

**ÖĞRENCİLERİN GENETİK KAVRAMLARI
ANLAMA DÜZEYLERİ İLE MANTIKSAL
DÜŞÜNME YETENEKLERİ VE ÖĞRENME
YAKLAŞIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

**THE RELATIONSHIP AMONG STUDENTS'
UNDERSTANDING OF GENETICS CONCEPTS,
REASONING ABILITY AND MEANINGFUL
LEARNING ORIENTATION**

DİDEM KILIÇ

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

2009

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR ANABİLİM DALI 'nda DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN :.....
Prof. Dr. Haluk SORAN

ÜYE (DANIŞMAN) :.....
Prof. Dr. Necdet SAĞLAM

ÜYE :.....
Doç. Dr. Ceren TEKKAYA

ÜYE :.....
Doç. Dr. Esin ATAV

ÜYE :.....
Doç. Dr. Semra SUNGUR

ONAY

Bu tez/...../..... tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erdem YAZGAN
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

ÖĞRENCİLERİN GENETİK KAVRAMLARI ANLAMA DÜZEYLERİ İLE MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEKLERİ VE ÖĞRENME YAKLAŞIMLARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Didem Kılıç

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkinin saptanmasıdır. Çalışmanın amacı kapsamında ortaöğretim öğrencilerinin, genetik konularında yer alan temel kavramları anlama düzeyleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin, mantıksal düşünme yetenekleri ile öğrenme yaklaşımları belirlenerek bu değişkenlerin, genetik kavramları anlama düzeyi ile ilişkileri araştırılmıştır. Genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın ne kadarının, mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımları değişkenleri tarafından açıklandığı belirlenmiş ve bu değişkenlerden hangisinin, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olduğu araştırılmıştır.

Çalışma, 2007–2008 öğretim yılında Ankara’da öğrenim gören 586 ortaöğretim 11. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemek için “Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi”, öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için “Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği” ve genetik kavramları anlama düzeylerini belirlemek için çalışma kapsamında geliştirilen “İki Aşamalı Genetik Kavram Testi” uygulanmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular, ortaöğretim öğrencilerinin, genetik kavramları anlama düzeylerinin yeterli olmadığını göstermiştir. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin, mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımı tarafından pozitif yönde, ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından negatif yönde yordandığı belirlenmiştir. Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı birlikte ele alındığında, genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın %27’sini açıkladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Araştırılan değişkenlerden mantıksal düşünme yeteneğinin, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Genetik kavramlar, anlama düzeyi, mantıksal düşünme yeteneği, öğrenme yaklaşımları, iki aşamalı testler.

Danışman: Prof. Dr. Necdet SAĞLAM, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Bölümü, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı.

THE RELATIONSHIP AMONG STUDENTS' UNDERSTANDING OF GENETICS CONCEPTS, REASONING ABILITY AND MEANINGFUL LEARNING ORIENTATION

Didem Kılıç

ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate the relationship among students' understanding of genetics concepts, reasoning ability and meaningful learning orientation. In this context, students' understanding of fundamental genetics concepts was determined. Students' conceptions in genetics and the sources of their conceptions were also explored. Furthermore, students' reasoning ability and learning orientations were identified in relation to students' understanding of genetics concepts. Finally, the relative predictive influences of reasoning ability, meaningful learning orientation and rote learning orientation on understanding of genetics concepts were investigated.

The study was conducted with 586 students attending to 11th grade in Ankara. Students' reasoning abilities and learning orientations were measured by "Test of Logical Thinking (TOLT)" and "Learning Approach Questionnaire (LAQ)" respectively. A two-tier multiple-choice diagnostic instrument, "Two-Tier Genetics Concept Test" developed by the researcher was used to determine students' understanding of fundamental genetics concepts.

The results of the study indicated that secondary school students don't have an adequate conceptual understanding about genetics topics, even after the instruction. Multiple regression analysis revealed that understanding of genetics concepts was explained in positive direction by reasoning ability and meaningful learning orientation and in negative direction by rote learning orientation. Reasoning ability, meaningful learning orientation and rote learning orientation each made significant contributions to students' understanding of genetics concepts and explained 27% of the variance in understanding of genetics concepts. Reasoning ability was found to be the main predictor of understanding genetics concepts.

Keywords: Genetics concepts, understanding, reasoning ability, meaningful learning orientation.

Advisor: Prof. Dr. Necdet SAĞLAM, Hacettepe University, Faculty of Education, Department of Secondary Science and Mathematics Education, Biology Education

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde pek çok kişi ve bazı kuruluşların destek ve katkıları bulunmaktadır.

En başta, öğrenciliğimden itibaren beni daima destekleyen ve yol gösteren, çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen, kendisinden bilime ve hayata dair çok şey öğrendiğim danışman hocam Prof. Dr. Necdet Sağlam'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın her aşamasında beni yönlendiren, değerli vaktini hiç esirgemeyen, her zaman hoşgörülü ve yapıcı yaklaşımı ile beni cesaretlendiren Doç. Dr. Ceren Tekkaya'ya önemli görüş ve değerlendirmeleri ile çalışmaya sağladığı büyük katkılarından dolayı müteşekkirim.

Her zaman desteğini ve yardımını gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Esin Atav'a yol gösterici fikir ve önerileri için, Doç. Dr. Semra Sungur'a değerli görüş ve önerileri ile çalışmaya sağladığı katkılar için, Prof. Dr. Haluk Soran'a değerlendirmeleri ve önerileri için teşekkür ederim. Ayrıca ilgisini ve desteğini hiç esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Miraç Yılmaz'a teşekkür etmek isterim.

Çalışmanın istatistiksel analizleri için görüşlerine başvurduğum Ölçme ve Değerlendirme uzmanı Arş. Gör. Zafer Çepni'ye değerlendirmeleri için, veri toplama araçlarının basılarak çoğaltılmasını sağlayan Gordion Reklamevi'ne katkıları için teşekkürler.

Son olarak, varlıklarından güç aldığım, ilgi ve özveri ile bana her zaman destek olan sevgili aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, BİDEB Destek Programları kapsamında TÜBİTAK tarafından ve 07 T09 604001 nolu tez projesi kapsamında Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖZ | i |
| ABSTRACT | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| İÇİNDEKİLER DİZİNİ | iv |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| EKLER DİZİNİ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Genetiğin Temel Kavramlarını Anlama | 5 |
| 1.2. İki Aşamalı Testler | 10 |
| 1.3. Mantıksal Düşünme Yeteneği | 12 |
| 1.4. Öğrenme Yaklaşımları | 15 |
| 1.5. Araştırmanın Amacı | 21 |
| 1.6. Araştırmanın Önemi | 22 |
| 1.7. Araştırmanın Sayıltıları | 23 |
| 1.8. Araştırmanın Sınırlılıkları | 23 |
| 2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR | 24 |
| 2.1. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeyleri İle İlgili Araştırmalar | 24 |
| 2.2. İki Aşamalı Testler İle İlgili Araştırmalar | 36 |
| 2.3. Mantıksal Düşünme Yeteneği İle İlgili Araştırmalar | 40 |
| 2.4. Öğrenme Yaklaşımları İle İlgili Araştırmalar | 47 |
| 3. YÖNTEM | 52 |
| 3.1. Araştırmanın Modeli | 52 |
| 3.2. Evren ve Örneklem | 52 |
| 3.3. Değişkenler | 55 |
| 3.3.1. Bağımlı değişken | 56 |
| 3.3.2. Bağımsız değişkenler | 56 |
| 3.4. Verilerin Toplanması | 57 |
| 3.4.1. İki aşamalı genetik kavram testi | 57 |
| 3.4.1.1. İki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesi | 58 |
| 3.4.1.2. İki aşamalı genetik kavram testinin geçerliği | 78 |
| 3.4.1.3. İki aşamalı genetik kavram testinin güvenilirliği | 79 |
| 3.4.1.4. İki aşamalı genetik kavram testinin madde analizi | 80 |
| 3.4.2. Mantıksal düşünme yeteneği testi | 83 |
| 3.4.3. Öğrenme yaklaşımı ölçeği | 84 |
| 3.5. Verilerin Analizi | 84 |
| 4. BULGULAR | 86 |
| 4.1. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerine İlişkin Bulgular | 89 |
| 4.2. Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneklerine İlişkin Bulgular | 97 |
| 4.3. Öğrencilerin Öğrenme Yaklaşımlarına İlişkin Bulgular | 103 |
| 4.4. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeyleri, Mantıksal Düşünme Yetenekleri ve Öğrenme Yaklaşımları Arasındaki İlişkilere İlişkin Bulgular | 107 |
| 4.5. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerinin Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Öğrenme Yaklaşımları Tarafından Yordanmasına İlişkin Bulgular | 110 |

| | |
|---|-----|
| 4.6. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerinin En Önemli Yordayıcısına İlişkin Bulgular..... | 116 |
| 5. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER | 118 |
| 5.1. Sonuçlar ve Tartışma..... | 118 |
| 5.2. Öneriler | 129 |
| KAYNAKLAR..... | 131 |
| EKLER..... | 143 |
| ÖZGEÇMİŞ | 209 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.1. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin cinsiyete ve okul türüne göre dağılımı. | 92 |
| Şekil 4.2. Öğrencilerin test maddelerinin birinci aşamasına ve her iki aşamasına verdikleri doğru cevap oranları. | 94 |
| Şekil 4.3. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin cinsiyete göre dağılımı. | 100 |
| Şekil 4.4. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin okul türüne göre dağılımı. | 101 |
| Şekil 4.5. Anlamlı ve ezbere öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden alınan puanların histogram grafik gösterimleri. | 103 |
| Şekil 4.6. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının cinsiyete göre dağılımı. | 105 |
| Şekil 4.7. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının okul türüne göre dağılımı..... | 106 |
| Şekil 4.8. Artıkların normal dağılımının histogram grafik gösterimi..... | 111 |
| Şekil 4.9. Artıkların normal dağılımının P-P grafik gösterimi..... | 111 |
| Şekil 4.10. Artıkların saçılma diyagramı. | 112 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|-----|
| Çizelge 3.1. Araştırmanın örneklemini oluşturan öğrencilerin demografik özellikleri. | 55 |
| Çizelge 3. 2. İki aşamalı genetik kavram testinde yer alan maddelerin güçlük ve ayırt edicilik değerleri..... | 81 |
| Çizelge 3. 3. İki aşamalı genetik kavram testinin özellikleri. | 82 |
| Çizelge 4.1. Cinsiyete göre araştırmanın değişkenlerine ait betimsel değerler. | 87 |
| Çizelge 4.2. Okul türüne göre araştırmanın değişkenlerine ait betimsel değerler.. | 88 |
| Çizelge 4.3. İki aşamalı genetik kavram testinden alınan puanların frekans ve yüzde dağılımı. | 89 |
| Çizelge 4.4. Öğrencilerin okul türlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları..... | 90 |
| Çizelge 4.5. Öğrencilerin okul türlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları. | 91 |
| Çizelge 4.6. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları..... | 92 |
| Çizelge 4.7. Öğrencilerin test maddelerinin birinci aşamasına ve her iki aşamasına verdikleri doğru cevap oranları. | 93 |
| Çizelge 4.8. Mantıksal düşünme yeteneği testinden alınan puanların frekans ve yüzde dağılımı. | 97 |
| Çizelge 4.9. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları..... | 98 |
| Çizelge 4.10. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları..... | 98 |
| Çizelge 4.11. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları. | 99 |
| Çizelge 4.12. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği düzeylerinin dağılımı. | 100 |
| Çizelge 4.13. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneklerinin dağılımı. | 101 |
| Çizelge 4.14. Öğrencilerin mantıksal düşünme biçimlerine göre frekans ve yüzde dağılımı. | 102 |
| Çizelge 4.15. Öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden alınan ortalama puanların t-testi sonuçları..... | 104 |
| Çizelge 4.16. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları..... | 104 |
| Çizelge 4.17. Öğrencilerin okul türlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları..... | 105 |
| Çizelge 4.18. Öğrencilerin okul türlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları. | 106 |
| Çizelge 4.19. Değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayılarını gösteren matris. | 108 |
| Çizelge 4.20. Regresyon modelinde çoklu doğrusallığı teşhis testlerinin sonuçları..... | 113 |
| Çizelge 4.21. Genetik kavramları anlama düzeyinin yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları..... | 114 |

EKLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|-----|
| EK-1. BİLGİ ÖNERMELERİ..... | 144 |
| EK-2. KAVRAM HARİTASI..... | 145 |
| EK-3. GÖRÜŞME FORMU..... | 146 |
| EK-4. İKİNCİ AŞAMASI AÇIK UÇLU SORULARDAN OLUŞAN İKİ AŞAMALI TEST | 148 |
| EK-5. İKİ AŞAMALI GENETİK KAVRAM TESTİ..... | 151 |
| EK-6. BELİRTKE TABLOSU | 156 |
| EK-7. MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ..... | 157 |
| EK-8. ÖĞRENME YAKLAŞIMI ÖLÇEĞİ | 163 |
| EK-9. GÖRÜŞME VERİLERİ..... | 165 |
| EK-10. ÖĞRENCİ ÇİZİMLERİ | 189 |

1. GİRİŞ

DNA'nın moleküler yapısının Watson ve Crick tarafından 1953 yılında keşfi ile başlayan genetik devrim, bugün çok büyük bir hızla devam etmektedir. Bu keşfin ardından gerçekleştirilen genetik araştırmalar ile hayata dair pek çok sır aydınlatılmıştır. 1970'li yıllarda rekombinant DNA teknolojisinin geliştirilmesi, başta endüstri olmak üzere tıp, tarım, hayvancılık gibi pek çok uygulama alanında önemli gelişmelere öncülük etmiştir. 1990 yılında insan genom projesinin başlaması, 20. yüzyılın sonlarında hayvan klonlanması, son yıllarda ise DNA parmak izi analizi ve gen tedavisi tekniklerinin gelişmesi ile genetik, yaşantımızda pek çok alana dahil olmuştur. Günümüzde gen teknolojileri ile kalıtsal hastalıkların doğum öncesi tanısı yapılabilmekte, yeni ilaç ve aşılar geliştirilebilmekte, kanserin erken tanısı ve etkili tedavisi geliştirilebilmekte, uyumlu organ nakilleri sağlanmakta, verimli, dayanıklı ve besin değeri yüksek ürünler üretilebilmektedir. Genetik alanında sağlanan bu ilerlemeler, gelecekte pek çok soruna çözüm bulunması için umutları beslerken, diğer taraftan bazı soru ve endişelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Genetik, insanların kendilerini ve çevrelerini anlamalarına önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin, genetik alanındaki buluşlar evrim, yaşamın kökeni ve canlıların yapısına dair bazı temel problemlere yeni anlayışlar kazandırmıştır. Ayrıca genetik mühendisliği ile bitki ve hayvan yetiştirmeden, yeni nesillerin doğası ile ilgili hastalıkların araştırılmasına kadar geniş bir alanda insanların endişe duydukları birçok konuda önemli faydalar sağlanmaktadır (Okebukola, 1990).

Gen teknolojilerindeki hızlı gelişmeler beraberinde bir takım toplumsal, ekonomik ve etik soruları getirmektedir. Marbach-Ad (2001)'e göre bu soruları anlamak ve cevaplayabilmek için toplumun üyeleri etkili bir eğitim almak zorundadır. Hem bilimsel gelişmelerin önünün gereksiz bir takım endişelerle kesilmesinin engellenmesi, hem de insan haklarının korunması ve evre duyarlılığının sağlanması için bilgili, sorumluluk sahibi bireylerin yetiştirilmesi bakımından genetik eğitimi büyük önem taşımaktadır. Hott et al. (2002), genetiğin günlük yaşantıda artan önemi ile birlikte eğitim sistemlerinde genetik konularına daha fazla özen gösterilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadırlar.

Genetik alanındaki gelişmelerin yarattığı beklentiler ve soru işaretleri, insanları hem heyecanlandırmakta hem de bazı endişelere sürüklemektedir. Bunun nedenlerinin başında, genetik araştırmaların hızının, toplumun izlemekte ve anlamakta zorlanacağı bir düzeye erişmiş olması gelmektedir. Toplumun büyük bir kesiminin, genetik araştırmalar hakkında sadece günlük basında yer alan haberler aracılığıyla bilgilenmesi, genetiğe olan ilgiye karşın tereddütlü bir yaklaşıma yol açmaktadır (Çırakoğlu, 2002). Bu noktada, okullarda verilmesi gereken genetik öğretiminin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

Lewis ve arkadaşları (2000a; 2000b; 2000c) tarafından yapılan çalışmalarda, son yıllarda her geçen gün genetik alanında yeni gelişmelerin ve araştırmaların haber konusu olduğu, özellikle tıp alanındaki gelişmeleri anlayabilmek için genetik konusunda toplumların bilimsel okuryazar olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Ortaöğretim düzeyinde eğitim almış bireylerin genetikle ilgili okuduklarını ya da duyduklarını anlamlandırabilecekleri bilgi düzeyinde olmaları ve karar verme sürecine katılabilmeleri gerektiği belirtilmektedir.

Genetik ile ilgili konular, ülkemizde ortaöğretim kurumlarında, Milli Eğitim Bakanlığının Biyoloji Dersi Öğretim Programına göre öncelikle 9. sınıfta “Canlıların Temel Bileşenleri” ve “Canlılığın Temel Birimi – Hücre” bölüm başlıkları kapsamında öğretilmektedir. Ortaöğretimde, ağırlıklı olarak 11. sınıflarda öğretilen genetik konuları ise “Genetik Bilgi Taşıyan Moleküller”, “Kalıtım”, “Popülasyon Genetiği” ve “Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği” bölüm başlıkları altında yer almaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 1997). Ortaöğretim süresinin üç yıldan dört yıla çıkarılmasıyla bu konular, içeriğinde herhangi bir değişiklik yapılmadan 9. ve 12. sınıflarda öğretilmeye devam edilmektedir.

Biyoloji alanındaki hızlı gelişmeler, eğitim bilimleri, bilişsel psikoloji, ölçme ve değerlendirme alanındaki yenilikler, çeşitli gelişmiş ülkelerin fen bilimleri alanındaki program geliştirme çalışmaları, ortaöğretim kurumlarının üç yıldan dört yıla çıkarılması ve mevcut programla ilgili çeşitli öneriler biyoloji dersi için yeni bir program geliştirme çalışmasını gerekli hale getirmiştir (MEB, 2009). Geliştirilen yeni Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı, 9. sınıflarda uygulanmaya başlanmıştır ancak çalışmalar henüz tamamlanmadığından diğer sınıflarda mevcut öğretim programı ile öğretime devam edilmektedir.

Fen eğitimi araştırmacıları, genetiğin ne zaman ve nasıl öğretilmesi gerektiği sorularını uzun süre tartışmışlardır. Bir grup bilim adamı, genetiğin bilimsel ve sosyal öneminden dolayı on altı yaşından önce biyoloji derslerinde öğretilmesi görüşünü savunurken diğerleri bunun uygun olmadığını, çünkü bilişsel düzeyin öğrencilerde on altı yaşından önce yeterince olgunlaşmadığını savunmaktadırlar (Marbach-Ad and Stavy, 2000). Simpson and Marek (1988)'e göre öğrencilerin kavramları anlaması, onların bilişsel gelişim düzeyleri ile ilişkilidir. Öğrencilerin öğrenmede başarısız olmalarının muhtemel nedenlerinden biri, henüz verilen bilgiyi anlamaya hazır olmadıkları bir bilişsel gelişim döneminde olmalarıdır (Seymour and Longden, 1991).

Piaget (1950) bireyin bilişsel gelişimini, duyuşsal-motor (0-2 yaş), işlem öncesi (2-7 yaş), somut işlemler (7-11 yaş) ve soyut işlemler (11 yaş+) olmak üzere dört dönemde açıklamaktadır. Piaget'e göre bilişsel gelişimin ilk dönemi olan duyuşsal-motor dönemde çocuk, duyuşlarını ve hareket kabiliyetini kullanarak etrafındaki dünyaya anlam vermeye çalışır, çevreyi tanımaya başlar. Çocuklar bu dönemde, gözlem yaparak öğrenmeyi sağlayan, taklit yeteneğini geliştirirler. İşlem öncesi dönemde artık sözcük kullanmaya, semboller ile nesnelere arasında ilişkiler kurmaya başlarlar. Bu dönemde çocukta dil ve kavram gelişimi hızlı şekilde gerçeleşmektedir. Çocuklar 4-7 yaş arasında ilk defa akıl yürütmeyi kullanmaya başlarlar. Fakat işlem öncesi dönemde, doğru bir sıralama ve sınıflama yapmakta güçlükler yaşanır. Çocuklar ancak somut işlemler döneminde sınıflama ve sıralama konularında başarılı olurlar. Ayrıca mantıksal düşünme yeteneği de somut işlemler döneminde gelişmektedir. Bu dönemde somut nesnelere ilgili problemler çözülebilmekte ancak soyut işlemler yapılamamaktadır. Çocuklar somut işlemler döneminde varsayımsal olaylara ilişkin düşünemezler, soyutlamalar yapamazlar ve henüz soyut kavramları anlayamazlar. Soyut kavramların anlaşılması, Piaget'e göre on iki yaşlarında başlayıp ergenlik boyunca devam eden soyut işlemler döneminde mümkün olmaktadır. Bu dönemde yeni ve daha güçlü bilişsel yetenekler gelişmektedir. Gerçeklerden farklı olarak varsayım ve olasılıklarla düşünme mekanizması gelişir. Çocuk hipotezler kurabilir, analiz, sentez ve değerlendirme düzeyinde soyutlamalar yapabilir. Soyut problemleri sistematik olarak sınavabilir ve ulaşılan sonuçlar hakkında genellemeler yapılabilir. Soyut işlemler döneminde tümevarım ve tümdengelim yöntemleriyle

düşünebilecek düzeye erişilir (Inhelder and Piaget, 1958; Flavell, 1963; Gipson, 1984; Küçükkaragöz, 2002; Senemoğlu, 2002; Yavuzer, 2005).

Genetik kavramlar, varsayıma dayanan imgesel kavramlar olduklarından, teorik kavramlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin, teorik genetik kavramları anlamaları için varsayıma dayalı olarak düşünebilmeleri gerekmektedir (Baker and Lawson, 2001). Ayrıca genetik kavramların, öğrenciler tarafından zor bulunmasının nedenlerinden biri, bu kavramların soyut nitelikte olmalarıdır (Knippels et al., 2005). Soyut ve teorik kavramların anlaşılması için öğrencilerin, bilişsel gelişim aşamalarından soyut işlemler döneminde olmaları gerekmektedir. Bu dönemde öğrenciler soyut ve varsayıma dayalı olarak düşünebilmekte, problemleri mantıksal olarak çözerek sonuçlarını genelledebilmektedirler (Inhelder and Piaget, 1958). Öğrencilerin bilişsel gelişim düzeylerinin genetik başarılarında belirleyici olduğunu ifade eden Lawson and Thompson (1988), mantıksal düşünme yeteneğinin eksik olmasının, öğrencilerin genetik başarılarını sınırlayan önemli bir faktör olduğunu öne sürmüşlerdir. Sonuç olarak genetik eğitimi açısından önemli bir başlangıç noktası olarak, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin dikkate alınması önerilmektedir (Banet and Ayuso, 2000). Johnson and Lawson (1998) mantıksal düşünme yeteneği ile genetik problemleri çözme arasında pozitif yönde ilişkiler olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, genetik problemleri çözmeye daha iyi sonuçlar elde ettikleri ifade edilmektedir (Gipson et al., 1989).

Mantıksal düşünme yeteneğinin yanı sıra, öğrencilerin genetik kavramları anlamalarını etkileyen diğer bir bilişsel değişken, öğrenme yaklaşımlarıdır. Öğrenme yaklaşımlarından anlamlı öğrenmeyi benimseyen öğrenciler, kavramlar arasında ilişkiler kurarak öğrenirken, ezbere öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrenciler, olguları birbirinden bağımsız bilgi parçaları olarak hafızalarına kaydederler. Fen eğitimcileri, öğrencilerin genetik konularını anlamlı öğrenmeleri ile özellikle ilgilenmişlerdir, çünkü bu konular sıklıkla ezbere öğrenilmektedir. Öğrenciler genetik konularını ayrı ayrı, ilişkilendirmeden, kavramları yapılandırmadan öğrenme eğilimindedirler (Cavallo, 1996). Ancak genetik, birbirleri ile ilişkili kavramlar içerdiğinden ve konular birbirini ardışık olarak takip ettiğinden, anlamlı öğrenme yaklaşımının benimsenmesini gerektirmektedir.

Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları ve genetik kavramları anlamaları arasındaki ilişki incelendiğinde, anlamlı öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilerin genetik kavramları anlamada, ezbere öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür (Cavallo and Schafer, 1994). Fikirler, olgular ve bilgiler arasında ilişkiler kurarak öğrenen yani anlamlı öğrenen öğrencilerin genetiği çok iyi anladıkları ve genetik problemleri etkili olarak çözebildikleri ifade edilmektedir (Cavallo, 1996).

Cavallo (1996) öğrencilerin, genetik kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarının en önemli yordayıcısının anlamlı öğrenme yaklaşımı; genetik problemleri çözmedeki başarının en önemli yordayıcısının ise mantıksal düşünme yeteneği olduğunu belirtmektedir. Atay (2006) öğrencilerin, genetik konularını anlayabilmeleri için belirli düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olmaları ve anlamlı öğrenme yaklaşımını benimsemeleri gerektiğini ifade etmektedir.

Bu çalışmada (a) öğrencilerin genetiğin temel kavramlarını anlama düzeyleri, (b) mantıksal düşünme yetenekleri, (c) öğrenme yaklaşımları ve (d) öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Elde edilen bulgular tartışılmış ve sonuçlar doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

1.1. Genetiğin Temel Kavramlarını Anlama

Fen eğitiminin amacı, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmek ve onları eleştirel düşünebilen, problem çözebilen, fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmektir. Fen okuryazarı olan bir kişi, fen bilimlerine ait temel kavram, ilke, yasa ve kuramları anlayarak uygun şekillerde kullanabilir (MEB, 2006). Bu bağlamda fen okuryazarlığının önemli özelliklerinden biri temel fen kavramlarını anlamadır. Öğrencilerin temel kavramları anlamaları ve bu anlayışı karşılaştıkları yeni durumlarda kullanabilmeleri fen eğitiminin başlıca hedefleri arasında yer almaktadır.

Fen eğitimi araştırmaları, 1970'li yılların başında öğrencilerin çeşitli fen alanlarına yönelik sahip oldukları düşüncelerin arkasında yatan kavramsal modellerin araştırılması ile başlamıştır. O günden günümüze dek öğrencilerin, fen kavramlarını eksik olarak anladıkları sorunu dile getirilmektedir (Driver, 1989).

Öğrencilerin belirli fen kavramlarını eksik veya yanlış anlamalarının nedenleri olarak; öğrencilerin günlük deneyimlerinden kaynaklanan sezgisel kavramları (Driver, 1989), soyut kavramları anlamadaki güçlükleri (Lazarowitz and Penso, 1992) ve görünmeyen molekülleri algılamadaki problemleri sıralanmaktadır (She, 2005). Kavramların yanlış veya eksik öğrenilmesi, ilişkili diğer kavramların öğrenilmesini de olumsuz etkilemektedir.

Fen bilimleri diğer bilimlere göre soyut ve anlaşılması zor ardışık konular içermektedir. Ardışıklık gösteren kavramlardan birisi öğrenilemediği zaman bu kavramlara bağlı diğer kavramların öğretiminde de istenilen verimin alınmadığı bilinmektedir (Griffiths and Preston, 1992; Gökdere ve Orbay, 2005). Özellikle bazı kavramların doğru olarak anlaşılması, bu kavramların temel oluşturduğu ilgili birçok konunun doğru olarak öğrenilmesinde etkili olmaktadır (Kılıç vd., 2006).

Fen bilimleri içerisinde önemli yeri olan biyolojik bilimler, günümüzde bilgi ve kavramı gerektiren en önemli alanları içerir. Günümüz öğrencileri, biyoloji sayesinde kendilerinin ve ailelerinin gelişimi, beslenmesi, sağlığı, çevresi ve dünyada olagelen pek çok önemli ve ilginç gelişmeyi anlayabilmektedirler (YÖK/Dünya Bankası, 1996). Bu nedenle biyoloji, temel eğitimin önemli ve vazgeçilmez bir parçasıdır.

Biyoloji dersi öğretim programının vizyonu, biyoloji okuyazarı bireyler yetiştirmektir. Biyolojiye ilişkin çağın gerektirdiği bilgi, beceri ve tutumlara sahip ve tüm bunları doğal dünyayı daha iyi anlamak için kullanan bireyler yetiştirmek biyoloji dersi öğretim programının genel amaçları arasında yer almaktadır. Öğrencilerin, günlük hayatla ilgili sorunların çözümünde biyoloji bilgisini kullanmaları ve karşılaşılan problemlerin çözümünde bilimsel metodu uygulamaları amaçlanmaktadır (MEB, 2009).

Biyoloji öğretiminin öncelikli hedeflerinden biri, öğrencilerin biyolojik kavramları anlamlı biçimde öğrenmeleridir. Ausubel (1968) tarafından açıklandığı üzere; anlamlı öğrenme, öğrenci yeni bilgiyi sahip olduğu ilgili kavram ve süreçlerle bilinçli olarak ilişkilendirdiğinde gerçekleşmektedir (Wandersee, 1985; Okebukola, 1990). Anlamlı öğrenme, sadece ön koşul olan fikir ve kavramlar tam olarak mevcutsa gerçekleşmektedir (Seymour and Longden, 1991). Yeni öğrenilecek konu,

öğrencinin sahip olduğu bilgilerle çelişirse veya ön bilgileri eksikse, öğrenci konuyu kavramakta güçlük çekmektedir. Eğer ön bilgi ve alan bilgisi birleşmez ve iç içe geçmezse, bilimsel kavramların öğrenilmesi olguların ezberlenmesine dönüşür (Chin and Brown, 2000). Anlamlı öğrenmenin özelliği, kavramların hiyerarşik bir sistem içerisinde geliştirilmesi iken ezberle öğrenmede bilgi, birbirinden bağımsız parçalar olarak gelişigüzel şekilde hafızaya alınmaktadır (Venville et al., 2005).

Biyoloji öğretiminde kavramlar arası bağlantıların fazla olması ve konuların birbirini ilişkili takip etmesi, öğrencilerde anlamlı öğrenmenin zor gerçekleşmesine neden olmaktadır (Bahar et al., 1999). Ayrıca biyoloji, karmaşık ilişkiler içeren çok sayıda yabancı kavramdan oluştuğu için öğretilmesi ve öğrenilmesi oldukça zordur (Schmid and Telaro, 1990). Öğrencilerin anlamada zorluk çektiği biyoloji konuları ilk olarak 1980 yılında Johnstone ve Mahmoud tarafından araştırılmış ve genetik, öğrencilerin anlamada en fazla zorlandığı konulardan biri olarak belirlenmiştir. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar yine genetik konularının, öğrencilerin anlamada zorlandığı konular arasında yer aldığını göstermiştir (Finley et al., 1982; Stewart, 1982; Kindfield, 1991; Bahar et al., 1999; Banet and Ayuso, 2000; Marbach-Ad and Stavy, 2000; Tekkaya vd., 2001; Kablan, 2004; Rotbain et al., 2005; Duncan and Reiser, 2007).

Tekkaya ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmada öğrencilerin kromozom, gen, allel, kromatid, DNA gibi kavramları birbirlerine karıştırdıklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar öğrencilerin, genler ve kromozomlar konusu ile bu kavramların temel oluşturduğu diğer genetik konularını da anlamakta güçlük çektiklerini ortaya koymuşlardır. Diğer bir çalışmada öğrencilerin, çoğu genetik kavram için kabul edilebilir tanımlamalar yapabildikleri ancak bu kavramların birbirleri ile nasıl ilişkili olduğunu açıklamakta zorlandıkları belirlenmiştir (Stewart, 1982). Ayrıca, öğrencilerin kromozom, gen ve allel arasındaki ilişkiyi anlamadıkları için problemleri de doğru olarak çözemedikleri görülmüştür (Orcajo and Aznar, 2005). Banet and Ayuso (2000) öğrencilerin, genetik bilginin yeri hakkında tutarsız ve çelişen cevaplar verdiklerini, Lewis et al. (2000c) genlerin yapısı ve görevleri hakkında anlamalarının sınırlı olduğunu belirlemişlerdir. Kromozomların ve genetik bilginin görevleri hakkındaki eksik anlamının önemli karışıklıklara neden olduğu ifade edilmiştir (Wood-Robinson et al., 2000). Öğrencilerin gen ve allel, kromatid

ve kromozom, hücre bölünmeleri ve kalıtım arasındaki ilişkileri açıklamada sorunlar yaşadıkları ortaya çıkmıştır (Browning and Lehman, 1988). Mitoz bölünmenin kalıttaki rolünün anlaşılmadığı bu yüzden öğrencilerin, hücrelerdeki gen düzenlemesini de anlayamadıkları (Hackling and Treagust, 1984), mayoz bölünmenin ise üreme ile ilişkilendirildiği ve döllenme ile karıştırıldığı (Lewis et al., 2000b) rapor edilmiştir. Venville et al. (2005) öğrencilerin, genetiği parça parça ve bağlantısız olarak öğrendiklerini, Chattopadhyay (2005) olgusal bilgileri ezberleme yoluna gittiklerini ve Browning and Lehman (1988) önceki öğrenmelerini yeni problem durumlarına uygulamakta başarısız olduklarını belirlemiştir.

Genetik eğitiminde yapılan çalışmaları değerlendiren Knippels et al. (2005), yaşanan bu zorlukların nedenlerini; alana özgü bir terminolojinin olması, Mendel genetiğinin matematiksel bir içeriğinin olması, genetik konularının hücresel süreçler içermesi, genetik kavramların soyut olması ve genetiğin karmaşık bir doğasının olması şeklinde sıralamaktadırlar. Öğrencilerin genetiği anlamalarını zorlaştıran diğer bir neden Duncan and Reiser (2007)'e göre genetik olayların görünmez ve ulaşılamaz olmasıdır. Çoğu genetik kavram, varsayıma dayanan imgesel kavramlar olduklarından, teorik kavramlar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin, teorik genetik kavramları anlamaları için varsayıma dayalı olarak düşünebilmeleri gerekmektedir (Baker and Lawson, 2001). Ayrıca genetik kavramları anlamak için yüksek düzeyde düşünme becerilerini merkeze alan mantıksal düşünmenin gerekli oluşu, genetiğin zorluğunu açıklayan nedenlerden bir diğeridir (Banet and Ayuso, 2000). Genetik konularını öğrenmenin ve öğretmenin zor olmasının bir başka nedeni, bu konuların biyolojik bir organizmanın farklı seviyelerine (makro, mikro ve moleküler seviyelere) ait kavramlar (genler, proteinler, hücre, doku, organ gibi) içermesidir. Genetik olayların altında yatan süreçlerin anlaşılabilmesi için, öğrencilerin bu farklı seviyeleri bütünleştirebilmeleri gerekmektedir, böylece öğrenciler genetiği bir bütün olarak kavrayabilirler (Bahar et al., 1999; Marbach-Ad and Stavy, 2000; Duncan and Reiser, 2007). Rotbain et al. (2005)'e göre genetiği anlamada yaşanan zorluklar özellikle moleküler düzeydeki kavramlarda artmaktadır. Çünkü moleküllerin yapısını göstermek için öğretmenler ve kitaplar, kimyasal formüller ile soyut ve karmaşık figürler kullanmaktadırlar. Ayrıca genetik terimlerin hem yazılışta hem söylenişte birbirine benzemesi (Bahar et al., 1999) ve genetik terimler arasında çok sayıda eş anlamlı

sözcüğün bulunması (Pearson and Hughes, 1988a), öğrencilerin bu kavramları birbirlerine karıştırmak suretiyle genetik konularını anlamalarını zorlaştırmaktadır.

Sonuç olarak tüm bu güçlükler, öğrencilerin genetik kavramları tam olarak anlamalarının önünde engel oluşturmaktadır. Öğrencilerin kavramları tam olarak anlayamamaları, konunun bütünü tutarlı olarak öğrenmelerini güçleştirmekte ve ezbere öğrenmelerine yol açmaktadır. Genetik konularının anlamlı öğrenilmesinde, geleneksel öğretim yaklaşımının etkisinin az olarak bulunması nedeniyle araştırmacılar tarafından, öğretim programlarında ve öğretimin sıralamasında önemli değişiklikler gerektiği ifade edilmektedir (Stewart, 1982; Pashley, 1994). Araştırmacılar, öğretim programlarında değişiklik yapılmasının yanında genetiğin öğretiminde kullanılan öğretim stratejilerinin de kavramsal değişimi kolaylaştıracak, anlamlı öğrenmeyi geliştirecek şekilde düzenlenmesinin gerekliliğini savunmaktadır (Banet and Ayuso, 2000). Yapılan çalışmalarda problem çözme (Aznar and Orcajo, 2005; Orcajo and Aznar, 2005), çizime dayalı aktiviteler (Rotbain et al., 2005), öğrenme evresi (Atay, 2006; Yılmaz, 2007), kavramsal değişim metinleri (Yılmaz, 2007) ve bilgisayar programları (Tsui and Treagust, 2007) gibi stratejilerin kullanılmasının öğrencilerin genetiği anlamalarını kolaylaştırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Öğrenciler, genetik konularının öğretiminden sonra ilgili kavramlar hakkında bilgi sahibi olmakta ancak genellikle bu kavram ve konuları eksik veya yanlış anlamaktadırlar. Bunun nedeni konuyu anlamak için bilmenin gerekli ancak yeterli olmayışıdır. Anlamak için bilgiler arasında bağlantılar kurulmalı ve ilişkiler kavranmalıdır. Bilgiler, karşılaşılan yeni problemleri çözmek ve yeni durumları açıklamak için kullanılabilir. Stewart and Dale (1989) genetiği anlayan öğrencilerin, genetiğin temelini oluşturan mekanizmaları açıklayabilmeleri gerektiğini belirtmektedirler.

Öğrenciler, kavramların anlamını bilmeden veya nedenini bilmeden problemleri, bazı kişisel işlem yollarını kullanarak çözebilirler (Hackling and Treagust, 1984; Banet and Ayuso, 2000). Öğrencilerin soruları doğru cevaplamış olmaları, onların bu problemleri çözmeye yeterli kavramsal anlamaya sahip oldukları anlamına gelmemektedir (Orcajo and Aznar, 2005). Anlayan öğrencinin sadece geçerli bir bilimsel açıklamaya sahip olması değil, bunun nedenlerini de açıklayabilmesi

gerekmektedir (Millar, 1997). Öğrencilerin kavramları anlamalarının değerlendirilmesi için sahip oldukları bilgiler ve bu bilgileri dayandırdıkları nedenler belirlenmelidir.

1.2. İki Aşamalı Testler

Öğrencilerin, fen kavramlarını eksiksiz ve doğru olarak anlamalarını amaçlayan fen öğretim programlarının etkililiği, ancak uygun ölçme araçları ile ölçüldüğünde doğru olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra ölçme araçlarının, öğretmenler tarafından kolaylıkla kullanılabilir olması gerekmektedir (Treagust and Chandrasegaran, 2007). Çoğu etkili ölçme yaklaşımının sorunu ise çok fazla zaman gerektirmesi ayrıca öğretmenlerin kullanımı için nadiren elverişli olmalarıdır.

Öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarını belirlemede kullanılan kavram haritaları, görüşmeler ve çoktan seçmeli testler başarılı yöntemler olarak kabul edilmektedir ancak bu yöntemlerin her birinin çeşitli sınırlılıkları mevcuttur. Kavram haritalarını hem öğrencilerin hem de öğretmenin öğrenmesi zaman almakta, ayrıca analiz edilmeleri ek bir öğretim gerektirmektedir. Görüşmeler, öğrencilerin fen konularını anlamalarını başarılı şekilde tespit etmelerine rağmen, yapılandırılması, transkript edilmesi ve yorumlanması zaman ve deneyim gerektirdiğinden sınıf içinde uygulanması oldukça güç bir yöntemdir (Odom and Barrow, 1995). Yapılan araştırmalar, öğrencilerin kavramları anlamalarını belirlemede çoktan seçmeli testlerin, görüşmelerden sonra en çok kullanılan ikinci yöntem olduğunu göstermektedir (Palmer, 1998). Öğretmenlerin, sınıf içerisinde kolaylıkla kullanabilecekleri bir yöntem olan çoktan seçmeli testler, öğrencilerin konu hakkındaki bilgilerini belirlemekte ancak bu bilgilerin gerisindeki nedenleri değerlendirememektedir (Peterson et al., 1989; Odom and Barrow, 1995). Tamir (1989) çoktan seçmeli testlerin bazı sınırlılıkları olduğu görüşünü desteklemekte ve çoktan seçmeli test maddelerine ait seçeneklerin bilinen alternatif kavramları içermesini ayrıca öğrencilerin cevaplarını bir neden ile gerekçelendirmelerini önermektedir.

Öğrencilerin test maddelerine gerekçeleriyle beraber cevap vermelerine ilişkin bulguların olumlu sonuçları, alternatif kavramların ve yanlış anlamaların

belirlenmesi amacıyla iki aşamalı çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesinde etkili olmuştur (Treagust, 1988). Treagust (1988) böyle testlerin uygulamasının ve puanlamasının zaman harcamayan, kullanışlı testler olduğunu ifade etmektedir. İki aşamalı çoktan seçmeli testte yer alan maddeler, sınırlı ve net olarak tanımlanmış bir konu alanında, özellikle alternatif kavramları ve yanlış anlamaları belirlemeye yönelik olarak geliştirilmiş maddelerdir (Tan et al., 2002). Haslam and Treagust (1987), Treagust (1988), Peterson et al., (1989) öğrencilerin kavramları anlamalarını belirlemede, öğrenci cevaplarının nedenlerine dayanan ve bilinen alternatif kavramları içeren iki aşamalı çoktan seçmeli test maddelerinin kullanılmasını tavsiye etmektedirler.

Treagust (1988) tarafından eğitim araştırmalarına kazandırılan iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde, on aşamalı üç ana bölümden oluşan bir yöntem izlenmektedir. Bu bölümler, testin içeriğinin belirlenmesi, öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi ve iki aşamalı testin geliştirilmesi şeklindedir. İlk bölümde testin geliştirileceği konu ve kavramların sınırları çizilmektedir. İkinci bölümde ise ilgili araştırmaların incelenmesi, öğrencilerle görüşmeler yapılması ve açık uçlu soruların uygulanması ile, öğrencilerin belirlenen içerik hakkında sahip oldukları bilgiler ortaya çıkarılmaktadır. Son bölümde ise iki aşamalı çoktan seçmeli test maddeleri geliştirilmektedir. İki aşamalı testlerde yer alan maddelerin ilk aşaması, genellikle iki veya üç seçeneği olan bir bilgi sorusundan oluşmaktadır. Her bir maddenin ikinci aşaması ise ilk aşamada yer alan seçenekler için muhtemel nedenlerden oluşmaktadır (Treagust, 2006). İki aşamalı testlerde nedenin seçilmesi gerekliliği, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini ölçmeye yarayan duyarlı ve etkili bir yoldur (Tamir, 1989).

Wang (2004)'a göre iki aşamalı testler, öğrencilerin seçtikleri cevaplara ait gerekçelerini ve yorumlarını dikkate aldığından önceki yöntemlere göre oldukça gelişmiş bir yöntemdir. Diğer ölçme araçlarına göre iki aşamalı testlerin, öğrenci fikirlerini daha iyi değerlendiren, puanlaması ve uygulaması kolay olan, geçerli ve güvenilir araçlar oldukları ifade edilmektedir (Chen et al., 2002; Tan et al., 2002). Bu testler, etkili şekilde kullanıldığında, öğrencilerin, öğretim programında yer alan kavramları derinlemesine anlamalarına katkı sağlayabilirler (Treagust, 2006).

1.3. Mantıksal Düşünme Yeteneği

Bilimsel kavramlar, betimsel ve teorik olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Betimsel kavramlar doğrudan gözleme dayalı olarak öğrenilebilen kavramlar iken, teorik kavramlar doğrudan gözlenemeyen ancak teorilerle açıklanan kavramlar olup öğrenilmesi betimsel kavramlara göre daha zordur. Öğrencilerin betimsel ve teorik kavramları anlamaları, bilişsel gelişim düzeylerine bağlıdır (Lawson et al., 2000a).

Bilişsel gelişim aşamaları tüm bireyler için ortak olmakla beraber bireyler, edindikleri deneyimler, geldikleri çevre ve kalıtsal özelliklere bağlı olarak fiziksel ve bilişsel özelliklerinde farklılıklar göstermektedirler. Bu durum, öğrencilerin fen başarılarını etkileyen, karar verme süreçlerindeki ve mantıksal düşünme yeteneklerindeki farklılıkları açıklamaktadır.

Piaget'e göre mantıksal düşünme, bireyin belirli problemlerle karşılaştığında kullandığı zihinsel işlemlerdir (Karplus, 1977). Mantıksal düşünme; sayıları etkili kullanma, problemlere bilimsel çözümler üretme, kavramlar arasındaki ilişkileri ayırt etme, sınıflama, genelleme yapma, matematiksel bir formülle ifade etme, hesaplama, hipotez kurma, test etme, benzetmeler yapma gibi davranışları gösterme yeteneğidir (Demirel, 2003). Mantıksal düşünme bir sonuca varmak için kararlı biçimde düşünmeyi gerektirir. Bu düşünme modelinin temelini ardışık düşünme oluşturur. Bu işlev problemle ilgili tüm fikirleri, gerçekleri ve sonuçları almak ve onları zincirleme biçimde düzene koymak demektir (Bozdoğan, 2007).

Mantıksal düşünme işlemleri olan "değişkenleri kontrol etme", "orantısal düşünme", "olasılıklı düşünme", "ilişkisel düşünme" ve "birleşik düşünme", fen ve matematik derslerinde başarılı olabilmek için gerekli yetenekler olarak tanımlanmaktadır (Lawson, 1982; Valanides, 1996). Değişkenleri tanıma ve kontrol etme yeteneği, bilimsel süreç becerilerinden biridir. Değişkenler net bir şekilde tanımlanabildiğinde ve kontrol edilebildiğinde daha iyi sonuçlara ulaşılmaktadır. Değişkenleri kontrol etme planlama, uygulama ve yorumlama için çok büyük bir öneme sahiptir. Orantısal düşünme yeteneği ise, fen biliminin nicel özellikleri bakımından oldukça önemlidir. Orantısal düşünmeye özellikle verilerin işlenmesinde, tablollaştırılmasında, tablolştırılmış verilerin ve grafiklerin yorumlanmasında başvurulmaktadır. Araştırmalardan, gözlemlerden ve deneylerden elde edilen

sonuçları yorumlamak ise olasılıklı düşünme yeteneğini gerektirmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama ve doğrulama ise ilişkisel düşünme yeteneği ile ilgilidir. İlişkisel düşünme yeteneği, değişkenler arasındaki ilişkilerden elde edilen, kabul edilen veya reddedilen verilerin yorumlanmasında büyük öneme sahiptir. Hipotez kurmak için değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlamak, bunun için de ilişkisel düşünmek gereklidir. Değişkenlerin etkisini ölçmek üzere alternatif hipotezler kurmak ve test etmek ise birleşik düşünme yeteneğini gerektirmektedir (Garnett and Tobin, 1984).

Walker et al. (1979) genetiğin temel prensiplerini anlamak için ilişkisel, orantısal ve olasılıklı düşünmenin gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Örneğin gen, DNA ve kromozom gibi temel kavramların görevleri ve buldukları yerler arasında ilişkiler kurarak, kavramlar arasındaki bağlantıları anlamak ilişkisel düşünmeyi gerektirmektedir. Ayrıca mayoz bölünme süreci sonunda gamet oluşumunu anlamak olasılıklı düşünmeyi gerektirmektedir. Çünkü gametler farklı kromozomlara ait allellerin tesadüfi bir karışımını içermektedir. Ayrıca Gipson (1984) gametlerin döllenmesi sonucunda yavru dölün nasıl özelliklere sahip olabileceğini anlamak için de olasılıklı düşünmenin gerektiğini ifade etmektedir. Birleşik düşünme yeteneğinin eksik olması, çaprazlama problemlerinin çözümü için gereken Punnett karesinin oluşturulması önünde başlıca bir engel oluşturmaktadır (Gipson, 1984). Ayrıca birleşik düşünme, yavru dölün oluşumu esnasında mitoz ve mayoz bölünmenin rolünü anlamak için gerekmektedir. Gametlerin muhtemel fenotip ve genotip oranlarının hesaplanması için orantısal düşünme yeteneği kullanılmaktadır. Somatik ve eşey hücrelerinin sahip oldukları genetik bilgiyi anlamak orantısal düşünmeden başka değişkenleri kontrol etme yeteneğini öncelikli olarak gerektirmektedir.

Mantıksal düşünme yeteneği, gelişim psikolojisi ve fen eğitimi alanlarında uzun süre araştırma konusu olmuştur. Bu araştırmalarda ortaya çıkan genel sonuçlara göre, ergenlik boyunca gelişen mantıksal düşünme yeteneği, fen başarısında ve fen kavramlarını yapılandırmada önemli bir rol oynamaktadır (Lawson et al., 2000b). Valanides (1997) mantıksal düşünme yeteneklerini, fen ve matematik derslerinde başarılı olmak için gerekli yetenekler olarak tanımlamıştır. Bununla beraber Lawson (1982) mantıksal düşünme yeteneğinin, sadece fen ve matematik

başarısı ile değil genel başarıyla da ilişkili olduğunu belirtmektedir. Mantıksal düşünme stratejilerinin, problem çözmeyi geliştirmesi ve başarıyı arttırmasının yanı sıra akademik toplumun sınırlarının ötesinde günlük yaşamdaki problemleri de kolaylaştırdığını ifade etmektedir. Linn et al. (1981)'e göre günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümü sıklıkla mantıksal düşünme stratejilerini gerektirmektedir.

Araştırmalar, mantıksal düşünme yeteneği ile başarı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Johnson and Lawson, 1998). Mantıksal düşünme yeteneğinin, başarı ve kalıcılığın en güçlü yordayıcısı olduğu (Tobin and Capie, 1981), ayrıca özyeterlik ve akademik başarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (Lawson et al., 2006) yapılan araştırmalar sonucunda ortaya konulmuştur. Bir diğer araştırma sonucuna göre yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, yanlış kavramlarını daha kolay değiştirebildikleri belirlenmiştir (Oliva, 2003).

Kavram yanlışlarının giderilebilmesi, mantıksal düşünme işlemlerinden değişkenleri kontrol etme, olasılıklı düşünme, ilişkisel düşünme ve birleşik düşünme yeteneklerini gerektirmektedir. Bu yeteneklere sahip öğrenciler kavram yanlışları ile gerekçeleri arasındaki ilişkileri mantıklı bir şekilde tartışabilmekte ve böylece kavram yanlışlarını giderebilmektedirler. Mantıksal düşünme yeteneği, öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve bu sayede kavramları anlamadaki başarılarının artmasında etkili olmaktadır (Lawson and Thompson, 1988).

Wood (1974)'a göre mantıksal düşünme yeteneği ile fen eğitiminin temelini oluşturan değişkenleri belirleme ve kontrol etme ile hipotez kurma gibi beceriler arasında doğrudan bir bağlantı bulunmaktadır (Tobin and Capie, 1982). Araştırmalar, fen başarısının ve fen kavramlarını anlamının, öğrencilerin mantıklarını kullanma yetenekleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu araştırmaların sonucunda öğretim yöntemlerinin, içeriğin ve hedeflerin, öğrencilerin bilişsel gelişim düzeylerine göre düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca bazı araştırmacılara göre fen eğitiminin esas önceliği, mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi olmalıdır (Garnett and Tobin, 1984).

Mantıksal düşünmenin geliştirilmesi, kavramların öğrenilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Çünkü kavramsal bilginin oluşmasını sağlayan yapılandırmacı süreç, mantıksal düşünme işlemlerini gerektirmektedir (Lawson, 1992). Öğretimin bir sonucu olarak mantıksal düşünmenin zor da olsa geliştirilmesinin mümkün olduğu rapor edilmiştir (Lawson et al., 2000b).

1.4. Öğrenme Yaklaşımları

Bazı öğrenciler fen konularını öğrenmede diğerlerine göre daha başarılıdır. Ausubel (1968)'e göre bu durum, öğrencilerin öğrenme biçimlerindeki farklılıktan -anlamli veya ezberle öğrenmelerinden- kaynaklanmaktadır (Chin and Brown, 2000). Anlamli öğrenme, bireyin yeni uyarıcıyı içselleştirmesini ve yeni bilginin diğer durumlara uygulanmasını sağlar. Buna karşılık ezberle öğrenmede yeni bilgi bilişsel yapıya olduğu gibi yerleştirilir. Birey yeni bilgiyi hatırlayabilir ancak yeni problemlerin çözümünü için uygulamakta başarısız olur (Okebukola, 1990).

Novak (1993)'a göre ezberle öğrenme ile anlamli öğrenme arasındaki önemli farklardan biri; ezberle öğrenme ile bilişsel yapıda anlamli biçimde bir etkileşim olmazken anlamli öğrenmede, öğrenen yeni bilgiyi sahip olduğu bilgi ile bilinçli olarak bütünleştirir (She, 2005). Anlamli öğrenenler yeni bir problemi kendi kendilerine sorarak, fikirler arasında ilişkiler kurarak cevaplayabilirler. Buna karşılık ezberle öğrenenler, ancak mevcut tanımlamaları kullanabilirler ve kendi fikirlerini kullanarak sonuca ulaşamazlar (Cavallo, 1996).

Öğrencilerin anlamli veya ezberle öğrenmeleri, öğrenme yaklaşımları ile ilgilidir (Chin and Brown, 2000; BouJaoude et al., 2004). Öğrenme yaklaşımları, öğrencilerin öğrenmeyi ele alma biçimleri olarak ifade edilmektedir. Öğrencilerin ne öğrendikleri, onların bunu nasıl öğrendikleri ile yakından ilişkilidir. Öğrencilerin benimsedikleri öğrenme yaklaşımı, onların öğrenmelerinin niteliğini ve niceliğini belirleyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Newble and Entwistle, 1986). Ramsden (1992)'e göre, yaklaşım kavramı öğrenmenin nitel bir özelliği olup öğrencilerin konuları “ne kadar” hatırladıklarından ziyade “neyi”, “nasıl” öğrendikleri ile ilgilidir.

Öğrenme yaklaşımları ile ilgili ilk çalışmalar, 1970'li yıllarda başlamış ve Marton and Säljö (1976a; 1976b) tarafından gerçekleştirilen deneysel nitelikli araştırmalar, öğrenme yaklaşımları ile ilgili diğer araştırmalara temel oluşturmuştur. Marton and Säljö (1976a; 1976b) gerçekleştirdikleri bir dizi çalışmada, öğrencilerden akademik içerikli bir makale, bir gazete makalesi ve kitap bölümleri okumalarını istemişlerdir. Öğrencilerin okumaları tamamlandıktan sonra metinlerle ilgili çeşitli sorular sorulmuş, neler öğrenmiş olduklarını, okuma işine nasıl yaklaştıklarını ve sürecin nasıl gerçekleştiğini belirlemeye yönelik görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde, farklı öğrencilerin aynı metinden farklı şeyler öğrendikleri görülmüştür. Araştırmacılar, öğrenme ürünlerinde ortaya çıkan bu niteliksel farklılıkların, öğrenme sürecindeki farklılıklardan kaynaklandığını ifade etmişler ve iki farklı öğrenme sürecinin net olarak ayırt edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu süreçler yüzeysel ve derinlemesine öğrenme süreçleri olarak tanımlanmıştır. Yüzeysel öğrenme sürecinde, öğrencilerin, metnin içindeki önemli olduğunu düşündükleri bilgileri ve fikirleri belirleyerek ezberleme amacını güttükleri, metnin bütünsel anlamını anlamaya çalışmaktan ziyade daha sonra sorulabilecek sorulara cevap oluşturacağını düşündükleri ayrıntıları ezberleme çabası içinde oldukları, anlam aramaya yönelmedikleri görülmüştür. Bu durum ezbere öğrenmeye yönelme olarak ifade edilmiştir. Derinlemesine öğrenme sürecinde, öğrencilerin dikkatlerini, metnin içinde geçen olgusal bilgilerden çok, öğrenilen materyalin anlamsal içeriğine ve anlatılmak isteneni anlamaya yönelttikleri belirlenmiştir (Marton and Säljö, 1976a; 1976b; 2005). Araştırma sonuçları ayrıca, öğrencilerin öğrenme yaklaşımları ve anlama düzeyleri arasında bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Derinlemesine öğrenmeyi tercih eden öğrencilerin hem çalışma sonrasında hem de haftalar sonra daha fazla olgusal ayrıntıyı hatırlayabildikleri görülmüştür (Marton and Säljö, 1976b).

Marton and Säljö (1976a; 1976b) tarafından İsveç'te yapılan bu araştırmaları, daha sonra Avustralya'da Biggs (1978) ve İngiltere'de Entwistle and Ramsden (1983) tarafından gerçekleştirilen araştırmalar takip etmiştir. Bu araştırmalar, Marton ve Säljö'nün öncü araştırmalarından farklı olarak, nicel araştırma yöntemlerinin de kullanıldığı çalışmalar olup, ilk bulguları destekleyen sonuçlar ortaya koymuşlardır. Biggs ve Entwistle & Ramsden birbirlerinden bağımsız

olarak, öğrencilerin çalışma yaklaşımlarının belirlenmesi için ölçme araçları geliştirmişler ve uygulamaları sonucunda öğrencilerin çalışma süreçlerinin üç farklı boyutu olduğunu ifade etmişlerdir. Marton ve Säljö tarafından tanımlanan “yüzeysel” ve “derinlemesine” öğrenme süreçlerine, Entwistle ve Ramsden üçüncü bir boyut olarak “stratejik” öğrenme yaklaşımını eklemiş, Biggs ise bu üçüncü boyutu “başarı” yaklaşımı olarak nitelendirmiştir. Başarı veya stratejik öğrenme yaklaşımında ise öğrencilerin yüksek not alarak başarılı olmak amacıyla her iki yaklaşımdan birini seçebildikleri belirlenmiştir. Terminolojideki farklılık araştırmaların birbirinden bağımsız olarak farklı ortamlarda yapılmasından kaynaklanmaktadır. Ancak tüm bu çalışmalarda, farklı araştırma yöntemlerinin kullanılarak benzer bulgulara ulaşılması, geliştirilen kavramların geçerliğini arttıran bir sonuç olarak değerlendirilmektedir (Newble and Entwistle, 1986).

Bu üç yaklaşımın her birinde ilk olarak öğrencileri motive eden faktör, ikinci olarak öğrencinin amacı ve üçüncü olarak öğrenme süreci önemli farklılıklar göstermektedir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencileri motive eden faktör çoğunlukla, dersi geçme isteği veya başarısızlık korkusudur. Bu öğrencilerin amacı dersin gerekliliklerini yerine getirmektir. Bu amaçlarını gerçekleştirmek için ise sınavlarda karşılıklarına çıkacağına inandıkları muhtemel konuları ezberler ve tekrar ederler. Buna karşılık derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencileri motive eden faktör, konuya olan ilgileri veya konunun meslekleri ile ilgili olduğunun farkında olmalarıdır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin amacı konuyu anlamaktır. Konuyu çalışırken ön bilgileri ve kişisel deneyimleri ile ilişkilendirirler. Stratejik yaklaşımda, öğrencileri motive eden faktör ise yüksek not almaktır. Ayrıca stratejik öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrenciler rekabet duygusuyla da motive edilmişlerdir. Bu öğrencilerin amacı başarılı olmaktır ve bunun için her ne gerekiyorsa onu kullanmaya hazırdırlar. Hangi yaklaşımı kullanmak kendilerini daha fazla başarıya götüreceyse o yaklaşımı seçebilirler (Newble and Entwistle, 1986).

Öğrencilerin izledikleri süreçler, öğrenme ürünlerinin niteliğiyle doğrudan ilişkili olduğundan büyük öneme sahiptir. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin kullandıkları başlıca süreç ezbere öğrenmedir (Newble and Entwistle, 1986). Bu öğrenciler, metnin kendisine odaklanırlar ve mümkün olduğunca çok şey

ezberlemeye çalışırlar (Marshall and Case, 2005). Yüzeysel öğrenme yaklaşımının kullanılmasını örnekleyen bir öğrenci açıklaması aşağıda sunulmaktadır.

“Makaleyi okurken, esasen olgulara ve örneklere bakıyor olurum. Makaleyi, genelde okuduğumdan daha dikkatli olarak okur ve ilgili sorulara vereceğim cevapları düşünerek notlar alırım. Makaledeki olaylar ile ilgili olabilecek soruları düşünürüm. Bu da okumada izlediğim yolu etkiler, isimleri ve şekilleri ezberlemeye çalışırım.” (Newble and Entwistle, 1986).

Derinlemesine öğrenme yaklaşımının temel özelliği ise konuyu anlama amacıdır. Derinlemesine öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrenciler, metnin altında yatan anlamı kavramayı amaçlar (Newble and Entwistle, 1986; Marshall and Case, 2005). Aşağıda yer alan öğrenci açıklaması, derinlemesine öğrenme yaklaşımının kullanılmasını örneklemektedir.

“Makaleyi okurken, yazarın ne demek istediğini anlamak için çok özen gösteririm. Argümanlara ve argümanları destekleyen olgulara dikkat ederim... Kendimi sürekli okuduğum makaleyi, kişisel deneyimlerimle ilişkilendirirken bulurum ve bu benim makaleyi anlamamı kolaylaştırır...” (Newble and Entwistle, 1986).

Derinlemesine öğrenme yaklaşımından farklı olarak stratejik yaklaşımı kullanan öğrenciler, öğrenme işiyle ilgilenmekten ziyade içinde buldukları durumu düzenlerler (Ramsden et al., 1989). Bu öğrencileri, herhangi bir öğrenme durumunda, derinlemesine ya da yüzeysel öğrenme yaklaşımını kullanan öğrencilerden ayırt etmek güç olabilir. Çünkü bu öğrenciler, yüksek not almaları muhtemel olan süreç hangisi ise onu kullanırlar (Newble and Entwistle, 1986). Stratejik öğrenme yaklaşımının kullanılmasını örnekleyen bir öğrenci açıklaması aşağıda sunulmaktadır.

“Teknik, sınavda ne olacağını bilmeyi ve sınavın nasıl değerlendirileceğini bilmeyi içerir. Bu teknikleri, sınıfta oturup, öğretmenin görüşünden, notlarından ve yazdığı kitaplardan fikir edinerek kazanabilirsiniz. Bu toplanması gereken asıl içerikten farklıdır.” (Newble and Entwistle, 1986).

Öğrenme yaklaşımına ilişkin pek çok yanlış anlama bulunmaktadır (Ramsden, 1992; Shale and Trigwell, n.d.). Bunlardan biri, yüzeysel öğrenme yaklaşımı ile düşük yeteneğin bağdaştırılmasıdır. Yüzeysel ve derinlemesine öğrenme yaklaşımının birbirini tamamlayan veya ardışık olduğunu düşünmek de yine yapılan yanlışlar arasında sıralanmaktadır. Öğrenme yaklaşımının, kişisel bir özellik olduğu görüşünün yanlış olduğuna ise özellikle dikkat çekilmektedir. Öğrenme yaklaşımı, bir öğrencinin sahip olduğu bir özelliği değildir. Aynı öğrenci farklı durumlarda farklı şekilde öğrenmektedir. Hangi öğrenme yaklaşımının kullanılacağı, öğrenme görevine göre değişkenlik göstermektedir. Diğer bir ifade ile bir öğrencinin benimseyeceği öğrenme yaklaşımı öğrenilecek konunun içeriği ile bağlantılı olarak farklılaşabilmektedir (Ramsden, 1992). Aynı öğrenci, içeriğin özelliklerine bağlı olarak, bir durumda derinlemesine bir başka durumda yüzeysel öğrenme yaklaşımını benimseyebilir ve hatta bazı durumlarda bir yaklaşımdan diğerine geçebilir (Marshall and Case, 2005; Shale and Trigwell, n.d.).

