonunun iki defa gerçekleştiğini, % 20'den fazlası ise mayoz bölünmede DNA replikasyonunun yalnızca mayoz II'den önce olduğunu düşünmektedir. Biyoloji öğretmenleri ve üniversite öğrencilerinde yapılan çalışmalardaki bu ortak nokta öğretmenlerdeki kavram yanılgılarının da öğrencilere aktarılabileceğinin bir göstergesidir.

Öğrencilerin bir bölümü mayoz I sonucu oluşan hücrelerle ilgili olarak kendilerine sorulan 2. soruya yanlış cevap verirken doğru gerekçe belirtmişlerdir. Bu çelişki öğrencilerin kardeş kromatit ve homolog kromozom kavramlarına ezber bilgi olarak sahip olmalarından ve bu kavramları şekil olarak ifade edildiklerinde tanıyamamalarından kaynaklanmaktadır. Benzer bir durum 8. soruda görülmektedir. Homolog kromozomların kutuplara çekilmekte olduğu bir hücre şeklinin verildiği soruda öğrencilerin % 14.93'ü bu hücrenin mitoz bölünme geçirdiğini % 16'dan fazlası ise bu hücrede kardeş kromatitlerin karşılıklı kutuplara çekildiğini belirtmiştir. Brown da (1990) mayoz bölünme ile ilgili model üzerinde yapılandırdığı araştırmasında öğrencilerin kromatitleri içeren duplike olmuş kromozomları göstermekte yetersiz olduklarını vurgulamıştır. Öğrencilerin model geliştirmelerine dayalı olarak yapılan başka bir çalışmada da kromozom yapısı ve kromozom davranışları ile ilgili kavram yanılgılarının varlığından söz edilmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin şekil üzerinde eşlenmiş kromatitleri gösteremedikleri ancak oluşan yeni

hücrelerde kromatitlerin ayrılmasıyla bu hücrelere aktarılan kromozomları gösterdikleri bildirilmiştir (Stewart, Hafner, Dale 1990). Öğrenciler her ne kadar kromozomların başlangıçta eşlenmiş kromatitlerden oluştuğunu ifade etseler de elde ettiğimiz bu sonuçlar öğrencilerin kromozom-kromatit ilişkisi, homolog kromozomlar ve kardeş kromatitlerin ayrılması konularında bilimsel gerçeklerle çelişen düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir.

Adıgüzel (2006), ilköğretim öğrencilerinde hücre bölünmeleri üzerine yaptığı çalışmada öğrencilerde mayoz sonucu oluşan hücrelerle ilgili olarak kavram yanılgısına sahip olmadıklarını belirtmiştir. Halbuki biz, üniversite öğrencilerine yönelttiğimiz mayoz bölünmenin görüldüğü hücre türleri ile ilgili soruda öğrencilerin kavram yanılgılarının varlığını tespit ettik. Çalışmalar arasındaki bu farklılık muhtemelen kullanılan yöntemin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bahsedilen çalışmada öğrenci kavramları çoktan seçmeli sorular ile tespit edilmiş bir de her sorunun arkasından öğrencilere verdikleri cevaptan ne derece emin oldukları sorulmuştur ve öğrencilerin doğru cevap oranlarına göre kavram yanılgıları belirlenmiştir. Bu durum öğrencilerin doğru cevapladıkları soruların gerekçelerini yanlış şekilde ifade edebileceklerini göstermektedir.

Ayrıca hücre bölünmeleri ile ilgili daha önceki araştırmalardan farklı olarak yaptığımız bu çalışmada öğrencilerin bakteri bölünmesi, çok hücreli haploit bireylerin gamet oluşturmasında mitozun rolü, hücre bölünmeleri sırasında organellerin durumu konularında da kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız iki aşamalı çoktan seçmeli test yöntemi kavram yanılgılarının belirlenmesinde tek aşamalı çoktan seçmeli testlere göre daha sağlıklı sonuçlar elde etmemizi sağlamıştır. Bu yöntem solunum ve fotosentez (Haslam ve Treagust 1987, Treagust 1988), osmoz ve difüzyon (Odom ve Barrow 1995), gaz değişimi ve solunum (Mann ve Treagust 1998) ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi amacıyla yapılan daha önceki çalışmalarda da başarıyla kullanılmıştır. Bu test formatı, bireylerdeki kavram yanılgılarının teşhis edilmesinde harcanan zaman ve masrafın en aza indirilmesini sağlamaktadır. Biyoloji ile ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesinde iki aşamalı çoktan seçmeli testlerin daha kullanışlı ve güvenilir olduğu yaptığımız bu çalışmada da gösterilmiştir.

Hücre bölünmeleri ile ilgili olarak daha önce yapılmış olan çalışmalar ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite düzeyinde öğrencilerin bu konuyla ilgili kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermektedir (Smith 1991, Lewis ve Wood-Robinson 2000, Efe 2002, Atılboz 2004, Tatar ve Koray 2005, Yeşilyurt ve Kara 2007). Bu kavram yanılgılarına eğitimin hemen her aşamasında rastlanılıyor olması tespit edilerek giderilmeyen kavram yanılgılarının ne kadar kararlı bir şekilde bireyde devam ettiğinin bir kanıtıdır. Literatürden ve kendi çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar öğrencilerin hücre bölünmeleri sürecini yeterince anlayamadıklarını göstermektedir.

Kavram yanılgılarını giderebilmenin ilk yolu bu kavram yanılgılarının farkında olmaktır. Bu yanılgıları tespit edebilmek üzere şunlar önerilebilir: Öğretmenler, öğrencilerdeki kavram yanılgılarını belirleyebilmek için, bu alanda uzmanlar tarafından geliştirilen güvenirliği ispatlanmış testleri sınıflarındaki öğrencilere uygulayabilirler. Bunun yanı sıra, öğretmenler öğrencileri ile karşılıklı görüşmeler yolu ile veya açık uçlu sorular sormak suretiyle öğrencilerin düşüncelerini öğrenebilirler. Öğrenciler üzerindeki kavram yanılgılarını belirledikten sonra, bu yanılgıları gidermeye yönelik değişik öğretim metotları uygulanmalıdır. Kavram haritaları ve kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerdeki kavram yanılgılarının giderilmesinde geleneksel öğretim yöntemlerinden daha etkili olduğu bulunmuştur (Yılmaz, Tekkaya, Geban, Özden 1999). Biyoloji derslerinde, kavramlar arasında ilişki kurulması gereken kısımlar öğretmenler tarafından vurgulanmalı ve öğretmenler öğrencilere gerekli zamanı tanımalıdırlar.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız bu araştırmada amacımız üniversitede fen bilimleri alanında öğrenim gören öğrencilerde var olan kavram yanılgılarını tespit etmekti. Tespit amacıyla hücre bölünmeleri konusu ile ilgili 16 sorudan oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli bir teşhis testi kullanılmıştır. Test Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan fen bilimleri öğrencilerine uygulanmıştır. Test sonuçları değerlendirilmiş ve bulgular ortaya konulmuştur. Bu değerlendirme sonucunda testin uygulandığı öğrencilerde hücre bölünmeleri konusu ile ilgili kavram yanılgılarının bulunduğu görülmüştür.