Değerlendirme sistemi öğrencilerin sadece kazandıkları bilgi ve becerileri değil öğrenme yaklaşımlarını da etkilemektedir. Marton and Säljö (1976b) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, farklı tipte sorular kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, soru tiplerine göre benimsenen öğrenme yaklaşımının değiştiği görülmüştür. Örneğin, bilginin sadece tekrarını gerektiren testlerin yüzeysel öğrenme yaklaşımını teşvik ettiği, diğer taraftan yüksek düzeyde anlama gerektiren testlerin de öğrencileri derinlemesine öğrenme yaklaşımına yönelttiği belirlenmiştir (Newble and Entwistle, 1986).

Derinlemesine öğrenme yaklaşımını kullanan öğrenciler, “anamlı öğrenen” öğrenciler olarak adlandırılmaktadırlar. Anamlı öğrenenler, içeriğin bütünsel bir tanımını yapma eğilimindedirler, yeni içeriği sahip oldukları ön bilgileri veya kişisel deneyimleri ile yeniden düzenlerler, kanıt kullanma eğilimindedirler ve daha objektif bir görüş sürdürürler. Yüzeysel öğrenme yaklaşımını kullanan öğrenciler ise “ezbere öğrenen” öğrenciler olarak adlandırılmaktadırlar. Bu öğrenciler, detayları uzun süreli hatırlamada zayıftırlar, amaçsız olarak biriktirdikleri bilgileri anlamak yerine aynen tekrar ederler ve bu nedenle sahip oldukları bilgileri gerçek dünyada uygulamakta başarısız olurlar. Ayrıca öğrenme ve anlama ihtiyacından

ziyade başarısızlık korkusuyla dışsal olarak motive edilmişlerdir (Entwistle and Ramsden, 1983; Ramsden, 1992; BouJaoude et al., 2004).

Anlamalı öğrenenler sınıfta öğrendikleri yeni bilgileri ön bilgileri ile ilişkilendirebilirler (Novak and Gowin, 1984) ve bu bilgileri daha kapsamlı ve organize bilgiler içerisinde düzenleyebilirler, böylece bellekte aşırı yüklenmeyi azaltır, işlem yapma kapasitesini artırırlar. Buna karşılık ezbere öğrenenler bilgileri düzensiz küçük yığınlar halinde depolarlar. Öğrenilmesi gereken bilgiler gerektiği gibi düzenlenemediğinden, geniş kapsamlı bilgiler içeren bir derste, bilgilerin fazlalığı karşısında ezbere öğrenenlerin zihni karışmakta ve bu durum da başarılarını düşürmektedir (BouJaoude, 1992).

Yapılan çok sayıda araştırma, öğrencilerin kullandıkları öğrenme yaklaşımları ile öğrenme ürünlerinin ilişkili olduğunu göstermiştir (Ramsden et al., 1989; Ramsden, 1992). Ayrıca öğrenme yaklaşımlarının, öğrenme ürünlerinin niteliğini belirleyen önemli bir faktör olduğu ifade edilmektedir (Chin and Brown, 2000; Byrne et al., 2002). Anlamalı öğrenme ile daha etkili ve kalıcı öğrenme ürünleri elde edilirken, ezbere öğrenmede yüksek nitelikte öğrenme ürünü elde etmek olanaksızdır (She, 2005).

Araştırmalarda genel bir sonuç olarak anlamalı öğrenenlerin ezbere öğrenenlere göre daha iyi bir kavramsal anlama sergiledikleri belirlenmiştir. Ayrıca edindikleri bilgileri, yanlış anlamalarını düzeltmek için kullanmada anlamalı öğrenenlerin daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır (BouJaoude, 1992). Williams and Cavallo (1995) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin anlamalarının anlamalı öğrenme ile ilişkili olduğu, ezbere öğrenmenin ise öğrencilerin daha fazla kavram yanılığını edinmesine neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu yüzden anlamalı öğrenme yaklaşımının, başarının belirleyicisi olarak rol oynaması beklenmektedir (BouJaoude et al., 2004).

Bütün bu çalışmalar ile ortaya konulan kuramsal bilgiler çerçevesinde araştırmanın kapsamı belirlenmiştir. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin, mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımları ile ilişkili olduğu varsayımı ile gerçekleştirilen bu çalışmada, amaçlar belirlenmiş ve amaçlar doğrultusunda ortaya çıkan problemlere çözüm aranmıştır.

1.5. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın başlıca amacı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkinin saptanmasıdır. Bu amaç kapsamında öncelikle, ortaöğretim öğrencilerinin, genetik konularında yer alan temel kavramları anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bunun yanı sıra, öğrencilerin genetik konuları ile ilgili sahip oldukları bilgiler ve bu bilgilerin kaynağının ortaya konulması amaçlanmaktadır. Diğer taraftan öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile öğrenme yaklaşımlarının belirlenmesi ve bu değişkenlerin, genetik kavramları anlama düzeyi ile ilişkilerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmanın bir diğer amacı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerindeki varyansın ne kadarının, mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı değişkenleri tarafından açıklandığının belirlenmesidir. Son olarak bu değişkenler arasından hangisinin, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olduğunun belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmanın amaçları doğrultusunda aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır.

1. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri nedir?
2. Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri nedir?
3. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları nedir?
4. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı ilişki var mıdır?
5. Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı olarak yordamakta mıdır?
6. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin en önemli yordayıcısı hangi değişkendir?

1.6. Araştırmanın Önemi

Öğrencilerin genetik konularını anlayabilmelerinin ön koşulu, genetiğin temel kavramlarını eksiksiz ve doğru olarak anlamalarıdır. Genetiğin temel kavramlarının soyut ve karmaşık olması, öğrencilerin bu kavramları, zihinlerinde yapılandırmalarını güçleştirmektedir. Öğrenciler zihinlerinde yapılandıramadıkları bu kavramları birbirleriyle ilişkilendirememekte ve bu yüzden kavramların temel oluşturduğu diğer genetik konularını eksik veya yanlış öğrenmektedirler.

Temel kavramların tam ve doğru olarak öğrenilmesinin, öğrencilerin daha ileri düzeydeki konuları öğrenmelerine kolaylık sağladığı bilinmektedir. Bu sebeple öğrencilerin genetik konularını anlamlı ve kalıcı şekilde öğrenmelerinin sağlanması için, genetiğin temel kavramları hakkındaki mevcut bilgi birikimlerinin ortaya çıkarılması önemlidir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin, genetik kavramlar ile ilgili çok sayıda yanlış anlamalarının olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda hangi kavramların yanlış anlaşıldığı belirlenmiş ancak, öğrencilerin bu kavramları neden yanlış anladıkları hakkında yeterince araştırma yapılmamıştır. Bu çalışma, öğrencilerin genetik kavramlar hakkında sahip oldukları bilgiler ile beraber bu bilgilerini dayandırdıkları nedenlerin araştırılmasını amaçlaması bakımından önemlidir.

İki aşamalı testler ile öğrencilerin, sadece sahip oldukları bilgiler değil, bu bilgileri dayandırdıkları nedenler de araştırılabilmektedir. Bu sayede öğrencilerin, kavramları ne kadar ve nasıl anladıkları hakkında bir değerlendirme yapılabilmektedir. Ulusal ve uluslararası çalışmalarda genetik kavramlar ile ilgili geliştirilmiş iki aşamalı bir test bulunmamaktadır. Bu çalışmada geliştirilen “İki Aşamalı Genetik Kavram Testi”nin bu eksikliği gidermesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu testin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar, öğretmenlere, öğrencilerin genetik ile ilgili kavramsal anlamaları ve nedenlerine ilişkin bilgiler sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Öğrencilerin genetik konularında sahip oldukları eksik ve yanlış anlamalar ile beraber bunların nedenlerinin öğretmenler tarafından bilinmesi, gerekli önlemlerin alınarak etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Öğrencilerin kavramları anlamaları değerlendirilirken bilişsel değişkenlerin dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü bilişsel değişkenler, öğrencilerin kavramları anlamaları ile ilişkili olup, anlama düzeylerini etkileyebilmektedir. Bu çalışmada bilişsel değişkenlerden mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımlarının, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile ilişkisi araştırılmıştır. Ayrıca bu değişkenlerin, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerine olan etkileri de incelenmiştir. Böylece, öğrencilerin genetik kavramları anlamalarını etkileyen bilişsel değişkenlere ilişkin bilgiler elde edilmiş ve bu doğrultuda genetik eğitime katkısı olacağı düşünülen önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmada ayrıca öğrencilerin genetik kavramları anlamaları, iki aşamalı testler, mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımları ile ilgili araştırma sonuçlarına yer verilerek bu konularda önemli bilgiler sunulmuştur. Çalışmada, bu değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesiyle, ilgili araştırmalarda elde edilen bulguların genişletilmesi amaçlanmıştır. Tüm bu gerekçeler ile çalışma, mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımlarının muhtemel etkilerinin belirlenerek, öğrencilerin genetiğin temel kavramlarını anlamalarını geliştirmeye katkı sağlamak üzere gerçekleştirilmiştir.

1.7. Araştırmanın Sayıltıları

1. Öğrencilerin veri toplama araçlarını gerçek bilgi, beceri ve düşüncelerine dayanarak içtenlikle cevapladıkları varsayılmaktadır.
2. Kontrol altına alınamayan değişkenlerin örneklem grubundaki tüm öğrencileri eşit düzeyde etkilediği varsayılmaktadır.

1.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmanın bulguları genetiğin temel kavramları ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2007–2008 eğitim öğretim yılı ile sınırlıdır.
3. Araştırmanın gerçekleştirildiği ortaöğretim kurumları, Ankara ilindeki çeşitli Anadolu Liseleri, yabancı dil ağırlıklı liseler, mesleki ve teknik liseler ile sınırlıdır.
4. Araştırma 11. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
5. Üniversiteye giriş sınavı olan Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Sınavının yarattığı stres ve kaygı düzeyinin, öğrencileri veri toplama araçlarını cevaplarken etkilemiş olması araştırmanın en önemli sınırlılıklarındandır.

2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, çalışmanın konusuyla ilgili araştırmalar dört alt bölümde ele alınmaktadır. Birinci alt bölümde, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile ilgili araştırmalar, ikinci alt bölümde, iki aşamalı testler ile ilgili araştırmalar, üçüncü alt bölümde mantıksal düşünme yeteneği ile ilgili araştırmalar ve dördüncü alt bölümde öğrenme yaklaşımları ile ilgili araştırmalar yer almaktadır.

2.1. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeyleri İle İlgili Araştırmalar

Genetik, biyolojinin temel konularından biri olmakla beraber gündelik yaşamla doğrudan ilgilidir (Knippels et al., 2005). Lewis et al. (2000a, 2000b, 2000c), yaptıkları çalışmalarda, genetik eğitiminin politik, ekonomik, etik ve eğitim açısından artan önemine dikkat çekmektedirler. Bu çalışmalarda, son yıllarda her geçen gün genetikle ilgili yeni gelişmelerin ve araştırmaların söz konusu olduğu, özellikle tıp alanındaki gelişmeleri anlayabilmek için genetik konusunda toplumların bilimsel okuryazar olmaları gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak genetik, hem öğrenciler hem de biyoloji öğretmenleri tarafından, önemli ve öğrenilmesi zor olan biyoloji konularından birisi olarak görülmektedir (Finley et al., 1982; Stewart, 1982; Kindfield, 1991; Bahar et al., 1999, Tekkaya vd., 2001; Rotbain et al., 2005). Genetik eğitiminde yapılan çalışmaları değerlendiren Knippels et al. (2005), yaşanan bu zorluğun sebeplerini; alana özgü bir terminolojinin olması, Mendel genetiğinin matematiksel bir içeriğinin olması, hücresel süreçler içermesi, genetik konularının soyut olması ve genetiğin karmaşık bir doğasının olması şeklinde sıralamaktadırlar. Yapılan çok sayıda çalışmada, öğrencilerin genetik kavram ve konularını anlamaları, pek çok yönü ile ele alınarak araştırılmıştır. Bu araştırmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Hackling and Treagust (1984) öğrencilerin, kalıtımı anlamalarını belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada ayrıca öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını ve eksik kavramalarını da ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla kırk sekiz 10. sınıf öğrencisi ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme soruları, kalıtım konusunun anlaşılması için gerekli olan bilgi önermelerine ve kalıtımla ilgili kavramlara dayanarak geliştirilmiştir. Bu kavramlar kalıtım, lokus, mayoz, mitoz ve döllenme olarak belirlenmiştir. Görüşmeler sonucunda öğrenciler tarafından

anlaşılan, anlaşılmayan veya yanlış anlaşılan kavram ve önermeler belirlenmiştir. Kırk sekiz öğrenciden sadece iki tanesinin (%4), bir özelliğin farklı şekillerde oluşabileceğini açıklayan allelleri anladıkları görülmüştür. Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğu, sperm ve yumurta hücresinin yavru döldeki genetik bilginin yarısını taşıdığını bilmektedirler. Ancak öğrencilerin %48'inin bu konuda kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığı, spermin, yavru dölde bulunan özelliklerin yarısına ait genleri taşıdığı şeklindedir. Ayrıca genlerin, bireyin özellikleri üzerindeki etkilerini (%27), çevresel faktörlerin birey üzerindeki etkilerine (%56) göre daha az kavradıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar bunun sebebini, öğrencilerin çevresel faktörleri doğrudan tecrübe edebilmeleri ancak genlerin etkilerini kolayca gözlemleyememeleri ile açıklamaktadırlar. Öğrencilerin, kalıtım ve üremenin birlikte gerçekleştiğini (%50), böylece çocuklara özelliklerinin ebeveynlerden geçtiğini (%94), bu özellikleri belirleyen genlerin de yavru dölde gametler aracılığıyla taşındığını (%77) ve bu sayede yavru dölün ebeveyn özelliklerinin bir karışımına sahip olduklarını (%44) düşündükleri belirlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin bazı bilgileri -kalıtımla ilgili bu örnekte olduğu gibi- kendi ailelerinden veya çevrelerinden edindikleri gözlemlere dayalı olarak öğrenebildiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum öğrencilerin somut deneyimlere bağlı olarak öğrendikleri bilgileri, bu bilgilerle ilişkili soyut olgulardan daha kolay anlamalarının nedenini açıkladığı şeklinde yorumlanmıştır.

Lewis et al. (2000a; 200b; 2000c) yaptıkları bir dizi çalışmada, öğrencilerin genetiği anlamalarını araştırmışlardır. Bu çalışmalarda genlerin yapısı, bulunduğu yer ve görevleri; genetik bilginin bir bireyin hücrelerindeki devamlılığı; hücre bölünmesi süreci, hücre bölünmeleri ile genetik ve kalıtım arasındaki ilişki konularında öğrencilerin anlamaları incelenmiştir. Araştırma, İngiltere'deki sekiz okulda öğrenim gören, yaşları 14 – 16 arasında değişen toplam 482 öğrenci ile yürütülmüştür. Veriler bir dizi halinde yazılı soru setlerinin uygulanması ile elde edilmiştir. Sorular, olayları hatırlamadan ziyade, kavramsal anlamayı araştırarak şekilde düzenlenmiştir. Yazılı sorulara ek olarak küçük gruplarla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yazılı soru setlerinden ilki; öğrencilerin hücre, kromozom, gen, DNA, organizma ve çekirdek gibi yapılar arasındaki farkı anlamalarını belirlemeye yöneliktir. Bu sorulardan elde edilen bulgular, bu yapıların büyüklüklerini idrak etmede yaygın bir eksiklik olduğunu göstermiş ve bu yapılar arasındaki ilişkileri

anlamada eksiklikler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin sadece beşte biri bilimsel olarak geçerli bir dizilim yapmış, dörtte biri ise genlerin kromozomlardan daha geniş olduğunu ifade etmiştir. İkinci soru setinde öğrencilerin canlılar, kromozomlar ve genetik bilgi arasındaki ilişkiyi anlamaları değerlendirilmiştir. Bu soru setine verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunun, genetik bilginin bütün canlılarda bulunduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir. Bununla beraber örneklemin onda birinden fazlası, bazı organizmaların kromozom içerdiğini ancak genetik bilgi içermediğini belirtmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin genetik bilgi ve kromozom arasındaki ilişki hakkında belirsizliklerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır. Üçüncü soru setinde öğrencilerin gen, DNA, çekirdek, kromozom, allel ve genetik bilgi terimleri ile bunların yeri ve görevleri hakkındaki anlamaları incelenmiştir. Bu sorulara verilen cevaplarda öğrencilerin çoğunluğunun, bu terimleri tanıdıkları belirlenmiştir. Fakat ilgili soruları ancak sınırlı olarak cevaplayabilmeleri, çoğu öğrencinin bu terimlerin ne anlama geldiğinin çok az farkında olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bir bireyin hücrelerindeki genetik bilgi hakkında öğrencilerin anlamalarının araştırıldığı bir diğer soru setinde, öğrencilerden aynı bireye ait dört hücre çiftini, genetik bilgileri bakımından karşılaştırmaları istenmiştir. Örneklem grubunun sadece %4'ü somatik hücrelerin aynı genetik bilgiyi taşıdığını ve sperm hücrelerinin somatik hücrelerle aynı genetik bilgiyi içermediğini ifade etmiştir. Öğrencilerin %59'u her bir hücrenin, fonksiyonunu yerine getirmek için ihtiyaç duyduğu genetik bilgiyi içerdiğini belirtmiştir. Çalışmada kullanılan bir başka soru setinde öğrencilerin, hücre bölünmesinin süreçlerini, amaçlarını ve sonuçlarını anlamaları araştırılmıştır. Bu soru setine verilen cevap oranı %79 – %93 arasında olup, en fazla cevap verilen sorular olmuştur, bu bulgu öğrencilerin hücre bölünmeleri konusunda kendilerine güvendiklerini göstermiştir. Ancak bulgular incelendiğinde öğrencilerin, hem mitoz hem de mayoz bölünme süreçlerine ve sonuçlarına ilişkin açıklamalarında yaygın şekilde tereddütlü oldukları görülmüştür. Mitoz ve mayoz bölünme konularının birlikte anlatılmasının, öğrencilerin bu konuları anlamalarında güçlük yaşamalarına neden olduğunu savunan araştırmacılar ayrıca çoğu öğrenci için başlıca sorunun terminoloji olduğunu öne sürmüşlerdir. Öğrencilerin, hücre bölünmesi süreçlerinin açıklanmasında replike olma, bölünme, çoğalma, paylaşma, kopyalama, iki katına çıkma, ayrılma gibi çelişkili terimlerin kullanılması nedeniyle karışıklıklar yaşadıkları ifade edilmiştir. Çalışmalarda genel olarak ulaşılan sonuç; öğrencilerin, genetik kavramların,

kavramlar arası ilişkilerin ve genetik olayların farkında oldukları, ancak bu konuları anlamalarında önemli eksiklikler, karışıklıklar ayrıca yanlış anlamalar olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin, temel kavramları sınırlı şekilde anlamış olmalarının, konunun bütünü tutarlı olarak anlamalarını güçleştireceği ifade edilmiştir.

Marbach-Ad and Stavy (2000), öğrencilerin genetik konularını, hücresel ve moleküler düzeyde nasıl açıkladıklarını araştırmak için 9. sınıf, 12. sınıf ve üniversite öğrencileri ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin, genetik olaylarla ilgili görüşlerini belirlemek üzere görüşmeler yapılmış ve yazılı sorular kullanılmıştır. Elde edilen öğrenci cevapları değerlendirilmiş ve üç kategoride toplanmıştır. Kategoriler; moleküler, hücresel ve makro düzey şeklinde oluşturulmuştur daha sonra moleküler ve hücresel düzeyler birlikte mikro düzey olarak ele alınmıştır. Öğrencilerin cevaplarında kullandıkları kavramlar, genetik materyal ve DNA ise moleküler düzey; gen, kromozom ve allel kavramları kullanılmışsa hücresel düzey; açıklamalarda özellik gibi terimler yer alıyorsa makro düzey olarak değerlendirilmiştir. Görüşmelerde öğrencilerin sıklıkla mikro düzeyde olan gen kavramını kullanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir. Ancak 9. sınıf öğrencilerinin, genlerin ne olduğunu ve özellikleri nasıl etkilediklerini açıklayamadıkları görülmüştür. Bazılarının gen ve özellik kavramlarını eş anlamlı olarak kullandıkları yani mikro ve makro düzey arasında bir karışıklık yaşadıkları gözlenmiştir. 12. sınıf öğrencilerinin yaklaşık %80'i, soruları mikro düzeydeki süreçleri ve kavramları kullanarak açıklamışlardır. Öğretmen adaylarının ise hemen hemen hepsi soruları mikro düzeyde açıklamalar kullanarak yanıtlamışlardır ve görüşmelerde bu öğrencilerin mikro ve makro düzeyler arasındaki farkları kolayca ayırt edebildikleri görülmüştür. Araştırmacılar çalışmada, öğrencilerin genetik konularında günlük yaşamalarının nedenlerinden birini, organizmanın farklı düzeylerine (mikro – makro) ilişkin çok sayıda kavram ve sürece aynı anda maruz kalmaları olarak açıklamışlardır. Bu sebeple öğrencilerin, kavramları bir bütünün ilişkili parçaları olarak göremedikleri ifade edilmiştir.

Wood-Robinson et al. (2000), öğrencilerin genetiği anlamalarının belirlenmesi ile ilgili olarak yürütülen geniş bir projenin bir bölümünü raporlaştırdıkları çalışmalarında öğrencilerin, bir organizmanın hücrelerindeki genetik bilginin doğasını anlamaları konusunu ele almışlardır. Yaşları 14-16 arasında olan

öğrencilerin, hem yazılı sorular hem de grup tartışması yöntemiyle sahip oldukları bilgiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin, genetiği hücresel düzeyde anlamalarının araştırıldığı yazılı sorularda, mekanizmalar ve süreçler hakkında anlamalarının oldukça eksik olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçların daha derinlemesine araştırılması için gerçekleştirilen grup tartışmalarında ise hücredeki genetik bilginin doğası hakkında tartışılmıştır. Tartışmalarda, bir organizmanın farklı hücrelerindeki kromozomlar ve bu kromozomların içerdiği genler üzerine odaklanılmıştır. Tartışmaların yapıldığı gruplardan çeşitli çizimler yapmaları istenmiştir. Bu çizimlerde, öğrencilerden belirtilen farklı hücre tiplerine ait kromozom durumlarını göstermelerini ve ne çizdiklerini açıklamaları istenmiştir. Böylece iki farklı tipte veri elde edilmiştir. Bunlar; öğrencilerin fikirlerini ortaya koyan çizimler ve fikirlerinin altında yatan düşüncelerini ortaya çıkaran ses kayıtlarıdır. Kromozom, gen ve DNA ile ilgili cevaplar incelendiğinde, çoğu grupta öğrencilerin, organizmanın özelliklerini belirlemede kromozom, gen ve DNA'nın rolünü biraz anladıkları izlenimi oluşmuştur. Ancak aralarındaki ilişkiler ve her birinin görevi hakkında öğrencilerin büyük karışıklıklara sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı organizmanın farklı hücrelerindeki kromozom durumları ile ilgili öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin yarısından fazlasının doğru cevaplar verdiği görülmüştür. Ancak kromozomların ve içerdikleri genetik bilginin görevleri hakkındaki eksik anlamalarının önemli karışıklıklara neden olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar, bu sonuçların nedenini, ilgili konuların tutarlı ve başarılı olarak öğretilmemesi şeklinde açıklamışlardır. Öğretim programının ve ders kitaplarının, temel kavramlardan ziyade karmaşık konulara daha sık yer verdiklerini, ancak öncelikle temel kavramların anlaşılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin, genetik ile ilgili pek çok konuyla, öğretimin farklı yıllarında karşılaştıkları, bu durumun da öğrencilerin konuları tutarlı bir sırada birleştirmelerini zorlaştırdığı ifade edilmiştir.

Öğrencilerin genetik ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgılarının muhtemel kaynaklarından birinin öğretmenler olduğu görüşünden hareketle gerçekleştirilen çalışmada Çakır and Crawford (2001), biyoloji öğretmen adaylarının genetik kavramları anlamalarını araştırmışlardır. Araştırmanın verileri altı biyoloji öğretmeni adayından toplanmıştır. Öğretmen adaylarının tamamı kavram haritası konusunda deneyimlidirler, ancak yine de uygulamaya geçilmeden önce, kavram

haritaları ve öğretimdeki önemi hakkında bir çalıştay düzenlenmiştir. Uygulamaya geçildiğinde öğretmen adaylarına bir dizi kavram içeren liste verilmiş ve öğretmen adaylarından bu kavramları kullanarak bir kavram haritası yapılandırılmaları istenmiştir. Listede yer alan kavramlar, ilgili araştırmalarda öğrencilerin açıklamakta güçlük çektikleri kavramlar arasından seçilmiş ve araştırmanın hedeflerine uygun olarak düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarına, bireysel olarak kavram haritalarını tamamladıktan sonra diğer arkadaşlarıyla daha kapsamlı ve daha iyi organize edilmiş bir harita düzenlemeleri için paylaşım olanağı verilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına eğer isterlerse listede yer alan kavramlara ekleme veya çıkarma izni de verilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritaları analiz edilirken, kullanılan kavram ve önermelerin sayısı ve niteliği, hiyerarşik düzeylerin sayısı, dallanmaların miktarı ve çapraz bağlantıların uygunluğu değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının, bağlantı kurdukları kavramlar için önermeler oluşturmakta zorlandıkları belirlenmiştir. Genellikle önermelerin oluşturulmasının ihmal edildiği görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının, kavramlar arasındaki ilişkilerin farkında olduklarını ancak bunları tanımlayamadıklarını ortaya koymuştur. Oluşturulan kavram haritalarının, hiyerarşik düzeylerden tamamen yoksun olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çok genel bağlantılar kurdukları, bu bağlantıların doğru ancak geçersiz olduğu ayrıca hiyerarşik olarak uygun olmadığı belirlenmiştir. Bir diğer bulgu, hücre bölünmesi ve görevinin hiçbir kavram haritasında bahsedilmemiş olmasıdır. Çoğu kavram haritasında, gamet ve zigot, gen ve allel, mayoz ve gamet, allel ve özellik arasında bağlantı kurulmamıştır. Araştırmanın sonucu olarak, öğretmen adaylarının genetik ile ilgili kavramsal anlamaya sahip olmadıkları, kavramlar arasındaki organizasyon ve hiyerarşi konusunda eksikleri olduğu belirtilmiştir. Genetik kavramların eksik öğrenilmesinin karışıklıklara ve yanlış anlamalara neden olduğu ifade edilmiştir.

2001 yılında İsrail'de gerçekleştirilen bir çalışmada Marbach-Ad, öğrencilerin genetik kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarını araştırmıştır. Örneklem grubu, 9. sınıf ve 12. sınıf öğrencileri ile öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak, açık uçlu yazılı sorular, görüşmeler ve kavram haritaları kullanılmıştır. Açık uçlu sorularda öğrencilere, DNA nedir, gen nedir, kromozom nedir sorularının yanında, verilen kavram çiftleri arasındaki ilişkiler sorulmuştur. Sorulara verilen cevaplar analiz edildiğinde, cevapların fonksiyonel açıklamalar ve

yapısal açıklamalar olmak üzere iki kategoride toplandığı belirlenmiştir. Çoğu genetik kavramın tam bir tanımlaması, hem fonksiyonel hem de yapısal açıklamaları bir arada gerektirdiği halde, çoğu öğrencinin her bir kavram için sadece bir kategoriye ait açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Örneğin genler, kromozomlar ve DNA sorulduğunda, öğrencilerin genleri ve DNA'yı tanımlarken, birbirinden farklı fonksiyonel açıklamalar yaptıkları, kromozomları tanımlarken ise daha çok yapısal açıklamalar sundukları belirlenmiştir. Öğrencilerin gen, kromozom ve DNA kavramlarına farklı açılardan yönelmeleri sebebiyle, bu üç kavramın aynı fonksiyonları yerine getirdiklerini anlamada zorluk çektikleri ifade edilmiştir. Öğrencilerin genetik kavramları açıklarken, bölümlere ayırma yoluna gitmelerinin nedenlerinden birinin öğretim yöntemi olabileceği ifade edilmiştir. 9. sınıfta klasik genetik öğrenilirken, 12. sınıfta moleküler genetiğe odaklanıldığı, ancak klasik genetik ile moleküler genetik arasında bağlantıların kurulması için yeterince çaba sarf edilmediği belirtilmiştir. Bu yüzden, öğrencilerin genetik kavramları ve aralarındaki ilişkileri kavramada başarısız oldukları vurgulanmıştır.

Atılboz (2004) lise 1. sınıf öğrencilerinin, mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeylerini araştırdığı çalışmasında öğrencilerin bu konulardaki kavram yanlışlarını da belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada mitoz ve mayoz konularıyla ilgili olarak geliştirilen yirmi beş açık uçlu soru, 139 lise 1. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Öğrenci cevapları incelenerek doğru, yanlış ve boş cevapların yüzde oranı belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda; öğrencilerin çoğunlukla kromozom – DNA ilişkisi, mitoz ve mayoz bölünme sonucu oluşan hücrelerin sayısı ve kromozom yapısı, homolog kromozom ve kardeş kromatid kavramları ayrıca mitoz ve mayoz bölünmede gerçekleşen olaylar ile ilgili anlama güçlükleri çektikleri ve kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum araştırmacıya göre öğrencilerin DNA, kromozom, kromatid, haploid ve diploid hücre gibi temel kavramları ve bunlar arasındaki ilişkileri yeterince anlamamalarından kaynaklanmıştır. Temel kavramların anlaşılmadan hücre bölünmelerinin öğretilmesinin, öğrencilerin bölünme süreçlerini ezberlemelerine sebep olduğu ve anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine engel olduğu ifade edilmiştir.

Son yıllarda fen öğrenmenin aktif bir süreç halinde gerçekleşmesi gerektiğinin vurgulandığını ifade eden Rotbain et al. (2005), çalışmalarında öğrencilerin hem fiziksel olarak hem de zihinsel olarak aktif olacakları bir süreç olan çizime dayalı aktiviteler gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, çizime dayalı aktivitelerin öğrencilerin moleküler genetiği anlamalarına olan etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Deneme modelindeki çalışmada öğretim, deney grubunda geleneksel öğretimle bütünleştirilmiş çizime dayalı aktiviteler ile gerçekleştirilirken, kontrol grubunda sadece geleneksel öğretim yaklaşımı ile yürütülmüştür. Araştırmaya 11. ve 12. sınıf öğrencisi olan toplam 187 öğrenci katılmıştır. Ölçme araçları olarak, on üç sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test ve görüşmeler için açık uçlu sorular kullanılmıştır. Görüşmeler yirmi bir öğrenci, yedi öğretmen ile gerçekleştirilmiştir. Çizime dayalı aktiviteler, kitaplarda kullanılan tipik çizimler olup çizme, boyama, şekil tamamlama, kayıp kelimeleri bulma ve çeşitli sorular içermektedir. Öğrenciler çizimleri ikişerli gruplar halinde yapmışlar ancak sorulara bireysel olarak cevap vermişlerdir. Çalışma, moleküler genetiğin temel konuları olan, DNA'nın yapısı, DNA replikasyonu ve protein sentezi konuları ile ilgili olarak yürütülmüştür. İki farklı gruptaki (deney-kontrol) öğrencilerin genetiği anlamalarının araştırıldığı çalışmada, grupların son test puanları ortalaması arasındaki fark araştırılmış ve gruplar arasındaki fark, deney grubu lehine anlamlı bulunmuştur. Araştırmanın bulgularından birine göre hem kontrol grubu hem de deney grubu öğrencileri, moleküler süreçler olan replikasyon, transkripsiyon ve translasyon ile ilgili sorularda en düşük başarıyı göstermişlerdir. Bu sonuç, öğrenciler için moleküler süreçleri anlamamanın, DNA ve RNA'nın yapısı ile DNA ve protein arasındaki ilişkileri anlamaktan daha zor olduğunu göstermiştir. Buna rağmen yine de, çizime dayalı aktiviteler öğrencilerin anlamalarını arttırmıştır. Görüşmelerde yirmi bir öğrenciden yirmi öğrenci, çizime dayalı aktivitelerin, konuyu özellikle de translasyon sürecini anlamalarına yardım ettiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler, çizimlerin hem anlamalarını hem de hatırlamalarını kolaylaştırdığını, ayrıca bilgilerini zihinlerinde organize etmelerine yardımcı olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenler çizime dayalı aktiviteleri istekli olarak gerçekleştirmişler ve memnuniyetlerini dile getirmişlerdir. Çizim aktivitelerinin, soyut kavramları aktif olarak öğretmede kendilerine yardımcı olduğunu, öğrenciler arasında dolaşma, böylece hataları kontrol etme ayrıca yardıma ihtiyacı olan öğrencilerle ilgilenme fırsatı verdiğini ifade etmişlerdir. Sonuçlar, kritik fakat zor bir konu olan moleküler genetiğin öğrenilmesini

kolaylaştırması amacıyla geliştirilen çizim aktivitelerinin, öğrenme sürecini büyük ölçüde kolaylaştırdığını ve öğrencilerin anlamalarını geliştirdiğini göstermiştir.

Öğrencilerin, genetik kavramları anlamalarının araştırıldığı bir diğer çalışmada, Venville et al. (2005) araştırma sonuçlarını ontolojik ve epistemolojik bakış açılarından değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, yaşları 9 ile 15 arasında değişen öğrencilerin, gen ve DNA kavramları hakkındaki fikirlerini inceleyerek, biyolojik ve kültürel kalıtımı ayırt edip edemediklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin, kalıtımda ve genetikte yer alan temel kavramları anlamalarını derinlemesine inceleyebilmek için nitel veri toplama yöntemleri kullanılmıştır. Dört farklı devlet okulundan toplam 90 öğrenci ile birebir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin ilk bölümünde amaç, öğrencilerin genetik olarak aktarılan özellikler ile sosyal ve kültürel olarak kazanılan özellikler arasındaki ayırımı yapıp yapamadıklarının belirlenmesidir. Görüşmeci bir hikaye anlatmıştır. Hikayede, Fiji’de doğan bir kız çocuğunun henüz altı aylıkken, anne ve babasının öldüğü ve kız çocuğunun Avustralyalı bir ebeveyn tarafından evlat edinildiği anlatılmıştır. Görüşme yapılan öğrencilere Fijili ve Avustralyalı ebeveynlerin fotoğrafları gösterilmiştir ve çeşitli sorular sorulmuştur. Örneğin, kızın Fijili ebeveynlere mi yoksa Avustralyalı ebeveynlere mi benzeyeceği, ya da Fiji yemeklerini mi yoksa Avustralya yemeklerini mi tercih edeceği gibi sorular sorulmuştur. Diğer bir senaryoda da dişi bir köpek tarafından benimsenen bir kaplan yavrusu ile ilgili olarak tartışılmıştır. Görüşmelerin ikinci bölümünde, yavruların nasıl ve neden anne babalarına benzedikleri konusunda öğrencilerin anlamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Üçüncü bölümde ise öğrencilerin, genetik kalıtımın anlamını ne kadar kavradıklarını belirlemek amaçlanmıştır. Öğrencilere bu bölümde; “Genler vücutta nerede bulunur? Genlerin neye benzediğini düşünüyorsun? Genlerin nasıl çalıştığını düşünüyorsun?” soruları yöneltilmiştir. Görüşmelerin son bölümünde ise öğrencilere canlı ve cansız varlıklara ait çeşitli resimler gösterilmiş ve hangilerinin DNA/gen içerdiği sorulmuştur. Görüşmelerde elde edilen verilerin analizinde nitel ve nicel yöntemler kullanılmıştır. Bulgular, öğrencilerin çoğunun, dil, beslenme, giyim gibi kültürel ve sosyal kalıtım faktörlerini, ten rengi ve saç tipi gibi genetik kalıtım faktörlerinden ayırt edebildiklerini göstermiştir. Öğrencilerin üçte birinden fazlasının, yavruların neden anne babalarına benzediklerini açıklarken gen veya DNA’ya değindikleri görülmüştür. Gen ve DNA gibi kavramların ilköğretim

öğrencileri tarafından, ortaöğretim öğrencilerine göre daha az anlaşıldığı ancak çoğu ortaöğretim öğrencisinin de bu kavramları anlamadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin bu terimleri duydukları ancak, bunların ne oldukları ya da ne yaptıkları hakkında bilgileri olmadıkları anlaşılmıştır. İlköğretim öğrencilerinin %28'i, ortaöğretim öğrencilerinin de %29'u canlı ve cansız varlıkları tanımış ve gen ya da DNA'ya sahip olup olmadıklarını doğru şekilde ifade etmişlerdir. Araştırmanın bulguları ontolojik bakış açısıyla değerlendirildiğinde, öğrencilerin çoktan geliştirmiş oldukları fikirlerin, genetiğin doğasını anlamaları önünde engel oluşturduğu ifade edilmiştir. Sonuçlar, epistemolojik perspektiften bakıldığında ise öğrencilerin genetiği anlamalarının bağlantısız ve parça parça olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca analizler, öğrencilerin genetiği anlamalarında popüler kültürün önemli bir etkisi olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Araştırmacılar, fen eğitiminin önemli hedeflerinden birinin, günlük hayatta öğrencilerin karşısına çıkan gen ve DNA gibi kavramların, uyumlu ve birbiriyle bağlantılı bilgiler haline dönüştürülmesine ve böylece anlamlı öğrenilmesine yardımcı olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkileri anlamalarını araştırmak amacıyla gerçekleştirilen diğer bir çalışmada Saka et al. (2006), çizimler ve yazılı sorulardan faydalanmış ayrıca görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Böylece öğrenciler ve öğretmen adaylarının sahip oldukları alternatif kavramları da belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmanın temel amaçlarından biri, genetik kavramlar ile ilgili bilgilerin yıllar içinde nasıl değiştiğini belirlemektir. Çalışmada 8. sınıf, 9. sınıf, 11. sınıf öğrencileri ile fen bilgisi öğretmen adayları ve biyoloji öğretmen adayları yer almaktadır. Çalışmaya öğretmen adaylarının da dahil edilmesinin sebebi, araştırmalarda ortaya çıkarıldığı üzere öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların kaynaklarından birinin de öğretmenlerin kendi alternatif kavramları olmasıdır. 175 öğrenciye, gen nedir, DNA nedir ve kromozom nedir soruları sorulmuştur. Ayrıca öğrencilerden bir hücre içerisinde gen, DNA ve kromozomu çizmeleri istenmiştir. Öğrenci cevapları, Abraham et al. (1994) tarafından kullanılan değerlendirme ölçütlerine dayanarak anlama düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Çizimler ise araştırmacılar tarafından geliştirilen bir puanlama sistemine göre analiz edilmiştir. Yazılı sorular değerlendirildiğinde, tüm öğretim düzeylerindeki öğrencilerin alternatif kavramlara sahip oldukları

görülmüştür. Öğrencilerin hepsi genlerin görevleri ile ilgili açıklamalar yapmış ancak hiçbiri yapısal özellikleri hakkında açıklama yapmamıştır. Öğrenci cevapları arasında görülen en yaygın alternatif görüşler olarak “DNA kromozomlardan oluşmaktadır” ve “DNA bir gen parçasıdır” ifadeleri ile sıklıkla karşılaşmıştır. Ayrıca öğrenciler, genin DNA’dan farklı bir yapısı olduğunu düşünmektedirler. Bununla ilişkili olarak öğrencilerin her üç kavramı birbirinden ayrı birimler olarak çizdikleri görülmüştür. Öğrencilerin kavramları anlama düzeyleri incelendiğinde, en fazla oranda anlamama kategorisinde yer aldıkları görülmüştür. Daha sonra kısmen anlama düzeyinde yer almaktadırlar. Araştırmada elde edilen bu bulgulara sadece ortaöğretim öğrencilerinde değil, öğretmen adaylarında da rastlanmıştır. Öğrencilerin, temel kavramlar hakkında sınırlı bir anlamaya sahip olmalarının, kalıtım konusunu anlamalarını güçleştireceği ifade edilmiştir.

Güney Afrika’da gerçekleştirilen bir çalışmada Kibuka-Sebitosi (2007), öğrencilerin genetiği ve kalıtımı anlamalarını araştırmıştır. Araştırmacı öncelikle bir grup öğretmene, hangi konuları öğretirken zorluk yaşadıklarını ve öğrencilerin öğrenmekte en fazla zorlandıkları konuları sormuştur. Öğretmenlerin cevaplarına göre genetik, kalıtım ve evrim konuları ilk sıralarda yer almıştır. Bu bulgunun gerekçesi olarak, belirtilen konularda öğrencilerin çok çeşitli açıklamalarla karşılaşmaları ayrıca öğrencilerin yakınları, aileleri, medya ve akranlarından edindikleri bilgiler olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, 11. sınıf biyoloji öğrencilerinin genetik kavramlar hakkındaki fikirleri, görüşleri ve kavram yanılgılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin sahip oldukları bu fikirlerin kaynağı da araştırılmıştır. Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmaya 15 öğretmen ile 100 öğrenci katılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü okullar, kırsal bölgelerden seçilmiş olup, bu okullar elektrik, su, kütüphane, laboratuvar ve bilgisayar gibi modern kaynaklardan yoksundurlar. Öğrencilerin sahip oldukları bilgilerin kaynağı bu nedenle çoğunlukla öğretmenlerine, ailelerine, birkaç kitaba ve akranlarına dayanmaktadır. Araştırmanın verileri ölçekler, durum senaryoları, kavram haritaları, görüşmeler ve grup tartışması yöntemleri ile toplanmıştır. Analizler, öğrencilerin bazı genetik kavramlar ile ilgili problemlere sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Bu problemlerin: (a) genler ve kromozomlar arasındaki fark; (b) kalıtımla aktarılan nedir, ne değildir; (c) kalıtım neyi gerektirir; (d) bilimsel gerekçeler ile geleneksel inançlar arasında

çatışma ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin senaryolardaki açıklamaları, kalıtım hakkında fikirleri olduğunu ancak kalıtım sürecinde genlerin rolü hakkında bilgilerinin net olmadığını göstermiştir. Bazı öğrencilerin, kalıtımla ilgili olayların sadece tanrı tarafından gerçekleştirilebileceğini ifade ettikleri görülmüştür. Yerel inançların çocukluktan itibaren içselleştirildiği ve öğrenme üzerindeki etkisinin engellenmediği, bu yüzden öğrencilerin bilimsel kavramları anlamakta güçlük çektikleri ifade edilmiştir. Araştırmada ulaşılan bu sonuçlar doğrultusunda, genetik ve kalıtım konusunun öğretimden önce öğrencilerin ön bilgilerinin, özellikle de geleneksel inançları ile ilgili olan bilgilerin belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlara göre, öğrencilerin, genetik öğretimden sonra bile biyolojik kalıtımla ilgili temel bilimsel içerik hakkında önemli yanlış anlamaları bulunmaktadır (Banet and Ayuso, 2000). Genetik kavram ve konuları ile ilgili öğrencilerde görülen karışıklıkların, yanlış ve eksik anlamaların nedenlerine ilişkin, çalışmalarda ortaya çıkan genel sonuçlar şöyledir: Terminolojinin içerdiği çelişkili terimlerin kullanılması; öğrencilerin farklı düzeylere ilişkin çok sayıda kavram ve sürece aynı anda maruz kalmaları; diğer taraftan konuların, öğretimin farklı yıllarında yer alması; öğrencilerin bilgilerinin bağlantısız olması ve kavramları bir bütünün parçaları olarak görememeleri, öğrencilerin genetiği anlamaları önündeki önemli engeller olarak tanımlanmaktadır. Öğrencilerin kavramları tam olarak anlayamamalarının, konunun bütünü tutarlı olarak öğrenmelerini güçleştirdiği ve ezbere öğrenmelerine yol açtığı ifade edilmektedir. Genetik konularının anlamlı öğrenilmesinde, geleneksel öğretim yaklaşımının etkisinin az olarak bulunması nedeniyle araştırmacılar, öğretim programlarında ve öğretimin sıralamasında önemli değişiklikler gerektiğini ifade etmektedirler. Çok sayıda araştırmacı öğretim programlarında değişiklik yapılmasının yanında genetiğin öğretiminde kullanılan öğretim stratejilerinin de kavramsal değişimi kolaylaştıracak, anlamlı öğrenmeyi geliştirecek şekilde düzenlenmesinin gerekliliğini savunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, problem çözme (Aznar and Orcajo, 2005; Orcajo and Aznar, 2005), çizime dayalı aktiviteler (Rotbain et al., 2005), öğrenme evreleri (Atay, 2006; Yılmaz, 2007) ve bilgisayar programları (Tsui and Treagust, 2007) gibi stratejilerin kullanılmasının öğrencilerin genetiği anlamalarını kolaylaştırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

2.2. İki Aşamalı Testler İle İlgili Araştırmalar

Belirli sayıda iki aşamalı test, çeşitli içerik alanlarına özgü olarak geliştirilmiş ve öğrencilerin farklı fen alanlarındaki kavramları anlamalarını belirlemeye yönelik olarak kullanılmıştır. Bunlardan biyoloji konularıyla ilgili olanları; “fotosentez ve bitkilerde solunum” (Haslam and Treagust, 1987), “difüzyon ve osmoz” (Odom and Barrow, 1995), “nefes almak ve solunum” (Mann and Treagust, 1998), “bitkilerde taşıma sistemi ve insanda dolaşım sistemi” (Wang, 2004), “çiçekli bitkilerde büyüme ve gelişme” (Lin, 2004) konularında hazırlanmıştır. Bunların dışında kimya konularıyla ilgili sekiz, fizik konularıyla ilgili altı farklı iki aşamalı test geliştirilmiştir (Treagust and Chandrasegaran, 2007).

Haslam and Treagust (1987), çalışmalarında ortaöğretim öğrencilerinin, fotosentez ve bitkilerde solunum konusunu anlamalarını belirlemek amacıyla iki aşamalı geçerli ve güvenilir bir test geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar, testi geliştirirken Treagust tarafından önerilen aşamalara uygun olarak gerçekleştirdikleri işlemleri açıklamışlardır. İlk olarak, konu içeriğini tanımlamak için 46 bilgi önermesi belirlenmiştir. Bu önermelerden 18’i fotosentez, 22’si solunum ve 6 tanesi de fotosentez ve solunum arasındaki ilişkileri tanımlamaktadır. Bilgi önermelerinin kapsam geçerliği uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Ardından testin geliştirilmesi için pilot çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmalar kapsamında görüşmeler yapılmış ve bir test uygulanmıştır. Bu testte, öğrencilerden verdikleri cevapların nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrenci cevaplarından faydalanılarak fotosentez ve bitkilerde solunum konusu ile ilgili 13 maddeden oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli test geliştirilmiştir. Test maddelerinin ilk aşamasını oluşturan çoktan seçmeli sorular, bir içerik sorusu olup, bilgi önermeleri ve kavram haritası ile ilişkili olarak hazırlanmıştır. Maddelerin ikinci aşaması ise öğrencinin ilk aşamada verdiği cevabın nedeninin araştırıldığı çoktan seçmeli test maddelerinden oluşmaktadır. Bu aşamadaki neden seçenekleri, öğrencilerin görüşmelere ve açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar ile, ilgili araştırmaların incelenmesi sonucunda elde edilen kavram yanılgılarından oluşturulmuştur. Öğrencilerin, ikinci aşamadaki neden seçeneklerinin dışında bir görüşü olabileceği düşüncesiyle ikinci aşamaya görüşlerini yazabilecekleri bir boşluk eklenmiştir. Böylece tahmin etme ihtimali azaltılırken, dürüst cevap

vermeleri teşvik edilmiştir. Teste son hali verilmeden önce pilot çalışması yapılmış ve testin güvenilirliği 0,72 olarak belirlenmiştir. Madde güçlük indeksleri 0,12 ile 0,78 arasında, madde ayırıcılık indeksleri ise 0,36 ile 0,60 arasında bulunmuştur. Testin farklı düzeydeki 437 ortaöğretim öğrencisine uygulanması sonucunda, öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konusunu anlamalarının, öğretim düzeylerine göre anlamlı olarak farklı olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre testten aldıkları puanlar arasında bir fark bulunmamıştır. Maddelerin her iki aşamasına verilen cevaplar analiz edildiğinde; öğrencilerin yüksek bir oranda, bitkilerde solunumun görevini ve doğasını anlamadıkları, bitkilerde solunumun bir enerji korunumu işlemi olduğunu anlamadıkları, fotosentezi enerji üreten bir işlem olarak gördükleri ve solunumu nefes alma ile eş anlamlı olarak kullandıkları belirlenmiştir. Uygulamalar sonucunda öğrencilerin, fotosentez ile bitkilerde solunum arasındaki ilişki hakkında ve bitkilerin ne zaman solunum yaptığı konusunda eksik anlamalara sahip oldukları görülmüştür. Araştırmacılar, iki aşamalı testlerin kavram yanılgılarını belirlemede kullanılabileceği gibi, öğretimin değerlendirilmesinde de kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin difüzyon ve osmoz konularını anlamalarını belirlemek için Odom and Barrow (1995), 12 maddeden oluşan iki aşamalı bir test geliştirerek 240 üniversite birinci sınıf öğrencisine uygulamışlardır. Testin geliştirilmesi sürecinde ilk olarak test içeriğinin sınırları belirlenmiş, daha sonra öğrencilerin kavram yanılgıları hakkında bilgi toplanmış ve son olarak iki aşamalı test maddeleri geliştirilmiştir. Testin güvenilirliği 0,74 olarak belirlenmiştir. Madde güçlük indeksleri 0,23 ile 0,95 arasında, madde ayırıcılık indeksleri 0,21 ile 0,65 arasında bulunmuştur. Testin uygulanması ile elde edilen verilerin analizi yapılmış ve alan dışı öğrencilerin, test maddelerinin ilk aşamasına doğru cevap verme oranlarının %35,8 ile %97,6 arasında iken her iki aşamaya birden doğru cevap verme oranlarının %14,6 ile %81,3 aralığına düştüğü belirlenmiştir. Alan öğrencilerinin maddelerin ilk aşamasına verdikleri doğru cevap oranının %37,6 ile %95,7 arasında değişirken, her iki aşamaya birden doğru cevap verme oranlarının %23,1 ile %92,3 arasında olduğu görülmüştür. Alan dışı öğrencilerin %75'inden fazlasının doğru cevap verdiği madde sayısı sadece iki, alan öğrencilerinde ise üç maddedir. Test maddelerine verilen cevapların incelenmesi sonucunda öğrencilerde, difüzyon ve

osmoz konusunda yirmi farklı kavram yanlışlığı olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin difüzyon ve osmoz anlamalarının değerlendirilmesi ve alternatif kavramlarının belirlenmesi için geliştirdikleri bu testin kullanılmasının uygun bir yaklaşım olduğunu ifade etmişlerdir.

İki aşamalı testlerin farklı bir versiyonunun kullanıldığı çalışmada, 10. ve 11. sınıf öğrencilerinin, nefes almak, gaz değişimi ve solunum konularında anlamaları belirlenmiştir (Mann and Treagust, 1998). Testte yer alan maddelerin ilk aşaması bir doğru yanlış sorusundan oluşurken, ikinci aşama çoktan seçmeli bir sorudur. Öğrencilerden, test maddelerinin birinci aşamasında verilen bir ifadenin doğru mu yoksa yanlış mı olduğunun belirtilmesi, ikinci aşamada ise neden doğru ya da yanlış olarak belirttiklerini seçenekler arasından seçmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilere, ikinci aşamada yer alan seçenekler dışında bir gerekçeye sahip iseler, görüşlerini açıklamaları için boş bir seçenek daha sunulmuştur. "Nefes almak, gaz değişimi ve solunum hakkında ne biliyorsunuz?" testi 12 maddeden oluşmaktadır. Testin uygulanması sonucunda öğrencilerin konuyla ilgili sahip oldukları bilgiler belirlenmiştir. Öğrencilerin çoğunun difüzyon, hava basıncı ve yüzey gerilimi gibi süreçler hakkında iyi bir anlamaya sahip olmadıkları ifade edilmiştir. Bu fiziksel süreçlere ilişkin öğrencilerin önceki bilgilerinin eksik olmasının, vücuttan içeri ve dışarı olan gaz hareketinin basamakları ile bağlantı kurmayı engellediği belirtilmiştir. Nefes almak, gaz değişimi ve solunum konuları öğretilirken karbondioksit ve oksijenin rolünün özenli bir dikkat gerektirdiği ifade edilmiştir. Öğrencilerin, nefes almayı kontrol eden faktör olarak oksijeni çok önemli ve hayati olarak kabul ettikleri, çok az öğrencinin karbondioksitin, insan vücudundaki ve homeostazi sürecindeki çeşitli etkilerinin farkında oldukları görülmüştür. Araştırmacılar, birbiriyle ilişkili ancak farklı süreçler içeren konuların öğretiminde, öğretmenlerin -nefes almak ve solunum gibi- çelişen veya belirsiz terimlerin kullanımında dikkatli olmaları gerektiğini ifade etmişlerdir.

Wang (2004), çalışmasında bitkilerde taşıma sistemi ve insanda dolaşım sistemi hakkında öğrencilerin anlamalarını araştırmak amacıyla iki aşamalı bir ölçme aracı geliştirmiştir. Bu aracı geliştirirken, Treagust tarafından önerilen iki aşamalı test geliştirme sürecini 15 basamakta tamamlamıştır. Testin, ilköğretim birinci basamak, ilköğretim ikinci basamak ve ortaöğretim öğrencilerine uygulanabilmesi

için üç farklı versiyonu hazırlanmıştır. Testin pilot çalışmalarından sonra madde sayısı ilköğretim birinci basamak öğrencileri için 23, ilköğretim ikinci basamak öğrencileri için 28 ve ortaöğretim öğrencileri için 25 olarak belirlenmiştir. Testin geçerliği için uzman görüşü alınmış, güvenilirliği Cronbach alfa katsayısı ile belirlenmiştir. Güvenirlik, ilköğretim birinci düzey için 0,62, ilköğretim ikinci düzey için 0,86 ve ortaöğretim düzeyi için 0,79 olarak hesaplanmıştır. Testin üç versiyonun ortalama güçlük değeri 0,35'tir. Madde ayırıcılık indeksleri ise 0,10 ile 0,80 arasında değişmektedir. Testin uygulaması sonucunda öğrencilerin bitkilerde taşıma sistemi ve insanda dolaşım sistemi hakkında sahip oldukları alternatif kavramlar belirlenmiş ve üç kategori altında sınıflandırılmıştır. Bu alternatif kavramların, öğrencilerin birbiriyle ilişki konular arasındaki bağlantıları kuramamalarından, bitkilerde gerçekleşen bazı olayları insanlarda gerçekleşen olaylara yüklemelerinden ve araştırmanın gerçekleştirildiği dil ile ilgili olarak terminolojiden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Öğrencilerin çiçekli bitkilerde büyüme ve gelişmeyi anlamalarını belirlemek için iki aşamalı bir test geliştiren Lin (2004), çalışmasında ayrıca öğrencilerin bu konuda sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçlamıştır. Test ile ölçülmek istenen içerik, çiçekli bitkilerde hayat döngüsü, üreme, çimlenme, bitkilerde beslenme ile büyüme ve gelişme mekanizması olarak belirlenmiştir. İçeriğin sınırlarını çizmek için lise fen kitaplarından ve laboratuvar el kitaplarından faydalanılarak 17 bilgi önermesi belirlenmiştir. Önermelerin kapsam geçerliği uzman görüşü alınarak sağlanmıştır. Belirlenen içerikle ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için 30 öğrenci ile görüşmeler yapılmış, nedenlerinin açık uçlu olarak sorulduğu 13 çoktan seçmeli test maddesi uygulanmış ve ilgili araştırmalardan faydalanılmıştır. Bu uygulamalardan elde edilen bulgulara dayanarak iki aşamalı test geliştirilmiş ve 80 öğrenciye pilot uygulaması yapılmıştır. Testin güvenilirliği test tekrar test yöntemi ile hesaplanmış ve 0,75 olarak bulunmuştur. Maddelerin güçlük indeksleri 0,24 ile 0,82 arasında, ayırıcılık indeksleri 0,32 ile 0,65 arasında bulunmuştur. 13 iki aşamalı maddeden oluşan test, dört farklı ortaöğretim kurumundan 477 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilerin aşamalara verdikleri cevaplar incelendiğinde, maddelerin ilk aşamalarına verdikleri doğru cevap oranlarının %28,1 ile %98,8 arasında iken her iki aşamaya birden verdikleri doğru cevap oranının %9,6 ile %87,0 arasındaki değerlere düştüğü görülmüştür. Çalışma

sonuçlarına göre öğrencilerin bitkilerde büyüme ve gelişme kavramlarını anlamalarının yeterli olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca teste verilen cevaplar incelendiğinde 19 farklı kavram yanılgısı belirlenmiştir. Sonuç olarak çiçekli bitkilerde büyüme ve gelişme konusunda geliştirilen iki aşamalı testin, öğrencilerin konu ve kavramları anlamalarını değerlendirmek ve alternatif kavramlarını belirlemek için uygun bir araç olduğu ifade edilmiştir.

İki aşamalı testler ile ilgili olarak gerçekleştirilen bu araştırmaların sonucunda, bu testlerin konunun başlangıcında veya sonunda uygulanmasının, öğrencilerin anlamalarının içeriğini ve alternatif kavramların varlığını belirlemede çok daha etkili sonuçlar vereceği ifade edilmektedir. Öğrencilerin alternatif kavramları ve yanlış anlamaları belirlendiğinde, bu problemlerin çözümüne yönelik alternatif öğretim yaklaşımlarının kullanılması ile öğretim programlarının düzenlenebileceği belirtilmektedir. Ayrıca iki aşamalı testlerin etkili olarak kullanılmasının, öğrencilerin, öğretim programında yer alan fen kavramlarını derinlemesine anlamalarını sağlayacağı ifade edilmektedir. Böylece bu testlerin geliştirilmesinin ve kullanılmasının, hem öğretimin hem de öğrenimin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacağı savunulmaktadır.

2.3. Mantıksal Düşünme Yeteneği İle İlgili Araştırmalar

Mantıksal düşünme yeteneği, gelişim psikolojisi, eğitim psikolojisi ve fen eğitimi alanlarında önemli çalışma konularından biri olmuştur (Lawson et al., 2000b; 2006). Bu çalışmalarda mantıksal düşünme yeteneğinin, cinsiyet, sınıf düzeyi, tutum ve öğrenme ortamı gibi çeşitli değişkenlerle olan ilişkileri araştırılmıştır (BouJaoude and Giuliano, 1991; Valanides, 1996; Gerber et al., 1997; Yenilmez et al., 2005). Ayrıca öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile fen başarıları arasındaki ilişkinin araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genel olarak mantıksal düşünme yeteneğinin, fen başarısında ve fen kavramlarının anlaşılmasında önemli bir rolü olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tobin and Capie, 1982; Garnett and Tobin, 1984; Lawson and Thompson, 1988; BouJaoude and Giuliano, 1991; Williams and Cavallo, 1995; Cavallo, 1996; Valanides, 1997; Johnson and Lawson, 1998; Atay, 2006; Lawson et al., 2006; Yenilmez, 2006; Başer, 2007).

Tobin and Capie (1982), öğrencilerin kavramları anlamlı olarak öğrenmelerinin, onların bilişsel gelişim düzeyleri ile ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Çünkü bilimsel süreç, problemleri çözmek için gerekli verileri toplamak ve analiz etmek gibi bilişsel beceriler gerektirmektedir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenler arasında mantıksal düşünme yeteneği, kontrol odağı ve akademik davranışlar olduğu görüşüyle Tobin and Capie (1982), öğrencilerin başarıları ile bu değişkenler arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada, mantıksal düşünme yeteneğinin, hem başarıyı hem de kalıcılığı anlamlı olarak yordadığı, başarıdaki değişkenliğin %32'sini, kalıcılıktaki değişkenliğin ise %41'ini açıkladığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın sonucunda mantıksal düşünme yeteneğinin, bilimsel süreç becerilerinin en güçlü yordayıcısı olduğu ve bu bulgunun fen başarısında mantıksal düşünme yeteneğinin önemini vurguladığı ifade edilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, öğretim stratejilerinin, mantıksal düşünme becerilerinin gelişimini kolaylaştıracak şekilde düzenlenip seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Garnett and Tobin (1984) öğretim programlarının, mantıksal düşünme yeteneğini geliştirecek yönde düzenlenebilmesi için öncelikle öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bunun için 299 öğretmen adayına mantıksal düşünme yeteneği testi uygulamışlar ve öğrencileri elde ettikleri puanlara göre düşük, orta ve yüksek düzeyde olmak üzere sınıflandırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, Amerika'da, Britanya'da ve Avustralya'da daha önce yapılan çalışmalara benzer şekilde, öğrencilerin çoğunun soyut işlemler gerektiren mantıksal düşünme yeteneklerini yüksek düzeyde kullanmadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Ancak fen başarısının ve fen kavramlarını anlamanın, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini yüksek düzeyde kullanmaları ile ilişkili olduğunu belirten araştırmacılar, fen eğitiminin temel önceliklerinden birinin mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi olduğunu savunmaktadırlar.

Lawson and Thompson (1988), kavram yanılgılarının üstesinden gelebilmeleri için öğrencilerin, öncelikle bu yanılgıların ve bu yanılgılara ait gerekçelerin farkında olmaları gerektiğini ifade etmektedirler. Ardından öğrenciler, kavram yanılgıları ile gerekçeleri arasındaki ilişkileri mantıklı bir şekilde tartışabilecek ve böylece kavram yanılgılarını giderebileceklerdir. Yani öğrenciler, bilimsel kavramların

gerekçeleri olan kanıtların, kavram yanılgıları ile nasıl çeliştiğini mantıksal olarak görebilmelidirler. Araştırmacılar, kavram yanılgılarının değerlendirilebilmesi için, mantıksal düşünme işlemlerinden değişkenleri kontrol etme, olasılıklı düşünme, ilişkisel düşünme ve birleşik düşünmenin gerekli olduğunu ifade etmektedirler. Buna göre somut düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, kavram yanılgılarının üstesinden gelmekte başarısız olacakları hipoteziyle gerçekleştirilen araştırmada öncelikle öğrenciler, mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlara göre somut, geçiş ve soyut işlemsel düşünenler olarak sınıflandırılmışlardır. Araştırmaya katılan 131 yedinci sınıf öğrencisinin %21'i somut, %63'ü geçiş ve %16'sı soyut düzeyde bulunmuştur. Bu öğrencilerin evrim ve genetik konuları ile ilgili sahip oldukları kavram yanılgıları incelendiğinde, soyut düzeydeki öğrenciler arasında hiç kavram yanılgısına sahip olmayan öğrenci oranı %67 iken, somut düzeydeki öğrencilerin %93'ünün en az bir kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgısı sayısı ile mantıksal düşünme yeteneği arasındaki ilişkinin anlamlı ve negatif yönlü olduğu görülmüştür ($r=-0,41$). Buna göre yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğindeki öğrencilerin, düşük düzeydekilere göre sahip oldukları kavram yanılgısı sayısı daha azdır. Ayrıca yapılan regresyon analizi sonucunda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgısı sayısını anlamlı şekilde yordayan değişken olarak mantıksal düşünme yeteneği bulunmuştur ($R^2=0,18$). Kavram yanılgıları ile mantıksal düşünme yeteneği arasındaki ilişkinin araştırıldığı bu çalışmanın sonucunda biyolojideki bazı kavram yanılgılarının giderilmesinde, böylece öğrencilerin biyoloji kavramlarını anlamalarındaki başarılarını artırmada mantıksal düşünme yeteneğinin etkili olduğu ifade edilmiştir.

Williams and Cavallo (1995), araştırmalarında öğrencilerin fizik kavramları anlamaları ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasında bir ilişki olup olmadığı sorusuna cevap aramışlardır. Bu amaçla 41 üniversite öğrencisine mantıksal düşünme yeteneği testi, öğrenme yaklaşımı ölçeği ve öğrencilerin belirlenen konu ile ilgili anlamalarını ve kavram yanılgılarını belirlemeye yönelik bir test uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin fizik kavramlarını anlamaları ile mantıksal düşünme yeteneği ($r=0,61$) ve öğrenme yaklaşımı ($r=0,25$), arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre mantıksal düşünme yeteneği yüksek düzeyde olan öğrencilerin fizik

kavramlarını daha iyi anladıkları ifade edilmiştir. Ayrıca mantıksal düşünme yetenekleri düşük düzeyde olan öğrencilerin kavramları anlamada en başarısız öğrenciler oldukları ve yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğindeki öğrencilere göre çok daha fazla kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür. Yapılan regresyon analizi sonucunda ise mantıksal düşünme yeteneğinin fizik kavramlarını anlamayı, anlamlı olarak yordadığı ve varyansın %37'sini açıkladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak araştırmacılar, soyut olan kavramları öğrencilerin tam olarak anlayabilmelerinin yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneği gerektirdiğini ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirleyerek, kız ve erkek öğrenciler arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında Valanides (1997), mantıksal düşünme yeteneğinin başarıya olan katkısını da incelemiştir. Araştırmaya 115 fen bölümü 12. sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler, mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlara göre somut (0-1 puan), geçiş (2-3 puan) ve soyut (4-10 puan) düzeyde düşünenler olarak sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin yüksek oranda (%73) soyut işlemler aşamasında olduğu, sadece %4'ünün somut, %23'ünün geçiş döneminde olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kız ve erkek öğrenciler arasında mantıksal düşünme işlemlerine göre sadece olasılıklı düşünme işleminde erkekler lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Kız ve erkek öğrencilerin testten aldıkları toplam puanlar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca mantıksal düşünme yeteneğinin, matematik başarısındaki varyansın %23'ünü, fizik başarısındaki varyansın %14'ünü ve kimya başarısındaki varyansın %12'sini açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Johnson and Lawson (1998), farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplarda, ön bilgilerin ve mantıksal düşünme yeteneğinin, başarıya olan katkılarını araştırmışlardır. Anlatıma dayalı öğretim yönteminin kullanıldığı sınıflarda, başarının en güçlü yordayıcısının ön bilgi, araştırmaya dayalı öğretim yönteminin kullanıldığı sınıflarda ise başarının en güçlü yordayıcısının mantıksal düşünme yeteneği olacağı hipotezleri ile deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 15 hafta boyunca süren öğretim döneminde toplam 366 üniversite öğrencisine hücre, kimya, organik moleküller, bağlar, genler, fotosentez, hücresel solunum, mitoz ve mayoz bölünme, Mendel genetiği, doğal seleksiyon ve evrim konuları, bir grupta

anlatıma dayalı öğretim yöntemi ile, diğer grupta araştırmaya dayalı öğretim yöntemi ile öğretilmiştir. Öğrencilerin başarı puanları dönem içi yapılan sınav, ara sınavlar ve dönem sonu sınavları ile elde edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, hem anlatıma dayalı hem de araştırmaya dayalı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda başarının yordayıcısı olarak mantıksal düşünme yeteneği bulunmuştur. Mantıksal düşünme yeteneğinin, araştırmaya dayalı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda başarının %7,2'sini, anlatıma dayalı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda başarının %18,8'ini açıkladığı görülmüştür.

Atay (2006) çalışmasında bilişsel ve güdüsel değişkenlerin, geleneksel ve öğrenme evresi sınıflarındaki öğrencilerin, genetik kavramları anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın bilişsel değişkenleri arasında mantıksal düşünme yeteneği de yer almakta olup, bu değişkenin öğrencilerin genetik kavramları anlamalarına olan katkısı incelenmiştir. Araştırma deneme modelinde olup 213 sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Deney grubundaki öğretim, öğrenme evresi ile gerçekleştirilirken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımı kullanılmıştır. Hem deney hem kontrol grubundaki öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile genetik başarıları arasındaki ilişki anlamlı olup, kontrol grubunda ilişki ($r=0,64$), deney grubundakinden ($r=0,54$) daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile öğrenme yaklaşımları ($r=0,46$) ve fene karşı tutumları ($r=0,58$) arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki, kontrol odağı ($r=0,25$) ve özyeterlikleri ($r=0,25$) arasında düşük düzeyde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Çoklu regresyon analizi sonucunda öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneğinin genetik kavramları anlamalarına olan etkisi deney grubunda anlamlı bulunmazken, kontrol grubunda mantıksal düşünme yeteneğinin, genetik kavramları anlama düzeyine anlamlı bir etkisi olduğu ve toplam varyansın %9,8'ini açıkladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lawson et al. (2006), öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin, özyeterlikleri ile arasındaki ilişkiyi ve biyoloji başarılarına etkisini belirlemek amacıyla 459 üniversite öğrencisi ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin biyolojiye giriş dersinden aldıkları dönem notları başarı puanları olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin özyeterlikleri ve mantıksal düşünme yetenekleri hem dönem başlangıcında hem de dönem sonunda ölçülmüş ve geçen zaman içinde her iki

değişkende de anlamlı bir artış gözlenmiştir. Analizler sonucunda, mantıksal düşünme yeteneği ile özyeterlik arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu görülmüştür ($r=0,28$). Buna göre yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, biyolojiye yönelik özyeterlikleri de yüksek bulunmuştur. Ayrıca mantıksal düşünme yeteneğinin, özyeterliğin güçlü bir yordayıcısı olduğu belirlenmiştir. Başarının en güçlü yordayıcısının ise mantıksal düşünme yeteneği olduğu ve toplam varyansın %32'sini açıkladığı görülmüştür. Sonuç olarak, mantıksal düşünme yeteneğinin üniversite öğrenimi süresince gelişmeye devam ettiği ve özyeterlik ile akademik başarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesi için öğrencilere dönem başında uygulama yapılmasını önermektedirler. Böylece öğrencilere, öncelikle mantıksal düşünme yeteneklerinin yetersiz olduğunu ve geliştirilmeye ihtiyaç olduğunu fark ettirmenin katkısı olacağı ifade edilmiştir.

Yenilmez (2006) öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, ön bilgileri ve cinsiyetlerinin, bitkilerde solunum ve fotosentez konusunu anlamalarına etkilerini araştırmıştır. Çalışmaya, 117 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışmada ayrıca öğrencilerin, mantıksal düşünme yeteneklerine göre başarıları arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır. Öğrencilerin bitkilerde solunum ve fotosentez konusuna ilişkin başarılarını ölçmek için 13 maddelik iki aşamalı bir test kullanılmıştır. Öğrenciler mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlara göre düşük (0-3 puan), orta (4-7 puan) ve yüksek (8-10) düzeyde mantıksal düşünenler olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmada öğrencilerin ön bilgileri kontrol edildiğinde mantıksal düşünme yeteneklerinin, başarılarını anlamlı olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin düşük düzeydeki öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Analizler, öğrenci başarısının temel yordayıcısının mantıksal düşünme yeteneği olduğunu ve toplam varyansın %31'ini açıkladığını göstermiştir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü pozitif bulunduğundan, öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ve ön bilgileri arttığında başarılarının da arttığı ifade edilmiştir.

Öğrenme yaklaşımı, mantıksal düşünme yeteneği, ön bilgi, tutum ve başarı arasındaki ilişkileri inceledikleri araştırmada BouJaoude and Giuliano (1991), ayrıca cinsiyetin bu değişkenler üzerindeki etkisini de belirlemeyi amaçlamışlardır.

199 üniversite birinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen araştırmada, dönemin başlangıcında öğrencilere öğrenme yaklaşımı ölçeği, mantıksal düşünme yeteneği testi ve tutum ölçeği uygulanmıştır. Öğrencilerin başarılarını belirlemek için, bir dönem içi sınavı ile dönem sonu sınavından faydalanılmıştır. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlar, cinsiyete göre incelendiğinde erkekler lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Hem kız öğrencilerin ($r=0,26$) hem de erkek öğrencilerin ($r=0,22$) mantıksal düşünme yeteneklerinin, başarıları ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. Tüm değişkenlerin başarıya olan katkılarının incelenmesi için gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda ise, öğrencilerin ön bilgilerinin, öğrenme yaklaşımlarının ve mantıksal düşünme yeteneklerinin başarının anlamlı birer yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu değişkenlerin birlikte toplam varyansın %32'sini açıkladığı belirlenmiştir.

Başer (2007), çalışmasında öğrenme motivasyonu, mantıksal düşünme yeteneği, öğrenme yaklaşımı ve cinsiyetin dokuzuncu sınıf Uluslararası Bakalorya ve Ulusal Program öğrencilerinin mitoz ve mayoz konularını anlamalarına katkılarını araştırmıştır. Çalışma 472 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Mitoz ve mayoz bölünme konularının öğretiminden önce öğrencilerin biyoloji dersine yönelik motivasyonları, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları ölçülmüştür. Konu bitiminde ise mitoz ve mayoz konularındaki öğrenci başarısını ölçmek için yirmi soruluk bir test uygulanmıştır. Analizler sonucunda hem Uluslararası Bakalorya hem de Ulusal Program öğrencilerinin başarılarının temel yordayıcısı, mantıksal düşünme yeteneği olarak bulunmuştur. Ayrıca her iki grupta da mantıksal düşünme yeteneğinin öğrenci başarısı ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi ($r_{UB}=0,22$, $r_{UP}=0,33$) olduğu belirlenmiştir. Buna göre, yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin başarılarının yüksek olduğu, düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğindeki öğrencilerin başarılarının da düşük olduğu ifade edilmiştir.

Genetik kavramları anlamada ve genetik problemleri çözmeye öğrencilerin bilişsel gelişim düzeylerinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Cavallo, 1996). Çünkü genetik kavramların soyut olması, yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneği gerektirmektedir. Yapılan çalışmalarda genetik ile ilgili kavram yanılığının sayısının

öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile anlamlı olarak ilişkili olduğu belirtilmektedir (Lawson and Thompson, 1988). Buna göre öğrencilerin genetik kavramlar ile ilgili yanılgılarını giderebilmek için, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin geliştirilmesinin önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca genetik problemleri çözmek ve yorumlamak için, mantıksal düşünme işlemlerinden orantısal, olasılıklı ve birleşik düşünme işlemlerini gerçekleştirebilmek gerektiği ifade edilmektedir (Gipson, 1984). Bu sebeple, öğretim stratejilerinin, mantıksal düşünme yeteneğinin gelişimini kolaylaştıracak şekilde düzenlenmesinin önemli olduğu ifade edilmektedir.

2.4. Öğrenme Yaklaşımları İle İlgili Araştırmalar

Öğrenme yaklaşımlarının, öğrenme ürünleri ile ilişkili olduğunu savunan Ramsden (1992), anlamlı öğrenenlerin ezbere öğrenenlerden daha iyi bir kavramsal anlama sergilediğini ifade etmektedir. Bu yüzden öğrenme yaklaşımının, başarının belirleyicisi olarak rol oynaması beklenmektedir (BouJaoude et al., 2004). Öğrenme yaklaşımları ile öğrenci başarısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmaların bir bölümüne aşağıda yer verilmiştir.

Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, ön bilgileri ve kimyaya karşı tutumları ile yanlış anlamaları arasındaki ilişkiyi araştıran BouJaoude (1992), çalışmasında ayrıca farklı öğrenme yaklaşımlarını tercih eden öğrencilerin sahip oldukları bilgileri incelemiştir. 49 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada araştırmacı, öğrencilerin yanlış anlamalarını belirlemek için öğrencilere çoktan seçmeli sorular ile beraber cevaplarını açıklamalarını istediği açık uçlu sorular yönelmiştir. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için ise öğrenme yaklaşımı ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre anlamlı öğrenen öğrenciler, ezbere öğrenen öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yazılı cevaplar incelendiğinde anlamlı öğrenen öğrencilerin tutarlı ve uygun anlamalar geliştirdikleri belirlenmiştir. Ayrıca anlamlı öğrenen öğrenciler ile ezbere öğrenenler arasındaki önemli farklardan birinin, öğrenciler tarafından depolanan bilgiler ile ilgili olduğu ifade edilmiştir. Anlamlı öğrenenlerin ezbere öğrenenlerden daha geniş ve anlamlı bir bilgi birikimleri olduğundan, yanlış anlamalarını düzeltmede anlamlı öğrenenlerin daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Cavallo and Schafer (1994) öğrencilerin, öğrenme yaklaşımları ile genetik kavramları anlamaları arasındaki ilişkileri araştırdıkları çalışmalarında dört soruya cevap aramışlardır. (1) Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları (anlamalı - ezbere), anlamalı öğrenmenin gerçekleşmesinde yetenek ve motivasyon değişkenlerinden bağımsız olarak etkili bir değişken midir? (2) Öğrencilerin birbirinden farklı ancak ilişkili genetik konularını anlamaları hangi öğrenme yaklaşımı ile ilişkilidir? (3) Anlamanın kazanılmasında ön bilginin, öğrenme yaklaşımının ve öğretim yaklaşımının etkisi nedir? (4) Öğrencilerin genetik konularını anlamalı öğrenmelerinin belirleyicileri olarak ön bilginin, öğrenme yaklaşımının ve öğretim yaklaşımının muhtemel etkileşimi nedir? Araştırmanın örneklemini 140 onuncu sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının daha geçerli olarak belirlenmesi amacıyla öğrenme yaklaşımı ölçeğinin uygulanmasının yanı sıra öğretmenlerinin değerlendirmelerine ve öğrencilerin gözlemlenmesine de yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin yeteneklerini ve motivasyonlarını belirlemek üzere iki farklı ölçme aracı da uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen verilere korelasyon ve regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları öğrenme yaklaşımının, anlamalı öğrenmenin gerçekleşmesine, yetenek ve motivasyondan bağımsız olarak katkısının olduğunu göstermiştir. Öğrenme yaklaşımı, ön bilgi ve öğretim yaklaşımı arasındaki ilişkilerin analizi, öğrencilerin genetiği anlamalarında hem öğrenme yaklaşımının hem ön bilginin önemli olduğunu göstermiştir. Bu bulgu ile araştırmacılar, sadece ön bilginin değil, bu ön bilginin öğrenenler tarafından nasıl kullanıldığının da önemli olduğunu vurgulamışlardır. Öğrencilerde anlamalı öğrenmenin gerçekleşmesi ile öğretim yaklaşımı arasında ise düşük bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmacılar, fen konularının anlamalı öğrenilmesinde, yetenek ve motivasyondan çok öğrencilerin sahip oldukları öğrenme yaklaşımının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Cavallo 1994 yılında gerçekleştirdiği çalışmada biyolojiyi öğrenirken kız öğrencilerin anlamalı öğrenme yaklaşımını, erkek öğrencilerden daha az mı benimsedikleri sorusuna cevap aramıştır. Araştırmaya 140 öğrenci ve 4 öğretmen katılmıştır. Öğretmenlerden öğrencilerini, biyoloji konularını anlamalı mı yoksa ezbere mi öğrendikleri hakkında değerlendirmeleri istenmiştir. Öğretmenlerin değerlendirmelerine göre kız öğrenciler, biyoloji konularını öğrenirken ezbere öğrenme yaklaşımını erkek öğrencilerden daha fazla tercih etmektedirler ve erkek

öğrenciler de daha çok anlamlı öğrenmektedirler. Araştırmada ayrıca öğrencilerin nasıl öğrendiklerine yönelik kendi algılarını belirlemek için öğrenme yaklaşımı ölçeği kullanılmıştır. Öğrencilerin kendilerini değerlendirdikleri bu ölçekten elde edilen sonuçlar ise kız ve erkek öğrencilerin öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı bir fark olmadığı yönündedir. Öğrencilerin mi yoksa öğretmenlerin görüşlerinin mi daha uygun olduğunu belirlemek üzere araştırmada öğrencilere iki farklı formatta biyoloji sınavı yapılmıştır. Bu sınavlardan biri açık uçlu sorular içerirken diğeri çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Öğrencilerin, açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde anlamlı öğrenmeleri bakımından kız ve erkekler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Diğeri bir ifade ile açık uçlu sorularda kız ve erkek öğrenciler eşit düzeyde başarı göstermişlerdir. Ancak çoktan seçmeli test sonuçları incelendiğinde erkek öğrencilerin kız öğrencilerden anlamlı olarak daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacı, bu sonuçları açıklayacak araştırmaların yapılmasını önermekte ve bu araştırmalarda öğrencilerin anlamalarını ölçmede açık uçlu soruların da yer aldığı farklı tekniklerin kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğrencilerin kavramları anlamaları ve kavram yanılgılarını etkileyen önemli faktörlerden birinin öğrenme yaklaşımları olduğunu ifade eden Williams and Cavallo (1995) çalışmalarında öğrencilerin fizik kavramlarını anlamaları ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmada anlamlı öğrenmenin, öğrencilerin fizik kavramlarını tam anlamaları ile ilişkili olup olmadığı ayrıca anlamlı öğrenme yaklaşımını ezbere öğrenme yaklaşımından daha fazla tercih eden öğrencilerin kavram yanılgılarının daha az olup olmadığı sorularına cevap aranmıştır. Çalışma 41 üniversite öğrencisi ile gerçekleştirilmiş ve üç farklı ölçme aracı öğrencilere dönem sonunda uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular, hem mantıksal düşünme yeteneğinin hem de öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fizik kavramlarını anlamaları ile ilişki olduğunu göstermiştir. Düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip ya da ezbere öğrenme yaklaşımını daha çok benimseyen öğrencilerin, fizik kavramlarını daha az anladıkları ve daha fazla kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir.

Cavallo, 1996 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, mantıksal düşünme yetenekleri ile genetiği anlamaları ve genetik problemleri çözebilmeleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır. 189 onuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının belirlenmesi için 24 maddeden oluşan öğrenme yaklaşımı ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini, genetiği anlamalarını ve problem çözme becerilerini belirlemek üzere dört farklı test uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen verilerin analizi için korelasyon ve regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları ile genetiği anlamaları ve genetik problemleri çözebilmeleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının ve mantıksal düşünme yeteneklerinin hem genetiği anlama hem de genetik problemleri çözebilme puanlarının anlamlı yordayıcıları olduğu bulgularına ulaşılmıştır. Bu bulgular, öğrenmeye yaklaşımlarının; fikirler, olgular ve bilgiler arasında ilişkiler kurmak şeklinde olan öğrencilerin mayoz konularını daha iyi anladıklarını ve genetik problemleri daha etkili olarak çözdüklerini göstermiştir. Çalışmanın diğer bir önemli sonucuna göre; öğrencilerin genetik problemleri çözme başarılarının en önemli yordayıcısı mantıksal düşünme yeteneği iken, genetik kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarının en önemli yordayıcısı öğrenme yaklaşımıdır.

BouJaoude et al. (2004), öğrencilerin kimya problemlerini çözmeleri ile bazı bilişsel değişkenler arasındaki ilişkileri araştırdığı çalışmasında, test etmeyi amaçladığı hipotezlerden biri; kavramsal kimya problemlerini çözmeye anlamlı öğrenenlerin ezberden öğrenenlerden daha başarılı olacağı hipotezidir. Çalışma, 68 on birinci sınıf öğrencisi ve 4 deneyimli kimya öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada öğrenme yaklaşımı ölçeğinin Cavallo and Schafer (1994) ve Cavallo (1996) tarafından adapte edilen bir versiyonu kullanılmıştır. İlgili araştırma probleminin çözümü için anlamlı öğrenen ve ezberden öğrenen öğrencilerin ortalama puanları tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmış ve aradaki farkın anlamlı olduğu, bu farkın da anlamlı öğrenenler lehine olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, anlamlı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin kavramsal kimya problemlerini çözmeye ezberden öğrenme yaklaşımını tercih eden öğrencilere göre daha başarılı olduklarını göstermiştir ve bu sonuç araştırmacıların ilgili hipotezini destekler nitelikte bulunmuştur.

Öğrenme yaklaşımları ile öğrencilerin genetik başarıları arasındaki ilişkinin ortaya konulmasının amaçlandığı diğer bir çalışma Atay (2006) tarafından gerçekleştirilmiş ve bu çalışmada bilişsel ve güdüsel değişkenlerin öğrencilerin genetik kavramları anlamalarına etkisi araştırılmıştır. Ön test - son test kontrol gruplu modelde gerçekleştirilen çalışmaya 213 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubundaki öğrenciler genetik konusunu öğrenme evresi ile, kontrol grubundaki öğrenciler ise geleneksel yaklaşım ile öğrenmişlerdir. Çalışmadan önce öğrencilerin ezbere mi yoksa anlamlı mı öğrendiklerini ölçmek için öğrenme yaklaşımı ölçeği, somuttan soyuta değişen mantıksal işlem seviyelerini belirlemek üzere mantıksal düşünme yeteneği testi, güdüsel inançlarını ölçmek için güdüsel inanç ölçeği uygulanmış, ayrıca denetim odakları ve fen bilgisi dersine karşı tutumları da ölçülmüştür. Analizler sonucunda, öğrenme evresi sınıflarında başarının temel yordayıcısı olarak, öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımları, geleneksel yaklaşım sınıflarında ise öğrencilerin fen bilgisine yönelik tutumları başarılarının temel yordayıcısı olarak bulunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin genetik kavramları anlamalarındaki değişkenliğin %49,6'sının öğrenme yaklaşımları tarafından açıklandığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrenme yaklaşımı ile mantıksal düşünme yeteneği arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu, buna göre anlamlı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin de yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin öğrenmeleri ile ilgili olan tüm bu araştırmalar, öğrenme yaklaşımları ile öğrenme ürünlerinin ilişkili olduğu sonucunu desteklemektedir. Bu araştırmaların sonucunda, anlamlı öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilerin ezbere öğrenme yaklaşımına sahip öğrencilere göre daha tutarlı kavramsal anlamalar geliştirdikleri belirlenmiştir. Araştırmalarda öğrencilerin anlamalarının anlamlı öğrenme ile ilişkili olduğu, ezbere öğrenmenin ise öğrencilerin daha fazla kavram yanlılığı edinmesine neden olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırmaların sonuçları doğrultusunda, kavramlar ve kavramlar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında etkili olduğu savunulan anlamlı öğrenme yaklaşımının geliştirilmesine yönelik öğretim stratejilerinin kullanılmasının faydalı olacağı önerilerine yer verilmiştir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma problemlerinin çözümünde kullanılan bilimsel yöntem açıklanmaktadır. Bu kapsamda araştırma modelinin seçimi, evren ve örneklemin belirlenmesi, araştırma problemlerinin tanımlanmasında kullanılan değişkenlerin açıklanması, verilerin toplanması, veri toplama araçlarının tanıtılması ve verilerin analizi sırasıyla ele alınmaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada, ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramları anlama düzeylerinin, mantıksal düşünme yeteneklerinin ve öğrenme yaklaşımlarının belirlenmesi, ayrıca bu değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda, var olan bir durum açıklanmaya çalışıldığından araştırma modeli olarak tarama modeli seçilmiştir.

Tarama modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımları olarak tanımlanmaktadır. Tarama araştırmaları, olaylara ilişkin olgu bulma, ilişki kurma ve yargılarda bulunabilme amacı için kanıtların toplanması ve değerlendirilmesi ile önem kazanmaktadır (Karasar, 2002). Fraenkel and Wallen (2006) tarama araştırmalarının üç özelliğini şöyle sıralamaktadırlar: 1) Tarama araştırmalarında, evrenin bazı özelliklerinin açıklanması amacı ile bilgi toplanmaktadır. 2) Bilginin toplanmasında izlenen başlıca yol, sorular sormak şeklindedir. 3) Bilgi, evrenin her bir üyesinden ziyade bu evreni temsil eden bir örneklemden toplanmaktadır.

3.2. Evren ve Örneklem

Tarama modelindeki bütün araştırmalarda esas amaç, evrenin özelliklerini betimlemektir. Ancak çalışmalar nadiren tüm evren ile gerçekleştirilmektedir. Bunun yerine araştırma bir örneklem ile yürütülmektedir ve örneklemden elde edilen sonuçların genellenmesi ile evren betimlenmektedir (Fraenkel and Wallen, 2006).

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı araştırmanın evrenini, Ankara ilindeki ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören 11. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırma için 11. sınıf öğrencilerinin seçilmesinin nedeni, bu öğrencilerin, biyoloji öğretim programında yer alan genetik ile ilgili tüm konuları öğrenmiş olmalarıdır. Ortaöğretim biyoloji programında yer alan genetik ile ilgili konular 9. sınıf ve ağırlıklı olarak 11. sınıf öğretim programlarında yer almaktadır.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan 2007-2008 Milli Eğitim İstatistikleri'ne göre, Ankara'da 2007-2008 öğretim yılında ortaöğretim kurumlarının 11. sınıfında öğrenim gören öğrenci sayısı 22.051'dir. Araştırma evreninin oldukça geniş ve zor ulaşılabilir olması nedeniyle bu evreni temsil edecek bir örneklem üzerinde çalışma yoluna gidilmiştir. Evrendeki farklı bölümlerin yeterince temsil edilmesini sağlamak amacıyla olasılığa dayalı örnekleme yöntemlerinden tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Arıkan, 2005). Olasılığa dayalı örnekleme, seçilen örneklemin araştırmanın evrenini yansıttığını söyleyebilmek için istatistiksel bir zemin sağlar (Fink, 1995). Olasılığa dayalı örnekleme yöntemleri arasında yer alan tabakalı örneklemede yansızlık kuralına uyulmaktadır, buna göre örneklerin, örnekleme seçilme olasılıkları eşit ve bağımsız olmaktadır. Tabakalı örnekleme, evrendeki alt grupların belirlenip bunların evren büyüklüğü içindeki oranlarıyla örneklemede temsil edilmelerini sağlamayı amaçlayan bir örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2008). Baykul (1997)'a göre tabakalı örnekleme yöntemi, sosyal bilimlerdeki pek çok araştırma için, özellikle homojen olmayan evrenlerde, uygun bir örnekleme yoludur. Karasar (2002)'in oranlı eleman örnekleme olarak isimlendirdiği bu örnekleme türü ile örneklemin, evreni tüm alt grupları ile temsil etmesi güvenceye alınmaktadır. Aksi halde, küçük fakat araştırma açısından çok önemli özellikleri olan bazı alt gruplar, salt şans etmeni ile örneklem dışında kalabilmektedirler.

Tabakalı örnekleme için ilk olarak araştırmanın problemi üzerinde etkili olabileceği düşünülen bir değişkene göre evren içinde homojen alt grupların belirlenmesi gerekmektedir (Büyüköztürk vd., 2008). Ankara'da, ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören öğrencileri, daha homojen gruplar oluşturacak şekilde ayırmak için

okul türleri ölçüt olarak belirlenmiştir. Buna göre toplam 3 tabaka oluşmaktadır. Bunlar Anadolu Lisesi öğrencileri, Yabancı Dil Ağırlıklı Lise öğrencileri ile Mesleki ve Teknik Lise öğrencileridir. Bu farklı okul türlerinde öğrenim gören öğrenciler aynı biyoloji öğretim programına göre eğitimlerini sürdürmektedirler. Bu öğrencilerden örnekleme dahil edilecek sayıda öğrenci, okul türlerine göre evrendeki dağılımlarına uygun olarak basit tesadüfi örnekleme ile seçilmiştir.

Örneklem büyüklüğünü etkileyen pek çok değişken etmen vardır (Karasar, 2002). Örneklem büyüklüğünü belirlerken de farklı yaklaşımlar izlenmektedir. Araştırmalarda çok değişkenli istatistik kullanılacaksa örneklem büyüklüğünü tahmin etmeden önce istatistiğin sayıtlılarının incelenmesi önerilmektedir. Çünkü istatistikler için uygun örneklem büyüklüğü konusunda temel alınan ölçütlere göre örneklem büyüklüğü için alt sınırlar değişkenlik göstermektedir (Büyüköztürk vd., 2008). Bu araştırmada örneklem büyüklüğü belirlenirken, Tabachnick and Fidell (2007) tarafından önerilen, veri analiz tekniğine göre en küçük örneklem büyüklüğü belirleme yaklaşımı izlenmiştir. Gerekli örneklem büyüklüğünün bağlı olduğu özelliklerden biri bağımsız değişkenlerin sayısıdır. Buna göre çoklu regresyon analizi yapılan araştırmalarda, en küçük örneklem büyüklüğünün $N \geq 50+8m$ ya da $N \geq 104+m$ (m =bağımsız değişken sayısı) olması önerilmektedir. Bununla beraber, Karasar (2002) kullanılacak veri analiz tekniklerinin gerektirdiği en az sayıların üstüne çıkma zorunluluğunu ve formüllerle bulunacak değerlere bir miktar daha ekleyerek örnekleme büyük tutmakta yarar olduğunu vurgulamaktadır.

Araştırma probleminin sınıanmasında kurulan regresyon modelinde yer alan bağımsız değişken sayısı 3 olup, belirtilen formüle göre araştırmanın örneklem büyüklüğünün en az 107 olması gerekmektedir. Bu sayının üzerinde bir örneklem büyüklüğüne ulaşmanın pek çok açıdan ideal olması dolayısıyla daha fazla sayıda öğrenci, örnekleme yöntemine uygun olarak örneklem grubuna dahil edilmiştir.

Araştırmanın örneklemini, 2007–2008 öğretim yılında Ankara’da öğrenim gören toplam 586 ortaöğretim 11. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklem, farklı yaşlardaki kız ve erkek öğrencilerden oluşmakta olup bu öğrenciler belirlenen üç farklı okul türünde öğrenim görmektedirler. Örneklem grubunun demografik özellikleri Çizelge 3.1.’de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Araştırmanın örneklemini oluşturan öğrencilerin demografik özellikleri.

| Demografik Özellikler | | f | % |
|-----------------------|----------------------------|-----|-------|
| Cinsiyet | Kız | 269 | 45,9 |
| | Erkek | 317 | 54,1 |
| Yaş | 16 | 41 | 7,0 |
| | 17 | 201 | 34,3 |
| | 18 | 209 | 35,7 |
| | 19 | 87 | 14,8 |
| | 20 | 48 | 8,2 |
| Okul türü | Anadolu Lisesi | 241 | 41,1 |
| | Yabancı Dil Ağırlıklı Lise | 235 | 40,1 |
| | Mesleki ve Teknik Lise | 110 | 18,8 |
| Toplam | | 586 | 100,0 |

Çizelge 3.1.'de, araştırmada yer alan öğrencilerin yaşlarının, 16-20 arasında değişmekte olduğu görülmektedir. Örneklem, 269 (%45,9) kız öğrenciden, 317 (%54,1) erkek öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada yer alan öğrenciler farklı okul türlerinde öğrenim görmekte olup, örneklemdaki öğrenci dağılımı evrendeki dağılıma benzerdir. Buna göre öğrenci sayısı en fazla Anadolu liselerinde (n=241, %41,1) en az mesleki ve teknik liselerdedir (n=110, %18,8).

3.3. Değişkenler

Araştırma probleminin tanımlanması için değişkenlerin belirlenmesi ve sınıflandırılması gerekmektedir. Değişkenler arasında doğrudan veya dolaylı bir neden-sonuç ilişkisi bulunuyorsa bağımlı ve bağımsız değişken olarak sınıflandırılmaktadırlar (Büyüköztürk vd., 2008). Bağımlı değişken, açıklanması istenen durumdur. Bir araştırmada diğer değişkenlerin değişiminden etkilenen sonuç değişkenidir. Bağımsız değişken ise bağımlı değişken üzerindeki etkisinin öğrenilmek istendiği uyarıcı değişkendir (Karasar, 2002; Yavan, 2006). Araştırmada açıklanmak istenen bir bağımlı değişken ve bu değişken üzerinde etkisi araştırılmak istenen üç bağımsız değişken ele alınmaktadır.

3.3.1. Bağımlı değişken

Araştırmanın bağımlı değişkeni, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleridir. Araştırmanın sonucunda açıklanması amaçlanan bu durum, öğrencilerin, genetik konuları ile ilgili temel kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler hakkında sahip oldukları bilgileri nedenleri ile beraber açıklayabilmelerini ifade etmektedir. Bağımlı değişkene ilişkin veriler, iki aşamalı genetik kavram testi ile elde edilmektedir. Bu test öğrencilerin genetiğin temel kavramları hakkındaki bilgilerini ve bu bilgilerini dayandırdıkları nedenleri araştırmaya yönelik olarak geliştirilmiştir. Araştırmanın bağımlı değişkeni sürekli bir değişken olup, eşit aralıklı düzeyde ölçülmektedir.

3.3.2. Bağımsız değişkenler

Araştırmanın üç bağımsız değişkeni vardır. Bunlar mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımıdır. Mantıksal düşünme yeteneği, öğrencilerin fen kavramlarını anlamalarında önemli bir rol oynamakta ve kavramların kazanılmasında etkili olmaktadır (Lawson et al., 2006). Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerine ilişkin veriler mantıksal düşünme yeteneği testi ile elde edilmektedir. Bu test öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırmaya yöneliktir. Diğer bağımsız değişken olarak ele alınan öğrenme yaklaşımları ise öğrencilerin, kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarında belirleyici olmaktadır (Cavallo, 1996). Anlamlı öğrenme ve ezbere öğrenme olarak ikiye ayrılan öğrenme yaklaşımları, öğrencilerin öğrenme ürünleri ile ilişkilendirilmektedir (BouJaoude et al., 2004). Öğrencilerin anlamlı veya ezbere öğrenme yaklaşımlarından hangisini benimsediklerini belirlemek için öğrenme yaklaşımı ölçeği kullanılmaktadır. Araştırmanın bağımlı değişkeni olan öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile ilişkisi araştırılan öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, anlamlı öğrenme yaklaşımları ve ezbere öğrenme yaklaşımları araştırmanın bağımsız değişkenleri olarak ele alınmaktadır. Mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımları sürekli değişkenler olup, eşit aralıklı düzeyde ölçülmektedirler.

3.4. Verilerin Toplanması

Fraenkel and Wallen (2006) verilerin nerede, ne zaman, ne sıklıkta ve kim tarafından toplandığı sorularının önemli olduğunu çünkü bu sorulara ilişkin cevapların, verilerin elde edilmesini etkileyebileceğini ifade etmektedirler. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları, Ankara Valiliği Milli Eğitim Müdürlüğü 08/04/2008 tarih ve 312/34884 sayılı araştırma izin yazısı ile Ankara ilindeki çeşitli ortaöğretim kurumlarında 2007-2008 öğretim yılının ikinci döneminde uygulanmıştır. Araştırmacı, veri toplama aracının öğrencilere dağıtılmasından önce yönergeyi açıklamıştır. Verilerin toplanması biyoloji dersi sırasında ve veri toplama aracının bir defada uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama sınıf içerisinde ilgili ders öğretmeni ve araştırmacı gözetiminde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımlarına ilişkin verilerin elde edilebilmesi için üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlar; öğrencilerin genetiğin temel kavramlarını anlama düzeyini belirlemeye yönelik “İki Aşamalı Genetik Kavram Testi”, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemek için kullanılan “Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi” ve öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını belirlemek için kullanılan “Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği”dir. Bu üç veri toplama aracı, öğrencilerin okumalarını kolaylaştırması ve ilgilerini dağıtmaması amacıyla bir araya getirilerek, biçimsel olarak düzenlenmiş ve kitapçık haline getirilmiştir.

3.4.1. İki aşamalı genetik kavram testi

İki aşamalı genetik kavram testi, genetiğin temel kavramları olan DNA, gen, kromozom kavramları ile bu kavramlar arasındaki ilişkileri ve hücre bölünmelerinin kalıtımla ilişkisi konularında öğrencilerin anlamalarını belirlemeye yönelik olarak geliştirilmiştir. Testteki her bir madde iki sorudan oluşmaktadır: Birinci soru, öğrencilerin genetik kavramlar ile ilgili bilgilerini ölçmek üzere düzenlenmiştir, ikinci soruda ise öğrencilerin birinci soru için seçtiği cevabın nedeni araştırılmaktadır. Öğrencinin bir maddeye doğru cevap vermiş olarak kabul edilebilmesi için, her iki aşamaya da doğru cevap vermiş olması gerekmektedir. Geliştirilen testte yer alan maddelerin ilk aşaması 3 seçenekli bir bilgi sorusundan oluşurken, ikinci aşaması, birinci aşamada verilen cevap için 5 muhtemel nedenden oluşan seçenekler

içermektedir. 14 maddeden oluşan iki aşamalı genetik kavram testinin güvenilirliği 0,86 olarak bulunmuştur. Testten alınabilecek puan aralığı 0-14'tür.

3.4.1.1. İki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesi

İki aşamalı genetik kavram testi, Treagust (1988) tarafından önerilen 10 aşamalı 3 ana bölümden oluşan bir yöntem izlenerek geliştirilmiştir. Birinci bölüm içeriğin belirlenmesi, ikinci bölüm öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi, üçüncü bölüm ise iki aşamalı testin geliştirilmesinden oluşmaktadır. Çalışmada izlenen aşamalar, aşağıda sunulmaktadır (Treagust, 1988; Peterson et al., 1989; Odom and Barrow, 1995; Chen et al., 2002; Tan et al., 2002; Lin, 2004):

A. İçeriğin Belirlenmesi

1. Bilgi önermelerinin belirlenmesi
2. Kavram haritasının geliştirilmesi
3. Bilgi önermelerinin kavram haritasıyla ilişkilendirilmesi
4. Kapsam geçerliğinin sağlanması

B. Öğrencilerin Yanlış Anlamaları Hakkında Bilgi Edinilmesi

5. İlgili kaynakların incelenmesi
6. Öğrencilerle görüşmeler yapılması
7. İkinci aşaması açık uçlu olan iki aşamalı test maddelerinin geliştirilmesi

C. İki Aşamalı Testin Geliştirilmesi

8. İki aşamalı çoktan seçmeli testin geliştirilmesi
9. Belirtke tablosunun oluşturulması
10. Düzenlemelerin devam ettirilmesi

A. İçeriğin belirlenmesi

İki aşamalı testin geliştirilmesinin ilk dört aşamasını içeren bu bölümde, testin geliştirileceği konu ve kavramların sınırları çizilir. İçeriğin, ilgili konu ve kavramlarla ilgili olarak belirlenebilmesi için biyoloji öğretim programında yer alan konular incelenmiş ve genetik ile ilgili kavram ve konuların yer aldığı bölümler belirlenmiştir. Bu bölümler, "Canlıların Temel Bileşenleri", "Canlılığın Temel Birimi-Hücre", "Genetik Bilgi Taşıyan Moleküller" ve "Kalıtım" olup öğrencilerin genetiğin temel kavramlarını anlamaları için gerekli bilgilerin yer aldığı konuları içeren bölümlerdir.

Testin içeriğinin belirlenmesi için ayrıca konuyla ilgili ders kitapları (Bulut vd., 2001; Börü vd., 2002; Sucu vd., 2002) ve yardımcı kitaplar (Vardar ve Kesercioğlu, 2004; Kuru ve Ergene, 2005) incelenmiştir. Bu kitaplarda ve biyoloji öğretim programında yer alan bilgilere bağlı olarak, ilgili konu ve kavramların bütün yönlerini içeren 25 bilgi önermesi belirlenmiştir (EK 1). Bu önermeler, ortaöğretim öğrencilerinin, genetiğin temel kavramları olan DNA, gen, kromozom kavramları ile bu kavramlar arasındaki ilişkileri ve hücre bölünmelerinin kalıtımla ilişkisi konularını anlamaları için sahip olmaları gereken bilgilerden oluşmaktadır. Belirlenen bilgi önermeleri için 3 fen eğitimcisi, 1 alan uzmanı ve 2 alan öğretmenin görüşleri alınmış ve bu görüşler doğrultusunda bazı düzenlemeler ve değişiklikler yapılmıştır.

Kavram haritaları, konunun içeriğini oluşturan anahtar kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri göstermeye yaradığından, içeriğin belirlenmesinde kavram haritalarından faydalanılmaktadır. Konu ile ilgili bütün kavramları ve ilişkilerini içeren bir kavram haritası, Novak (1990) tarafından önerilen aşamalar izlenerek oluşturulmuş ve Bahar (2001) tarafından belirtilen özellikleri içerecek şekilde düzenlenmiştir (EK 2). Kavram haritasındaki kavramların belirlenmesi ve kavramlar arasındaki ilişkileri ifade eden önermelerin oluşturulmasından sonra 3 fen eğitimcisi, 1 alan uzmanı ve 2 alan öğretmenin görüşlerine başvurulmuştur. Bazı ifadelerde tutarsızlık ve eksiklik bulunduğundan düzeltmeler yapılması gerekliliği görüşleri üzerine, kavram haritası üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirilen kavram haritasının, haritada gösterilen kavramlar arasındaki ilişkiler ile, belirlenen 25 bilgi önermesini içermesi sağlanmıştır. Bilgi önermeleri, kavram haritasıyla belirlenen önermeler ile ilişkilendirilmiş böylece içeriğin iç tutarlılığı sağlanmıştır (Treagust, 1988).

İki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesinde ilk bölüm olan içeriğin belirlenmesi bölümünde, ortaöğretim biyoloji ders programında yer alan temel genetik kavramlar ile ilgili kapsamın sınırları belirlenmiştir. Böylece test maddelerinin geliştirilmesinde dikkate alınacak kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler tanımlanmıştır.

B. Öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi

İki aşamalı testlerin geliştirilmesinin ikinci bölümünü oluşturan üç aşama, öğrencilerin belirlenen içerik ile ilgili bilgilerini ortaya çıkarmaya yöneliktir. Bu aşamalardan ilki ilgili kaynakların incelenmesini, ikincisi öğrencilerle görüşmeler yapılmasını ve sonuncusu ikinci aşaması açık uçlu olan iki aşamalı testin geliştirilerek uygulanmasını içermektedir. Bu bölümde, başlangıç olarak konuyla ilgili kaynaklar incelenmiş, kavramsal zorluklar ve öğrencilerin yanlış anlamaları belirlenmiştir. Öğrencilerin genetik kavramlar ile ilgili sahip oldukları bilgilerin araştırıldığı çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları ve bu araçlardaki sorular araştırılmıştır. Kaynakların incelemesinden elde edilen bilgiler, hem testin geliştirilmesinde hem de görüşme sorularının oluşturulmasında kullanılmıştır.

Bu bölümün ikinci aşamasında öğrencilerin genetiğin temel kavramlarını anlamaları hakkında daha kapsamlı bir bakış açısı kazanmak için, 21 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler farklı ortaöğretim kurumlarının 9., 10. ve 11. sınıflarında öğrenim görmektedirler. Görüşmeler için her öğretim yılından öğrencilerin seçilmesinin nedeni, öğrencilerdeki ilgili kavram ve konulara ilişkin gelişimi ortaya çıkarabilmek ayrıca kavramsal zorlukların hangi aşamalarda oluştuğunu belirleyebilmektir. Görüşmeler, öğrenciler arasından gönüllü olanlar ile gerçekleştirilmiştir. Görüşme yapılan öğrenci sayısı belirlenirken, yapılan görüşmelerden elde edilen kavram ve süreçlerin tekrar etmeye başladığı zaman dikkate alınmış, böylece yeterli sayıda veri kaynağına ulaşıldığına karar verilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Görüşme formunun hazırlanmasında mevcut araştırmalardan (Venville and Treagust, 1998; Banet and Ayuso, 2000; Lewis et al., 2000a; 2000b; Lewis and Wood-Robinson, 2000; Marbach-Ad and Stavy, 2000; Wood-Robinson et al., 2000; Baker and Lawson, 2001; Johnson and Stewart, 2002; Venville et al., 2005) faydalanılmıştır. Araştırma için uygun görülen soruların çevirisi ve uyarlaması biyoloji eğitimi uzmanları tarafından yapılmış ve görüşme formuna genetiğin temel kavramları ile ilgili maddeler eklenmiştir. Bunun sonucunda 10 maddeden oluşan ön görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formunun geçerliği için uzman görüşü alınmıştır. Ön görüşme 2 ortaöğretim öğrencisine pilot çalışma olarak uygulanmış ve elde edilen veriler doğrultusunda görüşme formuna 1 soru daha

eklenmiştir. Görüşme için hazırlanan sorular, alternatif sorularla ve sondalarla desteklenmiştir. Soruların hangi muhtemel sıra ile sorulacağına karar verilmiştir. Böylece görüşme formuna son şekli verilmiş ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Görüşme formu iki bölümden oluşmaktadır (EK 3). İlk bölüm genetiğin temel kavramları, bunların görevleri ve ilişkileri ile ilgili sorulardan oluşmaktadır. İkinci bölümde ise bu kavramlarla ilgili öğrencilerden çeşitli çizimler yapmalarının istendiği sorular yer almaktadır. Görüşme formunda yer alan sorular, gen, DNA, kromozom, genetik bilgi ve kalıtım kavramları ile gen-DNA, gen-kromozom, hücre bölünmeleri-kalıtım arasındaki ilişkiler hakkında öğrencilerin görüşlerini almaya yöneliktir. Görüşmelerde son olarak öğrencilere bu konuları öğrenirken zorluk çektiği durumlar sorulmuş ve nedenlerini açıklamaları istenmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmelerin tümü araştırmacı tarafından birebir olarak yarı yapılandırılmış biçimde gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerin başlangıcında araştırmacı kendini öğrencilere tanıtmış, araştırma konusu hakkında bilgi vermiş ve amaçlarını açıklamıştır. Veri kaybını önlemek ve verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla görüşmeler öğrencilerin izni ile ses kayıt cihazına kayıt edilmiştir. Görüşme yapılan kişinin rahat, doğru ve dürüst tepkilerde bulunmasını sağlamak için sorular, öğrenci seviyesine uygun olarak ve günlük konuşma dili ile sorulmuştur. Belirlenen hedefler doğrultusunda hazırlanan görüşme soruları, görüşmeler sırasında bazen daha derinlemesine bilgi elde etmek üzere ek sorularla desteklenmiş, yönlendirme yapılmadan açıklamalar ve yorumlar yapılmış gerektiğinde sırası değiştirilerek sorulmuş ve böylece öğrencinin tüm görüşlerini ifade etmesine olanak tanınmıştır. Öğrencilerin söylediklerinin doğru anlaşılıp anlaşılmadığını kontrol etmek için öğrenci cevapları gerektiğinde özetlenerek onay alma yoluna gidilmiştir. Görüşme sonlandırılmadan önce öğrencilere söylemek istedikleri herhangi bir şey olup olmadığı sorularak görüşme tamamlanmıştır. Görüşmeler ortalama 20–30 dakika sürmüştür.

Görüşmelerde elde edilen bilgilerin, iki aşamalı test maddelerinin geliştirilmesinde kullanılabilmesi için öncelikle verilerin hazırlanması gerekmektedir. Bunun için öncelikle verilerin transkripsiyonu yapılarak görüşme protokolleri hazırlanmış ardından protokollerdeki ifadeler düzenlenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak görüşmeler sırasında ses kayıt cihazına kaydedilen konuşmalar çözümlenerek

bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Görüşmeci ve görüşülen kişilerin, ilk sorudan itibaren konuyla ilgili bütün konuşmaları protokole alınmıştır. Sözel bilgiler yanında sözel olmayan bilgiler de verilerin yorumlanmasında etkili olduğundan, sözel olmayan ifadeler de yazıya dökülmüştür. Protokollerin hazırlanması tamamlandıktan sonra her bir satır numaralandırılmıştır. Protokoller hazırlanırken Mayring (2002) ve McLellan et al. (2003) tarafından önerilen transkripsiyon kurallarından bu çalışma için gerekli olanlar dikkate alınmıştır.

Transkripsiyon kuralları:

- Kısa ara : ...
- 3 saniyeden uzun ara : (ara)
- Öğrencilerin özel davranışları hakkında bilgi : (emin değil)
: (gülme)
: (çok sessiz)
: (yavaşlama)
: (çok hızlı konuşma)
- Sözel olmayan ifadeler:
 - Onaylama : Hıhı
 - Düşünme : Ehm
 - Reddetme : I ih
- Anlaşılmayan kelime : (...)
- Vurgulanan kelime ya da yüksek sesle ifade : kelime

Görüşme protokollerindeki ifadelerin anlaşılır olması ve değerlendirilebilmesi için bazı düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Öğrenci ifadelerinin içeriğinde herhangi bir değişiklik olmayacak şekilde bazı düzenlemeler yapılırken Gropengiesser (2001) tarafından önerilen kurallar dikkate alınmıştır.

İfadeleri düzenleme kuralları:

- Cevaplardaki imla hataları düzeltilerek düzgün ifadelere dönüştürülür.
- Fazlalık ve tekrar edilen kelimeler, belirli davranışlara yönelik bilgiler, sözel olmayan ifadeler çıkarılır.
- Cevaplardan çıkartılan ifadeler [...] sembolü ile belirtilir.

Örnek: Öğrenci: Kalıtım bilgilerin ... ehm genetik bilgilerin anne babadan çocuğa aktarılmasıdır.

Düzenlenmiş ifade: Kalıtım, [...] genetik bilgilerin anne babadan çocuğa aktarılmasıdır.

- Görüşmecinin soruları ve ifadeleri çıkarılır. Görüşmecinin soruları öğrencinin kendi özgün ifadesine dönüştürülür.
- Cevaplarda olmayan bütün kelimeler köşeli parantez [] içerisine alınır.

Örnek: Görüşmeci: DNA ile ilgili neler söyleyebilirsin?

Öğrenci: Genetik bilginin ehm şifrelendiği uzun bir ... yapı.

Düzenlenmiş ifade: [DNA] genetik bilginin şifrelendiği uzun bir yapıdır.

- Protokolde yer alan bölümlerin satır numaraları cümle sonunda parantez içerisinde verilir.

Görüşmelerde ortaya çıkan öğrenci ifadeleri düzenlendikten sonra, öğrenci görüşleri, iki aşamalı genetik kavram testinin maddelerini geliştirmek üzere değerlendirilmiştir. Buna göre, öğrencilerin DNA, gen ve kromozom kavramları ile bunların yerleri, görevleri ve ilişkileri hakkındaki sorulara verdikleri cevaplarda, bu kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları, aralarındaki ayırımı iyi yorumlayamadıkları ayrıca bazı eksik ve yanlış bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Öğrenci görüşlerinden yapılan bazı doğrudan alıntılar, bu sonuçları değerlendirmek üzere aşağıda açıklanmaktadır.

Görüşmeci: İnsanların anne babalarına olan benzerliklerinin nedeni nedir?

Öğrenci 5: Çünkü kromozomlar eşey hücreleri ile taşındığı için, yani birisi anneden birisi babadan geldiği için, anne ve babanın özelliklerine, [bu özelliklerin] baskın olup olmama durumuna bağlıdır. (Erkek, yaş:19, 11.sınıf)

5 numaralı öğrenci, genetik özelliklerin anne babadan yavru döl kromozomlar ile aktarıldığını ayrıca kromozomların eşey hücreleriyle taşındığını ifade etmektedir. Ancak devam eden sorularda, öğrencinin, kromozomların sadece eşey hücrelerinde bulunduğu görüşüne sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer bir alıntıda, 9 numaralı öğrencinin de benzer şekilde, genlerin sadece eşey hücrelerinde bulunduğu görüşüne sahip olduğu görülmektedir.

Görüşmeci: Genler hakkında neler diyebilirsin? Mesela genler nerede bulunur?

Öğrenci 9: [Genler] eşey hücrelerinde [bulunur]. (Kız, yaş:17, 10.sınıf)

Lewis et al. (2000c) yaptıkları çalışmada öğrencilerin, genlerin vücutta bulunduğu yeri açıklamakta güçlük çektiklerini ifade etmektedirler. Öğrencilerin önemli bir bölümünün, sadece belirli hücrelerin, özellikle de üreme sisteminde veya kanda yer alan hücrelerin genleri veya genetik materyali içerdiğine inandıklarını belirtmektedirler.

Görüşmeci: Genler vücudumuzda nerede bulunur?

Öğrenci 17: Genler, DNA hücrelerinde, vücudumuzdaki her hücremizde bulunuyor. Üreme hücrelerindeki genler zaten bizim kalıtsal özelliklerimizi taşıyor. Aktarmak için de onlar [üreme hücreleri] kullanılıyor. (Kız, yaş:17, 11.sınıf)

17 numaralı öğrenci genlerin bütün hücrelerde bulunduğunu ifade etmesine rağmen, kalıtsal özelliklerimizi taşıyan genlerin sadece eşey hücrelerinde bulunduğunu, genetik aktarımın da bu sayede gerçekleşebildiğini düşünmektedir. Ayrıca aynı öğrencinin “DNA hücreleri” gibi yanlış bir kavrama sahip olduğu görülmektedir.

Görüşmeci: Göz rengini belirleyen genetik bilgi nerede bulunur?

Öğrenci 5: Göz rengimiz [...] kendi eşey hücremizde bulunur ki hani çocuğumuza geçsin. Sonuçta gözden alıp, sperm hücresine bir şey gönderemezsiniz. (Erkek, yaş:19, 11.sınıf)

Görüşmeci: Göz rengini belirleyen genler var, örnek olarak göz rengini verdim, sence o genler nerede bulunur?

Öğrenci 15: [Göz rengini belirleyen genler] X ve Y’de çekinik ya da baskın olarak bulunur. (Kız, yaş:16, 9.sınıf)

5 ve 15 numaralı öğrenciler genlerin sadece eşey hücrelerinde ya da eşey kromozomlarında bulunduğu görüşündedirler. Bu durum, öğrencilerin kalıtım ve üreme süreçlerini birbirinden ayırmakta zorlandıklarını göstermektedir. Knippels et al. (2005), öğrencilerin genetik konularını yanlış anlamalarının sebeplerinden birini üreme ve kalıtım konularının ilişkilendirilmeden öğretilmesi olarak ifade

etmektedirler. Bu soruya dikkat çekici bir başka yanıt da 20 numaralı öğrenci tarafından verilmiştir:

Görüşmeci: Göz rengini belirleyen genler var. Bu genler, hangi hücrede bulunur?

Öğrenci 20: Beyin olabilir. Sonuçta onun kontrolünde her şey. (Kız, yaş:17, 11.sınıf)

Öğrenciler genlerin, eşey hücrelerinde, eşey kromozomlarında, ilgili organa ait hücrelerde ya da beyinde bulunduğunu düşünmektedirler. Test maddelerinin geliştirilmesinde, genlerin ve kromozomların buldukları yerlere ilişkin öğrencilerin sahip oldukları bilgilerin araştırılması amacıyla sorular hazırlanırken elde edilen bu bulgular dikkate alınmıştır. Buna göre ilgili maddelere ait seçenekler oluşturulurken “eşey hücreleri” ve “eşey kromozomları” kavramlarına yer verilmesine karar verilmiştir.

“Eşey kromozomları nerede bulunur?” sorusuna görüşme yapılan öğrencilerin tamamına yakın bir kısmı benzer şekilde cevaplar vermişlerdir.

Öğrenci 3: Eşey hücrelerimizde bulunuyor. (Erkek, yaş:16, 9.sınıf)

Öğrenci 5: Erkek eşey hücresi sperm veya [dişi eşey hücresi] yumurtada bulunur. (Erkek, yaş:19, 11.sınıf)

Öğrenci 14: Üreme organlarının hücrelerinde olabilir. Tam onunla ilgili bir bilgim yok ama hepsinde vardır, bazıları kullanılmıyor olabilir ya da sadece eşey organlarında da olabilir. Tam bilmiyorum. (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Öğrenci 17: Yumurtalıklarda ve testislerde. (Kız, yaş:17, 11.sınıf)

Bu bulgular doğrultusunda testte, cinsiyeti belirleyen kromozomların nerede bulunduğu sorusuna yer verilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu maddenin seçenekleri arasında eşey hücreleri (sperm ve yumurta) ve üreme organları (testis ve yumurtalık) kavramlarına yer verilmiştir.

Gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkilerin araştırılmasının amaçlandığı test maddeleri ise, aşağıda açıklanan öğrenci görüşmelerine ait alıntılar doğrultusunda geliştirilmiştir.

Görüşmeci: Gen ve DNA arasında bir ilişki var mıdır?

Öğrenci 17: Vardır. Genler sonuç olarak DNA'nın bir parçası ya da DNA genin bir parçasıdır. (Kız, yaş:17, 11.sınıf)

Görüşmeci: Kromozomlar nerede bulunur?

Öğrenci 9: DNA'da kromozomlar var, kromozomlarda genler var. (Kız, yaş:17, 10.sınıf)

Görüşmeci: Genler nerede bulunur?

Öğrenci 8: Kromozomlarımızın içinde miydi genler?

Görüşmeci: Genle kromozom arasında ilişki kurabilir misin?

Öğrenci 8: Kromozom da genin içinde miydi? (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Görüşmeci: Kromozomlar nerede bulunur?

Öğrenci 11: Kromozomlar DNA'da bulunur. (Erkek, yaş:17, 10.sınıf)

Görüşmeci: Gen ve DNA arasında nasıl bir ilişki vardır?

Öğrenci 15: DNA, kromozom, gen, bunlar nerede, nasıl [bulunurlar] biraz karışık. (Kız, yaş:16, 9.sınıf)

Bu alıntılara göre, öğrencilerin gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkilere yönelik sahip oldukları bilgilerin yanlış, eksik ya da karışık olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri arasında öğrencilerin, bu kavramları birbirinden bağımsız yapılar olarak değerlendirmeleri yer almaktadır. Marbach-Ad (2001) yaptığı çalışmada öğrencilerin, gen, DNA ve kromozomların farklı özellikleri olduğu sonucuna dayanarak, bu üç farklı kavramın temelde aynı görevleri yerine getirdiklerini anlamakta güçlük çektiklerini ifade etmektedir. Bu bulgulara dayanarak, öğrencilerin, gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkileri ne düzeyde anladıklarını ortaya koymaya yönelik test maddeleri geliştirilirken bu kavramların hepsinin bir arada bulunduğu seçenekler oluşturulmuştur.

Öğrencilerin, genetik bilginin özellikleri hakkında bildiklerini ortaya çıkarma hedefine yönelik sorulan bir başka soruda öğrencilerin yanlış fikirlere sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre öğrenciler, farklı görev, yapı veya şekle sahip hücrelerin farklı genler taşıdığını düşünmektedirler.

Görüşmeci: Senin çok çeşitli hücre var; örneğin, göz hücre, yanak hücre, karaciğer hücre vs. Bu hücrelerdeki genetik bilgi nasıldır sence?

Öğrenci 15: Farklıdır. Farklı fonksiyonlara sahip olduğuna göre doğal olarak farklıdır. (Kız, yaş:16, 9.sınıf)

Görüşmeci: Göz hücre ile karaciğer hücrendeki genetik bilgi sence aynı mıdır farklı mıdır?

Öğrenci 20: Farklıdır. Sonuçta göz görmek içindir, karaciğerin de farklı görevleri vardır. Görevleri farklı olduğu için farklıdır. (Kız, yaş:17, 11.sınıf)

Bu sonuçlar mitoz bölünmenin, kalıtımla ilişkilendirilmeden öğretilmesinden kaynaklanmaktadır. Hackling and Treagust (1984), öğrencilerden bazılarının, mitoz bölünme ile, bireyin büyümesi ve gelişimi sırasında oluşan yeni vücut hücrelerinin zigot ile aynı genlere sahip olmasının sağlandığını bilmediklerini belirtmektedirler. Ayrıca bu konunun yanlış anlaşılmasının diğer bir sebebini de gen regülasyonunun anlaşılması olarak açıklamaktadırlar.

Öğrencilerin, hücre bölünmelerinin kalıtımla ilişkisi hakkında sahip oldukları bilgilerin araştırılmasının amaçlandığı görüşme sorularına verdikleri cevaplar, alıntılara dayanarak değerlendirilmiştir. Genellikle mayoz bölünme ile kalıtım arasında bir ilişki olduğu, ancak mitoz bölünmenin kalıtımla herhangi bir ilişkisi olmadığı düşünülmektedir.

Görüşmeci: Söylediklerine göre mayoz bölünmenin kalıtımda bir görevi var, nedir görevi? Ne yapıyor, ne işe yarıyor?

Öğrenci 14: Yeni gametler oluşturulmasını sağlıyor. Crossing over (...) [ile] çeşitlilik sağlanıyor.

Görüşmeci: Peki mitoz bölünmenin bir etkisi ya da önemi var mı kalıtımda?

Öğrenci 14: Bence yok. (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Görüşmeci: Kalıtımda mitozun herhangi bir etkisi, rolü var mıdır?

Öğrenci 8: Bence mitozun etkisi yoktur. Mitoz çünkü tamamen dokuların yenilenmesi, çoğalması gibi durumlarda görevli olduğu için kalıtımla alakası yoktur. (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Öğrencilerin kalıtım ile hücre bölünmelerinin ilişkisi hakkında bildiklerini ortaya çıkarma hedefiyle sorulan soruya verilen cevaplar arasında dikkati çeken bir başka cevap 5 numaralı öğrenciye aittir. Aşağıdaki alıntıda öğrencinin, hücre bölünmelerinin özellikleri konusunda sahip olduğu bilgilerin yanlış olduğu görülmektedir.

Öğrenci 5: Mayoz bölünme eşey hücrelerinin yarıya inmesini sağlar. Mitoz bölünmede ise iki katına çıkmasını engelliyor. (Erkek, yaş:19, 11.sınıf)

Bazı alıntılarda öğrencilerin, mitoz ve mayoz bölünmenin özelliklerini bilmedikleri gibi, kalıtımla ilişkisini de kuramadıkları görülmektedir. Hücre bölünmelerinin kalıtımla ilişkisine yönelik test maddeleri geliştirilirken, öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmenin hem hangi hücrelerde gerçekleştiği hem de sonuçlarının neler olduğuna ilişkin bilgilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu bilgiler kalıtım konusu ile ilişkilendirilerek sorulmuş böylece öğrencilerin hücre bölünmelerinin kalıtımdaki rolü hakkında neler bildiği araştırılmıştır.

Görüşmelerde sorular tamamlandıktan sonra, öğrencilere bu kavramların ve ilişkili konuların öğrenilmesinde neden güçlük yaşadıkları ya da neden karıştırıldığına dair görüşleri sorulmuştur. Öğrencilerin bu konudaki görüşleri, genetik ile ilgili kavram ve konular hakkında sahip oldukları eksik ve yanlış bilgilerin nedenlerine ilişkin ipuçları vermektedir.

Öğrenci 1: Biz [kavramları] görselleştiremiyoruz, onu net olarak söyleyebilirim. Bu kavramların şekiller üzerinde görsel olarak gösterilmemesi karışıklığa neden oluyor. Yani kromatidin ne olduğunu, kromozomun ne olduğunu, mayozun nasıl gerçekleştiğini bence bize şekil çizilerek, [...] adım adım anlatılsa bence çok daha katkısı olur. Yani görselleştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Bir de ezber kalıyor, sınavda yapıyoruz sonra unutuyoruz. (Erkek, yaş:18, 11.sınıf)

Öğrenci 2: [Bu kavramlar] görsel olarak net bir şekilde anlatılmıyor. Kromozom nedir, kromatid nedir, bunlar bir cümleyle ifade ediliyor ama ifadeler de birbirine çok yakın. Sınavda önemli olan testin cevabını bilmek. Kromozom, kromatid, kromatin, onlar önemli değil. Bir de şöyle tek başınıza ilgilenseniz bile kitaplar da yeterli olmuyor. Çünkü o kaynaklardan yanlış da öğrenilebiliyor, çünkü kaynaklar da çok güvenilir olmuyor her zaman. Yanlış öğrendiğiniz zaman da bu sefer

doğrusuna hiç düzeltilemiyor. Öyle bir konu ki genetik, çok iyi bilen, konuya hakim biri ile en baştan üzerine çıkılarak anlatılması gerekir, tek başına olmuyor. Diğer konular bu kadar karışık değil. Genetik, kavramlar açısından diğer konulara göre biraz daha karışık. Diğer konuları kendiniz gidip kaynaktan çalışsanız da anlaşılabilir ama genetik anlaşılıyor. (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Öğrenci 5: Mesela demin çok güzel sorular sordunuz, 'gen nedir?'. Mesela ben onun tam olarak tanımını anlamadım, belki de hala konuyu anlamadığım içindir. 'Kromozom nedir?', sadece bildiğim kadarıyla, [...] kromozom büyük gen büyük diye bir sıra var, konuyu öğrenmek için onu ezberledim. Kavramlar iyi verilmedi bence, ya da alınmadı. Yani kavramları iyi öğrenemedim, konuya sıfırdan başlayıp öğrenmek lazım, bence sanki her şeyi biliyormuşuz gibi onun üstünden anlatılıyor. Ben de açıkçası çok sık çalışmadım bu konuya. Önce kavramlar verilmeliydi, 'gen nedir', 'kromozom nedir', daha sonra derinlemesine inilmeliydi. (Erkek, yaş:19, 11.sınıf)

Öğrenci 3: Çizimler, şekiller dolayısıyla yaşanan bir karışıklık mevcut. (Erkek, yaş:16, 9.sınıf)

Öğrenci 14: Yabancı isimler çok olduğu için olabilir. Bazı insanların bakış açısı farklı, biyoloji hoşuna gitmiyordur ama bence yabancı isimler çok olduğu için, biraz da ezber olmasından [dolayı]. Ve karışık, yani hepsi birbirine benziyor.