Öğrencilerde bulunan bu kavram yanılgılarının sebepleri genel biyoloji dersinde ve liselerde biyoloji dersinde kaynak olarak kullanılan kitaplar, üniversite ve liselerde uygulanan öğretim metotları olabilir. Dahası öğrencilerdeki bu kavram yanılgıları ilköğretim veya ortaöğretimin ilk yıllarında kazanılmış yanlış anlamaların uzun yıllar boyunca değişmeden kalması sonucu ortaya çıkmış olabilir. Çünkü tekrar tekrar ifade edildiği gibi kavram yanılgılarının tespiti güçtür ve değişime karşı dirençlidirler. Kalıtımla ilgili çalışma yapan birçok araştırmacı hücre bölünmeleri konusu hakkında yeteri kadar doğru bilgiye sahip olmayan öğrencilerin genetikle ilgili konuları anlamakta ve bu konuyla ilgili problemleri çözmekte güçlük çektiklerini ifade etmektedir. Hücre bölünmeleri biyolojinin diğer birçok konusunu anlayabilmek için doğru bir şekilde yapılandırılması gereken konulardan birisidir.

Bu sebeple derslerde okutulacak olan ders kitaplarında tanımlanan kavram yanılgıları, derslerin başlangıcında bireylerin dikkatine sunulmalı ve bertaraf edilmelidir. Bu işlem her konunun başında tekrar edilmelidir. Öğretmenler kavram yanılgılarını öğrencilerle tartışmalı ve onlara anlatmalıdırlar. Öğrenciler kavram yanılgılarının niçin geçerli olmadığı ve bunların reddedilmesi hususunda yeterli derecede ikna edilmelidirler. Öğretmenler kavram yanılgılarının bilimsel geçerliliği olan bilgilere dönüştürülmesinde öğrencilere yardımcı olmalıdırlar. Başarılı bir ilerlemeden emin olmak için eğitim fakültelerinde ders kitabı içerik analizi teknikleri üzerinde daha fazla durulmalıdır. Gerekli donanımlara sahip olan öğretmenlerin ders kitaplarında yer alan veya öğrencilerinde bulunan kavram yanılgılarını tespit ve telafi

edebilmeleri mümkün olacaktır. Hem lise düzeyindeki hem de üniversite düzeyindeki biyoloji kaynak kitapları öğrencilerin konuları anlamalarını engelleyen veya zorlaştıran çelişkili bilgi ve kavramlar içermemelidir. Biyoloji ders kitapları öğrencilerin gerçek bilgiyi anlamalarına yardımcı bir rehber olacak şekilde düzenlenmelidir. Bu sebepten dolayı ders kitapları hazırlanırken, öğretim açısından ders kitaplarının bilgi verme, planlı öğretim ve rehberlik olmak üzere 3 temel rolü dikkate alınmalıdır.

Kavram yanılgılarını tespit ve teşhis yöntemi olarak testler, mülakatlar, kavram haritaları kullanılmaktadır. Testler tek aşamalı veya iki aşamalı, çoktan seçmeli veya açık uçlu sorulardan ya da doğru-yanlış sorularından oluşabilmektedir. İlköğretim, ortaöğretim ve yüksek öğretimde bu yöntemler kullanılarak öğrenciler kavram yanılgıları hususunda bilgilendirilmeli ve kavram yanılgıları giderilmelidir.

Mülakatlar kavram yanılgılarının belirlenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptirler. Ancak kullanım açısından bazı sınırlılıkları vardır. Bunlar; mülakatların gerçekleştirilmesi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulması, pek çok eğitimcinin mülakat gerçekleştirme, kaydetme, kayıtları yazıya dökme ve bulguları yorumlamayla ilgili tecrübesinin ve eğitiminin olmaması şeklinde ifade edilebilir. Mülakatların bu sınırlılıklarının gündeme geldiği noktada çoktan seçmeli testler devreye girmektedir. İki aşamalı testlerin geliştirilmesi de oldukça fazla zaman ve emek istemektedir. Ancak test geliştirildikten sonra çoğaltılıp uygulanması ve analiz edilmesi oldukça hızlı olabilir.

Öğrencilerde kavram yanılgılarının oluşmasını önlemek için öğretim esnasında eğitimcilere büyük görevler düşmektedir. Öğretim sürecinde öğrencilere yapısalcı bir anlayış ile yaklaşılmalı, verilen bilgilerin birbirlerini doğrulayıcı, destekleyici ve kendi içlerinde de tutarlı mahiyette olmasına dikkat edilmelidir. Yapısalcı öğrenme teorisine göre bireylere verilmek istenen bilgileri önceden edinilmiş olan ön bilgilere uyumlu şekilde aktarmak lazımdır, ya da başka bir deyişle ön bilgilerin üzerine inşa edecekleri yeni bilgileri verimli bir şekilde öğrenebilmeleri için bireylerin ön bilgilerinde herhangi bir hata veya yanılgı bulunmamalıdır.

Öğretmenler özellikle hücre bölünmeleri konusunun öğretimi esnasında kavramları verirken bazı hususlarda azami dikkat göstermelidirler. Konu ile ilgili temel kavramların sıralı bir şekilde tek tek tanımlanmasından sonra kavramlar

arasındaki ilişkiler üzerinde durulmalı gerekli yerlerde kavram haritaları kullanılmalıdır. DNA, gen ve kromozom arasındaki fiziksel ilişki vurgulanmalı, kromozom davranışları ve genetik bilginin bu yolla aktarımı ile ilgili bilgiler gerekli durumlarda farklı materyallerle birlikte öğrenciye sunulmalıdır.