Görüşmeci: Kelimeler mi tanımları mı benziyor?

Öğrenci 14: Kelimeler. Mesela Türkçe'de olduğu gibi değil, yani bir harf eklediğin zaman onun çekilmiş hali geliyor ama biyolojide öyle değil. Bir harf eklediğin zaman bambaşka bir konuya geçebiliyorsun. O yüzden. (Kız, yaş:18, 11.sınıf)

Öğrenci 15: Karıştırılmasının nedeni, anlamlarının benzer olması. (Kız, yaş:16, 9.sınıf)

Genetik konularında yer alan temel kavramlar ile ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalar hakkında bilgi edinilmesi amacıyla gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda öğrencilerin önemli bir bölümünün genetiğin temel kavramları hakkında uygun ve tutarlı olmayan görüşlere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin olgular hakkında bazı bilgilere sahip oldukları ancak, bu olgularla ilgili kavramsal bir bütünlük oluşturamadıkları görülmektedir.

DNA, gen, kromozom, genetik bilgi, kalıtım konularının yer aldığı görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular, ilgili çalışmaların (Lewis et al., 2000b; Wood-Robinson et al., 2000) sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmalar ile benzer olan sonuçlar genel olarak; gen, kromozom ve DNA arasındaki ilişki ile ilgili bir karışıklık, kavramların terminolojisinde karışıklık, kromozomların görevleri ve yapısı hakkında bir belirsizlik ve hücre bölünmelerinin kalıtımla olan ilişkisinin kurulamamasıdır.

Bu araştırmada gerçekleştirilen görüşmeler sırasında elde edilen dikkat çekici bazı bulgular ise şöyledir:

- Öğrencilerin çok büyük bir bölümü eşey kromozomlarının sadece eşey hücrelerinde ya da üreme organlarında bulunduğunu düşünmektedirler.
- Öğrenciler hücrelerin, fonksiyonlarına göre farklı genetik bilgi taşıdıklarını ifade etmektedirler.
- Öğrencilerin bazılarında görülen ortak karışıklık ise gen, DNA ve kromozomun yeri ve ilişkileri hakkındadır. Öğrenciler bu kavramları sıklıkla birbirlerinin yerine kullanmışlardır.
- Öğrencilerin bazıları, kalıtım eşey hücreleri ile gerçekleştiğinden, genetik bilginin sadece eşey hücrelerinde bulunduğunu düşünmektedirler.
- Herhangi bir özelliği belirleyen genin, sadece o özelliğe sahip hücre, doku ya da organda bulunduğu görüşü yaygındır.
- Eşey hücreleri ile somatik hücreler arasındaki ayırımın yapılamadığı görülmektedir.
- Öğrencilerin bazıları gen, kromozom ve DNA'yı birbirlerinden bağımsız birimler olarak düşünmektedirler.

İki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesinde ikinci aşama olan öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi için öğrencilerle görüşmeler yapılmasının ardından bu bölümün üçüncü aşaması gereğince bir test geliştirilerek uygulanmıştır. Bu test, birinci aşamada belirlenen bilgi önermelerine dayanarak ayrıca kaynakların incelenmesi sonucu ortaya çıkan bilgilere ve görüşmelerden elde edilen verilere göre düzenlenerek geliştirilmiştir. Test maddeleri iki aşamalı olup her bir maddenin birinci aşaması çoktan seçmeli, ikinci aşaması açık uçlu soru biçimindedir. Maddelerin ilk aşaması 5 seçenekli çoktan seçmeli test

sorusundan, ikinci aşaması, öğrencinin ilk aşamada seçtiği cevabın nedenini açıklaması istenen açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu testin uygulanması ile - hem birinci aşamaya hem de ikinci aşamaya verilen cevaplardan- elde edilen bilgiler, iki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

İkinci aşaması açık uçlu sorulardan oluşan test 13 maddeden oluşmaktadır (EK 4). Test hazırlanırken ilgili araştırmalar incelenmiş, maddeler bilgi önermelerine dayanarak geliştirilmiş ve seçenekler yapılan görüşmelerde ortaya çıkan öğrenci yanılgıları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Test uygulanmadan önce uzman görüşü alınmış, içerikte ve ifadelerde gerekli görülen düzenlemeler yapılmıştır. İkinci aşaması açık uçlu olan 13 maddelik bu test, 2007 yılı ekim ayında 120 öğrenciye uygulanmıştır. Bu öğrenciler ortaöğretim kurumlarından yeni mezun olmuş sayısal grubu öğrencileridir. Uygulama için sayısal grubu mezun öğrencilerin seçilmesinin nedeni bu öğrencilerin ortaöğretim süresince, biyoloji öğretim programında yer alan genetik kavramlar ile ilgili tüm konuları öğrenmiş olmalarıdır. Uygulama sonucunda elde edilen verilerin ITEMAN programıyla madde analizi yapılmış ve sonuçlar her bir madde için aşağıda tartışılmıştır.

1. Kromozomlar vücutta nerede bulunur?

- a) DNA'nın yapısında b) Genlerin yapısında c) Hücre çekirdeğinde
d) Golgi organelinde e) Hücre zarında

Öğrencilerin %36'sı bu soruyu hücre çekirdeğinde olarak doğru cevaplamışlardır. Kromozomların DNA'nın yapısında bulunduğunu düşünen öğrencilerin oranı %46'dır. Bu öğrenciler cevaplarının nedenini açıklarken, DNA'nın kromozomlardan oluştuğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %16'sı kromozomların genlerin yapısında bulunduğu görüşüne sahiptirler. Bu öğrenciler ise genin çok büyük bir yapı olduğunu, bu yüzden kromozomları kapsadığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin %1'i (d) seçeneğinin doğru olduğunu düşünürken, (e) seçeneğini işaretleyen öğrenci olmamıştır. Bu soruya cevap vermeyen öğrencilerin oranı %1'dir. İki aşamalı testin seçenekleri hazırlanırken, bu maddenin seçenekleri arasından (d) ve (e) seçenekleri çıkarılmıştır. Soruda yer alan "vücutta" ifadesi "hücrede" ifadesi ile değiştirilmiştir. (a) seçeneği "DNA'da" olarak, (b) seçeneği "Genlerde" olarak ve (c) seçeneği de "Çekirdekte" olarak düzenlenmiştir. Madde ayırıcılık gücü 0,51, madde güçlüğü ise 0,48 olarak bulunmuştur.

2. I- Genler bütün hücrelerimizde bulunur.
II- Genler kromozomlar üzerinde yer alır.
III- Genler bütün kalıtsal özellikleri belirler.
IV- Genler DNA parçalarıdır.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- a) I-II-III b) II-III-IV c) I-II-III-IV d) Yalnız I e) Yalnız III

2. madde, öğrencilerin, gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiler hakkında sahip oldukları bilgileri ölçmeyi amaçlayan sorulardan biridir. Öğrencilerin %61'i bu soruyu (c) seçeneği olarak doğru cevaplamışlardır. Öğrencilerin %19'u (a) seçeneğini işaretlemişler ve buna göre genlerin DNA parçaları olmadığını düşünmektedirler. Bu düşüncenin sebebi -ilk maddede karşılaşılan sonuçlardan biri olan- genlerin çok büyük bir yapı olduğu görüşüdür. (b) seçeneğini işaretleyen öğrencilerin oranı %10'dur. Bu öğrenciler genlerin bütün hücrelerde bulunmadığını düşünmektedirler. (d) seçeneğini işaretleyen öğrenciler %1 iken (e) seçeneğini işaretleyen öğrenci olmamıştır. Bu soruya cevap vermeyenlerin oranı ise %9'dur. Bu maddenin seçenekleri arasından (d) ve (e) çıkarıldığında, maddede ve seçeneklerde bir düzenlemeye gidilmesi gerekmiştir. Buna göre madde kökünde yer alan III. ifade çıkarılmış ve I. ifade bir başka bilgiyi de ölçmek amacıyla "Bütün somatik hücrelerde aynı genler bulunur." olarak düzenlenmiştir. Seçenekler ise (a) Yalnız III, (b) I ve II, (c) I-II-III olarak değiştirilmiştir. Madde ayırıcılık gücü 0,56, madde güçlüğü ise 0,49 olarak bulunmuştur.

3. Kromozom formülü $2n = 30 + XY$ olan bir canlının kromozom sayısı kaçtır?

- a) 60 b) 64 c) 16 d) 30 e) 32

Bu soruya 32 olarak doğru cevap veren öğrencilerin oranı %87'dir. Öğrencilerin %3'ü (b) seçeneğini, %6'sı da (c) seçeneğini işaretlemişlerdir. 16 cevabını veren öğrenciler, kromozom sayısının haploid sayıda (n tane) olduğunu düşündüklerinden formülde elde ettikleri 32 sayısını ikiye bölmüşlerdir. 64 cevabını veren öğrenciler ise, canlının kromozom sayısının diploid sayıda ($2n$ tane) olduğunu bilmektedirler ancak bu formülün zaten diploid bir canlıya ait olduğunu düşünmemişlerdir. Öğrencilerin %1'i (d) seçeneğini işaretlemiş ancak bunun için herhangi bir açıklama yapmamışlardır. (a) seçeneğini işaretleyen öğrenci

olmamıştır. Bu maddeye cevap vermeyenlerin oranı ise %3'tür. Bu maddenin seçenekleri arasından (a) ve (d) çıkarılmıştır. Maddenin ayırıcılık gücü 0,42 ve madde güçlüğü 0,34 olarak bulunmuştur.

4. Göz rengini belirleyen gen nerede bulunur?

- a) Göz b) Beyin c) Kornea d) Sperm e) Bütün hücreler

Genlerin nerede bulunduğu bilgisini ölçmeyi amaçlayan bu maddeye doğru cevap veren öğrencilerin oranı %57'dir. Bu öğrenciler, herhangi bir özelliği belirleyen genin, bütün hücrelerde bulunduğu bilgisine sahiptirler. Öğrencilerin %10'u bu maddeyi (d) olarak cevaplamışlardır. Bu öğrenciler, genlerin eşey hücrelerinde bulunduğunu düşünmektedirler. Bu maddeyi (c) olarak cevaplayanlar %27 iken (a) olarak cevaplayanlar %1'dir. Bu öğrenciler ise genlerin, belirlediği özelliğe ait doku ya da organda bulunduğu görüşüne sahiptirler. Öğrencilerin %1'i bu maddeyi (b) olarak cevaplarırken, hiçbir seçeneği işaretlemeyen öğrenciler %3'tür. Bu maddenin seçenekleri arasından (a) ve (b) çıkarılmıştır. Maddenin ayırıcılık gücü 0,62 ve madde güçlüğü 0,50 olarak bulunmuştur.

5. Aşağıdakilerden hangisi diğerlerini kapsar?

- a) Nükleotid b) Gen c) Kromozom d) DNA e) Kromatid

Öğrencilerin, gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişki hakkında sahip oldukları bilgileri ölçmeyi amaçlayan bir başka soru olan 5. maddeye doğru cevap veren öğrencilerin oranı %43'tür. Soruyu DNA olarak cevaplayan öğrencilerin oranı %30'dur. Bu öğrenciler, birinci maddedeki açıklamalarda da karşılaşılan DNA'nın kromozomlardan yapıldığı görüşüne sahiptirler. Gen seçeneğini işaretleyen öğrenciler %14 olup, daha önceki açıklamalara benzer olarak genin çok büyük bir yapı olduğunu belirtmişlerdir. (a) seçeneğini işaretleyen öğrenciler %4, (e) seçeneğini işaretleyen öğrenciler %6'dır. Cevap vermeyen öğrenci yüzdesi ise 3'tür. Buna göre maddeden çıkarılan seçenekler (a) ve (e) seçenekleridir. Madde kökünde ise bir düzenleme yapılmış ve soru "Aşağıdakilerden hangisi diğer ikisinin yapısında vardır?" olarak değiştirilmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,52 ve madde güçlüğü 0,49 olarak bulunmuştur.

6. Kromozomlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Eşey kromozomları sadece eşey hücrelerinde bulunur.
- b) Bir kromozomda birçok gen bulunur.
- c) Kromozomun yapısında DNA vardır.
- d) Vücut hücreleri eşey hücrelerinin iki katı kromozom sayısı içerir.
- e) Kalıtsal özellikler anne babadan kromozomlar ile yavru döle geçer.

Seçenekler arasında (a)'yı işaretleyerek doğru cevap veren öğrencilerin oranı %37'dir. Öğrencilerin %10'u (b) seçeneğini, %24'ü (c) seçeneğini ve %11'i (d) seçeneğini işaretlemişlerdir. (e) seçeneğini işaretleyenler %7, cevap vermeyenler ise %10'dur. Seçenekler arasında (d) ve (e) seçenekleri çıkarılmıştır. Maddenin sonunda yer alan "... yanlıştır?" ifadesi, öğrencilerin dikkatini çekmek üzere altı çizilerek düzenlenmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,33 ve madde güçlüğü 0,48 olarak bulunmuştur.

7. Bir yumurta hücresinde 16 kromozom olan bir canlının sinir hücresinde kaç kromozom vardır?

- a) 8 b) 16 c) 32 d) 64 e) Bilinemez

Hücre bölünmelerinin kalıtım ile ilişkisi konusunda öğrencilerin sahip oldukları bilgileri ölçmeyi amaçlayan bu soruya doğru cevap (c) veren öğrencilerin oranı %71'dir. Öğrencilerin %17'si (b), %3'i (a) ve %1'i (d) seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu öğrenciler, eşey hücresi ve somatik hücre arasındaki farkları bilmemekte ya da karıştırmaktadırlar. Bu maddeyi bilinemez olarak cevaplayanlar %1, cevap vermeyenler %6'dır. Bu maddenin seçenekleri arasında (d) ve (e) çıkarılmıştır. Sorunun başlangıcında yer alan "Bir ..." ifadesine gerek görülmediğinden maddeden silinmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,45 ve madde güçlüğü 0,45 olarak bulunmuştur.

8. I. Eşey hücreleri III. Beyin hücreleri
II. Vücut hücreleri IV. Bütün hücreler

Kalıtsal özelliklerimizi belirleyen genler yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde bulunur?

- a) Yalnız I b) I-II-III c) I-II-III-IV d) Yalnız III e) Yalnız IV

Bu maddeye doğru cevap verenler öğrenciler %30+%6'dır. Çünkü seçenekler arasında hem (c) hem de (e) seçeneği doğru olmaktadır. Bu durum bir çelişki yarattığından ayrıca, bu maddenin madde ayırıcılık gücü 0,23 olarak bulunduğundan madde testten çıkarılmıştır. Ancak öğrencilerin %57'sinin bu soruyu eşey hücreleri olarak cevaplamış olması da dikkat çekici bulunmuş ve bu bilgidен, daha sonra iki aşamalı test geliştirilirken faydalanılmıştır.

9. Bir çiftin bebeğinin erkek mi yoksa kız mı olacağını belirleyen nedir?

- a) Spermdeki DNA
- b) Yumurtadaki DNA
- c) Spermdeki RNA
- d) Yumurtadaki RNA
- e) Hem spermdeki hem de yumurtadaki DNA

Bu maddenin madde ayırıcılık gücü 0,24 olarak bulunduğundan madde testten çıkarılmıştır.

10. Cinsiyeti belirleyen genler nerede bulunur?

- a) Sperm
- b) Beyin
- c) Yumurta
- d) Testis
- e) Bütün hücreler

Öğrencilerin %40'ı bu maddede (e) seçeneğini işaretleyerek doğru cevabı vermişlerdir. Sperm cevabını veren öğrencilerin oranı %44'tür. Bu öğrencilerin bazıları genlerin eşey hücrelerinde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bir kısım öğrenci ise soruyu yanlış değerlendirmiş ve bireyin cinsiyetini babasından gelen kromozomlar belirlediği bilgisine dayanarak sperm cevabını işaretlemişlerdir. Öğrencilerin %6'sı (c) ve %6'sı da (d) seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu öğrenciler cinsiyeti belirleyen genlerin üreme organlarında bulunduğunu düşünmektedirler. Bu maddeye beyin olarak cevap veren öğrencilerin yüzdesi 3'tür. Bu öğrencilerin açıklaması, beynin her şeyi kontrol ettiği şeklinde olmuştur. Maddeye cevap vermeyen öğrenci yüzdesi 1'dir. Bu maddenin seçenekleri arasından (b) seçeneği çıkarılmış, (a) ve (c) seçenekleri birleştirilmiş, (d) seçeneğinde de düzenlemeye gidilerek "Yumurtalık ve testislerde" olarak değiştirilmiştir. Ayrıca madde kökünde yer alan "genler" ifadesi "kromozomlar" ifadesi ile değiştirilerek soru "Bireyin cinsiyetini belirleyen kromozomları nerede bulunur?" olarak düzenlenmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,44 ve madde güçlüğü 0,49 olarak bulunmuştur.

11. Aynı canlıya ait aşağıdaki hücre çiftlerinden hangisinde genetik bilgi aynıdır?

- a) Sperm - Beyin b) Göz - Deri c) Sperm - Yumurta
d) Yumurta - Deri e) Göz - Yumurta

Bu maddeye öğrencilerin %77'si doğru cevap (b) vermiştir. Öğrencilerin %4'ü (a), %7'si (c), %1'i (d) ve %3'ü (e) cevabını vermişlerdir. Bu öğrencilerde, eşey hücresi ve somatik hücre arasındaki farklar hakkında karışıklıklar ve bilgi eksiklikleri olduğu görülmüştür. Bu maddenin seçenekleri arasından (d) ve (e) seçenekleri çıkarılmıştır. Öğrencilerden birinin açıklama bölümünde "aynı canlıda sperm ve yumurta bir arada olmaz" ifadesi üzerine, (c) seçeneği "sperm-sperm" olarak değiştirilmiş ve "canlı" ifadesi yerine "birey" ifadesi kullanılmıştır. Maddenin ayırıcılık gücü 0,63 ve madde güçlüğü 0,42 olarak bulunmuştur.

12. Bir bireyin bütün vücut hücrelerinin kromozom sayısının aynı olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Mayoz bölünme b) Mutasyon c) Varyasyon d) Mitoz bölünme e) Modifikasyon

Öğrencilerin, hücre bölünmelerinin kalıtım ile ilişkisi hakkında sahip oldukları bilgilerin araştırılmasının amaçlandığı bu maddeye doğru cevap veren (d) öğrencilerin oranı %69'dur. Cevabın mayoz bölünme olduğunu düşünen öğrencilerin oranı ise %26'dır. Bu öğrenciler mayoz bölünmenin özelliklerini mitoz bölünme ile karıştırmaktadırlar. (b) ve (c) seçeneklerini işaretleyen öğrencilerin oranları ise %1'dir. (e) seçeneğini işaretleyen öğrenci bulunmazken, maddeye cevap vermeyen öğrenci oranı %3'tür. Seçenekler arasından (c) ve (e) seçenekleri çıkarılmıştır. Soruda yer alan "vücut hücreleri" ifadesi "somatik hücreler" olarak değiştirilmiştir. Seçeneklerin her birinin sonuna "... ile oluşmaları" ifadesi eklenmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,32 ve madde güçlüğü 0,47 olarak bulunmuştur.

13. Aşağıdakilerden hangisi insana ait 22+X kromozom içeren bir hücre olabilir?

- a) Erkek somatik hücre b) Zigot c) Dişi somatik hücre d) Bir sperm hücresi e) Hiçbiri

Bu maddeye verilen doğru cevap (d) oranı %60'tır. Öğrencilerin %27'si maddeyi (c) olarak cevaplamıştır. Bu öğrenciler 22 sayısının somatik hücreyi ifade ettiğini, X simgesinin de dişiye ifade ettiğini düşünmüşlerdir. Öğrencilerin %7'si seçenekler arasından (e)'yi işaretlemişlerdir. Zigot cevabını veren öğrenci oranı %1 iken,

erkek somatik hücre cevabını seçen olmamıştır. Öğrencilerin %4'ü herhangi bir seçenek işaretlememiştir. Seçenekler arasında (a) ve (e) seçenekleri çıkarılmıştır. (c) seçeneği “bir dişiye ait somatik hücre” olarak değiştirilmiş ve (d) seçeneği de sadece “sperm” olarak düzenlenmiştir. Maddenin ayırıcılık gücü 0,42 ve madde güçlüğü 0,49 olarak bulunmuştur.

İki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesinde ikinci bölüm olan, öğrencilerin yanlış anlamaları hakkında bilgi edinilmesi için ilgili kaynaklar incelenmiş, 21 öğrenci ile görüşmeler yapılmış, 120 öğrenciye de ikinci aşaması açık uçlu olarak geliştirilen bir test uygulanmıştır. Böylece öğrencilerin, genetiğin temel kavramları ile ilgili yanlış anlamalarına ilişkin bilgiler, görüşmeler ve açık uçlu sorular içeren bir test ile elde edilerek, iki aşamalı test geliştirmenin son bölümüne geçilmiştir.

C. İki aşamalı testin geliştirilmesi

Testin geliştirilmesinde son bölüm olan üçüncü bölümde, öğrencilerin genetik kavramları anlamalarını belirlemeye yönelik çoktan seçmeli iki aşamalı test maddeleri geliştirilmiştir. Testteki her bir madde iki sorudan oluşmaktadır: Birinci soru, öğrencilerin genetik kavramlar ile ilgili bilgilerini ölçmek üzere düzenlenmiştir. İkinci soruda ise öğrencilerin birinci soru için seçtiği cevaba ilişkin gerekçesi araştırılmaktadır. Öğrencinin bir maddeye doğru cevap vermiş olarak kabul edilebilmesi için, her iki aşamaya da doğru cevap vermiş olması gerekmektedir. Geliştirilen testte yer alan maddelerin ilk aşaması 3 seçenekli bir bilgi sorusundan oluşurken, ikinci aşaması, birinci aşamada verilen cevap için 5 muhtemel nedenden oluşan seçenekler içerir. Bu nedenler, bir önceki bölümde ikinci aşaması açık uçlu olarak geliştirilen testin uygulanması sonucunda öğrenci açıklamalarından, görüşmelerde ortaya çıkan öğrenci ifadelerinden ve ilgili kaynakların incelenmesinden elde edilmiştir. Buna göre testin ikinci aşaması da çoktan seçmeli olarak düzenlenmiştir. İkinci aşamanın seçenekleri oluşturulurken, öğrencilerin görüşmelere ve açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar arasında en sık olanları tercih edilmiştir.

Önceki bölümde uygulanan açık uçlu sorular içeren iki aşamalı testten elde edilen verilerin, ITEMAN programı ile madde analizi yapılmış ve ilk aşamadaki 5 seçenek arasından iyi çalışan 3 seçenek seçilmiş, diğer 2 seçenek çıkarılmıştır. İlk

aşamadaki seçenek sayısının 5'den 3'e indirilmesinin iki nedeni vardır. İlk neden öğrenciler tarafından seçilmeyen seçeneklerin elenmesidir. Diğer neden ise ikinci aşamadaki seçeneklerin, birinci aşamadaki seçenekler için alternatif oluşturmaları gerekliliğidir. Eğer birinci aşamadaki seçenek sayısı 5 olarak kalsaydı, ikinci aşamadaki seçenek sayısının çok daha fazla olması gerekirdi ki bu durum testin kullanılabilirliğini olumsuz etkilerdi. Madde analizi ve öğrenci cevaplarının değerlendirilmesi sonucunda açık uçlu soruların bulunduğu testten 2 madde çıkarılmış, bir maddede düzenlemeye gidilmiş ve 3 yeni madde eklenmiştir. Böylece 14 maddeden oluşan iki aşamalı genetik kavram testi oluşturulmuştur (EK 5). Test, 3 biyoloji eğitimi uzmanı, 1 biyoloji alanı uzmanı ve 2 biyoloji öğretmeni tarafından incelenmiş ve uzmanların görüşleri doğrultusunda hem içerikte hem ifadelerde bazı düzenleme ve değişiklikler yapılmıştır. İfadelerle ilgili düzenlemeler, bilimsel bir dilin kullanılması, tek bir kavram için aynı terminolojinin kullanılması yönünde olmuştur. Testte yer alan diğer maddelere ipucu verecek seçenekler değiştirilmiş ya da çıkarılmıştır. Bazı seçeneklerde cümle yapısı düzeltilmiş, böylece daha doğru ve iyi anlaşılır olması sağlanmıştır.

Geliştirilen test, pilot çalışma için 14-25 Ocak 2008 tarihleri arasında 231 ortaöğretim öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin tamamı biyoloji öğretim programında yer alan ve genetik kavramları içeren Canlıların Temel Bileşenleri, Canlıların Temel Birimi – Hücre, Genetik Bilgi Taşıyan Moleküller ve Kalıtım konularını öğrenmişlerdir. Uygulama grubunda yer alan öğrencilerin yaşları 16-19 arasında değişmektedir. Uygulama grubu, 118 (%51,1) kız öğrenciden, 113 (%48,9) erkek öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrenciler aynı biyoloji öğretim programının uygulandığı farklı okul türlerinde öğrenim görmektedirler. Pilot uygulamanın ardından testin düzenlenmesi çalışmalarına geçerlik, güvenirlik ve madde analizleri yapılarak devam edilmiştir.

3.4.1.2. İki aşamalı genetik kavram testinin geçerliği

İki aşamalı genetik kavram testinin, ölçülmek istenen özellikleri ölçme derecesi -geçerliği- çeşitli yöntemlerle araştırılmıştır. Geliştirilen testin kapsam geçerliğini belirlemede kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmaktadır. Kapsam geçerliğini saptamak, bir testin ölçmek istediği özelliği gerçekten ölçtüğünü gösteren kanıtlar gerektirmektedir (Murphy and Davidshofer, 2001).

Kapsam geçerliğinin sağlanması için ilk olarak test maddelerinin, ölçülmek istenen kapsamı ölçüp ölçmediği sorusuna cevap aranmıştır. Bunun için Murphy and Davidshofer (2001)'in ifade ettikleri gibi öncelikle ölçülmek istenen kapsam belirlenmelidir. Testin geliştirilmesi aşamasında ölçülmek istenen özelliklerin kapsamı, bilgi önermeleri ve kavram haritasıyla belirlenmiş, içeriğin sınırları çizilmiştir. Daha sonra testte yer alan her bir maddenin, tanımlanan kapsamı ölçmede yeterli ve uygun olup olmadığını belirleyebilmek için belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tablosu testi oluşturan maddelerin her birinin, hangi bilgi önermelerini ve hangi konuları içerdiğini göstermektedir (EK 6). Belirtke tablosu, testin ölçülmek istenen kapsamla ilgili, belirlenen bilgi önermeleri ile kavram ve konuları adilce içermesinden emin olmak için düzenlenmektedir (Treagust, 1988).

Kapsam geçerliğinin incelenmesinde kullanılan en tipik yöntem uzman görüşüne başvurulmasıdır (Crocker and Algina, 1986; Fraenkel and Wallen, 2006). Geliştirilen testte yer alan maddelerin, ölçülmek istenen kapsamı ölçmede uygun ve yeterli olup olmadıkları ayrıca uygulama grubunun düzeyine uygun olup olmadıkları hakkında değerlendirmeleri alınmak üzere 2 fen eğitimi uzmanın görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca testteki yazı karakterinin büyüklüğü, kullanılan dilin uygunluğu, yönergelerin açıklığı gibi testin biçimiyle ilgili görüşleri de kapsam geçerliği ile ilgili olduğundan uzmanlardan bu konularda da görüşleri istenmiştir. Uzmanların değerlendirmeleri, test maddelerinin, ölçülmek istenen kapsamı uygun şekilde yansıttığı, uygulama grubunun düzeyine göre olduğu ve testin biçiminin uygun olduğu, buna göre testin kapsam geçerliğinin sağlandığı yönünde olmuştur.

3.4.1.3. İki aşamalı genetik kavram testinin güvenilirliği

İki aşamalı genetik kavram testinin, ölçülmek istenen özellikleri ne derece doğru ölçtüğü -güvenirliği- tek uygulamaya dayalı olan iç tutarlılık yöntemi ile araştırılmıştır. Geliştirilen testin güvenilirlik katsayısını hesaplamada Kuder-Richardson 20 formülü kullanılmıştır. KR-20 formülü, bir test maddesine verilen cevaplar 1 (doğru) ve 0 (yanlış) ile puanlandığında kullanılmaktadır (Büyüköztürk vd., 2008). İki aşamalı genetik kavram testinde yer alan maddelerin doğru cevaplanmış olarak kabul edilebilmesi ve 1 ile puanlanması için, her iki aşamaya da doğru cevap verilmiş olması gerekmektedir. Aşamalardan herhangi birine veya

her ikisine yanlış cevap verilmesi durumunda maddeye verilen cevap yanlış olarak değerlendirilmekte ve 0 olarak puanlanmaktadır.

Testin güvenilirliği Kuder-Richardson 20 formülü ile hesaplanmış ve 0,86 olarak bulunmuştur. Araştırmanın amaçları için, güvenilirliğin en az 0,70 ve tercihen daha yüksek olmasının faydalı olduğu belirtilmektedir (Fraenkel and Wallen, 2006).

3.4.1.4. İki aşamalı genetik kavram testinin madde analizi

Test geliştirmede, maddelerin son hali, madde analizi olarak bilinen bir süreçle belirlenmektedir. Madde analizi, madde istatistiklerinin hesaplanması ve incelenmesi olarak tanımlanmaktadır (Crocker and Algina, 1986; Baykul, 2000). Madde analizi ile maddelerin güçlüğü, maddelerin ayıricılığı ve çeldiricilerin işlerliğine yönelik bulgular elde edilmektedir (Özçelik, 1998; Murphy and Davidshofer, 2001). Madde güçlüğü, maddeyi doğru olarak cevaplayanların oranı olarak tanımlanmaktadır (Crocker and Algina, 1986). Madde güçlük indeksi 0,50 veya bu civarda olan maddelerin, ölçtüğü nitelik yönünden cevaplayıcılar arasındaki farkları en iyi ortaya koyan maddeler olduğu belirtilmektedir (Baykul, 2000). Bununla birlikte testlerde görece kolay ve zor olan maddelere de yer verilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2008). Madde ayıricılığı, maddenin ölçülen özellikle ilgili olarak bireyleri ne derece ayırt ettiğini gösterir (Büyüköztürk vd., 2008). Crocker and Algina (1986), madde ayıricılık indeksinin, 0,40'ın üzerinde olması durumunda maddenin memnuniyet verici bir şekilde çalıştığını, 0,30 ile 0,39 arasında olması durumunda herhangi bir düzenlemeye gerek olmadığını, 0,20 ile 0,29 arasında olması halinde maddenin değiştirilmeye ihtiyacı olduğunu ve 0,19'un altında ise maddenin testten çıkarılması ya da tamamen değiştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

İki aşamalı genetik kavram testinin pilot uygulamasından elde edilen verilerin madde analizi için Microsoft Office Excel programı ile madde ve test analizi programı ITEMAN for Windows 3,50 kullanılmıştır. İki aşamalı testin 231 öğrenciye uygulanmasıyla elde edilen verilerin madde analizi sonucunda her bir maddenin güçlük ve ayırt edicilik değerleri hesaplanmış ve Çizelge 3.2.'de sunulmuştur.

Çizelge 3. 2. İki aşamalı genetik kavram testinde yer alan maddelerin güçlük ve ayırt edicilik değerleri.

| Madde no | Güçlük indeksi | Ayırıcılık indeksi |
|----------|----------------|--------------------|
| 1 | 0,49 | 0,62 |
| 2 | 0,25 | 0,48 |
| 3 | 0,30 | 0,34 |
| 4 | 0,33 | 0,62 |
| 5 | 0,36 | 0,70 |
| 6 | 0,45 | 0,74 |
| 7 | 0,64 | 0,67 |
| 8 | 0,49 | 0,65 |
| 9 | 0,32 | 0,69 |
| 10 | 0,58 | 0,60 |
| 11 | 0,42 | 0,65 |
| 12 | 0,67 | 0,44 |
| 13 | 0,43 | 0,55 |
| 14 | 0,28 | 0,58 |
| Ortalama | 0,43 | 0,60 |

Çizelge 3.2.'de görüldüğü üzere maddelerin ayırıcılık güçleri, 0,34 ile 0,74 arasında bulunmuştur. Bu değerler, maddelerin, memnuniyet verici şekilde çalıştığını ve kavramları anlayan öğrenciler ile yanlış anlayan öğrencileri ayırabileceğini göstermektedir. Maddelerin, testte başarılı olanlar ile zayıf olanları iyi bir şekilde ayırdığının bir başka göstergesi de madde-toplam korelasyonların pozitif değerler almış olmalarıdır. Madde güçlük indeksleri ise 0,25 ile 0,67 arasında değişmekte olup, istenen aralıkta dağılım göstermektedir. Testin ortalaması 6,02, testin ortalama güçlüğü ise 0,43 olarak hesaplanmıştır.

Madde ve test analizi programı ITEMAN for Windows 3,50 ile çeldiricilerin işlerliği analiz edilmiştir. Analizde maddelerin her bir seçeneğine verilen cevaplar ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Böylece seçeneklerin istenildiği gibi çalışıp çalışmadığı belirlenmektedir. Analiz sonucunda testten yüksek puan alan öğrencilerin, maddelere ait doğru seçenekleri cevaplarırken, testin genelinden düşük başarı elde edenlerin ise doğru seçenek dışındaki çeldiricilere yöneldikleri görülmüştür. Analiz sonuçları her bir çeldiricinin iyi işlediğini, seçeneklerde düzeltmeye gerek olmadığını göstermiştir.

Geliştirilen iki aşamalı genetik kavram testinin genel özellikleri Çizelge 3.3.'de sunulmaktadır.

Çizelge 3. 3. İki aşamalı genetik kavram testinin özellikleri.

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Testte ölçülen kavram ve konular | Gen kavramı DNA kavramı Kromozom kavramı Gen-DNA-Kromozom arasındaki ilişki Hücre bölünmeleri ile kalıtım arasındaki ilişki | |
| Madde sayısı | 14 | |
| Test türü | İki aşamalı çoktan seçmeli test | |
| Tavsiye edilen uygulama düzeyi | Ortaöğretim programını tamamlamış sayısal grubu öğrenciler | |
| Testi tamamlama süresi | 25-35 dakika | |
| Madde ayıricılık değerleri | Ortalama 0,60 | Aralık 0,30 – 0,39 (1 madde) 0,40 – 0,49 (2 madde) 0,50 – 0,59 (2 madde) 0,60 – 0,69 (7 madde) 0,70 – 0,79 (2 madde) |
| Madde güçlük değerleri | Ortalama 0,43 | 0,20 – 0,29 (2 madde) 0,30 – 0,39 (4 madde) 0,40 – 0,49 (5 madde) 0,50 – 0,59 (1 madde) 0,60 – 0,69 (2 madde) |
| Geçerlik | Bilgi önermeleri, kavram haritası, belirtke tablosu, uzman görüşü | |
| Güvenirlilik | 0,86 | |

3.4.2. Mantıksal düşünme yeteneği testi

Mantıksal düşünme yeteneğinin ölçülmesine yönelik ilk araştırmalar görüşmelere dayanmaktadır. Bu araştırmalarda, mantıksal düşünme yeteneğinin kavramsal başarı elde etmede önemli bir rolü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, mantıksal düşünme yeteneğinin geçerli ve güvenilir şekilde ölçülmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Görüşme yapmada izlenen aşamalar fazla zaman gerektirdiğinden ve görüşmeci için uzmanlık gerektirdiğinden, görüşmeler geniş gruplara uygulanmak için kullanışlı bulunmamaktadır (Tobin and Capie, 1981). Bu sebeplerle Tobin and Capie (1981), mantıksal düşünme yeteneğini ölçmek için objektif bir puanlamanın yanında uygulama kolaylığı sağlayan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmişlerdir.

Test, değişkenleri kontrol etme, orantısal düşünme, olasılıklı düşünme, ilişkisel düşünme ve birleşik düşünme olmak üzere beş mantıksal işlemi ölçen 10 adet iki aşamalı maddeden oluşmaktadır. Testte yer alan maddeler, ilk aşamasında bir dizi seçenek arasından bir cevabın seçilmesini ve ikinci aşamasında cevabın açıklamasının yazılmasını ya da verilen seçenekler arasından seçilmesini gerektirmektedir. Maddelere doğru cevap verilmiş olarak kabul edilebilmesi için her iki aşamaya birden doğru cevap verilmiş olması gerekmektedir. Bu durum şans başarısını en aza indirirken, güvenilirliği yükseltmektedir (Valanides, 1996). Mantıksal düşünme yeteneği testi için güvenilirlik 0,85 olarak rapor edilmiştir (Tobin and Capie, 1981). Bu çalışmada testin güvenilirliği 0,81 olarak bulunmuştur. Testten alınabilecek puan aralığı 0-10'dur.

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlar ayrıca öğrencileri, mantıksal düşünme yeteneklerine göre sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Testten alınan puanlara göre düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrenciler belirlenmektedir. Testten 0-3 aralığında alınan puan öğrencinin düşük, 4-6 aralığında alınan puan orta ve 7-10 aralığında alınan puan öğrencinin yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olduğu şeklinde değerlendirilmektedir (Oliva, 2003). Mantıksal düşünme yeteneği testinin Türkçeye çevirisi ve uyarlanması Geban vd. (1992) tarafından yapılmıştır (EK 7).

3.4.3. Öğrenme yaklaşımı ölçeği

Öğrenme yaklaşımı ölçeği, öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını ölçerek -anlamlı ya da ezbere olmak üzere- sınıflandırmak için geliştirilmiş 4'lü derecelmeli Likert tipi bir ölçektir (Williams and Cavallo, 1995; Cavallo, 1996; BouJaoude et al., 2004). Cavallo and Schafer (1994) tarafından adapte edilen bu veri toplama aracının Türkçeye çevirisi ve uyarlanması Yenilmez (2006) tarafından yapılmıştır (EK 8). Öğrenme yaklaşımı ölçeğinden alınabilecek puan aralığı 22-88'dir. Ölçekten alınan yüksek puan öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerini, düşük puan ezbere öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerini ifade etmektedir. Öğrenme yaklaşımı ölçeği iki alt ölçekten oluşmaktadır. Bunlar, anlamlı öğrenme puanını ölçen "Anlamlı Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği" ve ezbere öğrenme puanını ölçen "Ezber Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği" şeklindedir. Ölçekteki tüm sorular, fen sınıflarındaki öğrencilerin çalışma tutumları ve öğrenme süreçleri ile ilgilidir (Yenilmez, 2006). Ölçek, her bir maddenin "kesinlikle katılmıyorum", "katılmıyorum", "katılıyorum" ve "kesinlikle katılıyorum" derecelerine sahip 22 maddeden oluşan 4'lü derecelmeli Likert tipi bir ölçektir. Hem anlamlı hem ezbere öğrenme yaklaşımı ölçeğinden alınabilecek puan 11-44 aralığındadır. Anlamlı öğrenme yaklaşımı ölçeği için güvenirlik 0,81; ezbere öğrenme yaklaşımı ölçeği için 0,76 olarak rapor edilmiştir (Cavallo et al., 2004). Bu çalışmada güvenirlik, anlamlı öğrenme yaklaşımı ölçeği için 0,78; ezbere öğrenme yaklaşımı ölçeği için 0,70 olarak bulunmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin istatistik analizlerinin yapılabilmesi için öncelikle veriler düzenlenmelidir. İstatistiksel çalışmalarda pek çok analizi uygulayabilmek için verilerin dağılımının normal ya da normale yakın olması gerekmektedir (Kalaycı, 2006). Veriler düzenlendikten ve dağılımının normale yakın olduğu belirlendikten sonra verilerin istatistik analizlerinin yapılması için SPSS 15.0 for Windows paket programı kullanılmıştır.

Verilerin %5'inden daha azının eksik olması ciddi bir problem yaratmazken, eksik verilerle ilgili işlemlerin herhangi biri ile benzer sonuçlar elde edilebilmektedir (Tabachnick and Fidell, 2007). Araştırmadaki eksik verilerin %5'den az olması ve

bu eksik verilerin örnekleme rastgele dağılmış olması sebebiyle eksik verilerin gözlemlendiği durumların veri grubundan çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu durum gözlem sayısında önemli bir azalmaya sebep olmadığı gibi örneklem büyüklüğünü olumsuz olarak etkilememektedir.

Örneklemin genel özelliklerinin belirlenmesinde betimsel istatistikten faydalanılmış ortalama, medyan, mod, standart sapma, varyans, basıklık ve çarpıklık ölçüleri ayrıca frekans ve yüzde değerleri hesaplanarak ilgili araştırma problemi kapsamında incelenmiştir.

Araştırmanın değişkenlerine ait çıkarımsal istatistikler için t testi, varyans analizi korelasyon analizi ve regresyon analizi yapılmıştır. Ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için bağımlı gruplarda t-testi ve tek yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın değişkenleri arasındaki ilişkileri test etmek, bu ilişkilerin yönünü ve derecesini belirlemek için Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkenlerinin, bağımlı değişkende gözlenen değişmelerin ne kadarını açıkladıklarını belirlemek için çoklu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Ayrıca her bir analiz için etki büyüklüğü hesaplanarak rapor edilmiştir.

Tüm ölçümler için anlamlılık düzeyi, eğitim araştırmaları için kabul gören 0,05 olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma problemlerinin çözümlenmesi için yapılan istatistiksel analizler ile elde edilen bulgular her bir araştırma problemi kapsamında ele alınarak sunulmaktadır.

Araştırmanın değişkenlerine ait betimsel istatistikler, aşağıda sunulan üç araştırma problemi kapsamında incelenmektedir.

1. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri nedir?

2. Araştırma Problemi: Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri nedir?

3. Araştırma Problemi: Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları nedir?

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımlarının araştırılması için kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilere ait betimsel istatistikler, öğrencilerin cinsiyet ve okul türlerine göre sırasıyla Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.'de sunulmaktadır.

Araştırmanın Değişkenleri :

Bağımlı değişken : GKAD: Genetik Kavramları Anlama Düzeyi

Bağımsız değişkenler : MDY: Mantıksal Düşünme Yeteneği

ÖY: Öğrenme Yaklaşımı

AÖY: Anlamlı Öğrenme Yaklaşımı

EÖY: Ezbere Öğrenme Yaklaşımı

Veri Toplama Araçları : İAGKT: İki Aşamalı Genetik Kavram Testi

MDYT: Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi

ÖYÖ: Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği

A-ÖYÖ: Anlamlı Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği

E-ÖYÖ: Ezbere Öğrenme Yaklaşımı Ölçeği

Çizelge 4.1. Cinsiyete göre araştırmanın değişkenlerine ait betimsel değerler.

| Değişken | Veri toplama aracı | Cinsiyet | Ortalama | Medyan | Mod | ss | Varyans | Çarpıklık | Basıklık |
|----------|--------------------|----------|----------|--------|-------|------|---------|-----------|----------|
| GKAD | İAGKT | Kız | 5,52 | 5,00 | 4,00 | 3,46 | 12,00 | 0,468 | -0,542 |
| | | Erkek | 4,27 | 3,00 | 1,00 | 3,49 | 12,70 | 0,800 | -0,261 |
| | | Toplam | 4,84 | 4,00 | 3,00 | 3,53 | 12,46 | 0,615 | -0,488 |
| MDY | MDYT | Kız | 5,39 | 6,00 | 8,00 | 2,88 | 8,30 | -0,187 | -1,010 |
| | | Erkek | 4,49 | 4,00 | 3,00 | 2,96 | 8,76 | 0,123 | -1,156 |
| | | Toplam | 4,90 | 5,00 | 4,00 | 2,96 | 8,74 | -0,024 | -1,134 |
| ÖY | ÖYÖ | Kız | 57,26 | 58,00 | 61,00 | 8,00 | 64,06 | -0,514 | 0,375 |
| | | Erkek | 54,79 | 56,00 | 59,00 | 9,08 | 82,51 | -0,366 | -0,352 |
| | | Toplam | 55,92 | 57,00 | 58,00 | 8,69 | 75,48 | -0,460 | -0,068 |
| AÖY | A-ÖYÖ | Kız | 30,75 | 31,00 | 32,00 | 4,72 | 22,30 | -0,264 | 0,011 |
| | | Erkek | 28,78 | 29,00 | 31,00 | 5,54 | 30,66 | -0,210 | -0,239 |
| | | Toplam | 29,68 | 30,00 | 31,00 | 5,27 | 27,76 | -0,301 | -0,082 |
| EÖY | E-ÖYÖ | Kız | 28,43 | 28,00 | 28,00 | 5,18 | 26,79 | 0,130 | 0,038 |
| | | Erkek | 28,90 | 28,00 | 27,00 | 5,22 | 27,24 | 0,418 | -0,122 |
| | | Toplam | 28,69 | 28,00 | 28,00 | 5,20 | 27,04 | 0,288 | -0,033 |

Çizelge 4.2. Okul türüne göre araştırmının değişkenlerine ait betimsel değerler.

| Değişken | Veri toplama aracı | Okul türü | Ortalama | Medyan | Mod | ss | Varyans | Çarpıklık | Basıklık |
|----------|--------------------|-----------|----------|--------|-------|------|---------|-----------|----------|
| GKAD | İAGKT | A.L. | 6,04 | 6,00 | 3,00 | 3,65 | 13,29 | 0,274 | -0,892 |
| | | Y.D.A.L | 4,80 | 4,00 | 3,00 | 3,21 | 10,31 | 0,655 | -0,069 |
| | | M.T.L | 2,34 | 2,00 | 1,00 | 2,44 | 5,97 | 1,765 | 3,272 |
| MDY | MDYT | A.L. | 6,05 | 7,00 | 8,00 | 2,76 | 7,59 | -0,589 | -0,627 |
| | | Y.D.A.L | 4,64 | 4,00 | 4,00 | 2,81 | 7,90 | 0,176 | -0,880 |
| | | M.T.L | 2,96 | 2,00 | 4,00 | 2,53 | 6,40 | 0,800 | -0,168 |
| ÖY | ÖYÖ | A.L. | 57,04 | 58,00 | 58,00 | 8,59 | 73,78 | -0,359 | 0,018 |
| | | Y.D.A.L | 56,86 | 58,00 | 58,00 | 8,05 | 64,88 | -0,597 | 0,094 |
| | | M.T.L | 51,49 | 54,00 | 54,00 | 8,85 | 78,29 | -0,390 | -0,655 |
| AÖY | A-ÖYÖ | A.L. | 29,98 | 30,00 | 30,00 | 4,97 | 24,66 | -0,397 | 0,093 |
| | | Y.D.A.L | 30,25 | 31,00 | 34,00 | 5,33 | 28,43 | -0,213 | -0,339 |
| | | M.T.L | 27,83 | 28,00 | 26,00 | 5,43 | 29,43 | -0,268 | 0,047 |
| EÖY | E-ÖYÖ | A.L. | 27,89 | 27,00 | 26,00 | 4,89 | 23,91 | 0,134 | -0,025 |
| | | Y.D.A.L | 28,28 | 28,00 | 28,00 | 4,91 | 24,10 | 0,340 | -0,085 |
| | | M.T.L | 31,28 | 31,00 | 31,00 | 5,66 | 32,06 | 0,101 | -0,265 |

A.L.: Anadolu Lisesi; Y.D.A.L: Yabancı Dil Ağırlıklı Lise; M.T.L.: Mesleki ve Teknik Lise

4.1. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerine İlişkin Bulgular

1. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri nedir?

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, iki aşamalı genetik kavram testi ile ölçülmüştür. Bu testten alınabilecek puan aralığı 0-14 olup, öğrencilerin testten aldıkları en düşük puan 0, en yüksek puan 14 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin test puanları ortalaması 4,84 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Bu sonuç, öğrencilerin çoğunun, iki aşamalı genetik kavram testinden düşük puanlar aldığını göstermektedir. Çizelge 4.3.'de 586 öğrencinin testten aldıkları puanların frekans ve yüzde değerleri sunulmaktadır.

Çizelge 4.3. İki aşamalı genetik kavram testinden alınan puanların frekans ve yüzde dağılımı.

| Puan | f | % | Toplamlı yüzde |
|--------|-----|------|----------------|
| 0 | 46 | 7,8 | 7,8 |
| 1 | 65 | 11,1 | 18,9 |
| 2 | 70 | 11,9 | 30,9 |
| 3 | 74 | 12,6 | 43,5 |
| 4 | 62 | 10,6 | 54,1 |
| 5 | 48 | 8,2 | 62,3 |
| 6 | 41 | 7,0 | 69,3 |
| 7 | 39 | 6,7 | 75,9 |
| 8 | 38 | 6,5 | 82,4 |
| 9 | 34 | 5,8 | 88,2 |
| 10 | 19 | 3,2 | 91,5 |
| 11 | 16 | 2,7 | 94,2 |
| 12 | 18 | 3,1 | 97,3 |
| 13 | 11 | 1,9 | 99,1 |
| 14 | 5 | 0,9 | 100,0 |
| Toplam | 586 | 100 | |

Çizelge 4.3.'de öğrencilerin yarısından fazlasının (%54,1) 0-4 aralığında puan aldıkları görülmektedir. On dört iki aşamalı test maddesinin tamamını doğru cevaplayan öğrenci sayısı 5 (%1) iken hiçbirine doğru yanıt vermeyen öğrenci sayısı 46 (%7,8)'dir. Bu bulgular, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir. Testte yer alan on dört maddenin tamamını yanlış cevaplayan 46 öğrencinin %47,8'i mesleki ve teknik lise, %34,8'i yabancı dil ağırlıklı lise ve %17,4'ü Anadolu Lisesi öğrencileridir.

İki aşamalı genetik kavram testinden Anadolu Lisesi öğrencilerinin aldıkları puanların ortalaması 6,04, yabancı dil ağırlıklı lise öğrencilerinin ortalaması 4,80, mesleki ve teknik lise öğrencilerinin ortalaması 2,34 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.). Öğrencilerin okul türlerine göre, iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.4. Öğrencilerin okul türlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 1035,454 | 2 | 517,727 | | |
| Gruplar içi | 6253,414 | 583 | 10,726 | 48,267 | 0,000 |
| Toplam | 7288,869 | 585 | | | |

Çizelge 4.4.'de öğrencilerin okul türlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın ($F=48,267$; $p<0,05$) anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, okul türlerine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Tek yönlü varyans analizi sonucunda belirlenen bu farkın hangi okul türleri arasında olduğunu tespit etmek için post-hoc testlerinden Bonferroni testi yapılmıştır. Bonferroni testi sonuçları Çizelge 4.5.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.5. Öğrencilerin okul türlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları.

| Okul türü | Okul türü | Ortalama farkı | ss | p |
|----------------------------|----------------------------|----------------|------|-------|
| Anadolu Lisesi | Yabancı dil ağırlıklı lise | 1,24* | 0,30 | 0,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 3,70* | 0,38 | 0,000 |
| Yabancı dil ağırlıklı lise | Anadolu Lisesi | -1,24* | 0,30 | 0,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 2,46* | 0,38 | 0,000 |
| Mesleki ve teknik lise | Anadolu Lisesi | -3,70* | 0,38 | 0,000 |
| | Yabancı dil ağırlıklı lise | -2,46* | 0,38 | 0,000 |

*p<0,05

Çizelge 4.5.'de öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin bütün okul türlerine göre anlamlı şekilde farklı olduğu görülmektedir. Buna göre Anadolu Lisesi öğrencileri ile yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı ve 1,24'tür. Anadolu Lisesi öğrencileri ile mesleki ve teknik lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı ve 3,70'tir. Yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri ile mesleki ve teknik lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı ve 2,46'dır. Yapılan tek yönlü varyans analizi ile öğrencilerin genetik kavramlarını anlama düzeylerinin okul türlerinden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Genetik kavramlarını anlama düzeyi, Anadolu Lisesi öğrencilerinde en yüksek iken, mesleki ve teknik lise öğrencilerinde en düşüktür.

Bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece etkili olduğunu tespit etmek için eta-kare (η^2) korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. ANOVA için uygun etki büyüklüğünü tahmin etmede kullanılan formül: $\eta^2 = KT_{\text{gruplararası}} / KT_{\text{toplam}}$ şeklindedir (Büyüköztürk, 2003; Tabachnick and Fidell, 2007). Etki büyüklüğü, $\eta^2=0,14$ olarak bulunmuştur. Bu değer bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansın ne kadarını açıkladığını göstermekte ve geniş bir etki büyüklüğünü ifade etmektedir (Büyüköztürk, 2003).

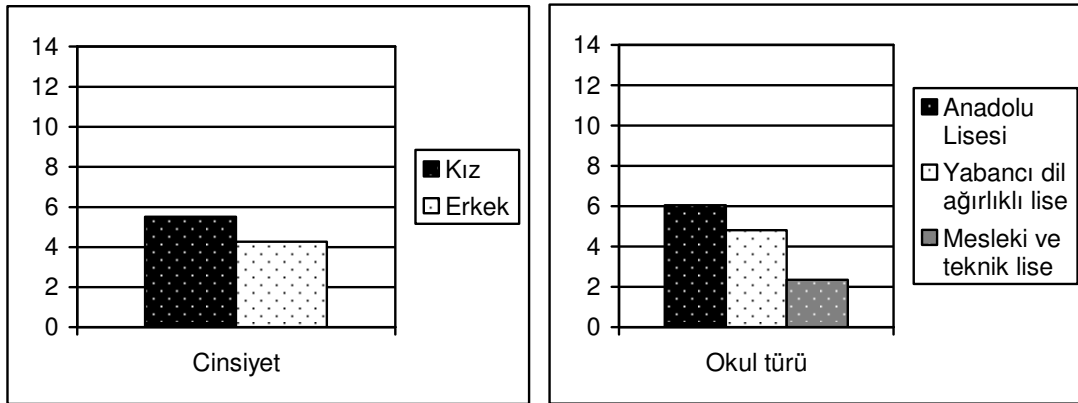
Öğrencilerin iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanlar cinsiyete göre incelendiğinde kız öğrencilerin ortalamasının (5,52), erkek öğrencilerden (4,27) daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.). Bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.6. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 224,571 | 1 | 224,571 | | |
| Gruplar içi | 7064,298 | 584 | 12,096 | 18,565 | 0,000 |
| Toplam | 7288,869 | 585 | | | |

Çizelge 4.6.'da öğrencilerin cinsiyetlerine göre iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın ($F=18,565$; $p<0,05$) anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, cinsiyetlerine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Belirlenen bu farkın etki büyüklük değeri ise $\eta^2=0,03$ olarak belirlenmiştir. Bu değer küçük bir etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2003).

Öğrencilerin iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların, cinsiyetlerine ve okul türlerine göre dağılım grafikleri Şekil 4.1.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.1. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin cinsiyete ve okul türüne göre dağılımı.

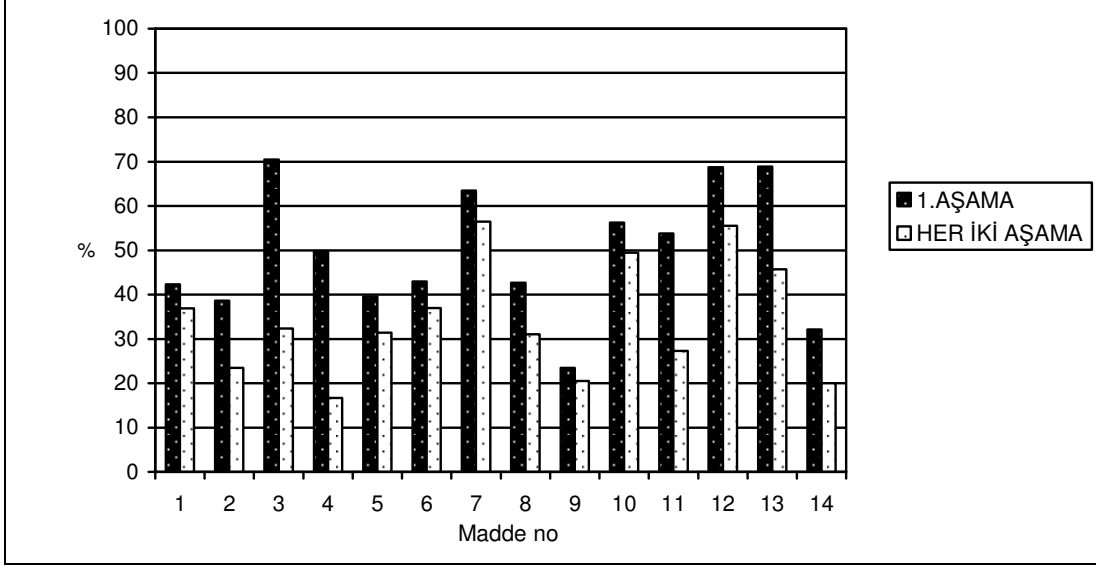
İki aşamalı genetik kavram testi, ilk aşamasında öğrencilerin içerik ile ilgili sahip oldukları bilgileri, ikinci aşamasında ise öğrencilerin bu bilgilerini dayandırdıkları nedenleri belirlemeye yönelik maddelerden oluşan bir testtir. İki aşamalı testlerde, test maddelerinin aşamalarına verilen cevaplar ayrı ayrı değerlendirilebilmektedir (Odom and Barrow, 1995; Tan et al., 2002; 2005; Lin, 2004; Othman et al., 2007). Öğrencilerin, test maddelerinin birinci aşamasına ve her iki aşamasına birden

verdikleri doğru cevap oranları hesaplanmıştır. Her bir madde için verilen doğru cevap oranları Çizelge 4.7.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.7. Öğrencilerin test maddelerinin birinci aşamasına ve her iki aşamasına verdikleri doğru cevap oranları.

| Madde no | 1.aşama % | Her iki aşama % |
|----------|--------------|--------------------|
| 1 | 42,3 | 36,9 |
| 2 | 38,6 | 23,5 |
| 3 | 70,5 | 32,4 |
| 4 | 49,8 | 16,7 |
| 5 | 39,6 | 31,4 |
| 6 | 43,0 | 37,0 |
| 7 | 63,5 | 56,5 |
| 8 | 42,7 | 31,1 |
| 9 | 23,5 | 20,5 |
| 10 | 56,3 | 49,5 |
| 11 | 53,8 | 27,3 |
| 12 | 68,8 | 55,5 |
| 13 | 68,9 | 45,7 |
| 14 | 32,1 | 20,0 |

Çizelge 4.7.'de, öğrencilerin, maddelerin her iki aşamasına birden doğru cevap verme oranlarının, birinci aşamaya doğru cevap verme oranlarından düşük olduğu görülmektedir. Birinci aşamaya verilen doğru cevap oranları 23,5 ile 70,5 arasında, her iki aşamaya birden verilen doğru cevap oranları 16,7 ile 56,5 arasında değişmektedir. Maddelerin birinci aşamasını doğru cevaplayan öğrenciler, maddelerin ikinci aşamasını aynı oranda doğru cevaplayamamışlardır. Bu bulgu, öğrencilerin genetik kavramlarla ilgili olarak bazı bilgilere sahip olduklarını ancak bu bilgilerin nedenini anlamadıklarını veya yanlış anladıklarını göstermektedir. Öğrencilerin, her bir test maddesi için birinci aşamaya ve her iki aşamaya birden verdikleri doğru cevap oranlarını gösteren grafik, Şekil 4.2.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.2. Öğrencilerin test maddelerinin birinci aşamasına ve her iki aşamasına verdikleri doğru cevap oranları.

Şekil 4.2.'de özellikle 3., 4., 11., 12 ve 13. maddelere ait, birinci aşamayı ifade eden sütunların, her iki aşamayı ifade eden sütunlardan oldukça yüksek olduğu, 6. ve 9. maddelerde ise sütunlar arasındaki farkın az olduğu görülmektedir.

Maddelere verilen doğru cevap oranları incelendiğinde 4. (49,8-16,7), ve 11. (53,8-27,3) maddelerin, birinci aşamalarına verilen doğru cevap oranlarının her iki aşamasına verilen doğru cevap oranlarından oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu maddelerin ortak yanı, DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiler ile ilgili olmalarıdır. Cevaplar incelendiğinde öğrencilerin, DNA'nın kromozomlardan oluştuğu veya genlerin DNA'dan oluştuğu şeklinde yanlış bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Bu bulgu, öğrencilerin DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkileri bilmediklerini ortaya koymaktadır. Her iki madde de, öğrencilerin yaklaşık yarısının ilk aşamaya doğru cevap verdikleri ancak ikinci aşamalarda doğru cevaptan çok çeldiricileri seçtikleri belirlenmiştir. Bu sonuç göstermektedir ki öğrenciler DNA, gen ve kromozom kavramları ile bunlar arasındaki ilişkiler hakkında yeterli anlamaya sahip değildirler.

Yüzdeler arası fark incelendiğinde dikkati çeken diğer bir madde de 3. maddedir (70,5-32,4). Bu madde, kromozom sayısı ile ilgili olup, eşey kromozomu ve vücut kromozomu ile ilgili bilgileri ölçmeye yönelik bir maddedir. Maddenin ilk aşaması canlılardaki kromozom sayısına ilişkin bilgi ile beraber matematiksel bir işlem

bilgisini de gerektirmektedir. Öğrenciler sayısal grubu öğrencileri oldukları için matematiksel işlem gerektiren soruları kolaylıkla doğru cevaplamaktadırlar. Ancak maddenin ikinci aşamasına verilen cevaplar incelendiğinde, öğrencilerin eşey kromozomu ve vücut kromozomu kavramlarını karıştırdıkları, bu sebeple yanılgıya düştükleri anlaşılmaktadır.

13. madde (68,9-45,7) yine aşamalarına verilen doğru cevap oranları arasındaki farkın yüksek olduğu maddelerdendir. Bu madde, öğrencilerin, hücre bölünmelerinin kalıtımla olan ilişkisini anlamalarını ölçmeye yönelik bir maddedir. Cevaplar incelendiğinde görülmüştür ki, öğrenciler mitoz ve mayoz bölünmenin hangi hücrelerde gerçekleştiğini yeterince anlamamaktadırlar. Burada ortaya çıkan sonuç, somatik ve eşey hücreleri kavramlarının karıştırıldığıdır. Ayrıca öğrencilerin %10'u, zigotun mayoz bölünme ile çoğaldığını düşünmektedir. Hücre bölünmelerinin kalıtımla olan ilişkisine yönelik bilgilerin ölçüldüğü bir başka madde olan 12. maddenin de aşamalarına ait doğru cevap oranları (68,8-55,5) arasındaki fark yüksektir. Bu maddede ise öğrencilerin mitoz ve mayoz bölünmenin sonuçlarını ayırt edemedikleri görülmektedir. Bazı öğrencilerin, mitoz bölünme sonucunda kromozom sayısının yarıya indiği veya mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısının değişmediği şekilde yanlış bilgilere sahip oldukları görülmüştür.

Birinci aşamaya ve her iki aşamaya verilen doğru cevap oranları arasındaki farkın az olduğu ancak genel olarak doğru cevap oranının düşük olduğu maddelerden ikisi 9. (23,5-20,5) ve 6. (43,0-37,0) maddelerdir. Bu maddelerde herhangi bir özelliği belirleyen genlerin, bütün hücrelerde bulunduğu bilgisi ölçülmektedir. Bulgular, öğrencilerin bu maddelerde eğer doğru cevabı biliyorlarsa cevaba ait nedeni de bildiklerini göstermektedir. Ancak yanlış cevaplar incelendiğinde, genlerin eşey hücrelerinde bulunduğu görüşüne sahip öğrencilerin oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı bilgiyi ölçen bir başka madde de 2. maddedir (38,6-23,5). Bu maddenin ilk aşamasına eşey hücreleri olarak verilen yanlış cevap oranının doğru cevap oranından fazla olduğu görülmüştür. Bu cevaplarının nedeni olarak, öğrencilerin, kalıtsal özellikler anne babadan yavruya eşey hücreleri veya eşey kromozomları ile aktarıldığından, genler eşey hücrelerinde bulunur seçeneklerini işaretledikleri belirlenmiştir.

Testin birinci maddesinde kromozomların hücrede nerede bulunduğu sorulmuş ve birinci aşamaya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %42,3, her iki aşamaya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %36,9 olarak bulunmuştur. Öğrencilerin %37,8'inin ilk aşamaya DNA yanlış cevabını verdikleri görülmüştür. Maddenin ikinci aşamasına verilen yanlış cevaplar arasında en fazla, "kromozomlar DNA'nın yapısını oluşturur" seçeneğinin tercih edildiği belirlenmiştir. Bu cevap seçeneğinin yüksek oranda işaretlendiği bir diğer madde testin 5. maddesidir (39,6-31,4). Kromozomlar DNA'yı oluşturur yanlıgısına -DNA, gen ve kromozom arasındaki ilişkiler hakkında öğrencilerin anlamalarının belirlenmesinin amaçlandığı- 4. ve 11. maddelere verilen cevaplar incelendiğinde de rastlanılmıştır.

Hücre bölünmelerinin kalıtımla ilişkisine yönelik bilgiler ile beraber matematiksel işlem bilgisi gerektiren bir başka test maddesi 7. maddedir (63,5-56,5). Bu madde her iki aşamaya birden verilen doğru cevap oranının en yüksek olduğu maddedir. Bu maddede somatik ve eşey hücrelerindeki kromozom sayısı bilgisi ölçülmektedir. Öğrencilerin bazılarının 13. maddede olduğu gibi somatik ve eşey hücresi kavramlarını karıştırdıkları görülmüştür. Öğrenciler, bu hücrelerin içerdikleri kromozom sayılarını karıştırmışlardır. Bazı öğrencilerin ise somatik hücre ile eşey hücresini birbirinden ayırt edemedikleri görülmüştür.

Doğru cevap oranının, hem birinci aşamada hem her iki aşamada düşük olduğu 14. maddede (32,1-20,0) anne babanın genlerinin yavru döle nasıl aktarıldığı sorulmuştur. Öğrencilerin ilk aşamada verdikleri yanlış cevap oranı doğru cevap oranından fazla olup, genlerin eşey kromozomları ile aktarıldığı şeklindedir. İkinci aşamaya verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin çoğunlukla, genlerin eşey kromozomları ile taşındığını düşündükleri belirlenmiştir.

Test maddelerinin aşamalarına verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin, çoğu konu ve kavramı yanlış anladıkları görülmüştür. Öğrencilerin yanlış anlamalarının önemli sebeplerinden biri bu kavramları birbirlerine karıştırmalarıdır. Bir diğer sebep ise öğrencilerin kavramları ve konuları birbirleri ile ilişkilendirememeleridir. Öğrencilerin, çoğu maddede sahip oldukları bilgiler ile ilgili gerekçelerinin yanlış olduğu gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bazı konuları kısmen anladıkları ve eksik bilgilere sahip oldukları belirlenmiştir.

4.2. Öğrencilerin Mantıksal Düşünme Yeteneklerine İlişkin Bulgular

2. Araştırma Problemi: Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri nedir?

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemek için mantıksal düşünme yeteneği testi kullanılmıştır. Bu testten alınabilecek puan aralığı 0-10 olup, öğrencilerin testten aldıkları en düşük puan 0, en yüksek puan 10 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin test puanları ortalaması 4,90 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Öğrencilerin testten aldıkları puanların frekans ve yüzde değerleri Çizelge 4.8.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.8. Mantıksal düşünme yeteneği testinden alınan puanların frekans ve yüzde dağılımı.

| Puan | f | % |
|--------|-----|------|
| 0 | 48 | 8,2 |
| 1 | 45 | 7,7 |
| 2 | 53 | 9,0 |
| 3 | 63 | 10,8 |
| 4 | 68 | 11,6 |
| 5 | 49 | 8,4 |
| 6 | 54 | 9,2 |
| 7 | 61 | 10,4 |
| 8 | 67 | 11,4 |
| 9 | 50 | 8,5 |
| 10 | 28 | 4,8 |
| Toplam | 586 | 100 |

Çizelge 4.8.'de, testteki tüm maddelere doğru cevap veren öğrenci sayısının 28 (%4,8) olduğu görülmektedir. Testteki tüm maddeleri yanlış cevaplayan öğrenci sayısı ise 48 (%8,2) olup bu öğrencilerin %41,67'si mesleki ve teknik lise, %37,5'i yabancı dil ağırlıklı lise ve %20,83'ü Anadolu Lisesi öğrencileridir. Mantıksal düşünme yeteneği testinden Anadolu Lisesi öğrencilerinin aldıkları puanların ortalaması 6,05, yabancı dil ağırlıklı lise öğrencilerinin ortalaması 4,64, mesleki ve teknik lise öğrencilerinin ortalaması 2,96 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Öğrencilerin okul türlerine göre, mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9.'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.9. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 744,322 | 2 | 372,161 | | |
| Gruplar içi | 4368,327 | 583 | 7,493 | 49,669 | 0,000 |
| Toplam | 5112,648 | 585 | | | |

Çizelge 4.9.'da öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği test puanları ortalamaları arasındaki farkın ($F=49,669$; $p<0,05$) anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, okul türlerine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Tek yönlü varyans analizi sonucunda belirlenen farkın hangi okul türleri arasında olduğunu tespit etmek için post-hoc testlerinden Bonferroni testi yapılmıştır. Bonferroni testi sonuçları Çizelge 4.10.'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.10. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları.

| Okul türü | Okul türü | Ortalama farkı | ss | p |
|----------------------------|----------------------------|----------------|------|-------|
| Anadolu Lisesi | Yabancı dil ağırlıklı lise | 1,40* | 0,25 | 0,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 3,08* | 0,31 | 0,000 |
| Yabancı dil ağırlıklı lise | Anadolu Lisesi | -1,40* | 0,25 | 0,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 1,68* | 0,32 | 0,000 |
| Mesleki ve teknik lise | Anadolu Lisesi | -3,08* | 0,31 | 0,000 |
| | Yabancı dil ağırlıklı lise | -1,68* | 0,32 | 0,000 |

* $p<0,05$

Çizelge 4.10.'da öğrencilerin, mantıksal düşünme yeteneklerinin bütün okul türlerine göre anlamlı şekilde farklı olduğu görülmektedir. Buna göre Anadolu Lisesi öğrencileri ile yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı olup 1,40'tır. Anadolu Lisesi öğrencileri ile mesleki ve teknik lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı ve 3,08'tir. Yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri ile mesleki ve teknik lise öğrencileri arasındaki ortalama farkı anlamlı ve 1,68'tir. Yapılan tek yönlü varyans analizi ile öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin okul türlerinden etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Belirlenen farkın

etki büyüklük değeri ise $\eta^2=0,14$ olarak belirlenmiştir. Bu değer geniş bir etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2003).

Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlar cinsiyete göre incelendiğinde kız öğrencilerin ortalamasının (5,39), erkek öğrencilerden (4,49) daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.). Bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.11. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 119,207 | 1 | 119,207 | | |
| Gruplar içi | 4993,442 | 584 | 8,550 | 13,942 | 0,000 |
| Toplam | 5112,648 | 585 | | | |

Çizelge 4.11.'de öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın ($F=13,942$; $p<0,05$) anlamlı olduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, cinsiyetlerine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Belirlenen bu farkın etki büyüklük değeri ise $\eta^2=0,02$ olarak belirlenmiştir. Bu değer küçük bir etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2003).

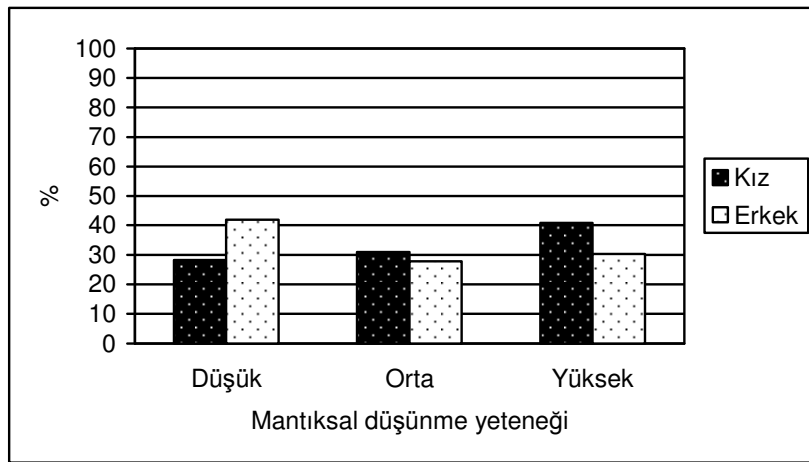
Mantıksal düşünme yeteneği testi ile öğrenciler, mantıksal düşünme yeteneklerine göre düşük, orta ve yüksek düzeyde olmak üzere sınıflandırılabilir. Testten 0-3 aralığında alınan bir puan düşük, 4-6 aralığında alınan bir puan orta, 7-10 aralığında alınan bir puan ise yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Oliva, 2003). Öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği düzeyleri Çizelge 4.12.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.12. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre mantıksal düşünme yeteneği düzeylerinin dağılımı.

| Cinsiyet | | Mantıksal düşünme yeteneği düzeyi | | | Toplam |
|----------|---|-----------------------------------|------|--------|--------|
| | | Düşük | Orta | Yüksek | |
| Kız | N | 76 | 83 | 110 | 268 |
| | % | 28,3 | 30,9 | 40,9 | 100,0 |
| Erkek | N | 133 | 88 | 96 | 317 |
| | % | 42,0 | 27,8 | 30,3 | 100,0 |
| Toplam | N | 209 | 171 | 206 | 586 |
| | % | 35,7 | 29,2 | 35,1 | 100,0 |

Çizelge 4.12.'de 209 (%35,7) öğrencinin düşük düzeyde, 171 (%29,2) öğrencinin orta düzeyde ve 206 (%35,1) öğrencinin yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği düzeylerine göre dağılım yüzdeleri birbirine yakın olup, mantıksal düşünme yeteneği düşük düzeyde olan öğrencilerin oranı, orta ve yüksek düzeyde olan öğrencilerden daha fazladır.

Düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğindeki erkek öğrencilerin oranı (%42,0), kız öğrencilerden (%28,3) daha fazla iken yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip kız öğrencilerin oranı (%40,9), erkek öğrencilerden (%30,3) daha fazladır. Cinsiyetlerine göre öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği düzeylerinin dağılım grafiği Şekil 4.3.'de sunulmaktadır.



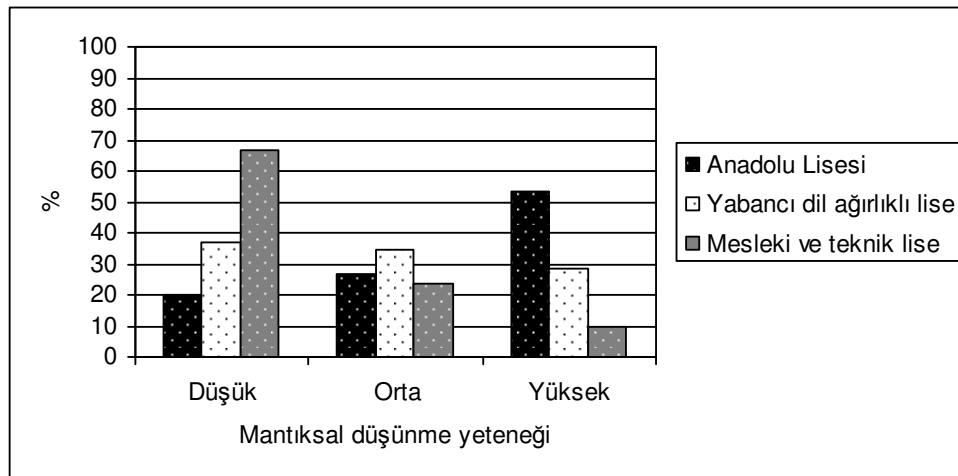
Şekil 4.3. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin cinsiyete göre dağılımı.

Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneği düzeyleri Çizelge 4.13.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.13. Öğrencilerin okul türlerine göre mantıksal düşünme yeteneklerinin dağılımı.

| | | Mantıksal düşünme yeteneği düzeyi | | | |
|----------------------------|---|-----------------------------------|------|--------|--------|
| Okul türü | | Düşük | Orta | Yüksek | Toplam |
| Anadolu Lisesi | N | 49 | 64 | 128 | 241 |
| | % | 20,3 | 26,6 | 53,1 | 100,0 |
| Yabancı dil ağırlıklı lise | N | 87 | 81 | 67 | 235 |
| | % | 37,0 | 34,5 | 28,5 | 100,0 |
| Mesleki ve teknik lise | N | 73 | 26 | 11 | 110 |
| | % | 66,4 | 23,6 | 10,0 | 100,0 |
| Toplam | N | 209 | 171 | 206 | 586 |
| | % | 35,7 | 29,2 | 35,1 | 100,0 |

Çizelge 4.13.'de, düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin oranı en fazla mesleki ve teknik liselerde (%66,4), daha sonra yabancı dil ağırlıklı liselerde (%37,0) ve en az oranda Anadolu Lisesi öğrencilerinde (%20,3) görülmektedir. Yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrenciler, en fazla Anadolu Liselerinde (%53,1), daha sonra yabancı dil ağırlıklı liselerde (%28,5) ve en az oranda mesleki ve teknik liselerde (%10,0) bulunmaktadır. Orta düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin oranı ise yabancı dil ağırlıklı liselerde (%34,5) en fazladır. Okul türlerine göre öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği düzeylerinin dağılım grafiği Şekil 4.4.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.4. Öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin okul türüne göre dağılımı.

Mantıksal düşünme yeteneği testinde yer alan maddeler ayrıca öğrencilerin mantıksal düşünme biçimlerini belirlemeye yöneliktir. Beş farklı mantıksal işlem olan değişkenleri kontrol etme, orantısal düşünme, olasılıklı düşünme, ilişkisel düşünme ve birleşik düşünme, bu test ile belirlenebilen mantıksal düşünme biçimleridir. Öğrencilerin, mantıksal düşünme biçimlerini ölçmeye yönelik olan maddelere verdikleri doğru cevapların frekans ve yüzde değerleri Çizelge 4.14.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.14. Öğrencilerin mantıksal düşünme biçimlerine göre frekans ve yüzde dağılımı.

| Mantıksal düşünme biçimleri | Madde no | f | % |
|-----------------------------|----------|-----|-------|
| Orantısal düşünme | 1 | 363 | 61,96 |
| | 2 | 280 | 47,78 |
| Toplam | | | 54,87 |
| Değişkenleri kontrol etme | 4 | 341 | 58,19 |
| | 5 | 366 | 62,46 |
| Toplam | | | 60,33 |
| Olasılıklı düşünme | 3 | 291 | 49,66 |
| | 6 | 317 | 54,10 |
| Toplam | | | 51,88 |
| İlişkisel düşünme | 7 | 277 | 47,27 |
| | 8 | 279 | 47,61 |
| Toplam | | | 47,44 |
| Birleşik düşünme | 9 | 197 | 33,62 |
| | 10 | 163 | 27,82 |
| Toplam | | | 30,72 |

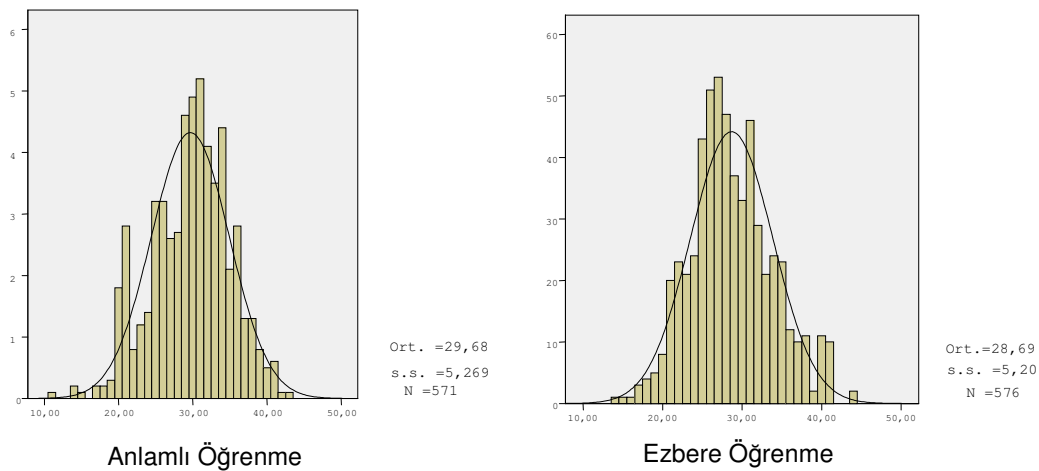
Çizelge 4.14.'de görüldüğü üzere öğrencilerin en başarılı oldukları mantıksal işlem, “değişkenleri kontrol etme” (%60,33) olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin diğer mantıksal düşünme biçimleri olan “orantısal düşünme” (%54,87), “olasılıklı düşünme” (%51,88) ve “ilişkisel düşünme” (%47,44) işlemlerinde de başarılı oldukları görülmektedir. Doğru cevap oranının en düşük olduğu maddeler 9. ve 10. maddeler olup, bu maddeler “birleşik düşünme” (%30,72) işlemlerini gerektirmektedir.

4.3. Öğrencilerin Öğrenme Yaklaşımlarına İlişkin Bulgular

3. Araştırma Problemi: Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları nedir?

Öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, öğrenme yaklaşımı ölçeği kullanılarak belirlenmiştir. Bu ölçekten alınabilecek puan aralığı 22-88 olup, öğrencilerin ölçekten aldıkları en düşük puan 34, en yüksek puan 82 olarak belirlenmiştir. Ölçekten elde edilen puanlar öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını, anlamlı veya ezbere olarak sınıflandırılmakta kullanılmaktadır. Öğrencilerin ölçekten aldıkları düşük puan ezbere öğrenme yaklaşımını, yüksek puan anlamlı öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerini göstermektedir. Öğrencilerin ortalaması 55,92 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Bu değer, öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarından anlamlı öğrenmeyi tercih ettiklerini göstermektedir.

Ölçek, anlamlı öğrenme yaklaşımı ölçeği ve ezbere öğrenme yaklaşımı ölçeği olmak üzere iki alt ölçekten oluşmaktadır. Bu alt ölçeklerin her birinden alınabilecek puan aralığı 11-44'tür. Öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımı alt ölçeğinden aldıkları en düşük puanın 11, en yüksek puanın 43 olduğu; ezbere öğrenme yaklaşımı alt ölçeğinden en düşük 14, en yüksek 44 puan aldıkları belirlenmiştir. Öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden alınan puanların histogram grafikleri Şekil 4.5.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.5. Anlamlı ve ezbere öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden alınan puanların histogram grafik gösterimleri.

Öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımı alt ölçeğinden aldıkları puanların ortalaması 29,68, ezbere öğrenme yaklaşımı alt ölçeğinden aldıkları puanların ortalaması ise 28,69 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Öğrencilerin öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için bağımlı gruplarda t testi yapılmıştır ve sonuçlar Çizelge 4.15.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.15. Öğrenme yaklaşımı alt ölçeklerinden alınan ortalama puanların t-testi sonuçları.

| Öğrenme Yaklaşımı Alt Ölçekleri | N | \bar{x} | ss | t | p |
|---------------------------------|-----|-----------|------|------|-------|
| Anlamlı Öğrenme Yaklaşımı | 565 | 29,68 | 5,26 | 2,51 | 0,012 |
| Ezbere Öğrenme Yaklaşımı | 565 | 28,69 | 5,23 | | |

Çizelge 4.15.'e göre öğrencilerin her iki öğrenme yaklaşımını da kullandıkları ve aralarındaki farkın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($t=2,51$; $p<0,05$). Bu bulgu öğrencilerin, anlamlı öğrenme yaklaşımını ($\bar{x}=29,68$; $ss=5,26$) ezbere öğrenme yaklaşımından ($\bar{x}=28,69$; $ss=5,23$) daha fazla tercih ettiklerini göstermektedir.

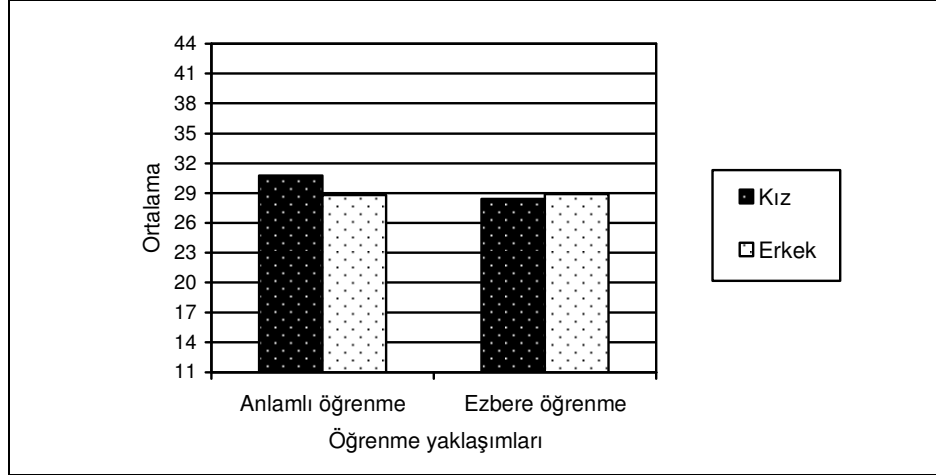
Öğrencilerin cinsiyetlerine göre öğrenme yaklaşımları incelendiğinde, kız öğrencilerin ortalama puanlarının ($\bar{x}=57,26$), erkek öğrencilerden ($\bar{x}=54,79$) daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.). Bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16.'da sunulmaktadır.

Çizelge 4.16. Öğrencilerin cinsiyetlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 861,202 | 1 | 861,202 | 11,624 | 0,001 |
| Gruplar içi | 41709,889 | 563 | 74,085 | | |
| Toplam | 42571,090 | 564 | | | |

Çizelge 4.16.'da görülen tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, kız ve erkek öğrencilerin öğrenme yaklaşımı ortalama puanları arasında ($F=11,624$; $p<0,05$) anlamlı bir fark bulunmuştur. Ortalama değerler dikkate alındığında kız öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını erkek öğrencilere göre daha fazla benimsedikleri görülmektedir. Etki büyüklük değeri ise $\eta^2=0,02$ olarak

belirlenmiştir. Bu değer küçük bir etki büyüklüğü olarak yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2003). Öğrencilerin cinsiyetlerine göre tercih ettikleri öğrenme yaklaşımlarının dağılımı Şekil 4.6.'da sunulmaktadır.



Şekil 4.6. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının cinsiyete göre dağılımı.

Öğrencilerin okul türlerine göre öğrenme yaklaşımları incelendiğinde, Anadolu Lisesi öğrencilerinin ortalama puanlarının ($\bar{X} = 57,04$), yabancı dil ağırlıklı lise ($\bar{X} = 56,86$) ile mesleki ve teknik lise öğrencilerinden ($\bar{X} = 51,49$) daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.). Bu farkın anlamlılığını test etmek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.17. Öğrencilerin okul türlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların varyans analizi sonuçları.

| Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Sd | Kareler Ortalaması | F | p |
|-------------------|-----------------|-----|--------------------|--------|-------|
| Gruplar arası | 2595,033 | 2 | 1297,517 | | |
| Gruplar içi | 39976,057 | 562 | 71,132 | 18,241 | 0,000 |
| Toplam | 42571,090 | 564 | | | |

Çizelge 4.17.'de okul türlerine göre öğrencilerin öğrenme yaklaşımı ortalama puanları arasında ($F=18,241$; $p<0,05$) anlamlı bir fark bulunduğu görülmektedir. Buna göre öğrencilerin öğrenme yaklaşımları, okul türlerine bağlı olarak anlamlı bir şekilde değişmektedir. Etki büyüklük değeri $\eta^2=0,06$ olarak belirlenmiştir. Bu değer Büyüköztürk (2003)'e göre orta düzeyde bir etki büyüklüğünü ifade etmektedir.

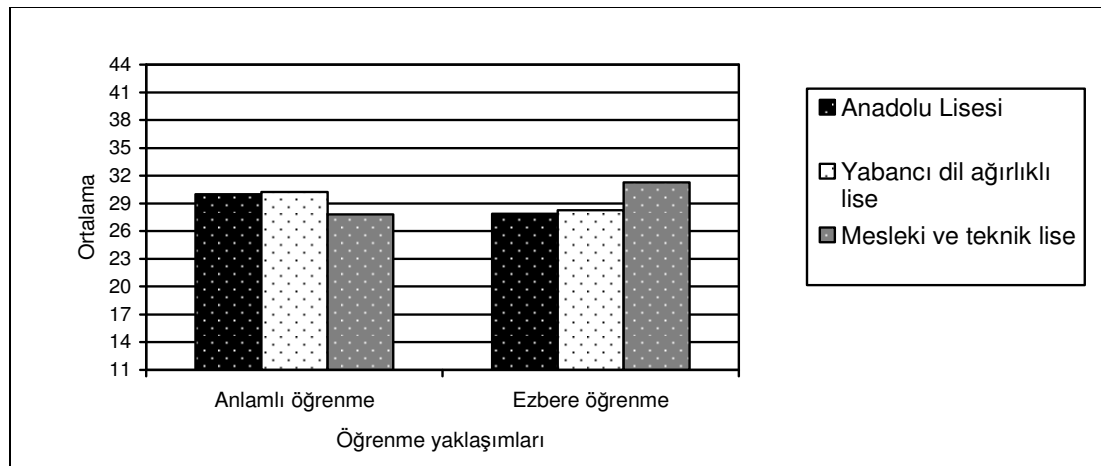
Tek yönlü varyans analizi sonucunda belirlenen farkın hangi okul türleri arasında olduğunu tespit etmek için post-hoc testlerinden Bonferroni testi yapılmıştır. Bonferroni testi sonuçları Çizelge 4.18.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.18. Öğrencilerin okul türlerine göre öğrenme yaklaşımı ölçeğinden aldıkları puanların Bonferroni testi sonuçları.

| Okul türü | Okul türü | Ortalama farkı | ss | p |
|----------------------------|----------------------------|----------------|------|-------|
| Anadolu Lisesi | Yabancı dil ağırlıklı lise | 0,18 | 0,79 | 1,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 5,55* | 0,98 | 0,000 |
| Yabancı dil ağırlıklı lise | Anadolu Lisesi | -0,18 | 0,79 | 1,000 |
| | Mesleki ve teknik lise | 5,37* | 0,99 | 0,000 |
| Mesleki ve teknik lise | Anadolu Lisesi | -5,55* | 0,98 | 0,000 |
| | Yabancı dil ağırlıklı lise | -5,37* | 0,99 | 0,000 |

*p<0,05

Çizelge 4.18.'de okul türlerine göre öğrencilerin öğrenme yaklaşımları arasındaki farkın, mesleki ve teknik liselerden kaynaklandığı görülmektedir. Mesleki ve teknik lise öğrencilerinin, Anadolu Lisesi ve yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri ile arasındaki ortalama farkları anlamlı olup sırasıyla 5,55 ve 5,37'dir. Anadolu Lisesi öğrencileri ile yabancı dil ağırlıklı lise öğrencileri arasındaki ortalama farkının ise 0,18 olduğu ve anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Buna göre Anadolu Lisesi ve yabancı dil ağırlıklı lise öğrencilerinin, anlamlı öğrenme yaklaşımını mesleki ve teknik lise öğrencilerinden daha fazla tercih ettikleri ifade edilebilir. Öğrencilerin tercih ettikleri öğrenme yaklaşımlarının okul türlerine göre dağılımı Şekil 4.7.'de sunulmaktadır.



Şekil 4.7. Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarının okul türüne göre dağılımı.

Araştırmanın değişkenlerine ait çıkarımsal istatistikler, araştırmanın diğer üç problemi kapsamında incelenmektedir. İlgili araştırma problemleri aşağıda sunulmaktadır.

4. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı ilişki var mıdır?

5. Araştırma Problemi: Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezberle öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı olarak yordamakta mıdır?

6. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin en önemli yordayıcısı hangi değişkendir?

4.4. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeyleri, Mantıksal Düşünme Yetenekleri ve Öğrenme Yaklaşımları Arasındaki İlişkilere İlişkin Bulgular

4. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı ilişki var mıdır?

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri, mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı ilişkiler olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Değişkenlerin nasıl bir ilişki (negatif-pozitif ve güçlü-orta-zayıf vb.) içinde bulunduğunu ortaya koymak için uygulanan korelasyon analizinin sonuçları Çizelge 4.19.'da sunulmaktadır. Çizelge 4.19., her bir değişkenin birbirleri ile olan ilişkisini (Pearson korelasyon katsayısının değerini), bu ilişkilerin yönünü (pozitif veya negatif olma durumlarını) ve korelasyon katsayılarının anlamlılık derecelerini göstermektedir.

Çizelge 4.19. Değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayılarını gösteren matris.

| Değişkenler | GKAD | MDY | AÖY | EÖY |
|-------------|---------|---------|---------|-----|
| GKAD | - | | | |
| MDY | 0,473* | - | | |
| AÖY | 0,299* | 0,290* | - | |
| EÖY | -0,371* | -0,412* | -0,374* | - |

* Korelasyon katsayısı $r < 0,5$; $p < 0,05$.

Çizelge 4.19.'da genetik kavramları anlama düzeyinin, mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımı ile anlamlı ve pozitif yönde ilişkili olduğu; ezbere öğrenme yaklaşımı ile anlamlı ve negatif yönde ilişkili olduğu görülmektedir.

Genetik kavramları anlama düzeyi ile en yüksek korelasyona mantıksal düşünme yeteneği sahiptir. Mantıksal düşünme yeteneği ile genetik kavramları anlama düzeyi arasındaki ilişkinin ($r=0,473$; $p<0,05$), orta düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Buna göre öğrencilerin, mantıksal düşünme yetenekleri arttığında genetik kavramları anlama düzeylerinin de artma eğiliminde olduğu söylenebilir. Genetik kavramları anlama düzeyi ile mantıksal düşünme yeteneği arasında bulunan bu ilişkinin etki büyüklük değeri ise korelasyon katsayısı olan r değeri olup $0,47$ 'dir. Bu değer geniş bir etki büyüklüğünü ifade etmektedir (Cohen, 1988). Genetik kavramları anlama düzeyi ile anlamlı öğrenme yaklaşımı ($r=0,299$; $p<0,05$) ve ezbere öğrenme yaklaşımı ($r=-0,371$; $p<0,05$) arasında orta düzeyde ve anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Ancak genetik kavramları anlama düzeyi ile anlamlı öğrenme yaklaşımı arasındaki ilişki pozitif yönlü iken, ezbere öğrenme yaklaşımı ile arasındaki ilişki negatif yönlüdür. Buna göre öğrenciler, anlamlı öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerinde genetik kavramları anlama düzeylerinin artacağı, ezbere öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerinde ise genetik kavramları anlama düzeylerinin azalacağı ifade edilebilir. Genetik kavramları anlama düzeyi ile anlamlı ve ezbere öğrenme yaklaşımları arasındaki anlamlı bulunan bu ilişkilerin etki büyüklükleri sırasıyla $0,30$ ve $0,37$ olup, bu değerler, orta düzeyde etki büyüklüğünü ifade etmektedir (Cohen, 1988).

Mantıksal düşünme yeteneği ile anlamlı öğrenme yaklaşımı arasındaki ilişkinin ($r=0,290$; $p<0,05$) anlamlı ancak düşük düzeyde olduğu görülmektedir. İlişkinin pozitif yönlü olması, mantıksal düşünme yeteneği yüksek olan öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını tercih ettikleri anlamına gelmektedir. Mantıksal düşünme yeteneği ile ezberle öğrenme yaklaşımı arasındaki ilişki ($r=-0,412$; $p<0,05$) orta düzeyde, negatif yönlü ve anlamlı bir ilişkidir. Buna göre mantıksal düşünme yeteneği düşük olan öğrencilerin, ezberle öğrenme yaklaşımını tercih ettikleri söylenebilir. Mantıksal düşünme yeteneği ile anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezberle öğrenme yaklaşımı arasında anlamlı bulunan bu ilişkilerin etki büyüklükleri sırasıyla 0,29 ve 0,41 olup, bu değerler orta düzeyde etki büyüklüğünü ifade etmektedir (Cohen, 1988).

Çizelge 4.19.'da görülen bir başka korelasyon katsayısı anlamlı öğrenme yaklaşımı ile ezberle öğrenme yaklaşımı arasındaki ilişkiyi ($r=-0,374$; $p<0,05$) göstermektedir. Buna göre bu iki yaklaşım arasındaki ilişki orta düzeyde, anlamlı ve negatif yönlüdür. Bu durum beklenen bir sonuç olup, öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımları ile ezberle öğrenme yaklaşımlarının ters yönde ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımına ilişkin olarak yeni öğrenilen bilgileri önceki bilgileri ile ilişkilendirerek anlamlandırmaları, onların kavramları zihinlerinde bağlantılar kurmadan hafızalarına kaydetmelerini içeren ezberle öğrenme yaklaşımını tercih etmeyecekleri anlamına gelmektedir. Anlamlı öğrenme yaklaşımı ile ezberle öğrenme yaklaşımı arasındaki bu ilişkinin etki büyüklüğü ($r=0,37$) ise orta düzeydedir (Cohen, 1988).

Korelasyon analizine ilişkin bulgular göstermektedir ki ezberle öğrenme yaklaşımından ziyade anlamlı öğrenme yaklaşımının benimsenmesi ve yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olunması, öğrencilerin genetik kavramları daha iyi anlamalarını sağlamaktadır.

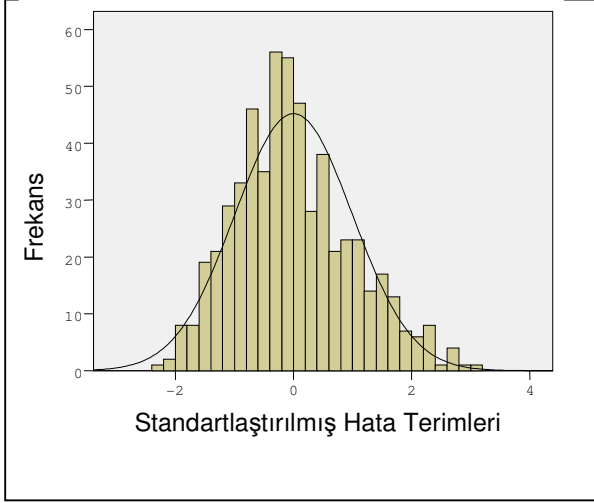
4.5. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerinin Mantıksal Düşünme Yeteneği ve Öğrenme Yaklaşımları Tarafından Yordanmasına İlişkin Bulgular

5. Araştırma Problemi: Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı olarak yordamakta mıdır?

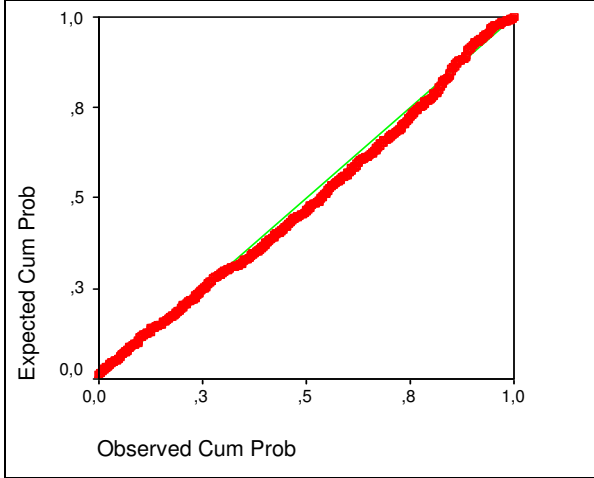
Öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, anlamlı öğrenme yaklaşımları ve ezbere öğrenme yaklaşımlarının birlikte genetik kavramları anlama düzeylerini yordama gücü araştırılmıştır. Genetik kavramları anlama düzeyi bağımlı değişken, mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı bağımsız değişkenlerdir. Bu probleme yanıt aramak için çoklu doğrusal regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bağımsız değişken sayısının çok olmaması sebebiyle tüm bağımsız değişkenlerin aynı anda modele alınması şeklinde yapılan –enter veya entry metodu olarak da bilinen- standart yaklaşım kullanılmıştır. Standart yaklaşımda tüm bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkileri incelenmektedir (Büyüköztürk, 2003; Kalaycı, 2006).

Araştırmanın üç bağımsız değişkeni olduğundan Tabachnick and Fidell (2007)'e göre örneklem büyüklüğünün, en az 107 ($N \geq 104 + m$; m =bağımsız değişken sayısı) olması gerekmektedir. Araştırmanın örneklem büyüklüğü, bu sayının üzerinde ($N=586$) olduğundan, örneklem büyüklüğü için gerekli varsayım karşılanmaktadır. Çoklu doğrusal regresyon modelinin kullanılabilmesi için yerine getirilmesi gereken varsayımlarının kontrolü artık analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Regresyon analizinin ilk temel varsayımı artıkların normal dağılıma sahip olup olmadığının test edilmesidir (Özdamar, 2004; Kalaycı, 2006). Artıkların normal dağılıp dağılmadığını kontrol etmek için standartlaştırılmış artıkların histogram ve P-P grafiğinin çizilmesi önerilmektedir (Field, 2005). Artıkların normal dağılımına ilişkin histogram grafiği Şekil 4.8.'de ve artıkların normal dağılımına ilişkin P-P grafiği de Şekil 4.9.'da sunulmaktadır.

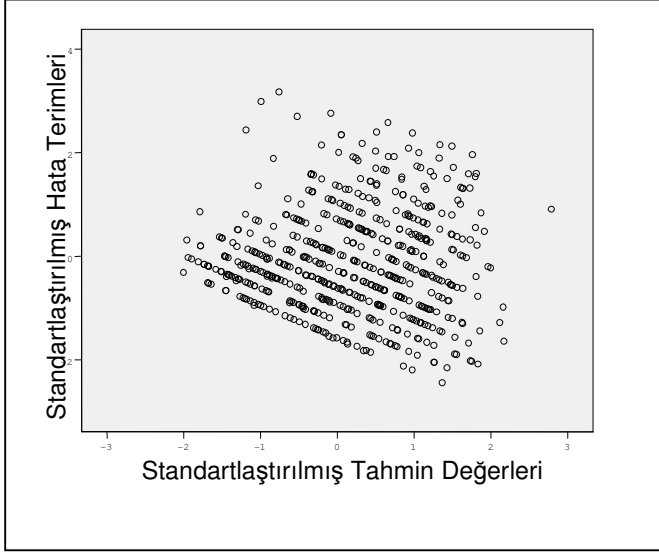


Şekil 4.8. Artıkların normal dağılımının histogram grafik gösterimi.



Şekil 4.9. Artıkların normal dağılımının P-P grafik gösterimi.

Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'daki grafikler incelendiğinde histogramın çan eğrisine benzer bir şekilde olduğu, doğru etrafındaki puanların nerdeyse düz bir çizgi halinde olduğu ve normallikten çok büyük sapmalar göstermediği görülmektedir. Böylece artıkların normal dağılıma sahip olması gerekliliği varsayımı karşılanmaktadır. Regresyon analizinin diğer önemli varsayımları kurulan modelin doğrusallık göstermesi ve bağımlı değişkenin varyansının homojen olmasıdır. Bu varsayımlar, verilerin saçılma diyagramı çizilerek incelenmiştir. Şekil 4.10.'da artıkların saçılma grafiği sunulmaktadır.



Şekil 4.10. Artıkların saçılma diyagramı.

Şekil 4.10. göstermektedir ki, veriler rasgele şekilde ve düzgün denebilecek biçimde sıfır değeri civarında yayılmaktadır. Bu doğrusallık varsayımının karşılanması anlamına gelmektedir. Öte yandan, grafik üzerindeki veriler huniye benzer bir şekil oluşturmadığı için, varyansın homojen olduğu ifade edilebilmektedir (Field, 2005).

Regresyon analizinin bir diğer varsayımı, veri setindeki gözlemler arasında otokorelasyon bulunmaması gerektiğidir. Bu durumda artıklar birbirleri ile korelasyon içinde bulunmamalı yani veri setindeki hatalar birbirinden bağımsız olmalıdır. Bu sorunun test edilmesi için Durbin-Watson (DW) testi kullanılmaktadır. DW test istatistiği 0 ile 4 arasında bir değer almaktadır. Genel bir kural olarak 1-3 arasında veya 2'ye yakın değerlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer aldığı belirtilmektedir (Field, 2005). Bu çalışmada, DW testi sonucunda 1,405 değeri bulunmuş olup, buna göre veriler otokorelasyon sorunu içermemektedir.

Regresyon analizinin önemli varsayımlarından bir diğeri de bağımsız değişkenlerin birbiriyle yüksek korelasyon göstermemesi gerektiğidir. Bağımsız değişkenler arasında 0,80 ve üzeri korelasyonların olması, çoklu doğrusallık probleminin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Büyüköztürk, 2003; Kalaycı, 2006). Çoklu doğrusallığı ifade eden bu sorununun test edilmesi için korelasyon analizi yapılmıştır. Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonların 0,80'in altında olduğu

(Çizelge 4.19.), böylece çoklu doğrusallık sorunu bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca çoklu doğrusallık teşhis testleri olan varyans artma faktörü (VIF) ve tolerans istatistiğine bakılmıştır. Çizelge 4.20.'de bağımsız değişkenlere ait tolerans ve VIF değerleri sunulmaktadır.

Çizelge 4.20. Regresyon modelinde çoklu doğrusallığı teşhis testlerinin sonuçları.

| Bağımsız değişkenler | Tolerans istatistiği | VIF istatistiği |
|----------------------------|----------------------|-----------------|
| Mantıksal düşünme yeteneği | 0,808 | 1,237 |
| Anlamli öğrenme yaklaşımı | 0,838 | 1,193 |
| Ezbere öğrenme yaklaşımı | 0,760 | 1,316 |

Çizelge 4.20.'de tolerans değerlerinin 0,20'nin üzerinde olduğu ve VIF değerlerinin de 10'dan çok daha küçük olduğu görülmektedir. Buna göre bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık sorunu bulunmamaktadır (Field, 2005).

Regresyon modelinin bir takım uç değerlerden etkilenip etkilenmediği sorusuna yanıt aramak için veri setindeki uç değerlerin incelenmesi gerekmektedir. Uç değerlerin tespit edilmesinde kullanılan istatistik metotlardan, Mahalanobis uzaklığı ve Cook uzaklığı incelenmiştir (Tabachnick and Fidell, 2007). Mahalanobis değerlerinin tamamının Ki-Kare tablo değerinden (Ki-Kare=16,268, Sd=3, p=0,001) küçük olduğu belirlenmiştir. Cook uzaklık değerlerinin de istenildiği gibi 1'in çok altında değerler aldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, regresyon katsayılarının uç değerlerden etkilenmediği anlamına gelmektedir (Field, 2005).

Regresyon analizinin varsayımları sağlandıktan sonra araştırmanın 5. alt problemini çözmek üzere, tüm bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkendeki varyansın ne kadarını açıkladığını araştırmak için regresyon analizi yapılmıştır. Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezber öğrenme yaklaşımı değişkenlerine göre genetik kavramları anlama düzeyinin yordanmasına ilişkin regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.21.'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.21. Genetik kavramları anlama düzeyinin yordanmasına ilişkin çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları.

| Değişkenler | B | Standart Hata _B | Standardize Edilmiş β | t | p | Korelasyonlar | | |
|---|--------|----------------------------|-----------------------------|--------|-------|---------------|---------|--------------|
| | | | | | | İkili r | Kısmi r | Yarı kısmi r |
| Sabit | 3,532 | 1,321 | - | 2,673 | 0,008 | | | |
| MDY | 0,433 | 0,048 | 0,364 | 9,101 | 0,000 | 0,473 | 0,359 | 0,327 |
| AÖY | 0,086 | 0,026 | 0,128 | 3,271 | 0,001 | 0,299 | 0,137 | 0,118 |
| EÖY | -0,117 | 0,028 | -0,173 | -4,204 | 0,000 | -0,371 | -0,175 | -0,151 |
| R=0,524 R ² =0,275 Düzeltilmiş R ² =0,271 F= 70,880* | | | | | | | | |

N=565; *p=0,000.

MDY: Mantıksal düşünme yeteneği

AÖY: Anlamalı öğrenme yaklaşımı

EÖY: Ezbere öğrenme yaklaşımı

Çizelge 4.21.'de mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı değişkenlerine göre genetik kavramları anlama düzeyinin yordanmasına ilişkin regresyon analizi sonuçları görülmektedir. Buna göre her bir bağımsız değişkenin, genetik kavramları anlama düzeyinin anlamlı birer yordayıcısı olduğu belirlenmiştir.

Varyans analizi sonucunun ($F=70,880$, $p=0,000$) anlamlı olması bağımsız değişkenlerin, genetik kavramları anlama düzeyine ilişkin açıkladığı varyansın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Analiz sonucuna göre mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı birlikte ele alındığında genetik kavramları anlama düzeyine ilişkin toplam varyansın %27'sini açıklamaktadır ($R=0,524$, Düzeltilmiş $R^2=0,271$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü Cohen's f^2 istatistiği kullanılarak hesaplanmış ve Cohen's f^2 değeri 0,38 olarak bulunmuştur. Bu değer, geniş bir etki büyüklüğüne sahip olduğu yönünde yorumlanmaktadır (Cohen, 1988).

Regresyon modeline ilişkin parametreler incelendiğinde standardize edilmiş regresyon katsayıları (β), yordayıcı değişkenlerin genetik kavramları anlama düzeyi üzerindeki önem sırasının; mantıksal düşünme yeteneği ($\beta=0,364$; $t=9,101$; $p<0,05$), ezbere öğrenme yaklaşımı ($\beta=-0,173$; $t=-4,204$; $p<0,05$) ve anlamlı öğrenme yaklaşımı ($\beta=0,128$; $t=3,271$; $p<0,05$) şeklinde olduğunu göstermektedir. Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde, tüm bağımsız değişkenlerin genetik kavramları anlama düzeyi üzerinde önemli birer yordayıcı olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Yordayıcı değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ikili ve kısmi korelasyonlar incelendiğinde, genetik kavramları anlama düzeyi ile mantıksal düşünme yeteneği arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişki ($r=0,473$) olduğu görülmektedir. Diğer değişkenler (anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı) kontrol edildiğinde genetik kavramları anlama düzeyi ile mantıksal düşünme yeteneği arasındaki korelasyonun yine orta düzeyde ancak $r=0,359$ olarak hesaplandığı görülmektedir. Aradaki fark, kontrol edilen anlamlı ve ezbere öğrenme yaklaşımlarının bağımlı değişkenle olan ilişkisi tarafından açıklanmaktadır.

Genetik kavramları anlama düzeyi ile anlamlı öğrenme yaklaşımı arasındaki pozitif ve orta düzeydeki ($r=0,299$) ilişki, aynı zamanda hem mantıksal düşünme yeteneği hem de ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından paylaşılmaktadır. Mantıksal düşünme yeteneği ve ezbere öğrenme yaklaşımı değişkenleri kontrol edildiğinde, genetik kavramları anlama düzeyi ile anlamlı öğrenme yaklaşımı arasındaki ilişkinin, $r=0,137$ olduğu görülmektedir.

Genetik kavramları anlama düzeyi ile ezbere öğrenme yaklaşımı arasında bulunan negatif ve orta düzeydeki ilişkinin ($r=-0,371$) ise diğer iki değişken (mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımı) kontrol edildiğinde, negatif ve düşük düzeyde ($r=-0,175$) olduğu görülmektedir. Bu durumda aradaki fark, ezbere öğrenme yaklaşımının, mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımı ile birlikte bağımlı değişkenle olan ilişkilerinden kaynaklanmaktadır.

Çoklu doğrusal regresyon analizinin sonucunda mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımının, genetik kavramları anlama düzeyini anlamlı ve pozitif yönde yordadığı, ezbere öğrenme yaklaşımının genetik kavramları anlama düzeyini anlamlı ve negatif yönde yordadığı belirlenmiştir.

4.6. Öğrencilerin Genetik Kavramları Anlama Düzeylerinin En Önemli Yordayıcısına İlişkin Bulgular

6. Araştırma Problemi: Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin en önemli yordayıcısı hangi değişkendir?

Mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı değişkenlerinden hangi değişkenin, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olduğunun belirlenmesi için regresyon analizi ile elde edilen yarı kısmi korelasyon katsayıları incelenmiştir. Yarı kısmi korelasyon katsayılarının kareleri, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki toplam varyansı tek başına ne kadar açıkladıklarını göstermektedir. Yarı kısmi korelasyon katsayılarının kareleri, mantıksal düşünme yeteneği değişkeni için $s^2=0,11$, anlamlı öğrenme yaklaşımı için $s^2=0,01$ ve ezbere öğrenme yaklaşımı için $s^2=0,02$ 'dir. Buna göre, mantıksal düşünme yeteneği tek başına, genetik kavramları anlama düzeyindeki toplam varyansın %11'ini açıklamaktadır. Ezbere öğrenme yaklaşımı tek başına toplam varyansın %2'sini, tek başına anlamlı

öğrenme yaklaşımı ise %1'ini açıklamaktadır. Buna göre toplam varyansın %14'ü, bu değişkenler tarafından tek başına açıklanmaktadır. Geriye kalan %13'lük (%27-14) varyans ise bu değişkenler tarafından paylaşılan varyanstır. Bağımsız değişkenlerin genetik kavramları anlama düzeyine ilişkin olarak açıkladıkları toplam varyansı nasıl paylaştıklarını belirleyebilmek için aşamalı (stepwise) regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Aşamalı regresyon analizi sonuçlarına göre, genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın %22'sini mantıksal düşünme yeteneği, %4'ünü ezbere öğrenme yaklaşımı ve %1'ini de anlamlı öğrenme yaklaşımının açıkladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, çalışmada araştırılan değişkenlerden genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olarak mantıksal düşünme yeteneği bulunmuştur.

5. SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde, bir önceki bölümde yer alan bulgular yorumlanmakta ve araştırma sonuçları tartışılmaktadır. Tartışmalar doğrultusunda öğrencilerin genetik kavramları anlamalarını geliştirmeye yönelik öneriler sunulmaktadır.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile mantıksal düşünme yetenekleri ve öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bu temel amacı kapsamında ortaöğretim öğrencilerinin, genetik konularında yer alan temel kavramları anlama düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin, mantıksal düşünme yetenekleri ile öğrenme yaklaşımları belirlenerek bu değişkenlerin, genetik kavramları anlama düzeyleri ile ilişkileri araştırılmıştır. Genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın ne kadarının, mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezber öğrenme yaklaşımı değişkenleri tarafından açıklandığı araştırılmış ve bu değişkenler arasından hangisinin, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, ortaöğretim öğrencilerinin, genetiğin temel kavramlarını anlamalarını belirlemek için iki aşamalı genetik kavram testi geliştirilmiştir. Testin uygulanması ile öğrencilerin ilgili kavram ve konular hakkında sahip oldukları bilgiler ve bu bilgilerini dayandırdıkları nedenler araştırılmıştır. Sonuçlar, ortaöğretim öğrencilerinin, genetik ile ilgili konuların öğretiminden sonra bu konularla ilgili uygun ve yeterli bir kavramsal anlama geliştiremediklerini göstermiştir.

Öğrencilerin, en yüksek puanın 14 olduğu iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların ortalaması 4,84 olarak belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin yarısından fazlasının (%54), bu testten, 0–4 aralığında puan aldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin sadece %1'i, testte yer alan tüm maddeleri doğru cevaplarken, hiçbir maddeye doğru cevap veremeyen öğrencilerin oranı %8 olarak bulunmuştur. Testte yer alan her bir maddenin, aşamalarına verilen cevaplar incelendiğinde, ilk aşamalara verilen doğru cevap oranlarının %23,5 ile %70,5 arasında olduğu; maddelerin her iki aşamasına birden verilen doğru cevap oranlarının %16,7 ile %56,5 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, maddelerin -içerik sorularının yer

aldığı- birinci aşamasını doğru cevaplayan öğrencilerin, maddelerin –nedenlerinin sorulduğu- ikinci aşamasını aynı oranda doğru cevaplayamadıklarını göstermektedir. Bu bulgu, öğrencilerin genetik kavramlarla ilgili olarak bazı bilgilere sahip olduklarını ancak bu bilgilerin altında yatan nedenleri anlamadıklarını veya yanlış anladıklarını göstermektedir. Gilbert (1977) dört veya beş seçenekli bir çoktan seçmeli test maddesine, öğrencilerin %75'inin doğru cevap vermesini yeterli bir anlama olarak değerlendirmektedir (Odom and Barrow, 1995). İki aşamalı genetik kavram testinde yer alan maddelere verilen doğru cevap oranları %75'in altında bulunduğundan, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin yetersiz olduğunu söylemek mümkündür. Öğrencilerin, iki aşamalı genetik kavram testinden aldıkları puanların ve test maddelerinin her birine verdikleri doğru cevap yüzdelerinin düşük olması, ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramları anlama düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini etkileyen değişkenler incelendiğinde, mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımının anlamlı birer yordayıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen bulgular, genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın %27'sinin mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından açıklandığını göstermiştir. Mantıksal düşünme yeteneği ve anlamlı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini pozitif yönde yordarken, ezbere öğrenme yaklaşımının negatif yönde yordadığı belirlenmiştir. Ayrıca genetik kavramları anlama düzeyi üzerinde en fazla öneme sahip olan değişkenin mantıksal düşünme yeteneği, ardından sırasıyla ezbere öğrenme yaklaşımı ve daha sonra anlamlı öğrenme yaklaşımı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada araştırılan değişkenler arasından, genetik kavramları anlama düzeyinin en önemli yordayıcısı olarak bulunan mantıksal düşünme yeteneğinin, genetik kavramları anlama düzeyindeki varyansın %22'sini açıkladığı belirlenmiştir. Soyut, mantıklı ve varsayıma dayalı olarak düşünmeyi gerektiren mantıksal düşünme işlemlerini gerçekleştirebilme, öğrencilerin temel genetik kavramları anlamalarına anlamlı ve pozitif bir etki yapmıştır. Bu sonuç, mantıksal

düşünme yeteneği yüksek olan öğrencilerin, genetik kavramları anlama düzeylerinin de yüksek olacağını göstermektedir.

Çalışmada kullanılan iki aşamalı genetik kavram testi, öğrencilerin, soyut olan genetik kavramları anlamalarını ve kavramlar arasında mantıklı ilişkiler kurabilmelerini ölçmeye yönelik maddeler içermektedir. Öğrencilerin, soyut kavramları anlamalarının ve kavramlar arasında mantıklı ilişkiler kurabilmelerinin yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneği gerektirdiği çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Lawson and Renner, 1975; Lawson et al., 2006). Bu nedenle, mantıksal düşünme yeteneği yüksek olan öğrencilerin iki aşamalı genetik kavram testinden yüksek puanlar almaları, mantıksal düşünme yeteneği düşük olan öğrencilerin iki aşamalı genetik kavram testinden düşük puanlar almaları beklenen bir sonuçtur. Çalışmada elde edilen bulgular, öğrencilerin %35'inin yüksek, %29'unun orta ve %36'sının düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Lawson and Renner (1975), düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, soyut düşünme gerektiren kavramları öğrenmede güçlükler yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda mantıksal düşünme yetenekleri düşük bulunan öğrencilerin, soyut olan genetik kavramları birbirleri ile ilişkilendiremediklerinden, iki aşamalı genetik kavram testinden düşük puanlar aldıkları belirlenmiştir. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışmada, Gipson et al. (1989) genetik problemleri çözmeye yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, düşük düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilere göre daha başarılı olduklarını belirlemişlerdir. Genetik kavramların soyut olması, problemlerin mantıksal işlemler gerektirmesi ve olayların ilişkili süreçler içermesi nedeniyle genetik kavramları anlama düzeyi ile mantıksal düşünme yeteneği arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişkinin ($r=0,473$, $p<0,05$) bulunması beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Bu sonuç, mantıksal düşünme yeteneği ve başarı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların sonuçları ile tutarlık göstermektedir. Örneğin Lawson (1982) araştırmasında mantıksal düşünme yeteneği ile fen ve matematik başarısı arasında anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak başarıyı artırmak için mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesine yönelik çaba sarf etmenin zorunlu olduğunu belirtmektedir. Mantıksal düşünme yeteneği ile başarı ve kalıcılığın ilişkili olduğunu belirleyen Tobin and Capie (1982),

araştırmalarında elde ettikleri bu bulgunun, fen başarısında mantıksal dūřünme yeteneğinin önemini vurguladığını ifade etmektedirler.

Öęrencilerin bilişsel gelişim düzeylerinin, genetik başarılarında etkili olduğu ve mantıksal dūřünme yeteneğinin eksik olmasının, öğrencilerin genetik başarılarını sınırlayan önemli bir faktör olduğu ifade edilmektedir (Lawson and Thompson, 1988). Bu çalışmanın sonucunda da mantıksal dūřünme yeteneğinin, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı olarak yordadığı belirlenmiştir. Mantıksal dūřünme yeteneğinin, fen kavramlarını anlamada önemli bir yordayıcı olduğu sonucunu destekleyen çeşitli araştırmalar mevcuttur. Örneęin, Cavallo (1996) çalışmasında, mantıksal dūřünme yeteneğinin, genetik problemleri çözmekteki başarının en önemli yordayıcısı olduğunu belirlemiştir. Mantıksal dūřünme yeteneğinin, genetik problemlerle ilgili test puanlarındaki varyansın %9'unu açıkladığı rapor edilmiştir. Bir diğer çalışmada Lawson and Thompson (1988) öğrencilerin, genetik ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığı sayısını yordayan tek değişkenin, mantıksal dūřünme yeteneği olduğunu belirlemişlerdir. Mantıksal dūřünme yeteneğinin tek başına, genetik ile ilgili kavram yanılığı test puanlarındaki toplam varyansın %18'ini açıkladığı ifade edilmiştir. Johnson and Lawson (1998) araştırmalarında, öğrencilerin biyoloji başarılarının en önemli yordayıcısının mantıksal dūřünme yeteneği olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar mantıksal dūřünme yeteneğinin, sunuş yoluyla öğretim stratejilerinin kullanıldığı sınıflarda biyoloji başarısındaki varyansın %18,8'ini, araştırma yoluyla öğretim stratejilerinin kullanıldığı sınıflarda %7,2'sini açıkladığını belirlemişlerdir. Bu sonuç, farklı öğretim stratejileri kullanıldığında da mantıksal dūřünme yeteneği ile başarı arasında pozitif yönde ilişkiler bulunduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada ayrıca, mantıksal dūřünme yeteneği ile öğrenme yaklaşımları arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu belirlenmiştir. Mantıksal dūřünme yeteneği ile anlamlı öğrenme yaklaşımı arasında pozitif yönlü bir ilişki ($r=0,29$, $p<0,05$), ezbere öğrenme yaklaşımı ile arasında negatif yönlü bir ilişki ($r=-0,41$, $p<0,05$) olduğu görülmüştür. Bu sonuç, mantıksal dūřünme yetenekleri yüksek olan öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerini, mantıksal dūřünme yetenekleri düşük olan öğrencilerin ezbere öğrenme yaklaşımını tercih ettiklerini

göstermektedir. Mantıksal düşünmenin, kavramlar arasında mantıklı ilişkiler kurmayı kolaylaştırdığı, anlamlı öğrenmenin de ön bilgiler ile yeni bilgiler arasında ilişkiler kurulmasıyla gerçekleştiği göz önünde bulundurulduğunda, elde edilen bu bulgu beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Ulaşılan bu sonuçlar Yenilmez (2006) ve Başer (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Yenilmez (2006), öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ile anlamlı öğrenme yaklaşımları arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki bulunduğunu, Başer (2007) ise mantıksal düşünme yeteneği ile ezbere öğrenme yaklaşımı arasında negatif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğunu belirlemiştir. Bu sonuçların, Cavallo (1996) tarafından gerçekleştirilen bir araştırma sonucu ile tutarlılık göstermediği belirlenmiştir. Cavallo, mantıksal düşünme yeteneği ile öğrenme yaklaşımı arasında bir ilişki bulunmadığını, elde ettiği bu bulgunun ise beklenmedik ve ilginç bir sonuç olduğunu ifade etmiştir.

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri üzerinde, mantıksal düşünme yeteneğinden başka öğrenme yaklaşımlarının da önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre genetik kavramları anlamadaki varyansın %4'ü ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından, %1'i de anlamlı öğrenme yaklaşımı tarafından açıklanmaktadır. Genetik kavramları anlama düzeyi üzerinde, ezbere öğrenme yaklaşımının negatif yönlü, anlamlı öğrenme yaklaşımının ise pozitif yönlü bir etkisinin olduğu görülmüştür. Bu sonuç, anlamlı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin, genetik kavramları anlama düzeylerinin, ezbere öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilere göre yüksek olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeyleri ile öğrenme yaklaşımları arasındaki ilişkiler incelendiğinde, anlamlı öğrenme yaklaşımı ile genetik kavramları anlama düzeyi arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki ($r=0,30$, $p<0,05$) olduğu; ezbere öğrenme yaklaşımı ile genetik kavramları anlama düzeyi arasında anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki ($r=-0,37$, $p<0,05$) bulunduğu belirlenmiştir. Genetik birbiri ile ilişkili konular ve kavramlar içerdiğinden, öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını benimsemelerinin -kavramlar arasında ilişkiler kurarak ve yeni bilgileri önbilgileri ile bütünleştirerek öğrenmelerinin-, genetik kavramları anlama düzeylerini arttırması beklenen bir sonuçtur. Diğer taraftan, öğrenciler bilgileri birbiri ile ilişkilendirmeden, parça parça zihinlerine

kaydettiklerinde yani ezbere öğrenme yaklaşımını benimsediklerinde genetik kavramları anlama düzeylerinin düşük olması da yine tahmin edilen bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, öğrenme yaklaşımları ile başarı arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Örneğin öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularını anlamaları ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmada Yenilmez (2006), öğrencilerin kavramları anlamaları ile anlamlı öğrenme yaklaşımlarının pozitif yönde, ezbere öğrenme yaklaşımlarının negatif yönde ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımları ile genetik konularını anlamadaki başarıları arasındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmada, Cavallo and Schafer (1994) anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler bulunduğunu belirlemişler ve öğrencilerin genetiği anlamalarında öğrenme yaklaşımının anlamlı bir yordayıcı değişken olduğunu ifade etmişlerdir. BouJaoude (1992) kimya konularındaki yanlış anlamalara ilişkin öğrenci başarısındaki varyansın, istatistiksel olarak anlamlı bir oranda öğrenme yaklaşımı tarafından açıklandığını belirlemiştir. Atay (2006) öğrenme evresi sınıflarında öğrenim gören öğrencilerin genetik başarılarının en önemli yordayıcısının, öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımları olduğunu belirlemiştir. Başer (2007) Ulusal Program öğrencilerinin, ezbere öğrenme yaklaşımlarının, mitoz ve mayoz konularındaki başarılarına negatif bir etkisi olduğunu ve başarıdaki varyansın %2'sinin ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından açıklandığını belirlemiştir.