Bireylerin ön bilgilerindeki hatalar veya yanılgılar iki aşamalı çoktan seçmeli testlerle belirlenebilmektedir. Böylece tespit edilen kavram yanılgıları giderildikten sonra bireyler yeni bilgileri öğrenmeye elverişli duruma getirilmektedirler.

Bunların yanı sıra derslerde daha çok görsel ve uygulamalı öğretim tekniklerine yer verilmelidir. Bilindiği gibi biyoloji kavramlarının çoğu fizik ve kimya konularından farklı olarak herhangi kesin bir kurala bağlanamamaktadır. Biyoloji konularının büyük bir kısmı oldukça fazla soyut kavramlar içermektedir. Bu da bu dersin öğrencilere aktarılmasında sözlü anlatım tekniğinin kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Yalnızca sözlü antlım tekniğiyle öğrenciye sunulan konuların anlaşılması güç olmakla birlikte öğrenciler daha kendi bilişsel dünyalarında daha çok kavram yanılgısı oluşturabilmektedirler. Biyoloji konularında görülmeden veya uygulanmadan anlaşılması mümkün olmayan ya da yanlış yapılandırılması kuvvetle muhtemel olan birçok kavram bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı biyoloji derslerinde kullanılan materyallerin artırılması ve çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Derslerde kullanılan araç ve gereçler, diğer görsel öğeler, animasyonlar kavramların somutlaştırılmasında etkili olmaktadır.

Kavram yanılgı teşhis testleri aslında başarı testleri değildirler. Bu testlerin amacı öğrencileri sınamak değil, onların zihinsel modellerini netleştirmek ve yardım yollarını belirlemektir. Öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesinde ve giderilmesinde en büyük görev eğitimcilere düşmektedir. İki aşamalı çoktan seçmeli kavram yanılgı teşhis testleri eğitimcilere hem zaman hem de uygulama yönünden kolaylık sağlayacaktır. Eğitimcilerin öğrencilerin doğru zihinsel modeller geliştirmeleri ve doğru kavram yapıları oluşturmalarına yardımcı olabilmeleri onların var olan kavram yapılarını ne kadar bilindikleriyle yakından alakalıdır. Bu bakımdan kavram yanılgı teşhis yöntemleri muhakkak kullanılarak bilimsel geçerliliği olmayan düşünceler tespit edilmelidir.

KAYNAKLAR

Abimbola, I. O. and Baba, S. 1996. Misconceptions, Alternative Conceptions in Science Textbooks: The Role of Teachers As Filters. The American Biology Teacher, 58(1), 14–19.

Adıgüzel, R. 2006. 8. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Hücre Bölünmesi Konusundaki Kavram Yanılgıarının Belirlenmesi ve Kavram Yanılgıları Hakkında Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Ameh, C. and Gunstone, R. 1985. Teachers' Concepts in Science. Research in Science Education, 15, 159–165.

Amir, R. and Tamir, P. 1994. In-depth Analysis of Misconceptions As a Basis for Developing Research-Based Remedial Instruction: The Case of Photosynthesis. The American Biology Teacher, 56(2), 94–100.

Anderson, C. W. and Smith, E. L. 1983. Children's Perceptions and Content Area Textbooks. In Duffy, G., Roehler, L., Mason, L. (Eds.), *Comprehension* İnstruction: Perspectives and Suggestions (pp. 187–214). New York: Longman.

Arnaudin, M. W. and Mintzes, J. J. 1985. Students' Alternative Conceptions of The Human Circulatory Systems: A Cross-Age Study. Science Education, 69(5), 721–733.

Atılboz, N. G. 2004. Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3, 147–157.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. 1978. Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart, Winston.

Bacanlı, H. 2004. Gelişim ve Öğrenme. Nobel Yayınları, 8. baskı, Ankara.

Bahar, M. 2001. Çoktan Seçmeli Testlere Eleştirel Bir Yaklaşım ve Alternatif Metotlar. Kuramdan Uygulamaya Eğitim Bilimleri, 1(1), 25–38.

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. ve Aydın, F. 2002. Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Sera Gazları ve Global Isınma İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Hatalı Kavramlar. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (16-18 Eylül 2002 ODTÜ-Ankara) Bildiriler Kitabı, S. 46–51.

Barras, R. 1984. Some Misconceptions and Misunderstandings Perpetuated By Teachers and Textbooks of Biology. Journal of Biological Education, 18(3), 201–206.

Bishop, B. A. and Anderson, C. W. 1990. Student Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution. Journal of Research in Science Teaching, 27(5), 415–427.

Börü, S., Öztürk, E., Cavak, Ş. 2005. Lise Biyoloji 1. Milli Eğitim Bakanlığı Devlet Kitapları, Ankara.

Brown, C. R. 1990. Some Misconceptions in Meiosis Shown by Student Responding to Advenced Level Practical Examination in Biology. Journal of Biological Education, 24(4), 182–186

Brumby, M. N. 1984. Misconception About The Concept of Natural Selection by Medical Biology Student. Science Education, 68(4), 493–503.

Campbell, N. A. ve Reece, J. B. 2006. Biyoloji (6. baskıdan çeviri). Palme Yayıncılık, Ankara.

Chen, C. C., Lin, H. S., Lin, A. L. 2002. Developing a Two-Tier Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding – The Formation of Images by a Plane Mirror. Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D), 12(3), 106–121.

Cunningham, R. T. ve Turgut, M. F. 1996. İlköğretim Fen Bilgisi Öğretimi. Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi. S: 9.

Dikmenli, M., Çardak, O., Türkmen, L. 2002. İlköğretim Öğrencilerinin "Hayvanlar Alemi ve Sınıflandırılması" Kavramlarıyla İlgili Alternatif Kavramları. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (16-18 Eylül 2002 ODTÜ-Ankara) Bildiriler Kitabı, S. 304–309.

Dikmenli, M., Türkmen, L., Çardak, O. 2002. Üniversite Öğrencilerinin Biyoloji Laboratuarında Mikroskop Çalışmaları İle İlgili Alternatif Kavramları. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (16-18 Eylül 2002 ODTÜ-Ankara) Bildiriler Kitabı, S. 72–77.

Dikmenli, M., Türkmen, L., Çardak, O., Kurt, H. 2005. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bazı Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgılarının İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Bir Araç İle Belirlenmesi. DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 17, 365–370.

Dikmenli, M. ve Çardak, O. 2004. Lise 1 Biyoloji Ders Kitaplarındaki Kavram Yanılgıları Üzerine Bir Araştırma. Eğitim Araştırmaları, 17, 130–141.

Doğru, D. 2001. Canlılığın Temel Birimi Hücre Ünitesindeki Mitoz ve Mayoz Bölünme Kavramlarının Öğretiminde Rehber Materyallerin Geliştirilmesi ve Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi (Biyoloji Eğitimi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Driver, R. 1989. Students' Conceptions and The Learning of Science. International Journal of Science Education, 11, 481–490.

Driver, R. and Easley , J. 1978. Pupils and Paradigmas: A Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. Studies in Science Education, 5, 61–84.

Eaton, J. F., Anderson, C. W., Smith,E. L. 1983. When Students Don't Know They Don't Know. Science and Children, 20 (7), 7–9.

Efe, Ç. 2002. Üniversite 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmeleri İle İlgili Temel ve Yan Kavramları Öğrenmelerinde Hazır Bulunuşluk Düzeylerinin Rolü. Doktora Tezi (Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı), Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Eisen, Y. and Stavy, R. 1988. Students' Understanding of Photosyntesis. The American Biology Teacher, 50(4), 208–216.

Fisher, K. M. 1985. A Misconception in Biology: Amino Acids and Translation. Journal of Research in Science Teaching, 22 (1), 53–62.

Fisher, M. K., Lipson, J. I., Hildebrand, A. C., Miguel, L., Schoenberg, N., Porter, N. 1986. Student Misconceptions and Teacher Assupmtions in College Biology. Journal of College Science Teaching, 276–280.

Gallegos, L., Jerezano, M. E., Flores, F. 1994. Preconceptions and Relations Used by Children in The Construction of Food Chains. Journal of Research in Science Teaching, 31(3), 259–272.

Gayford, C. 1986. ATP: A Coherent View for School Advanced Level Studies in Biolgy. Journal of Biolgical Education, 20(1), 27–32.

Gilbert, J. K., Osborne, R. J., Fensham, P. J. 1982. Children' Science and Its Consequences for Teaching. Science Education, 66, 623–633.

Griffard, P. B. and Wandersee, J. H. 2001. The Two-Tier Instrument on Photosynthesis: What Does It Diagnose? International Journal of Science Education, 23(10), 1039–1052.

Hacling, M. W. and Treagust, D. F. 1984. Research Data Necessary for Meaningful Reviev of Grade Ten High School Gentics Curricula. Journal of Research in Science Theacing. 21(2), 197–209.

Haki, P. 2005. Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri İle İlgili Kavram Yanılgılarını Ölçmek Amacıyla Üç Basamaklı Bir Testin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Ankara (ODTÜ).

Haslam, F. and Treagust, D. F. 1987. Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photsynthesis and Respiration in Plants Using A Two Tier Multiple Choice Instrument. Journal of Biological Education, 21(3),203–211.

Hazel, E. and Prosser, M. 1994. First-Year University Students' Understanding of Photosynthesis, Their Study Strategies and Learning Context. The American Biology Teacher, 56(5), 274–279.

Heim, W. G. 1991. What Is Recessive Allele? The American Biology Teacher, 53(2), 94–97.

Kan, M. M. 2005. Biyoloji Öğretmenlerinin Genel Biyoloji Konuları ile İlgili Alternatif Kavramları. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Karataş, F. Ö., Köse, S., Coştu, B. 2003. Öğrenci Yanılgılarını ve Anlama Düzeylerini Belirlemede Kullanılan İki Aşamalı Testler. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 54–69.

Kinchin, I. M., David, B. H., Adams, A. 2000. How A Qualitative Approach to Concept Map Analysis Can Be Used to Aid Learning by Illustrating Patterns of Conceptual Development. Educational Research, 42 (1), 43–57.

Kindfield, A. C. H. 1994. Understanding A Basic Biological Process: Expert and Novice Models of Meiosis. Science Education, 78 (3), 255–283.

Köse, S. 2007. The Effects of Concept Mapping Instruction on Overcoming 9th Grade Students' Misconceptions About Diffusion and Osmosis. Journal of Baltic Science Education, 6(2), 16–25.

Köse, S. and Uşak, M. 2006. Determination of Prospective Science Teachers' Misconceptions: Photosynthesis and Respiration in Plants. Internatinal Journal of Environmental and Science Education, 1(1), 25–52.

Köse, S., Ayas, A., Taş, E. 2003. Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 106–112.

Krüger, D., Fleige, J., Riemeier, T. 2006. How to Foster an Understanding of Growth and Cell Division. Journal of Biological Education, 40(3), 135–140.

Lewis, J. and Wood-Robinson C. 2000. Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance – Do Students See Any Relationship? International Journal of Science Education, 22, 177–197.

Lewis, J., Leach, J., Wood-Robinson, C. 2000. Chromosomes: The Missing Link – Young People's Understanding of Mitosis, Meiosis and Fertilisation. Journal of Biological Education, 34(4), 189–199.

Lin, S-W. 2004. Development and Application of A Two-Tier Diagnostic Test for High School Students' Understanding of Flowering Plant Growth and Development. International Journal of Science and Mathematics Education, 2, 175–199.

Lyoyd, C. L. 1990. The Elaboration of Concepts in Three Biolgy Textbooks: Facilitatiting Student Learning. Journal of Research in Science Teaching, 27(10), 1019–1032.

Mann, M. and Treagust, D.F. 1998. A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conceptions of Breating, Gas Exchange and Respiration. Australian Science Teachers Journal, 44(2), 55–59.

Marbach-Ad, G. 2001. Attempting to Break The Code in Student Comprehension of Genetic Concepts. Journal of Biological Education, 35 (4),183–190.

McCloskey, M. 1983. Intuitive Physics. Scientific American, 248(4), 122–130.

Mintzes, J. J. 1984. Naive Theories in Biology: Children's Concepts of The Human Body. School Science and Mathematics, 84(7), 548–555.