Çalışmada mantıksal düşünme yeteneği, anlamlı öğrenme yaklaşımı ve ezbere öğrenme yaklaşımı birlikte ele alındığında, genetik kavramları anlamadaki varyansın %27'sini açıkladıkları ortaya çıkmıştır. Bu varyansın büyük bir bölümü (%22) mantıksal düşünme yeteneği değişkeni tarafından, kalan varyansın (%5) ise öğrenme yaklaşımları tarafından açıklandığı belirlenmiştir. Bu önem sıralamasına ilişkin bulgular, aynı değişkenlerin bir arada incelendiği çeşitli araştırma sonuçları ile tutarlık gösterirken bir araştırma sonucu ile uyuşmamaktadır. Cavallo (1996) genetik problemler ile ilgili test puanlarındaki varyansın %9'unu mantıksal düşünme yeteneğinin, %5'ini ise öğrenme yaklaşımının açıkladığını belirlemiştir. Aynı çalışmada elde edilen bir diğer bulguya göre, genetik kavramlar arasındaki ilişkileri anlamadaki varyansın %13'ünün öğrenme yaklaşımları tarafından, %3'ünün mantıksal düşünme yeteneği tarafından açıklanmasının ilginç bulunduğu ifade edilmiştir. BouJaoude et al. (2004) mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme

yaklaşımlarının, öğrencilerin kavramsal kimya problemlerini çözümedeki başarılarını yordamada önemli birer değişken olduklarını belirlemişler ve regresyon katsayılarına göre mantıksal düşünme yeteneğinin, öğrenme yaklaşımından daha önemli bir değişken olduğunu ortaya koymuşlardır. Başer (2007) Ulusal program öğrencilerinin, mitoz ve mayoz konularını anlamadaki varyansın %11'inin mantıksal düşünme yeteneği, %2'sinin ezbere öğrenme yaklaşımı tarafından açıklandığını belirlemiştir. Yenilmez (2006) kavramsal değişim yönteminin kullanıldığı sınıflarda, öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konusunu anlamalarını yordamadaki önem sırasına göre mantıksal düşünme yeteneğinin, anlamlı öğrenme yaklaşımından önce geldiğini ortaya koymuştur. Atay (2006) geleneksel yaklaşım sınıflarında, öğrencilerin genetik konularını anlamalarını yordamada mantıksal düşünme yeteneğinin öğrenme yaklaşımından daha önemli bir değişken olduğunu belirlemiştir. İlgili araştırma sonuçlarında olduğu gibi bu çalışmanın sonucunda da yordayıcı değişkenlerin, genetik kavramları anlama düzeyini yordamadaki önem sırasının, mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımları şeklinde olduğu belirlenmiştir. Genetik kavramların varsayıma dayanan soyut kavramlar olması ayrıca genetik konularının ilişkisel ve birleşik düşünmeyi gerektiren konular içermesi nedeniyle, genetik kavram ve konularının anlaşılması yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneği gerektirmektedir. Ancak yüksek düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip öğrencilerin, genetik kavramları tam ve doğru olarak anlamaları için aynı zamanda uygun ve tutarlı bilgilere sahip olmaları gerekmektedir. Bu da öğrencilerin anlamlı öğrenme yaklaşımını benimsemeleri ile mümkündür. Çalışmada elde edilen sonuçlar da, hem mantıksal düşünme yeteneğinin hem de öğrenme yaklaşımlarının, öğrencilerin genetik kavramları anlamalarında etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmada ayrıca öğrencilerin, genetik konuları ile ilgili sahip oldukları bilgiler ve bu bilgilerin kaynağının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla öğrencilerin iki aşamalı genetik kavram testinde yer alan maddelere verdikleri cevaplar ve görüşmelerden elde edilen veriler incelenmiştir. Genel bir sonuç olarak öğrencilerin genetiğin temel kavramları hakkında yanlış ve tutarsız bilgilere sahip oldukları, kavramlar arasındaki ilişkileri kurmakta güçlükler yaşadıkları ve genetik olayların altında yatan süreçleri tam olarak anlamadıkları ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, yapılan çok sayıda araştırma sonucu ile benzerlik göstermektedir (Finley

et al., 1982; Stewart, 1982; Kindfield, 1991; Bahar et al., 1999; Banet and Ayuso, 2000; Marbach-Ad and Stavy, 2000; Tekkaya vd., 2001; Rotbain et al., 2005; Duncan and Reiser, 2007).

İki aşamalı genetik kavram testi ve görüşmelerden elde edilen bulgular, bazı öğrencilerin gen, DNA ve kromozom kavramlarını karıştırdıklarını ve bu nedenle kavramlar arasındaki ilişkileri doğru olarak açıklayamadıklarını göstermiştir. Örneğin öğrencilerden bazılarının, DNA'nın kromozomlardan oluştuğunu ya da kromozomların DNA'da bulunduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin çoğu, genlerin DNA'dan oluştuğunu ifade etmişlerdir. Benzer olarak Lewis et al. (2000c), gen ve kromozom kavramlarının sıklıkla yer değiştirilerek kullanıldığını belirlemişlerdir. Bir başka araştırmanın sonucunda öğrencilerin, gen, DNA ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiler hakkında oldukça fazla karışıklık yaşadıkları ifade edilmiştir (Wood-Robinson et al., 2000). Çalışmada yer alan öğrencilerin karışıklık yaşadığı bir diğer konu, genlerin buldukları yer ile ilgilidir. Herhangi bir özelliği belirleyen genlerin, bütün hücrelerde bulunduğu bilgisini ölçmeye yönelik test maddeleri ile elde edilen bulgular, öğrencilerin eğer doğru cevabı biliyorlarsa cevaba ait nedeni de bildiklerini göstermiştir. Ancak yanlış cevaplar incelendiğinde, genlerin sadece eşey hücrelerinde bulunduğu görüşüne sahip öğrencilerin oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer bulguların elde edildiği bir diğer çalışmada Lewis et al. (2000c) çok sayıda öğrencinin, sadece belirli hücrelerin özellikle de üreme sisteminde yer alan hücrelerin, genetik bilgi içerdiğine inandıkları sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca ilgili sorulara verilen cevaplar, bazı öğrencilerin, herhangi bir özelliği belirleyen genin, sadece o özelliğe sahip hücre, doku ya da organda bulunduğunu düşündüklerini ortaya çıkarmıştır. Bu öğrenciler, her hücrenin sadece kendine özgü genler içerdiğine inanmaktadırlar. Bir başka çalışmada da öğrencilerin çoğunun, her hücre tipinin farklı genlere sahip olduğuna inandıkları belirlenmiştir (Hackling and Treagust, 1984). Bu çalışmada yer alan çok sayıda öğrenci, hücrelerin fonksiyonlarına göre farklı genetik bilgi taşıdıklarını ifade etmişlerdir. Benzer olarak bir diğer araştırma sonucuna göre öğrenciler, hücrelerin, sadece görevlerini yerine getirmek için ihtiyaç duyduğu genetik bilgiyi içerdiğini düşünmektedirler (Lewis et al., 2000a). Ayrıca çalışmada, öğrencilerin çok büyük bir bölümünün, eşey kromozomlarının, sadece eşey hücrelerinde veya üreme organlarında bulunduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bu

bulgu ile paralellik gösteren diğer araştırmaların sonuçlarına göre, öğrenciler, sadece eşey hücrelerinin kromozomları taşıdığını, bu kromozomların da ya X ya da Y olduğunu düşünmektedirler (Lewis et al., 2000b; Chattopadhyay, 2005).

Öğrencilerin neredeyse tamamının, eşey kromozomları olan X ve Y kromozomlarının, cinsiyeti belirlediğine ilişkin soruları doğru cevapladıkları görülmüştür. Ancak öğrencilerin, kromozomların görevleri hakkında başka bilgilerinin olmadığı bu nedenle kromozomlar denildiğinde sadece eşey kromozomlarını algıladıkları belirlenmiştir. Lewis and Wood-Robinson (1998) yaptıkları araştırmada, “kromozomlar neden önemlidir?” sorusuna karşılık olarak çoğunlukla “cinsiyeti belirler” cevabını almışlardır. Bu bulguyla bağlantılı olarak öğrencilerin, bütün hücrelerde hem eşey kromozomlarının hem de vücut kromozomlarının bulunduğunun farkında olmadıkları anlaşılmıştır. Kromozom sayısı ile ilgili genetik problemlerin çözümünde öğrencilerin, matematiksel işlemler gerektiren durumlarda oldukça başarılı oldukları görülmüştür. Ancak hücrelerdeki kromozom sayısının nasıl düzenlendiğini açıklamakta güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin mitoz ve mayozun özelliklerine ilişkin soruları genellikle doğru cevapladıkları ancak, mitoz ve mayozun kalıtım ile ilişkilendirildiği sorularda başarısız oldukları belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan öğrencilerin, genetik kavramlar ile ilgili görüşlerini ortaya koyan bu bulgular, öğrencilerin bu kavramların yapısı, yeri ve kavramlar arasındaki ilişkiler hakkında yanlış ve eksik bilgilere sahip olduklarını göstermektedir. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasında çeşitli faktörlerin etkisi olduğu görülmüştür. Bu faktörlerden biri öğretim programıdır. Genetik kavramlar, öğretim programında farklı bölüm başlıkları kapsamında öğretilmektedir. Öğrenciler, farklı konular içerisinde öğrendikleri genetik kavramların arasındaki ilişkileri kurmakta güçlük yaşamaktadırlar. Örneğin, DNA, genetik bilgi taşıyan moleküller bölümü kapsamında öğretilirken, gen ve kromozom kavramları, kalıtım bölümünde yer almaktadır. Çalışmada da öğrencilerin, gen ve kromozom arasındaki ilişkileri kısmen bildikleri ancak DNA'nın bu kavramlar arasındaki konumu hakkında genellikle yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca hücre bölünmeleri, hücre bölümü kapsamında öğretilmekte ve genetik konuları içerisinde yer almamaktadır. Bu durum öğrencilerin, mitoz ve mayoz ile kalıtım arasındaki

ilişkileri kuramamalarına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda ise çok sayıda öğrencinin, her hücrenin farklı genlere sahip olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Hackling and Treagust (1984), öğrencilerden bazılarının, bireyin büyümesi ve gelişimi sırasında oluşan yeni vücut hücrelerinin, zigot ile aynı genlere sahip olmasının mitoz bölünme ile sağlandığını bilmediklerini belirtmektedirler. Araştırmacılar, bu çalışmanın sonucunda olduğu gibi, çok az öğrencinin, her hücrenin aynı genlere sahip olduğunu anladıklarını belirlemişlerdir. Sonuç olarak genetik kavramların, öğretim programında farklı bölümler kapsamında yer alması dolayısıyla, öğrenciler bu kavramlar arasındaki ilişkileri kurmakta güçlük yaşamakta ve yeterli bir anlama sergileyememektedirler.

Öğrencilerin, genetik kavramları anlamada güçlük yaşamalarının bir diğer nedenin, genetik terminolojisi olduğu belirlenmiştir. Genetiğin kendine ait teknik bir kelime hazinesi mevcuttur (Pearson and Hughes, 1988a). Çok sayıda eş anlamlı kavram ve yazılışta birbirine benzeyen kelimeler içeren genetik terminolojisine, zamanla yeni gelişmelere paralel olarak bazı terimler eklenmekte veya bazı terimler artık kullanılmamaktadır. Bu nedenlerle, genetik terimler, öğrencilerin, genetiği anlamalarını güçleştiren bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan görüşmelerde de öğrencilerin çoğu, genetik kavramların kendilerine yabancı geldiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca kelimelerin birbirine benzemesi ve ifadelerin anlamlarının da benzer olması öğrencilerin karışıklıklar yaşamalarına neden olmaktadır. Genetik konuları ile ilgili olarak yapılan bir başka araştırmada aynı sonuç vurgulanmış ve birbirine benzeyen kelimelerin karışıklığa yol açtığı ifade edilmiştir (Bahar et al., 1999). Diğer taraftan, genetik kavramların, ders kitaplarında ve öğretmenler tarafından yanlış veya dikkatsiz kullanılması da öğrencilerin bu kavramları tam olarak anlayamamalarına yol açmaktadır. Pearson and Hughes (1988b), çalışmalarında, çeşitli ders kitaplarını incelemişler ve yanlış kullanılan genetik kavramları belirlemişlerdir. Araştırmacılar, ortaya çıkan bu sonucun, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin genetik kavramlarla ilgili karışıklıklar yaşamalarına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Genetiğin çok sayıda yabancı ve benzer terim içermesi veya bunların yanlış ifade edilmesi, öğrencilerin genetik kavramları karıştırmalarına ve tam olarak anlayamamalarına yol açmaktadır.

İki aşamalı genetik kavram testi ile görüşmelerden elde edilen bulgular, öğrencilerin genetik kavramlarla ilgili olarak bazı bilgilere sahip olduklarını ancak bu bilgilerin nedenini açıklayamadıklarını göstermiştir. Bu sonuç, öğrencilerin genetik ile ilgili olguları, kavramları ve olayları kısmen bildiklerini fakat genetik kavramlar arasındaki ilişkileri kuramadıklarını ve genetik olayların temelindeki süreçleri anlayamadıklarını ortaya koymaktadır. Bu sonuca yol açan önemli faktörlerden birinin üniversiteye giriş sınavı olan Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Sınavı olduğu anlaşılmıştır. Sınavın çoktan seçmeli sorulardan oluşması ve sınav kapsamında yer alan biyoloji soru sayısının düşük olması (%8) öğrencilerin çalışma yaklaşımlarını ve öğrenme süreçlerini oldukça etkilemektedir. Son üç yılın konulara göre ÖSS soru dağılımında 180 sorudan ortalama 4'ü hücre bölünmeleri ve genetik ile ilgilidir. Bu sayının düşük olması ve öğrencilerin genetik konuları zor bulmaları nedeniyle bazı öğrenciler tarafından genetik konuları göz ardı edilebilmektedir. Soyut kavramlar ve karmaşık ilişkiler içeren genetik konuları öğrenmek, öğrenciler için diğer konulara göre daha fazla zaman ve çaba gerektirmektedir. Bu durumda bazı öğrenciler, genetik konularını yüzeysel ve ezbere öğrenme yoluna gitmektedirler. Yapılan bir araştırmada öğrencilerin, genetik konularını ayrı ayrı, ilişkilendirmeden, kavramları yapılandırmadan öğrenme eğiliminde oldukları ifade edilmiştir (Cavallo, 1996). Ancak genetik kavramların ezbere öğrenilmesi, öğrencilerin bu kavramları karşılaştıkları farklı problem durumlarında kullanmada başarısız olmaları ile sonuçlanmaktadır. Bu sonuç, çalışmada elde edilen bir bulguyla desteklenmektedir. Ezbere öğrenme yaklaşımı ile genetik kavramları anlama düzeyi arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiş, buna göre ezbere öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin düşük olduğu ortaya konulmuştur. Buna karşılık anlamlı öğrenme yaklaşımını benimseyen öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin yüksek olduğu elde edilen bir diğer önemli bulgudur. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini pozitif yönde etkileyen bir diğer değişkenin mantıksal düşünme yeteneği olduğu yine çalışmada ortaya çıkarılan bir başka önemli bulgudur. Sonuç olarak, anlamlı öğrenme yaklaşımının ve mantıksal düşünme yeteneğinin geliştirilmesinin, öğrencilerin genetik kavramları tam olarak anlamalarını sağlamada önemli olduğunu söylemek mümkündür.

5.2. Öneriler

Genetik konularının, birbiri ile ilişkili kavramlar içermesinin yanı sıra soyut kavramlar ve gözlenemeyen teorik olaylar içermesi, öğrencilerin genetiği anlamalarını zorlaştıran bir neden olarak ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin bu zorluklarla başa çıkabilmeleri için soyut ve varsayıma dayalı olarak düşünebilmeleri ayrıca kavramlar arasında mantıklı ilişkiler kurabilmeleri gerekmektedir. Bu da öğrencilerin belirli düzeyde mantıksal düşünme yeteneğine sahip olmaları ile mümkündür. Bu çalışmanın sonucunda da mantıksal düşünme yeteneğinin, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı ve pozitif yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin geliştirilmesi ile genetik kavramları anlama düzeylerinin artırılmasının olası olduğu söylenebilir. Mantıksal düşünme yeteneğinin eksik olmasının başarıyı sınırlayan bir faktör olduğu göz önünde bulundurulmalı ve öğrencilerin, mantıksal düşünme yeteneklerini geliştirmeye yönelik uygulamalar düzenlenmelidir.

Çalışmada elde edilen bir diğer sonuca göre, öğrencilerin öğrenme yaklaşımları genetik kavramları anlama düzeylerini anlamlı olarak etkilemektedir. Öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerinin, ezbere öğrenme yaklaşımını benimsediklerinde azaldığı, anlamlı öğrenme yaklaşımını benimsediklerinde ise arttığı belirlenmiştir. Buna göre, öğrencilerin ezbere öğrenmelerinin önüne geçilmeli, anlamlı öğrenme yaklaşımını benimsemeleri teşvik edilmelidir. Anlamlı öğrenmelerin gerçekleşebilmesi için yeni konuların öğretime geçilmeden önce öğrencilere önceki bilgilerinin hatırlatılmasının ve yeni bilgiler ile ilişkiler kurmalarının sağlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin yeni bilgiler ile ön bilgileri arasında ilişkiler kurmalarını kolaylaştıracak çeşitli yöntem ve tekniklerin kullanılması ile öğrenciler anlamlı öğrenmeye yönlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerin aktif katılımı ile gerçekleştirilecek bir öğretimin anlamlı öğrenmeyi teşvik etmesi beklenmektedir. Ezbere öğrenmenin engellenebilmesi için de, soyut olan kavramların görselleştirilmesi yoluna gidilmelidir. Ayrıca terminolojinin, öğrencilerin kolaylıkla öğrenebilecekleri biçimde kullanılmasının, ezbere öğrenmenin önüne geçilmesinde etkili olacağına inanılmaktadır.

Bu çalışmada ortaöğretim ğrencilerinin, genetiğin temel kavramlarını anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İleride yapılacak olan çalışmalarda, öğrencilerin genetik olaylar ile ilgili anlama düzeylerinin belirlenmesi ile elde edilebilecek bulgular, öğrencilerin genetiği bütünüyle daha iyi anlamalarını sağlamaya yönelik sonuçlar sağlayabilir. Çalışmada ğrencilerin sahip oldukları eksik ve yanlış bilgiler ortaya çıkarılmıştır. Bu bilgilerin, genetik kavramlar ile ilgili sahip olunan eksiklik ve yanlışlıkların giderilmesine yönelik yapılacak çalışmalara kaynaklık etmesi bakımından faydalı olacağına inanılmaktadır. Çalışmada ğrencilerin genetik kavramları anlamalarını belirlemek amacıyla kullanılan iki aşamalı genetik kavram testinin geliştirilmesi aşamalarına detaylı olarak yer verilmiştir. Bu bilgilerin, farklı konularla ilgili iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde yol gösterici olması beklenmektedir. Çalışmada bilişsel değişkenlerden mantıksal düşünme yeteneği ve öğrenme yaklaşımlarının, öğrencilerin genetik kavramları anlama düzeylerine etkileri araştırılmıştır. Diğer bilişsel ve güdüsel değişkenlerin, genetik konularını anlamaya etkilerinin araştırılması ile daha kapsamlı sonuçlara ulaşmak mümkündür. Çalışmada sunulan bilgilerin ve elde edilen sonuçların, ileride yapılacak olan ilgili araştırmalara kaynaklık etmesi ve faydalı olması umulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L., 1994, A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 147-165.
- Arıkan, R., 2005, *Araştırma Teknikleri ve Rapor Hazırlama* (5. Baskı), Asil Yayın, Ankara, 400s.
- Atay, P. D., 2006, *Relative Influence of Cognitive and Motivational Variables on Genetic Concepts in Traditional and Learning Cycle Classrooms*, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 230s.
- Atılboz, N. G., 2004, Lise 1. sınıf öğrencilerinin mitoz ve mayoz bölünme konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (3), 147-157.
- Ausubel, D., 1968, *Educational Psychology A Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York, 685p.
- Aznar, M. M. & Orcajo, T. I., 2005, Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, 27 (1), 101-121.
- Bahar, M., 2001, *Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının kullanımı*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1 (1), 25-40.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. & Hansell, M. H., 1999, Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33 (2), 84-89.
- Baker, W. P. & Lawson, A. E., 2001, Complex instructional analogies and theoretical concept acquisition in college genetics. *Science Education*, 85, 665-683.
- Banet, E. & Ayuso, E., 2000, Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84, 313-351.
- Başer, M., 2007, *The Contribution of Learning Motivation, Reasoning Ability and Learning Orientation to Ninth Grade International Baccalaureate and National Program Students' Understanding of Mitosis and Meiosis*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 144s.
- Baykul, Y., 1997, *İstatistik Metodlar ve Uygulamalar*, Anı Yayıncılık, Ankara, 441s.
- Baykul, Y., 2000, *Eğitim ve Psikolojide Ölçme: Klasik Test Teorisi ve Uygulaması*, ÖSYM Yayınları, Ankara, 445s.
- Biggs, J. B., 1978, Individual and group differences in study processes. *British Journal of Educational Psychology*, 48, 266-279.

- BouJaoude, S., Salloum, S. & Abd-El-Khalick, F., 2004, Relationships between selective cognitive variables and students' ability to solve chemistry problems. *International Journal of Science Education*, 26 (1), 63-84.
- BouJaoude, S. B., 1992, The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (7), 687-699.
- BouJaoude, S. & Giuliano, F. J., 1991, The relationship between students' approaches to studying, formal reasoning ability, prior knowledge, and gender and their achievement in chemistry. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 7-10, 1991, Lake Geneva, Fontana, WI, 29p.
- Bozdoğan, A., 2007, Fen Bilgisi Öğretiminde Çalışma Yaprakları ile Öğretimin Öğrencilerin Fen Bilgisi Tutumuna ve Mantıksal Düşünme Becerilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 152s.
- Börü, S., Öztürk, E. & Cavak, Ş., 2002, *Biyoloji 1 (5.baskı)*, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 174s.
- Browning, M. E. & Lehman, J. D., 1988, Identification of student misconceptions in genetics problem solving via computer program. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (9), 747-761.
- Bulut, Ö., Sağdıç, D. & Korkmaz, S., 2001, *Biyoloji 3 (4. baskı)*, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 205s.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F., 2008, *Bilisel Araştırma Yöntemleri*, Pegem Yayınevi, Ankara, 330s.
- Büyüköztürk, Ş., 2003, *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, (3. Baskı), PegemA Yayıncılık, Ankara, 195s.
- Byrne, M., Flood, B. & Willis, P., 2002, The relationship between learning approaches and learning outcomes: A study of Irish accounting students. *Accounting Education*, 11 (1), 27-42.
- Cavallo, A. M. L., Rozman, M. & Potter, W. H., 2004, Gender differences in learning constructs, shifts in learning constructs and their relationship to course achievement in a structured inquiry, yearlong college physics course for life science majors. *School Science and Mathematics*, 104 (6), 288-300.
- Cavallo, A. M. L., 1996, Meaningful learning, reasoning ability, and students' understanding and problem solving of topics in genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (6), 625-656.
- Cavallo, A. M. L., 1994, Do females learn biological topics by rote more than males? *The American Biology Teacher*, 56 (6), 348-351.

- Cavallo, A. M. L. & Schafer, L. E., 1994, Relationship between students' meaningful learning orientation and their understanding of genetics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (4), 393-418.
- Cavallo, A. M. L., 1992, Students' meaningful learning orientation and their meaningful understandings of meiosis and genetics, Paper presented at the Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, March 1992, Boston, MA, 53p.
- Chattopadhyay, A., 2005, Understanding of genetic information in higher secondary students in Northeast India and the implications for genetics education. *Cell Biology Education*, 4 (1), 97-104.
- Chen, C. C., Lin, H. S. & Lin, M. L., 2002, Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding – the formation of images by a plane mirror. *Proceedings of National Science Council ROC(D)*, 12 (3), 106-121.
- Chin, C. & Brown, D. E., 2000, Learning in Science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (2), 109-138.
- Cohen, J., 1992, A power primer. *Psychological Bulletin*, 112 (1), 155-159.
- Cohen, J., 1988, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, (2. Edition), Lawrence Erlbaum Publishers, New Jersey, 567p.
- Crocker, L. & Algina, J., 1986, *Introduction to Classical and Modern Test Theory*, Wadsworth, Thomson Learning, USA, 527p.
- Çakır, M. & Crawford, B., 2001, Prospective biology teachers' understanding of genetics concepts, Paper presented at the Annual Meeting of the Association for the Education of Teachers in Science, January 18 – 21, 2001, Costa Mesa, CA, 18p.
- Çırakoğlu, B., 2002, Genetik çağı. *Bilim ve Teknik*, Nisan 2002 Sayısının Eki, 2-3.
- Demirel, Ö., 2003, *Planlamadan Değerlendirmeye Öğretme Sanatı*, (5. Baskı), Pegem A Yayıncılık, Ankara, 275s.
- Driver, R., 1989, Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11 Special Issue, 481-490.
- Duncan, R. G. & Reiser, B. J., 2007, Reasoning across ontologically distinct levels: Students' understanding of molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (7), 938-959.
- Entwistle, N. J. & Ramsden, P., 1983, *Understanding Student Learning*, Croom Helm Ltd, Australia, 247p.
- Field, A., 2005, *Discovering Statistics Using SPSS*, Second Edition, Sage Publications, London, 779p.

- Fink, A., 1995, *How to Sample in Surveys*, Sage Publications, USA, 73p.
- Finley, F. N., Stewart, J. & Yarroch, W. L., 1982, Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66 (4), 531-538.
- Flavell, J. H., 1963, *The Development Psychology of Jean Piaget*, D. Van Nostrand Company, Inc., New Jersey, 472p.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E., 2006, *How to Design and Evaluate Research in Education*, Sixth Edition, McGraw-Hill, New York, 620p.
- Garnett, P. J. & Tobin, K., 1984, Reasoning patterns of preservice elementary and middle school science teachers. *Science Education*, 68 (5), 621-631.
- Geban, Ö., Aşkar, P. & Özkan, İ., 1992, Effects of computer simulated experiments and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10.
- Gerber, B. L., Marek, E. A. & Cavallo, A. M. L., 1997, Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, March 21-24 1997, Oak Brook, IL, 13p.
- Gipson, M. H., Abraham, M. R. & Renner, J. W., 1989, Relationships between formal-operational thought and conceptual difficulties in genetics problem-solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (9), 811-821.
- Gipson, M. H., 1984, Relationships Between Formal-Operational Thought and Conceptual Difficulties in Genetics Problem-Solving, Doktora Tezi, The University of Oklahoma, Norman, Oklahoma, 96s.
- Griffiths, A. K. & Preston, K. R., 1992, Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-628.
- Gökdere, M. & Orbay, M., 2005, Fen bilgisi öğretmen adaylarının mekanik kavramlarını anlama düzeylerinin değerlendirilmesi. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Bildirileri, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 28-30 Eylül 2005, Denizli, 193-196.
- Gropengiesser, H., 2001, *Didaktische Rekonstruktion des Sehens*, Didaktisches Zentrum, Oldenburg, 240s.
- Hackling, M. W. & Treagust, D., 1984, Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (2), 197-209.
- Haslam, F. & Treagust, D., 1987, Diagnosing secondary students misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biological Education*, 21 (3), 203-211.

- Hott, A. M. et al, 2002, Genetics content in introductory biology courses for non-science majors: Theory and practice. *BioScience*, 52 (11), 1024-1035.
- Inhelder, B. & Piaget, J., 1958, *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*, (Eighth Printing), Basic Books Inc. Publishers, USA, 356p.
- Johnson, S. K. & Stewart, J., 2002, Revising and assessing explanatory models in high school genetics class: A comparison of unsuccessful and successful performance. *Science Education*, 86, 463-480.
- Johnson, M. A. & Lawson, A.E., 1998, What are the relative effects of reasoning ability and prior knowledge on biology achievement in expository and inquiry classes? *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (1), 89-103.
- Kablan, H., 2004, *An Analysis of High School Students Learning Difficulties in Biology*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 116s.
- Kalaycı, Ş., 2006, *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, (2. Baskı), Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 426s.
- Karasar, N., 2002, *Bilimsel Araştırma Yöntemi*, Nobel Yayın, Ankara, 292s.
- Karplus, R., 1977, Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14 (2), 169-175.
- Kılıç, D., Atav, E. & Sağlam, N., 2006, 9. sınıf öğrencilerinin somatik ve eşey hücreleri kavramlarını anlama düzeyleri. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özetler Kitabı, Gazi Üniversitesi, 7-9 Eylül 2006, Ankara, s.71.
- Kibuka-Sebitosi, E., 2007, Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41 (2), 56-61.
- Kindfield, A. C. H., 1991, Confusing chromosome number and structure: A common student error. *Journal of Biological Education*, 25 (3), 193-200.
- Knippels, M. P. J., Waarlo, A. J. & Boersma, K. T., (2005), Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39 (3), 108-112.
- Kuru, M. & Ergene, S., 2005, *Genetik*, Palme Yayıncılık, Ankara, 360s.
- Küçükkaragöz, H., 2002, Bilişsel gelişim ve dil gelişimi, B. Yeşilyaprak (Editör) *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* (ss.75-107). Pegem A Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 286s.
- Lawson, A. E., Banks, D. L. & Logvin, M., 2006, Self-efficacy, reasoning ability, and achievement in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*. DOI 10.1002/tea.20172.

- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R. & Falconer, K. A., 2000a, What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9), 906-1018.
- Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, J. M. & Kwon, Y., 2000b, Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist? *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (1), 81-101.
- Lawson, A. E., 1992, The development of reasoning among college biology students- A review of research. *Journal of College Science Teaching*, 21, 338-344.
- Lawson, A. E. & Thompson, L. D., 1988, Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (9), 733-746.
- Lawson, A. E., 1982, Formal reasoning, achievement, and intelligence: An issue of importance. *Science Education*, 66 (1), 77-83.
- Lawson, A. E. & Renner, J. W., 1975, Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12 (4), 347-358.
- Lazarowitz, R. & Penso, S., 1992, High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, 26 (3), 215-223.
- Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C., 2000a, What's in a cell? - Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. *Journal of Biological Education*, 34 (3), 129-132.
- Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C., 2000b, Chromosomes: the missing link - young people's understanding of mitosis, meiosis, and fertilisation. *Journal of Biological Education*, 34 (4), 189-199.
- Lewis, J., Leach, J. & Wood-Robinson, C., 2000c, All in the genes? - Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34 (2), 74-79.
- Lewis, J. & Wood-Robinson, C., 2000, Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22 (2), 177-195.
- Lewis, J. & Wood-Robinson, C., 1998, Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship? *Proceedings of the Second Conference of European Researchers in Didaktik of Biology*, University of Göteborg, November 18-22, 1998, Sweden, 123-133.

- 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.
- Linn, M. C., Pulos, S. & Gans, A., 1981, Correlates of formal reasoning: Content and problem effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (5), 435-447.
- Mann, M. & Treagust, D. F., 1998, A pencil and paper instrument to diagnose students' conceptions of breathing, 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), 183-189.
- Marbach-Ad, G. & Stavy, R., 2000, Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34 (4), 200-205.
- Marshall, D. & Case, J., 2005, Approaches to learning research in higher education: a response to Haggis. *British Educational Research Journal*, 31 (2), 257-267.
- Marton, F. & Säljö, R., 2005, Approaches to Learning. In: Marton, F., Hounsell, D. and Entwistle, N., (eds) *The Experience of Learning: Implications for teaching and studying in higher education*. 3rd (Internet) edition. Edinburgh: University of Edinburgh, Centre for Teaching, Learning and Assessment, pp. 39-58.
- Marton, F. & Säljö, R., 1976a, On qualitative differences in learning: I – Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 4-11.
- Marton, F. & Säljö, R., 1976b, On qualitative differences in learning: II – Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 115-127.
- Mayring, P., 2002, *Einführung in die qualitative Sozialforschung* (5. Aufl.). Weinheim, Basel.
- McLellan, E., MacQueen K. M., & Neidig J. L., 2003, Beyond the qualitative interview: Data preparation and transcription. *Field Methods*, 15 (1), 63-84.
- Millar, R., 1997, Students understanding of the procedures of scientific enquiry. Edited by A. Tiberghien, E. L. Jossem, J. Barojas. *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*, Published by International Commission on Physics Education, 151p.
- Milli Eğitim Bakanlığı, 2009, Ortaöğretim 11. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı, Ankara, 65s.
- Milli Eğitim Bakanlığı, 2006, İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı, Ankara, 399s.

- Milli Eğitim Bakanlığı, 1997, Lise 1 Biyoloji Dersi Öğretim Programı, Ankara, 52s.
- Murphy, K. R. & Davidshofer, C. O., 2001, Psychological Testing- Principles and Applications, Fifth Edition, Prentice-Hall, New Jersey, 605p.
- Newble, D. I. & Entwistle, N. J., 1986, Learning styles and approaches: implications for medical education. *Medical Education*, 20, 162-175.
- Novak, J. D., 1993, How do we learn our lessons? *Science Teacher*, 60, 50-55.
- Novak, J. D., 1990, Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), 937-949.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B., 1984, *Learning How to Learn*, Cambridge University Press, New York, 199p.
- Odom, A. L. & 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 instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (1), 45-61.
- Okebukola, P. A., 1990, Attaining meaningful learning of concepts in genetics and ecology: An examination of the potency of the concept-mapping technique. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (5), 493-504.
- Oliva, J. M., 2003, The structural coherence of students' conceptions in mechanics and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 25 (5), 539-561.
- Orcajo, T. I. & Aznar, M. M., 2005, Solving problems in genetics II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27 (12), 1495-1519.
- Othman, J. B., Treagust, D. F. & Chandrasegaran, A. L., 2007, An investigation into the relationship between students' ideas about particles and their understanding of chemical bonding using a two-tier diagnostic instrument. *Proceedings of the Redesigning Pedagogy: Culture, Knowledge and Understanding Conference*, May 2007, Singapore.
- Özçelik, D. A., 1998, Ölçme ve Değerlendirme, ÖSYM Yayınları, Ankara, 309s.
- Özdamar, K., 2004, Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi 1, (5. Baskı), Kaan Kitabevi Yayınları, Eskişehir, 649s.
- Palmer, D. H., 1998, Measuring contextual error in the diagnosis of alternative conceptions in science. *Issues in Educational Research*, 8 (1), 65-76.
- Pashley, M., 1994, A-level students: Their problems with gene and allele. *Journal of Biological Education*, 28 (2), 120-126.

- Pearson, J. T. & Hughes, W. J., 1988a, Problems with the use of terminology in genetics education: 1, A literature review and classification scheme. *Journal of Biological Education*, 22 (3), 178-182.
- Pearson, J. T. & Hughes, W. J., 1988b, Problems with the use of terminology in genetics education: 2, some examples from published materials and suggestions for rectifying the problem. *Journal of Biological Education*, 22 (4), 267-274.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F. & Garnett, P., 1989, Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 301-314.
- Piaget, J., 1950, *The Psychology of Intelligence*, Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 182p.
- Ramsden, P., 1992, *Learning to Teach in Higher Education*, Routledge, London, 290s.
- Ramsden, P., Martin, E. & Bowden, J., 1989, School environment and sixth form pupils' approaches to learning. *British Journal of Educational Psychology*, 59, 129-142.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G. & Stavy, R., 2005, Understanding molecular genetics through a drawing-based activity. *Journal of Biological Education*, 39 (4), 174-178.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R. & Ayas, A., 2006, A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: How do they image the gene, DNA and chromosome. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 192-202.
- Schmid, R. F. & Telaro, G., 1990, Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. *Journal of Educational Research*, 84 (2), 78-85.
- Senemoğlu, N., 2002, *Gelişim Öğrenme ve Öğretim. Kuramdan Uygulamaya*, Gazi Kitabevi, Ankara, 598s.
- Seymour, J. & Longden, B., 1991, Respiration – that's breathing isn't it? *Journal of Biological Education*, 25 (3), 177-183.
- Shale, S. & Trigwell, K., n.d., Paper 2: Students approaches to learning. <http://www.learning.ox.ac.uk/files/StudentsApproachestoLearning.pdf> (Erişim tarihi:17.03.2009).
- She, H. C., 2005, Promoting students' learning of air pressure concepts: The interrelationship of teacher approaches and student learning characteristics. *The Journal of Experimental Education*, 74 (1), 29-51.

- Simpson, W. D. & Marek, E. A., 1988, Understandings 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 (5), 361-374.
- Stewart, J. H., 1982, Difficulties experienced by high school students when learning basic Mendelian genetics. *The American Biology Teacher*, 44 (2), 80-89.
- Stewart, J. & Dale, M., 1989, High school students' understanding of chromosome/gene behavior during meiosis. *Science Education*, 73 (4), 501-521.
- Sucu, A., Bayar, S. & Küpeli, M., 2002, *Biyoloji 2* (5. baskı), Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, 182s.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S., 2007, *Using Multivariate Statistics*, Fifth Edition, Pearson Education, Inc., USA, 980p.
- Tamir, P., 1989, Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers. *Journal of Biological Education*, 23 (4), 285-292.
- Tan, D., Khang, N. G., Sai, C. L. & Taber, K. S., 2005, Development of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Determine A-Level Students' Understanding of Ionization Energy, Research Report RC 8/00TCK, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore, 99s.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S. & Treagust, D. F., 2002, Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (4), 283-301.
- Tan, K. C. D., 2000, Development and Application of a Diagnostic Instrument to Evaluate Secondary Students' Conceptions of Qualitative Analysis. Doktora Tezi, Curtin University of Technology, Science and Mathematics Education Centre, 545p.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., Sungur, S. & Uzuntiryaki, E., 2001, Öğrencilerin biyoloji konularındaki anlama zorlukları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 145-150.
- Tobin, K. G. & Capie, W., 1982, Relationships between formal reasoning ability, locus of control, academic engagement and integrated process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (2), 113-1121.
- Tobin, K. G. & Capie, W., 1981, The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41, 413-423.
- Treagust, D. F. & Chandrasegaran, A. L., 2007, The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 391-403.

- Treagust, D. F., 2006, Diagnostic assessment in science as a means to improving teaching, learning and retention. (Invited presentation). UniServe Science Assessment Symposium Proceedings, The University of Sydney.
- Treagust, D. F., 1988, Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10 (2), 159-169.
- Tsui, C. Y. & Treagust, D. F., 2007, Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (2), 205-235.
- Tsui, C. Y. & Treagust, D. F., 2003, Genetics reasoning with multiple external representations. *Research in Science Education*, 33, 111-135.
- Valanides, N. C., 1997, Formal reasoning abilities and school achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 23 (2), 169-185.
- Valanides, N. C., 1996, Formal reasoning and science teaching. *School Science and Mathematics*, 96 (2), 99-111.
- Vardar, Y. & Kesercioğlu, T., 2004, *Genetik'e Başlarken*, Barış Yayınevi, İzmir.
- Venville, G. & Donovan, J., 2008, How pupils use a model for abstract concepts in genetics. *Journal of Biological Education*, 43 (1), 6-14.
- Venville, G., Gribble, S. J. & Donovan, J., 2005, An exploration of young children's understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives. *Science Education*, 89, 614-633.
- Venville, G. J. & Treagust, D. F., 1998, Exploring conceptual change in genetics using a multidimensional interpretive framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (9), 1031-1055.
- Venville, G. J., 1997, *Secondary Students' Understanding of the Gene Concept: An Analysis of Conceptual Change from Multiple Perspectives*, Doktora Tezi, Curtin University of Technology, Science and Mathematics Education Centre, Australia, 288s.
- Walker, R. A., Mertens, T. R. & Hendrix, J. R., 1979, Formal operational reasoning patterns and scholastic achievement in genetics. *Journal of College Science Teaching*, 8 (3), 156-158.
- Wandersee, J. H., 1985, Can the history of science help students educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (7), 581-597.
- Wang, J. R., 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 and Mathematics Education*, 2, 131-157.

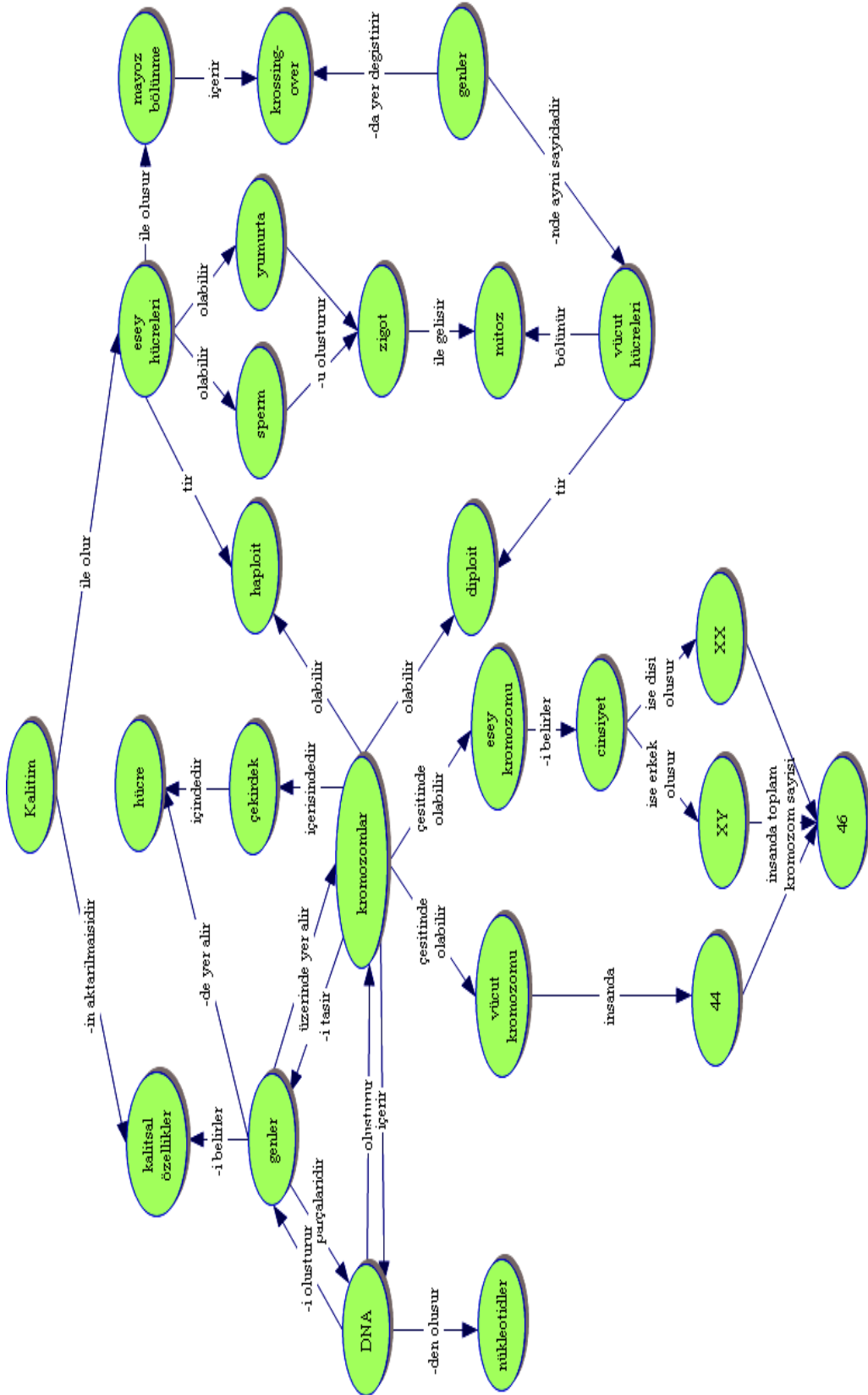
- Williams, K. A. & Cavallo, A. M. L., 1995, Reasoning ability, meaningful learning, and students' understanding of physics concepts. *Journal of College Science Teaching*, 24 (5), 311-314.
- Wood-Robinson, C., Lewis, J. & Leach, J., 2000, Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35 (1), 29-36.
- Yavan, N., 2006, Türkiye'de Doğrudan Yabancı Yatırımların Lokasyon Seçimi Üzerine Uygulamalı Bir Araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 286s.
- Yavuzer, H., 2005, Çocuk Psikolojisi (27. Baskı), Remzi Kitabevi, İstanbul, 344s.
- Yenilmez, A., 2006, Exploring Relationships Among Students' Prior Knowledge, Meaningful Learning Orientation, Reasoning Ability, Mode of Instruction and Understanding of Photosynthesis and Respiration in Plants, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 163s.
- Yenilmez, A., Sungur, S. & Tekkaya, C., 2005, Investigating students' logical thinking abilities: The effects of gender and grade level. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 219-225.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H., 2006, Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, 6. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 366s.
- Yılmaz, D., 2007, The Comparative Effects of Prediction/Discussion-based Learning Cycle, Conceptual Change Text, and Traditional Instructions on Students' Genetics Understanding and Self-Regulated Learning, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 204s.
- YÖK/Dünya Bankası, 1996, Milli eğitimi geliştirme projesi, Hizmet öncesi öğretmen eğitimi, Biyoloji öğretimi, Ankara.

EKLER

EK-1. BİLGİ ÖNERMELERİ

1. Kromozomlar hücre çekirdeği içerisinde yer alır.
2. Kromozomların yapısında DNA vardır.
3. Kromozomlar, DNA'nın hücre bölünmesi sırasında proteinlere sarılarak kısalıp kalınlaşmasıyla oluşur.
4. DNA molekülü binlerce nükleotid çiftinden oluşur.
5. Bir DNA molekülü pek çok geni kapsar.
6. Gen belirli uzunlukta bir DNA parçasıdır.
7. Genler kromozomlar üzerinde yer alır.
8. Genler bütün kalıtsal özellikleri belirler.
9. Genler bütün hücrelerimizde bulunur.
10. Bir özellikten sorumlu olan gen, sadece o özellikle ilgili hücrede değil bütün hücrelerde bulunur.
11. Bir kromozomda birçok gen bulunur.
12. Kromozomların en önemli görevi kalıtım birimi olan genleri taşımasıdır.
13. Bir canlıdaki kromozomlar, eşey ve vücut kromozomlarından oluşur.
14. İnsanlarda kromozom sayısı 46 olup bunun 44 ü vücut kromozomudur.
15. İnsana ait eşey kromozomları erkeklerde XY, dişilerde XX dir.
16. Eşey kromozomları cinsiyeti belirler.
17. Bütün hücrelerde hem eşey kromozomları hem vücut kromozomları bulunur.
18. Anne babanın, eşey hücrelerinin birleşmesiyle oluşan zigota, özelliklerinin aktarılmasına kalıtım denir.
19. Kromozom sayısı eşey hücrelerinde (gamet) haploit (n), vücut hücrelerinde diploittir ($2n$).
20. Bir canlının bütün vücut hücrelerinde aynı genler bulunur.
21. Eşey hücreleri mayoz bölünme ile oluşur.
22. Bir canlının eşey hücrelerinde crossing over nedeniyle farklı genler bulunur.
23. Mitoz bölünme ile hücre sayısı artarken kromozom sayısı sabit kalır.
24. Çok hücreli ergin bir organizma tek hücreli bir zigottan mitoz bölünme ile gelişir, bu yüzden vücudundaki hücreler aynı sayıda ve tipte kromozomlara ve genlere sahiptir.
25. Mayoz bölünme sonucunda kromozom sayısı yarıya iner.

EK-2. KAVRAM HARİTASI



EK-3. GÖRÜŞME FORMU

I. Bölüm

1. Neden insanlar çoğunlukla anne babalarına benzerler?

Alternatif: Kişinin saç rengi ya da göz rengi neden anne babasınıninkine benzer?

2. Genler hakkında neler söyleyebilirsin?

Sonda: Nerede bulunur?

Nasıl bir yapısı vardır?

Neden önemlidir?

Ne yapar?

Nasıl yapar?

3. DNA hakkında neler biliyorsun?

Sonda: Nerede bulunur?

Nasıl bir şekilde bulunur?

4. Gen ve DNA arasında nasıl bir ilişki vardır?

Alternatif: Genler ve DNA'nın benzerlikleri ya da farklılıkları nelerdir?

5. Kromozomlar hakkında neler söyleyebilirsin?

Sonda: Nerede bulunur?

Nasıl bir yapısı vardır?

Çeşitleri nelerdir? Ne işe yarar?

Neden önemlidir?

6. Genler ve kromozomlar arasındaki ilişki nedir?

Alternatif: Genler ve kromozomların benzerlikleri ya da farklılıkları nelerdir?

7. Genetik bilgi denildiğinde ne anlıyorsun?

Sonda: Nerede bulunur?

Ne işe yarar?

8. Bir bireye ait hücreler fonksiyonlarına göre farklı genetik bilgi mi taşır? Neden?

Alternatif: Farklı görevleri olan hücrelerimizin genetik bilgileri de farklı mıdır?
Neden?

Sonda: Göz hücremiz ve yanak hücremizdeki genetik bilgi nasıldır?

Sinir hücremiz ve kan hücremizdeki genetik bilgi nasıldır?

Göz renginin genetik bilgisi nerede bulunur?

9. Kalıtım için neler söyleyebilirsiniz?

Sonda: Kalıtsal özelliklerimiz bebeğe nasıl geçiyor?

Kalıtsal özelliklerimizi, örneğin göz rengimizi genler nasıl belirleyebilir?

10. Kalıtımda mitoz ve mayoz bölünmenin nasıl bir önemi vardır?

Alternatif: Mitoz ve mayoz bölünmenin kalıtımla ilgisi nedir? Neden önemlidir?

11. Bu konuları öğrenirken anlamada zorluk çektiğiniz noktalar nelerdi? Nedenlerini açıklayabilir misin?

II. Bölüm

1. Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

2. Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

Kromozom

Genetik Bilgi

Domates

Denizanası

Mantar

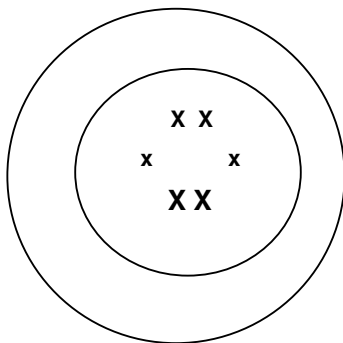
Virüs

Böcek

Kedi

3. Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz. Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.

4. Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.

EK-4. İKİNCİ AŞAMASI AÇIK UÇLU SORULARDAN OLUŞAN İKİ AŞAMALI TEST

1. Kromozomlar vücutta nerede bulunur?

- a) DNA'nın yapısında b) Genlerin yapısında c) Hücre çekirdeğinde
d) Golgi organelinde e) Hücre zarında

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

2. I- Genler bütün hücrelerimizde bulunur.

II- Genler kromozomlar üzerinde yer alır.

III- Genler bütün kalıtsal özellikleri belirler.

IV- Genler DNA parçalarıdır.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- a) I-II-III b) II-III-IV c) I -II-III-IV d) Yalnız I e) Yalnız III

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

3. Kromozom formülü $2n= 30+XY$ olan bir canlının kromozom sayısı kaçtır?

- a) 60 b) 64 c) 16 d) 30 e) 32

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

4. Göz rengini belirleyen gen nerede bulunur?

- a) Göz b) Beyin c) Kornea d) Sperm e) Bütün hücrelerde

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

5. Aşağıdakilerden hangisi diğerlerini kapsar?

- a) Nükleotid b) Gen c) Kromozom d) DNA e) Kromatid

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

6. Kromozomlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
- a) Eşey kromozomları sadece eşey hücrelerinde bulunur.
 - b) Bir kromozomda birçok gen bulunur.
 - c) Kromozomun yapısında DNA vardır.
 - d) Vücut hücreleri eşey hücrelerinin iki katı kromozom sayısı içerir.
 - e) Kalıtsal özellikler atadan kromozomlar ile yavru döle geçer.

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

7. Bir yumurta hücresinde 16 kromozom olan bir canlının sinir hücresinde kaç kromozom vardır?

- a) 8
- b) 16
- c) 32
- d) 64
- e) Bilinemez

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

8. I. Eşey hücreleri III. Beyin hücreleri
II. Vücut hücreleri IV. Bütün hücreler

Kalıtsal özelliklerimizi belirleyen genler yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinde bulunur?

- a) Yalnız I
- b) I-II-III
- c) I-II-III-IV
- d) Yalnız III
- e) Yalnız IV

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

9. Bir çiftin bebeğinin erkek mi yoksa kız mı olacağını belirleyen nedir?

- a) Spermdeki DNA
- b) Yumurtadaki DNA
- c) Spermdeki RNA
- d) Yumurtadaki RNA
- e) Hem spermdeki hem de yumurtadaki DNA

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

10. Cinsiyeti belirleyen genler nerede bulunur?

- a) Sperm b) Beyin c) Yumurta d) Testis e) Bütün hücreler

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

11. Aynı canlıya ait aşağıdaki hücre çiftlerinden hangisinde genetik bilgi aynıdır?

- a) Sperm - Beyin b) Göz - Deri c) Sperm - Yumurta
d) Yumurta - Deri e) Göz - Yumurta

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

12. Bir bireyin bütün vücut hücrelerinin kromozom sayısının aynı olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Mayoz bölünme b) Mutasyon c) Varyasyon d) Mitoz bölünme e) Modifikasyon

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

13. Aşağıdakilerden hangisi insana ait 22+X kromozom içeren bir hücre olabilir?

- a) Erkek somatik hücre b) Zigot c) Dişi somatik hücre
d) Bir sperm hücresi e) Hiçbiri

Cevabınızın nedenini açıklayınız:

EK-5. İKİ AŞAMALI GENETİK KAVRAM TESTİ

1. Kromozomlar hücrede nerede bulunur?

- a) DNA'da b) Genlerde c) Çekirdekte

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) DNA'nın yapısını kromozomlar oluşturur.
- (2) Kromozomu oluşturan kromatin iplikler çekirdek içerisinde.
- (3) Gen kromozomdan daha büyük bir yapıya sahiptir.
- (4) Kromozomlar genlerde bulunan DNA'yı oluşturur.
- (5) Kromozomlar genleri taşıdığından DNA'nın üzerinde yer alırlar.

2. Bir bireyin kalıtsal özelliklerini belirleyen genleri hangi hücrelerinde bulunur?

- a) Eşey hücrelerinde b) Beyin hücrelerinde c) Bütün hücrelerde

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Genleri oluşturan kromozomlar bütün hücrelerde yer alırlar.
- (2) Babanın genleri spermle, annenin genleri yumurta ile yavru döle geçtiğinden genler eşey hücrelerindedir.
- (3) Kalıtsal özellikler eşey kromozomları ile yavru döle aktarıldığından eşey hücrelerinde bulunur.
- (4) Bütün hücrelerde bulunan kromozomlar kalıtsal özelliklerimizi belirleyen genleri taşır.
- (5) Her şey beynin kontrolündedir.

3. Kromozom formülü $2n = 30 + XY$ olan bir canlının kromozom sayısı kaçtır?

- a) 64 b) 32 c) 16

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Bir canlının kromozom sayısı n olduğu için; $2n=32$ ise $n=16$ 'dır.
- (2) $30+XY$ kromozomları babadan, $30+XX$ kromozomları anneden gelir, toplam 64 kromozomlu olur.
- (3) Bir canlının kromozom sayısı, eşey ve vücut kromozomlarının sayısının toplamıdır.
- (4) $2n=30+2$ ise bu canlının kromozom sayısı; $32 \times 2 = 64$ 'tür.
- (5) Vücut kromozomu 2 tane, eşey kromozomu 30 tane olduğuna göre toplam 32 olur.

4. Aşağıdakilerden hangisi diğer ikisinin yapısında vardır?

- a) Gen b) Kromozom c) DNA

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Genin yapısını DNA, DNA'nın yapısını da kromozom oluşturur.
(2) Kromozomun üzerinde genler vardır, genler de DNA parçalarıdır.
(3) DNA'lar kromozomları oluşturur, kromozomlar da genlerin üzerinde bulunur.
(4) Kromozomlar DNA'ları oluşturur, kromozomları da genler oluşturur.
(5) Kromozom hem genleri hem DNA'ları taşır.

5. Kromozomlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Eşey kromozomları sadece eşey hücrelerinde bulunur.
b) Bir kromozomda birçok gen bulunur.
c) Kromozomun yapısında DNA vardır.

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Eşey kromozomları bütün hücrelerde bulunur.
(2) Gen kromozomların birleşmesiyle oluşur.
(3) Kromozom DNA'yı oluşturur.
(4) Kromozomlar gende bulunur, çünkü gen daha büyük bir yapıya sahiptir.
(5) Eşey kromozomları somatik hücrelerde bulunur.

6. Göz rengini belirleyen gen nerede bulunur?

- a) Bütün hücrelerde b) Korneada c) Spermde

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Her gen ilgili dokuda bulunur.
(2) Spermde bulunan X ve Y kromozomları bütün genleri taşır.
(3) Bir özelliği belirleyen gen bütün hücrelerde bulunur.
(4) Vücuttaki her bölgenin kendine özgü genleri vardır.
(5) Kornea gözün renginden sorumlu olan bölgesidir.

7. Yumurta hücresinde 16 kromozom olan bir canlının sinir hücresinde kaç kromozom vardır?

- a) 32 b) 16 c) 8

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Somatik hücreler eşey hücrelerinin iki katı kromozom sayısı içerir.
- (2) Kromozom sayısı, bir bireyin her hücresinde aynıdır.
- (3) Yumurta $2n$ kromozomlu, somatik hücreler n kromozomludur.
- (4) Eşey hücreleri mayoz geçirir, kromozom sayısı yarıya iner ve sinir hücresi 8 kromozomlu olur.
- (5) Sinir hücresi de yumurta hücresi gibi n kromozomludur.

8. Aynı bireye ait aşağıdaki hücre çiftlerinden hangisinde genetik bilgi aynı olabilir?

- a) Sperm – Beyin hücresi b) Göz hücresi – Deri hücresi c) Sperm – Sperm

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Göz ve deri hücrelerinin kromozom sayısı n 'dir.
- (2) Sperm hücrelerindeki genetik bilgi beyin hücrelerine aktarılır.
- (3) Aynı organa ait iki hücrenin genetik bilgisi aynı olur.
- (4) Eşey hücrelerinin kromozom sayısı aynıdır.
- (5) Bir bireyin bütün somatik hücrelerinde aynı genler bulunur.

9. Bireyin cinsiyetini belirleyen kromozomları nerede bulunur?

- a) Yumurtalık ve testislerde b) Sperm ve yumurtada c) Bütün hücrelerde

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Sperm XY kromozomunu, yumurta XX kromozomunu taşır.
- (2) Her organın kendine özgü genleri ve kromozomları vardır.
- (3) Bireyin üreme organı testis ise erkek, yumurtalık ise dişidir.
- (4) Eşey kromozomları eşey hücrelerinde bulunur.
- (5) Bir özellikle ilgili gen bütün hücrelerde bulunur.

10. Aşağıdakilerden hangisi insana ait 22+X kromozomlu bir hücre olabilir?

- a) Bir dişiye ait somatik hücre b) Sperm c) Zigot

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) X kromozomu dişiye temsil eder.
(2) Erkek ya da dişiye ait üreme hücresi olabilir.
(3) Bir zigot hem vücut hem de eşey kromozomu içerir.
(4) Zigot 23 kromozomludur.
(5) X→dişi, 22+X→bir dişiye ait vücut kromozomu.

11. I- Genler kromozomlar üzerinde yer alır.

II- Genler DNA parçalarıdır.

III- Bütün somatik hücrelerde aynı genler bulunur.

Yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

- a) Yalnız III b) I ve II c) I -II-III

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Kromozomlar DNA'yı, DNA da genleri oluşturur ve bu genler bütün vücutta aynıdır.
(2) Somatik hücrelerdeki kromozomlar, hücrenin görevlerine göre farklı genler taşırlar.
(3) Kromozomu oluşturan DNA'daki genler, her hücrede birbirinden farklıdır.
(4) DNA'yı oluşturan genler kromozomlarda yer alır ve bütün somatik hücrelerde aynıdır.
(5) Genlerin içerdiği kromozomlar ve DNA, bir bireyin bütün somatik hücrelerinde aynıdır.

12. Bir bireyin bütün somatik hücrelerinin kromozom sayısının aynı olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- a) Mayoz bölünme ile oluşmaları b) Mitoz bölünme ile oluşmaları
c) Mutasyon ile oluşmaları

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Mayoz bölünme ile 2n kromozom sayısı yarıya düşer sonra yumurta ve sperm birleşerek tekrar 2n kromozomlu bireyi oluşturur.
(2) Somatik hücreler mitoz bölünme geçirmeseydi kromozom sayısı iki katına çıkardı.
(3) Hücre sayısının katlanarak artmaması için mutasyonlar gerçekleşir.
(4) Mayoz bölünmede kromozom sayısı sabit tutulur.
(5) Mitoz bölünme sonucunda aynı genetik yapıda somatik hücreler meydana gelir.

13. Yavru döl nasıl oluşur?

- I. Sperm ve yumurta birleşerek zigotu oluşturur.
- II. Zigot mayoz bölünme geçirir.
- III. Mayoz bölünme ile eşey hücreleri oluşur.
- IV. Sperm ve yumurta mitoz bölünme geçirir.
- V. Zigot mitoz bölünme geçirir.

Aşağıdaki sıralamalardan hangisi doğrudur?

- a) III-I-II b) III-I-V c) IV-I-III

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Mayoz bölünme ile oluşan sperm ve yumurta birleşerek zigotu meydana getirir. Zigot daha sonra mayoz bölünme ile kromozom sayısını yarıya düşürür.
- (2) Eşey hücreleri mitoz bölünme ile çoğalır ancak mayoz bölünme ile oluşur.
- (3) Eşey hücreleri mayoz bölünme ile zigotu oluşturur, zigot mitoz bölünme geçirir.
- (4) Eşey hücreleri olan sperm ve yumurta mayoz bölünme ile oluşur sonra birleşerek zigotu oluşturur, zigot da mitoz bölünme ile gelişir.
- (5) Öncelikle sperm ve yumurta hücreleri mayoz bölünme ile çoğalır, birleşerek zigotu oluşturur, yavru dölün eşey hücrelerinin oluşması için zigot mayoz geçirir.

14. Anne ve babanın genleri yavru dölle nasıl aktarılır?

- a) Babanın spermindeki XY kromozomu ve annenin vücut kromozomları ile
- b) Annenin ve babanın eşey kromozomları ile
- c) Anne ve babanın hem eşey hem vücut kromozomları ile

Cevabınızın nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- (1) Kalıtsal özellikler eşey kromozomları ile taşınır.
- (2) Yavru döl annenin vücudunda geliştiği için, annenin genleri vücut kromozomları ile babanın genleri spermleri aracılığıyla zigota geçer.
- (3) Eşey hücreleri hem eşey kromozomları hem de vücut kromozomlarını taşır.
- (4) Eşey hücrelerinin birleşmesiyle, anne ve babanın eşey kromozomları yavru dölle aktarılır.
- (5) Yavru dölün eşey hücrelerini oluşturmak için babadan X ya da Y kromozomu gelir, yavru dölün vücut hücrelerini oluşturmak için anneden vücut kromozomları gelir.

EK-6. BELİRTKE TABLOSU

| <u>Sorular</u> | <u>Konular</u> | <u>Önermeler</u> |
|-----------------------|--|-------------------------|
| 1 | Gen-DNA-Kromozom | 1,2,3,12 |
| 2 | Gen | 8,9,10,12,24 |
| 3 | Kromozom | 13,15 |
| 4 | Gen-DNA-Kromozom | 2,3,4,5,6,7,11 |
| 5 | Gen-DNA-Kromozom | 2,3,11,13,17 |
| 6 | Gen | 9,10,20 |
| 7 | Hücre Bölünmelerinin Kalıtımla İlişkisi | 19,21,25 |
| 8 | Gen | 19,20,22,24 |
| 9 | Kromozom | 10,16,17 |
| 10 | Hücre Bölünmelerinin Kalıtımla İlişkisi | 14,15,19 |
| 11 | Gen-DNA-Kromozom | 6,7,20 |
| 12 | Hücre Bölünmelerinin Kalıtımla İlişkisi | 23,24,25 |
| 13 | Hücre Bölünmelerinin Kalıtımla İlişkisi | 18,21,24,25 |
| 14 | Kromozom | 13,17,18 |

EK-7. MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ

AÇIKLAMA: Bu test, çeşitli alanlarda, özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşılabileceğiniz problemlerde neden-sonuç ilişkisini görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullanabileceğinizi göstermesi açısından çok faydalıdır. Bu test içindeki sorular mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gösterecek cevapları içermektedir.

NOT: Soru Kitapçığı üzerinde herhangi bir işlem yapmayınız ve cevaplarınızı yalnızca cevap kağıdına yazınız. CEVAP KAĞIDINI doldururken dikkat edilecek hususlardan birisi, 1 den 8 e kadar olan sorularda her soru için cevap kağıdında iki kutu bulunmaktadır. Soldaki ilk kutuya sizce sorunun uygun cevap şikkını yazınız, ikinci kutucuğa yani AÇIKLAMASI yazılı kutucuğa ise o soruyla ilgili soru kitapçığındaki Açıklaması kısmındaki şıkları okuyarak sizce en uygun olanını seçiniz. Örneğin 12'nci sorunun cevabı sizce b ise ve Açıklaması kısmındaki en uygun açıklama ikinci şık ise cevap kağıdını aşağıdaki gibi doldurun:

12. AÇIKLAMASI

9. ve 10. soruları ise soru kitapçığında bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınızı daha iyi anlayacaksınız.