Model, H., Michael, J., Wenderoth, M. P. 2005. Helping The Learner to Learn:The Role of Uncovering Misconceptions. The American Biology Teacher, 67(1), 20–26.

Nehm, R. H. and Reilly, L. 2007. Biology Majors' Knowledge and Misconceptions of Natural Selection. BioScience, 57(3), 263–272.

Novak, J. D. 1993. How do we learn our lesson? The Science Teacher, 60, 50–55.

Odom, A. L. and Barrow, L. H. 1995. Development and Application of A Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion and Osmosis After A Course of İnstruction. Journal of Research in Sience Teaching, 32(1), 45–61.

Osborne, R. J., Bell, B. F., Gilbert, J. K. 1983. Science Teaching and Children's Views of The World. European Journal of Science Education, 5, 1–14.

Özay, E. and Öztaş, H. 2003. Secondary Students' Interpretation of Photosynthesis and Plant Nutrition. Journal of Biological Education, 37(2), 69–76.

Öztaş, H. ve Öztaş, F. 1999. Farklı Seviyelerdeki Öğrencilerin Bazı Temel Biyoloji Terimlerini Kavrayabilme Yetenekleri. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 184–187.

Öztaş. H., Özay, E., Öztaş, F. 2003. Teaching Cell Division to Secondary School Students: An İnvestigation of Difficulties Experienced by Turkish Teachers. Journal of Biological Education, 38(1), 13–15.

Pines, A. and West, L. 1986. Conceptual Understanding and Science Learning: an Interpretation of Research Within A Sources of Knowledge Framework. Science Education, 70(5), 583–604.

Rowell, A. J., Dawson, C. J., Harry, L. 1990. Changing Misconceptions: A Challenge to Science Education. International Journal Science Education, 12(2), 167-175.

Sanders,M. 1993. Erroneous Ideas About respiration: The Teacher Factor. Journal of Research in Sience Teaching, 30(8), 919–934.

Sarıkaya, R., Selvi, M., Doğan Bora, N. 2004. Mitoz ve Mayoz Bölünme Konularının Öğretiminde Model Kullanımının Önemi. Kastamonu Eğitim Dergisi, 12(1), 85-88.

Sebitosi, E. K. 2007. Understing Genetics and Inheritance in Rural Schools. Journal of Biolojical Education, 41(2), 56–61.

Senemoğlu, N. 2003. Gelişim Öğrenme ve Öğretim. Gazi Kitabevi, Ankara.

Settlage, J. 1994. Conceptıon of Natural Selection: A Snapshot of The Sensemaking Process. Journal of Research in Science Teaching, 31(5), 449–457.

Sewell, A. 2002. Constructivism and Student Misconceptions. Why Every Teacher Needs to Know Them. Australian Science Teachers Journal, 48(4), 24–28.

Simpson, W.D. and Marek, E.A. 1988. Understanding and Misconceptions of Biology Concepts Held by Students Attending Small High Schools and Students Attending Large High Schools. Journal of Research in Science Teaching, 25, 361–374.

Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakülah, M. S., Aydın, H. 2006. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler, Enzimler ve Protein Sentezi ile İlgili Kavram Yanılgıları. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26(1), 1–16.

Smith, M.U. 1991. Teaching Cell Division: Student Difficulties and Teaching Recommendations. JCST, 28–33.

Smith, M.U. and Kindfield, A. C. H. 1999. Teaching Cell Division: Basics and Recommendations. The American Biology Teacher, 61(5), 366–371.

Songer, C. J. and Mintzes, J. J. 1994. Understanding Cellular Respiration: An Analysis of Conceptual Change in College Biology. Journal of Research in Science Teaching, 31 (6), 621–637.

Stewart, J. and Dale, M. 1989. High School Students' Understing and Teaching of Chromosome/Gene Behavior During Meiosis. Science Education, 73(4), 501–522.

Stewart, J., Hafner, B., Dale, M. 1990. Students' Alternate Views of Meiosis. The American Biology Teacher, 52(4), 228–232.

Storey, R. D. 1989. Textbook Errors and Misconceptions in Biology: Photosynthesis. The American Biology Teacher, 51(5), 271–274.

Storey, R. D. 1991. Textbook Errors and Misconceptions in Biology: Cell Metabolism. The American Biology Teacher, 53(5), 339–343.

Storey, R. D. 1992. Textbook Errors and Misconceptions in Biology: Cell Energetics. The American Biology Teacher, 54(3), 161–166.

Strike. K. A. and Posner, G. J. 1982. Conceptual Change and Science Teaching. European Journal of Science educatıon, 4, 231–240.

Sungur, S., Tekkaya, C., Geban, Ö. 2001. Lise Öğrencilerinin İnsanda Dolaşım Sistemi Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, 1–4.

Tan, K. C. D., Taber, K. S., Liu, X., Coll, R. K., Lorenzo, M., Li, J., Goh, N. K., Chia, L.S. 2008. Students' Conceptions of Ionisation Energy: A Cross-cultural Study. International Journal of Science Education, 30(2), 263–283.

Tatar, N. ve Koray, Ö. C. 2005. İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin "Genetik" Ünitesi Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. Kastamonu Eğitim Dergisi 415–426

Tekkaya, C. 2002. Biyoloji Kavramlarının Anlaşılmasında Kavram Yanılgısı Etmeni. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 259–266.

Tekkaya, C. 2003. Remediating High School Students' Misconceptions Concerning Diffusion and Osmosis through Concept Mapping and Conceptual Change Text. Research in Science & Technological Education, 21(1), 5–16.

Tekkaya, C. ve Balcı, S. 2003. Öğrencilerin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 101–107.

Temelli, A. 2006. Lise Öğrencilerinin Genetikle İlgili Konulardaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. Kastamonu Eğitim Dergisi, 14(1), 73–82.

Treagust, D. F. 1988. Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptıons in Science. Internatıonal Journal of Science Education, 10(2), 159–169.

Türkmen, L., Çardak, O., Dikmenli, M. 2002. Lise Öğrencilerinin Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılması Konusunda Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (16-18 eylül 2002 ODTÜ-Ankara) Bildiriler Kitabı, S. 155–159.

Ülgen, G. 2004. Kavram Geliştirme. Nobel Yayınları, 4. Baskı, Ankara.

Ünal, S., Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K. 2006. A Review of Chemical Bonding Studies: Needs, Aims, Methods of Exploring Students' Conceptions, General Knowledge Claims and Students' Alternative Conceptions. Research in Science & Technological Education, 24(2), 141–172.

Wandersee, J. H. and Mintzes, J.J., Novak, J.D. 1994. Research on Alternative Conceptions in Science. In D.L. Gabel (Ed.), Handbook of Research on Science Teaching and Learning. (pp. 177-210). New York: Macmillan.

Wang, J-U. 2004. Development and Validation of A Two-Tier Instrument to Examine Understanding of Internal Transport in Plants and The Human Circulatory System. International Journal of Science Education, 2, 131–157.

West, L. H. T. and Pines, A. L. 1985. Cognitive Structure and Conceptual Change. Orlando, FL: Academic Press.

Westbrook, S. L. and Marek, E. A. 1991. A Cross-age Study of Student Understanding of The Content of Diffusion. Journal of Research in Science Teaching, 28(8), 649–660.

Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. 2003. Fen Öğretiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13, 102–120.

Yen, C-F., Yao, T-W., Chiu, Y-C. 2004. Alternative Conception Focusing on Amphibians and Reptiles: A Cross-age Study. International Journal of Science and Mathematics Education, 2, 159–174.

Yeşilyurt, S. ve Kara, Y. 2007. The Effects of Tutorial and Edutainment Software Programs on Students' Achievements, Misconceptions and Attitudes Towards Biology on The Cell Division Issue. Journal of Baltic Science Education, 6(2), 5–15.

Yıldırım, O., Nakiboğlu, C., Sinan, O. 2004. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Difüzyon ile İlgili Kavram Yanılgıları. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(1), 79–99.

Yılmaz, Ö., Tekkaya, C., Geban, Ö., Özden, Y., 1999. Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Hücre Bölünmesi Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Giderilmesi. III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiri Kitabı, s:187–193.

Yürük, N. ve Çakır, Ö. S. 2000. Lise Öğrencilerinde Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Görülen Kavram Yanılgılarının Saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 185–191.

EKLER

EK-A

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

Bölüm: Öğrenci İşleri
Sayı : B.30.2.SEL.0.36.00.00-360/ 546
Konu :

Konya 15 / 05/ 2008

Sayın
Yrd. Doç. Dr. Esra MARTİN
Öğretim Üyesi

İLGİ : 01.05.2008 tarihli dilekçeniz.

Danışmanlığını yürüttüğünüz Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi 05802011001 no'lu Ayşe ÖZDEMİR'in "Üniversite Öğrencilerindeki Hücre Bölünmeleri İle İlgili Kavram Yanılgılarının İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Bir Test İle Belirlenmesi" konulu yüksek lisans tezi anket çalışmasını Fakültemiz Biyoloji, Fizik, Kimya ve Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalları 1.sınıf öğrencilerine uygulama isteği şahsen olmak kaydıyla Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Musa GÜRSEL
Dekan

Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Meram Yeni Yol/KONYA Tel : 0.332. 323 82 20 / 24 (5 Hat) Fax : 0.332. 323 82 25
Web : egitim.selcuk.edu.tr **E-posta :** egitim@selcuk.edu.tr

EK-B

Group Statistics

	CINSIYET	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
TOPLAM	erkek	203	8,7241	2,40724	,16896
	kız	266	9,2632	2,27171	,13929

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
TOPLAM	Equal variances assumed	,545	,461	-2,481	467	,013	-,5390	,21727	-,96596	-,11208
	Equal variances not assumed			-2,462	421,480	,014	-,5390	,21897	-,96942	-,10862

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
VAR00001	469	,00	1,00	,3433	,47531
VAR00002	469	,00	1,00	,4478	,49779
VAR00003	469	,00	1,00	,2239	,41729
VAR00004	469	,00	1,00	,6205	,48579
VAR00005	469	,00	1,00	,6311	,48301
VAR00006	469	,00	1,00	,5224	,50003
VAR00007	469	,00	1,00	,7719	,42008
VAR00008	469	,00	1,00	,7548	,43067
VAR00009	469	,00	1,00	,5458	,49843
VAR00010	469	,00	1,00	,5970	,49102
VAR00011	469	,00	1,00	,7228	,44809
VAR00012	469	,00	1,00	,8294	,37654
VAR00013	469	,00	1,00	,4691	,49958
VAR00014	469	,00	1,00	,5288	,49970
VAR00015	469	,00	1,00	,6972	,45995
VAR00016	469	,00	1,00	,3241	,46854
Valid N (listwise)	469				

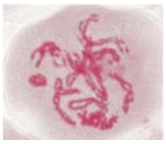
EK-C

Değerli öğrenciler, aşağıda 16 adet iki aşamalı sorular bulunmaktadır. Birinci aşamaya cevap verdikten sonra cevabınızın gerekçesini ikinci aşamada size en uygun gelen seçenekte işaretleyiniz. Eğer ikinci aşamada size uygun gelen bir seçenek yoksa boş bırakılan son seçeneğe kendi cevabınızı açıklayabilirsiniz. Lütfen sorulara bildiğiniz kadarıyla cevap veriniz. Bu testin amacı sizin başarınızı ölçmek değildir.

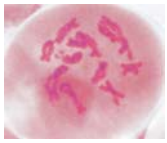
Adı ve Soyadı: …….. **Yaşı:** ……..

Sınıfı: ……. **Cinsiyeti: Kız ( ), Erkek ( )**

(1)



X Hücresi Profaz



Y Hücresi Profaz



Z Hücresi Anafaz

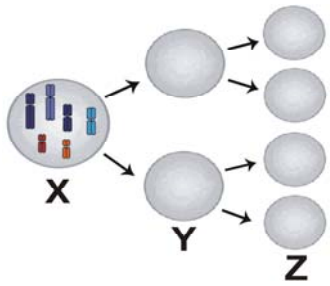
Yukarıda bir bitkinin meristem dokusuna ait üç ayrı hücrenin mitoz safhaları görülmektedir. Bu hücrelerin her üçündeki kromozomal DNA miktarı aynıdır.