SORU 1: Bir boyacı, aynı büyüklükteki altı odayı boyamak için dört kutu boya kullandığına göre sekiz kutu boya ile yine aynı büyüklükte kaç oda boyayabilir?

- a. 7 oda
- b. 8 oda
- c. 9 oda
- d. 10 oda
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Oda sayısının boya kutusuna oranı daima $\frac{3}{2}$ olacaktır.
2. Daha fazla boya kutusu ile fark azalabilir.
3. Oda sayısı ile boya kutusu arasındaki fark her zaman iki olacaktır.
4. Dört kutu boya ile fark iki olduğuna göre, altı kutu boya ile fark yine iki olacaktır.
5. Ne kadar çok boyaya ihtiyaç olduğunu tahmin etmek mümkün değildir.

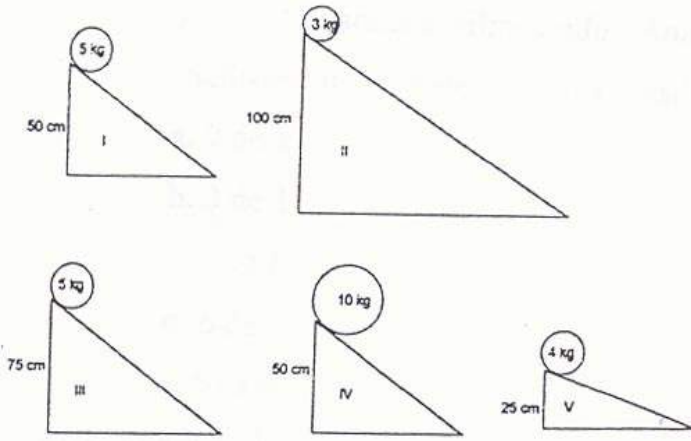
SORU 2: On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız)

- a. 5 kutu
- b. 7 kutu
- c. 8 kutu
- d. 9 kutu
- e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Boya kutusu sayısının oda sayısına oranı daima $\frac{2}{3}$ dür.
2. Eğer beş oda daha olsaydı, üç kutu boya daha gerekecekti.
3. Oda sayısı ile boya kutusu arasındaki fark her zaman ikidir.
4. Boya kutusu sayısı oda sayısının yarısı olacaktır.
5. Boya miktarını tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 3: Topun eğik bir düzlemde (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra kat ettiği mesafe ile eğik düzlemin yüksekliği arasındaki ilişkiyi bulmak için deney yapmak isterseniz, aşağıda gösterilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



a. I ve IV

b. II ve IV

c. I ve III

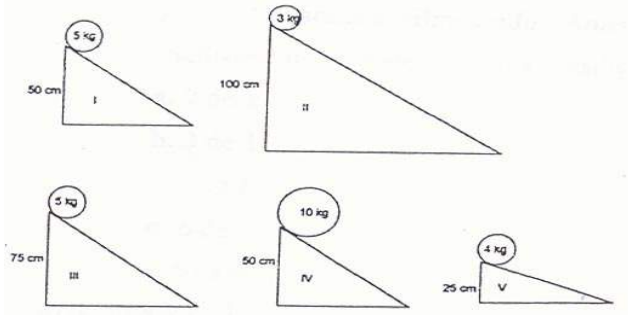
d. II ve V

e. Hepsi

Açıklaması:

1. En yüksek eğik düzlemle (rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalıdır.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Yükseklik arttıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
4. Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
5. Yükseklikler farklı fakat top ağırlıkları aynı olmalıdır.

SORU 4: Tepeden yuvarlanan bir topun eğik düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra kat ettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz, aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



a. I ve IV

b. II ve IV

c. I ve III

d. II ve V

e. Hepsi

Açıklaması:

- En ağır olan top en hafif olanla kıyaslanmalıdır.
- Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
- Topun ağırlığı arttıkça, yükseklik azaltılmalıdır.
- Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
- Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

SORU 5: Bir Amerikalı turist Şark Ekspresi'nde altı kişinin bulunduğu bir kompartımana girer. Bu kişilerden üçü yalnızca İngilizce ve diğer üçü ise yalnızca Fransızca bilmektedir. Amerikalının kompartımana ilk girdiğinde İngilizce bilen biriyle konuşma olasılığı nedir?

- 2 de 1
- 3 de 1
- 4 de 1
- 6 da 1
- 6 da 4

Açıklaması:

- Ardarda üç Fransızca bilen kişi çıkabildiği için dört seçim yapmak gerekir.
- Mevcut altı kişi arasından İngilizce bilen bir kişi seçilmelidir.
- Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
- Kompartımandakilerin yarısı İngilizce konuşur.
- Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanısıra, üç tanede Fransızca bilen kişi seçilebilir.

SORU 6: Üç altın, dört gümüş ve beş bakır para bir torbaya konulduktan sonra, dört altın, iki gümüş ve üç bakır yüzük de aynı torbaya konur. İlk denemede torbadan altın bir nesne çekme olasılığı nedir?

- a. 2 de 1
- b. 3 de 1
- c. 7 de 1
- d. 21 de 1
- e. Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesnelere arasından bir altın nesne seçilmelidir.
2. Paraların $\frac{1}{4}$ ü ve yüzüklerin $\frac{4}{9}$ u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para ve yüzük olması önemli olmadığı için toplam 7 altın nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam yirmi bir nesneden bir altın nesne seçilmelidir.
5. Torbadaki 21 nesnenin 7 si altından yapılmıştır.

SORU 7: Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki şeker kutusundan birinde 30 adet kırmızı ve 50 adet sarı renkte şeker bulunmaktadır. İkinci bir kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı şeker vardır. Ahmet kırmızı şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan kırmızı şeker çekme olasılığı birinci kutuya göre daha fazla mıdır?

- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

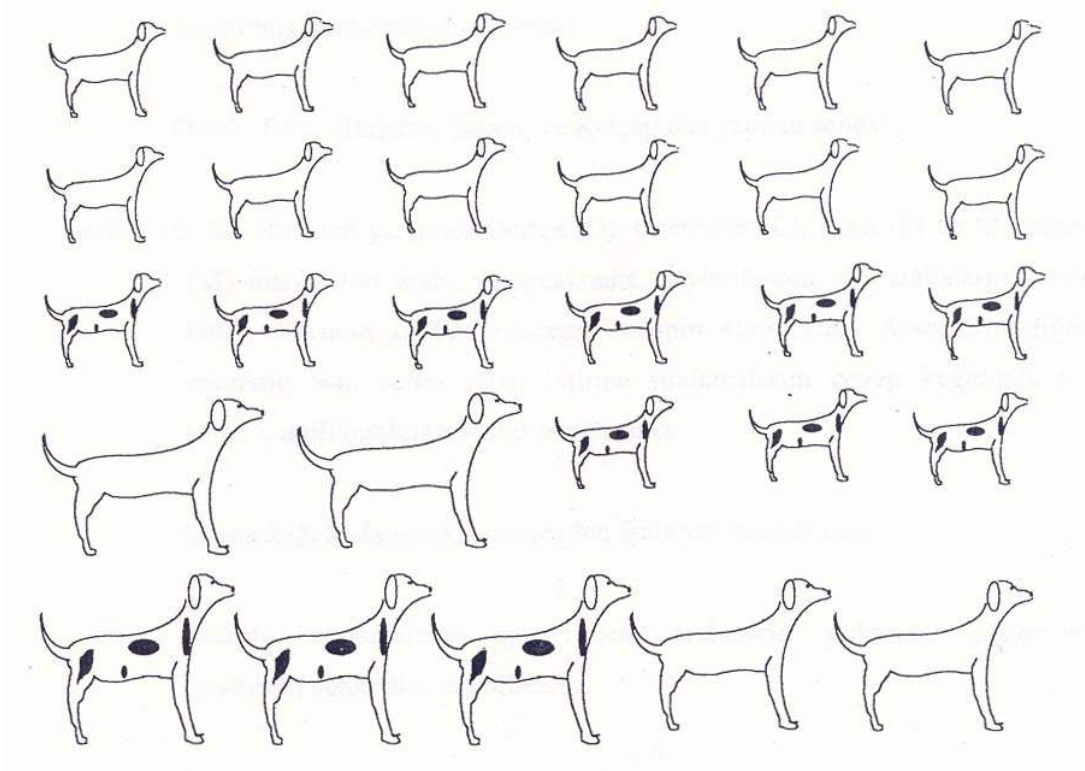
1. Birinci kutuda 30, ikincisinde ise yalnızca 20 kırmızı şeker vardır.
2. Birinci kutuda 20 tane daha fazla sarı şeker, ikincisinde ise yalnızca 10 tane daha fazla sarı şeker vardır.
3. Birinci kutuda 50, ikincisinde ise yalnızca 30 sarı şeker vardır.
4. İkinci kutudaki kırmızı şekerlerin oranı daha fazladır.
5. Birinci kutuda daha fazla sayıda şeker vardır.

SORU 8: 7 büyük ve 21 tane küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazla mıdır?

- a. Evet
- b. Hayır

Açıklaması:

1. Bazı küçük köpeklerin ve bazı büyük köpeklerin benekleri vardır.
2. Dokuz tane küçük köpeğin ve yalnızca üç tane büyük köpeğin benekleri vardır.
3. 28 köpekten 12 tanesi benekli ve geriye kalan 16 tanesi beneksizdir.
4. Büyük köpeklerin $\frac{3}{7}$ si ve küçük köpeklerin $\frac{9}{21}$ i beneklidir.
5. Küçük köpeklerden 12 sinin, fakat büyük köpeklerden ise sadece 4ünün beneği yoktur.



SORU 9: Bir pastanede üç çeşit ekmek, üç çeşit et ve üç çeşit sos kullanılarak sandviçler yapılmaktadır.

| <u>Ekmek Çeşitleri</u> | <u>Et Çeşitleri</u> | <u>Sos Çeşitleri</u> |
|------------------------|---------------------|----------------------|
| Buğday (B) | Salam (S) | Ketçap (K) |
| Çavdar (Ç) | Piliç (P) | Mayonez (M) |
| Yulaf (Y) | Hindi (H) | Tereyağı (T) |

Her bir sandviç ekmek, et ve sos içermektedir. Yalnızca bir ekmek çeşidi, bir et çeşidi kullanılarak kaç çeşit sandviç hazırlanabilir?

Cevap kağıdı üzerinde bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası sandviç çeşitlerinin listesini çıkarın.

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: BSK= Buğday, Salam ve Ketçap dan yapılan sandviç

SORU 10: Bir otomobil yarışında Dodge (D), Chevrolet (C), Ford (F) ve Mercedes (M) marka dört araba yarışmaktadır. Seyircilerden biri arabaların yarışı bitiriş sırasının DCFM olacağını tahmin etmektedir. Arabaların diğer mümkün olan bütün yarışı bitirme sıralamalarını cevap kağıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Bitirme sıralamalarını gösterirken, arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: DCFM yarışı sırasıyla önce Dodge'nin, sonra Chevrolet'in, sonra Ford'un ve en sonra Mercedes'in bitirdiğini gösterir.

EK-8. ÖĞRENME YAKLAŞIMI ÖLÇEĞİ

| | Kesinlikle Katılmıyorum | Katılmıyorum | Katılıyorum | Kesinlikle Katılıyorum |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. Genellikle ilk bakışta zor gibi görünen konuları anlamak için çok çaba sarf ederim. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 2. Bir konuya çalışırken, öğrendiğim yeni bilgileri eskileriyle ilişkilendirmeye çalışırım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 3. Ders çalışırken, öğrendiğim konuları günlük hayatta nasıl kullanabileceğimi düşünürüm. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 4. Konuları en iyi, öğretmenin anlattığı sırayı düşündüğümde hatırlarım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 5. Öğrenmek zorunda olduğum konuları ezberlerim. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 6. Önemli konuları tam olarak anlayana kadar tekrar ederim. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 7. Öğretmenler, öğrencilerden, sınavda sorulmayacak konular üzerinde çok fazla zaman harcamalarını beklememelidirler. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 8. Bir kez çalışmaya başladığımda, her konunun ilgi çekici olacağına inanırım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 9. Derslerde duyduğum ya da kitaplarda okuduğum bazı bilgiler hakkında sık sık düşünürüm. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 10. Konuların birbirleri ile nasıl ilişkilendiğini anlayarak, yeni bir konu hakkında genel bir bakış açısı edinmenin benim için faydalı olduğunu düşünürüm. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 11. Anladığımdan iyice emin olana kadar dersten ya da laboratuvarından sonra notlarımı tekrar tekrar okurum. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 12. Bir konu hakkında çok fazla araştırma yapmanın zaman kaybı olduğunu düşündüğümden, sadece sınıfta ya da ders notlarında anlatılanları ciddi bir şekilde çalışırım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 13. Okumam için verilen materyalleri, anlamını tam olarak anlayıncaya kadar okurum. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 14. Gerçek olaylara dayanan konuları, varsayıma dayanan konulardan daha çok severim. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 15. Bir konuda öğrendiğim bilgiyi başka bir konuda öğrendiğimle ilişkilendirmeye çalışırım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 16. Benim için teknik terimlerin ne anlama geldiğini anlamanın en iyi yolu ders kitabındaki tanımları hatırlamaktır. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 17. Bulmaca ve problemler çözerek mantıksal sonuçlara ulaşmak beni heyecanlandırır. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 18. Genelde okumam için verilen materyalin bana sağlayacağı faydayı düşünmem. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 19. Konuları ezberleyerek öğrenirim, yani öğrendiğime inanana kadar ezberlerim. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 20. Çoğunlukla, konuları gerçekten anlamadan okurum. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 21. Bir konuyla ilgili verilen fazladan okumalar kafa karıştırıcı olabileceğinden sadece derste öğrendiklerimize paralel olarak tavsiye edilen birkaç kitaba bakarım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |
| 22. Ekstra bir şeyler yapmanın gereksiz olduğunu düşündüğüm için, çalışmamı genellikle derste verilen bilgiyle sınırlarım. | 1 <input type="checkbox"/> | 2 <input type="checkbox"/> | 3 <input type="checkbox"/> | 4 <input type="checkbox"/> |

EK-9. GÖRÜŞME VERİLERİ

1. Numaralı Öğrenci: Erkek, 18 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 22.05.2007

Anne ve babadan parçaların gelmesi [ve] sonuçta onların parçalarının birleşmesi [nedeniyle insanlar çoğunlukla anne babalarına benzerler]. (4-5) DNA parçaları [geliyor]. Kromozomlar geliyor diyeyim. Yani iki çekirdeğin birleşmesi sonucunda oluştuğumuz için, tek hücreli hale gelip oluştuğumuz için, o parçaların devamı şeklinde biz oluyoruz. Benzeme sebebimiz o. (7-10)

[DNA] çekirdekte [bulunur]. (13) [DNA deyince] [...] aklıma o sarmal yapı, sınavlarda çizdiğimiz yapı geliyor. (15) [Kromozomlar] [...] da çekirdekte bulunur. Zaten kromozomlar dediğimiz, bir kromozom iki kromatidden oluşuyor, ona da DNA diyoruz. DNA zinciri diyoruz. (17-18). [Kromozom deyince aklıma] iplik [geliyor]. Bir de şu X [harfi]. Hani şu mitozu mayozu anlatırken yaptığımız X harfi. (20-21)

Genler aktarılan özelliklerimizi belirler (23) [ve] DNA'nın üzerinde [bulunur]. (25) [Genler] ne olduğumuzu belirlemek için, yani nasıl görüldüğümüzü, hangi biçimde olduğumuzu, ne düşündüğümüzü belki de belirleyen yapılar. (31-32)

[Gen ve DNA arasındaki ilişki hakkında] DNA kapsar gen diyebilirim matematiksel olarak. (35) Aynı şekilde, yani kromozom genlerin birleşmesiyle, kromozom genleri taşıyor daha çok, kapsar anlamında söyleyebilirim. (37-38)

[Genetik bilgi] nasıl bulunduğumuzu bildiren bilgi, yani çok fazla farklı bir şey ifade etmiyor benim için. Genle aynı şeydir. (41-44)

Belli yerlerde belli genler kapatılıyordu. Nerede aktif olması gerekiyorsa, işte [örneğin] karaciğerdeki görev neyse, aktif olması gereken yer açık kalıyor veya deride görev neyse o açık kalıyor. O şekilde. (49-52)

[Benim göz hücremle karaciğer hücremdeki] genetik bilgi aynıdır. (55)

[Göz rengini belirleyen genetik bilgi] hücre içindeki çekirdekte [bulunur]. (56-57)

Bütün hücrelerde aynı bilgi vardır bence. Ama gözde bu kısım histon proteinleri tarafından kapatılmamıştır diye düşünüyorum. Orada aktifleştiği için, pigmentlere o rengi taşıdığı için o rengi almıştır diyorum. (59-61)

Kalıtıl bilgilerin anneden ve babadan çocuğa geçmesine kalıtım diyebiliriz. (64-67). Mesela benim göz rengin kahverengi, annemle babamın açık renk olabilir miydi? Mesela ikisinin de açık renk olması ihtimali yok. Çünkü mavi gözlülüğün çekinik olduğunu öğrendik. Şöyle diyebilirim, önce mayoz bölünme gerçekleşiyor ve o kromozomların her biri, kardeş kromozomlar dediklerimiz ayrılıyor. O kromozomların üzerinde ne var, her iki kardeş kromozomunun üzerinde mesela aynı yerde göz rengini taşıyan bilgiler var, mavi, yeşil göz veya siyah rengi. Bu yumurta ve sperm birleştiğinde de hangisi baskınsa onun karakterini devam ettiriyor, diğeri de çekinik kalıyor. Açık renk gözünün çekinik olduğunu [biliyoruz], eğer anneden ve babadan açık renk göz geni geliyorsa, çocukta mutlaka açık göz rengi olur. (68-79)

Kalıtımda mayoz bölünmenin önemi vardır. (80-82) [Kalıtımda] döllenmeden sonra mutlaka mitozun da önemi var. Zaten az önce göz ve karaciğer hücrelerimiz arasındaki fark var mı diye sordunuz ya. Sonuçta tek bir hücreden mitozla oluşuyor, o yüzden fark yoktur, yani aynı şekilde mitozla devam etmiştir. Sonuçta mutasyon yoksa aynıdır. (84-87)

[Bu kavramların zor anlaşılmasının nedeni] görselleştiremedik hocam biz, onu net olarak söyleyebilirim. Bu kavramların şekiller üzerinde görsel olarak gösterilmemesi buna neden oluyor. Yani kromatitin ne olduğunu, kromozomun ne olduğunu, mayozun nasıl gerçekleştiğini bence bize şekil çizerek, çok adım adım anlatılsa bence çok daha katkısı olur. Yani görselleştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Bir de ezber kalıyor, sınavda yapıyoruz sonra unutuyoruz. (88-93)

Kromatit-DNA-Kromozom, burada karıştırmış olabilirim. Kromozomun daha karışık olduğunu düşünüyorum. Kromozom DNA'yı kapsıyor dedik zaten. Kromozomla DNA arasındaki farkı açıkçası şekilde nasıl gösterebileceğimi bilmiyorum. Aslında iplikçiğin açılmış haline DNA diyoruz. (95-99)

Sinir hücresiyle ilgili bir soru sorabilir miyim? Olgun bir sinir hücresi mi genç bir sinir hücresi mi çizeyim? Normalde ben çizerken çekirdek olduğunu çizdim, ama biz nedense şimdi aklıma geldi, sinir hücresini gördüğümde, bölünme yeteneğini kaybetmiştir diye öğrenmiştik. Çekirdeğin olup olmadığı aklımda git gel yaptı. Ama ben çekirdek çizmek istiyorum, çünkü çekirdek olduğunu, hücre gövdesinin içinde çekirdeğin olduğunu çiziyorduk. O yüzden ben çizeceğim, bölünme yeteneği aklıma karıştırdı ama böyle çizmek istiyorum. (100-110)

2. Numaralı Öğrenci: Kız, 18 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 22.05.2007

[Genler] çekirdekte, kromozomlarda [bulunur]. Kromozomların kendi yapısında [bulunur]. Kromozomlar genlerden oluşuyor zaten. (6-7)

Ben gen denildiği zaman DNA'daki hatta DNA da demeyim kromozomdaki eşleşen bu bütün özellikler işte bu bazıları falan sayıyoruz, bunların tamamına aslında bence gen kavramı kullanılabilir olması lazım. Çünkü gen dediğimiz özel bir yapı, [...]. Elimize alıp bu gendir dediğimiz bir şey yok çekirdeğin içinde. Ama [...] hep sayıyoruz pürin, pirimidin, bazlar [...] bunların hepsi. [...] farazi olarak derslerde gösteriliyor; DNA'nın şu parçası belki de saç rengini aktarıyor, şu parçası belki de göz rengini aktarıyor. Onların hepsini genel olarak herhalde düşünebiliriz. (10-17)

[Genlerin önemi için şunları] diyebiliriz; mesela kalıtsal hastalıklar, bunların önlenmesinde, eğer [...] [kalıtsal hastalıkları] iyi tanırsak nerden ne geliyor [bilirsek], bunların belki de oradan çıkarılması [veya] değişikliğe uğratılması hakkında daha somut bilgi edinilirse [...] insanlığa katkısı olur. (19-22)

[DNA] çekirdekte [bulunur]. Aslında DNA deyince çekirdekteki [...] sarmal yapıya [...] diyoruz. Sonra [...] hücrede bazı olaylar oluyor, bu olaylar sırasında değişme oluyor, [DNA] kısalıp kalınlaşıyor, kromozomları meydana getiriyor. Aslında hepsi aynı yapı, şekil değiştirdikleri zaman farklı isimler alıyorlar bana göre. (25-30)

Şimdi çekirdek var, çekirdeğin içindeki bir DNA ipliğini düşünecek olursak, DNA ipliği nelerden oluşuyor, dediğim gibi, bazlardan oluşuyor, işte fosfat falan var. DNA daha genel [düşünürsek], yani DNA'nın tamamı gibi düşünürsek, oradaki belli özelliklere etki eden kısımlar genler. (32-35)

DNA'daki iplik halindeki şeklin kısalıp kalınlaşmış haline kromozom diyoruz. Kromozom sayısı [bütün hücrelerimizde] aynıdır. Sayı olarak düşünürsek aynıdır. Kromozom deyince ilk [önce] bir çarpı işareti (X) aklıma geliyor. (38-43)

DNA ve kromozom [...] bence ikisi aynı şeyler, çok fazla değişen bir şey yok. Şekil itibarıyla bir değişme var. Belki oradaki bağlar [...] sarmal yapısını [...] alıyor. Yine kromozomun içinde genler var [...]. (46-48)

[Hücreler arasında] fonksiyon olarak [fark] var, şekil olarak farklılıkları da var. Bunların arasındaki fark, genlerin dizilişi dediğimiz şey. Diziliş farklılığı var. Dizilişten kaynaklanan [...] bağlanma şeklidir, bazılar [gibi] [...]. Hepsini değiştiriyor sonuçta diziliş dediğimiz zaman baya bir şey kapsıyor zaten. (50-55)

Genetik bilgi kavramı da [...] genlerin dizilişi de olabilir, gerçi her hücrede genetik bilgi aynı olması lazım. [Genetik bilgi] genlerin ifade ettiği şeyler. (57-58)

[Hücreler] eğer yapısını, fonksiyonunu değiştiriyorsa bir şeyleri farklı, çok aynı olduğunu herhalde söyleyemeyiz. Ama dizilişten kaynaklı bir farklılık olabilir. Yani başka bir farklılıktan dolayı değil sadece dizilişteki farklılıktan dolayı [göz hücresi ile karaciğer hücresi] farklıdır. (61-64)

[Örneğin göz rengini veren genetik bilgi] kromozomlar üzerinde [bulunur]. [...] Bütün hücrelerde aynı kromozomun içinde hepsi zaten var. Ama oradaki baskın olan görevi, [...] mesela göz hücrenizde bunun görevi orada baskın. O yüzden o göz hücresi, diğer tarafta da var aynı gen, yani vücudunuzun başka bölgesindeki hücre içinde de aynı gen var aslında, ama baskın olarak işlevini orada gördüğü için orası göz hücresi oluyor. (69-74)

Kalıtım [...] anneden babadan [...] genlerin aktarımıdır. (76-77) [...] hücre bölünmeleri sırasında, anneden babadan gelen kromozomlar karşılıklı geldikleri zaman, baskın olan özellikler var, çekinik olan özellikler var. Anneden babadan gelenler karşı karşıya geliyor mesela göz için konuşacak olursak, baskın olanın özelliğini alıyor. Ama bu tamamen de onda aynı şekilde, baskın olan babanın olsa bile aynı göz rengiyle olmayabiliyor. (80-85) Mesela [...] anne babadan [...] o üreme evresini düşünecek olursak, kromozomlar geliyor karşılıklı. Daha doğrusu [...] gen bölgeleri karşılıklı olarak geliyor. (88-90)

[Genetik konularında zorluk çekilmesinin nedeni] görsel olarak net bir şekilde anlatılmıyor. Kromozom nedir, kromatid nedir, bunlar bir cümleyle ifade ediliyor ama ifadeler de birbirine çok yakın. Onu görsel bir şekilde bu budur, bu budur diye, bizim eski yanlış bilgilerimizi de bitirip, bize yeni baştan doğruları öğreten bir sistem yok. Bazı şeyleri hatta bildiğimiz düşünülerek iyice üstü kapalı bir şekilde gidiliyor. Biz, çoğumuz da belki bilmediğimizi, o kadar temelden başlamak istediğimizi söyleyemiyoruz. [...] Zaten bir tek teste odaklandığınız için, önemli olan testin cevabını bilmek. Kromozom, kromatid, kromatin onlar önemli değil. Bir de şöyle tek başınıza ilgileneniz bile kitaplar da yeterli olmuyor. Çünkü o kaynaklardan yanlış da öğrenilebiliyor, çünkü kaynaklar da çok güvenilir olmuyor her zaman. Yanlış öğrendiğiniz zaman da bu sefer doğrusuna hiç düzeltilemiyor. Öyle bir konu ki genetik, çok iyi bilen, konuya hakim biri ile en baştan üzerine çıkılarak anlatılması gerekir, tek başına olmuyor. Diğer dersler bu kadar karışık değil, genetik kavramlar açısından diğer

derslere göre biraz daha karışık. Diğer dersleri kendiniz gidip kaynaktan çalışsanız da anlaşılabilir ama genetik anlaşılıyor. (93-108)

3. Numaralı Öğrenci: Erkek, 16 yaşında, 9. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 22.05.2007

[İnsanların genellikle anne babalarına benzemelerinin nedeni] kromozomların [...] anneden babadan gelmiş olması. Her ne kadar tür içinde çeşitlilik var deseler de çoğumuzun aynı kromozomları taşımasıdır. (2-3)

Her yerde bulunur kromozomlar. Vücudumuzun bütün hücrelerinde, her yerinde bulunur. Sonuçta özelliklerimizi belirlerler. [...] kromozomlar cinsiyet belirlerler. Dişilerin erkeklerin farklı oluyor, ona göre de özellikleri farklı oluyor. (6-10)

Bir de vücut kromozomları, somatik kromozomlar var. (13)

[Özelliklerimizi] genler [belirliyor]. [...] genler kromozomların içinde [bulunur]. Sonuçta [...] saçımız, tırnağımız, her şeyimiz genlere bağlı. Kromozomlarımızın içinde miydi genler? (16-19)

Bilimsel bir şekli var genlerin, oradaki şeyler. A'lar C'ler G'ler, isimleri gelmiyor aklıma. (21-22)

Genler şu anda çok önemli. [...] vücudumuz için, yapımız için önemli. Bir de şu anda genlerle yapılan tedaviler çok önemli. Teknolojik olarak, sonuçta genlerle mesela hastalığın tedavisini bulabiliyorsun, kaynağını bulabiliyorsun, işte bu az önce bahsettiğimiz kalıtsal olaylar, mesela anneden babadan gelen şeylerin bizim üzerimizdeki etkileri ne, acaba bu hastalığımız bunlardan dolayı mı, bunları genler belirliyor. Teknoloji girince işin içine zaten klonlama falan, bunların hepsi genlerden temel alıp gelen şeyler. (26-32)

[Az önceki şekil] karışıyor, o şekil DNA'nın şekli. Şimdi deoksiriboz, nükleik asit falan desem sonuçta işte asit, şeker. (34-35)

DNA boydan boya, bizde bulunuyor, hatta kaç kilometreydi DNA'mızın uzunluğu, bilemiyorum. (37-38) Bunlar, kıvrılıyor, kıvrılma mekanizmaları var. İç içe geçiyorlar. Sarmal modeller. Bir şekilde giriyorlar işte. Ama hala DNA, kromozom, gen üçlemesi, nerede, nasıl karışık. (40-42)

Gen, DNA'nın içinde diyebilirim. (45) Kromozom da genin içinde miydi? Bilmiyorum, karıştırdım orda. (47) Gen mi DNA'da, DNA mı gende orada da bir karışıklığım var. (48)

Depo merkezi olarak düşündüm ben [genetik bilgiyi]. (49) [Genetik bilgi], DNA'nın içinde bulunur [...] (51) Bizim ayırt edici özelliğimiz oluyor, kişisel özelliğimiz oluyor [genetik bilgi]. Az önce bahsettiğim şeyler olabilir mi acaba; bu hastalıklar, ya da işte saç rengi, göz rengi. (53-55)

[Farklı hücrelerin genetik bilgisi nasıldır] hiç [...] bilmiyorum. Sadece neyin ne işe yaradığını biliyorum. Ama şimdi diyoruz, gen, kromozom, DNA, bunlar şu anda karıştı, bunlar, hepsi bütün vücudumuza, her yere hakimler diyoruz, her şeyi yönetiyor diyoruz. Sonuçta bunlar da organların ya da hücrelerin çalışmalarında [...] etkililer ama neden nasıl etkililer bilmiyorum. (59-63)

[Göz rengini belirleyen genetik bilgi] DNA'da [bulunur] (66)

Kalıtım deyince özelliklerin, bireyden bireye aktarılması geliyor aklıma. (68)

Kromozomlar anneden babadan aldığımız için, bunun [kromozomların] içinde de [...], DNA bilgileri olduğu için, bir şekilde bizimki onlardan oluşuyor. (70-71)

Çoğalmayı sağlayan mitoz bölünme. Mayoz bölünme çeşitliliği sağlıyor. Sonuçta kromozomun bir kısmının yavruya geçmesini sağlıyor. Bölünmeden bahsediyorum. Mayoz bölünme eşey hücreleri ile alakalı zaten. (73-75)

Bence [kalıtımda] mitozun etkisi yoktur. Mitoz çünkü tamamen, dokuların yenilenmesi, çoğalması gibi durumlardan görevli olduğu için. Kalıtımla alakası yok. Ama yanlış olabilir. (77-79)

[Kromozom sayısı] vücut hücrelerimiz de farklı, eşey hücrelerimizde ayrıdır. İkisi de ayrı ayrı. (81)

[Eşey kromozomlarımız] eşey hücrelerimizde bulunuyor. (83)

[Çocuğun cinsiyetini anne belirler ya da baba belirler] diyemeyiz. Henüz öyle bir şey yok diye biliyorum. Bir dakika, baba belirler. Sonuçta babanın spermleriyle dölleniyor. Sonuçta yumurtalar [...], spermler farklı. (86-88) [Kromozomlardan bahsediyorum]. Sonuçta spermlerin içerisinde kromozomlar var. Onlar farklı olduğu için baba belirler. Ben bir an sanki dişi ya da erkek olacağı belirlenir mi gibi yanlış anladım. (90-92)

[Mesela göz renginde de öyle, diyelim ki annem mavi gözlü babam kahverengi gözlü, ben de kahverengi gözlü olmuşum. Niye böyle olmuş? Çünkü] baba daha baskın. Babanın kromozomları daha baskın oluyor. (93-99)

[Genetik konular ile ilgili] birebir benim çektiğim zorluk, gen-kromozom-DNA. Bende sadece o model olduğu için, mesela ne nedir? Farklı olarak, biyoloji dersine çok önem vermiyorum ben o yüzden de çok detaylı öğrenebildiğimi zannetmiyorum. (106-109)

Kavramların görsel eşitlikleri olmadığı için [sıkıntı var]. Gösterilmediği için, asetatlarla öğrenemiyorum. Ya da saç lastiğiyle heliks modelini görmek istemiyorum. O yüzden anlayamıyorum. Mesela orda, tamam onu öyle gösteriyor ama ne yani? Ne ne[dir] burada, onu anlamıyorum. (111-114)

4. Numaralı Öğrenci: Kız, 17 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 25.04.2007

[İnsanlar çoğunlukla anne babalarına benzerler] çünkü bir insanın oluşması için bir anneden bir de babadan genlerin alınması lazım ki muhakkak bir özellik birisine bir özellik birisine benzeyecektir ya da ikisine birden. İkisinde de ortak olan özellikler varsa yine çocukta görülecektir. Olmayan bir şey görülemez, anne babada direk görülmesi bile genlerinde olan özellikler çocukta çıkabilir, aynı şey de olmayabilir. Nadir rastlanmasının nedeni de çekinik olanların bir araya gelip çocukta görülmesidir. Annede veya babada görülmeyen özellik, iki çekiniğin yan yana gelmesiyle çocukta görülebilir. Bu nadir, yani çok sık rastlanmaz, çünkü genellikle baskın olan görülür. Baskın, allelin kendini baskın çıkarmasıdır. (14-27)

Sadece dış görünüşteki özelliklerimiz değil bütün vücudumuzdaki özellikler [genlerde] kalıtılır, [genlerde] saklıdır. Onun için [...] bir genotip bir de fenotip vardır diyebiliriz. Her şey [...] [örneğin] bir hastalığa sahip olup olunmadığı dıştan belli olmayabilir, bunlar da yine anneden babadan geçebilir. (29-33)

[Genler] hücrelerin içindeki çekirdekte [bulunur] [...], DNA da saklıdır diyelim. (35-36)

[Genler önemli, çünkü] çok kolay bulunmuyor, [...] çok fazla nükleotidin bir araya gelmesiyle oluşuyor, çok geniş. Onun bulunması için de baya zaman harcanması gerekiyor, çok uğraştırıcı bir şey. Neyin neye etki ettiği de bulunmalarda önemli. Hastalıkların nedenleri, [...] anneden babadan gelen kalıtsal hastalıkların nedenleri de genler üzerinde olduğu için, mesela bir genin içerisindeki bir şeyin eksik olması ya da yanlış kodlanmasında bir şekilde mutasyona uğramasından çeşitli nedenlerle hastalık ortaya çıkıyor. Bunun da önlenmesi için ya da düzeltilebilmesi için artık çocuğun sağlıklı duruma geçmesi için, [...] [genler önemlidir]. [...] Hücrelerin [...] hayatsal faaliyetlerinin kodlandığı yerdir [gen]. Tek bir hücre bazında bile düşünürsek, hayatını normal devam ettirebilmek için [genler gereklidir]. [Genler] genetik bilginin DNA da depolandığı yerdir. (38-51)

Genetik bilgi DNA da [bulunur] [...]. DNA genlerden oluşmuştur. [...] Genler de çeşitli nükleotidlerin arka arkaya sıralanmasıyla oluşmaktadır. [...] Genetik bilgi bütün [...] genlerden oluşuyor diyebiliriz. (54-60)

[DNA] genetik bilginin şifrelendiği uzun bir yapıdır. Çift iplikçikli ve sarmal şekildedir. Bölünmelerde şekil değişikliği ile kromozom, kromatid gibi farklı adlar alır. Ama normal yapısı ağ şeklinde, dolanmış vaziyette ve çekirdekte bulunur. [...] DNA bütün bilgilerin depolandığı yer [...]. Ama hangi bilgi olduğu genlerin içinde, mesela göz rengimiz, saç rengimiz ya da hastalıklı olup olmadığımız, çeşitli şekillerde genlerde taşınır. Genlerin toplamı ise genetik bilgimizi oluşturan DNA. (62-70)

[Kromozomlar] çekirdekte bulunur, [...]. Sarmal biçimde çekirdeğin içindedir. Bölünmelerde çekirdek zarının kaybolmasıyla [...] hücrede serbest kalıyor. [...] Kısalıp kalınlaşarak şekil değiştirmesi sonucu kromozomlar oluşuyor. 4lü şekildedir. Kromatid ise sentromerin ortada olduğu tekli ve uzun şeklindeki halidir. [Sentromer] ortada olabilir, üst tarafa ya da alt tarafa yakın olabilir, buna bağlı olarak da [kromozomlar] çeşitli isimler alır. (73-82)

[Cinsiyeti belirleyen] cinsiyet kromozomları vardır. [...] Cinsiyeti belirleyen Y kromozomudur, çünkü XX dişi, XY erkek olduğundan, belirleyici olan Y oluyor. Ve tek bir kromozomla cinsiyet belirlenmiyor, eksik kalıyor. Onun için ikili olarak, XX ya da XY şeklinde şifrelenmesi gerekiyor.[...] (84-88)

[Eşey kromozomları], eşey hücrelerinde bulunuyor [...] (91-92)

[Canlıların kromozom sayıları ile gelişmişlikleri arasında bir bağlantı] kuramayız. [...] hatırladığım kadarıyla yosunların birinde bize yakındı [kromozom sayısı]. (95-97)

Kromozomların üzerinde belirli bölgelerde genler saklıdır. Annede de babada da karşılıklı olarak kromozomların üzerindedir [genler] [...]. (99-100)

[Farklı fonksiyonlara sahip hücrelerimizin genetik bilgisi] sadece görev yerlerine göre farklılaşmıştır. Tek bir hücreden meydana geliyoruz, aynı bilgi hepsinde var ama sadece bulunduğu yere göre farklılaşma var ki o görevi yerine getirebiliyor. Vücudumuzun her yerinde aynı bilgi vardır. Görev farklılığından dolayı farklılaşma vardır. (104-107)

[Örneğin göz rengimizi belirleyen genetik bilgi] göz hücremizde [bulunur] herhalde. Bilmiyorum. (110-111)

Kalıtım [...] baştaki canlılarda olan bilgilerin bir sonraki kuşağa aktarılmasıdır. Anne ve babanın birleşmesiyle hem vücut hücreleri hem eşey hücresi [...] [anneden ve] babadan yarıya indirilerek geliyor ve birleşme ile yine aynı kromozom sayısı sabit kalıyor ve çeşitlilik sağlanıyor. (114-120)

[Özelliklerin ortaya çıkmasında] genel olarak işte bilinen şeyler vardır, renkli göz değil siyah göz baskındır. Düz saç mı baskındı kıvrıkcık mı hatırlamıyorum, yine belirli baskınlıklar var. Dış etkilerle çeşitlenebiliyor, yani mesela boy uzunluğu annenin babanın bellidir ama çevrenin etkisiyle, yani [örneğin] futbol yapmasıyla uzayabilir. Ya da ten rengimiz belirlidir ama belirli zaman, yani güneşte durmayla alakalı ya da yaşadığın yerle alakalı, değişebilir. Ama göz rengimizde böyle bir şey yoktur. Yani çevre etkisi bazı durumlarda değiştirebilir durumu, ama geni değiştiremez, sadece dış görünüşü değiştirir. (122-131)

[Çekinik genler anneden ya da babadan gelir] diye bir ayırım yoktur, her ikisinden de gelebilir. (134)

[Cinsiyeti] baba belirliyor, çünkü annede [...] [sadece] X var, ama babadan X de gelebilir Y de gelebilir. Bu nedenle baba eşeyi belirliyor. (136-137)

[Bu konuların öğrenilmesinde] benim [zorluk çektiğim] olmadı, aklıma yattı ama şu problem çözmelerde çok karıştırılıyor, homozigot durumları, allerdeki heterozigot durumları, onlar çok karıştırılıyor, onu biliyorum. Ama ben kolay anladım. (146-148)

5. Numaralı Öğrenci: Erkek, 19 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 26.04.2007

[İnsanlar anne babalarına benzerler] çünkü kromozomlar eşey hücreleri ile taşındığı için, yani birisi anneden birisi babadan geldiği için, onların özelliklerine, baskın olup olmama durumuna göre. (2-4)

[Kromozomlarda] genetik bilgi [taşınıyor]. (6) [Genetik bilgi] kromozomlar üzerinde [bulunur]. (10)

Genetik bilgi sonuçta genetik materyal[dir] [...]. Bizim kalıtsal özelliklerimizi aktarmaya yarar. (12-13) [Genetik bilgi ile gen arasında bir fark] [...] vardır tabi muhakkak, çünkü genetik bilgi ile gen farklı. (15) [Gen] kromozomlarda bulunuyor. (17) [Genin nasıl bir yapısı olduğunu] bilmiyorum. (19)

[Gen] kalıtsal materyal olarak genetik bilginin taşındığı birimler[dir]. (21)

[Kromozomlar] çekirdekte [bulunur]. (24) Açıkçası kromozom deyince benim, böyle bir çarpı ("X" eliyle göstererek), X harfi aklıma geliyor. Öyle bir şey aklıma geliyor. (27-28)

Eşey kromozomları [cinsiyeti belirler]. (32) [Eşey kromozomları] erkek eşey hücresi sperm veya yumurtada bulunur. (34)

[Gen-DNA-Kromozom ile ilgili bir] [...] sıralama vardı. Kromozom en büyüktü galiba. (36)

Kalıtsal bilginin taşındığı şey aslında DNA, kalıtsal bilgi DNA'da saklıdır diyebiliriz. (38-39)

Bir karışıklık var aslında, arasındaki farkı biliyorum ama açıklayamıyorum. (41-42)

Fenotip, [...] canlıda gördüğümüz dış görünüş[tür]. Mesela bezelyenin yeşil olması veya insan gözünün mavi olması gibi. (48-49)

[Özellikler] baskın veya çekiniklik durumuna göre [ortaya çıkar]. (52)

[Her hücremizdeki kromozom sayısı aynıdır], evet [...]. Yok ama benim bildiğim kadarıyla 46 kromozom vardır. Ama eşey hücrelerimizde yarı yarıya. (54-55)

[Farklı hücrelerin içerdği genetik bilgi] farklıdır. Farklı fonksiyonlara sahip olduğuna göre doğal olarak farklıdır. (59-60)

[Bu durumda göz hücremizle yanak hücremizin genetik bilgisi bence] farklıdır. (63)

Göz rengimiz[i belirleyen genetik bilgi] [...] kendi eşey hücremizde bulunur ki hani çocuğumuza geçsin. Sonuçta gözden alıp, sperm hücresine bir şey gönderemezsiniz. (67-68)

Şöyle bir şey [var], siz kahverengi, eşiniz de mavi gözlü [diyelim], çocuğunuzda mavi gözlü oldu. O zaman [bu özellik] babadan geldi diye yorum yaparım.(74-75)

[Çocuğun cinsiyetini] baba belirler, çünkü XY kromozomu vardır. Annede XX var. (77)

[Kalıtım] canlıların genetik bilgisinin oğul döllere, yavrularına geçmesi[dir]. (79)

[Genetik bilgi] üreme sonucunda [yeni bir canlıya geçer]. Annenin eşey hücresi ile babanın eşey hücresinin birleşmesi ile işte zigot oluşur. (81-82)

Mayoz bölünme eşey hücrelerinin yarıya inmesini sağlar. Mitoz bölünmede ise iki katına çıkmasını engelliyor. (85-86)

Bu konu gerçekten çok önemli bir konu, iyi şekilde anladığıma inanmıyorum genetikte bu konuyu. Ben bu konuyu ilk gördüğümde de anlamamıştım. Daha sonra anlayacağımı sandım ama biz bir şeyler biliyormuşuz gibi anlatıldı, sıfırdan başlanmadı. Mesela demin çok güzel sorular sordunuz, 'gen nedir?'. Mesela ben onun tam olarak tanımını anlamadım, belki de hala konuyu anlamadığım için, 'kromozom nedir?', ben sadece ÖSS kitaplarından bildiğim kadarıyla işte kromozom büyük gen büyük diye bir sıra var ezber bir şey bu konuyu öğrenmek için. Kavramlar iyi verilmedi bence, ya da alınmadı. Yani kavramları iyi öğrenemedim, konuya sıfırdan başlayıp öğrenmek lazım, bence sanki her şeyi biliyormuşuz gibi onun üstünden işledik. Bende açıkçası çok sık çalışmadım bu konuya. Önce kavramlar verilmeliydi, 'gen nedir', 'kromozom nedir', daha sonra derinlemesine inilmeliydi. (90-105)

6. Numaralı Öğrenci: Kız, 16 yaşında, 9. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 23.05.2007

[İnsanların anne babaları ile arasındaki benzerliğin nedeni, bence] genler[dir]. (2)

[Genler] çekirdekte, hücrelerimizin içindeki çekirdeklerde [bulunur]. (4)

Gen deyince aslında direk gözümün önüne sadece DNA'da oluşan fonksiyonel birimler aklıma geliyor. İşte polipeptit, hayır polipeptid değil, oligonükleotid olarak geliyor, işte bazlardan oluşan, nükleotidlerden oluşan [yapı]. Özellikleri taşıyan, daha doğrusu hani kalıtsal aktarımı sağlayan şeyler geliyor aklıma. (7-11)

[Genler] hücrelerimizin çoğalması açısından önemli. Yani kalıtsal olarak geçiyor, ama hem de hücre bölünmesinde de aktarım olarak önemli. Başka genlerin özelliğini [bilmiyorum], yani bu kadar. (14-19)

[DNA] [...] [yine] çekirdekte bulunuyor, bu sefer [...] iki tane çift sarmal, heliks yapısında olan, nükleotidlerden oluşan [...] [yine] aralarında hidrojen bağları kurulan, [...] genetik aktarım özelliği taşıyan bir yapı. (22-24)

DNA genlerden oluşur. Sonuçta DNA da, yani şöyle gen- DNA- kromozom diye, hepsinin oluşması. Yani gen DNA'yı oluşturur, DNA da sarılarak kromozomları oluşturur. (26-28)

Kromozomlar [da] çekirdekte bulunuyor. Aslından birbiriyle bağlantılı şeyler. DNA'nın işte histonlarla sarılıp [...] biraz daha şey olmuş, paketlenmiş hali oluyor kromozomlar. İşte iki tane kromatidden oluşur. Ortada yapışıktır, sentromerlerinden. (30-33)

[Kromozom denildiğinde gözümün önüne] işte direk X harfi [geliyor]. (35)

[Kromozomların] [...] önemi olarak DNA'dan farklı olarak, histonlarla sarıldığı için hani her hücrede farklı yerler histonlarla kaplı, mesela işte karaciğer hücremizde farklı genler çalışırken işte bir deri hücresinde farklı genlerin çalışması açısından önemli. (37-40)

[Vücudumuzda] 46 kromozom var. 44+XX ya da XY. (42)

[Vücudumuzdaki bütün hücrelerdeki kromozom sayısı] evet, [aynıdır]. Aynı, ama işte eşeyssel kromozomlar olarak ayrılıyor. (45)

Eşey kromozomları, [...] bütün hücrelerimizde bulunur (47).

[Çocuğun] [...] kız olmasının nedeni, yani daha doğrusu mesela şöyle söyleyeyim baba XY olduğu için kıza mutlaka X verecek, mutlaka babadan bir X alacak. Erkek olunca da X kromozomu gelecek özellikle de anneden oğla geçecek. Yani [çocuğun cinsiyetini] ikisi de [hem anne hem baba] belirler, şans eseri. (49-54)

Genetik bilgi işte bizim hücrelerimizde, çekirdeklerimizde saklı olan özelliklerimize genetik bilgi diyoruz. Anneden ve babadan gelen özelliklerin işte birleşmesiyle oluşan yapı. (56-58)

[Genetik bilgi de] [...] çekirdekte [bulunur]. (60)

[Genetik bilgi genden farklı bir şey] değildir aslında, doğrudan bağlantılıdır. (62)

[Fonksiyonları farklı olan hücrelerin genetik bilgileri farklı] değil[dir]. (64)

[Yani aslında göz hücremle yanak hücremdeki genetik bilgi] aynıdır. (67)

[Göz rengimi veren genetik bilgi bence] [...] [yine] DNA'da ya da kromozomda bulunur. Bütün hücrelerimizde var. (69-71)

[Kalıtım şöyle gerçekleşiyor] [...] annedeki yumurta hücreleri önce mayoz geçiriyor gametler oluşuyor, babanın gametleri ile birleşiyor. Daha sonra bunlar işte şey olabiliyor değişim, crossing-over olabiliyor, çeşitlilik sağlanması açısından. Daha sonra [...] bu resesif ya da [...] dominant olmasına dayanarak çocuğa etki ediyor. (75-79)

Mitozun kalıtımda önemi [var mı?] yani daha çok gelişmesinde yararlı ama, mitozun da vardır herhalde [kalıtımda önemi]. (81-83)

Genelde allel ve gen arasında karıştırılır. Allel [...], [birinin] anneden gelip birinin babadan gelip karşılıklı olarak hani eşit bölümlerde bulunan özellikler, aynı özellikler. (85-88)

Başka [yine] bu genetik olarak da şeyler kromatin, kromatid işte o yapılar karışıyor. Biraz isimlerin benzerliğinden dolayı herhalde. Biraz da ezberci olduğumuzdan dolayı da olabilir. O yüzden karışıyor. Yani mesela kromatid kromatin, bir tane harf değişiyor, ama genellikle birbirleri ile

bağlantılı olduğu için, ondan da karışabiliyor. Bazı kelimeler çok kompleks olabiliyor, [yine] ondan da [...] aklımızda kalmıyor olabilir. (91-97)

7. Numaralı Öğrenci: Kız, 17 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 23.05.2007

Kromozom, kromatid, gen onları ben mesela defalarca çalışmama rağmen şu an bile karıştırabilirim. (2-3)

(İnsanlar genellikle anne babalarına benzerler. Mesela senin saç rengin ya da başka bir özelliğin muhtemelen anne ya da babana benziyordur. Nasıl oluyor bu? Bunun nedeni nedir? Sorusuna karşılık olarak) Anne babadan gelen gametler, X ve Y kromozomları üstünde. O genlerden, genlerin baskın çekinik olmasına göre anne veya babadan hangi özellik alınıyorsa. (6-7)

Genler nerede bulunur? [...] kromozom üzerinde, bazlardan oluşuyor genler. (11)

Genlerin şekli yok da, ya kromozom üzerinde bulunduğu için kromozom, X harfi şeklinde, çift iplikçikten böyle döne döneydi. Onun bir kısmı gen oluyor. (14-15)

Genler [...] önemli [çünkü] genler kalıtımda var, kalıtımın temel birimleri. Yani vücudumuzdaki her şey genlere göre oluyor. Mesela genlerde bir mutasyon olduğunda, bu bizim fenotipimize genotipimize yansiyabiliyor. (17-19)

Genotip yani genlerin toplamı, fenotip de dışı, dış görünüşü, dışa yansımış şekli. (21)

Kromozom DNA'nın, bir kromozomda onu hep karıştırıyordum. Bir kromozomda iki DNA vardı, bir kromozom iki kromatid ipliğinden oluşuyordu. Bu DNA'nın işte parçaları içinde de böyle bölüm bölüm genler var diye hatırlıyorum. (23-25)

Kromozom denilince [gözümün önüne] o X harfi, X şeklinde geliyor. (28)

DNA denilince böyle şey, böyle lastiği alıp çeviriyorduk şöyle, o şekilde. (30-31) Evet, sarmal şeklinde. (33)

[DNA] kromozomda [bulunuyor]. (35) [Kromozom] çekirdekte [bulunuyor]. (37)

DNA genlerden oluşur. (39) Bir DNA'da milyonlarca [gen vardır]. Çünkü genler DNA'da bazlardan oluşuyordu, diye bir şey kalmış aklımda. (41-42)

Kromozom da DNA'dan oluşur. (44) [Bunlar arasındaki ilişkiler] Gen – DNA – Kromatid - Kromozom, bu şekilde. (46)

Genetik bilgi ne? Gen ifadesi. (48) Genetik ifade [ile gen arasında] fark yoktur. (50)

[Hücreler] fonksiyonlarına göre özelleşmişlerdir. (56)

[Göz ve karaciğer hücrelerindeki genetik bilgi] farklıdır. Bazı bölümler farklıdır. Bence. (58)

(Örneğin göz rengini belirleyen gen, sence nerede bulunur? Sorusuna karşılık olarak) Somatik ya da vücut hücresi mi yoksa gamet mi? Hayır, vücut hücrelerinde [bulunur]. Ama anneden geliyor, anne babadan gamet hücrelerinden geliyor. O şekilde somatik hücrelerde. (61-63)

(Somatik hücre derken, bütün somatik hücrelerinde mi olur yoksa mesela sadece göz hücrelerinde mi? Sorusuna karşılık olarak) Göze ait hücrelerde. Göz kısımlarında. (66)

[Vücudumuzdaki bütün kromozom sayısı] aynı değişmez, bir canlı türünde değişmez. İnsanların hepsinde aynıdır. Sineklerin hepsinde de aynıdır. Canlı türüne özgüdür kromozom sayısı. Değişmez. (69-70)

[Kromozom sayısı arttıkça bu canlı türü gelişmiştir] diyemeyiz. Hatta ufak bir canlıyla bizimki aynıydı. Biz daha gelişmişiz ama aynı oluyor. (72-73)

(Eşey kromozomlarımız hangi hücrelerde bulunuyor? Sorusuna karşılık olarak) Somatik hücrelerde değil. Ötekinin adı otozomla somatik aynı mıydı? (75-76) Gonozom işte. Gonozomdu, o hücrelerde bulunuyor [eşey kromozomları]. (78)

[Özellikler] gametlerde taşınan genler[e göre belirleniyor], işte ilgili gen kısmının bulunduğu özelliklerle. Gamette mesela o özellikle ilgili gen kısmı var, o özellik geliyor, annede ki de geliyor, tek tek geliyorlar. Hangisi daha baskınsa o oluyor. (85-87) Baskınlık çekiniklik durumu var, hangisi baskınsa ona benziyor. (89)

[Kalıtımda] mayoz bölünme[nin rolü var]. Mayoz bölünme ile zaten mayoz bölünme olmasa, hani 46 kromozom 23'e düşüyor, babanın ki de 23 annenin ki de 23 gene bizim vücudumuzda 46'ya tamamlanıyor. Yarıya düşmeseydi 46 46 bizde 92 olurdu sonra böyle giderdi. Yani kalıtımda çok önemli [mayoz]. (91-93)

Mitozun kalıtımda [önemi] yok da mayozda mesela krossing-overlar falan vardı. Onlar da çeşitliliğin sağlanması için önemliydi. (95-96)

(Sence çocuğun cinsiyetini anne belirler ya da baba belirler diye bir şey diyebilir miyiz? Sorusuna karşılık olarak) Babadan gelen XY kromozomlarına bağlı. Babadan X geliyorsa kız, Y geliyorsa erkek olur. Babaya bağlıdır. (99-100)

(Yani çekinik özellikler anneden gelir ya da baskın özellikler babadan gelir denebilir mi? Sorusuna karşılık olarak) Hayır, diyemeyiz. Onların işte özellikleri ile ilgili o hani haritalarına bakmamız gerekir. Gen haritalarında çekiniklik baskınlık. (104-105)

[Bu konular öğrenilirken yaşanan zorlukların nedeni sana göre nelerdir? Sorusuna karşılık olarak] [...] ben altyapıya bağlıyorum. Mesela daha önce genetiğin üstünde daha fazla durulsaydı, yani hoca en fazla hangi konunun üzerinde duruyorsa öğrenci o konuyu iyi algılıyor. Ama ben genetikle ilgili öncesinden çok az şey hatırlıyorum. Hatırladığım şeylerin çoğu da zaten dershaneye bağlı. Okuldaki eğitimden pek bir şey hatırlamıyorum açıkçası. Son zamanlarda dershaneye yöneliyoruz. 9. sınıftaki hocam çok iyiydi, çok iyi öğretiyordu. Hani karbonhidratlar falan onları hani o zamandan hatırlayabiliyorum ama son iki yıldaki hocalarım mesela çok iyi olmadıkları için belki de verdiklerini ben alamadım, ama çalıştığım da inanıyorum, yani çok iyi oturmadı. Ne kadar o, genetikle ilgili sürekli problem çözdük. Ama kromozom kromatid o zaman da karışıyordu. Direk probleme (yöneltiliyorlar), sürekli problem çözüyoruz genetikle ilgili olarak. (108-120)

Mesela genin diğer ifadesi allel genmiş. Allel gen biliyorsun ama, önüne soru olarak geldiğinde genin diğer ifadesi oraya allel gen olarak yazamıyorsun. (122-123)

Ezberci olduğumuz için. Ben mesela çok ezberci mantıktayım ve hani bilgilerimi birleştiremiyorum. En büyük eksikğim bu. Bunu yapamıyorum. (125-126) Her ne kadar uğraşsam da, yani bilemiyorum

deniyorum. Hani denemeye çalışıyorum ama temelden gelen bir şey olmadığı için artık yani olmuyor, tam anlayamıyorum. (128-130)

8. Numaralı Öğrenci: Kız, 18 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 23.05.2007

Döllenme olayında bir kromozomumuzu annemizden bir kromozomumuzu da babamızdan alıp kendi DNA'mızı oluşturduğumuz için [anne babamıza benziyoruz]. Tabi ki de bunlar [kromozomlar] anneden ve babadan geliyor. (2-4)

Kromozomlar hücremizin çekirdeğinde bulunuyordu. Biz insanlar 46 kromozoma sahibiz, bunlardan 44'ü bizim [...] somatik hücrelerimizde etkili, bunlardan 2 tanesi de bizim eşeyimizi belirliyor. Bayanlarda XX, erkeklerde XY şeklinde. (6-9)

[Kromozom denilince gözümün önüne] X şekli, bildiğimiz o X şekli geliyor. [...] hatta bence öğrencilerin en çok karıştırdığı o X şeklinde, mesela bunlar homolog kromozomlar halinde bulunuyor diyoruz, işte 2 tane diyoruz, acaba [...] beni hep o [homolog kromozomlar], yanlışlığa düşürmüştür. O kollardan bir tanesi mi acaba bizim kromozomumuz yoksa o X şeklinin iki tanesi mi var. Bence öğrencilerin en çok zorlandıkları şey o. Evet, o homolog kromozom kavramını anlayabilmekte bence baya bir güçlük çekiyoruz. (11-16)

DNA zaten kromozomlarımızı oluşturuyor. Bizim işte genetik şifremiz DNA'mızda saklı. Bunlar [...] bazlarımız sarmal oluşturuyor. Onlar kısalıyorlar kısalıyorlar kısalıyorlar kromozomumuzu oluşturuyorlar. (19-22)

Genler DNA'mızın üzerinde lokuslarda bulunuyorlar. Yani kromozomlarımızın üstünde genetik bölgelerimiz var, onlar bizim [...] proteinlerimiz için ayrı bir genimiz var işte onu sentezliyor başka bir şey. Yani her genin kendine göre bir görevi var onu sentezliyor. [Genler] lokuslar üzerinde bulunuyor diye biliyorum. (27-31)

[Gen denilince] kromozomun bir kesiti geliyor aklıma. (33)

[Gen] DNA'nın herhangi bir bölümü yani o uzunluğu içerisinde, şifrelemesi gerektiği proteine bağlı olarak herhangi bir yer. (36-37) Yani hani direkt tüm DNA olarak algılamamak lazım geni. (43)

[Gen] sonuçta hani DNA'mızın bir parçası olduğuna göre, kromozomumuzun üstünde parçalar halinde [bulunur] (45-46)

[Gen ve genetik bilgi] bence aynı kavramlar, aynı şeyi ifade ediyorlar, bizim genetik şifremiz genlerimizi şifreliyor zaten. Aynı kavramlar. (49-50)

[...] her hücremizde aynı genetik şifreye sahibiz ama o hücremiz özelleşip kendine özel [...] gen bölgelerini kullanıp, ona özel proteinler üreterek, yani hücrelerimizin özelleşmesiyle bizim organlarımız oluşuyor. Normalde tüm hücrelerimizde kromozomlarımız, depoladığımız bilgi, şifremiz hepsi aynı. (56-60)

[Yani göz hücremizle yanağımızdaki epitel hücremizin genetik bilgisi] aynı[dır]. (63)

Göz rengi[ni belirleyen gen nerede] tam olarak bilmiyorum ama sanırım onlar ayrı ayrı kromozomlarımızda hani mesela atıyorum, [...] 4. kromozomumuzda [...] farklı bir genimiz şifreleniyor, onun üzerinde diyoruz. Ya da mesela bir hastalığımız farklı bir kromozom üzerinde yer

alıyor filan diye, hepsi farklı kromozomlar üzerinde diye biliyorum. Aslında göz rengi daha çok annenin yani X kromozomu üstünde olabilir gibi geliyor bana, çünkü daha çok hani bu renk körlüğü bilmem ne de hani anneye daha fazla bağlı ya. (66-76)

İşte bizim vücudumuzdaki özellikleri belirleyen yani aslında herkesin kromozomunun üstünde mavi gözlü olabilme geni var aslında ama benim annemden ve babamdan aldığım kromozomlarda homologlarını oluştururken o alleleri homolog olduğu için benim gözüm bu renk oldu. Aslında mesela kahverengi yerleri de homolog olabilir ve ben kahverengi gözlü olabilirdim. Aslında hani tabii ki de annemin renkli gözlü olmasından dolayı benim renkli göz allellerimin daha fazla oranda sahip olmama rağmen kahverengi gözlü olma ihtimalim de vardı. (81-88)

Bir özelliği belirlemek için, onların [allelere] eşleşmesi lazım. Çünkü biz n kromozomlu canlılar değiliz, diploid canlılarız. O yüzden allellerimizin eşleşmesi lazım, o ikisinin yani özelliği çıkartabilmesi için allellerimizin eşleşmesi lazım. (90-92)

[Kalıtımda hücre bölünmelerinin] çok önemi var aslında. Çünkü normal hani dedik ya vücut hücrelerimiz 2n'li, bunlar gamet hücrelerini oluştururken mayoz bölünme geçirip n kromozomlu halinde oluyorlar. İşte o annemiz ve babamızın o n oluştururken hangisini aldığımız çok önemli, yani normalde annemizde herhangi bir hastalık olabilir ama biz onun o mayoz bölünmesinde o hastalığı taşıyan kromozomu farklı bir tarafta kaldıysa bizim için bir sorun teşkil etmez, o yüzden çok önemli aslında. (101-107)

Mitozun da [kalıtımda önemi] var, çünkü mitozda bizim aslında hani bir çocuk oluşması için değil ama vücudumuzdaki olaylar için mitozun önemi çoktur. (109-112)

[Eşey kromozomları] hücrelerimizde bulunuyor yine aynı yerde. Kromozomların hepsi aynı yerde mi? Değil. İşte burada biraz [karıştırıyorum]. Aslında ya evet her hücremizde de aynı. (123-127)

Yani sonuçta aslında hani sadece gametlerimizde X veya Y kromozomu olsaydı, bir çocuk dünyaya gelmezdi, çünkü onun somatik kromozomları olmazdı o zaman. Yani hani o 23, 22+X ya da 22+Y şeklinde ayrıldığında, yani o zaman demek ki tüm hücrelerimizde hepsi [eşey ve somatik kromozomlar] var. (129-132)

[Genetik konular zor] çünkü, çok somut şeyler değil. Hani biz ne bileyim kromozomlarımızı göremiyoruz ya da günlük hayatımızda [bizi] çok da fazla ilgilendirmeyen şeyler. Hani ne bileyim bir televizyon açtığınızda kimse sizin kromozomlarınızdan bahsetmiyor, öyle bir program yok. Ya da ne bileyim şeyden olabilir hani hem görsel değil, o yüzden çok büyük sıkıntı çekiliyor. Bir de öğreten öğretmene de çok bağlı, öğretmende de oturmamışsa yani size ne kadar anlatsa da size hiçbir şey ifade etmiyor. (141-146)

Biyolojiyi sevmemek de etkili. İlgiden de olabilir çünkü ilginiz varsa dört gözle dört kulakla dinliyorsunuz. (148-150) Ben yani genetiği [anlamayı] ilgiye bağlıyorum. Bir de işte anlatan kişi çok önemli aslında. Çünkü mesela ben kendi başıma oturup bir şey çalıştıyım da eğer daha önceden bir kulak dolgunluğum bir şeyim yoksa çok zor anlıyorum. Ama daha önce birisi bana bir şey anlattıysa, en ufakta da olsa benim çok az bir fikrim varsa, onun üzerine yorum yapabilmek, üstüne bir şey koyabilmek çok daha kolay oluyor. Ama anlaşılmasının en büyük sebebi çok güncel ve görsel bir şey olmaması. (153-160)