A- Doğru
B- Yanlış

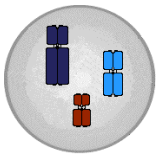
Çünkü,

1. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı sabit kalır.
2. Mitoz bölünmede farklı safhalardaki kromozomal DNA miktarı da farklıdır.
3. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı profaz safhasının sonuna doğru iki katına çıkar ve mitoz bölünme sonuna kadar bu miktarı değişmez.
4. Bir hücredeki kromozomal DNA miktarı interfazda iki katına çıkar ve anafazda yarıya iner.
5. Mitotik hücre döngüsünde kromozomal DNA miktarı hiçbir safhada değişmez.
6. _____.

(2)



Şekil 1



Şekil 2

Şekil 1'de 2n = 6 diploit kromozom sayısına sahip bir organizmanın eşey ana hücresi olan X hücresi görülmekte olup bu hücre mayoz bölünme geçirmektedir. Bu bölünme sonucu oluşan Z hücresi ise Şekil 2'deki gibidir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Mayoz bölünmede kromozom sayısı değişmeden kalır.
2. Mayoz bölünmede hem homolog kromozomlar hem de kardeş kromatitler ayrılır ve kromozom sayısı iki defa yarıya iner.
3. Mayoz bölünmede önce homolog kromozomlar sonra da kardeş kromatitler ayrılarak kromozom sayısı yarıya inmiş olur.
4. Mayoz bölünmenin birinci aşamasında homolog kromozomlar ayrılır ve ikinci aşamada bu kromozomlar aynen yeni hücrelere aktarılırlar.
5. _____.

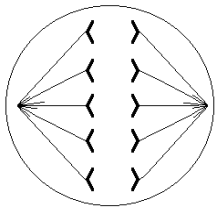
(3) Bir insanın kemik iliği hücresi mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin anafaz safhasında sahip olduğu kromozom sayısı 92'dir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin bütün safhalarında kromozom sayısı sabittir ve ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır.
2. Kromozom sayısı mitoz bölünmenin anafaz safhasında yarıya iner.
3. Anafazda kardeş kromatitler ayrılır ve her bir kromatit artık bir kromozom sayılır.
4. Kromozom sayısı interfazda iki katına çıkar ve bu sayı mitozun bütün safhalarında korunur.
5. Anafazdan önce kromozom sayısı iki katına çıkar ancak anafazda sitoplazma bölünmesiyle beraber bu sayı yarıya iner.
6. _____.

(4)



Yanda diploit kromozom sayısı 2n = 10 olan bir organizmaya ait hücre görülmektedir. Bu hücre mitoz bölünmenin anafaz safhasını temsil etmektedir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Mitoz bölünmenin anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 10 kromozomlu hücreler oluşur.
2. II. Mayozun anafaz evresinde kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilirler ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
3. Kardeş kromatitler mitozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
4. Kardeş kromatitler mayoz bölünmede değil, mitoz bölünmede ayrılırlar.
5. Homolog kromozomlar I. Mayozun anafazında ayrılırlar ve sonuçta 5 kromozomlu hücreler oluşur.
6. _____.

(5) Diploit kromozom sayısı 2n = 6 olan bir hayvansal hücre mitoz bölünme geçirmektedir. Bu hücrenin profaz safhasındaki kromozom sayısı 12'dir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. İnterfazda DNA eşlenir, kromozom sayısı iki katına çıkar ve profazda da bu sayı aynıdır.
2. Profazda DNA eşlenir ve dolayısıyla kromozom sayısı da iki katına çıkar.
3. Profaz mitoz bölünmenin dinlenme ve hazırlık evresidir ve kromozom sayısı henüz iki katına çıkmamıştır.
4. Profazda kardeş kromatitler henüz ayrılmamıştır ve kromozom sayısı ana hücrenin kromozom sayısı ile aynıdır.
5. Bir hücredeki kromozom sayısı mitoz bölünmenin bütün safhalarında aynıdır.
6. _____.

(6) **I-** Golgi aygıtı **II-** Mitokondri

Mitoz bölünme geçirmekte olan bir insan deri hücresinde metafaz safhasında, yukarıdaki organellerden her ikisi de gözlenebilir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Mitoz bölünme sırasında bütün organeller eriyerek kaybolur.
2. Mitoz bölünme sırasında gerekli enerji sitoplazmadaki glikoliz reaksiyonları sonucu elde edilir ancak enzim ihtiyacı devam ettiği için yalnızca golgi varlığını bölünme boyunca sürdürür.
3. Bölünme sırasında bütün zarlı organeller eriyerek kaybolur ancak enerji ihtiyacı devam ettiğinden dolayı yalnızca mitokondri sürekli gözlenebilir.
4. Bölünme sırasında iğ ipliklerinin teşekkülünde golgiye ihtiyaç olduğundan dolayı yalnızca bu organel sürekli olarak gözlenebilir.
5. Devam eden enzim gereksinimi için golgiye, bölünme sırasında gerekli olan enerjiyi karşılamak için de mitokondriye ihtiyaç vardır.
6. Bölünme için gerekli bütün maddeler ve enerji interfazda hazırlanır ve bölünme sırasında herhangi bir organele ihtiyaç duyulmaz.
7. _____.

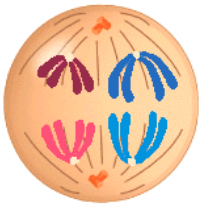
(7) Bir interfaz hücresinde sentrioller,

A- Çekirdekte bulunur
B- Sitoplazmada bulunur

Çünkü,

1. Sentrioller sentrozomu oluşturan yapılardır ve sentrozom daima sitoplazmada bulunurlar.
2. Mitoz bölünme hücrenin çekirdeğinde gerçekleşir ve sentrioller de çekirdekte bulunur.
3. Sentrioller interfaz evresinde çekirdekte bulunurlar ancak bölünme sırasında çekirdek zarının erimesiyle sitoplazmaya geçerler.
4. Sentrioller çekirdekte bulunurlar ve iğ ipliklerini oluşturmaya başlayınca sitoplazmaya geçip hücrenin zıt kutuplarına giderler.
5. _____.

(8)



Diploit kromozom sayısı 2n = 4 olan yandaki hücre,

A- Mayoz bölünme geçirmektedir
B- Mitoz bölünme geçirmektedir

Çünkü;

1. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mitozda ayrılırlar.
2. Bu hücrede homolog kromozomlar karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve homolog kromozomlar mayozda ayrılırlar.
3. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mayoz bölünmede ayrılırlar.
4. Bu hücrede kardeş kromatitler karşılıklı kutuplara çekilmektedir ve kardeş kromatitler sadece mitoz bölünmede ayrılırlar.
5. _____.

(9)



X Soğan kökü hücresi



Y İnsan deri hücresi

X ve Y hücrelerinin mitoz bölünmeleri sırasında,

A- Sadece X hücresinde iğ iplikleri oluşur.
B- Sadece Y hücresinde iğ iplikleri oluşur.
C- Hem X hem de Y hücrelerinde iğ iplikleri

Çünkü,

1. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca bitki hücrelerinde bulunur.
2. İğ ipliklerini sentrozom oluşturur ve sentrozom yalnızca hayvan hücrelerinde bulunur.
3. Her iki hücrede de farklı yapılar iğ ipliklerini oluştururlar.
4. Sentrozom hem soğan kökü hücresinde hem de insan deri hücresinde bulunur ve iğ ipliklerinin teşekkülünü sağlar.
5. _____.

(10) Bir hücrenin mayoz bölünmesi sırasında mayoz I sonucu oluşan hücrelerde DNA replikasyonu gerçekleşmez.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Mayoz bölünmedeki kromozom sayısı mayoz I de değişmez, mayoz II de yarıya iner ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz II den önce görülür.
2. Mayoz bölünmede kromozom sayısı her aşamada yarıya iner ve haploit hücrelerin oluşabilmesi için DNA iki defa eşlenir.
3. Mayoz bölünmede kromozom sayısı mayoz I de yarıya iner, mayoz II de değişmez ve DNA replikasyonu yalnızca mayoz I den önce görülür.
4. Mayoz I den sonra oluşan hücrelerin bölünebilmesi için DNA'nın replike olması gerekir.
5. _____.

(11) Aşağıdaki hücrelerden hangisi ya da hangilerinde hem mitoz hem de mayoz bölünme görülebilir.

A- Polen ana hücresi
B- Karaciğer hücresi
C- Her ikisi

Çünkü,

1. Polen ana hücresi de karaciğer hücresi de diploittir ve bütün diploit hücreler hem mayoz hem de mitoz bölünme geçirebilirler.
2. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir ancak mayoz bölünme yalnızca eşey ana hücrelerinde görülebilir.
3. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca haploit hücrelerde görülebilir ve polen ana hücresi haploittir.
4. Mitoz bölünme her iki hücrede de görülebilir fakat mayoz bölünme yalnızca diploit hücrelerde görülebilir ve karaciğer hücresi diploittir.
5. _____.

(12) Eşeyli üreyen bir canlıda mayoz bölünme ve döllenme olayları bireylerde kalıtsal çeşitliliği sağlar.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Kalıtsal çeşitliliği sağlayan tek olay krossing-over dır ve mayoz bölünme sırasında görülür.
2. Döllenme sırasında farklı anne ve babadan gelen genler birleşir ve kalıtsal çeşitlilik sağlar.
3. Mayozda krossing-over ve genlerin rasgele dağılımı, döllenmede ise farklı gametlerin birleşmesi kalıtsal çeşitliliği sağlar.
4. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca mayozda değişir.
5. Kromozom sayısındaki değişmeler kalıtsal çeşitliliğe neden olur ve kromozom sayısı yalnızca döllenmede değişir.
6. _____.

(13) **I-** Sitoplazma bölünmesi **II-** İğ ipliklerinin oluşumu

Bir bakterinin bölünmesi sırasında yukarıdaki olaylardan her ikisi de gerçekleşir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Bütün hücre bölünmelerinde iğ iplikleri teşekkülü görülür ancak sitoplazma bölünmesi her zaman gerçekleşmeyebilir.
2. Bakteri prokaryot bir canlıdır, mitoz bölünme geçirir ve mitoz bölünmede her iki olay da görülür.
3. Bakteri prokaryot bir canlıdır ve bölünmesi sırasında iğ iplikleri oluşmaz.
4. Ökaryot ve prokaryot hücrelerin hepsinde bölünme sırasında her iki olay da gerçekleşir.
5. _____.

(14) **I-** Amip **II-** Planaria

Yukarıdaki organizmalardan her ikisi de mitoz bölünme ile çoğalabilir.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Yalnızca tek hücreli canlılar mitozla çoğalırlar.
2. Bütün tek hücreli canlılar ve çok hücreli canlılardan rejenerasyon yeteneğine sahip olanların tamamı mitoz bölünme ile çoğalırlar.
3. Her iki bireyde de eşeysiz üreme görülür ve eşeysiz üremede mitoz bölünme rol alır.
4. _____.

(15) **I-** İnsan yumurtalık hücresi **II-** İnsan yumurta hücresi

Yukarıdaki hücrelerin her ikisinde de homolog kromozomlar bulunur.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Her iki hücrede haploittir ve haploit hücreler homolog kromozomlar bulundurmazlar.
2. Her iki hücrede diploittir ve yalnızca diploit hücreler homolog kromozomlar bulundururlar.
3. Mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerde homolog kromozomlar bulunmaz.
4. Homolog kromozomlar yalnızca mayoz sonucu oluşan hücrelerde görülür.
5. Somatik hücreler homolog kromozomları bulundurmazlar.
6. _____.

(16) I- Bir bitkiye ait dişi gametofit II- Erkek bal arısı

Yukarıdaki organizmaların her ikisinde de gamet oluşumu mitoz bölünme ile sağlanır.

A- Doğru
B- Yanlış

Çünkü,

1. Bütün çok hücreli canlılarda gamet oluşumu yalnızca mayozla olur.
2. Kendi kendini dölleyebilen bütün canlılarda büyüme de gamet oluşumu da mitoz bölünme ile olur.
3. Erkek bal arısı partenogenezle meydana gelmiş haploit bir bireydir ve gametlerini mitoz ile oluşturur. Bitkilerde gamet üretimi ise yalnızca mayozla gerçekleşir.
4. Arı diploit bir canlıdır ve gametlerini mayozla oluşturur. Bitkiler ise mitozla çoğalabilirler.
5. Her iki canlı da diploittir ve diploit canlılar gametlerini mayoz bölünme ile oluştururlar.
6. Her iki canlı da haploittir ve gametlerini mitozla oluştururlar.
7. _____.