[Çizimler, asetatlar, şekiller] yeterli oluyor da hocalar kullanırlarsa yeterli oluyorlar bence. Ama bir de mesela daha çok animasyon türü asetat olarak değil de daha hareketli daha üç boyutlu daha ilgi çekici en azından olsa belki hiç ilgilenmeyen bile “aaa bak böyle oluyormuş” diye bakabilir. Bir de biz çok ezbere yönelik öğrenmeye çalışıyoruz, mitozu da mayozu da aldık da acaba hala tam biliyor muyuz? (165-170)

9. Numaralı Öğrenci: Kız, 17 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 24.05.2007

Anneden ve babadan genler geliyor. Bütün hücrelerimizde o genler var zaten, özellikle o X kromozomu Y kromozomu anne babadan gelen, orda birleşiyor, sende onun karışımı bir şey çıkabiliyorsun. (2-4)

[Genler] eşey hücrelerinde [bulunur]. Bütün hücrelerde DNA var ama özellikle eşey hücrelerinde, yani kalıtım olan hücreler, eşey hücreleri, X kromozomlar vardı, anneden X kromozomu, XX, babada XY, onlar geliyordu. Yani ya Y geliyordu, ya X geliyordu. Buna göre erkek ya da kız olacağı belirleniyordu. (6-8)

Hastalıkları vs, genler belirliyor. Başka şimdi [genlerin önemi ile ilgili] aklıma bir şey gelmiyor. (11)

[DNA] çekirdekte [bulunur]. Bütün hepsinde yok, çekirdeksiz olanlarda var mesela eritrosit gibi, yani bazı hücrelerde yok ama genelde bütün hücrelerde bulunuyor. (14-15)

[DNA denilince gözümün önüne] spiral, sarmal yapısı geliyor. (17)

Genler DNA da bulunmuyor mu? Ben yanlış mı biliyorum? DNA da bulunuyor genler, öyle biliyorum. (19-20)

DNA'da kromozomlar var, kromozomlarda genler var. (22)

[Kromozom denilince gözümün önüne] şu şekilde X harfi şeklinde [geliyor], ortasında sentromer var. (25)

(Sence vücudumuzdaki bütün kromozomların sayısı aynı mıdır? Sorusuna karşılık olarak) DNA olanlarda aynı. Hepsinde aynıdır, DNA olanlarda, çekirdekli olanlarda. (27)

Kromozomları genler oluşturur diyebilirim. Genler derken, adenin timin guanin sitozin, onlar geni oluşturuyor zaten, onlar kromozomlar üzerinde bulunuyor, kromozomları oluşturuyor. Onlar da DNA'nın içinde bulunuyor. Çekirdek bölünürken onlar kendilerini eşliyorlar. Çekirdek bölünmesinden sonra onlar ayrılıyorlar, öyle iki DNA oluşuyor, iki DNA'lı ayrı hücre oluşuyor. (29-33)

Herkeste genler farklı bulunuyor, mesela değişik sıralarda oluşabiliyor, farklı, mesela mavi göz geni, kahverengi göz geni, genetik bilgi bunların hepsinin toplu olmasını ifade ediyor bana şimdilik. Her insanda farklı farklı genler var, mesela işte gözünün rengi, saçının rengi vs, bunların hepsi bir bireyde olan, onların hepsinin toplamı genetik bilgi. (35-38)

(Vücudunda çok çeşitli hücre var, göz hücre var, karaciğer hücre var, deri hücre var, hepsinin yapı ve fonksiyonu farklı. Bu farklılığın sebebi ne olabilir? Sorusuna karşılık olarak) Hem genetikleriyle alakalı hem de evrimle alakalı. Örneğin öğrenmiştik kuşların eritrosit hücreleriyle memelilerin eritrosit hücreleri farklı, doğal olarak hücrelerin farklı biçiminin olması genlerle olduğu

kadar evrimsel süreçle de alakası olduğunu düşünüyorum. Onun dışında yine mesela embriyonel gelişimde zaten o hücreler ayrıldıktan sonra, bölünme olduktan sonra orada doku tipleri değişmeye başlıyor. Yani genetikle alakası olmalı diye düşünüyorum. (42-47)

[Göz hücrele karaciğer hücremin genetik bilgisi] aynıdır ama bazılarında şey var, o bastırılıyor, mesela karaciğer hücresinde karaciğerle ilgili genler daha baskın düzeyde. Hatta bazıları hiç kullanılmıyor. Ama aynı şekilde o bilgi var. Ama kullanımı farklı. Yani birileri işlev görüyor, bazıları işlev görmüyor. O yüzden genetik bilgi aynı ama kullanımı farklı. (50-53)

[Göz rengini belirleyen gen] kromozom üzerinde bulunur. (55) O bölgede, o dokuların üzerinde bulunur yani. (58)

Bana göre kalıtım, eşeyssel birleşmenin sonucunda ebeveynlerden oğul döllere aktarılması. (60-61) Genin, genlerin [aktarılması]. (63)

Çekinik baskın genler var. Şimdi kesin emin değilim ama mesela işte mavi gözlülük daha çekinik oluyor kahverengi gözlülük baskın oluyor. Doğal olarak mesela anne kahverengi gözlü baba mavi gözlü ise ama mesela anne kahverengi gözlü ama mavi göz geni var diyelim. Yani anne M m, babada da m m var, baba mavi gözlü. Oğul döllere anneden M ya da m aktarılacak, babada da ikisi de küçük m olduğundan muhakkak küçük m gelecek. Küçük m küçük m olursa çocuk mavi gözlü olacak ama anneden büyük M gelirse, bu sefer çocuk kahverengi gözlü olacak. Çünkü kahverengi göz geni daha baskındır. (66-72)

Eşey hücrelerinde XX, XY gibi kromozomları oluyor. Normalde [kromozomlar] çift halde bulunurken, eşey hücrelerinde teke düşüyor. (75-76) Mayoz bölünme [ile oluyor]. (78) Mayoz bölünmenin kalıtımda çok önemi var. (81) Eşey hücrelerinin oluşması ile ilgili. (83)

Mitozun kalıtımda [önemi var mı] yoksa embriyonel gelişimde mi [bir önemi var]. Kalıtımdaki önemini bir düşünüyem de. Embriyonel gelişimde mesela döllenen olduktan sonra hücreler çoğalmaya başlıyor, bundan sonra mitoz bölünmeye başlıyor. Mitoz bölünme ile hücreler çoğalıyor, zigottan embriyo oluşması gerçekleşiyor. Burada mitozun çok büyük bir önemi var yani. Mitoz olmasa zigot kalır öyle. Ama kalıtımda derken, mayozdan sonraki dönemde, yok [mitozun kalıtımda önemi yok] bence. (86-91)

Homolog kromozomlar ile kardeş kromatidleri hep karıştırırım bende. Homolog kromozomlar aynı bölgede aynı işlev için gerekli genler karşı karşıya bulunuyorsa, bunlar homolog kromozomlar diye biliyorum, yanlış hatırlamıyorsam, öyle. Kardeş kromozomlar farklı mıydı? Kardeş kromozomlarda farklı olabiliyordu galiba. Homolog ama özellikle şey diye hatırlıyorum yani mesela gözümle ilgili gen kromozomun hangi bölgesinde bulunuyorsa karşısına da aynısı bulunuyor, o zaman homolog diyoruz. (94-99)

Çekinik bir özellik anneden geçer ya da babadan geçer diye bir şey yok. Baba da çekinik olabilir. Ama sadece çekiniklikle alakalı değil de, mesela sadece babada olan bazı genler vardı galiba hastalıklarla ilgili özellikle. Mesela erkeklerde olan bazı hastalıklar ya da sadece erkek ile ilgili bazı genler, onlar erkek çocuğa otomatik olarak yansıyor tabii doğal olarak yani. Çünkü onlar özellikle babada oluyor tabii. (101-105)

Eşey kromozomları yumurtalıklarda ve şeyde bulunur. Yani eşey kromozomları nerde bulunur derken spermdede bulunur eşey kromozomları. Kadınlarda yumurtalıklarda, erkeklerde testislerde bulunur. (108- 110)

[Bu konuların karıştırılması hakkında] ben şöyle düşünüyorum. [...] Genelde biyoloji bütün öğrenciler için beladır. Yani hemen hemen hepsinde beladır. Mesela lise 1’de benim biyoloji [notum] ikiydi. Lise 2’den sonra sayısalı seçtim ve sonra öğretmenim değişti, benim öğretmenimle çok ilgili psikolojim. Eğer çalışma isteğim doğuyorsa o hocamdandır ben öyle yapıda bir insanım. Öğretmeni seviyorsam, dersi de otomatik olarak seviyorum. [...] genelde biyolojide çok farklı Latince kelimeler var, çok ezberlenecek yerler var ve görsel olmadığı için biyoloji, karıştırılmasının buna dayalı olduğunu düşünüyorum ben. Kaldı ki kromozom, gen, bunlar çok böyle sürekli gördüğümüz şeyler değil, bilincimize oturan şeyler değil. Kitapta gördüğümüz şekiller üzerinden [öğreniyoruz], doğal olarak da karıştırılması çok normal geliyor bana. Hani görsek, görerek işlesek, görsel bir eğitim olsa, ya da ne bileyim en azından mesela biyoloji laboratuvarı dersi olsa ve kromozomların üç boyutlu gösterilmesi, anlatılması olsa vs., bunlar daha çok öğrenciye [biyolojiyi] sevdirebilir ve daha çok ilgisi olur diye düşünüyorum. Yani bence karıştırılmasının en büyük sebeplerini bunlar olarak görüyorum ben. Çok ezbere dayalı bir sistem, çok fazla karışık kelime var. Bir de öğrenci sevmiyor, sevmeyince de sadece sınav zamanı çalışıyorlar, sınavdan sonra da unutuluyor, kalıyor. (113-127)

Kitaptaki şekiller veya asetatlar yeterli olmuyor, bence üç boyutlu daha iyi olur. Arasında fark var. Gerçeğini görmek yakından görmek, gerek mikroskopta gerekse bilgisayar programlarında daha iyi olur. Animasyon gibi, karmaşık konuları basitleştirmeye yarayan gösterimlerin öğrencilerin aklında kalacağını düşünüyorum. Şunu da anlatayım, lise 1’deki öğretmenim tahtaya yağın şeklini [moleküler yapısını] çiziyordu, bu yağ diyordu. Bu hiçbir şey ifade etmiyor ki. Daha sonra hoca değişti, mesela aktivasyon enerjisini alevin topuyla falan anlattı, sonra değişti benim biyolojiye olan ilgim. (130-136)

10. Numaralı Öğrenci: Kız, 18 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 25.05.2007

[Anne babamıza benzememizin nedeni] genetiklerimiz. Yani [...] onların genetik bilgileri birleşip beni oluşturuyor, bu yüzden benziyoruz. (5-6) Genlerle alakalı (8)

[Genler] bütün hücrelerimizde var diye biliyorum, yani tek bir hücremizde bile bütün genlerimiz var ancak [...] [örneğin] böbrek genimde böbrekle ilgili kısım çalışıyor, [...] ama [mesela] karaciğerimde karaciğerle ilgili kısım çalışıyor. Öyle kaldı aklımda. (11-13)

[...] yani [...] gen deyince DNA’lar geliyor aklıma ve o DNA’nın şekli geliyor. (18)

[...] bence insanı oluşturan şey gendir. Bu yüzden çok önemli, yani [...] [örneğin] benim, [...] şöyle bir şey de söylemişti hocamız; genlerimizde [...] bütün hastalıklarımızın genleri de vardır, hani bir tane genimizde ama onları dürtmek lazım, biz onları dürtsek hasta oluruz. Hani bunun için genlerimize iyi davranmak lazım ya da ne bileyim onlar bizim için önemli çünkü bizi biz yapan şey genlerimiz. Hani şu davranışım bile genlerimle alakalı bence. (20-24)

[DNA] çekirdekte [bulunuyor]. (26) Biz ökaryot olduğumuz için, [...] çekirdek var hücremizin içinde çekirdek var zarla kaplı, ökaryotuz ve [DNA] bunun içinde bulunuyor. (28-29)

[DNA'nın] sarmal [bir] şekli [var]. (31) Çok tam olarak adı aklıma gelmedi ama sarmal bir şekli var, hani üç boyutlu, böyle kendi etrafında da dönen, ama kendi içinde de dönen. Öyle bir şekli var. (33-34)

DNA'mızın, [...] bence genlerimiz yani ikisi aynı şey diyebilirim miyim bilmiyorum ama yani evet bu karışık bir soru oldu biraz. [...] DNA'nın içinde genlerimiz var bence. DNA'larımızın içinde hani dedik ya [...] [örneğin] bütün genler var bir tane hücrede ama karaciğer genim çalışıyor dedim ya da böbrek genim çalışıyor. Yani bu DNA'nın içinde genler var. (39-42)

Kromozomlar da DNA'da [bulunuyor]. İçinde, yani kromozomlar [...] galiba biraz karıştırdım. Yani hani biliyorum ama [açıklayamıyorum]. (46-48)

Kromozomlar, [...] acaba şöyle miydi? Yani ben mi karıştırıyorum. DNA'mızın şöyle sarmal bir şekli vardı. (54-55) İplik şekli vardı. Bunlar da kromozomlar mıydı (her bir ipliği göstererek)? Kromozom [...] birazcık karıştı. (57-58)

(Vücudumuzdaki bütün hücrelerde kromozom sayısı aynı mıdır? Sorusuna karşılık olarak] evet [aynıdır]. Tamam şimdi aklıma geldi hani insanda 23 çift miydi [...] 23 kromozomumuz vardı. 23 müydü 21 miydi? Bir de cinsiyet vardı X kromozomu, Y kromozomu, XX olursa, X kromozomu Y kromozomu diyoruz [...] evet, X ve Y kromozomu cinsiyet kromozomu diyoruz. Diğerleri de soma, somatik kromozomlar. O zaman kromozomlar şey olmuş oluyor [...] ben bir şekil hatırlıyorum, internetten bakmıştım kromozomları tek tek, böyle işte 1. kromozomumuz, 2. kromozomumuz, 3. kromozomumuz en sonuna kadar gidiyor, X kromozomu Y kromozomu diye, hani şöyle şöyle, "H" gibi, "X" harfi gibi şeylerdi. Onların içinde DNA sarıydı. Evet, öyle. Onlar DNA'lardı. Kromozomları oluşturuyordu. DNA'lar kromozom içinde o zaman. Evet kromozom içinde DNA'lar var, DNA'ların birkaç tanesi de genleri oluşturuyor. (61-67)

Tamam şimdi oldu, değil mi? Yani olduysa oldu. (68-69)

(Peki, genlerle kromozomlar arasında bir ilişki kurman mümkün mü? Sorusuna karşılık olarak) Evet mesela 1. kromozomumda şu şu hastalık genleri vardır diyorum ya da ne bileyim göz genim vardır diyorum. Hani kromozomlar, kromozomların da içinde genler var. Yani DNA'lar da var [...] yani sanırım şöyle, en küçük birimden en büyük birime kadar kafamda yaparsam, yani kromozomlar daha büyük birim, genler daha küçük birim bence. Hani kromozomların içinde genler var, birkaç tane gen olabilir. (72-76)

[...] benim genetik bilgim [...] beni oluşturan şeylerdir, yani genlerimde bulunan şeyler benim genetik bilgilerimdir. Kanımın 0 olması mesela, bu bir genetik bilgidir. Aynı zamanda da hani genetiğimdir. (79-81)

[...] elimdeki gen elime özelleşmiş, ya da el örneğini vermeyim de işte karaciğerimdeki karaciğerime özelleşmiş gen, o genler baskılanmış, ama böbreğimdeki genlerimde de böbrek genleri baskılanmış. Öyle diye biliyorum. (85-87)

[Bütün hücrelerde] genetik bilgi aynıdır, baskılanmışlıkları farklıdır. (90)

[...] her hücrede göz genim de var zaten, ama [...] gözümde baskın olduğu için gözüm olmuş ve bu renk olmuş diye anlatabilirim. (95-96)

Kalıtım, bence [...] ebeveynlerimden bana geçmişlik gibi bir şey, hemen o geliyor aklıma, kalıtım [denilince]. (98-99)

[Özelliklerin aktarılması] dominantlıkla alakalı bir şey olabilir, [örneğin] annemin gözü [...] kahverengi babaminki yeşil ama anneminki baskın geldi benim gözüm de ela gibi bir şey oldu, öyle bir şey olabilir. (103-105)

[Özellikler] ikisinden [hem anneden hem babadan] geliyor, sonra baskın olan gen bana geçiyor. Ama tabi ki de mesela annemden baskın gen şöyle hani şeyler vardır ya çaprazlamalar, annemden baskın ve baskın geldi, babamdan baskın ve resesif geldi tabi ki de annemin iki geni de baskın olduğu için illa ki benim gözüm de kahverengi olacak ama annemde de bir çekinik gen olsaydı ve babamın çekinik geniyle birlikte birleşseydi benim gözüm de olabilirdi. (109-113)

Yani bunlar mayozda, mayozla birleştikleri için, parçalara ayrılıyor kromozomlar. Kromozomlar, onları çok karıştırıyorum. Onların parçaları ayrılıyorlar ve iki hale geliyorlar. O iki hallerden bir tanesi annemden bir tanesi babamdan geliyor. Bu şekilde yani mayoz bölünmeyle, mayoz bölünme yüzünden. (119-123)

Mitozun [kalıtımda] şöyle bir önemi olabilir. Mayozu devam ettirmesi gibi bir özelliği olabilir. Hani mayozda iki katına çıkmayı önledik ama öyle bitmiyor, onun da bir devamlılığını sağlamak lazım. Hani sürekli de yarıya indirsek de olmaz. O yüzden [...] somatik hücreleri mitoz bölünür. Onları devam ettirmek için. Kalıtımda bence mitozun bir önemi vardır. (126-129)

(Nerede bulunur sence eşey kromozomları? Sorusuna karşılık olarak) Yumurtalıkta. Öyle değil mi? (132) Yani aslında eşey hücrelerinde. (134)

[...] anne XX, baba XY'dir. Bir anne de bir kadınla evlenemeyeceği için Y gelecek illaki. Yani hani tamam Y genini baba veriyor ve erkek olmasını baba sağlıyor gibi bir şey. Ama hani baba olmadan da anne ve anne, öyle bir şekilde çocuk olmayacağı için de hani baba belirliyor evet erkek olmasını ama ikisi olmadan da olamayacağı için bence ikisinin de rolü eşit. (137-141)

(Çekinik olan bir özellik anneden gelir ya da babadan gelir şeklinde yorum yapmak mümkün olabilir mi? Sorusuna karşılık olarak) Yani bazı hastalıklar için var galiba. Mesela erkeklerde renk körlüğü müydü? Bir hastalık vardı. Erkeklerde hasta olabiliyordu, çünkü Y geni ile taşıyordu. Ama siz bana bunu sormadınız galiba. (145-147) Yani [...]Y geni ile taşınan bir hastalık olabilir mesela. Eğer o Y geni ile taşınmışsa, hani annenin de Y geni olmadığı için, babadan gelmiş olabilir, öyle bir durumda diyebiliriz. (149-150)

(Sence neden karıştırılıyor bu konular, ya da neden daha zor öğreniliyor? Sorusuna karşılık olarak) Yani çok çalışmadığım için kesinlikle, başka derslerime çalışıyorum. Ama bu yüzden bunlara çalışmadığım için de yapamıyorum. Öyle oluyor yani, çalışmadığım için kesinlikle. (153-156)

14. Numaralı Öğrenci: Kız, 18 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 27.05.2007

(Sence insanlar neden çoğunlukla anne babalarına benziyorlar? Sorusuna karşılık olarak) Genler, genlerden dolayı. Bölünme falan olunca bana geçiyor. (3)

[Genler] hücrelerin içindeki çekirdeklerde [bulunuyor], yani DNA da, DNA'nın parçaları. (5)

[Gen denilince] DNA'nın şekli gözümün önüne geliyor. (7)

[Genler] kalıtsal olarak çeşitliliği sağladığı için önemli. Biri bozursa insanlık hayatı bile gidebilir. (9-10)

[DNA] hücrelerde [bulunur]. Aynı şekilde, [...] genin olduğu yerde. (12)

[DNA'nın şekli] öğrendiğimiz kadarıyla sarmal bir yapı, çift iplikli. Bunu biliyorum. (14)

DNA büyük bir parça, gen ise DNA'nın bir parçası. (16)

[...] kromozomlar da DNA'nın bütünü gibi bir şey, öyle olması lazım. (18)

[Kromozom] [...] şimdi nasıl söylesem tam, çarpı [şeklinde]. (22)

[Kromozom sayısı bütün hücrelerde] aynıdır. (24)

(Farklı çeşitleri var mıdır kromozomların? Sorusuna karşılık olarak) Eşey kromozomları, vücut kromozomları [vardır]. (28)

[Eşey kromozomları] üreme organlarının hücrelerinde olabilir. [...] tam onunla ilgili bir bilgim yok ama hepsinde vardır, bazıları kullanılmıyor olabilir ya da sadece eşey organlarında da olabilir. Tam bilmiyorum. (30-31)

[Eşey kromozomları] cinsiyeti belirliyor. Cinsiyete bağlı hastalıkları belirliyor. (33)

(Sence çocuğun cinsiyetini anne belirler ya da baba belirler diyebilmek mümkün mü? Sorusuna karşılık olarak) Mümkün, baba belirler. (36) Çünkü babada Y kromozomu var. Ve o annede olmadığı için, Y çocukta olursa, o da bir tek babadan gelir, o yüzden baba belirler. (38-39)

(Gen ve kromozom arasında bir ilişki var mıdır? Sorusuna karşılık olarak) DNA ile gen arasında ne kadar [ilişki] varsa, kromozomla da vardır. Aynı şekilde. (41)

[Genetik bilgi] genin üzerindeki şifrelerin açılmış hali olabilir. Onların anlamları. (44)

[Hücrelerin görevleri farklı, çünkü] her birinin kullandığı gen parçası farklı olduğu için. (47-48)

Hepsinde [bütün hücrelerde] aynı DNA bulunuyor ama her biri de kendine ait genleri kontrol ediyor, o yüzden farklı farklı görevleri var. (50-51)

(O zaman göz hücrendeki ve karaciğer hücrendeki genetik bilgi sence aynı mıdır yoksa farklı mıdır? Sorusuna karşılık olarak) Genetik bilgi derken DNA dan mı bahsediyoruz? (54) [...] DNA olarak aynıdır ama etki ettikleri genler farklıdır. Farklı farklı kısımlarına etki ediyor DNA'nın. (56-57) Ama DNA'mız aynıdır. (59)

Göz rengini belirleyen bir gen nerede bulunur emin değilim. Vücut hücrelerinde bulunur. (63)

[Kalıtım] bir ırkın [...] dölden dölle verdiği [...] genetik bilgi. (65-69)

Zaten iki tane tercih var, [özellikler] ya anneden gelecek ya babadan gelecek. Mayoz bölünme oluyordu galiba, yani onun sonucunda, ya ondan ya ondan, başka şansı yok. (72-73)

[Mayoz bölünme] yeni gametler oluşturulmasını sağlıyor. Crossing over [ile] çeşitlilik sağlanıyor. Bu kadar biliyorum. (75-76)

[Mitoz bölünmenin kalıtımda bir etkisi veya önemi] bence yok. (78)

Genotipi [...] şöyle anlatayım: Diyelim ki bir kişinin göz rengi aa, büyük A küçük a, o heterozigot oluyordu. Yani bunun içinde hem kahverengi hem mavi, ikisi de belli. Buna genotip ama bunun dışarıya vurmuş haline yani sadece dış görünüşüne ise fenotip [denir]. Anlatamadım biraz ama. (82-85)

Haploid n kromozumlu hücreydi, diploid de 2n kromozumlu [hücredir]. (87)

Mesela, diploid olan yumurta ana hücresi, haploid olansa onun oluşturduğu gamet. (89-90)

(Bu konuların zor öğrenilmesinin ya da karıştırılmasının nedeni ne olabilir sence? Sorusuna karşılık olarak) Yabancı isimler çok olduğu için olabilir. [...] Bilmiyorum, bazı insanların bakış açısı farklı, biyoloji hoşuna gitmiyordur ama bence yabancı isimler çok olduğu için, biraz da ezber olması. Gerçi ben ezberlemiyorum ama, bu yüzden. Ve karışık, yani hepsi birbirine benziyor. (93-95)

Kelimeler [benziyor]. Mesela Türkçede olduğu gibi değil, yani bir harf eklediğin zaman onun çekilmiş hali geliyor ama biyolojide öyle değil. Bir harf eklediğin zaman bambaşka bir konuya geçebiliyorsun. O yüzden [zor ve karıştırılıyor]. (97-99)

15. Numaralı Öğrenci: Kız, 16 yaşında, 9. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 27.05.2007

[İnsanlar anne babalarına benziyorlar] çünkü kalıtsal yapı olduğu için. (4) Yani genler. (6)

[Genler vücudumuzda nerede bulunuyor] bilmiyorum. (8)

[Genlerin] tabii ki de önemi var. Gen olmasa herkes birbirine benzerdi, herkes karışırdı. (10)

Genin şekli[ni] bilmiyorum. (12)

(DNA nerde bulunur? Sorusuna karşılık olarak) Şimdi aklıma gelmiyor. (16) Kromozomun arasında bulunan bir şeydi galiba DNA. (20)

[Kromozomlar] da vücudumuzda [bulunur]. (22) Hücrelerde [bulunur]. (24)

(Her hücremizdeki kromozom sayısı sence birbirleriyle aynı mıdır? Yoksa değişir mi hücreden hücreye? Sorusuna karşılık) Değişir. 46 kromozom, 23 ile 21 oluyor. (27) Hani Down sendromlu olanlarda falan. (29) Normal[de] [hastalık taşımayanlarda], 46 kromozom [bulunur]. (31) [Ama bu sayı her hücremizde aynı] değildir. (33) [Neye göre değişir], onu hatırlamıyorum. (35)

Genler kromozomun üstünde bulunuyordu galiba. (37)

[Kromozomlar] farklıdır. (40) [Mesela] X kromozomu, Y kromozomu var. (42)

(Eşey kromozomları nerede bulunur sence? Sorusuna karşılık olarak) Dişiler ve erkeklerde. (48) Dişilerde XX, erkeklerde XY olarak bulunur. (50) [Bu kromozomlar] eşey [hücrelerinde bulunur]. (57)

[Çocuğun cinsiyetini] baba belirler. (60) Anneden mecburen X kromozomu geleceği için, eşey hücreleri geleceği için, eğer babadan da X gelirse, kız olur, babadan Y gelirse erkek olur. (62-63)

Genetik bilgi[yi] bilmiyorum. (67)

[Hücreler] genetik şifreden dolayı [farklılaşıyor]. (71)

[Bence] gözdeki ve karaciğerdeki genetik bilgi farklıdır. (73)

(Örneğin göz rengini belirleyen gen nerede bulunur vücudunda, hangi hücrede bulunur? Sorusuna karşılık olarak) O da X ve Y de çekinik ya da baskın olarak bulunur. (78)

Dominant demek, ona baskın olur [demek]. (80) Mesela kahverengi gözlülük mavi göz rengine baskındır. [...] şimdi kahverengi gözlü iki dominant ya da bir dominant bir çekinik olursa, kahverengi olur. İkisi çekinik olursa mavi olur. (82-83)

[Bir özellik] annede baskınsa ya da babada baskınsa bize de geçer. Baskın olduğu zaman bize geçer, ya da ikisi, ikisinden de çekinik aldığı zaman, taşıyıcı olarak geçer. (94-95)

[Çekinik özellikler] babadan da geçebilir anneden de geçebilir. Mesela benim annem hastaysa ama babam değilse, ben hasta olurum.(100-101)

Çünkü babam hasta olmadığı için çekinik gelecek mecburen, hasta olmadığı için, çekinik kromozom olduğu için. Annem hastaysa ben kesin hasta olurum. (103-104) Ya da anne renk körüyse, taşıyıcı değilse, gerçek renk körüyse, erkek çocukları kesin renk körü olur. (106-107)

[Mitoz ve mayoz bölünmenin kalıtımla bir ilişkisi] vardır. (110)

Mesela bölünürken oluşturdukları hücrelerin [...] özelliklerini taşıdıkları için [kalıtımda etkisi] vardır. (112)

[Genotip ve fenotipin] hangisi olduğunu karıştırıyorum. Biri iç, mesela nasıl deyim şimdi yazmadan gösteremiyorum. Mesela biri dış görünümü olarak, biri de [...] özellik olarak. Mesela ikisi baskın, biri baskın biri çekinik, ikisi taşıyıcı, öyle bir şeydi, karıştırıyorum ben onları. (116-118)

Haploid tek hücre, diploid de iki hücre. (120)

Kardeş kromozomlar hem anneden hem babadan gelenlerdi. Homolog [kromozomlar], karıştırıyordum onları. (122-123)

(Neden zor öğreniliyor sence bu konular, ya da neden karıştırılıyor sana göre? Sorusuna karşılık olarak) Ben çok çalışmıyorum, çalışsam karıştırmam. (127) Bir de şey olabilir mesela karıştırılmasının nedeni, benzer olması. (133) Anlamlarının [benzer olması nedeniyle karıştırılabilir]. (135)

17. Numaralı Öğrenci: Kız, 17 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 27.05.2007

(İnsanların çoğu genellikle anne babalarına benzerler, örneğin göz rengi, ten rengi gibi özellikler. Sence buna etki eden faktörler nedir? Sorusuna karşılık olarak) Kalıtsal, yani anne babadan gelen genler sonuç olarak. Onların bizim üzerimizdeki şekli. (3)

[Genler] DNA hücrelerinde [bulunur]. Yani işte vücudumuzda[kı] her hücremizde bulunuyor. Üreme hücrelerindeki genler bizim zaten kalıtsal özelliklerimizi taşıyor. [Genleri] aktarmak için de onlar [üreme hücreleri] kullanılıyor. (5-7)

[Gen denilince, gözümün önüne] DNA modeli [geliyor] sadece. (9) [DNA modeli] sarmal yapıda, merdiven şeklinde. Üzerinde azotlu organik bazlar taşıyan yapı. (11)

[DNA] hücrede [bulunur]. (13)

Bana göre [genler] hayatın devamı gibi bir şey. (15)

[Gen ve DNA arasında bir ilişki] var. Mutlaka var. Genler sonuç olarak DNA'nın bir parçası ya da DNA genin bir parçası. [...] [Bu konuda] benim zaten sorunum var. (17-18)

[Kromozomlar] hücrede, DNA'nın parçalarında [bulunur]. (22) [Kromozomu] DNA'nın parçalanmış şekli diye düşünebiliriz. (24)

[Kromozom sayısı] eşey hücrelerimizde farklı, vücut hücrelerimizde aynı. (26) [...] Vücut hücremiz $2n$ ise eşey hücrelerinde n . Daha doğrusu spermle birleştiğinde yine $2n$ bir canlı oluşturabilmesi için. (28-29)

[Eşey kromozomları] yumurtalıklarda ve testislerde [bulunur]. (31)

[Gen ve kromozom arasında bir ilişki] kurulur da şu an aklıma bir şey gelmiyor. (33)

[Eşey kromozomlarının görevi] kalıtsal canlılık, canlılığın [...] devamı yani. Atadan diğer bireylerin oluşması. (35)

[Cinsiyeti] baba belirler. (40) Annede zaten kromozomlar XX, babada XY, eğer babadan X gelirse, kız; Y gelirse erkek birey oluşur. (42-43)

(Eğer çocukta bir özellik çekinikse, şöyle denebilir mi; çekinik özellik anneden gelir ya da babadan gelir diyebilir miyiz? Sorusuna karşılık olarak) İkisinden birden gelmeli çekinikler, eğer zaten fenotipinde varsa, ikisinden. Eğer genotipindeyse, ya annedendir ya babadan geliyordur. (45-47)

Genotip canlının içindeki yani örneğin kromozomlar aa, büyük A büyük A veya küçük a küçük a olabilir, onlar. Ama dış görünüşünde yansıttığı şeye de fenotip deniyor. Genotiple fenotip ayrı. (49-51)

Genetik bilgi [...] bilmiyorum. (54)

(Vücudunda çok çeşitli hücre var, mesela göz hücre, karaciğer hücre, epitel hücre gibi. Hepsinin de fonksiyonu farklı. Bu hücrelerin fonksiyonu nasıl oluyor da birbirinden farklı oluyor? Sorusuna karşılık olarak) Hücrelerin farklılaşması ile oluşuyordu, hatırladığım kadarıyla. Mezoderm ya da endoderm gibi öyle bir tabakadan sonra hücrelerde gerçekleşen göçme veya şeylere bağlı olarak hücrelerin farklılaşmasıyla, karaciğer hücremiz, göz hücremiz şeklinde oluşuyor. (58-60)

[...] gözdeki hücre ayrı, karaciğerdeki hücre ayrı, ama DNA olarak aynıdır. (62-63)

[Göz rengi belirleyen gen hangi hücrede bulunur], onu bilmiyorum, fikrim yok. (65)

Eğer annede veya babada çekinik olarak ikisinde de mavi göz geni varsa çocuğun da [göz rengi] mavi olabilir, ama yoksa eğer olmaz. Eğer annede çekinik olarak varsa, babada yoksa yine olmaz bence. [Özellikler] kalıtsal olarak aktarılıyor yani. Çekinik olan şeylerin ikisi birden annede veya

babada olması sonucu aktarılıyor yalnız baskın bireyler eğer anne çekinik olsa bile baskın fenotip ya da genotip, işte onun sonucunda oluşuyor. (69-73)

Mitoz bölünme, hücrelerin çoğalması, büyüme, gelişme [ile ilgilidir]. Yalnız mayoz bölünme eşey hücrelerinin oluşumunda gerçekleşiyor, o yüzden canlının devamında aslında mayozun daha önemi var, kalıtsal bilginin aktarılmasında mayozun önemi var. İnsanın vücut hücreleri çocuğa çocukta bir şeyi oluşturmuyor, eşey hücrelerinin ne şekilde dizilmesine bağlı olarak oluşuyor. (76-80)

Homolog kromozom en çok karıştırdığım konudur zaten, anne babanın gelen genlerin birlikte oluşturduğuna galiba homolog kromozom. Mayoz bölünmede parça değişimi sırasında yan yana gelen çiftlere kardeş kromatid [deniyor], aklıma gelen bu. (82-84)

Bu kavramlar, belki de çaprazlamalarda falan bir sorun olabilir. Veya bende olduğu gibi homolog, baskınlık veya çekiniklik [sorun] olabilir ama genel olarak bence [bu kavramların anlaşılmasının] sorun olması gerekmiyor. Kolay bir şey gibi geliyor bana. (90-92)

Ya da insanların korkması da olabiliyor bazı derslerden çekiniyorlar. (94) Biyoloji de o [derslerden] biri. (96) Biraz zor geliyor ve bırakıyorlar veya hiç bakmadan geçiyorlar zor diye. (98)

20. Numaralı Öğrenci: Kız, 17 yaşında, 11. sınıf öğrencisi

Görüşme tarihi: 27.05.2007

(Sence neden insanların çoğu genellikle anne babalarına benzer? Mesela göz rengi, ten rengi, saç rengi gibi özellikleri anne babalara benzer, sence buna etki eden nedir? Sorusuna karşılık olarak) DNA'ları aynı çünkü içindeki [...] DNA'larından kaynaklanıyor, sonuçta anne babadan geliyor her şey. (4-5)

[DNA] hücrede [bulunur]. (9) Hücrenin içerisinde olur yani. Organelinde. (11)

[DNA denilince gözümün önüne] derste anlattıkları şekil geliyor sadece, yuvarlak. (13)

Gen, o da mı hücrede [bulunur?] Yani, küçük birimler. (15)

[Gen denilince aklıma gelen bir şekil] yok. (17)

[Genler] neden önemli olabilir. İnsanın oluşumu sonuçta ona [genlere] bağlı. (19)

[DNA ile gen arasında bir ilişki] vardır. DNA gen, vardır. (23) Sonuçta insanı oluşturan yapı taşları; gen, DNA. (25) Oluşumunu sağlayan. Vardır [gen ve DNA] aralarında [ilişki] biliyorum ama anlatamıyorum. (27)

[Kromozomlar] hücrenin neresinde [bulunur] bilmiyorum. (30)

(Peki bir şekli var mı sence kromozomların? Sorusuna karşılık olarak) Göremeyeceğimize göre! Vardır, mutlaka vardır, biz göremeyiz. (32) [Kromozom denilince] benim gözümün önünde bir şey canlanmıyor. (34)

Kromozom sayısı [bütün hücrelerimizde] aynıdır. (38)

Kromozomların çeşitleri yok galiba, o konuda bir fikrim yok, hatırlamıyorum yani. (40)

[Gen ve kromozom arasında bir ilişki] vardır da anlatamıyorum yani o şekilde. (42)

(Vücudunda çok sayıda çeşitli hücre var, mesela göz hücre, karaciğer hücreni, epitel hücre gibi. Hepsinin farklı görevi var. Bu farklı olmanın genetikle bir alakası var mı sana göre? Sorusuna karşılık olarak) Genetikle, var. İnsandan insana değiştiğine göre, vardır. Bence bir alakası var.(50)

(Senin göz hücrele karaciğer hücredeki genetik bilgiler sence aynı mıdır farklı mıdır? Sorusuna karşılık olarak) Farklıdır. Sonuçta göz görmek, karaciğerin de farklı görevleri var. Görevleri farklı olduğu için farklıdır. (52)

(Göz rengini belirleyen gen hangi hücrede bulunur? Sorusuna karşılık olarak) Beyin olabilir, sonuçta onun kontrolünde her şey. (56)

[Eşey kromozomları nerede bulunur] fikrim yok. (59)

(Peki, cinsiyeti anne belirler ya da baba belirler diye bir şey diyebilir miyiz? Sorusuna karşılık olarak) Diyemeyiz, ikisi de belirleyebilir. (61)

(Mesela annenin göz rengi mavi, babanın ki kahverengi, çocuğun ki de kahverengi. Neden mavi olmamış da kahverengi olmuş? Sorusuna karşılık olarak) Onun daha baskın çıkmış özelliği o yüzden, babanın daha baskın olmuş, o yüzden. Sonuçta genlere daha baskın babanın. (69) Baskınlık önemli, baskın gen. (71)

(Sence mitoz ve mayozun kalıtıma bir etkisi, bir rolü, önemi var mı?Sorusuna karşılık olarak) Tabi, birisi devamlılığı sağlıyor, birisinde sağlamıyor mesela kalıtımda. Bence var. (74) Mayoz ve mitoz da, kalıtımla ilgisi var. (76)

Kalıtımda çeşitlilik bence, onunla alakalı olabilir, kalıtımın [mayozla ilgisi]. (78) [...] [Mitozda] çeşitlilik olmadığı için, [mitoz ve kalıtım arasında ilişki] zannetmiyorum olacağını. (82)

Genotip fenotip, nasıl tarif edeyim, ifade edemem ama biliyorum kavramları. (87-88)

Diploid iki, haploid tek hücre. (92)

(Homolog kromozom ve kardeş kromatid nedir, açıklayabilir misin? Sorusuna karşılık olarak) Homolog benzer hücreler, kardeş hücreler, benzer hücreler, homolog kromozomlar. (95)

[Bu konuları öğrenmede yaşanan zorluklar için senin fikrin nedir? Sorusuna karşılık olarak) Kendim açısından ben sayısal [öğrencisiyim], yani bir şeylerle uğraşmayı seviyorum. [Bu konular] ezbere dayalı geliyor bana biraz, o yüzden de, önyargı belki de biraz ezber olduğu ama ben mantık olarak oturtturamıyorum biyolojiyi, o yüzden zorlanıyorum. (99-101) Ezberim kuvvetli olmadığından akılda kalmıyor. (103)

EK-10. ÖĞRENCİ ÇİZİMLERİ

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

DNA → Gen → Kromatid → Kromozom → Çekirdek → Hücre → Organizma

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | — | — |
| Derizanası | — | ✓ |
| Mantar | — | — |
| Virüs | — | ✓ |
| Böcek | filizler | — |
| Kedi | ✓ | ✓ |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

kromozom - gen - hücre - kromatid - çekirdek - DNA
organizma

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | — | + |
| Denizanası | — | + |
| Mantar | — | + |
| Virüs | — | + |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

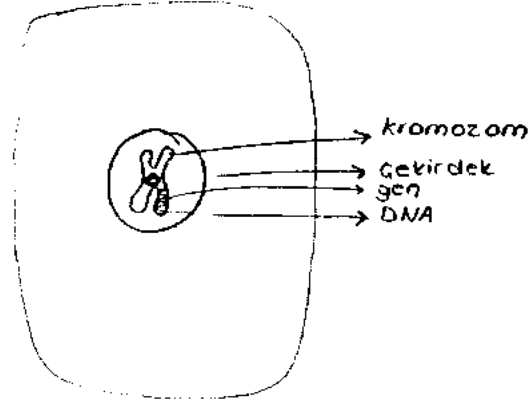
1

gen - DNA - kromozom - kromatid - çekirdek - Hücre
|
organizma

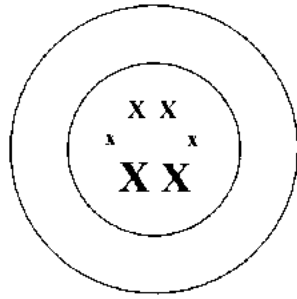
Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | + | - |
| Denizanası | + | + |
| Mantar | + | - |
| Virüs | + | == |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;

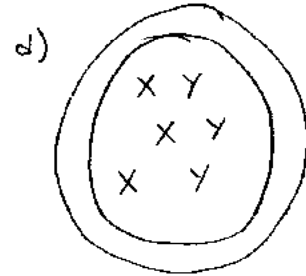
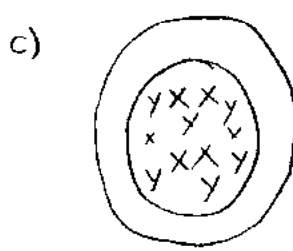
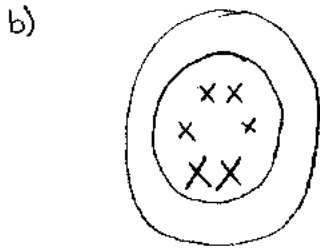


a) bir sinir hücresini $X X \ x \ x \ \underline{X X}$ (aynı)

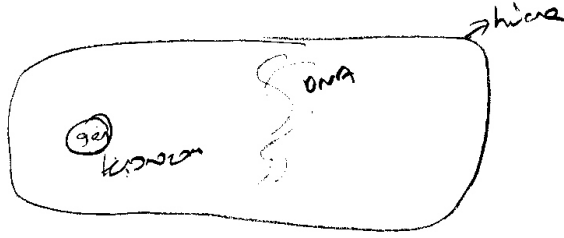
b) bir yumurta hücresini $<$

c) döllenmiş bir yumurta hücresini

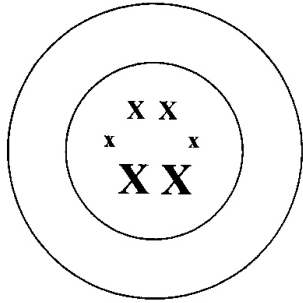
d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



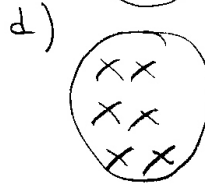
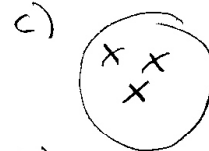
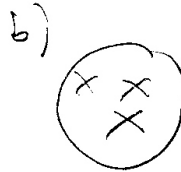
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



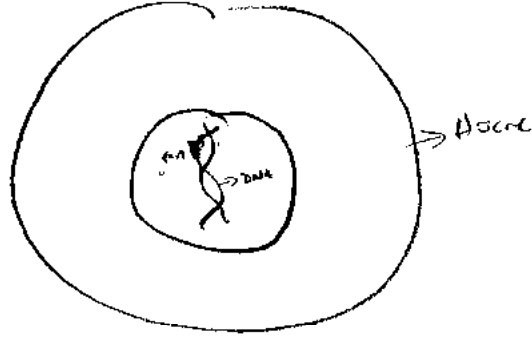
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



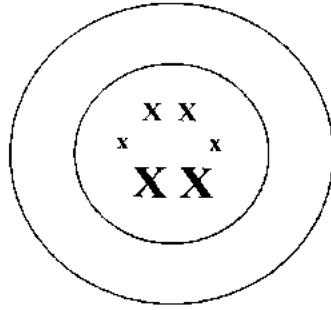
- a) bir sinir hücresini çizin
- b) bir yumurta hücresini çizin
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini çizin
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çizin.



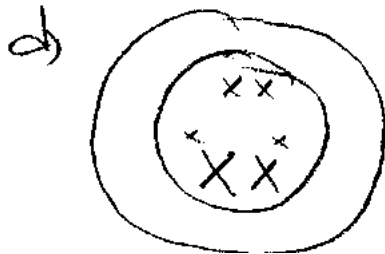
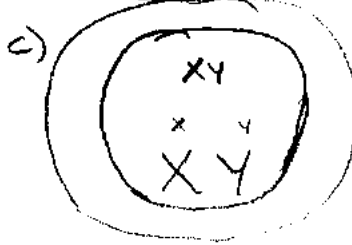
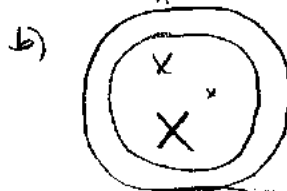
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretlerle üzerinde belirtiniz.



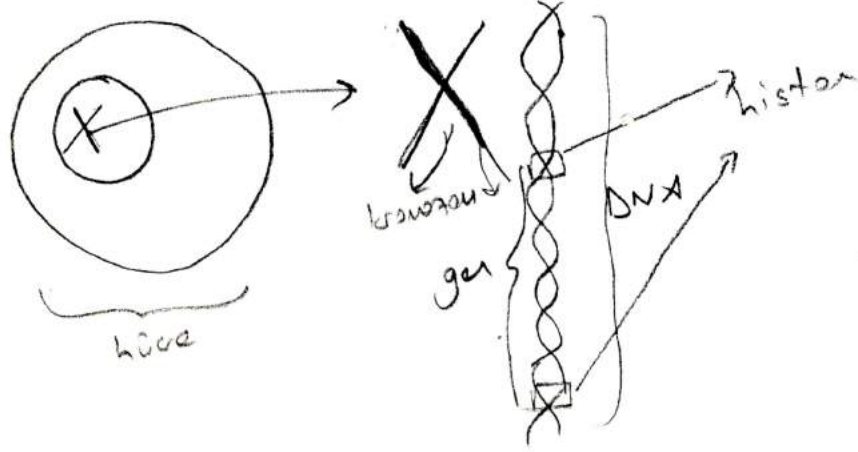
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



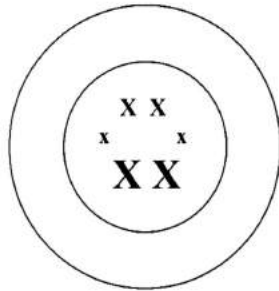
- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



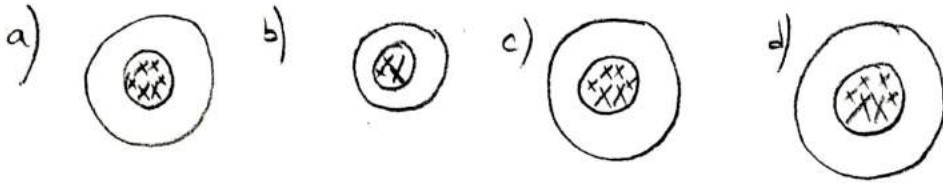
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



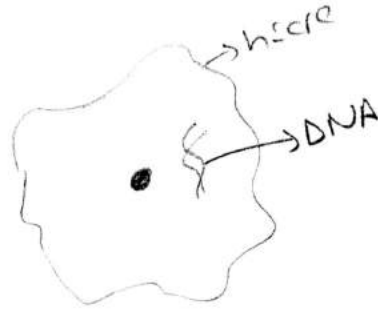
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



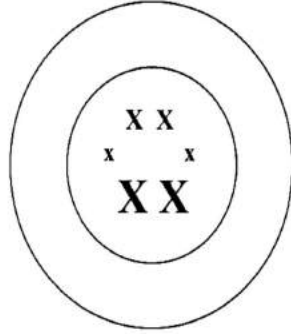
- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



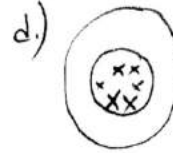
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozom bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



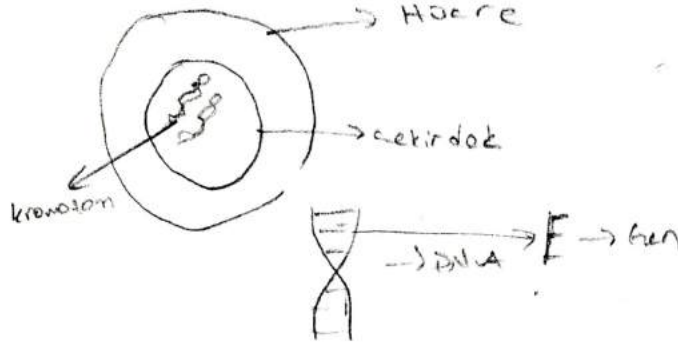
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yatak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



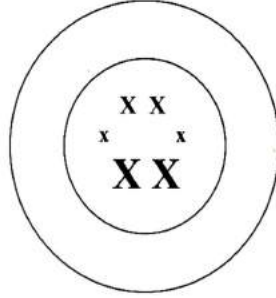
- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yatak hücresi çiziniz.



Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



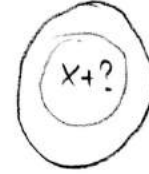
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



- bir sinir hücresini
- bir yumurta hücresini
- döllenmiş bir yumurta hücresini
- bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



sinir hücresi



Döllenmiş yumurta hücresi

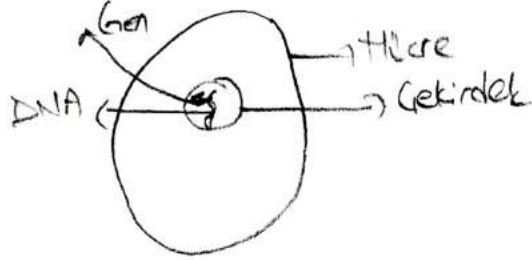


yumurta hücresi



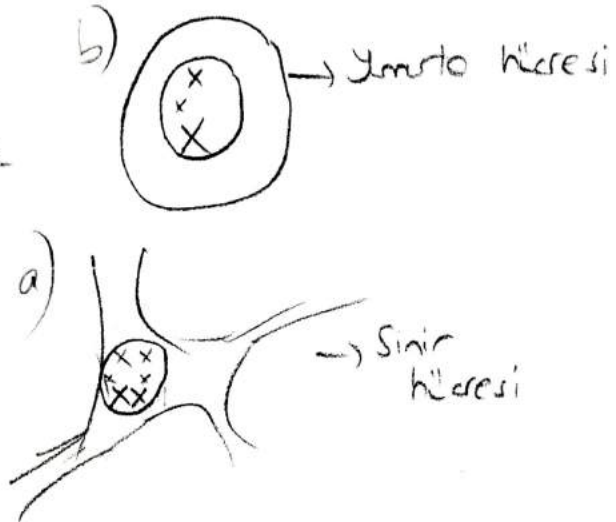
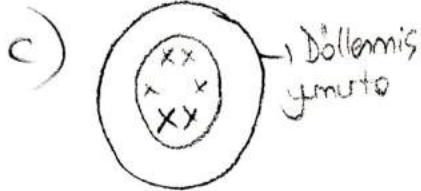
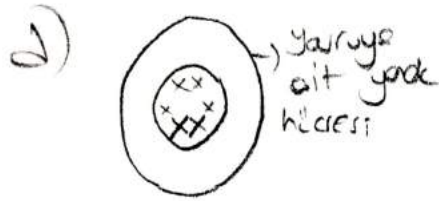
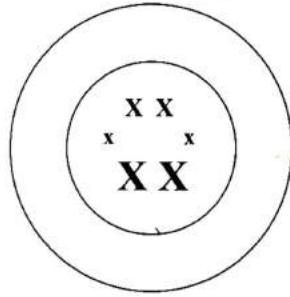
Bir sonraki nesile ait yanak hücresi

Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretleyiniz.



Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücreci çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;

- a) bir sinir hücrecini
- b) bir yumurta hücrecini
- c) döllenmiş bir yumurta hücrecini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücreci çiziniz.



Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

kromatid - kromozom - gen - DNA - çekirdek - Hücre - Organizma

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | + | + |
| Denizanası | + | + |
| Mantar | + | + |
| Virüs | - | + |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

organizma > Hücre > çekirdek > kromozom > gen > kromatid > DNA

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | + | + |
| Denizanası | + | + |
| Mantar | + | + |
| Virüs | + | + |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

gen - - DNA
- kromatid
- kromozom
- çekirdek hücre - organizma

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | + | + |
| Denizanası | + | + |
| Mantar | - | + |
| Virüs | - | + |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

Kromatid - Kromozom - Gen - Dna - Çekirdek - Hücre -08-

Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | + | + |
| Denizanası | + | + |
| Mantar | + | + |
| Virüs | - | + |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

Aşağıdaki terimleri kapsamına göre basitten karmaşığa doğru sıralayınız.

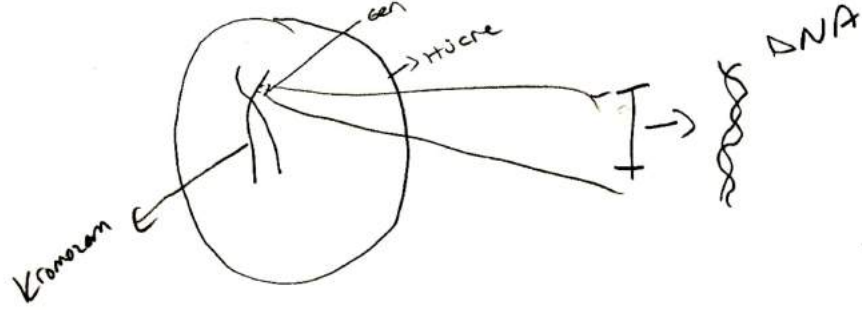
Hücre, kromozom, gen, kromatid, DNA, organizma, çekirdek

DNA - kromatid - kromozom - gen - hücre - çekirdek
organizma

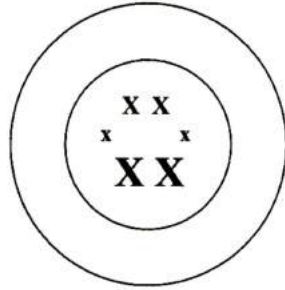
Aşağıdaki organizmaların kromozom ve genetik bilgi taşıyıp taşımadığını belirtiniz.

| | <u>Kromozom</u> | <u>Genetik Bilgi</u> |
|------------|-----------------|----------------------|
| Domates | — | + |
| Denizanası | + | — |
| Mantar | — | + |
| Virüs | + | — |
| Böcek | + | + |
| Kedi | + | + |

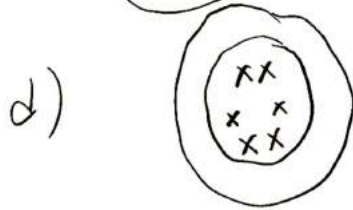
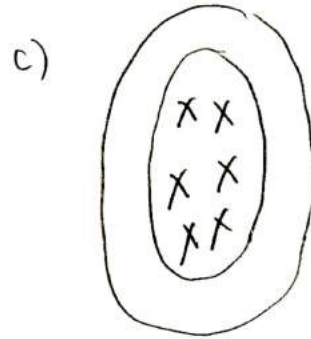
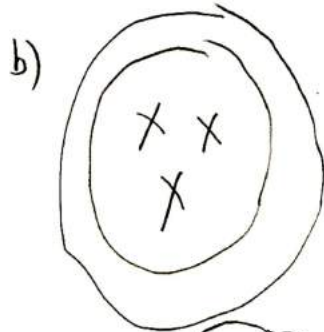
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



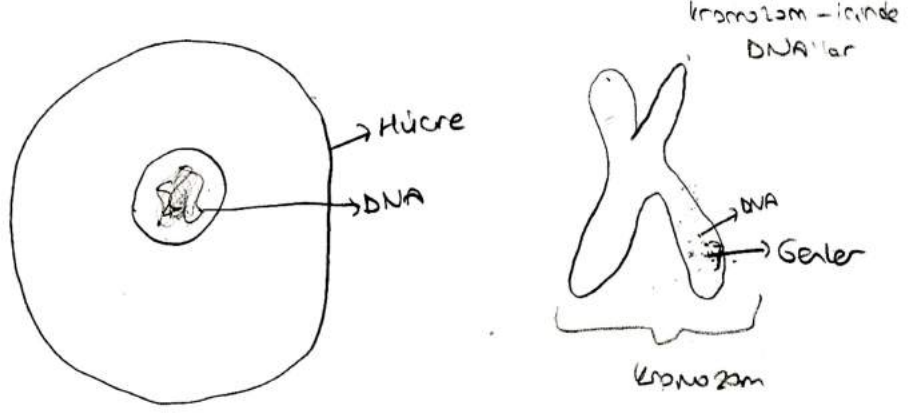
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücrei çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



- a) bir sinir hücrei çiziniz
- b) bir yumurta hücrei çiziniz
- c) döllenmiş bir yumurta hücrei çiziniz
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücrei çiziniz.

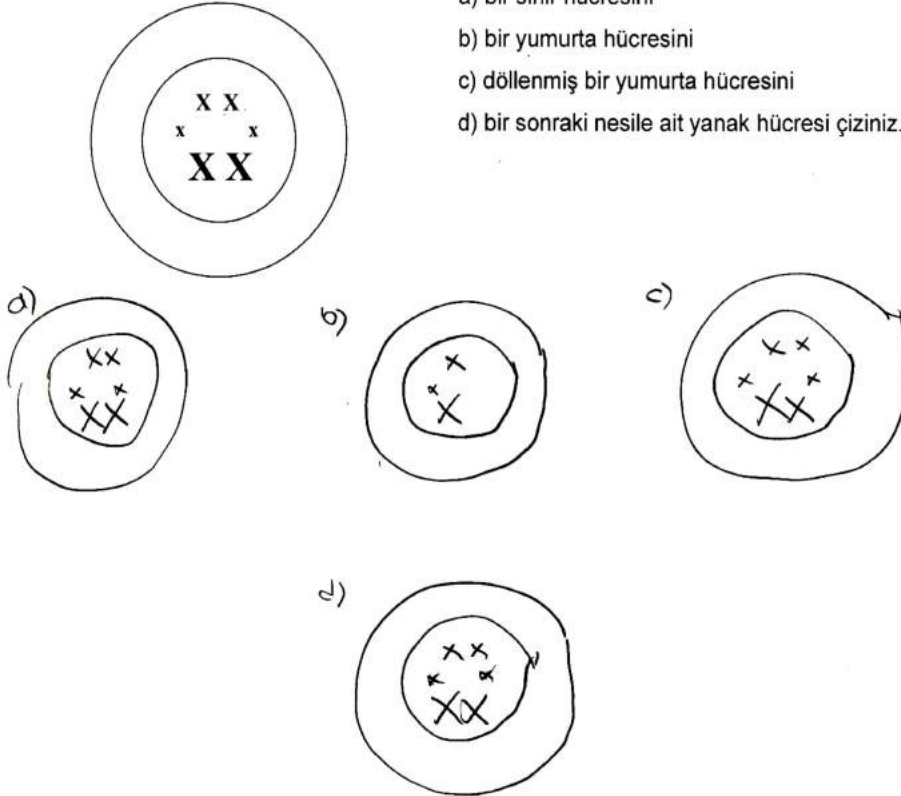


Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.

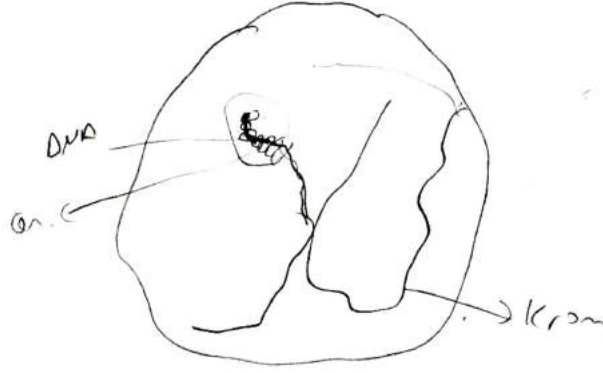


Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hüresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;

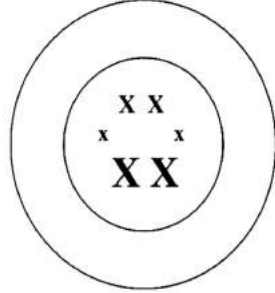
- a) bir sinir hüresini
- b) bir yumurta hüresini
- c) döllenmiş bir yumurta hüresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hüresi çiziniz.



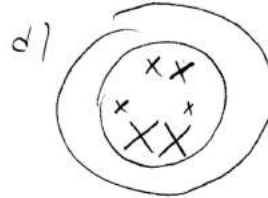
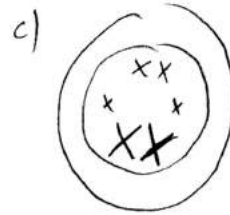
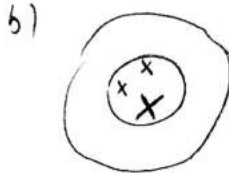
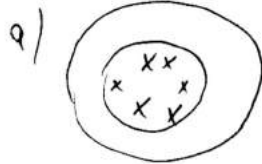
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretlerle üzerinde belirtiniz.



Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



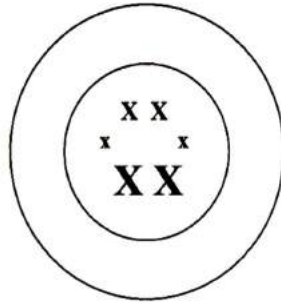
- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



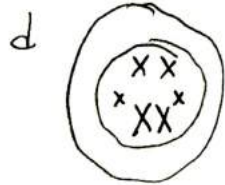
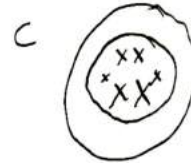
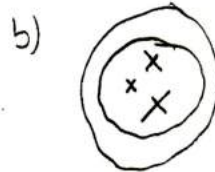
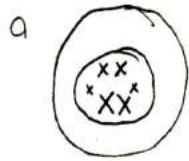
Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretle üzerinde belirtiniz.



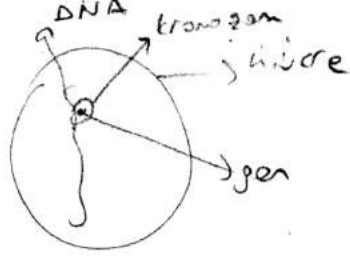
Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;



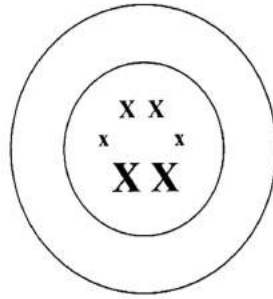
- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.



Aşağıya içerisinde hücre, gen, DNA ve kromozomun bulunduğu bir şekil çiziniz.
Her bir kavramı uygun yerlere koyarak işaretlerle üzerinde belirtiniz.

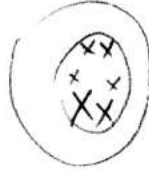


Aşağıdaki şekilde bir canlıya ait yanak hücresi çizilmiştir. Buna göre, aynı canlının;

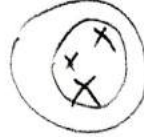


- a) bir sinir hücresini
- b) bir yumurta hücresini
- c) döllenmiş bir yumurta hücresini
- d) bir sonraki nesile ait yanak hücresi çiziniz.

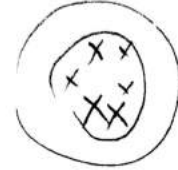
d)



b)



c)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Didem Kılıç

Doğum Yeri : Bolu

Doğum Yılı : 1979

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1990–1997 Bolu İzzet Baysal Anadolu Lisesi

Lisans : 1997–2002 Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Bölümü
Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Yüksek

Lisans : 2002–2004 Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Anabilim Dalı

Yabancı Dil : İngilizce
Almanca

İş Tecrübesi : 2002- Araştırma Görevlisi
Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü