

**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**  
**BIYOLOJİ EĞİTİMİ**



**ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN GENETİK KONUSUNA**  
**İLİŞKİN KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNİN DEĞİŞİMİ:**  
**BOYLAMSAL BİR ARAŞTIRMA**

**ÖZGE ÇAKIR**

**DOKTORA TEZİ**

**Jüri Üyeleri :**      **Prof. Dr. Sami ÖZGÜR (Tez Danışmanı)**  
                            **Doç. Dr. Ahmet GÖKMEN**  
                            **Doç. Dr. Burcu GÜNGÖR CABBAR**  
                            **Dr. Öğr. Üyesi Selcen GÜLTEKİN**  
                            **Dr. Öğr. Üyesi Leyla AYVERDİ**

**BALIKESİR, EYLÜL - 2023**

## **ETİK BEYAN**

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan **“Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Düzeylerinin Değişimi: Boylamsal Bir Araştırma”** başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Özge ÇAKIR**

## ÖZET

**ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN GENETİK KONUSUNA İLİŞKİN  
KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİNİN DEĞİŞİMİ: BOYLAMSAL BİR  
ARAŞTIRMA  
DOKTORA TEZİ  
ÖZGE ÇAKIR  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
BİYOLOJİ EĞİTİMİ  
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SAMİ ÖZGÜR)  
BALIKESİR, EYLÜL - 2023**

Çalışmanın amacı, ortaöğretim öğrencilerinin genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını boylamsal olarak incelemek, öğrencilerin farklı sınıf düzeylerinde genetik konusundaki kavramsallaştırmalarını karşılaştırmak amacı ile özgün zihin haritaları oluşturmak ve öğrencilerin genetik kavramlarına ilişkin öğrenme kaynaklarını belirlemeye çalışmaktır. Çalışma, boylamsal durum çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden benzeşik örnekleme ile seçilen İzmir'deki bir proje Anadolu Lisesi'nde öğrenim gören 35 öğrenci oluşturmuştur. Bu çalışma grubuna, nitel veri toplama araçları uygulanmıştır. Bu araçlardan "Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi" 9. ve 10. sınıfta, "İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi" 11. ve 12. sınıfta uygulanmıştır. Ayrıca her sınıf düzeyinde "Genetik Anahtar Kavramı Anketi" ve "Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi" uygulanmıştır. Bulgular ışığında öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi'nde Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi'ne göre daha yüksek kavramsal anlama düzeylerinde olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin genetikle ilgili pek çok kavram yanlışlığına sahip oldukları, özellikle gen, DNA ve kromozom arasındaki ilişkiyi kuramadıkları, mutasyon ve protein sentezi kavramını tam olarak anlamadıkları belirlenmiştir. Genetik Anahtar Kavramı Anketi sonuçlarına göre öğrencilerin tüm sınıf düzeylerinde en çok akıllarına gelen iki kavram DNA ve gen, en önce akıllarına gelen kavramlar ise sınıf düzeylerinde sıraları değişse de gen, DNA, biyoloji kavramları olmuştur. Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi sonuçlarına göre öğrencilerin belirlenen kavramlar için genel olarak sınıf düzeylerinin hiçbirinde EBA kaynağından yararlanmadıkları anlaşılmıştır. Araştırma sonunda kavramsal anlama seviye puanlama anahtarının farklı konularda kullanılması, çalışma ile belirlenen kavram yanlışlarının kökenlerinin araştırılması, özgün zihin haritalarının eğitimde kullanılması gibi öğretmenlere ve araştırmacılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Genetik, kavramsal anlama, ortaöğretim öğrencileri, öğrenme kaynakları, özgün zihin haritası.

Bilim Kod / Kodları : 11401

Sayfa Sayısı: 159

## ABSTRACT

### THE CHANGE OF THE SECONDARY SCHOOL STUDENTS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING LEVELS REGARDING THE SUBJECT OF GENETICS: A LONGITUDINAL RESEARCH

PH.D THESIS

ÖZGE ÇAKIR

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

BIOLOGY EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF. DR. SAMİ ÖZGÜR)

BALIKESİR, SEPTEMBER - 2023

The aim of the study is to examine the conceptual understanding levels and misconceptions of secondary school students about genetics longitudinally, to create novel mind maps to compare students' conceptualizations about genetics and to try to determine the learning resources related to students' genetic concepts. The study was conducted as a longitudinal case study. The study group who were selected by similar sampling method consisted of 35 students studying at a project Anatolian High School in Izmir. "Conceptual Understanding Test on Genetics" was administered at the 9th and 10th classes, "Conceptual Understanding Test on Advanced Genetics" was administered at the 11th and 12th classes. "Genetic Key Concept Questionnaire" and "Genetic Concepts Learning Resource Test" were applied at each grade level. It was understood that as the grade level of the students increased, they had higher conceptual understanding levels for the Conceptual Understanding Test on Advanced Genetics. It was determined that students had many misconceptions, they could not establish the relationship between genes, DNA and chromosomes, they did not fully understand the concept of mutation and protein synthesis. The two concepts that came to students' minds the most were DNA and gene, the concepts that came to their minds first were gene, DNA, biology concepts. It was determined that students generally did not use the National Education Informatics Network resource. Various suggestions were made such as using the conceptual understanding level scoring key in different subjects, investigating the origins of identified misconceptions and using novel mind maps in education.

**KEYWORDS:** Conceptual understanding, genetics, learning resources, novel mind map, secondary school students.

Science Code / Codes : 11401

Page Number : 159

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Araştırmanın Problemi .....	2
1.2 Alt Problemler .....	2
1.3 Araştırmanın Önemi .....	3
1.4 Sayıtlar .....	4
1.5 Sınırlılıklar.....	4
1.6 Tanımlar .....	4
<b>2. KURAMSAL ÇERÇEVE</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kavram .....	5
2.2 Kavram Yanılgıları .....	5
2.3 Kavramsal Değişim .....	6
2.4 Kavram Haritaları .....	7
2.5 Zihin Haritaları .....	8
2.6 İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	10
2.6.1 Kavramsal Anlama ile İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	11
2.6.2 Kavramsal Anlama Seviye Puanlama Anahtarı ile İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	11
2.6.3 Genetik Konusu ile İlgili Biyoloji Eğitimi Alanındaki Yayın ve Araştırmalar.....	13
2.6.4 Özgün Zihin Haritaları ile İlgili Yayın ve Araştırmalar .....	17
<b>3. YÖNTEM</b> .....	<b>19</b>
3.1 Araştırmanın Modeli .....	19
3.2 Çalışma Grubu .....	19
3.3 Veri Toplama Araçları .....	20
3.3.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Geliştirilmesi.....	22
3.3.2 “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”nin Geliştirilmesi .....	29
3.3.3 “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nin Geliştirilmesi .....	29
3.4 Verilerin Analizi .....	30
3.4.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi .....	30
3.4.2 “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”nin Analizi .....	32
3.4.3 “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nin Analizi .....	33
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>34</b>
4.1 Araştırmanın Alt Problemlerine İlişkin Bulgular .....	34
4.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	34
4.1.1.1 Çalışma Grubunun DNA Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri .....	39

4.1.1.2 Çalışma Grubunun Mutasyon Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri ...	47
4.1.1.3 Çalışma Grubunun Varyasyon Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri..	49
4.1.1.4 Çalışma Grubunun Mendel Genetiği Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	51
4.1.1.5 Çalışma Grubunun Eşeye Bağlı Kalıtım Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	53
4.1.1.6 Çalışma Grubunun Eksik Baskınlık Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	56
4.1.1.7 Çalışma Grubunun Protein Sentezi Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	57
4.1.1.8 Çalışma Grubunun GDO Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri .....	62
4.1.1.9 Çalışma Grubunun Klonlama Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri ...	63
4.1.1.10 Çalışma Grubunun Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri .....	65
4.1.1.11 Çalışma Grubunun Grup Halindeki Kavramsal Anlama Düzeyleri .....	66
4.1.1.12 Kavramlar İçin Çalışma Grubunun Kavramsal Anlama Düzeyleri.....	69
4.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	71
4.1.2.1 DNA Kavramı ile İlgili Bulgular.....	71
4.1.2.2 Mutasyon Kavramı ile İlgili Bulgular .....	79
4.1.2.3 Varyasyon Kavramı ile İlgili Bulgular .....	80
4.1.2.4 Mendel Genetiği Kavramı ile İlgili Bulgular .....	81
4.1.2.5 Eşeye Bağlı Kalıtım Kavramı ile İlgili Bulgular .....	81
4.1.2.6 Eksik Baskınlık Kavramı ile İlgili Bulgular .....	83
4.1.2.7 Protein Sentezi Kavramı ile İlgili Bulgular .....	83
4.1.2.8 GDO Kavramı ile İlgili Bulgular.....	86
4.1.2.9 Klonlama Kavramı ile İlgili Bulgular.....	87
4.1.2.10 Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar Kavramı ile İlgili Bulgular.....	87
4.1.2.11 Çalışma Boyunca Tespit Edilen Tüm Kavram Yanılgıları.....	88
4.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	97
4.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	104
<b>5. SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>114</b>
5.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	114
5.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	121
5.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	125
5.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	127
<b>6. ÖNERİLER .....</b>	<b>130</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>134</b>
<b>8. EKLER .....</b>	<b>147</b>
EK A: Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi.....	147
EK B: İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi .....	150
EK C: Genetik Anahtar Kavramı Anketi.....	153
EK D: Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi .....	154
EK E: Araştırma İzinleri.....	156
EK F: Etik Kurul İzni .....	158
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>159</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Veri toplama araçlarının uygulanma sırası .....	21
Şekil 4.1: A Testi 1/b sorusunun çizimleri.....	34
Şekil 4.2: A Testi 4/b sorusunun çizimleri.....	35
Şekil 4.3: B Testi 1/a sorusunun çizimleri .....	37
Şekil 4.4: A Testi'nin 1. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik .....	40
Şekil 4.5: A Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	41
Şekil 4.6: A Testi'nin 4. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik .....	42
Şekil 4.7: A Testi'nin 4. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	42
Şekil 4.8: A Testi'nin 5. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	43
Şekil 4.9: B Testi'nin 1. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik ...	44
Şekil 4.10: B Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	45
Şekil 4.11: B Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	46
Şekil 4.12: B Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	47
Şekil 4.13: A Testi'nin 3. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	48
Şekil 4.14: B Testi'nin 3. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik.....	49
Şekil 4.15: A Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik .....	50
Şekil 4.16: A Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	51
Şekil 4.17: A Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik .....	52
Şekil 4.18: A Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	53
Şekil 4.19: A Testi'nin 9. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	54
Şekil 4.20: A Testi'nin 10. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	55
Şekil 4.21: B Testi'nin 4. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik.....	56
Şekil 4.22: A Testi'nin 6. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	57
Şekil 4.23: A Testi'nin 8. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.....	58
Şekil 4.24: B Testi'nin 6. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik.....	59
Şekil 4.25: B Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	60
Şekil 4.26: B Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	61
Şekil 4.27: B Testi'nin 7. sorusunun c şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	62
Şekil 4.28: B Testi'nin 8. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik.....	63
Şekil 4.29: B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	64
Şekil 4.30: B Testi'nin 9. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik .	65
Şekil 4.31: B Testi'nin 5. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeyindeki grafik.....	66
Şekil 4.32: 10 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	72
Şekil 4.33: 13 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	72
Şekil 4.34: 31 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	72
Şekil 4.35: 52 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	72
Şekil 4.36: 56 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	73
Şekil 4.37: 15 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	73
Şekil 4.38: 36 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	73

<b>Şekil 4.39:</b> 47 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi .....	74
<b>Şekil 4.40:</b> 11 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	74
<b>Şekil 4.41:</b> 40 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	74
<b>Şekil 4.42:</b> 31 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	74
<b>Şekil 4.43:</b> 49 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	75
<b>Şekil 4.44:</b> 2 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	75
<b>Şekil 4.45:</b> 11 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	75
<b>Şekil 4.46:</b> 6 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	76
<b>Şekil 4.47:</b> 31 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi .....	76
<b>Şekil 4.48:</b> 12 numaralı öğrencinin 12. Sınıfta B Testi'nin 1. Sorusundaki çizimi .....	77
<b>Şekil 4.49:</b> 15 numaralı öğrencinin 12. sınıfta B Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.....	77
<b>Şekil 4.50:</b> Katılımcıların 9. ve 10. sınıfta genetik kavramsallaştırmalarını gösteren özgün zihin haritası.....	100
<b>Şekil 4.51:</b> Katılımcıların 11. ve 12. sınıfta genetik kavramsallaştırmalarını gösteren özgün zihin haritası.....	103
<b>Şekil 4.52:</b> Çalışma grubunun DNA kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.....	104
<b>Şekil 4.53:</b> Çalışma grubunun gen kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.....	105
<b>Şekil 4.54:</b> Çalışma grubunun mutasyon kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.....	106
<b>Şekil 4.55:</b> Çalışma grubunun biyoteknoloji kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.....	107
<b>Şekil 4.56:</b> Çalışma grubunun genetik mühendisliği kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.....	108
<b>Şekil 4.57:</b> Çalışma grubunun DNA kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.....	109
<b>Şekil 4.58:</b> Çalışma grubunun gen kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.....	110
<b>Şekil 4.59:</b> Çalışma grubunun mutasyon kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.....	111
<b>Şekil 4.60:</b> Çalışma grubunun biyoteknoloji kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.....	112
<b>Şekil 4.61:</b> Çalışma grubunun genetik mühendisliği kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.....	113



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Veri toplama araçları.....	21
<b>Tablo 3.2:</b> MEB 10. sınıf kazanımları .....	23
<b>Tablo 3.3:</b> MEB 12. sınıf kazanımları .....	23
<b>Tablo 3.4:</b> Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre MEB kazanımlarının analizi .....	24
<b>Tablo 3.5:</b> A Testi ve B Testi sorularının puan dağılımı .....	26
<b>Tablo 3.6:</b> Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre A Testi ve B Testi sorularının analizi.....	27
<b>Tablo 3.7:</b> Kavramsal anlama test sorularının kavramsal olarak analizi .....	28
<b>Tablo 3.8:</b> Kavramsal Anlama Seviye Puanlama Anahtarı .....	31
<b>Tablo 3.9:</b> Çalışma grubunun grup halindeki kavramsal anlama düzeylerinin analiz anahtarı.....	32
<b>Tablo 4.1:</b> Çalışma grubunun kavramsal anlama testlerine verdikleri cevaplardan örnekler .....	34
<b>Tablo 4.2:</b> Çalışma grubunun grup halindeki kavramsal anlama düzeyleri .....	67
<b>Tablo 4.3:</b> Kavramlar için çalışma grubunun kavramsal anlama düzeyleri .....	69
<b>Tablo 4.4:</b> Kavramsal anlama testleri ile tespit edilen tüm kavram yanılgıları .....	89
<b>Tablo 4.5:</b> Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmalarının betimsel istatistikleri.....	98
<b>Tablo 4.6:</b> Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmaları... ..	99
<b>Tablo 4.7:</b> Çalışma grubunun 11. ve 12. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmalarının betimsel istatistikleri.....	101
<b>Tablo 4.8:</b> Çalışma grubunun 11. ve 12. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmaları.....	102

## KISALTMA LİSTESİ

<b>T.C.</b>	: Türkiye Cumhuriyeti
<b>MEB</b>	: Milli Eğitim Bakanlığı
<b>EBA</b>	: Eğitim Bilişim Ağı
<b>A Testi</b>	: Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (9. ve 10. sınıf düzeyinde)
<b>B Testi</b>	: İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (11. ve 12. sınıf düzeyinde)
<b>A +</b>	: Anlama
<b>A -</b>	: Anlamama
<b>KA</b>	: Kısmen anlama
<b>KYİKA</b>	: Kavram yanılgısı içeren kısmen anlama
<b>KY</b>	: Kavram yanılgısı
<b>GDO</b>	: Genetiği Değiştirilmiş Organizma
<b>Ö.</b>	: Öğrenci

## ÖNSÖZ

Araştırma tutkusu ile çıktığım bu yolda özgün fikirleri ile süreci yöneten, ufuk açıcı yönlendirmeleri ile öğrenmenin uçsuz bucaksız enginliğinde kendime yön bulabilmemi sağlayan, eğitime ilişkin fikirleri ve hayata dair hikmet dolu tavsiyeleri ile her zaman hatırlayacağım saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Sami ÖZGÜR'e en büyük teşekkürü bir borç bilirim.

Güleryüzü ve heyecan veren fikirleri ile hatırlayacağım, akademik dikkatini takdir ettiğim Sayın Doç. Dr. Burcu GÜNGÖR CABBAR'a çalışmaya olan değerli katkıları ve destekleri için çok teşekkür ediyorum. Sayın Dr. Öğr. Üyesi Selcen GÜLTEKİN hocama görüşleri ve tez süresince bana kendimi değerli bir ekibin parçası olarak hissettirdiği için çok teşekkür ediyorum. Tezin en iyi şekilde son haline gelmesi için yaptıkları isabetli yönlendirmeleri ve bilim insanlarına özgü titizlikteki çalışmalarıyla değerli katkılarını sunan hocalarım Sayın Doç. Dr. Ahmet GÖKMEN'e ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Leyla AYVERDİ'ye teşekkürlerimi arz ediyorum. Ayrıca Fikrican ÖZGÜR'e özgün zihin haritalarının oluşturulmasındaki yönlendirmeleri ve nezaketi için çok teşekkür ediyorum.

Tezin uygulama sürecinde bana yardımcı olan çalışma grubu okulunun idarecilerine, uygulamalarda bana samimi olarak yardım eden öğretmenlere, uygulamaların yapılmasında içtenlikle cevap veren öğrencilere teşekkür ederim.

Bu tezi ithaf ettiğim biricik aileme teşekkür etmekle haklarını ödeyemeyecek olsam da burada bir kez daha ifade etmek isterim ki her zaman örnek aldığım ve bana her zaman destek olan çok sevgili babam İbrahim HARAS, sen olmasaydın bu yola tekrar çıkacak cesareti belki bulamazdım; anne kelimesinin her anlamda hakkını veren canım annem Nuran HARAS, size her şey için gerçekten çok teşekkür ederim. Sevgili eşim Şahin ÇAKIR'a tez süresince olan sabrı ve desteği için çok teşekkür ediyorum. Çalışma boyunca manevi anlamda bana hep destek olan sevgili teyzelerim Nazan ÖZTOK ve Nurten ÇİVİLER ile motivasyonumu arttıran eniştem Mustafa ÇİVİLER'e teşekkürlerimi sunuyorum. Dersini iyi çalış, diyerek bana destek olan ve anlayışı ile öğrenme hayatımı anneliğimde de destekleyen, günışığı, canım oğlum İbrahim Selim ÇAKIR, teşekkürlerin en büyüklerinden biri de tabii ki sana...

Yararlı olması dileğiyle...

**Balıkesir, 2023**

**Özge ÇAKIR**

## 1. GİRİŞ

Bilim dalları içinde tamamlayıcı ve dengeleyici bir rol oynayan biyoloji bilimi (Brown, 1995) içindeki en önemli konulardan biri genetikdir. Genetik ile ilgili kazanımlarla ortaöğretimde öğrenci, hücredeki olayların yönetiminden sorumlu olan DNA, replikasyon, mutasyon, kalıtsal hastalıklar, RNA ve protein sentezi, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji gibi kavramlarla karşı karşıya gelir (MEB, 2018a). Kavram, olguların ortak özelliklerini gösteren bilgi içeriğidir (Çeliköz, 1998). Biyoloji eğitiminde öğrencilerin zihinlerindeki kavramların eğitim öncesi, sırası ve sonrasında araştırılmasının, öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının ortaya çıkarılmasında rol oynadığı ve eğitimin başarısına dair araştırmacılara veriler sağladığı bilinen bir gerçektir. Kavram yanlışlığı evrensel olarak kabul edilen bilimsel bilgilerden farklı olarak kişinin bilişinde oluşan algıdır (Terry ve Jones, 1986). Kavram yanlışlığı öğrencilerin kavramı öğrenmesini zorlaştıran etkenlerdendir (Çakır ve Yürük, 1999). Kavram yanlışlarının giderilmesi, öğretimin kalıcılığının artırılması gibi nedenlerle kelime ilişkilendirme testi, yapılandırılmış grid, dallanmış ağaç, kavram haritaları, kavramsal değişim metinleri, analogi, tahmin- gözlem ve açıklama gibi çeşitli stratejilerle öğrencilerin bilişsel yapılarının araştırılması (Bahar, 2003) eğitim için büyük önem arz eder. Bu stratejilere zihin haritaları da eklenebilir. Zihin haritaları fen bilimleri konularında öğrencilerin farklılıklarının göz önüne alınarak, öğrencilerin hazırbulunuşlukları ve kavram yanlışlarının açığa çıkarılmasında kullanılabilir (Evrekli, Balim ve İnel, 2009). Bu yönleri ile zihin haritalarının öğretimi bireyselleştirdiği ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarında kullanılmaya oldukça elverişli olduğu söylenebilir. Zihin haritaları elle yapılabileceği gibi zaman içerisinde geçirdiği değişimler sonucu bilgisayar programları ile de çizilebilmektedir. (Buzan, 2018). Bilgisayar aracılığı ile oluşturulan zihin haritalarının eğitim- öğretime entegrasyonu için araştırma konusu olması 21. yüzyılın gereklerindedir.

Genetik konusunun eğitimi ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, Saka ve Akdeniz (2005) tarafından yapılan bir araştırmada öğretmen adaylarının geleneksel öğretimde kromozom, DNA ve gen kavramlarını, genetik çaprazlama ve klonlama konularını anlamakta zorluk çektikleri rapor edilerek, genetik konusunda bilgisayar destekli bir materyal geliştirilmiş, bu materyalin fen bilgisi öğretmen adaylarının başarısını arttırdığı belirlenmiştir. Çakır ve Aldemir tarafından (2011) iki aşamalı genetik kavram tanı testi geliştirmek amacı ile bir çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının

genetik konusunda özellikle problem çözüme ve sözel ifadeleri görselleştirmede bazı zorluklar yaşadığı belirlenmiştir. Soğukpınar ve Karışan (2019) tarafından yapılan bir derleme çalışmasında, genetik okuryazarlığı ve biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar konusunda 1999- 2018 yılları arasında Türkiye ve dünyada yayımlanan çalışmalar taranmıştır. Bu doğrultuda 6 tez ve 40 makale incelenmiş, bu 46 çalışmadan lise öğrencileriyle yapılan araştırmaların incelenmesi sonucu, bunların çoğunun nicel tarama şeklinde gerçekleştirildiği sonucu açığa çıkarılmıştır. Bu sonuç, ortaöğretim için genetik konusunda nitel bir araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

Bu araştırmada geliştirilen Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (A Testi) ve İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (B Testi), Abraham, Williamson ve Westbrook (1994) tarafından geliştirilen bir ölçek ile analiz edilmiş, böylece öğrencilerin genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeyleri ortaöğretim süresince incelenerek bu konuda nitel bir araştırma yapılmıştır. Ayrıca “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” ile öğrencilerin genetik kavramına ilişkin akıllarına gelen ilk on kelimeyi yazmaları istenmiştir. Verilen öğrenci cevapları nitel içerik çözümleme yaklaşımı ile analiz edilerek açığa çıkarılan genetik kavramsallaştırmalarının, özgün zihin haritaları geliştirilerek gösterilmesi sağlanmıştır. Özgün zihin haritalarında öğrencilerin kavramlarının sıklığı ve akla gelme öncelikleri bir arada görülmüş, tüm bu kavramsallaştırmalar ortaöğretim boyunca araştırma için bir karşılaştırma olanağı sunmuştur. Ayrıca oluşturulan “Genetik Öğrenme Kaynağı Testi” her sınıf düzeyinde öğrencilere tatbik edilmiş, öğrencilerin genetik konusunu nereden öğrendikleri araştırılmıştır. Çalışmanın bütüncül bir yaklaşımla alanyazına katkı sağlaması hedeflenmiştir.

### **1.1 Araştırmanın Problemi**

Araştırmanın ana problemi, “Çalışma grubunun ortaöğretimde geçirdikleri süreçte genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeylerindeki değişimleri nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir.

### **1.2 Alt Problemler**

1. Ortaöğretim öğrencilerinin farklı sınıf seviyelerinde genetik konusuna ilişkin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?
2. Ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramı ile ilgili kavram yanlışlıkları nelerdir?

3. Ortaöğretim öğrencileri genetik temel kavramını hangi kavramlarla hangi sıklıkta ve sıralamada ilişkilendirmektedir?
4. Ortaöğretim öğrencileri genetik ile ilgili kavramları hangi kaynaklardan öğrenmektedir?

### **1.3 Araştırmanın Önemi**

Araştırma ile çalışma grubu olarak seçilen ortaöğretim öğrencilerinin genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin boylamsal olarak incelenmesi sağlanmıştır. Böylece öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerindeki değişim hem bireysel olarak hem de farklı sınıf seviyelerinde gösterilmiştir. Kavramsal anlama testleri geliştirilirken MEB kazanımları ve MEB ders kitabı esas alınmış ve Yenilenmiş Bloom taksonomisine göre analiz yapılarak kavramsal anlama testlerinin MEB kazanımları ile uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle araştırmanın sonuçlarının ortaöğretimde genetik konusunun öğretimi için yapılacak diğer araştırmalara ve öğretmenlere rehberlik etmesi beklenmekte, çalışmanın MEB program geliştirme ve ders kitabı yazım çalışmalarına ışık tutması hedeflenmektedir.

Çalışmada genetik konusuna ilişkin kavram yanlışlarının listesi hem öğrenci odaklı olarak hem de toplu halde verilmiştir. Kavram yanlışlarının öğrenci odaklı olarak incelenmesi dirençli kavram yanlışlarının belirlenmesini sağlamıştır. Bu dirençli yanlışların ve çalışma boyunca tespit edilen tüm kavram yanlışlarının eğitim- öğretimde ve MEB ders kitabı hazırlama süreçlerinde dikkate alınmasının genetik konusunun öğretiminde önemi büyüktür. Ayrıca araştırmada genetik kavramlarını öğrenme kaynakları da belirlenmiştir. Öğrenme kaynaklarının tespit edilen kavram yanlışlarının olası kökenlerinin araştırılması konusunda araştırmacılara yol göstermesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir. Genetik konusunda öğrenme kaynaklarının boylamsal olarak incelenmesi ile ortaöğretim öğrencilerinin EBA platformundan genel olarak yararlanmadığı açığa çıkarılmıştır. Çalışmanın EBA'nın kullanımı konusundaki başka araştırmalara ışık tutması beklenmektedir.

Çalışmada özgün zihin haritaları aracılığı ile ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramsallaştırmaları farklı sınıf düzeylerinde karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçların genetik konusunun öğrencilere aktarılmasında ve özgün zihin haritasının farklı konulardaki

eğitim- öğretim faaliyetlerinde kullanılması hususunda eğitimcilere yol göstermesi beklenmektedir. Özgün zihin haritaları yeni bir tekniktir. Yeni bir tekniğin çalışılması, gerçekleştirilecek başka araştırmalar için örnek oluşturması açısından önem taşımaktadır.

#### 1.4 Sayıtlar

Çalışma grubunun “Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi”, “İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi”, “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” ve “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”ne samimi cevap verdikleri varsayılmıştır.

#### 1.5 Sınırlılıklar

Bu alışma, 2020-2023 yılları arasında İzmir il merkezinde yer alan bir anadolu lisesinde öğrenim gören 35 öğrenci ile sınırlıdır. Araştırma sonucu açığa çıkan veriler, “Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi”, “İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi”, “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” ve “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nden elde edilen verilerle sınırlıdır.

#### 1.6 Tanımlar

**Kavram:** Öğrencilerin bir olay ya da nesneye ait zihinsel modelleridir (Glynn ve Duit, 1995).

**Kavramsal anlama:** Soyut ilkelerin ardındaki yeni durumlara uyarlanabilen bilgidir (Star, 2005). Kavramsal anlama kavramların arasında ilişkilerin kurulduğu derinlemesine bir öğrenmedir (Sinan, 2007).

**Kavram yanılığı:** Öğrencilerin oluşturdukları, genel bilimsel kabullerden farklı olan kavramlardır (Treagust, 1988).

**Zihin haritası:** Merkezde bulunan bir fikir ya da konunun dallanması ile kurulan ilişkilerden oluşan çok yönlü, görsel açıdan kuvvetli, anlamlı öğrenme, not alma, beyin fırtınası yapma gibi farklı amaçlarla kullanılan yaratıcı araçtır (Buzan, 2013; Buzan, 2018).

**Özgün zihin haritası:** Bir kavramın hangi alt kavramlarla nasıl bir sıklıkta ve nasıl bir sıralamada ilişkilendirildiğinin bir arada sunulmasına olanak tanıyan, bilgisayar aracılığı ile oluşturulan zihin haritası (Özgür, Ürek and Özgür, 2020).

## **2. KURAMSAL ÇERÇEVE**

### **2.1 Kavram**

Kavram, Türk Dil Kurumu sözlüğünde “nesnelerin veya olayların ortak özelliklerini kapsayan ve bir ortak ad altında toplayan genel tasarım, mefhum, konsept, nosyon” olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu, 2022). Eğitim alanında kavramın tanımını ise Jerome Bruner kavram öğretimi yaklaşımı ile yapmıştır. Bruner, durum veya nesnelerin kategorize edilmesi sonucu oluşan kategorilerin her biri olan kavramları öğrenmenin, öğrenenin sorumluluk sahibi olarak, aktif bir şekilde bilginin işlenmesi ile gerçekleştiğini ifade etmiştir (Bruner ve Austin, 1986). Bruner 1950 ve 1960’larda Amerika Birleşik Devletleri’nde eğitim alanında gerçekleştirilen yeniliklerin mimarlarından olmuş, buluş yoluyla öğrenme ve kavram öğretimi yaklaşımı ile Türkiye’de de eğitim alanında gerçekleştirilen yeniliklere öncülük etmiştir (Bahar, 2006).

Bruner’in yanı sıra, Jean Piaget de 1960’lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri ve pek çok ülkede eğitimin şekillenmesinde çok önemli bir yer almıştır. Piaget, her ne kadar kendisini yapılandırmacı olarak adlandırmasa da eğitim bilimleri alanında bilişsel yapılandırmacı olarak tanınmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımda kavramın zihinde oluşumu özümleme ve uyumlama aşamalarıyla meydana gelir (Adler, 1963). Özümleme, bireyin yeni bir bilgi ile karşılaştığında, yeni bilginin eski bilgileri ile var olan zihinsel “şema”sına aktarılması, var olan şemasının geliştirilmesidir. Şema, bireyin deneyimleri ile oluşturduğu kendine özgü bilgisidir. Uyumlama ise yeni bilginin bireyin şeması ile çeliştiği durumlarda ortaya çıkan, bireyin bilişsel dengesizlik yaşayarak şemasını yeniden düzenlemesi ile oluşturduğu bir durumdur (Bahar, 2006). Bilginin hem deneyimler ile ilk kez oluşturulduğu özümleme hem de çelişki durumunda yeniden düzenlenen uyumlama aşamasında kavram yanılgılarının ortaya çıkması olası bir durumdur.

### **2.2 Kavram Yanılgıları**

Öğrenciler derslere zihinlerinde o gün işleyecekleri konuya yönelik olarak, bilimsel bilgi ile uyuşmayan, kendilerinin oluşturdukları kavramlarla gelebilirler. Öğrencilerin bu kavramlarını Novak (1977) önkavramlar, Helm (1980) kavram yanılgıları, Driver (1981) alternatif yapılar, Gilbert (1982) çocukların bilimi olarak adlandırmaktadır (Treagust, 1988). Kavram yanılgılarını önyargılı fikirler, bilimsel olmayan inançlar, kavramsal yanlış



anlamalar, konuşulan dilden kaynaklanan kavram yanılgıları ve olaylara dayanan kavram yanılgıları olarak farklı başlıklarda sınıflandırmak mümkündür. Buna göre; önyargılı fikirler bireyin günlük deneyimlerinden, bilimsel olmayan inançlar kişinin dini veya mitolojik inançlarından kaynaklanabilmektedir. Kavramsal yanlış anlamalar ise bireyin önyargılı fikirler ve bilimsel olmayan inançlarının derste öğrendiği kavramlardan farklı olması nedeni ile öğrencilerin kendilerince geliştirdikleri modellerdir. Konuşulan dilden kaynaklanan kavram yanılgıları, bir kavramın günlük kullanımının bilimsel kullanımdan farklı olması nedeni ile oluşurken, olaylara dayanan kavram yanılgıları ise kişinin yaşamın erken evrelerinde öğrendiği, bilimsel olmayan ve sonrasında da genellikle bir değişime uğramayan yanılgılardır (Davis, 1997).

Kavram yanılgılarının giderilmesi, öğrencinin bilimsel bilgiye ulaşması için gerekli olan bir durumdur. Bazen kavram yanılgıları direnç gösterebilir ve bireyde tekrar ortaya çıkabilir. Bu durumda Brousseau'ya (1983) göre bir "öğrenme engeli" vardır ve kavram öğrenme süreci başarılı olamamaktadır. Öğrenme engeline neden olan etmenlerden biri de kavram yanılgılarıdır. Brousseau (1989) kökenlerine göre bu kavram yanılgılarını epistemolojik, ontojenik, didaktiksel ve kültürel kökenli kavram yanılgıları olarak kategorize etmiştir. Epistemolojik kökenli yanılgılar bilginin doğası ile ilgili olan, evrensel olarak görülebilen ve değişime dirençli yanılgılardır. Ontojenik yanılgılar bireyin bilişsel gelişiminin yetersizliği ile ilgili olan, didaktiksel kökenli yanılgılar ise öğretim sırasında kullanılan yöntem, strateji veya materyalden ya da doğrudan öğretmenin kendisinden kaynaklanan yanılgılardır. Kültürel kökenli yanılgılar bireyin içinde bulunduğu kültürün bir parçası olan din, dil, atasözü, deyim, masal gibi öğelerle kişiye aktarılmış yanılgılardır (Brousseau, 1983; Brousseau 1989; Akt. Özgür ve Bostan, 2007; Güngör ve Özgür, 2009; Güngör, 2009).

### **2.3 Kavramsal Değişim**

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog'a göre (1982) öğrenme, mantıklı görünen fikirleri kavramak ve kabul etmeyi içeren, bir tür araştırma süreci olan rasyonel bir aktivitedir. Bireyin özümleme ve uyumlama adı verilen bilişsel süreçlerinde, özümleme sürecinin problemin çözümü için yetersiz olduğu uyumlama sürecinin gerçekleşmesi için, birey var olan kavramlarının yetersizliğini kabul etmeli, yeni sunulan kavram kendisine anlaşılır ve

mantıklı gelmeli, aynı zamanda birey yeni kavramın geliştirilebilme potansiyeli olduğunu fark etmelidir. Kavramsal değişim sürecinin gerçekleşebilmesi için, öğrencinin kendi kavramlarının yetersizliğini fark ettiği bir aykırılık yaşamalıdır, böylece birey yeni kavram ve eski kavramları arasında bir bilişsel çatışma yaşar. Birey kavramlarının yetersizliğini ne kadar yoğun bir şekilde fark ederse, yeni kavramları uyumsamaya o kadar yatkın olur. Sonrasında birey etrafındaki dünya ile yeniden tutarlı bir denge kurmaya istek duyar. Öğretmen, öğrencilerde bilişsel bir çatışma oluşturacak şekilde dersi işlemeli, soruları, ev ödevlerini, dersteki gösterim ve laboratuvar çalışmalarını bireyin var olan kavramları ile aykırılık yaşamalarına neden olacak şekilde seçmelidir. Öğretmen ayrıca öğrencisine bilimsel bir düşünme şekli kazandırmalı, yeni sunduğu kavramın yeni durumlarda genişletilme olanağını öğrencinin fark etmesini sağlamalıdır (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982). Kavramsal değişim için kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları ve zihin haritaları gibi farklı teknikler kullanılmaktadır.

#### **2.4 Kavram Haritaları**

Kavramsal değişimin gerçekleşmesi için kullanılacak tekniklerden olan kavram haritaları ilk olarak Joseph Novak tarafından Cornell Üniversitesi'nde çocukların bilimsel bilgisi ile ilgili bir araştırma projesinde 1972'de geliştirilmiştir. Bu çalışmada, pek çok çocukla yapılan mülakatlar sonucu elde edilen bilgilerin analiz edilmesinde yaşanan zorluklar, kavram haritaları aracının geliştirilmesi sonucunu doğurmuştur (Novak ve Canas, 2006). Novak, Ausebel'in anlamlı öğrenme teorisinden yola çıkarak, bireylerin ilk oluşturdukları kavramların, bilginin edinilmesinde kilit rolü oynadığını keşfetmiş ve böylece kavram haritaları tekniğini geliştirmiştir (Novak, 1983). Ausebel'e (1968) göre; etkili öğrenmenin en temel yolu öğrencinin önceki bilgileri ile ilişki kurmaktan geçer. Ausebel'e göre ezbere ve anlamlı öğrenme olmak üzere iki farklı öğrenme yolu vardır. Ezbere öğrenmede yeni bilgi harfiyen, kavramların ilişkisi kurulmadan bireyin bilişsel yapısına dahil edilirken; anlamlı öğrenmede birey, yeni bilginin mevcut kavramları ile ilişkisini bilinçli bir çaba harcayarak kurar. Anlamlı öğrenmede eski bilgi ile ilgili kavramların tüm bağlantılarının değiştirilmesi ile yeni bilgi kapsanır. Bununla birlikte ezbere öğrenme anlamlı öğrenmenin bir karşıtı değildir, bunlar farklı durumlarda kullanılan öğrenme yollarıdır. Örneğin; kelimesi kelimesine bir öğrenme söz konusu olduğunda ezbere öğrenme şarttır. Ancak ezbere öğrenmeye karşın, anlamlı öğrenmede unutma daha uzun sürer ve anlamlı öğrenilen bilginin unutulmasından kalan alt kavramlar,

yeni anlamlı öğrenmelere yardım eder. Ausebel'in anlamlı öğrenme teorisi, yeni bilginin özellikle eski kavramlarla ilişki kurularak öğrenilmesi ve bireyin kavramlarında farklılığa ve bütünleşmeye neden olması yönleri ile Piaget'in özümseme kavramından ayrılmaktadır (Novak, 1977). Novak'ın yaptığı çalışmada, kavram haritalarını oluşturmanın yolları öğrencilere birbirleri ile ilişkili olan kavramların listesinin verilmesi veya öğrencilere birer metin verilerek, onların benzer kavramları bulmaları şeklinde önerilmektedir. Her iki durumda da öğrenciler kavramları hiyerarşik olarak en genelden en özele doğru sıralayacaklar ve kavramların birbirleri ile olan ilişkisini isimlendirerek kurmak durumunda kalacaklardır. Burada kurulan ilişkilendirmeler kişiden kişiye değişiklik gösterebildiği gibi, zaman içinde özgün bağlantılarda farklılıklar oluşabilir (Novak, 1983). Kavram haritaları sözlü sunumlarda, ders içi ödevlerde, araştırmalarda, veri toplama ve yorumlamada, rapor hazırlamada, grup çalışmaları gibi durumlarda kullanılabilir (Novak ve Canas, 2006). Kavram haritaları öğrencilerin kavramsal algılarının yükseltilmesi ve akademik başarılarının arttırılması amacı ile kullanılan bir tekniktir (Okebukola, 1990). Ayrıca kavram haritaları eğitimde bir değerlendirme aracı olarak da kullanılabilir (Kaya, 2003). Kavram haritalarına benzer özellikleri olmakla birlikte, farklılıkları ile literatürde "zihin haritaları" olarak adlandırılan bir başka teknik eğitim bilimlerinde yer almaktadır.

## **2.5 Zihin Haritaları**

Buzan, beynin yapısını incelemek için yaptığı araştırmalarda, sinir hücrelerinin merkezlerinden bir ağacın dalları gibi tentaküllerin yayıldığını görmüş ve bu gözlem 1960'ların ortalarında zihin haritalarının oluşmasına yol açmıştır. Zihin haritaları ilk olarak kelimelerin renklerle eşleştirildiği bir not alma yöntemi olarak açığa çıkmış olsa da, sonrasında Antik Yunan'da kullanılan ilişkili kavramların renklerle bağlantılanması yöntemi ve bellek sistemlerinden yola çıkılarak kapsamı genişletilmiş, en sonunda kelimelerin resimlerle ilişkilendirildiği, çok yönlü, çok boyutlu, renkli ve yaratıcı analitik bir araç haline gelmiştir. Beynin sağ yarımküresi görsel, sol yarımküresi de sözel olduğu için zihin haritası ile beynin her iki yarımküresi de çalıştırılmış olur. Zihin haritasında mutlaka merkezde bir ana kavram olur ve o kavramdan farklı renklerde temel kavramlar dallanarak onların da farklı dallara ayrılması ile harita tıpkı beynimizdeki sinir hücrelerinin uzantıları gibi organik, doğrusal olmayan bir halde şekillenir (Buzan, 2018).

Zihin haritaları dersleri hazırlama ve gözden geçirmede kullanılacak bir eğitim aracıdır. Zihin haritaları aynı zamanda görsel ve renkli olduğu için konuları sıkıcı olmaktan kurtaran ve yeni bilgilerin eklenmesine olanak tanıyan bir açıklayıcıdır (Edwards ve Cooper, 2010). Zihin haritaları bireysel ya da grup halinde beyin fırtınası yapmakta, bilgiyi özetleme ve sunmada, not almada, karmaşık problemleri düşünmede, anlamlı öğrenmede kullanılabilir (Buzan, 2013; Akt. Adodo, 2013). Her ne kadar zihin haritaları kavram haritalarına benzese de, aralarında ciddi farklar vardır. Örneğin; zihin haritaları kavram haritalarına göre daha esnek, görsel açıdan daha kuvvetli ve bireyseldir (Adodo, 2013). Ayrıca zihin haritaları öğrencilerin kavramlar arasındaki ilişkileri keşfetmesine ve canlandırmasına yardım ederken, kavram haritaları öğrencilerin kavramların arasındaki ilişkileri anlamasını ve alt kavramların ana kavramla bağlantısını kurmasını sağlar. Zihin ya da düşünce haritaları, doğaçlama ve özgür bir şekilde resimler, renkler, çizgi kalınlıkları, diyagramlar kullanılarak kavramlar veya düşünceler arasında bağlantılar kurulmasına olanak tanıyan haritalardır. Zihin haritalarında merkez kavram ve düşünceler arasındaki bağlantılar daha kalınken, merkezden uzaklaştıkça bağlantılar daha ince bir şekilde gösterilmekte, gölgelendirmeler kullanılabilir. Kavram haritalarında daha hiyerarşik ve ağaca benzer bir yapı varken, zihin haritaları daha organik ve ışımsaldır. Bununla birlikte zihin haritalarında kavram haritalarına göre ele alınan konunun genellenebilme düzeyi daha yüksektir (Davies, 2011). Zihin haritaları kavram haritalarına göre daha az yapılandırılmıştır, bu durum özgürce ve yaratıcı bir şekilde fikirlerin veya konuların arasında ilişkiler kurulabilmesine ve beyin fırtınası tekniğinde zihin haritalarının kullanılmasına olanak verir. Ancak bu yapılandırılmamışlık zihin haritalarının daha bireysel olmasını, anlaşılabilirlik düzeyinin düşmesini ve daha karmaşık durumlarda detaylarıyla bir konunun izahının yapılmasını zorlaştırmaktadır. Böyle durumlarda kavramlar arasındaki ilişkilerin analizinde kavram haritalarının kullanımı gerekmektedir. Bununla birlikte zihin haritaları akılda kalıcılığı fazla olan, uygulaması ve sonraki kullanımlarda genişletilebilmesi mümkün olan haritalardır (Eppler, 2006). Hangi tür haritanın kullanılacağı kişinin amacına bağlı olarak seçilmelidir. Zihin haritaları elle yapılabileceği gibi zaman içerisinde geçirdiği değişimler sonucu bilgisayar programları ile de çizilebilmektedir. (Buzan, 2018).

## 2.6 İlgili Yayın ve Araştırmalar

### 2.6.1 Kavramsal Anlama ile İlgili Yayın ve Araştırmalar

Yip (2001) çalışmasında Hong Kong'ta biyoloji öğretimini geliştirmek amacı ile açılan Lisansüstü Diploma Eğitimi Programı Biyoloji Yöntemleri Kursu'nun etkilerini anlatmıştır. Hong Kong'ta Ders Programı Gelişim Konseyi'nin (1998) aldığı karara göre Ortaöğretim Fen Bilimleri Ders Programı'nın amacı öğrencilerde kavramsal anlamayı ve anlamlı öğrenmeyi sağlamaktır. Ancak Hong Kong Sınav Merkezi tarafından yapılan çalışmalar, öğrencilerin bilgileri bilseler de yeni durumlara bu bilgileri uyarlayamadıklarını göstermiştir. Bunun nedeninin ezberci ve öğretmen merkezli öğretim anlayışı olduğu düşünülerek, Lisansüstü Diploma Eğitimi Programı başlatılmıştır. Buna göre öğrencilerin biyoloji eğitiminde kavramsal anlamalarının artırılması için biyoloji öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturma becerilerinin olması, uygulamalarda küçük grup tartışmaları gibi interaktif öğretim teknikleri kullanmaları, öğrencilerin kavram yanılgılarını dikkate alarak kavramsal değişim modelini uygulamaları gerekmektedir.

Darmofal, Soderholm ve Brodeur (2002) kavram haritaları ve kavram sorularının eğitimde öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu etki ettiğini, bu araçların mühendislik eğitiminde de kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, böylece öğrencilerin alanın temel prensiplerini anlamalarında ve onların daha yüksek bir düşünme düzeyine çıkmalarında kavram haritaları ve kavram sorularının faydalı olacağını yaptıkları çalışma ile ifade etmişlerdir. Yörek (2006), 7 farklı okulda öğrenim gören lise 1. sınıf öğrencilerine (n= 191) biyoçeşitlilik konusunda geliştirdiği kavramsal anlama testini uygulamış, bu öğrencilerden bazıları (n= 19) ile görüşmeler yapmıştır. Ayrıca bu 7 okulun öğretmenleri ile öğretim stilleri ve öğrencilerin testte verdiği cevapların nedenleri ile ilgili mülakatlar gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin beslenme ilişkileri ve enerji akışı kavramlarını tam olarak anlamadıkları, doğayı antroposantrik düşünme biçimi ile algıladıkları açığa çıkmıştır. Sinan (2007), fen bilgisi öğretmen adaylarının protein ve protein sentezi ile ilgili kavramsal anlamalarını öğretmen adaylarına (n=88) uyguladığı kavramsal anlama testi ve onlardan bazılarına (n= 19) yaptığı mülakatlar aracılığı ile incelemiştir. Araştırmacı yaptığı çalışma sonucunda, çalışma grubunun konu ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarının olduğunu, protein ve protein sentezi ile ilgili kavramları

anlamada zorluklar yaşadığını, geleneksel yöntemlerin kullanılmasının protein sentezi kavramlarının anlaşılmasında yetersiz olduğunu açığa çıkarmıştır.

Minner, Levy ve Century (2010), 1984 ve 2002 arasında gerçekleştirilen okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinde sorgulama temelli eğitimin etkilerini araştıran çalışmaları incelemiştir. Araştırmacılar analiz edilen 138 araştırma ile sorgulama temelli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını arttırmada etkili olduğunu belirlemiştir. Decristan ve arkadaşları (2015) fen bilimleri eğitiminde ilave rehberliğin ilköğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini ilköğretimde öğretmenlerin (n= 54) ve öğrencilerin (n= 1070) dahil olduğu bir yarı- deneysel araştırma ile incelemiştir. Kontrol grubunda bir ünite yönlendirme olmadan işlenmiş, deney gruplarında aynı ünite için uygulamalı eğitim, biçimlendirici değerlendirme, akran öğretimi gibi ilave rehberlikle eğitimler yapılmıştır. Araştırma sonucunda biçimlendirici değerlendirmenin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu etkiler yaptığı ve uygulamalı eğitimlerin düşük dil becerilerine sahip öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkısı olduğu açığa çıkmıştır. Tatlı (2022) kimya öğretiminde STEM uygulamalarının farklı öğrenme stillerine ve zeka alanlarına sahip lise öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi amacı ile yaptığı çalışmada, 10. sınıf öğrencilerine (n= 65) öğrenme stilleri ve çoklu zeka testi uygulamış, test sonuçlarına göre öğrencileri homojen gruplara ayırmıştır. Araştırmacı 8 haftalık uygulama sonucunda kavramsal anlama testi ve bilimsel süreç becerileri testi sonuçlarına göre, STEM uygulamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine olumlu etkiler yaptığını ve öğrencilerin uygulamanın yapıldığı kimya konularındaki kavram yanlışlarını azalttığını belirlemiştir.

### **2.6.2 Kavramsal Anlama Seviye Puanlama Anahtarı ile İlgili Yayın ve Araştırmalar**

Türkoğuz, 2008'de gerçekleştirdiği çalışmada ilköğretim 6. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesini deney grubunda (n= 24) görsel sanal etkinlikleri ile birlikte, kontrol grubunda (n= 25) bu etkinlikler olmadan işlemiştir. Veri toplama araçları olarak tutum ölçeği, başarı testi, açık uçlu sorular ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Açık uçlu soruların analizinde, cevap yok (0), daha az doğru (1), az doğru (2), kısmen doğru (3) ve tam doğru (4) olarak öğrencilere puan vermiş, deney

ve kontrol grubundan elde ettiği sonuçlara T-testi uygulamıştır. Bu değerlendirme için araştırmacı kendisinden önce yapılmış Westbrook ve Marek'in (1991) araştırmasından hareketle hazırlanan Çimen'in (1995) geliştirdiği "Kavram Sayısal Değerlendirme Çizelgesi"nden yararlandığını ifade etmiştir. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin başarıları, tutumları, ilgilerinin arttığı belirlenirken, kavramsal öğrenmelerinin gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Abraham, Williamson ve Westbrook (1994), 9. sınıf, 11.- 12. sınıf ile üniversite 1. sınıf olmak üzere 3 farklı sınıf seviyesinde seçtikleri 100'er, toplamda 300 öğrenciyi, araştırmaları için belirledikleri ve kavram yanılgıları bakımından literatüre kaynak olan, kimya biliminin başlangıç düzeyinde olan beş kavramı anlamaları bakımından ve mantıklı düşünme becerileri açısından analiz etmişlerdir. Bu çalışmada aynı araştırmacılar kavramsal anlama değerlendirme ölçeği olarak Renner, Brumby ve Shepherd (1981) ile Simpson (1986) ve Marek (1986) tarafından geliştirilen, Westbrook ve Marek (1991) tarafından kullanılan, Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek'in 1992 yılında yaptıkları çalışmada yararlandıkları bir ölçek üzerinde çalışmışlardır. Bu ölçeğe Abraham, Williamson ve Westbrook'un 1994 yılında yaptıkları çalışmada son hali verilerek ölçek, anlamama (0), kavram yanılgısı (1), kavram yanılgısı içeren kısmen anlama (2), kısmen anlama (3), anlama (4) şeklinde puanlanmıştır. Her bir öğrencinin beş kavram için aldıkları puanların ortalaması alınarak, öğrencilerin kavramsal anlama düzey ortalamaları 0- 0.5 arası anlamama, 0.5- 1.5 arası kavram yanılgısı, 1.5- 2.5 arası kavram yanılgısı içeren kısmen anlama, 2.5- 3.5 arası kısmen anlama, 3.5- 4.0 arası tam anlama olarak kategorize edilmiştir. Kavram yanılgıları ile ilgili olarak araştırmada birbirinden farklı sonuçlar çıkmış ve kavram yanılgılarının deneyim ve mantıksal çıkarım ile her zaman ters orantılı olarak azalmadığı görülmüştür. Bununla ilgili olarak da öğrencilerin kanıt ışığında kavramsal değişimi gerçekleştirmeye istekli olacağı kavram odaklı bir öğretimin uygulanması tavsiye edilerek, mantıklı düşünme yeteneğinin kavramsal değişime olumlu etki ettiğinin altı çizilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen kavramsal anlama testlerinin (A Testi ve B Testi) analizi için Abraham, Williamson ve Westbrook'un 1994 yılında yayınladıkları çalışmada son halini verdikleri bir ölçek kullanılmıştır.

### 2.6.3 Genetik Konusu ile İlgili Biyoloji Eğitimi Alanındaki Yayın ve Araştırmalar

Genetik konusundaki çalışmalar köklü bir geçmişe dayanmaktadır. Browning ve Lehman (1988), Purdue Üniversitesi'nde biyolojiye giriş dersi alan bölümlerden 135 öğrenci ile bilgisayarda geliştirilen bir genetik uygulama programı ve dersi aracılığı ile yaptığı çalışmada, genetik konusundaki problemlerin çözümünde yeni durumlara bilginin uyarlanması ve kullanılmasında ve özellikle gametlerin belirlenmesinde katılımcıların çeşitli zorluklar yaşadığı ve genetik konusunda çeşitli kavram yanlışlarının bulunduğu sonucu açığa çıkmıştır. Lewis ve Wood-Robinson (2000), 14- 16 yaşlarında ve temel eğitimi tamamlamak üzere olan, çeşitli okullardan öğretmenlerin yardımı ile seçilen üst düzey, orta düzey ve alt düzey başarıda olan 482 öğrencinin genetik konusundaki bilgilerini araştırmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada, öğrencilerin gen, kromozom ve hücre gibi temel konular ile genetik bilginin aktarımı hakkında öğrencilerin bilgi eksikliklerinin ve kavram yanlışlarının olduğunu belirlemişlerdir. Sonuçlar doğrultusunda araştırmacılar, temel öğretim programının öğrencilerin bilimsel bilgileri ve becerilerini geliştirme amacı ile tasarlanmasını önermişlerdir. Marbach- Ad ve Stavy (2000), 9. ve 12. sınıf öğrencileri ve öğretmen adayları ile anket ve görüşmeler gerçekleştirerek, onların makroskobik, mikroskobik ve mikroskop altı düzey olarak üçe ayırdıkları genetik konusundaki kavramsal anlamalarını açığa çıkarmaya çalışmışlardır. Araştırmacılar makroskobik düzey ile fenotip gibi kavramları, mikroskobik düzey ile gen ve kromozomları, mikroskop altı düzey ile de DNA gibi moleküler düzeydeki kavramları ele almışlardır. Çalışmanın bulguları, 9. sınıf öğrencilerinin insan haricindeki organizmaların genetik materyallerini tam olarak anlayamadığını, 12. sınıf öğrencilerinin RNA, transkripsiyon, translasyon süreçlerini anlamakta zorlandığını, aday öğretmenlerin de yarısının RNA ve görevi ile ilgili tam bir kavrayış gerçekleştiremediğini göstermiştir. Araştırmacılar bulgular ışığında öğretim programı içeriğinde ve öğretim yöntemlerinde yenilikler yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Knippels (2002), Hollanda Utrecht Üniversitesi Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Merkezi'nde geliştirilen bir araştırma projesini tezi ile anlatmıştır. Bu projede gelişimsel araştırma yaklaşımı olarak araştırmacılar ve öğretmenler aracılığı ile öğrenme- öğretme stratejileri geliştirilerek, bu stratejiler farklı okullarda uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Buna göre Yo-Yo öğrenme- öğretme stratejisinin uygulanmasının, öğrencilerin genetik kavramları arasında geriye ve ileriye dönük olarak bağlantılar



kurulmasını sağladığı, kromozom ve homolog kromozom gibi anlaşılması zor olarak belirlenen temel kavramların öğretimini kolaylaştırdığı ve ayrıca öğrenciler için motivasyonu arttırdığı belirlenmiş, bu stratejinin biyoloji eğitiminde farklı konularda kullanımı tavsiye edilmiştir. Chattopadhyay (2005) 12. sınıf öğrencileri (n= 289) ile gerçekleştirdiği çalışmasında, öğrencilere uyguladığı anketler sonucu, öğrencilerin üreme hücreleri ve zigotlardaki kromozom sayıları konusunda net bir anlayışlarının olmadığını, X veya Y kromozomunun sadece üreme hücrelerinde bulunabildiği kavram yanlışlığına sahip olduklarını tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca çalışma grubunun hücrelerdeki genetik materyali tam olarak anlamadıklarını, DNA'nın hücre bölünmesinde aktarımının nasıl olduğu ile ilgili kavrayışlarında eksiklikler olduğunu belirleyerek, öğretmenlerin kalıtım konusunu öğrencilere aktarırken, kromozom, gen, hücre bölünmesinde genetik materyalin durumu gibi temel kavram ve kazanımları dikkate alarak öğretimi gerçekleştirmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas (2006), 8., 9. ve 11. sınıf öğrencileri, fen bilgisi öğretmeni adayları ve biyoloji öğretmeni adaylarından (n=175) oluşan çalışma grubundan gen, DNA ve kromozomun hücredeki yapısını çizerek açıklamalarını istemişlerdir. Yazılı sonuçlar Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek'in (1992) yaptığı puanlama anahtarına göre analiz edilerek değerlendirilmiş ve bunun sonucunda hiçbir öğrenim düzeyinde öğrencilerin tam anlamaya ulaşmadıkları bulunmuştur. Ayrıca, öğrencilerden gen, DNA ve kromozomu aynı hücrede çizmeleri istenmesine rağmen öğrenciler bu yapıları ayrı ayrı çizmişlerdir. Yapılar arası ilişki kuramamanın bir sonucu olarak, öğrenciler açıklamalarında kavram yanlışlığına yer vermişlerdir. Kavram yanlışlarının öğretmen adaylarında gözlenmesi sonucu araştırmacılar, bu kavram yanlışlarının dikkate alındığı, öğrencilere bol çizimlerin yaptırıldığı ve teknoloji destekli materyal kullanımının olduğu bir öğretimin gerçekleştirilmesi gerektiğini söylemişlerdir.

Kocadağ (2010), senaryo tabanlı öğretim modeli ile 8. sınıflarda gerçekleştirdiği kalıtım konularındaki öğretimin, öğrencilerin bu konulardaki kavram yanlışlarının giderilmesinde, gelişimlerinde ve fen ve teknoloji dersine karşı olan tutumlarında olumlu bir etki yaptığını uygulanan genetik bilgi testi ve mülakatlarla belirlemiştir. Genetik başarı testinin analizinde Abraham, Grzybowski, Renner ve Marek'in (1992) çalışmasından yararlanılmıştır. Aydın (2011), 8. sınıf Fen ve Teknoloji dersinin "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesini deney grubunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerle, kontrol

grubunda ise öğretim programında belirlenmiş etkinlikler ile işlemiştir. Araştırmada Fen ve Teknoloji'ye yönelik tutum ölçeği, kavramsal anlama testi, kalıcılık testi, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yapılan öğretim sonucunda deney grubundaki öğrencilerin derse karşı tutumları, kavramsal anlamaları, zihinsel modelleri ve bilgilerinin kalıcılığının yapılandırmacı öğretimden olumlu bir şekilde etkilendiği açığa çıkmıştır. Aydın çalışmasında açık uçlu kavramsal anlama testinin analizinde Çimen'in (1995) Westbrook ve Marek'ten (1991) yararlanarak geliştirdiği kavramsal anlama değerlendirme ölçeğini kullanmış, sonuçları istatistiksel yöntemlerle analiz etmiştir. Semenderoğlu (2012), 12. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında deney grubuna yapılandırmacı yaklaşım, kontrol grubuna öğretim programı temelli öğretim gerçekleştirmiştir. Araştırmacı biyoloji dersi tutum ölçeği, İnsan Genom Projesi kavramsal anlama testi, kalıcılık testi, İnsan Genom Projesi algılama testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığı ile topladığı veriler sonucu, yapılandırmacı yaklaşım temelli öğretimin, öğrencilerin konu ile ilgili kavramsal anlamalarında, kavramlarının kalıcılığında ve algılarında olumlu etkilerinin olduğunu açığa çıkarmıştır. Öğrencilerin tutumlarında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Andrews ve diğerleri (2012) üniversite öğrencilerinin ( $f= 356$ ) genetik sürüklenme konusundaki bilgilerini ve kavram yanlışlarını bu konudaki eğitimden önce ve sonra nitel ve nicel araştırma teknikleri ile ölçmeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar yapılan eğitimden sonra öğrencilerin yüzeysel bilgilerden genetik sürüklenme ile ilgili net yanıtlara geçtiklerini ancak verilen cevapların % 74.6'sının kavram yanlışlığı içerdiğini belirlemişlerdir. Özsevgeç, Erdoğan ve Özsevgeç (2014), çeşitli branşlardan 162 öğretmen adayına genetik okuryazarlık anketi uygulamışlardır. Bulgular ışığında, lisans eğitiminde biyoloji dersleri alan öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeylerinin diğer branşlardan daha yüksek olduğu ancak tüm branşların anketten aldıkları puanların düşük olduğu ifade edilerek, genetik konusunda öğretmen adaylarının çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Soyut ve bu nedenle anlaşılması zor olan genetik konusunun öğretiminde farklı yöntemler kullanılması tavsiye edilmiştir. Özdemir (2015) sınıf öğretmenliği adayları ile ( $n=70$ ) odak görüşmeler yaparak onların kalıtsal çeşitlilik ve benzerlik konularındaki görüşlerini argümantasyonla dile getirmelerini istemiş ve bunun sonucunda öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının bulunduğunu ve bilimsel argümanlar sunmada yetersiz olduklarını açığa çıkarmıştır. Taşkın (2018) biyoloji

öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında, adaylara biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinlikleri uygulamıştır. Araştırmacı gerçekleştirdiği etkinliklerin öğretmen adaylarının modern genetik alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerine olumlu katkılar yaptığı sonucunu bularak, biçimlendirici değerlendirme tasarlama hizmet içi eğitimlerinin öğretmenlere verilmesinin eğitim- öğretimin kalitesini arttıracakını ifade etmiştir.

Thurtle- Schmidt ve Lo (2018), laboratuvar derslerinde üniversite öğrencilerinin “CRISPR/ Cas9” prokaryot organizmasını inceleyerek, organizmanın görevini anlamalarını, türün mutasyonları ve adaptasyonları nasıl oluşturduğunu keşfetmelerini, bu organizmanın yeni genom düzenlemeleri için kullanılmasının biyoetik boyutunu tartışmalarını içeren bir uygulama yapmışlardır. Araştırmacılar bu etkinliklerin geliştirdikleri bir kılavuz eşliğinde üniversite düzeyinde modern biyoloji laboratuvar derslerinde uygulanmasını önermişlerdir. Büyükkol (2019), farklı sınıf düzeylerinden lise öğrencileri ve üniversite 1. sınıf öğrencilerine uyguladığı biyoloji zorluk kavram anketinden açığa çıkan sonuca göre kalıtım konusunu araştırması için seçerek, 10. sınıf öğrencilerine ve biyoloji öğretmenlerine kalıtım zorluklar anketi uygulamış, kalıtım konularının neden zor olduğuna dair çıkarımlarda bulunmuştur. Araştırmacı biyoloji öğretmenlerine ders kitabı anketi uygulayarak, ders kitabının kalıtım konusunda yetersiz olduğu sonucunu açığa çıkarmış, kalıtım konularındaki zorluğun ve ders kitabının yetersizliğinin giderilmesi amacıyla bu konuda karekodlu bir eğitim materyali tasarlamıştır. Gusmalini ve Wulandari (2020), Endonezya’da 12. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada genetik konusu ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarını ve bu yanılgıların nedenlerini bulmayı hedeflemişlerdir. Araştırmacılar çalışma grubunun % 42.1’inin konuya ilişkin kavram yanılgılarının olduğunu ve bu yanılgıların genetik konusunun kapsamının oldukça geniş olması ve genetik konusundaki terimlerin zor olması nedeni ile oluştuğunu çalışmaları ile açığa çıkarmışlardır.

Kahraman (2020), fen bilgisi öğretmen adayları ile üniversite 3. ve 4. sınıfta gerçekleştirdiği kelime ilişkilendirme testi ile öğretmen adaylarının biyoteknoloji, genetik mühendisliği ve klonlama konularındaki kavramsal algıları ve algısal değişimlerini incelediği araştırması sonucunda, üniversitede aldıkları derslerle öğretmen adaylarının bu konulardaki bilişsel yapılarının geliştiğini ve kavram yanılgılarının azaldığını açığa

çıkarmıştır. Hasacebi ve Konak (2021), biyoloji ğretmenlerinin biyoteknoloji konularına ilişkin bilgi düzeyleri ve tutumlarını, çalışma grubu (n= 25) konu ile ilgili bir dizi etkinliğe katılmadan önce ve sonra ölçerek, öğretmenlerin yapılan eğitim sonrasında bilgi düzeyleri ve tutumlarının arttığını belirlemiş, öğretmenlere yönelik bu tür eğitimlerin gerçekleştirilmesini önermişlerdir. Kartal ve Saylar (2022), 6., 7. ve 8. sınıftan toplam 361 öğrenciye kalıtım kavram yanılığı testi uygulayarak, 8. sınıf ğrencilerinin kavram yanılığlarının daha az olduğunu ve genel olarak kız öğrencilerin genetik konusunda daha az kavram yanılığı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Bunun sonucunda araştırmacılar, fen derslerinin daha çok laboratuvar uygulaması içeren, anlamlı öğrenmeye yönelik bir şekilde işlenmesinin yararlı olacağını ifade etmişlerdir. Aydın, Saçkes, Bedizel ve Sıcaker (2022), biyoteknoloji konularında temel bilgileri ölçmek amacı ile bir test geliştirme çalışması yaparak, bu testin psikometrik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar geliştirdikleri testi lise öğrencilerine (n=388) uygulayarak, testin cinsiyet ve sınıf düzeyi gibi değişkenler için anlamlı bir fark göstermezken, okul türü değişkeni için anlamlı fark gösterdiğini bulmuşlar, ölçeğin ortaöğretimde kullanılmasını önermişlerdir.

Ortaakarsu ve Sülün (2022), 8. sınıf öğrencileri ile “DNA ve Genetik Kod” nitesinde yarı deneysel desende gerçekleştirdikleri çalışmada, kontrol grubundaki 21 ğrenci ile ders kitabı temelli etkinlikler, deney grubundaki 22 ğrenci ile “Kahoot!” temelli etkinlikler ile gerçekleştirdiği ğretim sonucunda, deney grubunda fen öğrenmeye yönelik motivasyonun arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, oyunlaştırarak öğrenmeyi eğlenceli hale getiren “Kahoot!” uygulamasının derslerde daha çok kullanılmasının öğrenmeye olumlu etkileri olacağını ifade etmişlerdir. Tamir (2023) teorik olarak gerçekleştirilen genetik konusundaki eğitimin yeterli olmadığını ifade ederek bu konuda internet destekli öğrenme araçlarını çalışmasında araştırmış ve genetik konusunda web destekli bir eğitimi önermiştir.

#### **2.6.4 zgn Zihin Haritaları ile İlgili Yayın ve Araştırmalar**

Özgür, rek ve zgr (2020), Türkiye’nin uluslararası robotik yarışması olan FRC’ye (First Robotics Competiton) katılanların yarışmaya dair algılarını, oluşturdukları “zgn zihin haritası” ve metaforlarla belirlemişlerdir. Araştırmacılar FRC Türkiye 2018 katılımcılarının (n= 282) oğunun FRC’yi metaforlarla aile, hayat okulu ve alişkanlık

yapıcı olarak algıladıklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışma grubundan FRC kelimelerini duyduklarında akıllarına gelen ilk 10 kelimeyi bir kelime ilişkilendirme testi aracılığı ile yazmalarını istemişlerdir. Böylece elde edilen verilerle “Processing 3.3.7” programını kullanarak özgün bir zihin haritası oluşturmuşlardır. Özgün zihin haritası ile FRC’nin daha çok robot, eğlence ve merhametli profesyonellik kavramları ile ilişkilendirildiği açığa çıkmıştır. Buna göre araştırmacılar Türkiye katılımcılarının FRC temel değerleri ile ilişki kurmaktan heyecan duydukları sonucunu ifade etmişlerdir. Özgür, Ürek ve Özgür’ün (2020) yaptığı çalışmadan hareketle iki çalışma daha yapılmıştır. Arıcıoğlu, Özgür ve Güngör Cabbar (2022), fen ve biyoloji öğretmen adaylarının (n= 130) bağımlılık türleri denilince akıllarına neler geldiğini akıllı zihin haritaları oluşturarak göstermişlerdir. Buna göre; öğretmen adaylarının bağımlılık denilince daha çok madde bağımlılığı türleri ile ilişkilendirme yaptıkları, davranışsal bağımlılıklar ile ilişkilendirmenin son sıralarda olduğu açığa çıkmıştır. Güler, Özgür ve Güngör Cabbar (2022), çalışmaları ile fen bilimleri ve biyoloji öğretmen adaylarının (n= 132) biyolojide zorluk çektikleri konuları akıllı zihin haritaları aracılığı ile tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerin en çok zorlandıkları konuların Dolaşım Sistemi, Genetik, Solunum Sistemi ve Enerji; en az zorlandıkları konuların Canlıların Temel Bileşenleri, Destek ve Hareket Sistemi ve Evrim olduğu açığa çıkmıştır.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden boylamsal durum çalışması deseni ile yapılmıştır. Nitel araştırmalar, görüşme, gözlem ve yazılı belgelerin analizi şeklinde farklı bilgi toplama yöntemlerinin kullanıldığı ve böylece gerçeklerin kendi ortamında bütüncül olarak açığa çıkarıldığı çalışmalardır (Yıldırım, 1999). Nitel araştırmalarda araştırmacı kendi kaynağından ulaştığı verileri farklı yöntemler kullanıp zenginleştirir ve bunları tümevarımcı bir şekilde analiz eder (Büyüköztürk, Kılıç- Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Durum çalışması, konulara ilişkin sorularla betimleyici sorularla derinlemesine bir anlayışın geliştirilmesine olanak tanıyan, durumu oluşturan şartların içeriğinin ayrıntılı olarak farklı veri toplama araçları ile analiz edildiği bir yaklaşımdır (Yin, 2003; Creswell, Hanson, Clark Plano ve Morales, 2007). Nitel boylamsal çalışmalarda ise, küçük bir grup birkaç yıl boyunca bir araştırmaya tabi tutulur ve zamanın sorgulanan durumlara olan etkisi incelenerek bu etki yorumlanır (Epstein ve Pendleton, 2002; Holland, Thomson ve Henderson, 2006).

#### 3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden benzeşik örnekleme ile seçilen İzmir merkezde yer alan bir ilçede bulunan bir proje Anadolu Lisesi'nde öğrenim gören 9. sınıf öğrencilerinden oluşmuş ve bu öğrenciler ortaöğretim boyunca izlenmiştir. Amaçlı örnekleme olguları anlamak ve bunların arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak için tercih edilen bir örnekleme yaklaşımıdır (Büyüköztürk, Kılıç- Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Benzeşik (homojen) örnekleme, benzer bir örneklemin çalışıldığı bir örnekleme türüdür (Patton, 1987). Bu doğrultuda seçilen bir proje Anadolu Lisesi'nin 9. sınıf şubelerinde öğrenim gören öğrencilerin tamamı (n= 56) çalışma grubu olarak alınmıştır. Ancak Covid- 19 pandemisi nedeni ile 16 Mart 2020 tarihinde ilköğretim ve ortaöğretimde eğitim- öğretim faaliyetlerine bir hafta ara verilmesi, 23 Mart 2020 tarihinden itibaren ise uzaktan eğitime geçilmesi nedeni ile 2020- 2021 eğitim- öğretim yılının 2. döneminden itibaren çalışma grubu olarak seçilen 9. sınıf öğrencileri okula gelememiştir. Bu öğrenciler ancak 10. sınıfın başında sınav olmak için okula geldiklerinde veri toplama araçları kendilerine uygulanabilmiş, 10. sınıfın 2. döneminde olan "Kalıtımın Genel İlkeleri" ünitesini görmedikleri için öğrenciler 9. sınıf çalışma grubu olarak alınmıştır. Bilimsel araştırmanın anonimliğinin sağlanması amacı ile ortaöğretim boyunca

öğrencilere yapılan uygulamalar sırasında ad ve soyad alınmamış, öğrencilerden sadece Türkiye Cumhuriyeti kimlik numaralarının ilk iki rakamı ile anne kızlık soyadlarının son iki harfini yazmaları istenmiş ve böylece her bir öğrenci için bir kod oluşturulması sağlanmıştır. Söz konusu 56 öğrenci 10. sınıfın sonunda Covid- 19 tedbirleri devam ederken sadece sınav için okula geldiklerinde, “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesini uzaktan eğitimde gördükleri için bu öğrencilere veri toplama araçları uygulanarak 10. sınıfa ilişkin veriler kendilerinden toplanmıştır. Öğrenciler 11. sınıfın başında iken uzaktan eğitimden yüz yüze eğitime geçilmiş ve bu öğrencilere 11. sınıfta veri toplama araçları uygulanmıştır. Öğrenciler 12. sınıfa geçtiklerinde bir kısmı açık liseye geçmiş, bir kısmı yabancı dil ve eşit ağırlık bölümlerini seçerek sayısal sınıflarından ayrılmışlardır. Dolayısı ile çalışma grubunda 35 öğrenci kalmıştır. Kalan 35 öğrenciye 12. sınıfta “Genden Proteine” ünitesini gördükten sonra veri toplama araçları uygulanarak çalışma bitirilmiştir. Dolayısı ile araştırmanın çalışma grubunu öğrencilerin yazdıkları kod aracılığı ile 9. sınıftan 12. sınıfa kadar takip edilen 35 öğrenci (n= 35) oluşturmuştur. Boylamsal çalışmalarda veri kaybının yaşanması özellikle çalışma grubunun insan olduğu durumlarda veya ölçümler arasında belirli süreler varsa olağan bir sorundur ( Laird, 1988). Sonuç olarak, çalışma grubunun başlangıçta 56 öğrenciyken sonrasında 35 öğrenciye düşmesi nedeni ile çalışma grubu 35 öğrenci olarak (n= 35) ele alınmıştır.

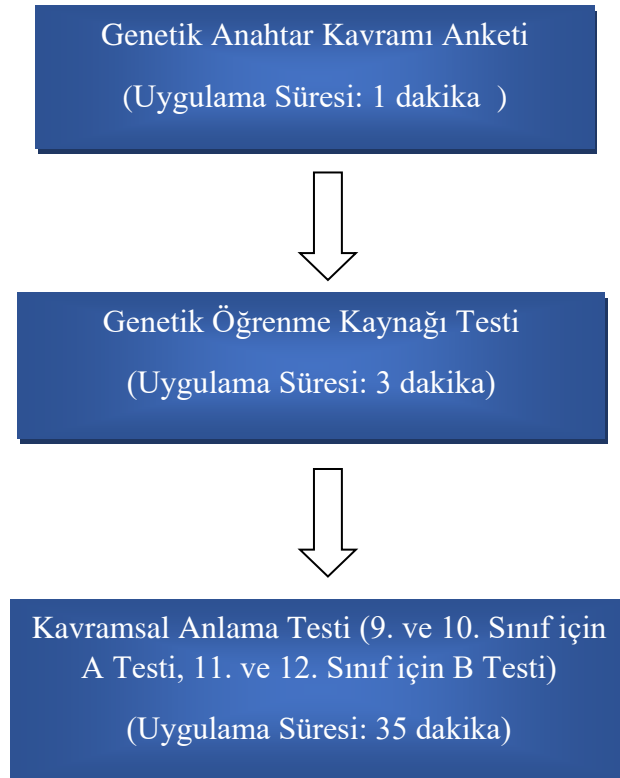
### **3.3 Veri Toplama Araçları**

Araştırmada veri toplama araçları olarak yazılı dokümanlar kullanılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi için 9. ve 10. sınıfta “Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi ( A Testi)”, 11 ve 12. Sınıfta “İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi ( B Testi)” uygulanmıştır. Öğrencilerin genetik temel kavramı ile ilişkilendirdikleri kavramların ortaöğretim boyunca izlenmesi amacı ile “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”, genetik ile ilgili kavramları nereden öğrendiklerinin belirlenmesi ve bunun ortaöğretim boyunca izlenmesi için “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi” öğrencilere uygulanmıştır. Veri toplama araçları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Veri toplama araçlarının hangi sınıf düzeylerinde uygulandıklarına ilişkin olarak Tablo 3.1 aşağıda verilmiştir.

**Tablo 3.1:** Veri toplama araçları.

Veri Toplama Araçları	Sınıf Düzeyi			
	9	10	11	12
Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (A Testi)	X	X		
İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (B Testi)			X	X
Genetik Anahtar Kavramı Anketi	X	X	X	X
Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi	X	X	X	X

Veri toplama araçlarının uygulanmasında mantıksal bir sıralama izlenmiştir. Öncelikle her sınıf düzeyinde öğrencilere “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” uygulanmış, anketler toplanarak sonrasında “Genetik Öğrenme Kaynağı Testi” yapılmış, bu testlerin de toplanması ile en son olarak çalışma grubunun sınıf düzeyleri dikkate alınarak A Testi veya B Testi uygulanmıştır. Bu sıralamanın nedeni öğrencilerin “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”ne yazacakları cevapları, diğer testlerdeki kavramlardan etkilenmeden vermelerinin amaçlanmasıdır. Veri toplama araçlarının uygulanma sırasına ilişkin Şekil 3.1 aşağıda verilmiştir.



**Şekil 3.1:** Veri toplama araçlarının uygulanma sırası.



### 3.3.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Geliştirilmesi

Araştırmada öğrencilerin genetik konusuna ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi amacı ile A Testi ve B Testi oluşturulmuştur. Genetik konusunun Ortaöğretim Biyoloji Öğretim Programı'nda nasıl yer aldığı için, 9. sınıftan 12. sınıfa kadar olan tüm kazanımlar ve MEB ders kitapları incelenmiştir. Ayrıca literatürde yer alan, genetik konusuna ilişkin kavram yanılgıları kavramsal anlama testleri geliştirilirken dikkate alınmıştır. 9. sınıfta “Yaşam Bilimi Biyoloji” ünitesinde DNA ve RNA kavramlarının öğretim programında yer aldığı görülmüştür. Ancak bu kavramlara ilişkin olarak sadece “Canlıların yapısını oluşturan organik ve inorganik bileşikler açıklar.” kazanımına ait “DNA'nın tüm canlı türlerinde bulunduğu ve aynı nükleotitleri içerdiği vurgulanır.” kazanım açıklamasının Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda yer aldığı belirlenmiştir. 10. sınıfta kalıtım için çok önemli olan “Hücre Bölünmeleri” ünitesinin “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesinden önce yer aldığı saptanmış, bununla birlikte “Hücre Bölünmeleri” ünitesinde kromozom, homolog kromozom kavramlarının ders kitabı içeriğinde yer almasına rağmen bu kavramların doğrudan kazanımlarda olmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle genetik konusunda özellikle 10. sınıfta yer alan “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesi ile 12. sınıfta bulunan “Genden Proteine” ünitesinin kazanımları ele alınarak ilgili MEB kazanımları Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre analiz edilmiştir. Bloom Taksonomisi ilk olarak 1956 yılında Bloom ve arkadaşları tarafından yapılan bilişsel alanın sınıflandırılmasıdır, sonrasında bu taksonomi çağın gereklerine uygun olarak yenilenmiş ve taksonomi iki boyutlu bir hal alarak (bilgi boyutu ve bilişsel süreç boyutu), bilişsel süreç basamaklarından değerlendirme ve yaratmanın sırası değiştirilmiştir (Bümen, 2010). Ayrıca orijinal Bloom Taksonomisi'nde isim halinde yer alan bilişsel süreç basamakları fiile dönüştürülmüştür (Krathwohl, 2002). Çalışmada MEB kazanımları ve kavramsal anlama testleri soruları Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre analiz edilmiştir. Bunun için öncelikle Tablo 3.2'de 10. sınıfta yer alan genetik ile ilgili kazanımlar verilmiştir.

**Tablo 3.2:** MEB 10. sınıf kazanımları.

Ünite	Konu	Kazanım
Kalıtımın Genel İlkeleri	Kalıtım ve Biyolojik Çeşitlilik	1. Kalıtımın genel esaslarını açıklar. 2. Genetik varyasyonların biyolojik çeşitliliği açıklamadaki rolünü sorgular.

Tablo 3.2’de 10. sınıfta genetik konusuna dair 2 tane MEB kazanımının yer aldığı, bunların Kalıtımın Genel İlkeleri ünitesine ait olduğu görülmüştür.

Genetik konusuna ilişkin 12. sınıf MEB kazanımları Tablo 3.3’te verilmiştir.

**Tablo 3.3:** MEB 12. sınıf kazanımları.

Ünite	Konu	Kazanım
Genden Proteine	Nükleik Asitlerin Keşfi ve Önemi	3. Nükleik asitlerin keşfi sürecini özetler. 4. a. Nükleik asitlerin çeşitlerini b. ve görevlerini açıklar. 5. Hücredeki genetik materyalin organizasyonunda parça bütün ilişkisi kurar. 6. DNA’nın kendini eşlemesini açıklar.
Genetik Şifre ve Protein Sentezi	Genetik Şifre ve Protein Sentezi	7. Protein sentezinin mekanizmasını açıklar. 8. a. Genetik mühendisliği b. ve biyoteknoloji kavramlarını açıklar. 9. a. Genetik mühendisliği b. ve biyoteknoloji uygulamalarını açıklar. 10. a. Genetik mühendisliği b. ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisini değerlendirir.

Tablo 3.3'ten 12. sınıfta genetik konusuna ilişkin 8 tane MEB kazanımının yer aldığı ve bu kazanımların Genden Proteine ünitesine ilişkin oldukları belirlenmiştir.

10. ve 12. sınıf Biyoloji Öğretim Programı genetik ile ilgili MEB kazanımları belirlendikten sonra, bu kazanımların Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre analizi Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4:** Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre MEB kazanımlarının analizi.

Bilgi Boyutu	Bilişsel Boyut					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma
<b>Olgusal</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Kavramsal</b>	-	3, 4, 8	-	2, 5	-	-
<b>İşlemsel</b>	-	1, 6, 7, 9	-	-	10	-
<b>Metabilişsel</b>	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.4'ten genetik ile ilgili MEB kazanımlarının hiçbirinin olgusal ve metabilişsel bilgi boyutunda olmadığı, ayrıca hatırlama ve yaratma bilişsel bilgi boyutunda da kazanımların yer almadığı belirlenmiştir. 10. sınıf kazanımlarının işlemsel bilginin anlama (1) ve kavramsal bilginin çözümleme (2) basamağında yer aldığı, 12. sınıf kazanımlarının kavramsal bilginin anlama (3, 4, 8), kavramsal bilginin çözümleme (5), işlemsel bilginin anlama (6, 7, 9) ve işlemsel bilginin değerlendirme boyutunda (10) yer aldığı anlaşılmaktadır. Buradan hareketle MEB kazanımlarının daha çok anlama basamağında olduğu belirlenmiştir.

İlgili MEB kazanımları dikkate alınarak, A Testi ve B Testi için araştırmacı tarafından toplam 42 maddelik bir soru havuzu yazılmıştır. Biyoloji Eğitimi alanında uzman bir akademisyenin görüşleri alınarak soru havuzundaki sorulardan A testi için 11 soru seçilmiştir. Bu sorulardan bir tanesi kavram yanılığlarının belirlenmesi amacı ile sorulan 10 tane önerme içeren doğru- yanlış sorusu, diğerleri ise açık uçlu sorular olarak yazılmıştır. Testin pilot uygulaması 9. sınıf öğrencilerinden oluşan bir şubeye (n= 31) yapılmıştır. Pilot uygulamaya göre A Testi için öğrencilerin yaklaşık 35 dakikalık bir sreye ihtiyaç duydukları grlmştir. Uygulanan 11 sorudan 1 tanesinin madde ayırt edicilik gücünün çok düşük olduğu görüldüğü için testten çıkarılmasına karar verilmiştir. 10 sorudan oluşan teste, tekrar bir uzman görüşünün alınması ile son hali verilmiş, soruların cevapları için genetik konusunda uzman bir akademisyene başvurulmuştur. Ek A'da son hali ile yer alan A Testi'nden araştırmada kullanılan kavramsal seviye puanlama anahtarına göre en fazla 62 puan alınabilmektedir.

B Testi'ne ilişkin soruların ilk hali, araştırmacının hazırladığı soru havuzundan Biyoloji Eğitimi alanında uzman bir akademisyenin görüşleri alınarak seçilmiştir. Böylece B Testi kavram yanılığlarını belirlemeye yönelik 10 önermeyi içeren bir doğru- yanlış sorusu ile açık uçlu sorulardan oluşan toplam 10 soruluk hali ile pilot uygulamaya alınmıştır. B Testi'nin pilot uygulaması çalışmanın gerçekleştiği okulda öğrenim gören sayısal bölüm seçen öğrencilerden oluşmuş bir 12. sınıf şubesine (n=18) uygulanmış, bu uygulamanın 35 dakika sürdüğü grlmştir. Uygulama sırasında öğrencilerin protein sentezi ile ilgili işlemler içeren bir soruda oldukça zorlandıkları ve genel olarak bu soruyu cevaplamadıkları grlmştir. Pilot uygulamanın dönütleri  Biyoloji Eğitimi uzmanına gösterilmiştir. Buna göre; öğrencilerin cevaplamadığı protein sentezi kavramına ilişkin bir soru madde güçlüğünün yüksek, madde ayırt ediciliğinin düşük olması nedeni ile testten çıkarılmıştır. Uzman görüşünün alınması ile son halini alan B Testi Ek B'de görülebileceği üzere 9 sorudan oluşmuştur. Soruların cevap anahtarı genetik konusunda uzman bir akademisyen tarafından verilmiştir. B Testi'nden de A Testi gibi en fazla 62 puan alınabilmektedir. A Testi ve B Testi sorularının son halleri, alınabilecek en yüksek puanlar ile Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

**Tablo 3.5:** A Testi ve B Testi sorularının puan dağılımı.

Test Türü	Soru Numarası ve Varsa Şıkkı	Sorudan Alınabilecek En Yüksek Puan	Testten Alınabilecek En Yüksek Puan
<b>A Testi</b>	1/ b	4	<b>62</b>
	2/ a	4	
	2/ b	4	
	3	10	
	4/ a	4	
	4/ b	4	
	5	4	
	6	4	
	7/ a	4	
	7/ b	4	
	8	4	
	9	4	
	10	4	
	<b>B Testi</b>	1/ a	
1/ b		4	
2/ a		4	
2/ b		4	
3		4	
4		4	
5		4	
6		10	
7/ a		4	
7/ b		4	
7/ c		4	
8		4	
9/ a		4	
9/ b		4	

Tablo 3.5'ten anlaşılacağı üzere, A Testi'nin 3. sorusu ve B Testi'nin 6. sorusu her biri 10 tane önerme içeren doğru- yanlış soruları olduğu için bu sorulardan en fazla 10'ar puan alınabilmektedir. A Testi ve B Testi'nin geriye kalan tüm soruları, kavramsal anlama seviye puanlama anahtarına göre en yüksek puanın 4/ Anlama şeklinde değerlendirildiği sorulardır. Her iki testten de en çok 62 puan alınabilmektedir.

MEB kazanımlarının betimsel analizi dikkate alınarak, A Testi ve B Testi içinde yer alan sorular en son halleri ile Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre analiz edilmiş ve bu analiz Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 3.6:** Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre A Testi ve B Testi sorularının analizi.

Bilgi Boyutu	Bilişsel Süreç Boyutu					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma
<b>Olgusal</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Kavramsal</b>	A/ 3, B/ 6	A/ 2a, A/ 2b, A/ 5, A/ 8, B/ 3, B/ 7a, B/ 7b, B/ 7c	-	-	B/ 8	-
<b>İşlemsel</b>	A/ 4b, B/ 1b	A/ 4a, A/ 6, A/ 10, B/ 2a, B/ 2b, B/ 5, B/ 9a, B/ 9b,	A/ 7a, A/ 7b, A/ 9, B/ 1a, B/ 4	A/ 1a, A/ 1b	-	-
<b>Metabilişsel</b>	-	-	-	-	-	-

A Testi ve B Testi soruların olgusal ve metabilişsel bilgi boyutunda olmadığı, yaratma basamağından hiç soru sorulmadığı Tablo 3.6'dan anlaşılmaktadır. A Testi 3. ve B Testi 6. sorularının kavramsal bilginin hatırlama düzeyinde yer alan doğru- yanlış soruları oldukları görülmüştür. A Testi 2., 5. ve 8. soruları ile B Testi 3. ve 7. sorularının kavramsal anlama

basamağında olduğu belirlenmiştir. B Testi 8. sorusu kavramsal anlamanın değerlendirme boyutunda yer alan tek soru olmuştur. A Testi 4b ve B Testi 1/b sorusu işlemsel bilginin hatırlama düzeyinde yer alırken, A Testi 4a, 6. ve 10. soruları ile B Testi 2., 5. ve 9. sorularının işlemsel bilginin anlama, A Testi 7. ve 9., B Testi 1a ve 4. sorularının işlemsel uygulama, A Testi 1. sorusunun işlemsel bilginin çözümlene boyutunda olduğu görülmüştür. A Testi ve B Testi sorularının MEB kazanımları gibi daha çok anlama boyutunda olduğu belirlenmiştir.

A Testi ve B Testi içinde yer alan sorular, ölçtükleri temel kavramlar açısından Tablo 3.7 olarak tablolştırılmıştır.

**Tablo 3.7:** Kavramsal anlama test sorularının kavramsal olarak analizi.

<b>Kavramlar</b>	<b>A Testi</b>	<b>B Testi</b>
DNA	1a, 1b, 4a, 4b, 5	1a, 1b, 2 a, 2b
Mutasyon	3	3
Varyasyon	2a, 2b	-
Mendel Genetiği	7a, 7b	-
Eşeye Bağlı Kalıtım	9, 10	4
Eksik Baskınlık	6	-
Protein Sentezi	8	6,7 a,7b, 7c
Genetiği Değiştirilmiş	-	8
Organizma (GDO)		
Klonlama	-	9a, 9b
Embriyonik Dönemdeki	-	5
Kalıtsal Hastalıklar		

Tablo 3.7'den anlaşılacağı üzere, A Testi 1., 4. ve 5. soruları ile B Testi 1. ve 2. soruları DNA, A ve B Testi 3. sorusu mutasyon, A Testi 2. sorusu varyasyon, A Testi 7. sorusu Mendel Genetiği, A Testi 9. ve 10. sorusu ile B Testi 4. sorusu eşeye bağlı kalıtım ile ilgilidir. Eşeye bağlı kalıtımın 10. sınıf kazanımları ile ilişkili olmasına karşın, hem A hem de B Testi içinde bulunmasının nedeni, bu kavramın farklı sınıflarda kavramsal anlama

düzeylerinin izlenmek istenmesidir. Eksik baskınlık kavramına dair sadece A Testi 6. sorusu sorulurken, protein sentezine ilişkin A Testi 8., B Testi 6. ve 7. soruları testlerde yer almıştır. GDO, klonlama ve embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar 12. sınıf kazanımlarına ilişkin biyoteknoloji veya genetik mühendisliği ile ilgili kavramlar oldukları için, bu kavramlara ilişkin sorular sadece B Testi’nde yer almıştır. B Testi’nin 8. sorusu GDO, 9. sorusu klonlama ve 5. sorusu embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramına yönelik olarak sorulmuştur.

### **3.3.2 “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”nin Geliştirilmesi**

Öğrencilerin “genetik” denilince akıllarına gelen kavramların ne olduğunun ve bunların nasıl bir sıralamayla hatırlandığının izlenmesi amacıyla bir kelime ilişkilendirme testi olarak “Genetik Anahtar Kavramı Anketi” hazırlanmış, bu anket Ek C’de verilmiştir. Ankette genetik kelimesi anahtar kavram olarak 10 kere alt alta yazılmış ve 60 saniye içinde öğrencilerin genetik ile ilişkilendirdikleri kelimeleri yazmaları istenmiştir. Anahtar kavramın alt alta yazılmasının nedeni “zincirleme cevap riskini” azaltmaya yöneliktir, yani öğrencilerin anahtar kavram için yazdıkları kelimenin çağrışımı olarak akıllarına gelen kavramı belirtmelerini önlemek içindir (Bahar ve Özatlı, 2003). Ancak bu çalışmadaki anketin analiz yöntemi kelime ilişkilendirme testlerinin analiz yönteminden farklıdır. Kelime ilişkilendirme testlerinin değerlendirilmesinde “kesme noktası” denilen bir teknik dikkate alınır. Bu teknikte anahtar kelimelere verilen cevapların frekansları dikkate alınarak, en çok söylenen kelimenin 3-5 kelime aşağısı kesme noktası olarak kullanılır ve bu frekansın üstündeki cevaplar ilk bölüme yazılır, ardından kesme noktası aralıklarla aşağıya çekilir ve tüm anahtar kelimelerin ortaya çıkması sağlanır, böylece kavram haritaları oluşturulur (Bahar, Johnstone ve Sutcliffe, 1999). Çalışmada kullanılan anketin analizinde ise Özgür, Ürek ve Özgür’ün (2020) yaptığı çalışmadan yararlanılmıştır. Buna göre öğrencilerin yazdığı cevaplardan konu ile ilişkili olmayanların çıkarılması ve benzer cevapların gruplandırılması ile oluşturulan temel anahtar kavramların frekansları ve öncelikleri belirlenerek bunlar bilgisayara aktarılmış ve Özgür, Ürek ve Özgür’ün (2020) çalışmasında olduğu gibi özgün zihin haritaları oluşturularak gösterilmiştir.

### **3.3.3 “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nin Geliştirilmesi**

“Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nin amacı çalışma grubunun genetik ile ilgili kavramları farklı sınıf düzeylerinde hangi kaynaklardan öğrendiklerinin belirlenmesidir. Testin hazırlanması için genetik kavramının eğitimine ilişkin alanyazın



taraması yapılmış, MEB ders kitapları ile Ortaöğretim Biyoloji Dersi Programı incelenmiştir. Buna göre genetik temel kavramına ilişkin DNA, gen, mutasyon, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği alt kavramları belirlenmiş ve öğrencilerin bu kavramları hangi kaynaklardan öğrendiklerini işaretlemeleri istenmiştir. Bu işaretleme yapılırken öğrencilerden en fazla etkilendiklerine 1, en az etkilendiklerine 5 diyerek kutucukları 1'den 5'e kadar numaralandırmaları istenmiştir. Öğrenme kaynakları için literatür taraması yapıp Biyoloji Eğitimi konusunda uzman bir akademisyenin görüşleri alınarak bu kaynaklar öğretmen, ders kitabı, üniversiteye hazırlık kitabı, televizyon, gazete- dergi, sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram), YouTube, internet siteleri ve EBA olarak seçeneklere yazılmış, bunların haricinde öğrencilerin tercih ettiği başka bir kaynak varsa bunu “diğer” seçeneğini işaretleyerek yazmaları istenmiştir. Araştırmacı testin 9. sınıflara pilot uygulaması yapılırken öğrencilerin testi bir sıralama ölçeği değil de sınıflama ölçeği şeklinde algıladığını gördüğü için gerekli açıklamaları yaparak seçeneklerin 1'den 5'e kadar sıralanmasını öğrencilerden istenmiştir. Buna karşın öğrencilerden yine de uygulamayı sınıflama ölçeği olarak yapanlar daha fazla sayıda olmuştur. Pilot uygulamanın 3 dakika sürdüğü belirlenmiştir. Öğrencilerin testi sınıflama ölçeği olarak cevaplama eğilimleri dikkate alınarak, uzman akademisyenlerin görüşlerinin alınması ile test bir sınıflama ölçeğine çevrilmiş ve uygulamalar bu şekilde yapılmıştır. Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi Ek D'de yer almaktadır.

### **3.4 Verilerin Analizi**

Veri toplama araçlarının tümünün analizi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi tarafsız bir şekilde içeriğin kodlanılarak kategorize edilmesi ile içeriğin anlamlandırılmasını sağlayan sistematik bir tekniktir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

#### **3.4.1 Kavramsal Anlama Testlerinin Analizi**

Nicel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirlik olarak ele alınan süreçler, nitel araştırmalarda “inandırıcılık” denilen farklı bir standart ile ele alınmaktadır (Guba and Lincoln, 1982). İnanırıcılığın sağlanması için, “uzman incelemesi” olarak adlandırılan bir süreç başlatılır ve alanında uzman kişilerden araştırmayı her aşamada incelemesi istenir, böylece geri bildirimler alınır (Creswell, 2003). A Testi ve B Testi'nin oluşturulma ayrıca elde edilen verilerin kodlanması sürecinde uzman akademisyenlerden görüşler alınarak, araştırmanın inandırıcılığı sağlanmıştır. A Testi ve B Testi'nden elde edilen verilerin analizinde,

Abraham, Williamson ve Westbrook (1994) tarafından geliştirilen beşli puanlama anahtarından yararlanılmıştır. Beşli puanlama anahtarı “Kavramsal Anlama Seviye Puanlama Anahtarı” olarak kullanılmış ve Tablo 3.8 olarak aşağıda verilmiştir.

**Tablo 3.8:** Kavramsal anlama seviye puanlama anahtarı.

<b>Puan</b>	<b>Yanıt</b>
4 (Anlama)	Tam açıklama içeren bilimsel olarak geçerli yanıt
3 (Kısmen anlama)	Kısmi açıklama içeren bilimsel olarak geçerli yanıt
2 (Kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama)	Kavramla ilgili anlama ile birlikte kavram yanlışlığı içeren yanıt
1 (Kavram yanlışlığı)	Bilimsel olarak yanlış yanıt
0 (Anlamama)	Yanıt yok/Soruyu tekrar eden yanıt/ Anlaşılmayan veya soruyla ilgisiz yanıt/ Cevap seçenekleri için açıklama olmayan yanıt

Tablo 3.8’den bir soru için en fazla 4, en az 0 puan alınabildiği; 0 puanın anlamama, 1 puanın kavram yanlışlığı, 2 puanın kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama, 3 puanın kısmen anlama, 4 puanın ise anlama olarak değerlendirildiği, böylece 5 kategori oluştuğu görülmüştür.

Tablo 3.8’e göre analiz edilen A Testi ve B Testi sorularının aritmetik ortalamaları her bir sınıf düzeyi ve her bir soru için alınmıştır. Bu aritmetik ortalamalar Abraham, Williamson ve Westbrook (1994) tarafından önerilen toplam kavramsal anlama tablosuna göre değerlendirilmiş, böylece öğrenci gruplarının her bir soru için kavramsal anlama düzeyi belirlenmiştir. Abraham, Williamson ve Westbrook’un (1994) toplam kavramsal anlama tablosu, “Çalışma grubunun grup halindeki kavramsal anlama düzeylerinin analiz anahtarı” olarak çalışmada kullanılmış, Tablo 3.9’da yer almıştır.

**Tablo 3.9:** Çalışma grubunun grup halindeki kavramsal anlama düzeylerinin analiz anahtarı.

---

$3,5 \geq \text{Anlama (A +)} \leq 4$
$2,5 \geq \text{Kısmen anlama (KA)} < 3,5$
$1,5 \geq \text{Kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama (KYİKA)} < 2,5$
$0,5 \geq \text{Kavram yanlışlığı (KY)} < 1,5$
$0 \geq \text{Anlamama (A -)} < 0,5$

---

A Testi ve B Testi'ndeki her bir soru için çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerinin aritmetik ortalaması alındığında, puanların 5 düzeyde değerlendirildiği ve bunların anlama, kısmen anlama, kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama, kavram yanlışlığı veya anlama olarak değerlendirildiği Tablo 3.9'dan anlaşılmıştır. Çalışmada Tablo 3.9'un kullanılması ile elde edilen bulgular Tablo 4.2 olarak gösterilmiştir. Tablo 3.9, kavramlar için A Testi veya B Testi'nde yer alan soruların aritmetik ortalaması alınırken de kullanılmış, böylece ortaöğretim boyunca çalışma grubunda kavramlara ilişkin kavramsal anlama düzeylerinin incelenmesi sağlanmış, bu sonuçlar Tablo 4.3'te verilmiştir.

### 3.4.2 “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”nin Analizi

“Genetik Anahtar Kavramı Anketi”nde analiz, Özgür, Ürek ve Özgür'ün (2020) çalışmasından hareketle, her bir özgün zihin haritası için öğrenciler tarafından söylenen toplam kavramın %1'i kadarı ile temel anahtar kavram temsil edilmiş olmalıdır kuralı ile yapılmıştır. Oluşturulan her bir özgün zihin haritası için öncelikle “Genetik Anahtar Kavramı Anketi”ne öğrencilerin yazdığı cevaplar sayılarak toplam kavram sayısı bulunmuştur. Sonrasında bu cevaplardan genetik konusu ile ilişkili olmayanlar çıkarılmış, çalışmaya alınan toplam kavram böylece bulunmuştur. Ardından benzer cevaplar gruplandırılmıştır ve uzman incelemesi yapılmıştır. Gruplandırma ile oluşan her bir kategoriye “temel anahtar kavram” denilmiştir. Temel anahtar kavram, çalışmaya alınan toplam anahtar kavramın % 1'inden azsa çalışmaya alınmamıştır. Böylece belirlenen temel anahtar kavramın kaç öğrenci tarafından yazıldığı, temel anahtar kavramın altında gruplanan kavramlar da dahil edilerek sayılmış, her bir temel anahtar kavram için

frekanslar belirlenmiştir. Temel anahtar kavramın öğrencilerin akıllarına gelme önceliği ise, öğrencilerin ilk yazdığı kavrama 0, son yazdığı kavrama 9 denilecek şekilde her bir temel anahtar kavram kategorisi için öğrenci cevapları tek tek sayılarak toplanmıştır. Sonrasında bu toplam, temel anahtar kavramın kendi frekansına bölünerek her bir temel anahtar kavramın ana kavram olan genetik kavramına uzaklığı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, “Processing 3.3.7” programı kullanılarak oluşturulan özgün zihin haritalarında gösterilmiştir. Zihin haritalarında “Genetik” ana dairesinin çevresinde farklı alan ve uzaklıklara sahip daireler bulunmaktadır. Ana daire alanı, diğer tüm dairelerin alanlarının toplamına eşittir. Her bir daire alanı da, kullanılan anahtar kavramların sıklığını (frekans) göstermektedir. Öte yandan, “genetik” dairesinin merkezi ile her bir temel anahtar kavram dairesinin merkezi arasındaki mesafe, ilgili temel anahtar kavramın, katılımcıların akla gelme önceliğini (uzaklık) belirtmektedir.

### **3.4.3 “Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi”nin Analizi**

“Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi” nde toplam 10 tane şık öğrencilere sunulmuştur. Bu kategorilerden “diğer” seçeneği işaretlendiğinde öğrencilerin genetik kavramlarını öğrendikleri, şıklardan farklı kaynakları yazdıkları veya “öğrenmedim” cevabını verdikleri görülmüştür. Öğrenmedim cevabı ile birlikte toplam 11 farklı kategorinin açığa çıktığı anlaşılmıştır. Çalışma grubunun genetik kavramlarını öğrenme kaynaklarını tespit edip ortaöğretim boyunca bunları izleyebilmek amacı ile bu 11 kategorinin yeni bir sınıflama oluşturacak şekilde gruplandırılması gerektiği düşünülmüş, böylece benzer kaynaklar aynı kategori altında toplanmıştır. Buna göre öğrenci cevapları 1. Kategori: öğretmen, 2. Kategori: yazılı- basılı materyaller (ders kitabı, üniversiteye hazırlık kitabı, gazete- dergi, kitap), 3. Kategori: internet tabanlı materyaller (sosyal medya, YouTube, internet siteleri, EBA, oyunlar) 4. Kategori: televizyon, 5. Kategori: diğer (çevreden, aileden, kendim öğrendim), 6. Kategori: öğrenmedim şeklinde gruplandırılmıştır. Bu kategorizasyon ile ilgili uzman incelemesi yapılarak inandırıcılık sağlanmıştır. İçerik analizi ile elde edilen sınıflandırma testi bulguları grafiklerle gösterilmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Araştırmanın Alt Problemlerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın dört alt problemine ilişkin bulgular, ilgili verilerin analizi sonucunda açığa çıkmış ve aşağıda sırası ile ele alınmıştır.

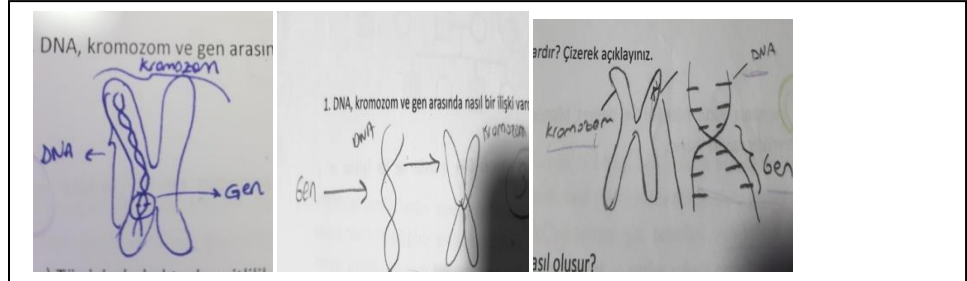
#### 4.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk alt problemi “Ortaöğretim öğrencilerinin farklı sınıf seviyelerinde genetik konusuna ilişkin kavramsal anlamaları hangi düzeydedir?” şeklinde verilmiştir. Tablo 3.7’deki seviye puanlama anahtarına göre puanlanan çalışma grubunun kavramsal anlama testlerine verdiği cevaplardan alınan bazı örnekler, Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Tablo 4.1’de “1/ KY” sütunu verilmemesinin nedeni, kavram yanlışlarının ayrıca 2. alt probleme ilişkin bulgular kısmında detayları ile tüm çalışma grubunun verileri ile sunulmuş olmasıdır. Tablo 4.1’de gösterilmeyen 5. kategori ise “0/ A-” puanıdır, ilgisiz ve boş cevaplar için kullanılmıştır.

**Tablo 4.1:** Çalışma grubunun kavramsal anlama testlerine verdikleri cevaplardan örnekler.

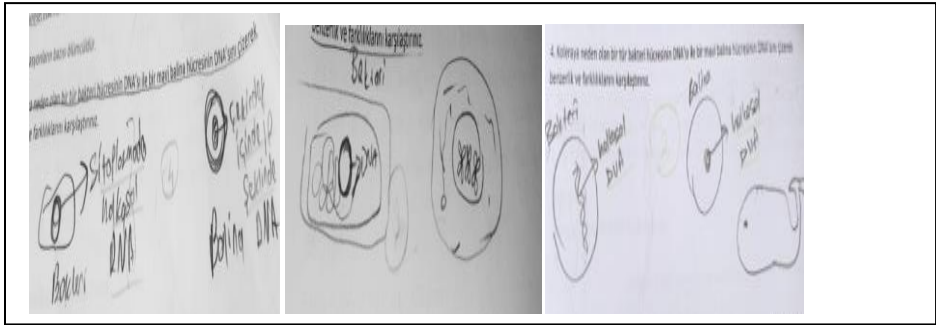
Test/ Soru Numarası	4/ A +	Örnek Öğrenci Cevapları	
		3/ KA	2/ KYİKA
A/ 1a	Gen nükleotitlerden oluşur. DNA genlerin bulunduğu yönetici moleküldür. Kromozom DNA ve histon proteini karışımı olan kromatitlerden oluşur (Ö. 1, 9. Sınıf).	Kromozom, DNA’dan, DNA genden, genler nükleotitten büyüktür (Ö. 13, 9. Sınıf).	9 ve 10. sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.

A/ 1b



**Şekil 4.1:** A Testi 1/ b sorusunun çizimleri a) Öğrenci 2'nin 10. sınıftaki çizimi, b) Öğrenci 30'un 10. sınıftaki çizimi, c) Öğrenci 13'ün 10. sınıftaki çizimi.

**Tablo 4.1:** (devam)

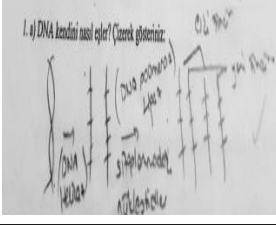
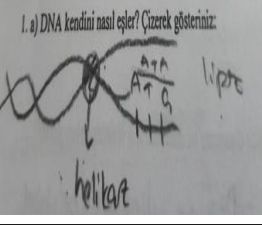
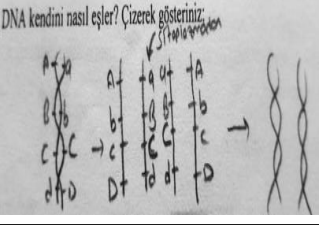
Test/ Soru Numarası	Örnek Öğrenci Cevapları		
	4/ A +	3/ KA	2/ KYİKA
A/ 2a	Varyasyon, mutasyon crossing-over, mayoz bölünme ve döllenme ile oluşur. (Ö. 1, 9. Sınıf)	Mayoz bölünme ile varyasyon oluşur. (Ö. 31, 9. Sınıf)	9 ve 10. sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
A/ 2b	Tür içi kalıtsal çeşitliliğin fazla olması uyum yeteneğini artırır. (Ö. 26, 9. Sınıf)	Bazı türlerin farklı renk deriye sahip olması bazen hayatta kalma oranlarını artırır. (Ö. 6, 9. Sınıf)	9 ve 10. sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
A/ 4a	Bakterilerde sitoplazmada halkasal DNA, balinalarda çekirdek içinde ip şeklinde DNA vardır. (Ö. 1, 9. Sınıf)	Bakteri ve balinalarda aynı tür nükleotitler vardır, ancak nükleotitlerin dizilimleri farklıdır. (Ö. 6, 9. Sınıf)	Bakteri ve balinalarda DNA açısından tek farklılık nükleotit dizilişlerindedir. (Ö. 6, 10. Sınıf)
A/ 4b			
A/ 5	Vücut hücreleri 2n, cinsiyet hücreleri n kromozomludur (Ö. 24, 9. Sınıf)	Cinsiyet hücrelerinde olan değişiklikler kalıtsaldır. (Ö. 51, 10. Sınıf)	Cinsiyet hücreleri üremek, vücut hücreleri yaşam için gereklidir. (Ö. 52, 10. Sınıf)

**Şekil 4.2:** A Testi 4/b sorusunun çizimleri a) Öğrenci 1'in 9. sınıftaki çizimi, b) Öğrenci 34'ün 10. sınıftaki çizimi, c) Öğrenci 40'ın 10. sınıftaki çizimi.

**Tablo 4.1:** (devam)

Test/ Soru Numarası	Örnek Öğrenci Cevapları		
	A +	KA	KYİKA
A/ 6	Eşbaskınlık nedeni ile olmuştur. (Ö. 12, 9. Sınıf)	3 farklı genotipten ötürü olmuştur. (Ö. 34, 10. Sınıf)	9 ve 10. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
A/ 7a	Mor çiçek geni beyaz çiçek genine baskındır. (Ö. 7, 10. Sınıf)	9 ve 10. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KA içeren cevap verilmemiştir.	Baskın genden dolayı mor çiçekler oluşmuştur, baskın gen X kromozomunda bulunur. (Ö. 51, 9. Sınıf)
A/ 7b	Çaprazlamalarda Aa X Aa şeklinde olduğu için sonuçta mor ve beyaz çiçekli bezelyeler oluşmuştur. (Ö. 13, 9. Sınıf)	Beyaz çiçek geni taşıyan genleri olabilir, o nedenle hem mor hem beyaz çiçekler oluşmuştur. (Ö. 49, 10. Sınıf)	Çekinik genden dolayı mor ve beyaz çiçekler oluşmuştur, çekinik gen Y kromozomunda bulunur. (Ö. 51, 9. Sınıf)
A/ 8	DNA'dan gelen şifre m-RNA ile ribozoma aktarılır, ribozomda uygun şifreye göre aminoasitler birleşerek proteini oluşturur. (Ö. 2, 10. Sınıf)	Protein sentezi ribozom tarafından gerçekleştirilir. (Ö. 10, 10. Sınıf)	9 ve 10. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
A/ 9	Y kromozomu ile balık pulluluk aktarılmıştır. (Ö. 10, 9. Sınıf)	Eşey kromozomları ile hastalık aktarılır. (Ö. 12, 9. Sınıf)	X ve Y kromozomları ile aktarılmıştır. (Ö. 26, 9. Sınıf)
A/ 10	Kırmızı- yeşil renk körlüğü X kromozomunda çekinik gen ile aktarılır ve erkeklerde tek X kromozomu olduğu için, erkek çocuklarının hasta olma ihtimali yüzde 50'dir. (Ö. 2, 10. Sınıf)	Çünkü erkeklerde bir tane X kromozomu vardır. (Ö. 1, 10. Sınıf)	Hastalık X ve Y kromozomları ile aktarılır. (Ö. 31, 10. Sınıf)

Tablo 4.1:(devam)

Test/ Soru Numarası	Örnek Öğrenci Cevapları		
	A +	KA	KYİKA
B/ 1a			
	<b>Şekil 4.3:</b> B Testi 1/a sorusunun çizimleri a) Öğrenci 2'nin 12. sınıftaki çizimi, b) Öğrenci 34'ün 12. sınıftaki çizimi, c) Öğrenci 2'nin 11. sınıftaki çizimi		
B/ 1b	DNA kendini eşlerken DNA helikaz, DNA polimeraz, DNA ligaz, nükleotitler, fosfat ve deoksiriboz kullanılır. (Ö. 24, 12. Sınıf)	Ligaz ve helikaz kullanılır. (Ö. 4, 12. Sınıf)	Helikaz, ligaz ve deoksiribonükleazlar kullanılır. (Ö. 3, 11. Sınıf)
B/ 2a	Prokaryot ve ökaryotlarda DNA eşlenmesinde kullanılan enzimler ortaktır, nükleotitlerin karşılıklı eşleşmesi ortaktır. (Ö. 34, 12. Sınıf)	Aynı azotlu organik bazlara sahip olmaları ortaktır. (Ö. 23, 12. Sınıf)	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
B/ 2b	Prokaryotlarda DNA daha hızlı eşlenir (Ligaz gerekmez, DNA polimeraz iki ipliği aynı anda yapabilir.). (Ö1, 12. Sınıf)	Orijin sayısı farklıdır. (Ö10, 12. Sınıf)	DNA'ları farklı yerlerde bulunur, prokaryotlarda DNA sitoplazmada eşlenir, ökaryotlarda çekirdek içinde m-RNA aracılığı ile DNA eşlenir. (Ö34, 11. Sınıf)
B/ 3	Mutasyon tespit edilirse primerler yardımıyla o iplik kesilir ve DNA Polimerazla yenisi yapılır. (Ö. 1, 12. Sınıf)	Mutasyonlarda DNA'nın mutasyonu kaplayan bir kısmı kesilir ve baştan yapılır. (Ö. 1, 11. Sınıf)	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.



**Tablo 4.1:(devam)**

Soru Numarası	Örnek Öğrenci Cevapları		
	A +	KA	KYİKA
B/ 4	Hemofili X kromozomunda çekinik gen ile taşınır, bu nedenle annesi hasta olan bir erkek çocuk hemofili olmuştur. (Ö. 40, 11. Sınıf)	Erkek çocuk X kromozomunu anneden aldığı için, hemofili de X kromozomu ile taşındığı için erkek çocuk hasta olmuştur. (Ö. 24, 12. Sınıf)	Hemofili X kromozomunda baskın gen ile taşınır, bu nedenle annesi hasta olan bir erkek çocuk hemofili olmuştur. (Ö. 34, 12. Sınıf)
B/ 5	Gen tedavisi, genetik danışmanlık kullanılabilir. (Ö. 1, 12. Sınıf)	Gen izolesi yöntemi ile hastalıklı genin sonraki nesillere aktarımı durdurulabilir. (Ö. 3, 11. Sınıf)	Metafaz evresinde kromozoma bağlı hastalıklar bulunabilir, ancak tedavileri yoktur. (Ö. 41, 12. Sınıf)
B/ 7a	DNA üzerindeki üçlü şifreye kod denir. (Ö. 4, 12. Sınıf)	Kod DNA üzerindedir. (Ö. 11, 12. Sınıf)	Kod, t-RNA'nın aminoasit şifresidir. (Ö. 24, 12. Sınıf)
B/ 7b	m-RNA'daki üçlü baza kodon denir. (Ö. 34, 12. Sınıf)	Kodon, m- RNA'da bulunur. (Ö. 52, 12. Sınıf)	m-RNA'nın t-RNA'ya verdiği, aminoasit şifresi kodondur. (Ö. 24, 12. Sınıf)
B/ 7c	Üçlü yapı olan kodonların t-RNA'daki karşılığı antikodondur. (Ö. 40, 12. Sınıf)	Antikodon, t-RNA'dadır. (Ö. 52, 12. Sınıf)	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
B/ 8	GDO'lu besinlerin üretimi zordur, ekonomik bağımlılık yaratır, yan etkileri tam bilinmemektedir. (Ö. 1, 12. Sınıf)	GDO sağlığa zararlıdır. (Ö. 20, 11. Sınıf)	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.

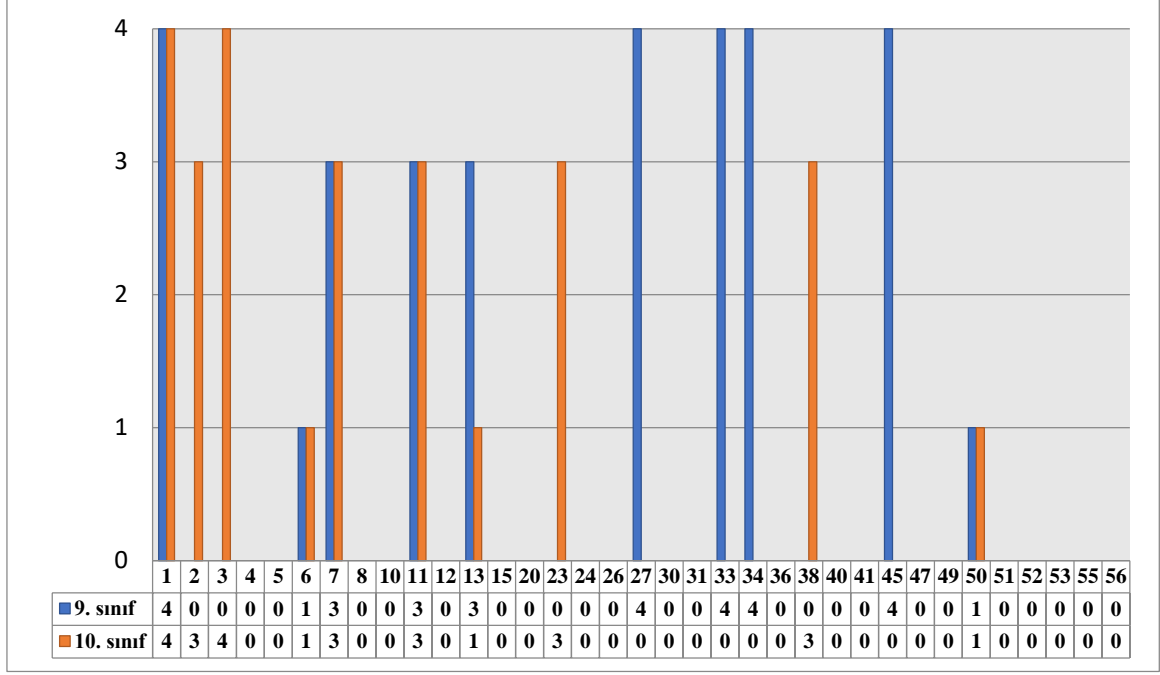
**Tablo 4.1:** (devam)

Soru Numarası	Örnek Öğrenci Cevapları		
	A +	KA	KYİKA
B/ 9a	Kopyalama sürecinde 3 koyun kullanılır. (Ö. 2, 12. Sınıf)	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KA içeren cevap verilmemiştir.	11 ve 12. Sınıf öğrencileri arasında bu soruya KYİKA içeren cevap verilmemiştir.
B/ 9b	Kopyalanacak koyunun çekirdeği alınarak başka bir koyunun çekirdeği çıkarılmış hücrelerine aktarılır, taşıyıcı koyuna bu yapı aktarılarak koyun kopyalanır. (Ö. 34, 12. Sınıf)	Bir yumurtanın çekirdeği alınarak, başka bir çekirdek konulur. (Ö. 38, 12. Sınıf)	Klonlanacak koyunun vücut hücresi alınarak bu hücrenin çekirdeği başka bir dişi koyunun yumurta hücresine aktarılır ve bu dişi koyunda hormonlarla gebelik başlatılır, klon canlı doğar. (Ö. 1, 12. Sınıf)

Puanlama örnekleme Tablo 4.1’de verilmiş olan A Testi ve B Testi sorularına öğrencilerin verdikleri cevapların Kavramsal Anlama Seviye Puanlama Anahtarı kullanılarak puanlanması ile elde edilen sonuçlar, ilgili sınıf düzeyleri için A Testi ve B Testi sorularının içerdikleri Tablo 3.6’daki temel kavramlar bakımından ele alınarak öğrenci numaraları ve puanlarının yer aldığı grafiklerle aşağıda gösterilmiştir.

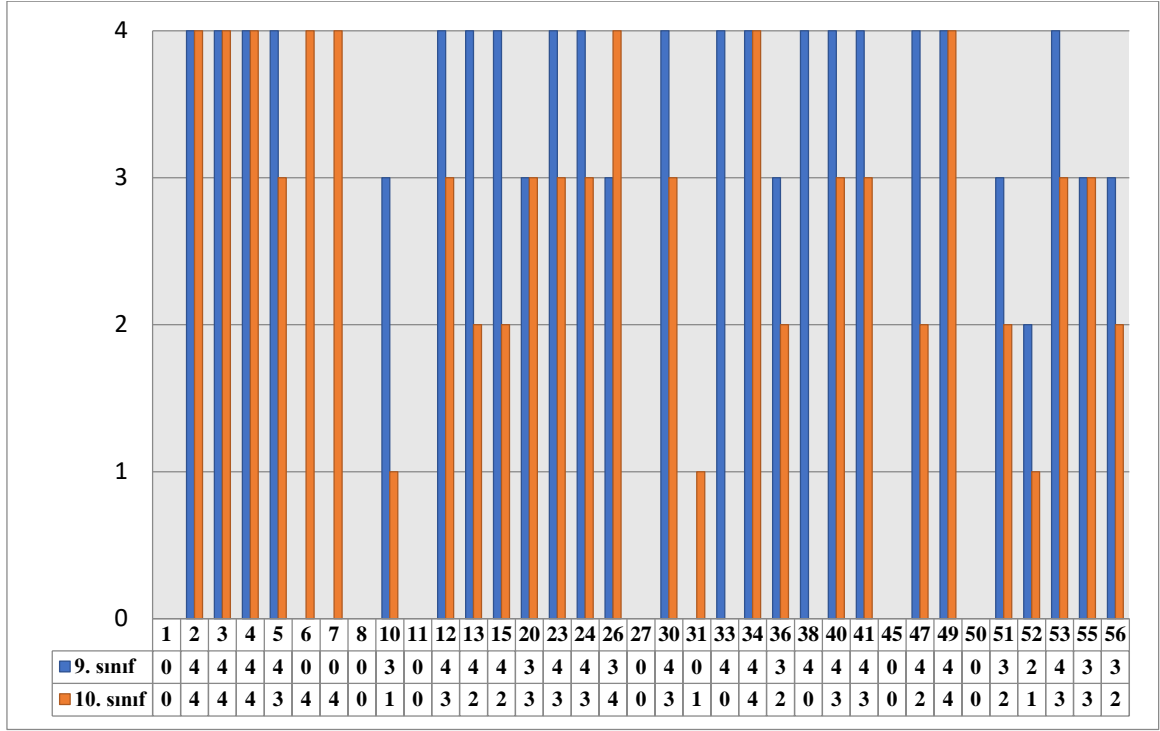
#### 4.1.1.1 Çalışma Grubunun DNA Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi’ne göre işlemsel bilginin çözümleme basamağında olan A Testi’nin 1. sorusu “DNA, kromozom ve gen arasında nasıl bir ilişki vardır? a) Açıklayınız. b) Çiziniz.” şeklindedir. Bu soru, nükleotit, gen, DNA, kromozom, kromatin ağ gibi kavramları içermektedir. Sorulara ilişkin grafikler Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’te gösterilmiştir.



**Şekil 4.4:** A Testi'nin 1. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

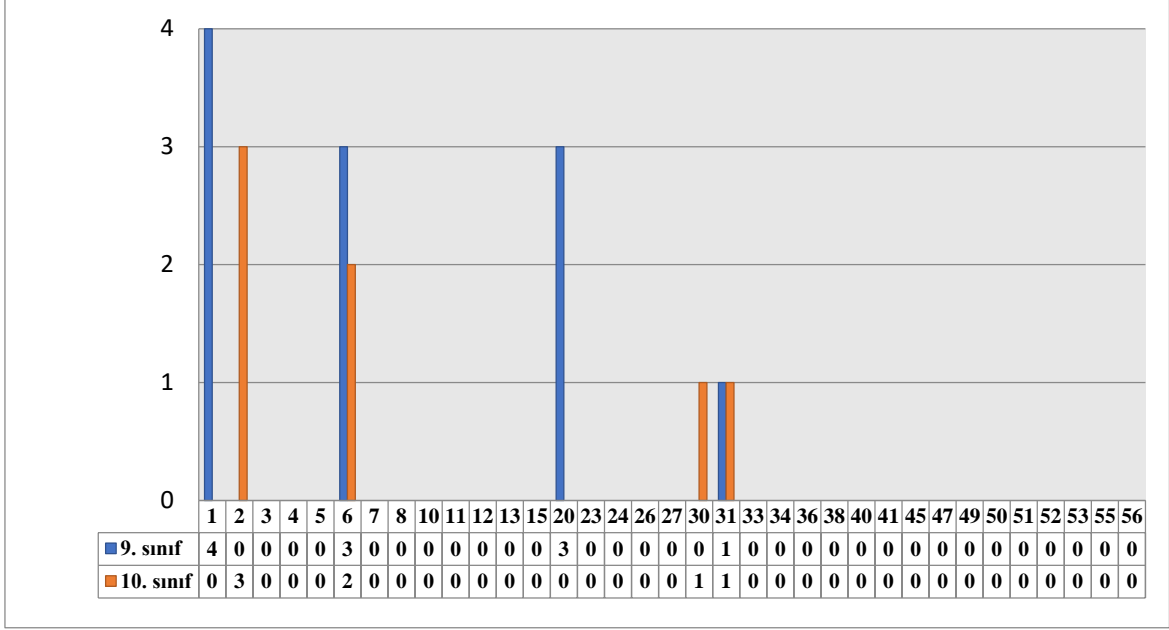
Şekil 4.4'ten A Testi'nin 1/a sorusuna 9. ve 10. sınıflarda 25 öğrencinin A - düzeyinde olduğu, çalışma grubunun çoğunun soruya ilgisiz veya boş cevap verdikleri görülmüştür. 9. sınıflarda 27, 33, 34, 45 numaralı öğrencilerin A +'dan 10. sınıfta A -'ye düştüğü, 13 numaralı öğrencinin 9. sınıfta KA düzeyinden KY düzeyine indiği gözlenmiştir. Ayrıca, 2, 3, 23, 38 numaralı öğrencilerin 9. sınıfta A - almalarına karşın, 10. sınıfta düzeylerinin yükseldiği belirlenmiştir.



**Şekil 4.5:** A Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

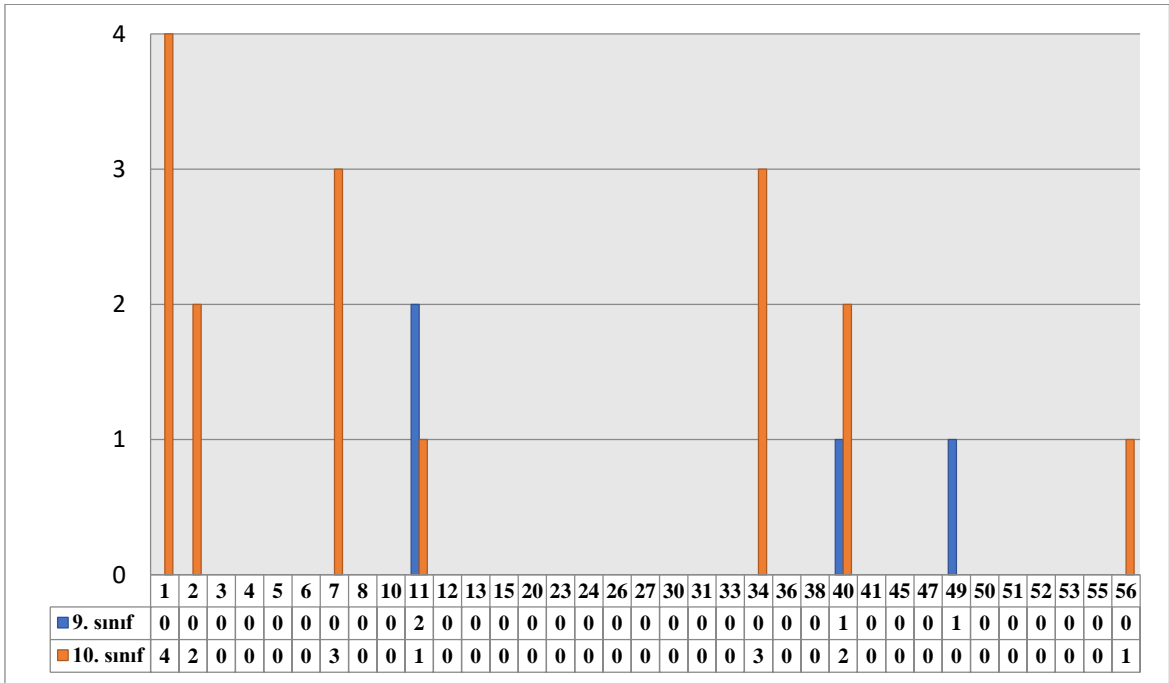
Şekil 4.5'te A Testi 1/ b sorusu için 9. sınıftan 10. sınıfa 5, 10, 12, 13, 15, 23, 24, 30, 33, 36, 38, 40, 41, 47, 51, 52, 53 ve 56. öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde düşüş, 6, 7, 26, 31 numaralı öğrencilerin düzeylerinde yükseliş olduğu belirlenmiştir. Diğer öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri değişmemiştir.

A Testi'nin 4. sorusu "Koleraya neden olan bir tür bakteri hücresi ile bir mavi balina hücresinin; a) DNA'larının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırınız. b) DNA'larını çiziniz." şeklindedir. Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre bu sorunun a şıkkı işlemsel bilginin anlama basamağında, b şıkkı işlemsel bilginin hatırlama basamağındadır. Bu soru, prokaryot hücre, ökaryot hücre, kromozom, DNA, haploit hücre, diploit hücre kavramlarını içermektedir. Bu sorulara ilişkin grafikler Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.6: A Testi'nin 4. sorusunun a şikkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

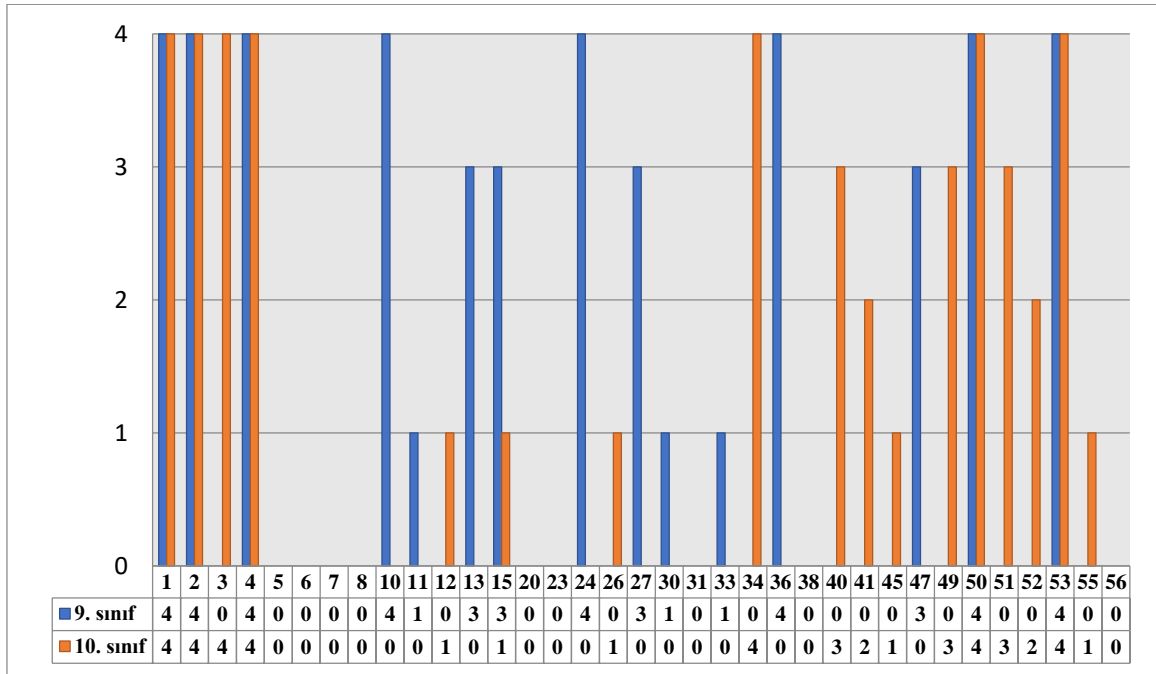
Şekil 4.6'da verilen A Testi 4/a sorusu için 31 öğrencinin her iki sınıf düzeyinde de A - düzeyinde olduğu belirlenmiştir. 1, 5, 20 numaralı öğrenciler sorudan 9. sınıfta 10. sınıfa göre daha yüksek düzeylerde yer almışlar, 2 ve 30 numaralı öğrenciler ise 10. sınıfta daha yüksek düzeye çıkmışlardır. 31 numaralı öğrenci ise KY düzeyinde kalmıştır.



Şekil 4.7: A Testi'nin 4. sorusunun b şikkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Şekil 4.7’de verilen A Testi 4/b sorusunda 9. sınıfta 32, 10. sınıfta 27 öğrenci A - düzeyinde yer almıştır. Verilen cevaplardan sadece 2 tanesinin (Ö. 11 ve Ö. 49) düzeyinin 9. sınıfta 10. sınıfa göre daha yüksek olduğu, diğer cevapların 10. sınıflarda daha yüksek kavramsal anlama düzeylerinde olacak şekilde dağıldığı tespit edilmiştir.

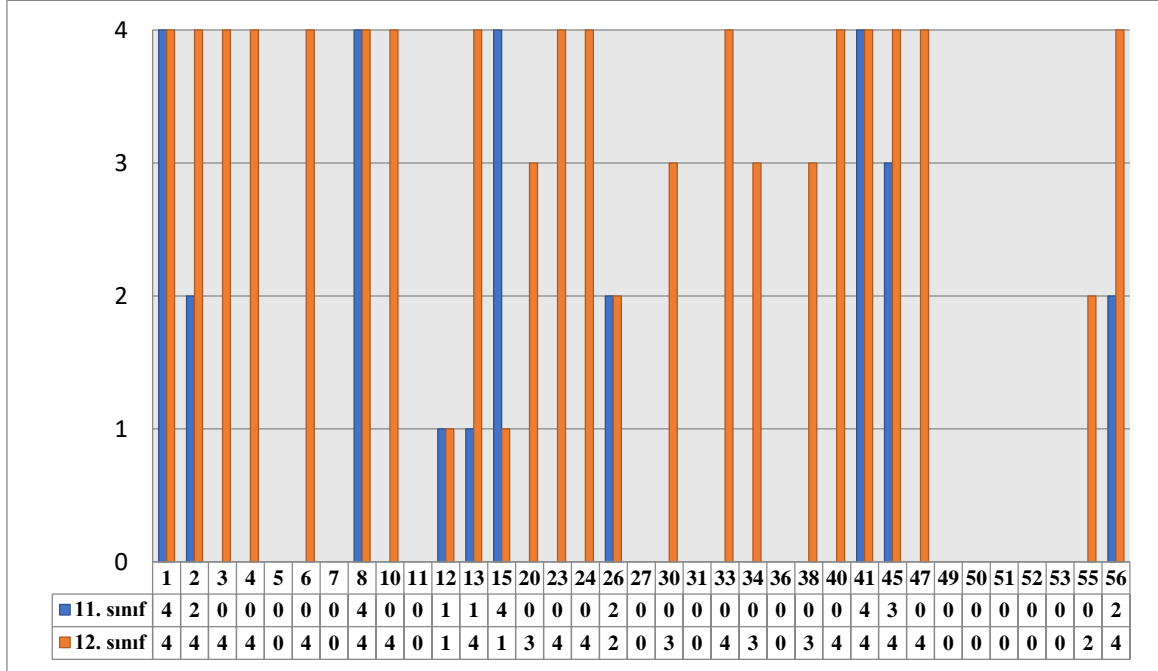
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi’ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi’nin 5. sorusu “İnsanlarda vücut hücreleri ve cinsiyet hücreleri arasında DNA açısından ne tür farklar ve benzerlikler vardır? Yazınız.” şeklindedir. Bu soru, kromozom, otozom, gonozom, haploit hücre, diploit hücre kavramlarını içermektedir. Buna ilişkin grafik Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.8:** A Testi’nin 5. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Şekil 4.8’de verilen A Testi’nin 5. sorusu için 9. sınıfta 19, 10. sınıfta 18 öğrencinin A - düzeyinde yer aldığı, 10, 11, 13, 15, 24, 27, 30, 33, 36, 47 numaralı öğrencilerin düzeylerinin 10. sınıfta düştüğü, 3, 12, 26, 34, 40, 41, 45, 49, 51, 52, 55 numaralı öğrencilerin düzeylerinin 10. sınıfta yükseldiği belirlenmiştir. Diğer öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri değişmemiştir.

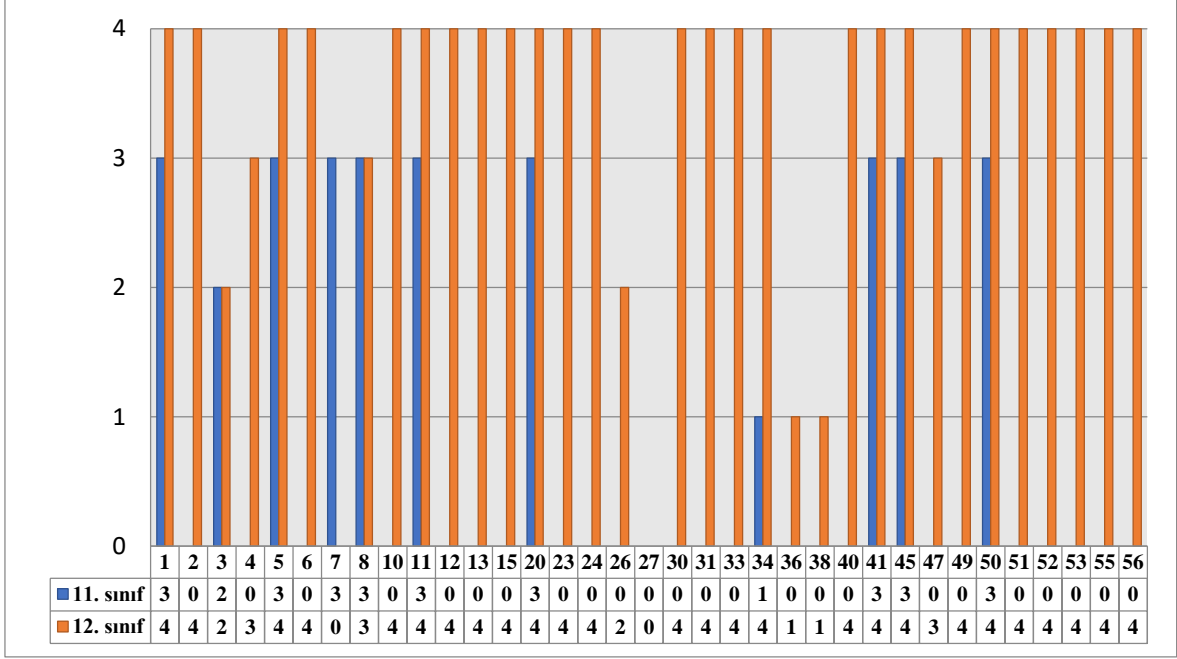
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin uygulama basamağında olan B Testi'nin 1. Sorusunun a şikkı "DNA kendini nasıl eşler? Çizerek gösteriniz." şeklindedir. Bu soru, DNA, replikasyon, nükleotit kavramlarını içermektedir. Şekil 4.9 ile çalışma grubunun kavramsal anlama düzeyleri gösterilmiştir.



**Şekil 4.9:** B Testi'nin 1. sorusunun a şikkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.9'da 25 öğrencinin 11. sınıfta, 11 öğrencinin 12. sınıfta B Testi 1/ a sorusunda A - düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Sadece Ö. 15'in 12. sınıfta düzeyinin düştüğü, diğer öğrencilerin düzeylerinin 12. sınıfta ya aynı kaldığı ya da yükseldiği görülmüştür.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin hatırlama basamağında olan B Testi'nin 1. Sorusunun b şikkı "DNA eşlenmesi sürecinde görev alan enzimler ve bileşikler şunlardır: ..." şeklindedir. Bu soru, DNA, replikasyon, helikaz, DNA polimeraz, DNA ligaz, deoksiribonükleotit kavramlarını içermektedir. Puanlama sonucu oluşan grafik, Şekil 4.10 olarak verilmiştir.

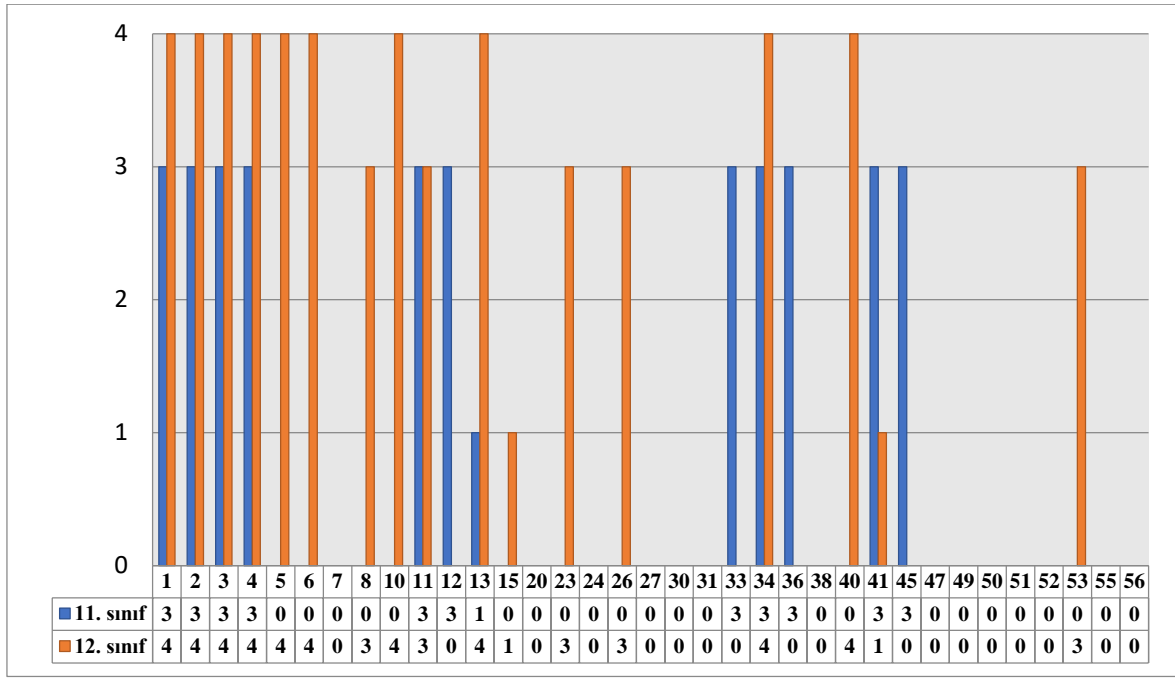


**Şekil 4.10:** B Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

B Testi 1/ b sorusu için Şekil 4.10'da 24 öğrencinin 11. sınıfta, 2 öğrencinin 12. sınıfta A - düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Bu soru için 12. sınıfta sadece 7. öğrencinin kavramsal anlama düzeyinde düşüş olduğu, 8. ve 27. öğrencilerin düzeyinin sabit kaldığı, diğer tüm öğrencilerin düzeyinde yükselme olduğu saptanmıştır.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 2. Sorusunun a şıkkı "DNA'nın eşlenmesi sürecinin prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki benzerliklerini tabloda açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, DNA, replikasyon, replikasyon orijini, DNA polimeraz, helikaz, DNA ligaz, deoksiribonükleotit kavramlarını içermektedir. Şekil 4.11 ile çalışma grubunun bu sorudaki kavramsal anlama düzeyleri gösterilmiştir.

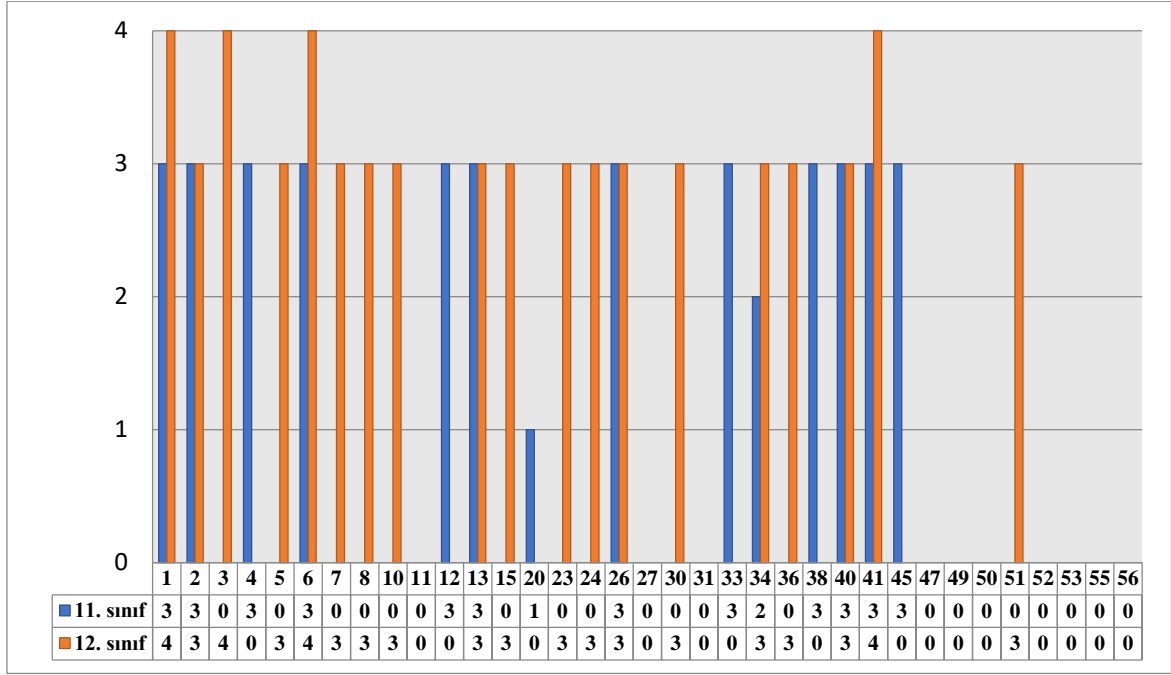




**Şekil 4.11:** B Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

B Testi 2/ a sorusu için 12. sınıfta 12, 33, 36, 41, 45 numaralı öğrencilerin düzeylerinde düşüş olduğu, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 15, 23, 26, 34, 40, 53 numaralı öğrencilerin düzeylerinin yükseldiği, diğer öğrencilerin puanlarının değişmediği Şekil 4.11'den anlaşılmıştır. Bu soruda 11. sınıfta 23 öğrencinin, 12. sınıfta 18 öğrencinin A - düzeyinde yer aldığı belirlenmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı "DNA'nın eşlenmesi sürecinin prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki farklılıklarını tabloda açıklayınız." şeklindedir. Bu soru DNA, replikasyon, replikasyon orjini, replikasyon yönü kavramlarını içermektedir. Bu soruya ilişkin grafik Şekil 4.12'de verilmiştir.



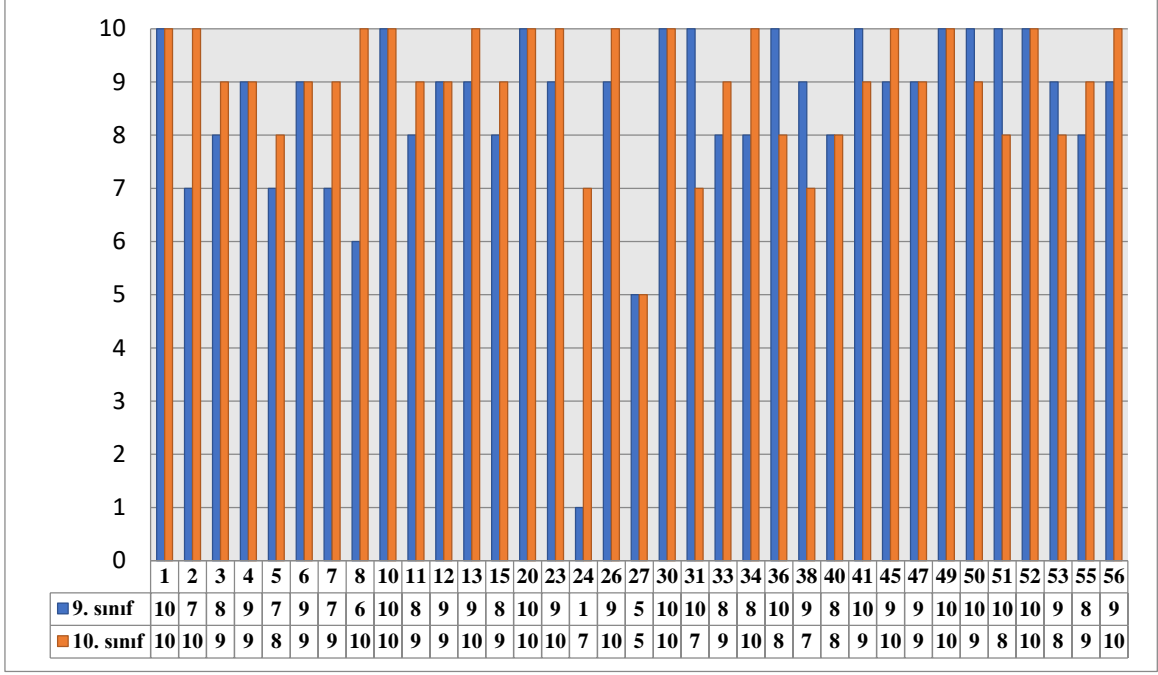
Şekil 4.12: B Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.12'den 12. sınıfta 6 öğrencinin düzeyinde düşüş, 15 öğrencinin düzeyinde yükselme olduğu, diğer öğrencilerin kavramsal anlama düzeyinin ise değişmediği anlaşılmıştır. B Testi 2/ b sorusunda 21 öğrenci 11. sınıfta, 16 öğrenci 12. sınıfta A - düzeyinde yer almıştır.

#### 4.1.1.2 Çalışma Grubunun Mutasyon Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama

##### Düzeyleri

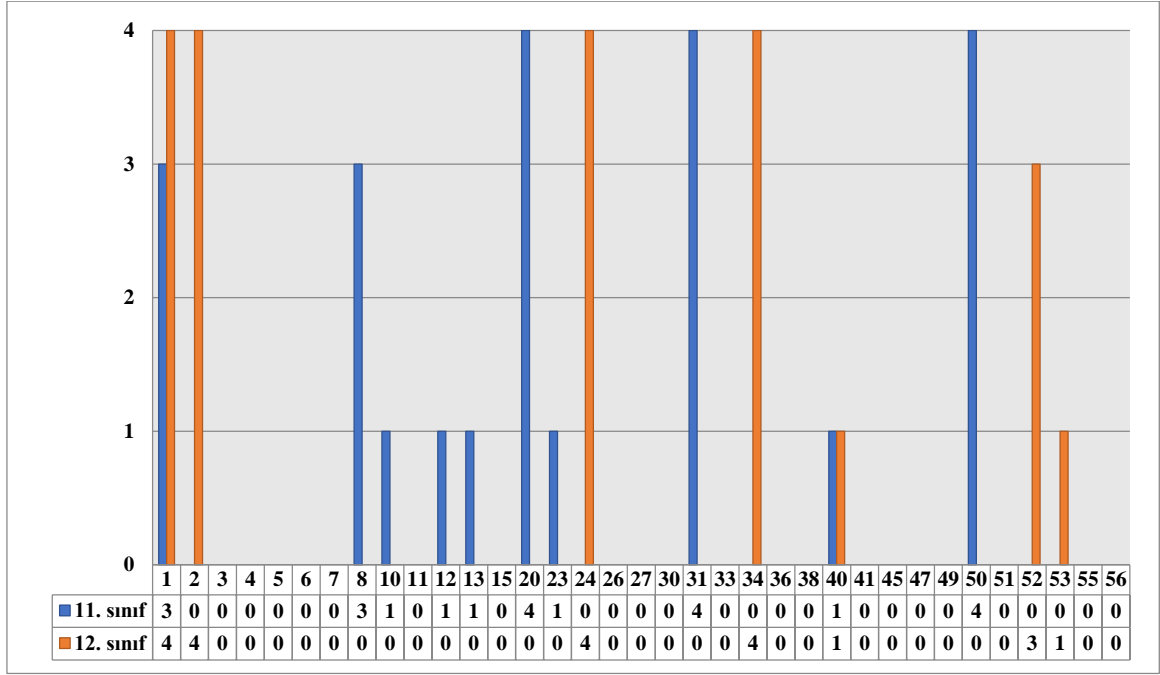
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin hatırlama basamağında olan A Testi'nin 3. sorusu mutasyonla ilgili 10 tane önermenin olduğu ve doğru veya yanlış yazılarak cevaplanacak bir sorudur. Bu soru diğer sorulardan farklı olarak doğru cevaplanan soruya 1, yanlış cevaplanan soruya 0 puan verilerek puanlanmıştır. Sorudan alınabilecek en yüksek puan 10'dur. Soru, mutasyon, adaptasyon, DNA, RNA, fenotip, eşeysiz üreme gibi kavramları içermektedir. Soruya ilişkin grafik Şekil 4.13 ile gösterilmiştir.



**Şekil 4.13:** A Testi'nin 3. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

A Testi 3. sorusu toplam 10 doğru- yanlış önermesi içeren, doğruya 1 yanlış 0 denilerek puanlama yapılan, en çok 10 puan alınabilecek bir sorudur. Öğrencilerin hiçbirinin bu soruyu boş bırakmadıkları, 10 öğrencinin puanının 9. sınıfta daha yüksek olduğu, 13 öğrencinin ise 10. sınıfta daha yüksek puan aldığı, diğer öğrencilerin puanlarının değişmediği Şekil 4.13'ten belirlenmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 3. sorusu "DNA'daki mutasyonların engellenmesi için canlılarda nasıl bir mekanizma vardır? Açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, mutasyon, interfaz, DNA polimeraz kavramlarını içermektedir. Şekil 4.14 ile bu sorudaki puanlar verilmiştir.



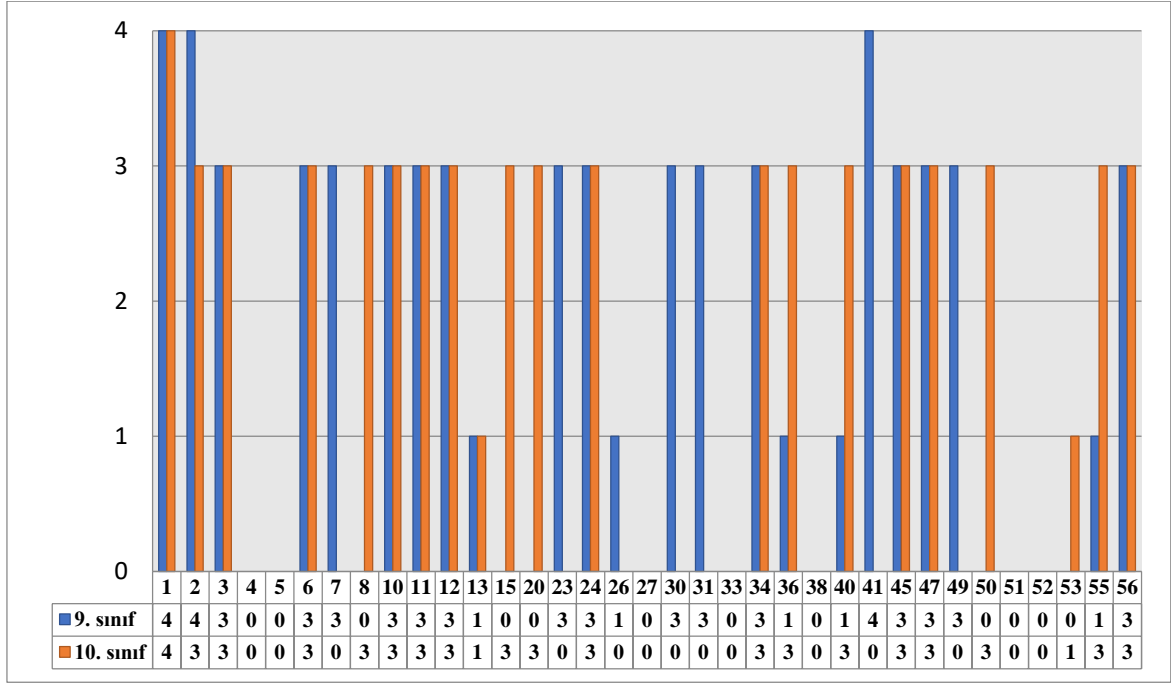
Şekil 4.14: B Testi'nin 3. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.14'ten 25 öğrencinin 11. sınıfta, 28 öğrencinin 12. sınıfta A - düzeyinde olduğu belirlenmiştir. 1, 2, 24, 34, 52, 53 numaralı öğrencilerin düzeylerinin 12. sınıfta yükseldiği, 8, 10, 12, 13, 20, 23, 31, 50 numaralı öğrencilerin düzeylerinin ise düştüğü, diğer öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin değişmediği tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.3 Çalışma Grubunun Varyasyon Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama

##### Düzeyleri

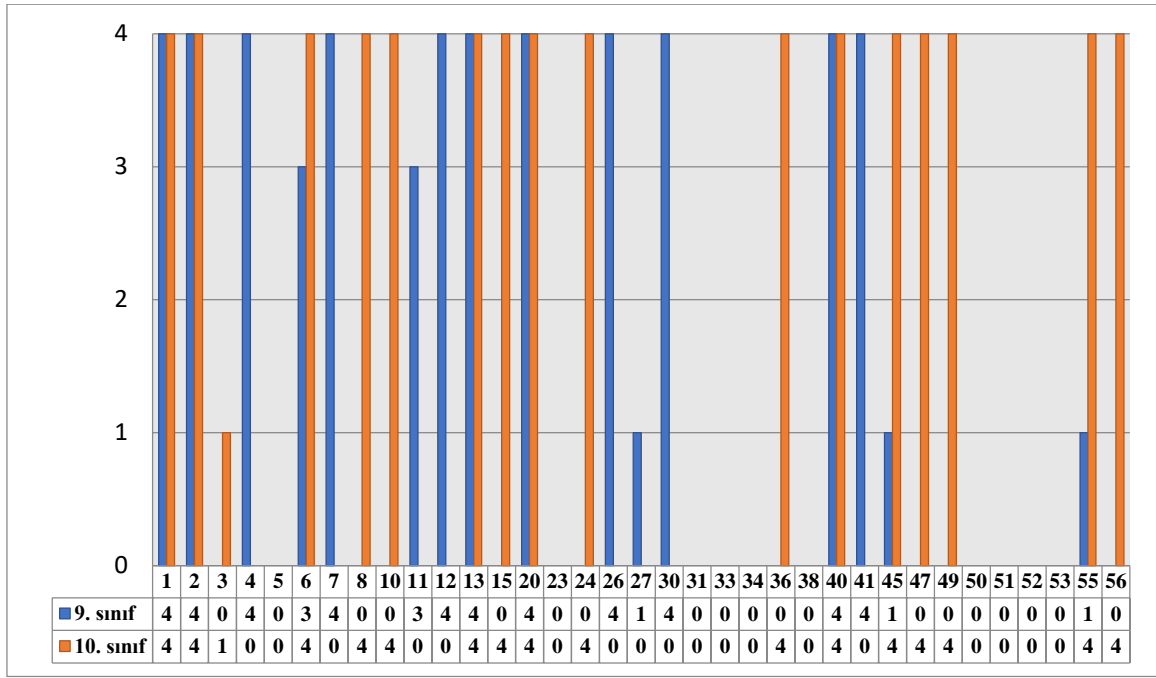
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı "Tür içinde kalıtsal çeşitlilik (varyasyon) nasıl oluşur?" şeklindedir. Bu soru, varyasyon, mutasyon, gamet, kromozom, mayoz bölünme, crossing-over gibi kavramları içermektedir. Soruya ilişkin puanlar Şekil 4.15 ile gösterilmiştir.



**Şekil 4.15:** A Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Şekil 4.15'ten 12 öğrencinin 9. sınıfta, 13 öğrencinin 10. sınıfta A - seviyesinde oldukları, 10. sınıfta 7 öğrencinin düzeyinin düştüğü, 8 öğrencinin düzeyinin yükseldiği, diğer öğrenci düzeylerinin değişmediği belirlenmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı "Tür içinde kalıtsal çeşitliliğin az ya da fazla oluşu canlıların yaşadığı çevreye uyum yeteneğini nasıl etkiler?" şeklindedir. Bu soru, varyasyon, adaptasyon gibi kavramları içermektedir. Şekil 4.16 ile soruya ilişkin çalışma grubu puanları verilmiştir.

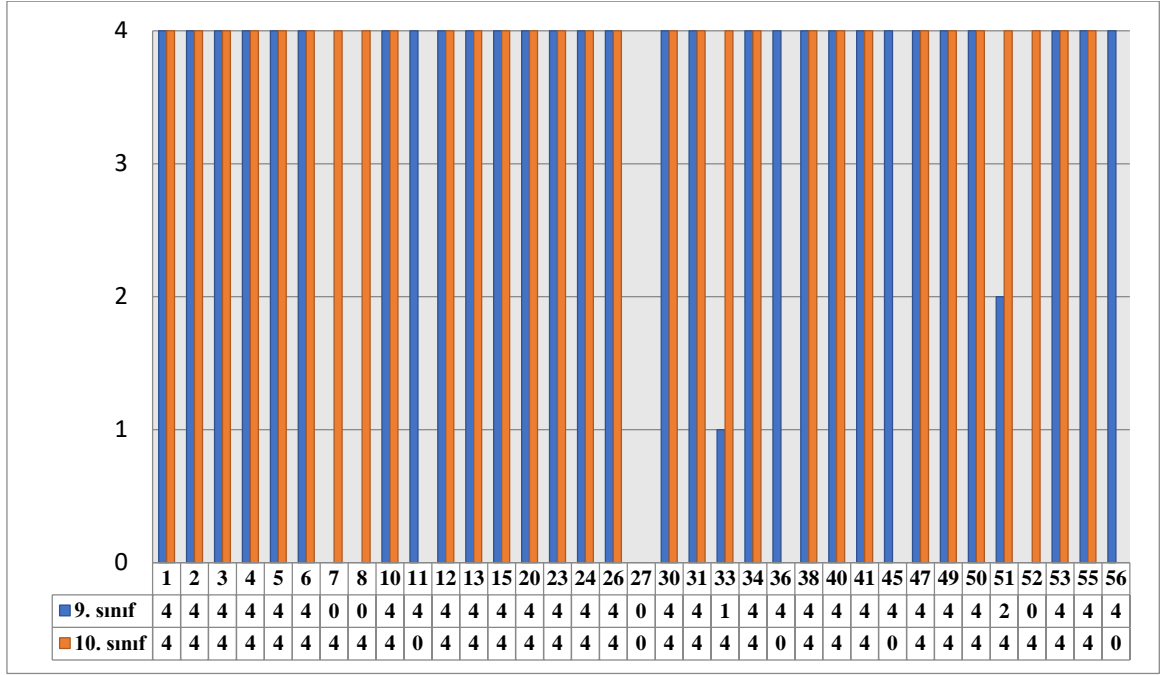


**Şekil 4.16:** A Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Şekil 4.16'dan A Testi 2/ b sorusu için 9. sınıfta 20, 10. sınıfta 18 öğrencinin A - düzeyinde yer aldıkları görülmüştür. Bu soruda KYİKA düzeyinde bir cevap verilmemiştir. Ayrıca 9. sınıftan 10. sınıfa 8 öğrencinin düzeylerinin düştüğü, bunlardan 5 tanesinin A +'dan A - düzeyine indiği belirlenmiştir. 10. sınıfta 10 öğrencinin ise puanlarının yükseldiği, bunlardan 8 tanesinin A -'den A + düzeyine çıktığı tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.4 Çalışma Grubunun Mendel Genetiği Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri

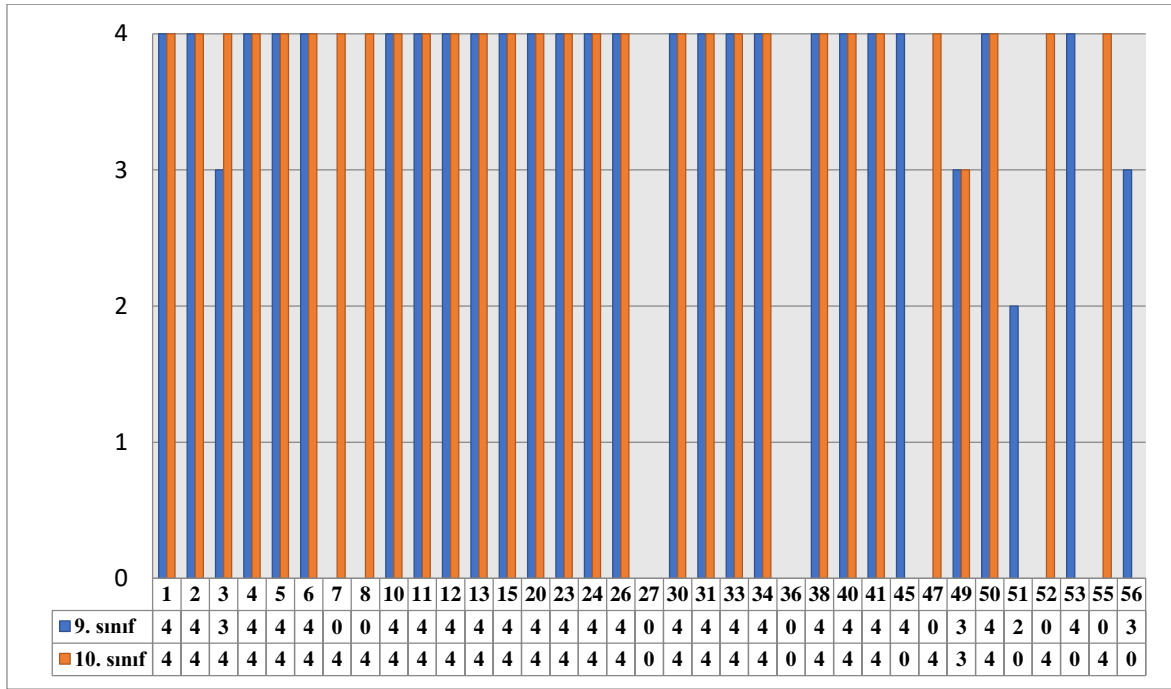
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı "Gregor Johann Mendel, kalıtım biliminin kurucusu olarak kabul edilmektedir. Mendel yaptığı deneylerden birinde, beyaz çiçekli bezelyelerle mor çiçekli bezelyelerin tozlaşmasını sağlamış, oluşan bezelyelerin hepsinin mor renkli olduğunu görmüştür. Bu yavru mor bezelyeleri de kendi içinde tozlaştırdığı 2. deneyinde ise bezelyelerin bazılarının beyaz, bazılarının mor olduğunu görmüştür. Mendel'in yaptığı ilk deneyde tüm bezelyeler neden mor çiçekli olmuştur?" şeklindedir. Bu soru, genotip, fenotip, alel gen, dominant gen, resesif gen, izotip/ benzerlik yasası kavramlarını içermektedir. Şekil 4.17'de çalışma grubunun kavramsal anlama düzeyleri 9. ve 10. sınıflarda gösterilmiştir.



**Şekil 4.17:** A Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

A Testi 7/ a sorusu için 9. sınıflarda 4, 10. sınıflarda 5 öğrencinin A - düzeyinde, 9. ve 10. sınıflarda 30 öğrencinin A + düzeyinde olduğu Şekil 4.17'den görülmüştür. Bu soruda 33. ve 51. öğrencilerin kavram yanlışlarının bulunduğu belirlenmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı "Gregor Johann Mendel, kalıtım biliminin kurucusu olarak kabul edilmektedir. Mendel yaptığı deneylerden birinde, beyaz çiçekli bezelyelerle mor çiçekli bezelyelerin tozlaşmasını sağlamış, oluşan bezelyelerin hepsinin mor renkli olduğunu görmüştür. Bu yavru mor bezelyeleri de kendi içinde tozlaştırdığı 2. deneyinde ise bezelyelerin bazılarının beyaz, bazılarının mor olduğunu görmüştür. 2. deneyde beyaz ve mor çiçekli bezelyelerin oluşma sebebi nedir? Açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, genotip, fenotip, monohibrit çaprazlama, alel gen, dominant gen, resesif gen, ayrılma yasası kavramlarını içermektedir. A Testi 7/ b sorusu için Şekil 4.18'deki grafik aşağıda yer almaktadır.



**Şekil 4.18:** A Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

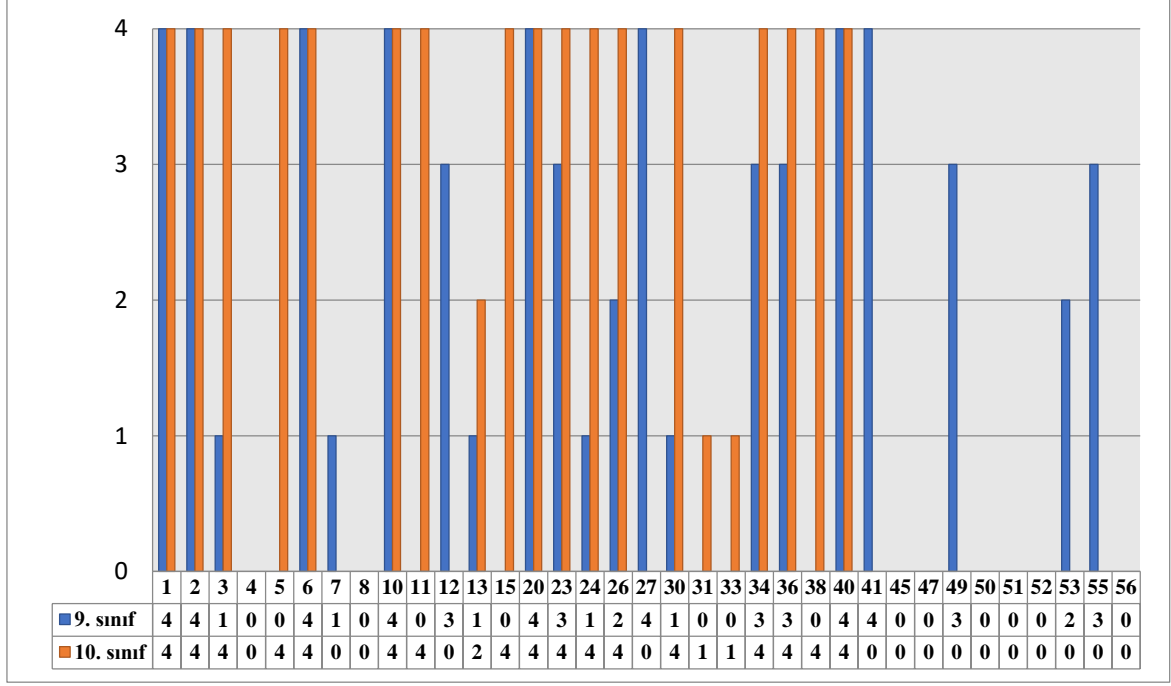
Şekil 4.18'den 9. ve 10. sınıf öğrencilerinin genel olarak A + düzeyinde oldukları, 6 öğrencinin her iki sınıf seviyesinde de A - düzeyinde buldukları belirlenmiştir. Bu soruda sadece 51 numaralı öğrencinin 9. sınıfta KYİKA seviyesinde bulunarak kavram yanılığına sahip olduğu, öğrencinin 10. sınıfta A - düzeyine düştüğü tespit edilmiştir.

#### 4.1.1.5 Çalışma Grubunun Eşeye Bağlı Kalıtım Kavramına İlişkin Kavramsal

##### Anlama Düzeyleri

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin uygulama basamağında olan A Testi'nin 9. sorusu için bir soyağacı verilerek "Yukarıdaki örnekte verilen soyağacında "iktiyozis" olarak da bilinen balık pulluluk hastalığının bir tipinin nasıl kalıtıldığı gösterilmiştir. Balık pulluluk, deride balık pulu şeklinde dökülmelerle gözlenen, deride kuruluk, acıma ve terleyememeye bağlı ateş yükselmesi gibi belirtileri olan kalıtsal bir hastalıktır. Sizce bu hastalık gelecek nesillere hangi kromozomlar ve genler yoluyla aktarılmaktadır? Soyağacını analiz ederek yorumlayınız." sorusu sorulmuştur. Bu soru, genotip, fenotip, monohibrit çaprazlama, alel gen, dominant gen, resesif gen, ayrılma yasası kavramlarını içermektedir. A Testi 9. sorusu için kavramsal anlama düzeyleri Şekil 4.19 ile gösterilmiştir.

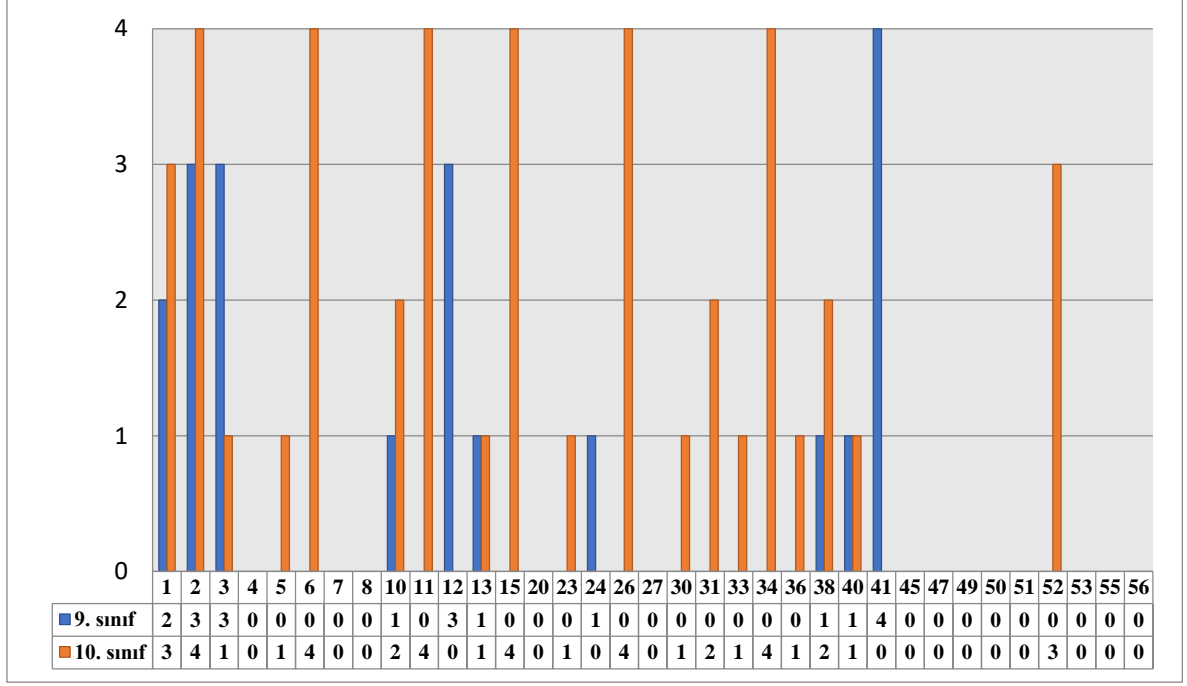




**Şekil 4.19:** A Testi'nin 9. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Bu soruda 14 öğrencinin 9. sınıfta, 15 öğrencinin 10. sınıfta A - düzeyinde; 5 öğrencinin 9. sınıfta, 2 öğrencinin 10. sınıfta KY düzeyinde olduğu Şekil 4.19'dan belirlenmiştir. A + düzeyinde 9. sınıfta 8 öğrenci yer alırken, 10. sınıfta bu sayı artarak 17'ye çıkmıştır.

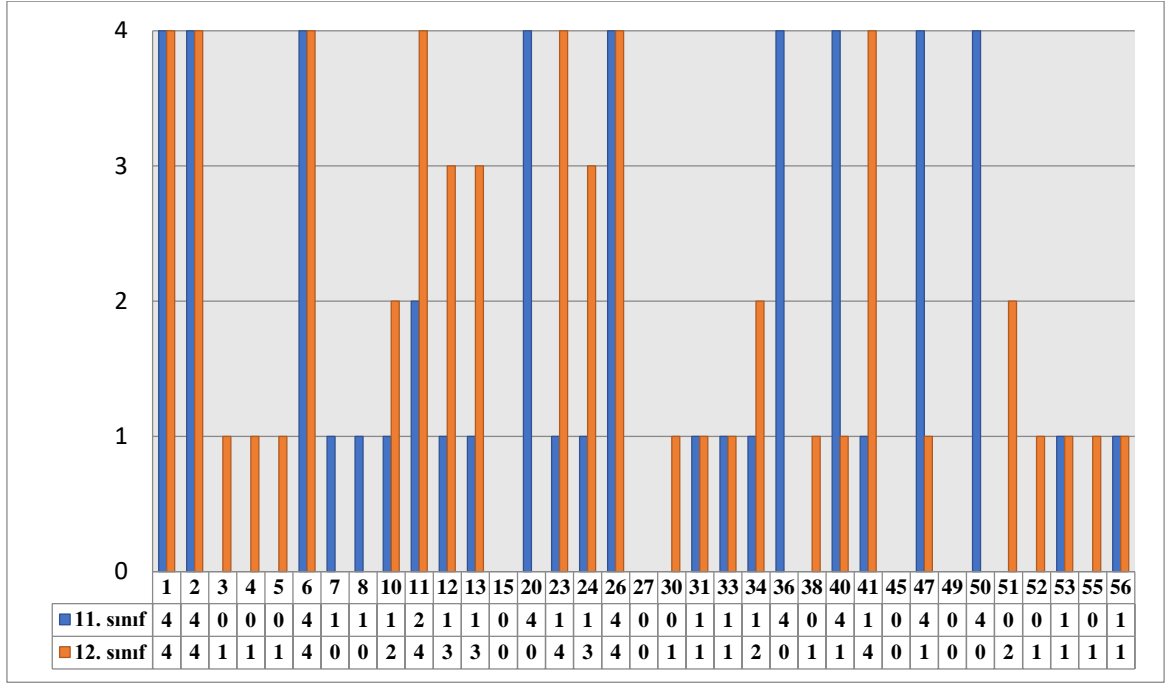
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 10. sorusu, "Kırmızı- yeşil renk körünün bir türüne sahip olan bir kadının sağlıklı bir erkekle evlendiğinde kız çocukları yaklaşık olarak % 33.3 oranında hasta olma olasılığındayken, erkek çocuklarının hasta olma olasılığı % 50'dir. Sebebi nedir? Açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, genotip, fenotip, dominant gen, resesif gen, eşeye bağlı kalıtım, X kromozomuna bağlı kalıtım kavramlarını içermektedir. Şekil 4.20, bu soruya ilişkin kavramsal anlama düzeyleri ile ilgili olarak verilmiştir.



**Şekil 4.20:** A Testi'nin 10. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

A testi 10. sorusu için 9. sınıfta 25, 10. sınıfta 16 öğrencinin A - düzeyinde olduğu Şekil 4.20'den anlaşılmıştır. Bu sorudan 9. sınıfta sadece bir kişi A + alırken, 10. sınıfta bu sayı 6'ya çıkmıştır. 10. sınıfta 16 öğrencinin kavramsal anlama düzeylerinin arttığı, buna karşın 4 öğrencinin ( Ö. 3, Ö. 12, Ö. 24, Ö. 41) düzeylerinin düştüğü belirlenmiştir.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin uygulama basamağında olan B Testi'nin 4. sorusu için bir soyağacı verilerek "Yukarıda bir ailedeki hemofili (kanın pıhtılaşmaması) hastalığının kalıtımını gösteren bir soyağacı verilmiştir. Bu soyağacındaki anne ve 4. çocuğunun hemofili hastası olduğu bilinmektedir. Sizce neden diğer çocuklar değil de 4. çocuk hemofili olmuştur? (Şekilde yuvarlak dişi, kare erkeği simgelemektedir.)" sorusu sorulmuştur. Bu soru, eşeye bağlı kalıtım, dominant gen, resesif gen, genotip, fenotip kavramlarını içermektedir. Soruya ilişkin grafik Şekil 4.21'de verilmiştir.



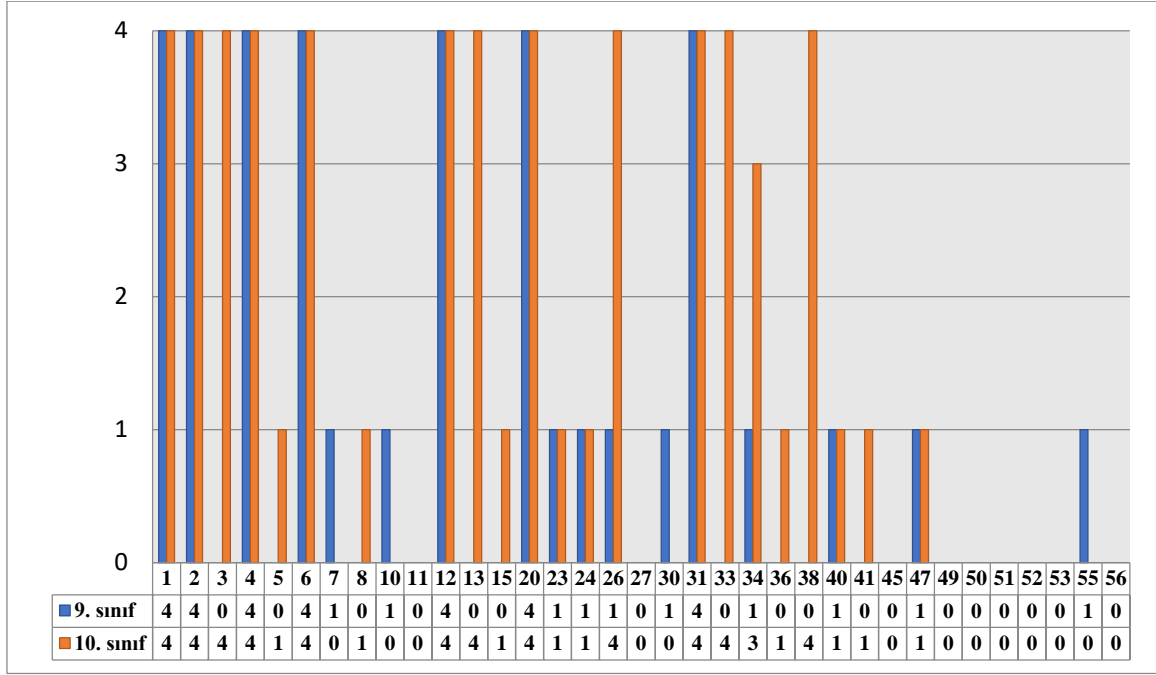
**Şekil 4.21:** B Testi'nin 4. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.21'den 3, 4, 5, 7, 8, 30, 34, 38, 51, 52, 55 numaralı öğrencilerin kavram yanılgılarının 11. sınıfta yokken 12. sınıfta açığa çıktığı, 7, 8, 11, 12, 13, 23, 41 numaralı öğrencilerin kavram yanılgılarının ise 12. sınıfta giderildiği anlaşılmıştır. 16 öğrencinin kavramsal anlama düzeylerinin 12. sınıfta artarken, 7 öğrencinin düzeyi azalmış, diğer öğrenciler aynı düzeyde kalmıştır.

#### 4.1.1.6 Çalışma Grubunun Eksik Baskınlık Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama

##### Düzeyleri

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 6. sorusu "Kırmızı çiçekli ve beyaz çiçekli akşamsefaları çaprazlandığında pembe çiçekli akşamsefaları oluşur. Kalıtsal olarak nasıl böyle bir durum meydana gelir? Açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, genotip, fenotip, dominant gen, resesif gen, eksik baskınlık kavramlarını içermektedir. Şekil 4.22 A Testi 6. sorusunun kavramsal anlama düzeylerini göstermektedir.

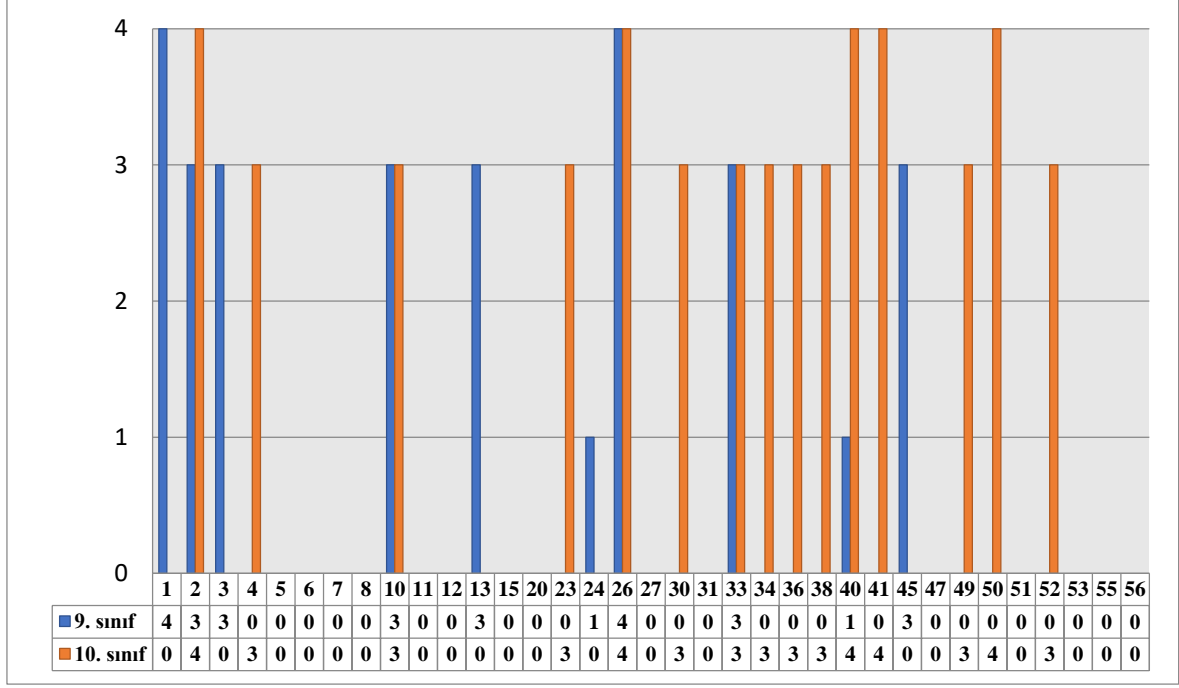


Şekil 4.22: A Testi'nin 6. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

Şekil 4.22'den, 18 öğrencinin 9. sınıfta, 13 öğrencinin 10. sınıfta A - düzeyinde olduğu görülmüştür. 10. sınıfta 11 öğrencinin kavramsal anlama düzeylerinin yükseldiği, 4 öğrencinin düzeyinin düştüğü, diğer öğrencilerin aynı seviyede kaldığı belirlenmiştir.

#### 4.1.1.7 Çalışma Grubunun Protein Sentezi Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri

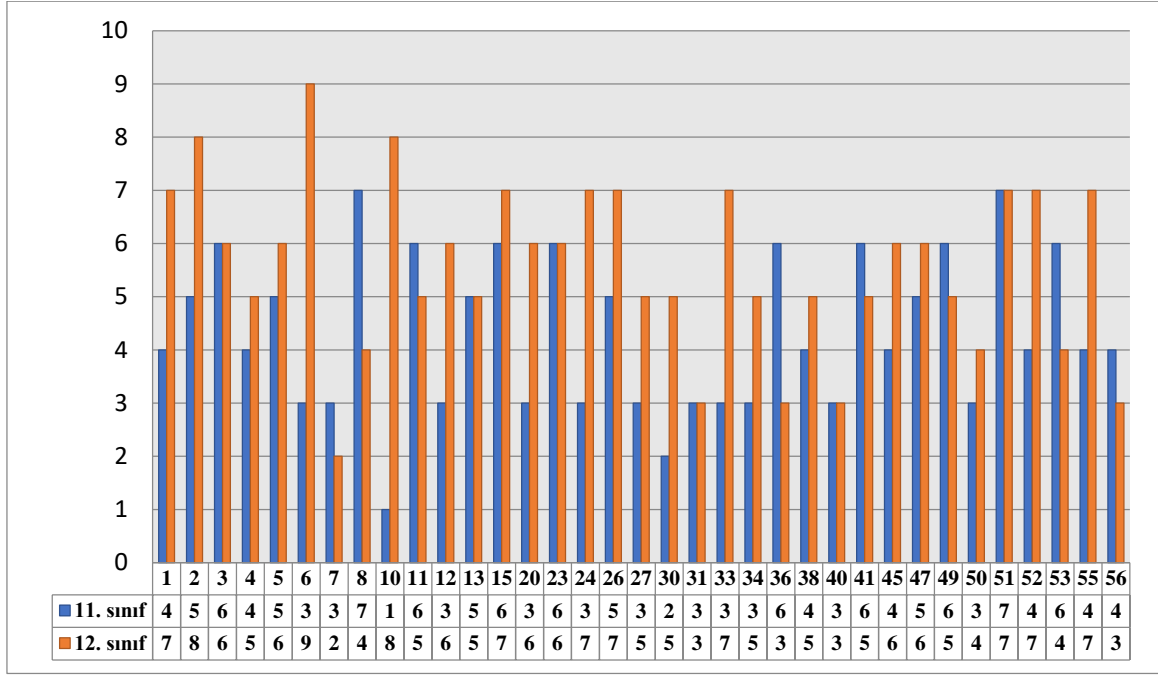
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan A Testi'nin 8. sorusu "Mert 8 yaşında, bilime ve fen konularına meraklı bir çocuktur. Bir gün kendi saçının dalgalı, ablasının saçının ise kıvrıkcık olduğunu ve saçlarının uzarken bu yapıyı biliyormuşçasına uzadığını, örneğin dalgalı saçının uzarken devamının dalgalı olacak şekilde geldiğini, ablasının saçının da kıvrıkcık yapısının saçı uzarken hiç bozulmadığını fark eder. Bu durumu araştıran Mert, saçın bir tür protein olduğunu ve saç uzarken protein sentezinin gerçekleştiğini öğrenir. Peki, bir hücredeki protein sentezi nasıl gerçekleşmektedir? Açıklayınız." şeklindedir. Bu soru, protein sentezi, DNA, RNA, RNA polimeraz, m-RNA, t-RNA, r-RNA, kodon, antikodon, transkripsiyon, translasyon, ribozom kavramlarını içermektedir. Şekil 4.23, A Testi 8. sorusuna çalışma grubunun verdiği cevapların analiz edilmesi ile oluşturularak aşağıda verilmiştir.



**Şekil 4.23:** A Testi'nin 8. sorusu için 9. ve 10. sınıf düzeyindeki grafik.

A Testi 8. sorusuna 25 öğrenci 9. sınıfta, 19 öğrenci A - düzeyinde cevap vermiştir. 10. sınıfta 12 öğrencinin kavramsal anlama düzeyinin yükseldiği, 5 öğrencinin düzeyinin düştüğü, 18 öğrencinin düzeylerinin sabit kaldığı Şekil 4.23'den anlaşılmıştır.

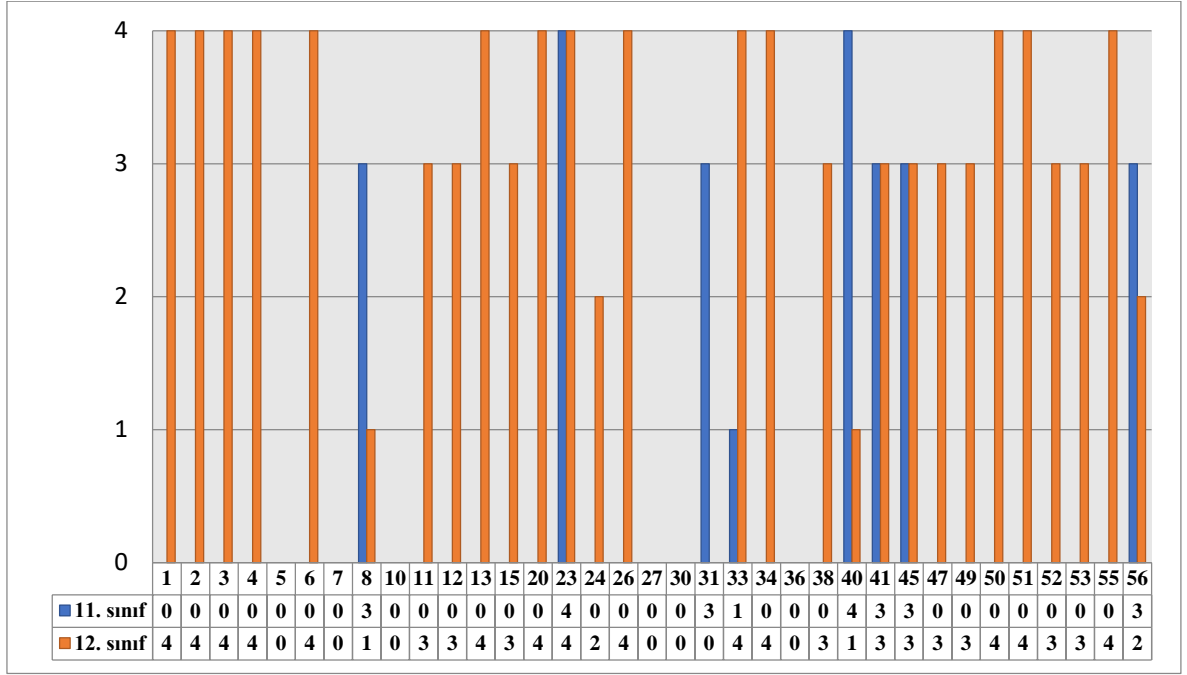
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin hatırlama basamağında olan B Testi'nin 6. sorusu protein sentezi ile ilgili 10 tane önermenin olduğu ve doğru veya yanlış yazılarak cevaplanacak bir sorudur. Bu soru diğer sorulardan farklı olarak doğru cevaplanan soruya 1, yanlış cevaplanan soruya 0 puan verilerek puanlanmıştır. Sorudan alınabilecek en yüksek puan 10'dur. Soru, protein sentezi, transkripsiyon, translasyon, DNA, RNA, kod, kodon, antikodon, santral dogma, replikasyon, ribozom, polizom, başlangıç kodonu, stop kodonu, sonlandırıcı protein gibi kavramları içermektedir. Şekil 4.24, B Testi 6. sorusunda çalışma grubununun puanlarının değişimini göstermektedir.



**Şekil 4.24:** B Testi'nin 6. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.24'ten anlaşılacağı üzere, 12. sınıfta 21 öğrencinin puanı artarken, 6 öğrencinin puanında azalma olmuş, diğer öğrencilerin puanı ise değişmemiştir. Bu soru kavram yanlışlarını tespit etmek amacı ile sorulan bir doğru- yanlış sorusu olduğu için, buradan öğrencilerin kavram yanlışlarında 12. sınıfta azalma olduğu sonucu açığa çıkmıştır.

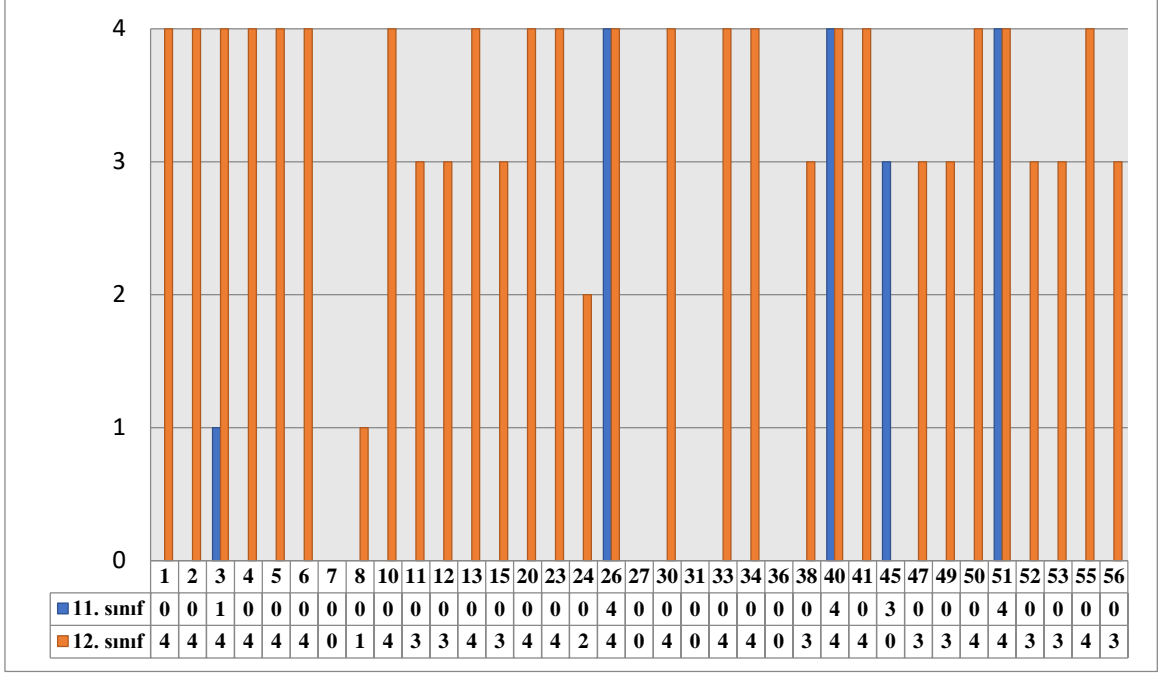
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı “Kod kavramını tanımlayınız” şeklinde bir sorudur. Soru, protein sentezi, DNA, RNA, nükleotit, kod kavramlarını içermektedir. Şekil 4.25, B Testi 7/ a sorusu için çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerini göstermektedir.



Şekil 4.25: B Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

B Testi 7/ a sorusunda 11. sınıfta 27 öğrencinin, 12. sınıfta 7 öğrencinin A - düzeyinde olduğu, 11. sınıfta 2, 12. sınıfta 14 öğrencinin bu sorudan A + aldığı Şekil 4.25'ten anlaşılmıştır.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı "Kodon kavramını tanımlayınız" şeklinde bir sorudur. Soru, protein sentezi, DNA, RNA, nükleotit, kodon kavramlarını içermektedir. Bu soru ile ilgili kavramsal anlama düzey değişimleri Şekil 4.26 ile verilmiştir.

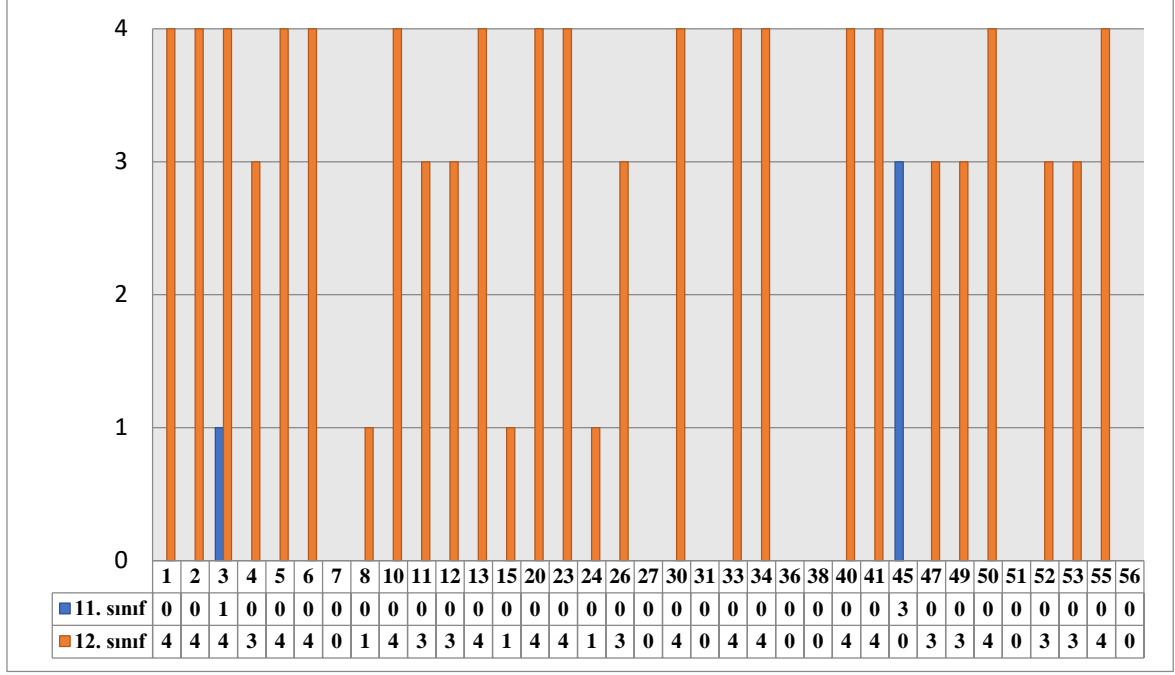


**Şekil 4.26:** B Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.26'dan 11. sınıfta 30, 12. sınıfta 5 öğrencinin A - düzeyinde olduğu, 27 öğrencinin kavramsal anlama düzeyinde 12. sınıfta artış olduğu anlaşılmıştır.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin anlama basamağında olan B testinin 7. sorusunun c şıkkı "Antikodon kavramını tanımlayınız" şeklinde bir sorudur. Soru, protein sentezi, DNA, RNA, nükleotit, kodon, antikodon kavramlarını içermektedir. Şekil 4.27, bu soru ile ilgili kavramsal anlama düzeylerini göstermektedir.



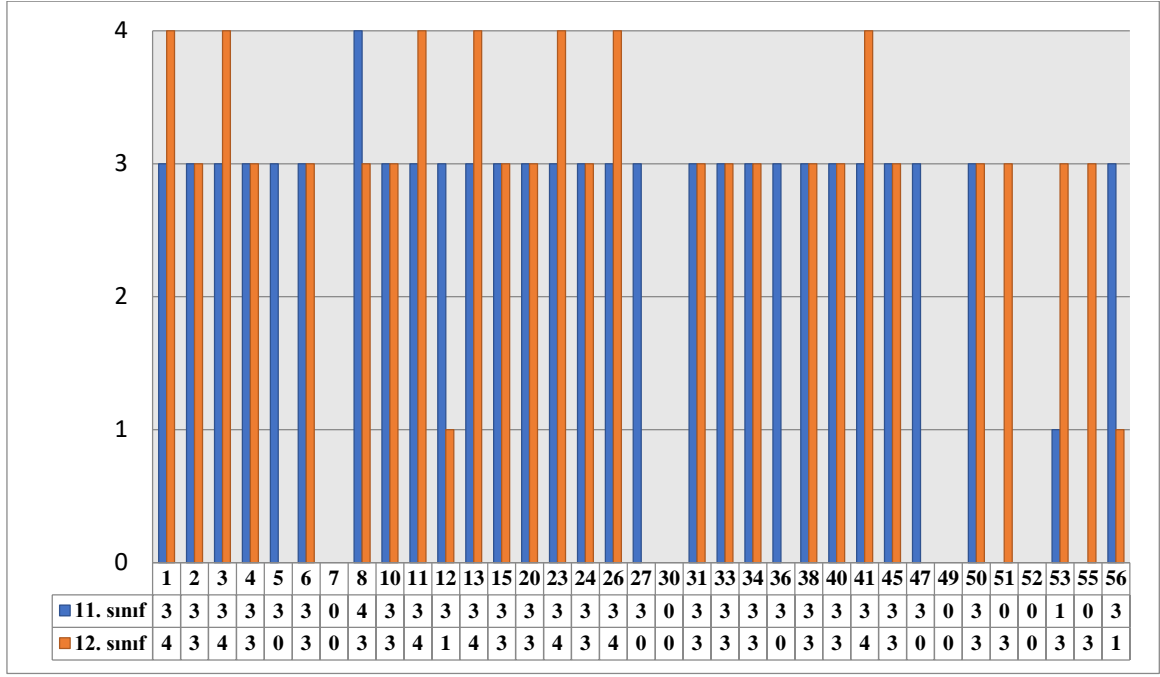


Şekil 4.27: B Testi'nin 7. sorusunun c şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

B Testi 7/ c sorusundan 11. sınıfta 33 öğrenci A - alırken, 12. sınıfta bu sayının 8'e düştüğü Şekil 4.27'den anlaşılmıştır. KY düzeyinde 9. sınıfta 1, 12. sınıfta 3 öğrenci belirlenmiştir.

#### 4.1.1.8 Çalışma Grubunun GDO Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre kavramsal bilginin değerlendirme basamağında olan B Testi'nin 8. sorusu "Bir sığır ırkında fazla kas üretimine neden olan gen izole edilerek bu gen farklı ırktaki sığır ve koyunlara aktarılmış ve böylece daha fazla et üreten "transgenik canlılar" elde edilmiştir. Aynı yöntemle süt verimi yüksek koyun, keçi, inek ve yumurta verimi fazla kümes hayvanları üretilmiştir. Bunlar transgenik canlıların avantajları olarak sayılabilir. Transgenik (GDO'lu) canlıların dezavantajları ise şunlardır: ... " şeklinde öğrencilerin boşluğu tamamlaması istenen bir sorudur. Soru, biyoteknoloji, GDO kavramlarını içermektedir. Çalışma grubunun bu soru için kavramsal anlama düzeyleri, Şekil 4.28'de verilmiştir.



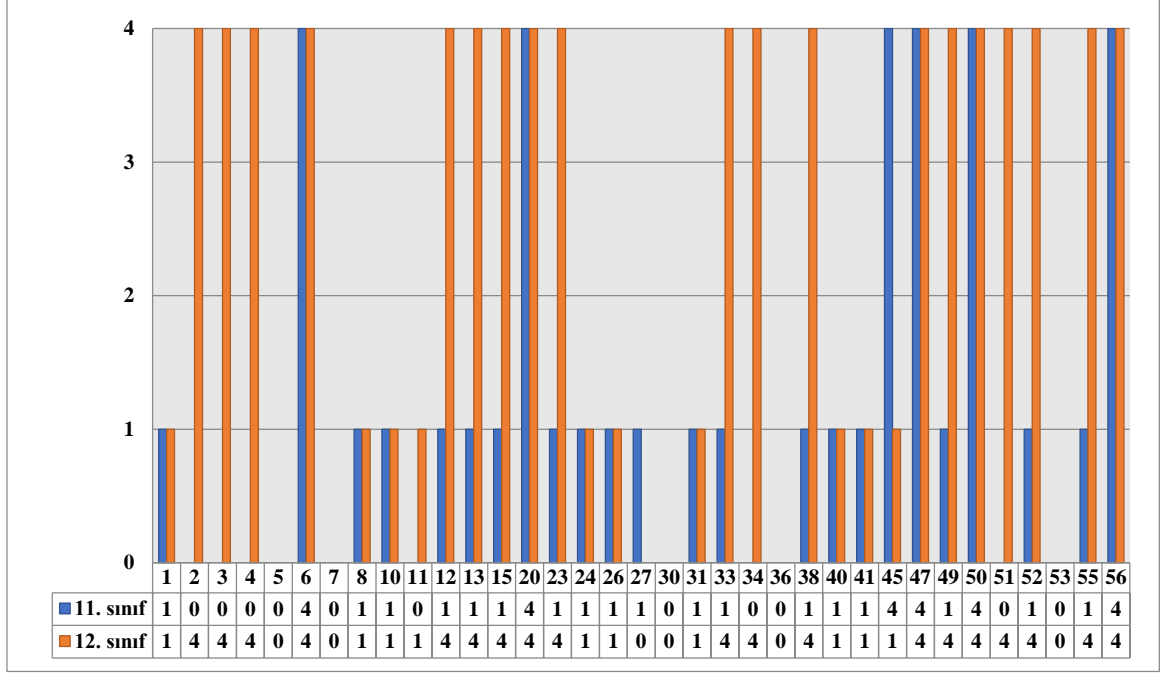
Şekil 4.28: B Testi'nin 8. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.28'den, 11. sınıfta 27 öğrencinin, 12. sınıfta 18 öğrencinin KA seviyesinde olduğu, 10 öğrencinin kavramsal anlama düzeyinin 12. sınıfta artarken, 7 öğrencinin düzeyinin düştüğü anlaşılmıştır.

#### 4.1.1.9 Çalışma Grubunun Klonlama Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama

##### Düzeyleri

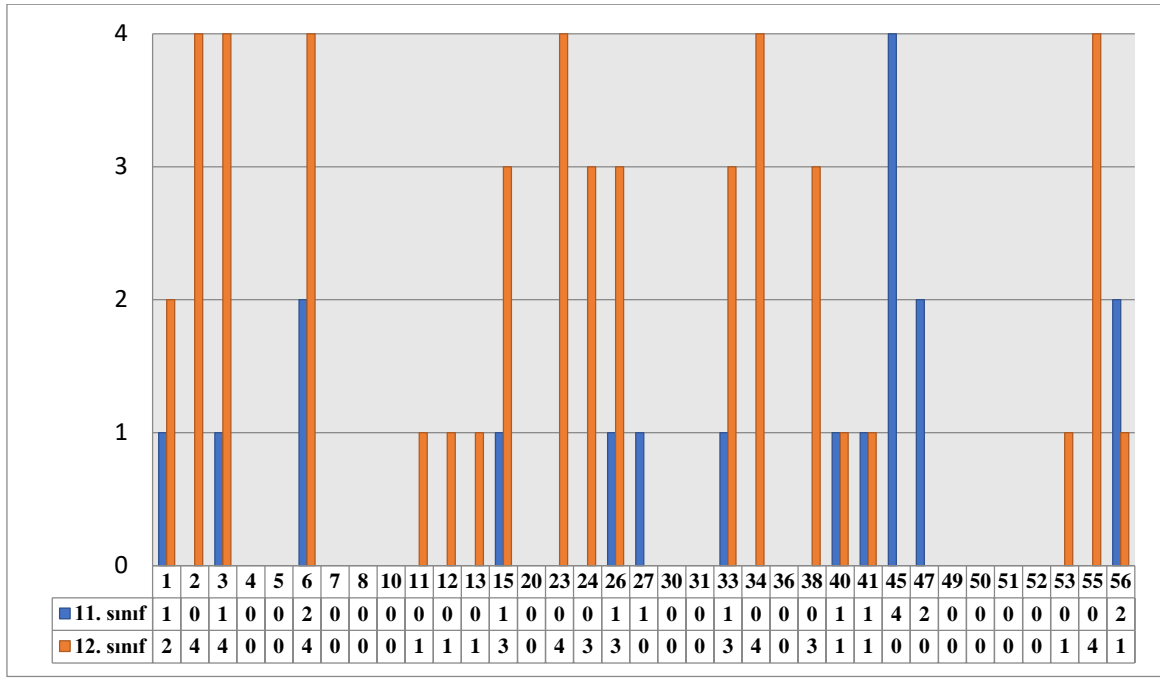
Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı "Ian Wilmut, Keith Campbell ve Edinburgh Üniversitesi'ndeki bilim insanları, "Dolly" adını verdikleri koyunu klonlayarak genetik mühendisliği alanında bir çığır açmışlardır. Buradaki klonlama süreci gerçekleşirken kaç koyun kullanılır?" şeklindedir. Soru, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarını içermektedir. Şekil 4.29, bu soru için çalışma grubunun aldıkları puanları göstermiştir.



**Şekil 4.29:** B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.29'dan 18 öğrencinin 11. sınıfta, 10 öğrencinin 12. sınıfta KY düzeyinde olduğu, 11 öğrencinin 11. sınıfta, 6 öğrencinin 12. sınıfta A - aldığı, 12. sınıfta 15 öğrencinin düzeyinin artarken, sadece bir öğrencinin düzeyinin düştüğü görülmüştür.

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 9. sorusunun b şıkkı "Ian Wilmut, Keith Campbell ve Edinburgh Üniversitesi'ndeki bilim insanları, "Dolly" adını verdikleri koyunu klonlayarak genetik mühendisliği alanında bir çığır açmışlardır. Kullanılan koyunlardan nasıl kopya bir koyun elde edilir?" şeklindedir. Soru, genetik mühendisliği ve klonlama kavramlarını içermektedir. Şekil 4.30, bu soruya ilişkin çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerini göstermek için verilmiştir.

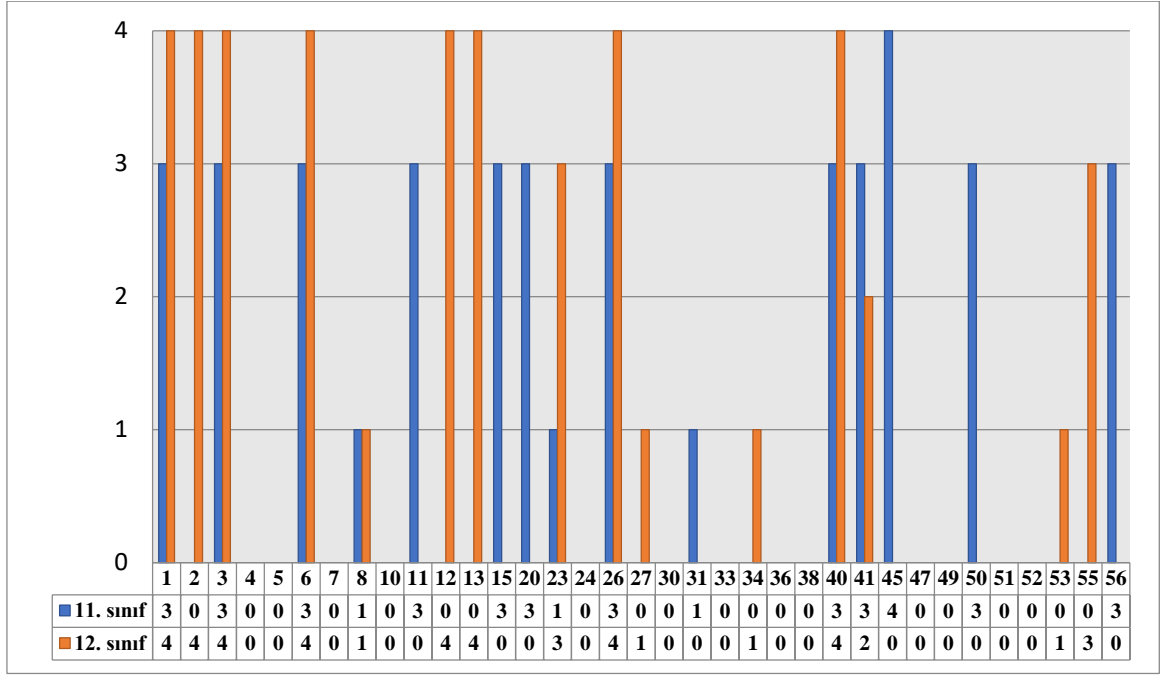


Şekil 4.30: B Testi'nin 9. sorusunun b şıkkı için 11. Ve 12. Sınıf düzeylerindeki grafik.

Şekil 4.30'dan 23 öğrencinin 11. sınıfta, 16 öğrencinin 12. sınıfta A - düzeyinde olduğu, 12. sınıfta 15 öğrencinin kavramsal anlama düzeylerinde artış olduğu, buna karşın 4 öğrencinin düzeylerinin düştüğü belirlenmiştir.

#### 4.1.1.10 Çalışma Grubunun Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar Kavramına İlişkin Kavramsal Anlama Düzeyleri

Yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre işlemsel bilginin anlama basamağında olan B Testi'nin 5. sorusu "Genetik mühendisliği uygulamaları, bazı kalıtsal hastalıklara kalıcı çözümler üretmede başarılı sonuçlar alınmasını sağlayabilir. Erken embriyonik dönemde kalıtsal hastalıkların teşhisine ve tedavisine yönelik olarak hangi yöntemler kullanılabilir? Boşluklara yazınız." şeklindedir. Soru, genetik mühendisliği, gen terapisi ve genetik danışmanlık kavramlarını içermektedir. Şekil 4.31, soru ile ilgili çalışma grubunun puan dağılımını göstermiştir.



Şekil 4.31: B Testi'nin 5. sorusu için 11. ve 12. sınıf düzeylerindeki grafik.

B Testi 5. sorusunda 20 öğrencinin 11. ve 12. sınıfta A - düzeyinde olduğu, 12. sınıfta 13 öğrencinin düzeyinde artma, 8 öğrencinin düzeyinde azalma olduğu Şekil 4.31'den tespit edilmiştir. 11. sınıfta sadece bir öğrenci soruya A + seviyesinde cevap verirken, 12. sınıfta 8 öğrenci A + düzeyinde soruyu yanıtlamıştır.

#### 4.1.1.11 Çalışma Grubunun Grup Halindeki Kavramsal Anlama Düzeyleri

Çalışma grubunun her bir soru için kavramsal anlama düzeylerinin grafikler ile verilmesi ile öğrencilerin her birinin kavramsal anlama test sorularındaki düzeylerinin sınıf seviyeleri ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubunun bir bütün olarak 9., 10., 11. ve 12. sınıfta kavramsal anlama düzeylerinin net bir şekilde belirlenmesi için, çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerinin her bir sorudaki aritmetik ortalaması alınmıştır. Böylece Tablo 3.8'deki analiz anahtarına göre öğrencilerin grup olarak kavramsal anlama düzeyleri belirlenmiş ve Tablo 4.2'de bulgular sunulmuştur.

**Tablo 4.2:** Çalışma grubunun grup halindeki kavramsal anlama düzeyleri.

<b>Kavram</b>	<b>Test/ Soru Numarası</b>	<b>İlk Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>	<b>İkinci Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>
DNA	A/1a	2 (KYİKA)	0 (A-)
	A/ 1b	1,5 (KYİKA)	1 (KY)
	A/ 4a	2 (KYİKA)	0,5 (KY)
	A/ 4b	0 (A-)	2,5 (KA)
	A/ 5	2 (KYİKA)	2 (KYİKA)
	B/ 1a	3 (KA)	4 (A+)
	B/ 1b	1,5 (KYİKA)	4 (A+)
	B/ 2a	1,5 (KYİKA)	2 (KYİKA)
	B/ 2b	1,5 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Mutasyon	A/ 3	9,5	10
	B/ 3	1,5 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Varyasyon	A/ 2a	3 (KA)	3,5 (A+)
	A/ 2b	2 (KYİKA)	4 (A+)
Mendel Genetiği	A/ 7a	4 (A+)	2 (KYİKA)
	A/ 7b	3,5 (KA)	2 (KYİKA)
Eşeye Bağlı Kalıtım	A/ 9	2 (KYİKA)	2 (KYİKA)
	A/ 10	1 (KY)	1,5 (KYİKA)
	B/ 4	2,5 (KA)	2,5 (KA)
Eksik Baskınlık	A/ 6	2 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Protein Sentezi	B/ 7a	1,5 (KYİKA)	3 (KA)
	B/ 7b	0 (A-)	3,5 (KA)

**Tablo 4.2:** (devam)

<b>Kavram</b>	<b>Test/ Soru Numarası</b>	<b>İlk Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>	<b>İkinci Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>
Protein Sentezi	B/ 7c	0 (A-)	2 (KYİKA)
GDO	B/ 8	3 (KA)	2,5 (KA)
Klonlama	B/ 9a	2,5 (KA)	2,5 (KA)
	B/ 9b	1,5 (KYİKA)	1,5 (KYİKA)
Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar Kavramı	B/ 5	3 (KA)	2 (KYİKA)

Tablo 4.2’de ilk uygulama A Testi için 9. sınıf, B Testi için 11. sınıf; ikinci uygulama A Testi için 10. sınıf, B Testi için 12. sınıf olarak ele alınmıştır. Tabloda verilen A/ 3a ve B/ 6 soruları kavramsal anlama seviye puanlama anahtarları ile değerlendirilmeyen doğru- yanlış sorulardır. Bu sorular, kavram yanlışlarının belirlenmesi amacı ile sorulan doğru- yanlış sorulardır. A Testi 3/a sorusunda çalışma grubunun 10. sınıfta 9,5’tan 10 aritmetik ortalamaya çıkarak, grup halinde mutasyon kavramı ile ilgili olan sorudan tam puan aldıkları belirlenmiştir. Çalışma grubunun B Testi 6. sorusunda 12. sınıftaki puanlarının 4’ten 5’e çıkmış olması, grubun protein sentezi ile ilgili tam puanı 10 olan bu sorudaki kavram yanlışlarının devam ettiğini göstermiştir.

DNA ile ilgili A Testi’nde 5, B Testi’nde 6 soru sorulmuş, bu sorularda ikinci uygulamada çalışma grubunun A Testi’nde üç soruda kavramsal anlama düzeylerinin düştüğü, B Testi’nde ise tüm sorularda puanlarının arttığı, kavramsal anlama düzeylerinin B Testi’nin iki sorusunda yükseldiği Tablo 4.2’den anlaşılmıştır. Öğrencilerin mutasyon kavramına ilişkin 12. sınıfta B Testi için puanlarının artsa da kavramsal anlama düzeylerinin

değişmediği, varyasyon kavramına ilişkin 10. sınıfta kavramsal anlama düzeylerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Mendel Genetiği kavramına ilişkin 10. sınıfta öğrencilerin düzeylerinin KYİKA'ya düştüğü, eşeye bağlı kalıtım kavramı için A ve B testlerinin birer sorusunda grubun düzeylerinin her iki uygulamada da değişmediği, A Testi'nin bir sorusunda ise kavramsal anlama düzeyinin 10. sınıfta yükseldiği belirlenmiştir.

Eksik baskınlık kavramı için sorulan A Testi'nin 6. sorusunda 10. sınıfta çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerinin değişmediği Tablo 4.2'den anlaşılmıştır. Protein sentezi kavramı için sorulan A Testi'nin 8. sorusunda bir sonraki uygulamada grubun kavramsal anlama düzeyinin düştüğü, aynı kavram için sorulan B Testi'nin üç sorusunda grubun düzeylerinin sonraki uygulamada yükseldiği tespit edilmiştir. GDO, klonlama, embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar B Testi'nde sorulan kavramlardır. GDO ve klonlama kavramı için 12. sınıfta grubun kavramsal anlama düzeylerinin değişmediği, embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramı için grubun düzeyinin 12. sınıfta gerilediği görülmüştür.

#### 4.1.1.12 Kavramlar İçin Çalışma Grubunun Kavramsal Anlama Düzeyleri

Tablo 4.2'den anlaşılacağı üzere, A ve B testlerinde bazı kavramlar için birden fazla soru sorulmuştur. Kavramlar için çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerini elde etmek için, Tablo 4.2'deki ortalamalar kullanılarak, A Testi ve B Testi'nde her bir kavram için ayrı ayrı aritmetik ortalamalar alınmış, bu ortalamalar Tablo 4.3 olarak verilmiştir. Tablo 4.3'ün eldesi için, A Testi'nin 3. ve B Testi'nin 6. sorusu, bu iki sorunun doğru- yanlış sorusu olması ve seviye puanlama anahtarı ile puanlanmaması nedeni ile hesaplamalara dahil edilmemiştir.

**Tablo 4.3:** Kavramlar için çalışma grubunun kavramsal anlama düzeyleri.

Kavram	Test	İlk Uygulamanın Aritmetik	İkinci Uygulamanın
		Ortalaması (n= 35)	Aritmetik Ortalaması (n= 35)
DNA	A	1,5 (KYİKA)	1.2 (KY)
DNA	B	1,875 (KYİKA)	3 (KA)



**Tablo 4.3:** (devam)

<b>Kavram</b>	<b>Test</b>	<b>İlk Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>	<b>İkinci Uygulamanın Aritmetik Ortalaması (n= 35)</b>
Mutasyon	B	1,5 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Varyasyon	A	2,5 (KA)	3,75 (A +)
Mendel Genetiği	A	3,75 (A+)	2 (KYİKA)
Eşeye Bağlı Kalıtım	A	1,5 (KYİKA)	1,75 (KYİKA)
	B	2,5 (KA)	2,5 (KA)
Eksik Baskınlık	A	2 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Protein Sentezi	A	2 (KYİKA)	0 (A-)
	B	0,5 (KY)	2,83 (KA)
GDO	B	3 (KA)	2,5 (KA)
Klonlama	B	2 (KYİKA)	2 (KYİKA)
Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar	B	3 (KA)	2 (KYİKA)

Tablo 4.3'ten çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerinin ikinci uygulamada DNA kavramı için A Testi'nde düştüğü, B Testi'nde yükseldiği, mutasyon kavramı için puanlarının artsa da düzeylerinin aynı kaldığı anlaşılmıştır. Çalışma grubunun A Testi'nde 10. sınıfta varyasyon kavramı için düzeylerinin arttığı, Mendel Genetiği kavramı için düzeylerinin düştüğü, eşeye bağlı kalıtım ve eksik baskınlık kavramları için düzeylerinin değişmediği görülmüştür. B Testi için ikinci uygulamada çalışma grubunun eşeye bağlı kalıtım, GDO, klonlama kavramı için düzeylerinin değişmediği, embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramı için düzeylerinin düştüğü anlaşılmıştır. Protein sentezi kavramı

için ikinci uygulamada çalışma grubunun A Testi'nde kavramsal anlama düzeylerinin düştüğü, B Testi'nde düzeylerinin yükseldiği tespit edilmiştir.

#### **4.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular**

“Ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramı ile ilgili kavram yanlışları nelerdir?” ikinci alt probleminin çözümlenmesi amacı ile araştırılan kavram yanlışları, öğrencilerin kavramsal anlama testlerine verdikleri kendi yazılı cevaplarında yer alan yanlışlardan ve çizim yapılması istenen kavramsal anlama testleri sorularında öğrenci çizimlerinde yer alan kavram yanlışlarının araştırmacı tarafından yazıya dönüştürülmesi ile elde edilmiştir. Bu yolla oluşturulan kavram yanlışları listesinin uzman incelemesi yapılarak araştırmanın inandırıcılığı sağlanmıştır. Kavram yanlışlarının son hali sunulurken, bulgular öğrenci odaklı olarak her bir kavram için öncelikle ayrı ayrı ele alınmış, sonra çalışma boyunca elde edilen tüm kavram yanlışları çalışma grubu kapsamında değerlendirilmiştir.

##### **4.1.2.1 DNA Kavramı ile İlgili Bulgular**

DNA kavramı ile ilgili A Testi'ndeki 1., 4. ve 5. sorular ile B Testi'nin 1. ve 2. soruları sorulmuştur. Her bir sınıf seviyesinde tespit edilen kavram yanlışlarının yanına parantez içinde hangi öğrenci veya öğrencilerde ilgili yanlışın bulunduğu yazılmış, böylece öğrencilerin kavram yanlışlarının sonraki sınıfta devam edip etmediği izlenmiştir.

##### **A Testi'nin 1. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

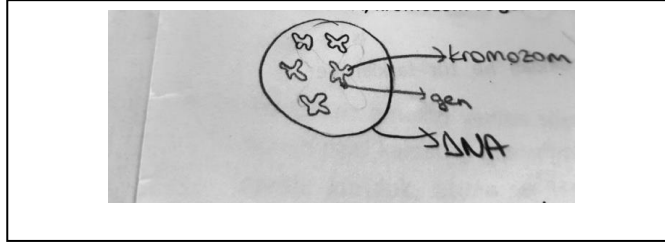
DNA genleri, genler kromozomları oluşturur (Ö. 6, Ö. 52).

DNA kromozomu, kromozom genleri oluşturur (Ö. 50).

##### **A Testi'nin 1. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

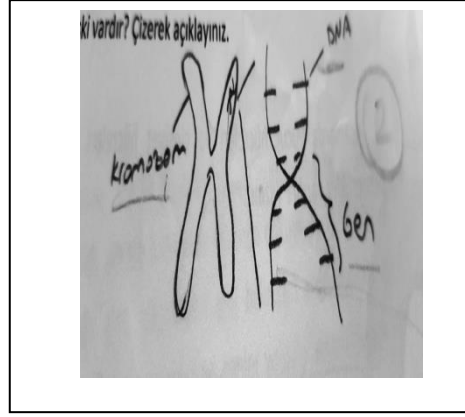
DNA kromozomu, kromozom genleri oluşturur (Ö. 50).

DNA'nın içinde kromozomlar bulunur, kromozomun bir parçasına gen denir (Ö. 10):

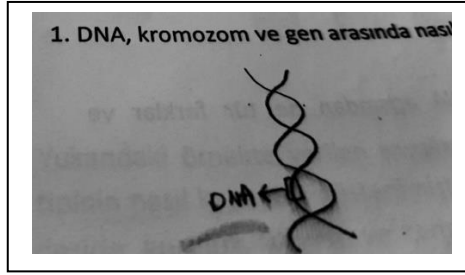


Şekil 4.32: 10 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

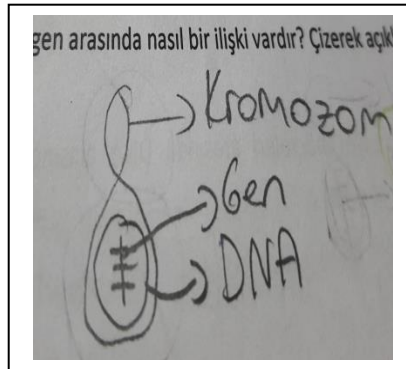
DNA kromozomun belirli bir bölgesinde bulunur (Ö. 13) (Ö. 31) (Ö. 52) (Ö. 56):



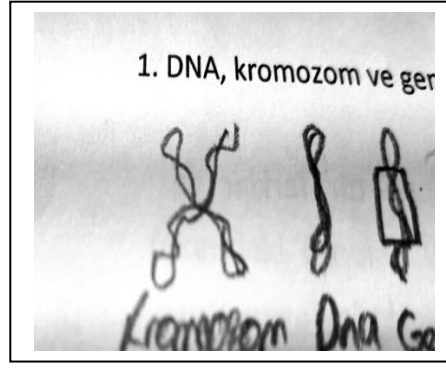
Şekil 4.33: 13 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.



Şekil 4.34: 31 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

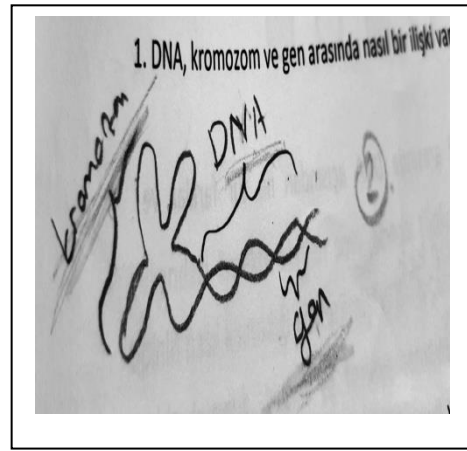


Şekil 4.35: 52 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.



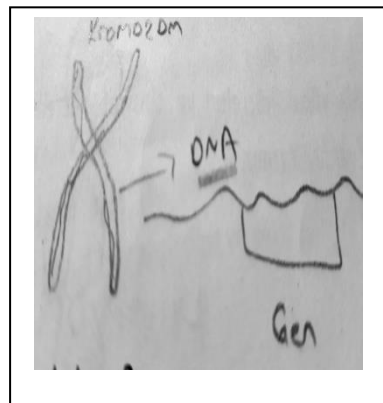
**Şekil 4.36:** 56 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

2 tane DNA sarmalına kromozom denir (Ö. 15):

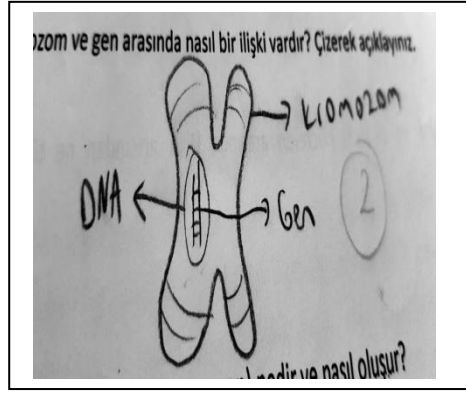


**Şekil 4.37:** 15 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

DNA tek bir iplikten oluşur (Ö. 36, Ö. 47, Ö. 52):



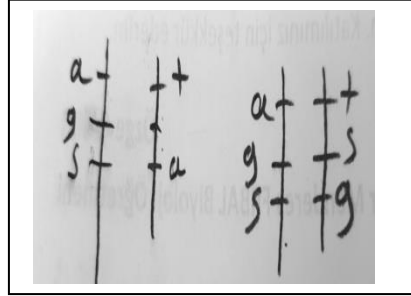
**Şekil 4.38:** 36 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.



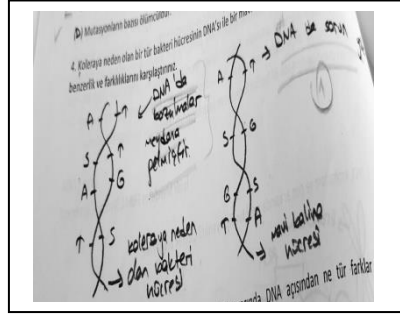
Şekil 4.39: 47 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

**A Testi'nin 4. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Koleraya neden olan bakteri DNA'sı mutasyonludur (Ö. 11) (Ö. 40):

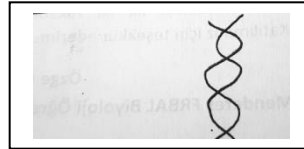


Şekil 4.40: 11 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.



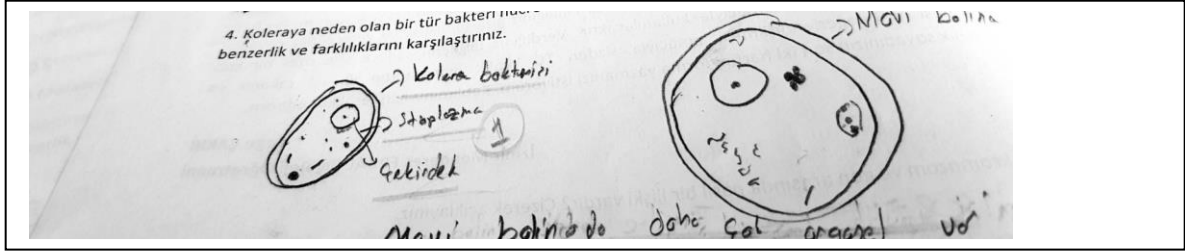
Şekil 4.41: 40 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

Bakteri DNA'sı ile mavi balina DNA'sı arasında fark yoktur (Ö. 31):



Şekil 4.42: 31 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

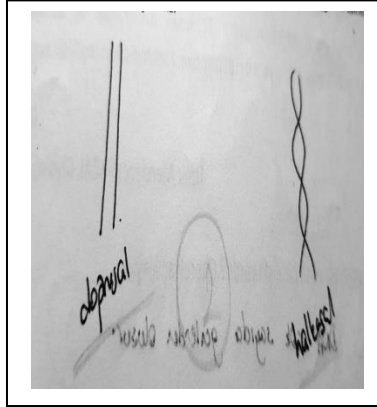
Bakteri DNA'sı da mavi balina DNA'sı gibi çekirdek içinde bulunur (Ö. 49):



Şekil 4.43: 49 numaralı öğrencinin 9. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

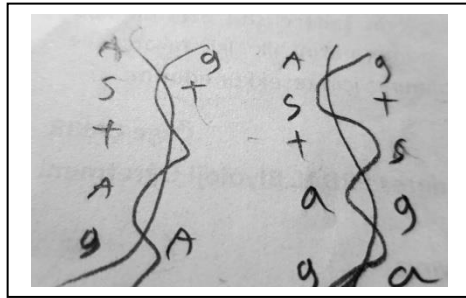
A Testi'nin 4. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:

Bakteri DNA'sı doğrusaldır. Balina DNA'sı halkasaldır (Ö. 2, Ö. 40):



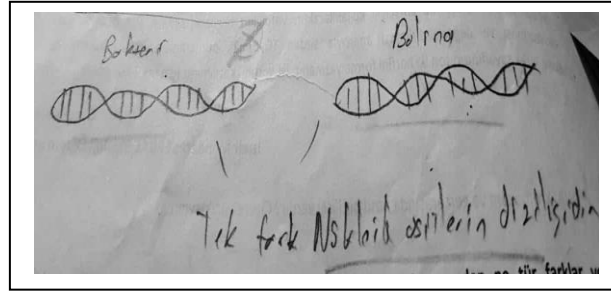
Şekil 4.44: 2 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

Koleraya neden olan bakteri DNA'sı mutasyonludur (Ö. 11, Ö. 30):

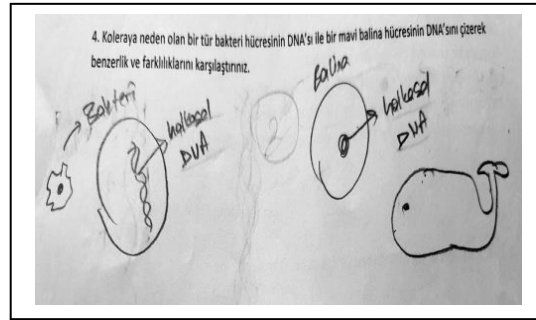


Şekil 4.45: 11 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

Bakteri DNA'sı ve balina DNA'sı arasında hiçbir fark yoktur (Ö. 6, Ö.31, Ö. 40, Ö. 56):



Şekil 4.46: 6 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.



Şekil 4.47: 31 numaralı öğrencinin 10. sınıfta A Testi'nin 4. sorusundaki çizimi.

**A Testi'nin 5. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Vücut ve cinsiyet hücrelerinin DNA'ları birbirinden farklı değildir (Ö. 11).

Vücut hücreleri eşeysiz, cinsiyet hücreleri eşeyli ürer (Ö. 30).

Cinsiyet hücreleri  $2n$  kromozomludur (Ö. 33).

**A Testi'nin 5. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Vücut hücreleri 44, cinsiyet hücreleri 2 tanedir (Ö. 12).

Kromozomlar kadında  $22+XX$ , erkekte  $22+XY$  şeklindedir (Ö. 15).

Vücut hücresi vücudun o bölümü ile ilgili genler taşır (Ö. 26).

Vücut hücrelerinin DNA'ları kişiye göre değişmez, cinsiyet hücrelerinin DNA'ları kişiden kişiye göre değişir (Ö. 41).

Y kromozomu erkeklere avcı özellik verir (Ö. 45).

Cinsiyet hücreleri üremek, vücut hücreleri ise yaşamak için gereklidir (Ö. 52).

Vücut hücreleri 44, cinsiyet hücreleri 2 tanedir (Ö. 55).

**B Testi'nin 1. sorusunun a şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

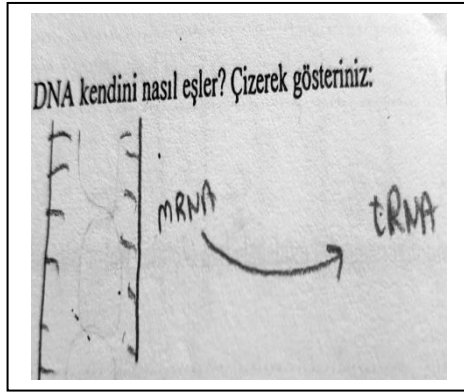
DNA kendini eşlerken DNA'nın yeni oluşan iplikleri yer değiştirir (Ö. 2, Ö. 26, Ö. 56).

DNA'nın kendini eşlemesi hücre bölünmesinde kardeş kromatitlerin ayrılması şeklinde olur (Ö. 12).

DNA'nın kendini eşlemesi hücre bölünmesinde kromozomların metafaz plağında dizilmesi şeklinde olur (Ö. 13).

**B Testi'nin 1. sorusunun a şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Replikasyon sürecinde RNA görev alır (Ö.12):



**Şekil 4.48:** 12 numaralı öğrencinin 12. sınıfta B Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

Replikasyon hücre bölünmesi şeklinde gerçekleşir (Ö. 15):



**Şekil 4.49:** 15 numaralı öğrencinin 12. sınıfta B Testi'nin 1. sorusundaki çizimi.

DNA kendini eşlerken DNA'nın yeni oluşan iplikleri yer değiştirir (Ö. 55).



**B Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

DNA'nın eşlenmesi sürecinde deoksiribonükleazlar görev alır (Ö. 3).

Replikasyonda RNA görev alır (Ö. 34).

**B Testi'nin 1. sorusunun b şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Replikasyonda RNA görev alır (Ö. 3, Ö. 36, Ö. 38).

Replikasyonda DNA-az görev alır (Ö. 26).

**B Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Prokaryot hücrelerde çekirdek tarafından verilen emirle DNA eşlenir (Ö. 13).

**B Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Prokaryot ve ökaryotlarda DNA eşlenmesi 3' yönünden 5' yönüne doğru olarak gerçekleşir (Ö. 41).

**B Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Bütün ökaryotlar çok hücrelidir, dolayısı ile tek hücreli ve çok hücreliler farklı bölünür (Ö. 20).

Ökaryotlarda replikasyon sürecinde RNA görev alır (Ö. 34).

**B Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir.

#### **4.1.2.2 Mutasyon Kavramı ile İlgili Bulgular**

Mutasyon kavramı ile ilgili A Testi'nin 3. sorusu ve B Testi'nin 3. sorusu sorulmuştur. A Testi'nin 3. sorusu doğru- yanlış sorusu olduğu için bu soruda pek çok öğrencinin kavram yanılığı tespit edilmiştir. Her iki soruda da sınıf düzeylerinde kavram yanılığlarının öğrenci odaklı takibi parantez içinde verilen öğrenci numaraları ile yapılmıştır.

#### **A Testi'nin 3. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılığları:**

DNA'da mutasyon meydana gelmez (Ö. 28).

Mutasyonlar her zaman zararlıdır (Ö. 27, Ö. 28).

Mutasyon ortama uyum sağlamaktır (Ö. 8, Ö. 13, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 34, Ö. 40, Ö. 56).

RNA'da mutasyon gerçekleşmez (Ö. 2, Ö. 8, Ö. 24).

Eşeysiz üreyen canlılarda mutasyon olmaz (Ö. 8, Ö. 11, Ö. 27, Ö. 40).

Her mutasyon gelecek nesillere aktarılır (Ö. 3, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 34, Ö. 38).

Mutasyonların etkisi canlının dış görünüşünde gözlenmez (Ö. 24).

Mutasyonların önlenmesi için DNA'ya ilişkin mekanizmalar yoktur (Ö. 7, Ö. 12, Ö. 23, Ö. 24, Ö. 47).

Çevresel etkenler mutasyona neden olmaz (Ö. 2, Ö. 6, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 11, Ö. 24, Ö. 26, Ö. 27).

Mutasyonlar ölümcül olamaz (Ö. 24).

#### **A Testi'nin 3. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılığları:**

Mutasyonlar her zaman zararlıdır (Ö. 27).

Mutasyon ortama uyum sağlamaktır (Ö. 24, Ö. 27, Ö. 36, Ö. 40, Ö.51).

RNA'da mutasyon gerçekleşmez (Ö. 3, Ö. 24, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40).

Eşeysiz üreyen canlılarda mutasyon olmaz (Ö. 6, Ö. 7, Ö. 11, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 38, Ö. 47).

Her mutasyon gelecek nesillere aktarılır (Ö. 4, Ö. 27).

Çevresel etkenler mutasyona neden olmaz (Ö. 27, Ö. 31).

Mutasyonlar ölümcül olamaz (Ö. 31)

**B Testi'nin 3. sorusu için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

DNA'daki mutasyonların engellenmesi için canlılarda crossing- over gerçekleşir (Ö. 10).

DNA'daki mutasyonların engellenmesi için adaptasyon olur (Ö. 12, Ö. 23, Ö. 40).

DNA'daki mutasyonların engellenmesi için modifikasyon olur (Ö. 12).

Hücre zarı yanlış eşlenmiş genleri imha eder (Ö. 13).

**B Testi'nin 3. sorusu için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Antikodonlar bozulan DNA'ya müdahale etmek için oluşturulur (Ö. 40).

Durdurucu kodon, DNA mutasyonlarını engeller (Ö. 53).

**4.1.2.3 Varyasyon Kavramı ile İlgili Bulgular**

Varyasyon kavramı ile ilgili A Testi'nin 2. sorusu sorulmuştur. Soruya ilişkin tespit edilen kavram yanılgıları aşağıda verilmiştir.

**A Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Varyasyon bir canlının ortama uyum sağlamasıdır (Ö.13, Ö. 26, Ö. 36, Ö. 40, Ö. 47, Ö. 55, Ö. 56).

**A Testi'nin 2. sorusunun a şıkkı için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Varyasyon bir canlının ortama uyum sağlamasıdır (Ö.11, Ö. 13, Ö. 24, Ö. 53).

**A Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Varyasyonun az ya da fazla oluşu canlının yaşadığı çevreye uyum yeteneğini etkilemez (Ö. 27, Ö. 55).

Varyasyonun fazla olması canlının adaptasyonunu zorlaştırır (Ö. 45).

**A Testi'nin 2. sorusunun b şıkkı için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Varyasyonun fazla olması canlının adaptasyonunu zorlaştırır (Ö. 3).

#### **4.1.2.4 Mendel Genetiği Kavramı ile İlgili Bulgular**

A Testi 7. sorusu Mendel Genetiği ile ilgili sorulan bir sorudur. Bu doğrultuda 9. ve 10. sınıfta çalışma grubunda tespit edilen kavram yanlışları aşağıda yer almıştır.

##### **A Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Mendel yasaları, eşey kromozomları ile ilgilidir (Ö. 51).

##### **A Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir.

##### **A Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Mendel yasaları, eşey kromozomları ile ilgilidir (Ö. 51).

##### **A Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir.

#### **4.1.2.5 Eşeye Bağlı Kalıtım Kavramı ile İlgili Bulgular**

A Testi'nin 9. ve 10. sorusu ile B Testi'nin 9. sorusu eşeye bağlı kalıtım kavramı ile ilgili sorulardır, bu sorularda tespit edilen kavram yanlışları aşağıdaki gibidir.

##### **A Testi'nin 9. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Balık pulluluk otozomlar ile aktarılır (Ö. 3, Ö. 7).

Balık pulluluk üreme hormonu ile aktarılır (Ö. 13).

Balık pulluluk erkek genlerden kaynaklanır (Ö. 24).

Balık pulluluk X kromozomu ile aktarılır ( Ö. 26, Ö. 30, Ö. 53).

**A Testi'nin 9. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Balık pulluluk X kromozomu ile aktarılır (Ö. 13).

Balık pulluluk otozomlar ile aktarılır (Ö. 31, Ö. 33).

**A Testi'nin 10. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığına X kromozomunda baskın olarak taşınan gen neden olmuştur (Ö. 1).

Kırmızı- yeşil renk körlüğüne Y kromozomu neden olmuştur (Ö. 10, Ö. 24, Ö. 40).

Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığı geni anneden gelir (Ö. 13, Ö. 38).

**A Testi'nin 10. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Erkeklerdeki Y kromozomu kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığına neden olmuştur (Ö. 3, Ö. 5, Ö. 10, Ö. 13, Ö. 23, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 38, Ö. 40).

Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığına X kromozomunda baskın olarak taşınan gen neden olmuştur (Ö. 33).

**B Testi'nin 4. sorusu için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Hemofili otozomal bir hastalıktır (Ö. 7, Ö. 10, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 23, Ö. 24, Ö. 31, Ö. 41, Ö. 53, Ö. 56).

Hemofili dişilerde baskın erkek geni ile erkeklerde baskın dişi geni ile aktarılır (Ö. 8).

Hemofili X kromozomu üzerinde baskın gen ile taşınır (Ö. 34).

**B Testi'nin 4. sorusu için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Hemofili otozomal bir hastalıktır (Ö. 3, Ö. 10, Ö. 26, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 33, Ö. 38, Ö. 47, Ö. 52, Ö. 53, Ö. 55, Ö. 56).

Hemofili Y kromozomu ile taşınır (Ö. 40, Ö. 51).

Hemofili X kromozomu üzerinde baskın gen ile taşınır (Ö. 34).

#### **4.1.2.6 Eksik Baskınlık Kavramı ile İlgili Bulgular**

A Testi'nin 6. sorusu eksik baskınlık kavramı ile ilgili sorulmuştur. 9. ve 10. sınıfta bu kavrama ilişkin bulunan kavram yanılgıları öğrenci numaraları ile aşağıda yer almıştır.

#### **A Testi'nin 6. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Eksik baskınlık mutasyon ile meydana gelmiştir (Ö. 23, Ö. 24, Ö. 30).

Eksik baskınlıkta yeni bir tür ortaya çıkar (Ö. 40).

#### **A Testi'nin 6. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Eksik baskınlık mutasyon ile meydana gelmiştir (Ö. 15, Ö. 24).

#### **4.1.2.7 Protein Sentezi Kavramı ile İlgili Bulgular**

A Testi'nin 8. sorusu ile B Testi'nin 6. ve 7. soruları protein sentezi kavramına ilişkin sorulardır. B Testi'nin 6. sorusu doğru- yanlış sorusu olduğu için bu soruda çok sayıda kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Protein sentezine ilişkin tespit edilen kavram yanılgıları aşağıda verilmiştir.

#### **A Testi'nin 8. sorusu için 9. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Protein sentezi lizozomda gerçekleşir (Ö. 24).

Protein sentezinde DNA kendini eşler (Ö. 40).

#### **A Testi'nin 8. sorusu için 10. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Kavram yanılgısı tespit edilmemiştir.

**B Testi'nin 6. sorusu için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Protein sentezi kişiye özel değildir (Ö. 3, Ö. 6, Ö. 7, Ö. 10, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 31, Ö. 34, Ö. 40, Ö. 56).

Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir (Ö. 3, Ö. 4, Ö. 6, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 10, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 24, Ö. 26, Ö. 27, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 34, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 50, Ö. 52, Ö. 56).

Protein sentezinde kullanılan genetik şifre evrensel değildir (Ö. 2, Ö. 4, Ö. 6, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 24, Ö. 26, Ö. 27, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 49, Ö. 50, Ö. 51, Ö. 52).

Tüm protein sentezleri methionin aminoasidinin kodlanması ile başlar (Ö. 1, Ö. 7, Ö. 10, Ö. 23, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 38, Ö. 47).

Tüm proteinler methionin aminoasidi ile başlar (Ö. 1, Ö. 3, Ö. 4, Ö. 7, Ö. 10, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 26, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 51, Ö. 56).

Tüm protein sentezleri için önce DNA'nın kendini eşlemesi gerekir (Ö. 6, Ö. 7, Ö. 10, Ö. 12, Ö. 23, Ö. 27, Ö. 30, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 49, Ö. 52, Ö. 56).

Protein sentezi sırasında aminoasitler arasında peptid bağlarını özel bir enzim kurar (Ö. 2, Ö. 3, Ö. 4, Ö. 6, Ö. 8, Ö. 10, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 26, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 36, Ö. 40, Ö. 47, Ö. 49, Ö. 50, Ö. 51, Ö. 52, Ö. 56).

Protein sentezi sırasında ilgili t- RNA'da taşınacak olan aminoasitin, özel bir enzim ve ATP ile aktifleştirilmesi gerekmez (Ö. 1, Ö. 4, Ö. 7, Ö. 10, Ö. 12).

Polizomlar ile çok sayıda ve kısa zamanda protein sentezi yapılamaz (Ö. 1, Ö. 4, Ö. 6, Ö. 10, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 20, Ö. 27, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 50).

Sonlandırıcı kodon, ilgili aminoasidi kodlar (Ö. 1, Ö. 2, Ö. 6, Ö. 10, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 26, Ö. 31, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 49, Ö. 50).

**B Testi'nin 6. sorusu için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Protein sentezi kişiye özel değildir (Ö. 23, Ö. 24, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 34, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 47, Ö. 56).

Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir (Ö. 4, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 11, Ö. 20, Ö. 34, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 49, Ö. 50, Ö. 52, Ö. 56).

Protein sentezinde kullanılan genetik şifre evrensel değildir (Ö. 1, Ö. 2, Ö. 4, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 36, Ö. 47, Ö. 50, Ö. 56).

Tüm protein sentezleri methionin aminoasidinin kodlanması ile başlar (Ö. 7, Ö. 8, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 34, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 56).

Tüm proteinler methionin aminoasidi ile başlar (Ö. 1, Ö. 3, Ö. 4, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 27, Ö. 30, Ö. 34, Ö. 49, Ö. 50).

Tüm protein sentezleri için önce DNA'nın kendini eşlemesi gerekir (Ö. 7, Ö. 8, Ö. 13, Ö. 20, Ö. 23, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 34, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 49, Ö. 50, Ö. 56).

Protein sentezi sırasında aminoasitler arasında peptid bağlarını özel bir enzim kurar (Ö. 1, Ö. 3, Ö. 4, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 10, Ö. 11, Ö. 13, Ö. 24, Ö. 27, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 36, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 47, Ö. 51, Ö. 52, Ö. 56).

Protein sentezi sırasında ilgili t- RNA'da taşınacak olan aminoasitin, özel bir enzim ve ATP ile aktifleştirilmesi gerekmez (Ö. 2, Ö. 7, Ö. 11, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 30, Ö. 31, Ö. 49, Ö. 50, Ö. 51).

Polizomlar ile çok sayıda ve kısa zamanda protein sentezi yapılamaz (Ö. 7, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 36, Ö. 40).

Sonlandırıcı kodon, ilgili aminoasidi kodlar (Ö. 3, Ö. 4, Ö. 7, Ö. 8, Ö. 11, Ö. 27, Ö. 31, Ö. 36, Ö. 40, Ö. 47, Ö. 50, Ö. 51, Ö. 52, Ö. 56).

### **B Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Kod, kişiye özel fiziksel özellikler demektir (Ö. 33).

### **B Testi'nin 7. sorusunun a şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanılgıları:**

Kod, genin oluşması için gereken şifredir (Ö. 8, Ö. 40).

Kod, RNA'da bulunur (Ö. 24, Ö. 56).



**B Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kodon, kodların birleşimi ile meydana gelir (Ö. 3).

**B Testi'nin 7. sorusunun b şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kodon, kodu taşıyan birimdir (Ö. 8).

Kodon, t-RNA'da bulunur (Ö. 24).

**B Testi'nin 7. sorusunun c şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Antikodon, kodon oluşumunu engelleyici yapıdır (Ö. 3).

**B Testi'nin 7. sorusunun c şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Antikodon, kodonun hatasız taşınmasını sağlayan birimdir (Ö. 8).

Antikodon, kodonun zıttıdır (Ö. 15).

Antikodon, aminoasitin bağlanma yeridir (Ö. 24).

**4.1.2.8 GDO Kavramı ile İlgili Bulgular**

B Testi'nin 8. sorusu GDO kavramı ile ilgili sorulmuştur. GDO kavramına ilişkin bulunan kavram yanlışları öğrenci numaraları ile 11. ve 12. sınıf seviyelerinde verilmiştir.

**B Testi'nin 8. sorusu için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Kavram yanlışlığı tespit edilmemiştir.

**B Testi'nin 8. sorusu için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

GDO'lu gıdalar zehirlidir (Ö. 12).

GDO'lu gıdalar hormonludur (Ö. 53).

GDO'lu canlıların dezavantajı yoktur (Ö. 56).

#### **4.1.2.9 Klonlama Kavramı ile İlgili Bulgular**

B Testi'nin 9. sorusu klonlama kavramı ile ilgili sorulmuş, bu kavrama ilişkin tespit edilen kavram yanlışları aşağıda verilmiştir.

#### **B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Klonlama sürecinde 1 koyun kullanılır (Ö. 10, Ö. 23, Ö. 24, Ö. 26, Ö. 27, Ö. 49, Ö. 52).

Klonlama sürecinde 2 koyun kullanılır (Ö. 1, Ö. 8, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 15, Ö. 31, Ö. 33, Ö. 38, Ö. 40, Ö. 41, Ö. 45, Ö. 55).

#### **B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Klonlama sürecinde 1 koyun kullanılır (Ö. 10, Ö. 11).

Klonlama sürecinde 2 koyun kullanılır (Ö. 1, Ö. 8, Ö. 24, Ö. 26, Ö. 31, Ö. 40, Ö. 41).

#### **B Testi'nin 9. sorusunun b şıkkı için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Klonlama yapay ortamda döllendirmedi (Ö. 47, Ö. 40).

Klonlanacak koyunun DNA'sı kopyalanır (Ö. 24, Ö. 56).

#### **B Testi'nin 9. sorusunun b şıkkı için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Klonlama yapay ortamda döllendirmedi (Ö.1, Ö. 40, Ö. 41, Ö. 56).

Klonlanacak koyunun DNA'sı kopyalanır (Ö. 11, Ö. 12, Ö. 13, Ö. 53).

#### **4.1.2.10 Embriyonik Dönemdeki Kalıtsal Hastalıklar Kavramı ile İlgili Bulgular**

B testi 5. sorusu sorularak embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramı ile ilgili çalışma grubundaki kavram yanlışları belirlenmiş, bu yanlışlar aşağıda verilmiştir.

**B Testi'nin 5. sorusu için 11. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Hamilelik döneminde MR çekilerek erken embriyonik dönemdeki sorunlar belirlenir (Ö. 8, Ö. 31).

Kemoterapi ile erken embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar tedavi edilir (Ö. 23).

Çocuklar spermin büyümesi ile oluştuğu için erken embriyonik dönemdeki sorunların önlenmesi amacı ile hamilelik öncesinde sperm güçlendirilmelidir (Ö. 31).

**B Testi'nin 5. sorusu için 12. sınıfta tespit edilen kavram yanlışları:**

Hamilelik döneminde MR çekilerek sorunlar belirlenir (Ö. 8, Ö. 27, Ö. 53).

Tüp bebek tedavisi yapılarak kalıtsal hastalıklar engellenir (Ö. 34).

Kalıtsal hastalıkların tedavisi yoktur (Ö. 41).

**4.1.2.11 Çalışma Boyunca Tespit Edilen Tüm Kavram Yanlışları**

Çalışma boyunca tespit edilen tüm kavram yanlışları Tablo 4.4'te verilmiştir. Tablo 4.4'teki frekanslar, A Testi 9. ve 10. sınıfta, B Testi 11. ve 12. sınıfta ikişer kez uygulandığı için, çalışma grubunun 35 kişiden oluşması nedeni ile toplam örneklem  $35 \times 2 = 70$  olarak alınarak hesaplanmıştır. Bu şekildeki hesaplama, bir kavram yanlışlığının ortaöğretim boyunca kaç kez tespit edildiğinin belirlenmesi için yapılmış, böylece güçlü kavram yanlışlarının bulunması amaçlanmıştır.

**Tablo 4.4:** Kavramsal anlama testleri ile tespit edilen tüm kavram yanlışları.

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanlışlığının İlgisi	Kavram Yanılığı	Frekans (n=70)	Uygulama Düzeylerinde Frekansların Dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Doğru-Yanlış soruları	Mutasyon	Mutasyon ortama uyum sağlamaktır.	% 17.142	% 10	% 7.142
		Eşeysiz üreyen canlılarda mutasyon olmaz.	% 15.714	% 5.714	% 10
		Çevresel etkenler mutasyona neden olmaz.	% 14.285	% 11.428	% 2.857
		RNA’da mutasyon gerçekleşmez.	% 11.428	% 4.285	% 7.142
		Her mutasyon gelecek nesillere aktarılır.	% 10	% 7.142	% 2.857
		Mutasyonların önlenmesi için DNA’ya ilişkin mekanizmalar yoktur.	% 7.142	% 7.142	-
		Mutasyonlar her zaman zararlıdır.	% 4.285	% 2.857	% 1.428
		Mutasyonlar ölümcül olamaz.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
		DNA’da mutasyon meydana gelmez.	% 1.428	% 1.428	-
		Mutasyonların etkisi canlının dış görünüşünde gözlenmez.	% 1.428	% 1.428	-
		Protein sentezi sırasında aminoasitler arasında peptit bağlarını özel bir enzim kurar.	% 58.571	% 31.428	% 27.143
		Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir.	% 51.428	% 32.857	% 18.571
		Protein sentezinde kullanılan genetik şifre evrensel değildir.	% 45.714	% 27.143	% 18.571

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılgısının İlgisi	Kavram Yanılgısı	Frekans (n=70)	Uygulama Düzeylerinde Frekansların Dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Doğru-Yanlıı soruları	Sonlandırıcı kodon, ilgili aminoasidi kodlar.		%38.571	% 18.571	% 20
	Tüm protein sentezleri için önce DNA'nın kendini eşlemesi gerekir.		%38.571	% 18.571	% 20
Protein Sentezi	Tüm proteinler methionin aminoasidi ile başlar.		%34.285	% 17,142	% 17,142
	Tüm protein sentezleri methionin aminoasidinin kodlanması ile başlamaz.		% 30	% 17,142	% 12.857
	Polizomlar ile çok sayıda ve kısa zamanda protein sentezi yapılamaz.		%22.857	% 15.714	% 7.143
	Protein sentezi sırasında ilgili t- RNA'da taşınacak olan aminoasitin, özel bir enzim ve ATP ile aktifleştirilmesi gerekmez.		%21.428	% 7.143	% 14.285
Kavramsal Anlama Soruları	Kod, genin oluşması için gereken şifredir.		% 2.857	-	% 2.857
	Kod, RNA'da bulunur.		% 2.857	-	% 2.857
	Protein sentezi lizozomda gerçekleşir.		% 1.428	% 1.428	-
	Kod, kişiye özel fiziksel özellikler demektir.		% 1.428	% 1.428	-
	Kodon, kodların birleşimi ile meydana gelir.		% 1.428	% 1.428	-
	Kodon, t-RNA'da bulunur.		% 1.428	-	% 1.428

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılgısının İlgisi	Kavram Yanılgısı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal Anlama Soruları	Protein Sentezi	Antikodon, kodonun hatasız taşınmasını sağlayan birimdir.	% 1.428	-	% 1.428
		Antikodon, aminoasitin bağlanma yeridir.	% 1.428	-	% 1.428
	Mutasyon	DNA'daki mutasyonların engellenmesi için adaptasyon olur.	% 4.285	% 4.285	-
		DNA'daki mutasyonların engellenmesi için canlılarda crossing- over gerçekleşir.	% 1.428	% 1.428	-
		DNA'daki mutasyonların engellenmesi için modifikasyon olur.	% 1.428	% 1.428	-
		Hücre zarı yanlış eşlenmiş genleri imha eder.	% 1.428	-	% 1.428
		Antikodonlar bozulan DNA'ya müdahale etmek için oluşturulur.	% 1.428	-	% 1.428
		Durdurucu kodon, DNA mutasyonlarını engeller.	% 1.428	-	% 1.428
	DNA- Gen-Kromozom İlişkisi	DNA kromozomun belirli bir bölgesinde bulunur.	% 5.714	-	% 5.714
		DNA kromozomu, kromozom genleri oluşturur.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
		DNA genleri, genler kromozomları oluşturur.	% 2.857	% 2.857	-

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılığının İlgisi	Kavram Yanılığı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal Anlama Soruları	DNA- Gen-Kromozom İlişkisi	2 tane DNA sarmalına	% 1.428	-	% 1.428
		kromozom denir. DNA'nın içinde kromozomlar bulunur,	% 1.428	-	% 1.428
	DNA'nın Yapısı	kromozomun bir parçasına gen denir.	% 4.285	-	% 4.285
		DNA tek bir iplikten oluşur.	% 7.142	% 1.428	% 5.714
	DNA'nın Prokaryot ve Ökaryot Hücrelerdeki Durumu	Bakteri DNA'sı ve balina DNA'sı arasında hiçbir fark yoktur.	% 5.714	% 2.857	% 2.857
		Koleraya neden olan bakteri DNA'sı mutasyonludur.	% 2.857	-	% 2.857
	Balina DNA'sı halkasaldır.	Bakteri DNA'sı da mavi balina DNA'sı gibi çekirdek içinde bulunur.	% 1.428	% 1.428	-
		Bakteri DNA'sı doğrusaldır.	% 1.428	-	% 1.428
	DNA'nın Vücut ve Cinsiyet Hücrelerindeki Durumu	Vücut ve cinsiyet hücrelerinin DNA'ları birbirinden farklı değildir.	% 1.428	% 1.428	-
		Vücut hücresi vücudun o bölümü ile ilgili genler taşır.	% 1.428	-	% 1.428
	Vücut hücrelerinin DNA'ları kişiye göre değişmez, cinsiyet hücrelerinin DNA'ları kişiden kişiye göre değişir.	Vücut hücrelerinin DNA'ları kişiye göre değişmez, cinsiyet hücrelerinin DNA'ları kişiden kişiye göre değişir.	% 1.428	-	% 1.428

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılığının İlgisi	Kavram Yanılığı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı		
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama	
Kavramsal Anlama Soruları	DNA'nın Vücut ve Cinsiyet Hücrelerindeki Durumu	Y kromozomu erkeklere avcı özellik verir.	% 1.428	-	% 1.428	
		Cinsiyet hücreleri üremek, vücut hücreleri ise yaşamak için gereklidir.	% 1.428	-	% 1.428	
		Vücut hücreleri 44, cinsiyet hücreleri 2 tanedir.	% 1.428	-	% 1.428	
		Cinsiyet hücreleri 2n kromozomludur.	% 1.428	% 1.428	-	
		Vücut hücreleri 44, cinsiyet hücreleri 2 tanedir.	% 1.428	-	% 1.428	
		Kromozomlar kadında 22+XX, erkekte 22+XY şeklindedir.	% 1.428	-	% 1.428	
	Vücut ve Cinsiyet Hücreleri ile Üreme İlişkisi	Replikasyon sürecinde RNA görev alır.	Vücut hücreleri eşeysiz, cinsiyet hücreleri eşeyli ürer.	% 1.428	% 1.428	-
			Replikasyon sürecinde RNA görev alır.	% 7.142	% 1.428	% 5.714
			DNA kendini eşlerken DNA'nın yeni oluşan iplikleri yer değiştirir.	% 5.714	% 4.285	% 1.428
		Replikasyon	DNA'nın eşlenmesi sürecinde deoksiribonükleazlar görev alır.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
			DNA'nın kendini eşlemesi hücre bölünmesinde	% 1.428	% 1.428	-
			kardeş kromatitlerin ayrılması şeklinde olur.			



**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılgısının İlgisi	Kavram Yanılgısı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal anlama soruları	Replikasyon	DNA'nın kendini eşlemesi hücre bölünmesinde kromozomların metafaz plağında dizilmesi şeklinde olur.	% 1.428	% 1.428	-
		Prokaryot hücrelerde çekirdek tarafından verilen emirle DNA eşlenir.	% 1.428	% 1.428	-
		Prokaryot ve ökaryotlarda DNA eşlenmesi 3' yönünden 5' yönüne doğru olarak gerçekleşir.	% 1.428	-	% 1.428
	Varyasyon	Varyasyon bir canlının ortama uyum sağlamasıdır.	% 15.714	% 10	% 5.714
		Varyasyonun az ya da fazla oluşu canlının yaşadığı çevreye uyum yeteneğini etkilemez.	% 2.857	% 2.857	-
		Varyasyonun fazla olması canlının adaptasyonunu zorlaştırır.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
		Mendel Genetiği	Mendel yasaları, eşey kromozomları ile ilgilidir.	% 2.857	% 1.428
	Balık Pulluluk	Balık pulluluk otozomlar ile aktarılır.	% 5.714	% 2.857	% 2.857
		Balık pulluluk X kromozomu ile aktarılır.	% 5.714	% 4.285	% 1.428

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılgısının İlgisi	Kavram Yanılgısı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal anlama soruları	Balık Pulluluk	Balık pulluluk üreme hormonu ile aktarılır.	% 1.428	% 1.428	-
		Balık pulluluk erkek genlerden kaynaklanır.	% 1.428	% 1.428	-
	Kırmızı-Yeşil Renk Körlüğü	Kırmızı- yeşil renk körlüğüne Y kromozomu neden olmuştur.	% 17.142	% 4.285	% 12,857
		Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığına X kromozomunda baskın olarak taşınan gen neden olmuştur.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
	Hemofili	Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığı geni anneden gelir.	% 2.857	% 2.857	-
		Hemofili otozomal bir hastalıktır.	% 31.428	% 12,857	% 18.571
		Hemofili Y kromozomu ile taşınır.	% 2.857	-	% 2.857
		Hemofili X kromozomu üzerinde baskın gen ile taşınır.	% 2.857	% 1.428	% 1.428
		Hemofili dişilerde baskın erkek geni ile erkeklerde baskın dişi geni ile aktarılır.	% 1.428	% 1.428	-
		Eksik Baskınlık	Eksik baskınlık mutasyon ile meydana gelmiştir.	% 7.142	% 4.285
	Eksik baskınlıkta yeni bir tür ortaya çıkar.		% 1.428	% 1.428	-

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılgısının İlgisi	Kavram Yanılgısı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal Anlama Soruları	GDO	GDO'lu gıdalar zehirlidir.	% 1.428	-	% 1.428
		GDO'lu gıdalar hormonludur.	% 1.428	-	% 1.428
		GDO'lu canlıların dezavantajı yoktur.	% 1.428	-	% 1.428
	Klonlama	Klonlama sürecinde 2 koyun kullanılır.	% 27.142	% 17.142	% 10
		Klonlama sürecinde 1 koyun kullanılır.	% 12.857	% 10	% 2.857
		Klonlama yapay ortamda döllendirmedi.	% 8.571	% 2.857	% 5.714
		Klonlanacak koyunun DNA'sı kopyalanır.	% 8.571	% 2.857	% 5.714
		Hamilelik döneminde MR çekilerek erken embriyonik dönemdeki sorunlar belirlenir.	% 7.142	% 2.857	% 4.285
		Kalıtsal hastalıkların tedavisi yoktur.	% 1.428	-	% 1.428
		Kemoterapi ile erken embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar tedavi edilir.	% 1.428	% 1.428	-
		Çocuklar spermin büyümesi ile oluştuğu için erken embriyonik dönemdeki sorunların önlenmesi amacı ile hamilelik öncesinde sperm güçlendirilmelidir.	% 1.428	% 1.428	-

**Tablo 4.4:** (devam)

Tespit Edildiği Yer	Kavram Yanılığının İlgisi	Kavram Yanılığı	Frekans (n= 70)	Uygulama düzeylerinde frekansların dağılımı	
				İlk Uygulama	İkinci Uygulama
Kavramsal Anlama Soruları	Embriyonik Dönemdeki Hastalıklar	Tüp bebek tedavisi yapılarak kalıtsal hastalıklar engellenir.	% 1.428	-	% 1.428

Tablo 4.4'ten, doğru- yanlış soruları ile tespit edilen kavram yanılgılarının frekansının yüksek olduğu, bu yanılgılardan da özellikle protein sentezi kavramına ilişkin olanların daha sık görüldüğü anlaşılmıştır. Örneğin; “Protein sentezi sırasında aminoasitler arasında peptit bağlarını özel bir enzim kurar.” % 58.571, “Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir.” % 51.428, “Protein sentezinde kullanılan genetik şifre evrensel değildir.” % 45.714 oranında tespit edilmiştir. Kavramsal anlama test soruları ile belirlenen “Hemofili otozomal bir hastalıktır.” yanılgısı % 31.428, “Klonlama sürecinde 2 koyun kullanılır.” yanılgısı % 27.142, “Kırmızı- yeşil renk körlüğüne Y kromozomu neden olmuştur.” yanılgısı % 17.142, “Varyasyon bir canlının ortama uyum sağlamasıdır.” yanılgısı % 15.714 oranında tespit edilen güçlü kavram yanılgılarıdır. “Mutasyonların önlenmesi için DNA'ya ilişkin mekanizmalar yoktur.”, “DNA'daki mutasyonların engellenmesi için adaptasyon olur.”, “DNA genleri, genler kromozomları oluşturur.” yanılgısı gibi bazı kavram yanılgılarının tamamen giderilebilirken, “Balina DNA'sı halkasaldır.”, “DNA tek bir iplikten oluşur.”, “Hemofili Y kromozomu ile taşınır.” gibi bazı kavram yanılgılarının ikinci uygulamalarda da tespit edildiği anlaşılmıştır.

#### 4.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın 3. alt problemi “Ortaöğretim öğrencileri genetik temel kavramını hangi kavramlarla hangi sıklıkta ve sıralamada ilişkilendirmektedir?” şeklindedir. Bu alt problemin çözümlenmesi ile elde edilen verilerden oluşan özgün zihin haritasının bilgisayarda çizilebilmesi için çok sayıda veriye ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için çalışma grubu 9. ve 10. sınıf seviyelerinde birinci grup, 11. ve 12. sınıf seviyelerinde ikinci grup

olacak şekilde karşılaştırılmış, böylece öğrencilerin ortaöğretim boyunca geçirdikleri genetik konusuna ilişkin zihinsel sürecin sonuçları gösterilmiştir. Bu şekilde çalışma grubu her bir özgün zihin haritasında  $35 \times 2 = 70$  kişi olarak ele alınmıştır. Tablo 4.5’da katılımcıların (n= 70) 9. ve 10. sınıfta “genetik” kelimesine kaç kelime ile cevap verdiklerinin istatistikleri frekans olarak verilmiştir.

**Tablo 4.5:** Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmalarının betimsel istatistikleri.

Katılımcı Sayısı (n)	Kullanılan Kelimelerin Sıklığı (f)
66 ( % 94.285)	10
0( % 0)	9
0 ( % 0)	8
2 ( % 2.857)	7
1 ( % 1.428)	6
1 ( % 1.428)	5
0 ( % 0)	4
0 ( % 0)	3
0 ( % 0)	2
0 ( % 0)	1
0 ( % 0)	0
<b>Toplam 70 (%100)</b>	<b>685</b>

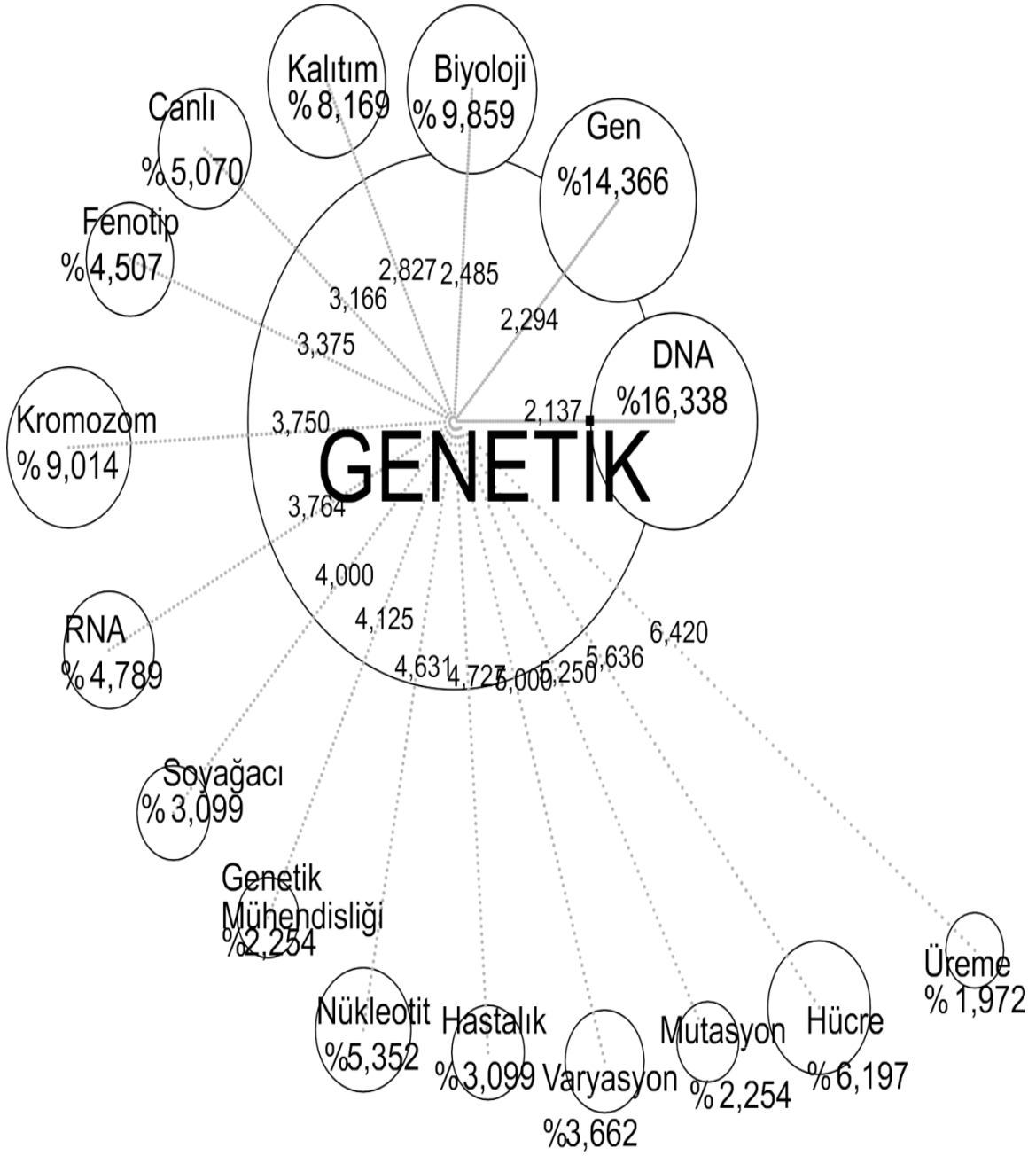
Tablo 4.5’ten anlaşılacağı üzere; 66 (% 94.285) katılımcı genetik sözcüğünü 10 tane kavramla ilişkilendirmiş, katılımcıların 2’si (% 2.857) 7, 1’i (% 1.428) 6, 1’i (% 1.428) 5 tane cevap vermiştir. Katılımcıların hepsinden veri sağlanabilmiştir. Buna göre; öğrencilerin 9. ve 10. sınıf düzeylerinde uygulanan ankete genetik kelimesine yönelik olarak toplam 685 sözcük ile cevap verdiği görülmüştür. Bu cevaplardan “dünya, zaman, değerlilik, yapay zeka” gibi konu ile ilgisi olmayan yanıtlar (f = 21) çıkarılmış, böylece çalışmaya alınan toplam kavram 664 olarak hesaplanmıştır. Toplam kavramın % 1’inin (f= 6) altında kalan 3 temel anahtar kavram olan protein (f = 3), virüs (f = 2) ve adaptasyon (f= 2) kavramları zihin haritasına alınmamıştır. Katılımcıların verdikleri cevaplar analiz edilerek bu cevaplar % 1 kuralı ile 16 temel anahtar kavramda gruplandırılmıştır. Gruplandırma yapılırken yakın anlam ifade eden kavramlar aynı kategoride

değerlendirilmiştir. Örneğin; “fenotip, fiziksel özellik, göz rengi, saç şekli, saç rengi, ten rengi, kan grupları, kız, erkek, boy, kilo, insan vücudu” cevapları “fenotip” temel anahtar kavramı olarak, “kromozom, homolog kromozom, gonozom, otozom” kavramları “kromozom” temel anahtar kavramı olarak çalışmaya alınmıştır. Tablo 4.6, bu temel anahtar kavramları ve anahtar kavramların kullanım sıklıkları ile “genetik” ana dairesine olan uzaklıklarını göstermektedir.

**Tablo 4.6:** Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmaları.

Temel Anahtar Kavram	Kullanım Sıklığı (Dairenin Alanı)	Sıralama Puanı (Uzaklık)
DNA	58	2.137
Gen	51	2.294
Biyoloji	35	2.485
Kalıtım	29	2.827
Canlı	18	3.166
Fenotip	16	3.375
Kromozom	32	3.75
RNA	17	3.764
Soyağacı	11	4
Genetik Mühendisliği	8	4.125
Nükleotit	19	4.631
Hastalık	11	4.727
Varyasyon	13	5
Mutasyon	8	5.25
Hücre	22	5.636
Üreme	7	6.42

Tablo 4.6, öğrencilerin çoğunun genetik kavramını zihinlerinde, DNA, gen ve biyoloji kavramları ile ilişkilendirdiğini açığa çıkarmaktadır. Bu kavramların ayrıca, katılımcıların genetik denilince akıllarına gelen ilk kavramlar olduğu görülmektedir. Elde edilen verilerin Processing 3.3.7 programına aktarılması ile oluşturulan özgün zihin haritası Şekil 4.50 olarak gösterilmiştir.



**Şekil 4.50:** Katılımcıların 9. ve 10. sınıfta genetik kavramsallaştırmalarını gösteren özgün zihin haritası.

Şekil 4.50, çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta zihinlerine genetik ile ilgili ilk önce gelen temel anahtar kavramdan (DNA), en son akıllarına gelen temel anahtar kavrama (üreme) doğru tasarlanmıştır. Özgün zihin haritasındaki temel anahtar kavramların daire büyüklükleri bu kavramların öğrenciler tarafından söylenme sıklıklarını göstermektedir. Buna göre; DNA, gen ve biyoloji temel anahtar kavramları aynı zamanda frekansı en yüksek kelimeler olmuştur. Frekansı en düşük kelimelerin en küçük daire alanlarına sahip olan genetik mühendisliği, mutasyon ve üreme temel anahtar kavramları olduğu haritadan anlaşılmıştır. Genetik anahtar kavramı ile en son sıralarda ilişkilendirilen temel anahtar

kavramların genetik ana dairesine en uzak noktalarda yer alan mutasyon, hücre ve üreme kavramları olduğu zihin haritasından görülmüştür. Ayrıca haritadaki her bir temel anahtar kavram dairesinin toplam alanı, “genetik” ana kavramının daire alanına eşit olacak şekilde programlanmış yazılım kullanılmıştır.

11. ve 12. sınıf düzeylerinde uygulanan ankette öğrencilerin (n= 70), genetik kelimesini duyduklarında 674 sözcük ile cevap verdiği görülmüş ve bununla ilgili Tablo 4.7 aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.7:** Çalışma grubunun 11. ve 12. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmalarının betimsel istatistikleri.

	<b>Katılımcı Sayısı (n)</b>	<b>Kullanılan Kelimelerin Sıklığı (f)</b>
	63 ( % 90)	10
	3 ( % 4.285)	9
	0 ( % 0)	8
	1 ( % 1.428)	7
	2 ( % 2.857)	6
	0 ( % 0)	5
	1 ( % 1.428)	4
	0 ( % 0)	3
	0 ( % 0)	2
	0 ( % 0)	1
	0 ( % 0)	0
<b>Toplam</b>	<b>70 ( %100)</b>	<b>674</b>

Tablo 4.7’den anlaşılacağı üzere; 63 (% 90) katılımcı genetik sözcüğünü 10 tane kavramla ilişkilendirmiş, katılımcıların 3’ü (% 4.285) 9, 1’i ( % 1.428) 7, 2’si ( % 2.857) 6, 1’i (% 1.428) 4 kavramla cevap vermiştir. Katılımcıların hepsinden veri sağlanabilmiştir. Toplam 674 cevaptan konu ile ilgisi olmayan “hayal, imkan, gerçek, işsizlik” gibi yanıtların (f = 12) çıkarılması ile çalışmaya alınan kavram sayısı 662 olarak bulunmuştur. Toplam



kavramın %1'inden (f = 6) az olan 6 temel anahtar kavram, soyağacı ( f = 5), üreme (f = 5), hormon (f = 4), modifikasyon (f = 4), evrim (f = 4) ve varyasyon (f = 2) kavramları olarak belirlenmiş ve bu kavramlar zihin haritasında yer almamıştır. 35 öğrenciye söz konusu anket ikişer kez uygulandığı için tabloda katılımcı sayısı 35 x 2= 70 olarak alınacaktır.

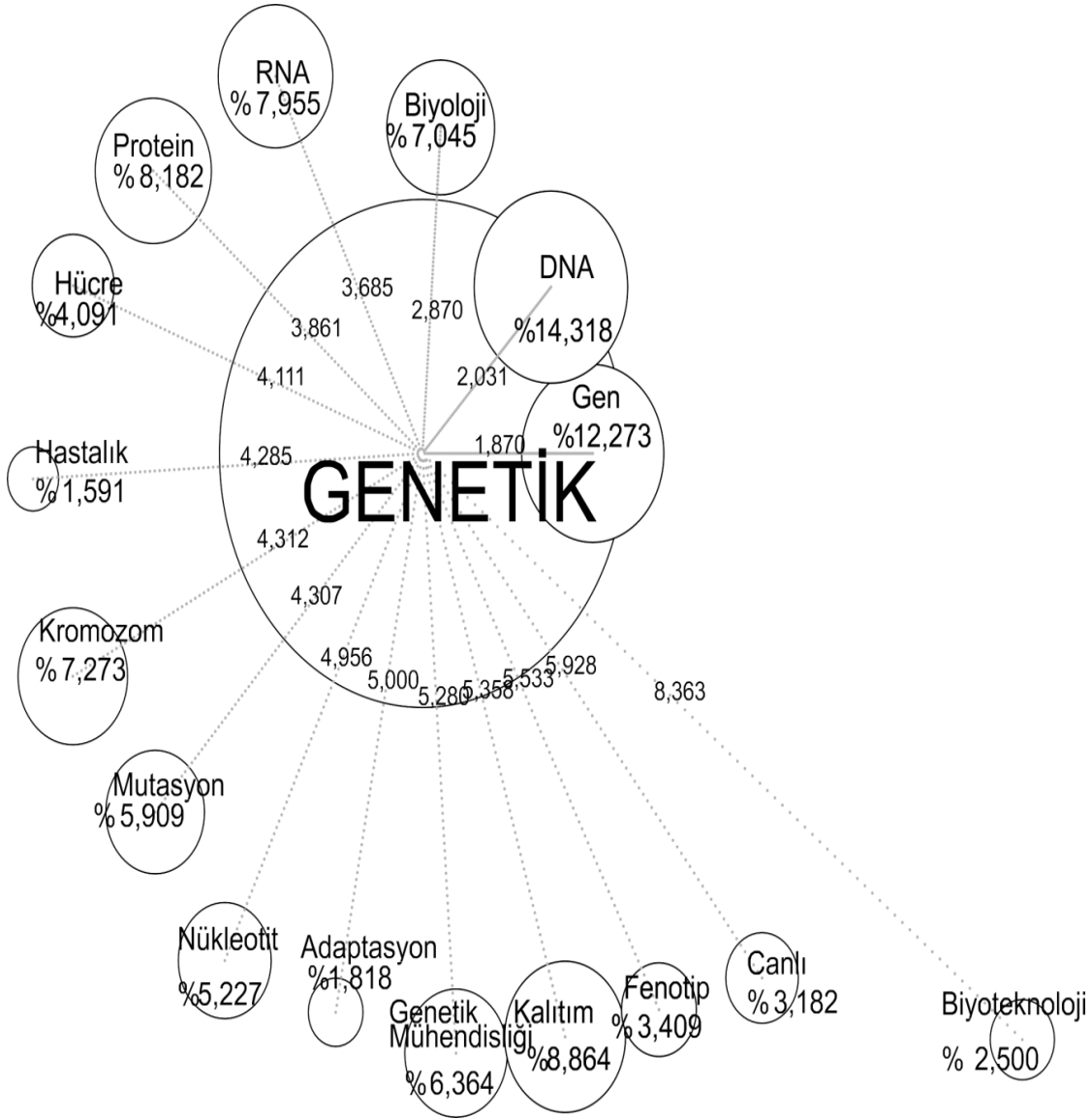
Katılımcıların verdikleri cevaplar analiz edilerek benzer anlam ifade eden kavramların aynı kategoride gruplandırılmaları sonucu 16 temel anahtar kavram açığa çıkmıştır. Gruplandırmalara “DNA, DNA eşlenmesi, doğrusal DNA, DNA parmak izi” öğrenci cevaplarının “DNA” temel anahtar kavramında, “gen, alel gen, genotip, baskın gen, çekinik gen, genom, heterozigot, resesif, eşbaskın” yanıtlarının “gen” temel anahtar kavramında ele alınması örnek olarak verilmiştir. Buna göre oluşturulan Tablo 4.8, aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.8:** Çalışma grubunun 11. ve 12. sınıfta genetik ile ilgili kavramsallaştırmaları.

Temel Anahtar Kavram	Kullanım Sıklığı (Dairenin Alanı)	Sıralama Puanı (Uzaklık)
Gen	54	1.870
DNA	63	2.031
Biyoloji	31	2.870
RNA	35	3.685
Protein	36	3.861
Hücre	18	4.111
Hastalık	7	4.285
Kromozom	32	4.312
Mutasyon	26	4.307
Nükleotit	23	4.956
Adaptasyon	8	5
Genetik Mühendisliği	28	5.28
Kalıtım	39	5.358
Fenotip	15	5.533
Canlı	14	5.928
Biyoteknoloji	11	8.363

Tablo 4.8, 11. ve 12. sınıfta çalışma grubunun çoğunun genetik kavramını zihinlerinde, DNA, gen ve kalıtım kavramları ile ilişkilendirdiğini, ayrıca genetik denilince öğrencilerin ilk önce gen, DNA, biyoloji temel anahtar kavramlarını hatırladığını açığa çıkarmıştır.

Tablo 4.8'deki verilerin Processing 3.3.7 programına aktarılması ile elde edilen özgün zihin haritası Şekil 4.51 olarak gösterilmiştir.



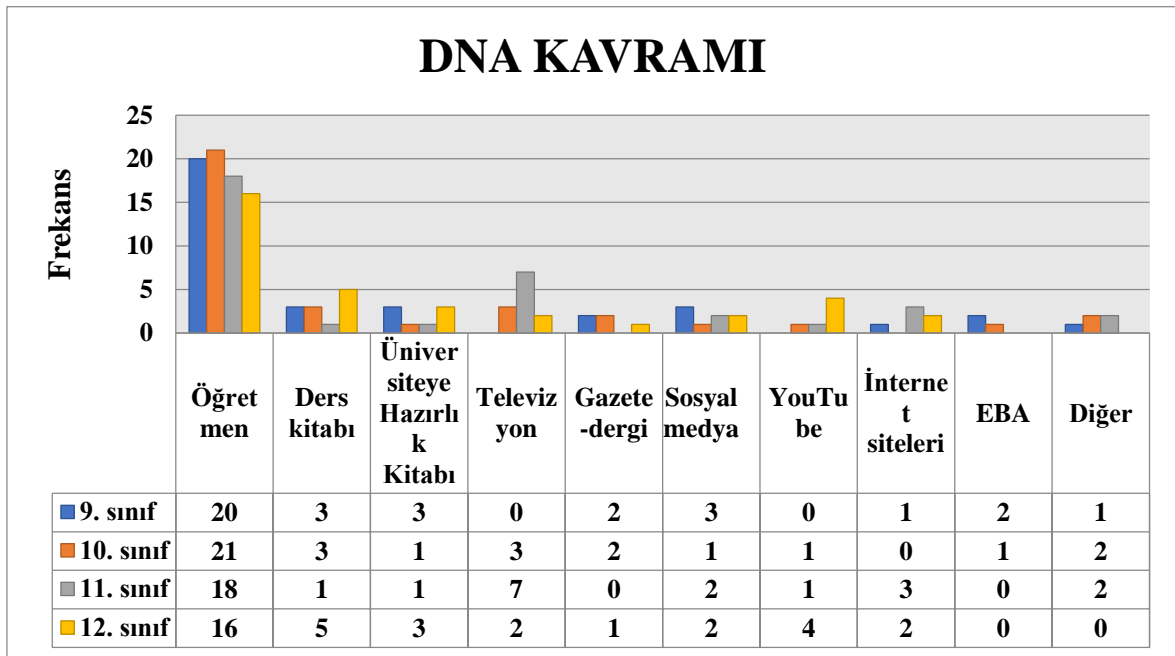
**Şekil 4.51:** Katılımcıların 11. ve 12. sınıfta genetik kavramsallaştırmalarını gösteren özgün zihin haritası.

Genetik anahtar kelimesine çalışma grubunun 11. ve 12. sınıfta ilk sırada yazdıkları kavramdan son sırada yazdıkları kavrama doğru özgün zihin haritası tasarlanmış ve Şekil 4.57 olarak verilmiştir. Bu zihin haritasından çalışma grubunun genetik ana kavramını ilk olarak gen, DNA, biyoloji; en son olarak fenotip, canlı, biyoteknoloji temel anahtar kavramları ile ilişkilendirdikleri anlaşılmıştır. Daire alanı en büyük olan yani frekansı en yüksek temel anahtar kavramlar DNA, gen, kalıtım; daire alanı en küçük ve dolayısı ile frekansı en düşük temel anahtar kavramlar ise biyoteknoloji, adaptasyon, hastalık

olmuştur. Bu zihin haritasında da tüm temel anahtar kavramların daire alanlarının toplamı, ana kavram olan genetik kavramının daire alanına eşit olarak verilmiştir.

#### 4.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

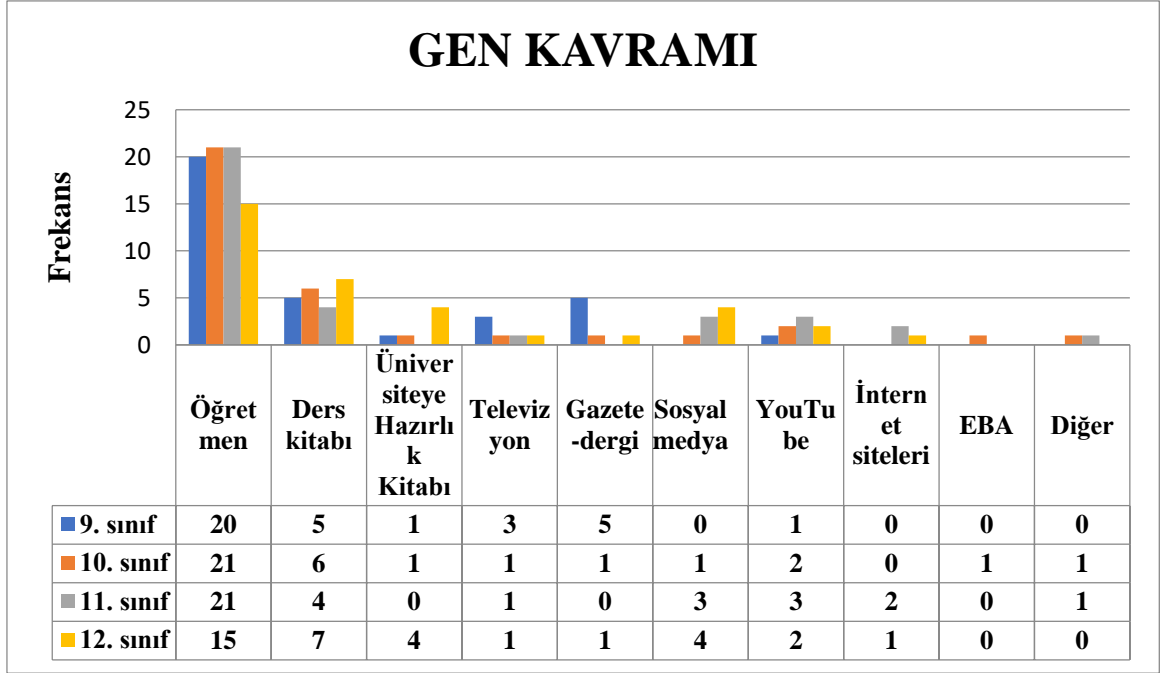
“Ortaöğretim öğrencileri genetik ile ilgili kavramları hangi kaynaklardan öğrenmektedir?” araştırmanın 4. alt problemi olarak verilmiştir. Bunun için oluşturulan Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi’nde genetik ile ilgili kavramlar DNA, gen, mutasyon, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği olarak belirlenmiştir. Testte yer alan “DNA kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna öğrencilerin 9., 10., 11. ve 12. sınıftaki cevapları Şekil 4.52’de gösterildiği gibidir.



**Şekil 4.52:** Çalışma grubunun DNA kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi’ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.

Çalışma grubunun tüm sınıf seviyelerinde DNA kavramını en çok öğretmenden öğrendikleri Şekil 4.52’den anlaşılmıştır. Ayrıca 11. ve 12. sınıfta EBA kaynağını işaretleyen olmamıştır. Diğer seçeneğini işaretleyen öğrencilerden 9. sınıfta olan “Ailemden öğrendim.”, 10. sınıfta olanlardan biri “Çevremden öğrendim.” diğeri “Oyunlardan öğrendim.”, 11. sınıfta olanlardan biri “Ailemden öğrendim.” biri “Dijital dizilerden öğrendim.” açıklaması ile tercihlerini belirtmişlerdir.

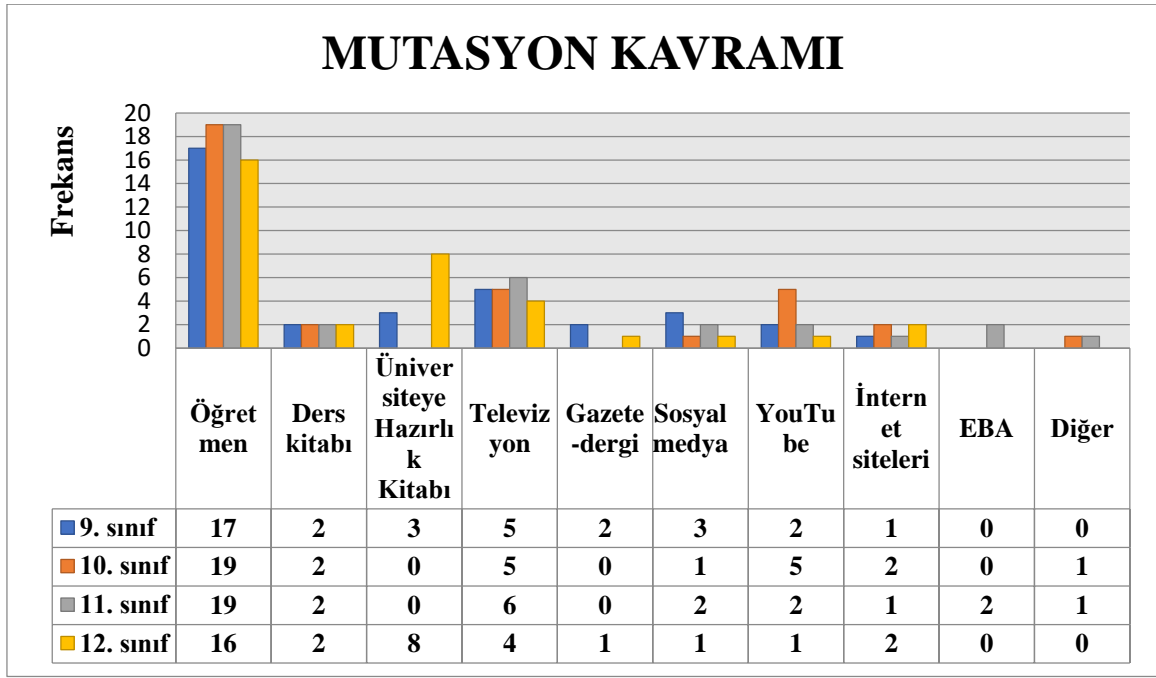
Öğrencilerin testteki “Gen kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna araştırma sürecinde verdikleri cevaplar Şekil 4.53’te gösterilmiştir.



**Şekil 4.53:** Çalışma grubunun gen kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi’ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.

Şekil 4.53’ten çalışma grubunun gen kavramını ortaöğretim boyunca en çok öğretmenden öğrendiği anlaşılmış, 12. sınıfta öğretmen kaynağını tercih edenlerin sayısının azaldığı ve ders kitabı, üniversiteye hazırlık kitabı ve sosyal medya gibi farklı kaynakların öğrenciler tarafından seçildiği görülmüştür. Ayrıca sosyal medya kaynağının 9. sınıftan 12. sınıfa devamlı artarak çalışma grubu tarafından tercih edildiği anlaşılmıştır. EBA kaynağı sadece 10. sınıfta bir öğrenci tarafından işaretlenirken, diğer seçeneğini işaretleyen 10. sınıftaki öğrenci “Oyunlardan öğrendim.”, 11. sınıftaki öğrenci “Ailemden öğrendim.” açıklamasını yapmıştır.

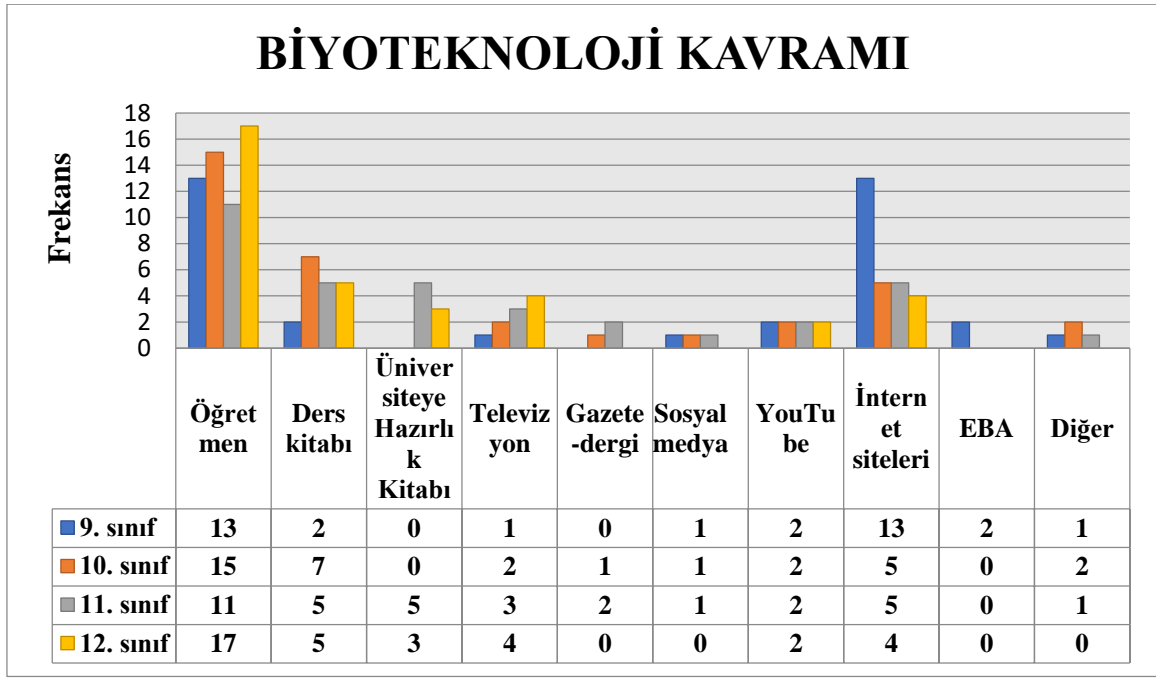
Çalışma grubunun testteki “Mutasyon kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna ortaöğretim boyunca verdikleri yanıtlar Şekil 4.54 ile gösterilmiştir.



**Şekil 4.54:** Çalışma grubunun mutasyon kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.

Çalışma grubunun mutasyon kavramını da ortaöğretim boyunca en çok öğretmenden öğrendiğini ifade ettiği Şekil 4.54'ten anlaşılmıştır. EBA seçeneği bu kavram için sadece 11. sınıfta işaretlenirken, 10. sınıfta “Oyunlardan öğrendim.”, 11. sınıfta “Dijital dizilerden öğrendim.” açıklaması ile diğer seçeneğini cevaplayan öğrenciler olduğu belirlenmiştir. Bu kavram için tüm sınıf düzeylerinde televizyon kaynağının işaretlenmiş olduğu, 12. sınıfta ise 8 öğrencinin üniversiteye hazırlık kitabı kaynağını seçtiği görülmüştür.

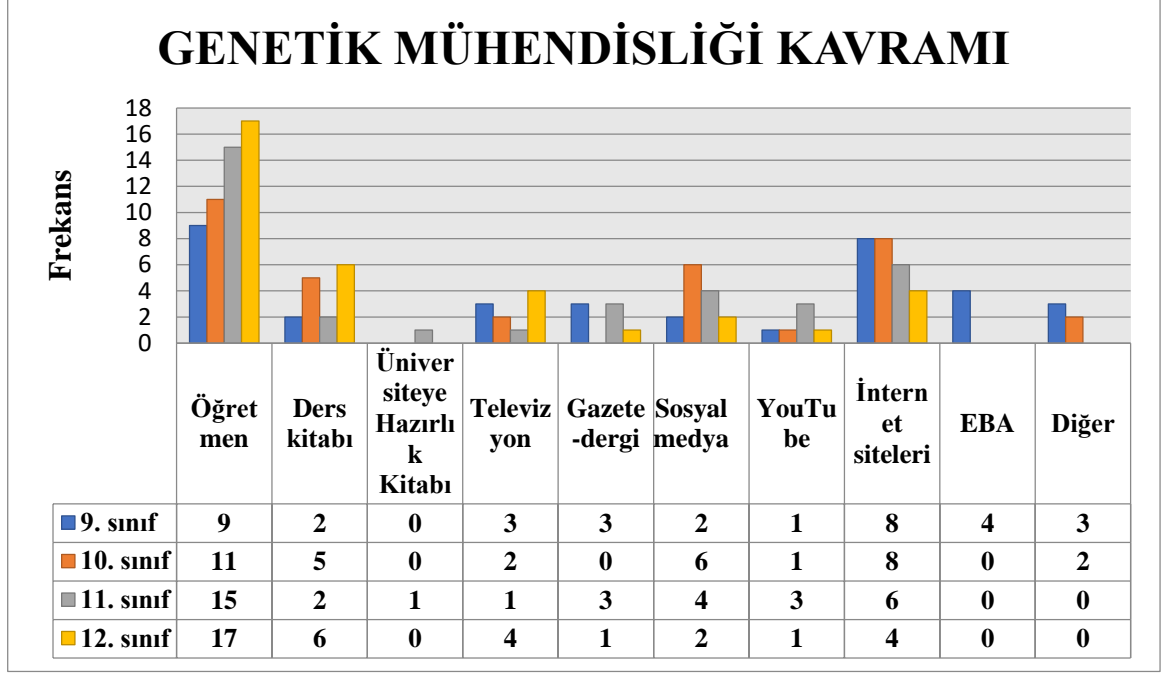
“Biyoteknoloji kavramını nereden öğrendiniz?” test sorusuna 9., 10., 11. ve 12. sınıfta çalışma grubunun verdikleri cevaplar Şekil 4.55'teki gibidir.



**Şekil 4.55:** Çalışma grubunun biyoteknoloji kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.

Şekil 4.55'te biyoteknoloji kavramını çalışma grubu 9. sınıfta iken en çok öğretmenden ve internet sitelerinden öğrendiklerini ifade ederek, ilk defa öğretmenden başka bir kaynağın tercih edildiği bulgusunu açığa çıkarmışlardır. EBA seçeneğinin bu kavram için de tercih edilme frekansı düşüktür ve sadece 9. sınıf çalışma grubu tarafından seçilmiştir. Çalışma grubu verilerinde 9. sınıftan bir öğrencinin “Öğrenmedim.”, 10. sınıftan iki öğrencinin birinin “oyunlardan öğrendim” diğerinin “Öğrenmedim.”, 11. sınıftan bir öğrencinin “Öğrenmedim.” açıklamaları ile diğer seçeneğini işaretledikleri görülmüştür.

Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ndeki “Genetik mühendisliği kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna 9. sınıfta öğrencilerin verdikleri cevaplar Şekil 4.56'daki gibi dağılmıştır.

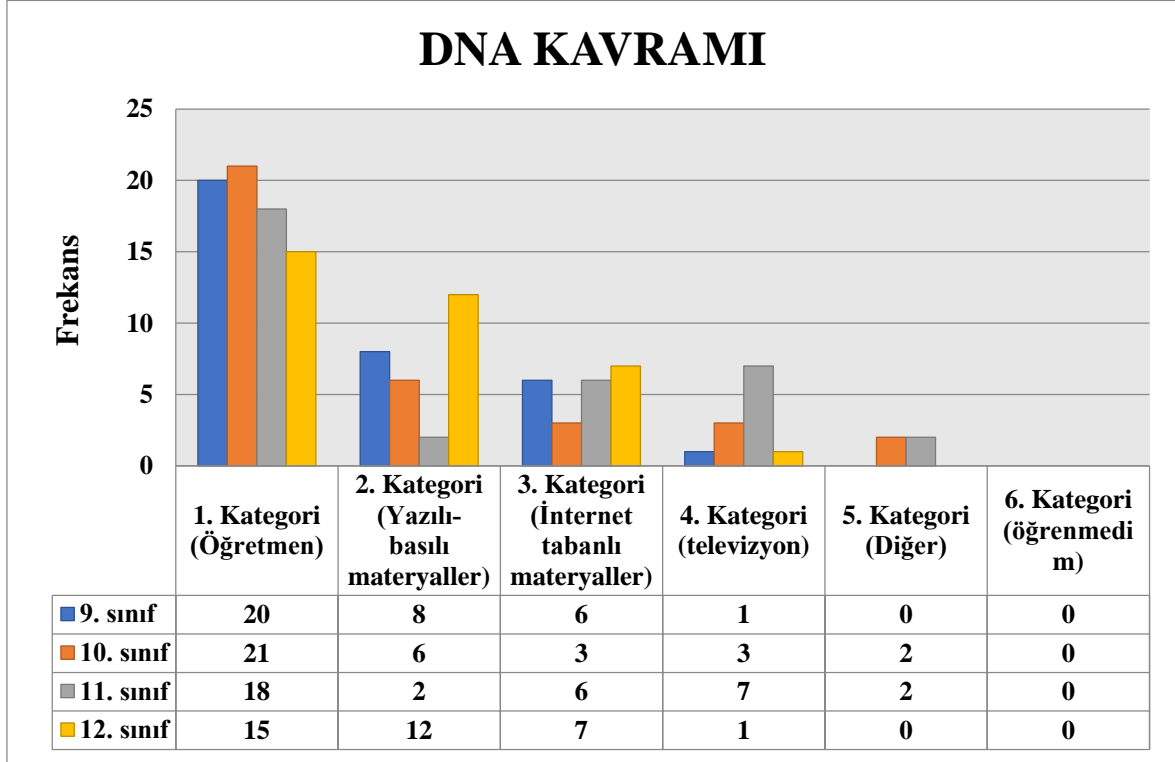


**Şekil 4.56:** Çalışma grubunun genetik mühendisliği kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne ortaöğretim boyunca verdiği cevapların dağılımı.

Şekil 4.56'dan öğrencilerin her sınıf düzeyinde en çok öğretmen kaynağından “genetik mühendisliği” kavramını öğrendikleri belirlense de, 9. sınıfta öğretmen kaynağını tercih eden öğrenci sayısı ( $f = 9$ ) diğer kavramlara göre oldukça düşüktür, bu seviyede öğrenciler internet siteleri ( $f = 8$ ) kaynağını da tercih etmişlerdir. EBA seçeneği ilk defa 4 öğrenci tarafından 9. sınıfta işaretlenmiş, sonrasındaki sınıf düzeylerinde bu kaynağı seçen olmamıştır. 9. sınıfta öğrencilerden ikisi “Çevremden öğrendim.”, biri “Meslek araştırmalarım sonucu kendim öğrendim.”, 10. sınıfta bir öğrenci “Oyunlardan öğrendim.” diğer öğrenci “Öğrenmedim.” açıklamalarıyla diğer seçeneğini işaretlemiş, 11. ve 12. sınıfta diğer seçeneği tercih edilmemiştir.

Tüm sınıf düzeylerinde öğrencilerin kavramları öncelikle öğretmenden öğrendikleri, EBA'nın hiçbir düzeyde yoğun olarak kullanılmadığı grafiklerden anlaşılmaktadır. Öğrencilerin cevapları bir gruptandırmaya tabi tutularak 1. Kategori: öğretmen, 2. Kategori: yazılı- basılı materyaller (ders kitabı, üniversiteye hazırlık kitabı, gazete- dergi, kitap), 3. Kategori: internet tabanlı materyaller (sosyal medya, YouTube, internet siteleri, EBA, oyunlar) 4. Kategori: televizyon, 5. Kategori: diğer (çevreden, aileden, kendim öğrendim), 6. Kategori: öğrenmedim şeklinde sınıflandırılmıştır. Buna göre her bir kavramın sınıf düzeylerinde karşılaştırılması aşağıda gösterilmiştir. Öncelikle DNA

kavramı için çalışma grubunun kategoriler ile hangi kaynaktan öğrendiklerine ilişkin Şekil 4.57 verilmiştir.

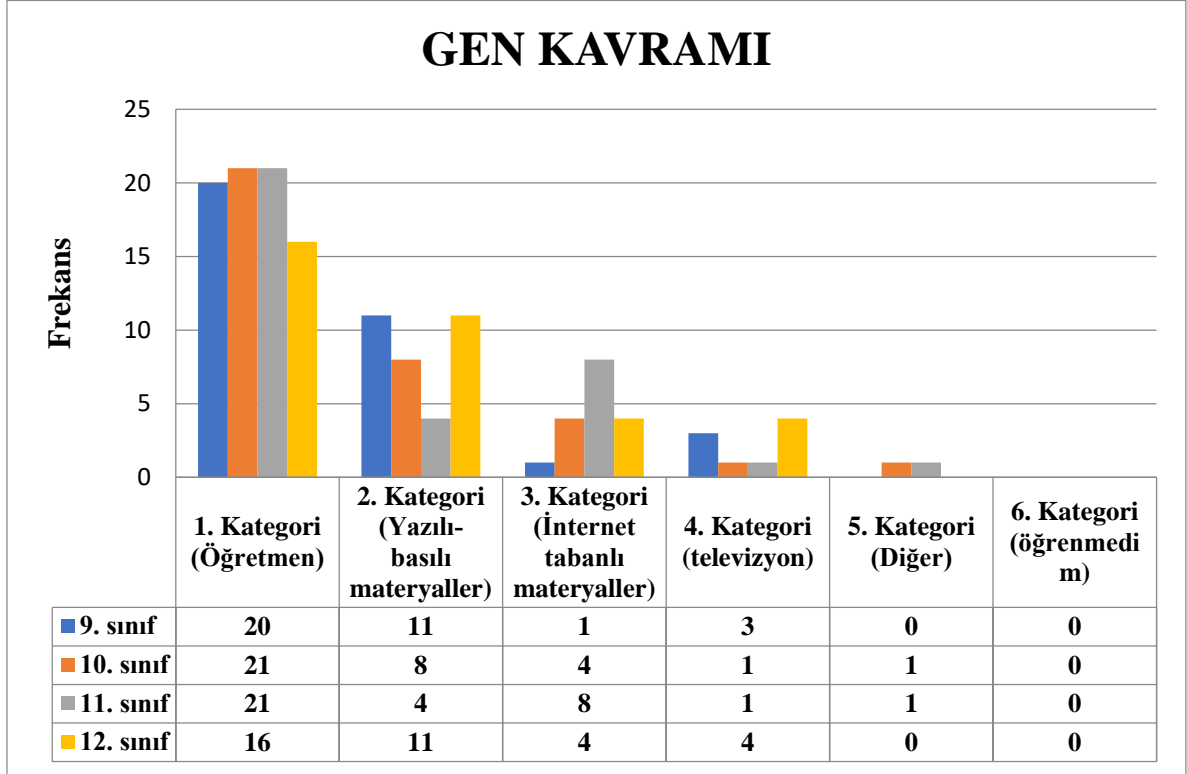


**Şekil 4.57:** Çalışma grubunun DNA kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi’ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.

DNA kavramı için sorulan “DNA kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna 9. sınıf düzeyinde öğrencilerin verdikleri cevaplar Şekil 4.57’de 20’si 1. kategori, 8’i 2. kategori, 6’sı 3. kategori, 1’i 4. kategoride olacak şekilde dağılmıştır. 10. sınıfta ise öğrencilerin 21’i 1. kategori, 6’sı 2. kategori, 3’ü 3. kategori, 3’ü 4. kategori, 2’si 5. kategori; 11. sınıfta 18’i 1. kategori, 2’si 2. kategori, 6’sı 3. kategori, 7’si 4. kategori, 2’si 5. kategori olacak şekilde cevaplar vermişlerdir. 12. sınıfta öğrencilerin 15’i 1. kategori, 12’si 2. kategori, 7’si 3. kategori, 1’i 4. kategoriye giren yanıtlar vermişlerdir. DNA kavramı için en yüksek frekanslı cevabın öğretmen olduğu, 12. sınıfta 12 öğrencinin yazılı basılı materyalleri de çokça işaretlediği görülmüştür. DNA kavramı için yazılı- basılı materyallerin 9. ve 10. sınıfta da çokça tercih edildiği, 11. sınıfta televizyon ve internet tabanlı materyallerin seçilme frekansının yüksek olduğu, internet tabanlı materyallerin 9. ve 12. sınıfta da yüksek frekansta seçildiği belirlenmiştir.



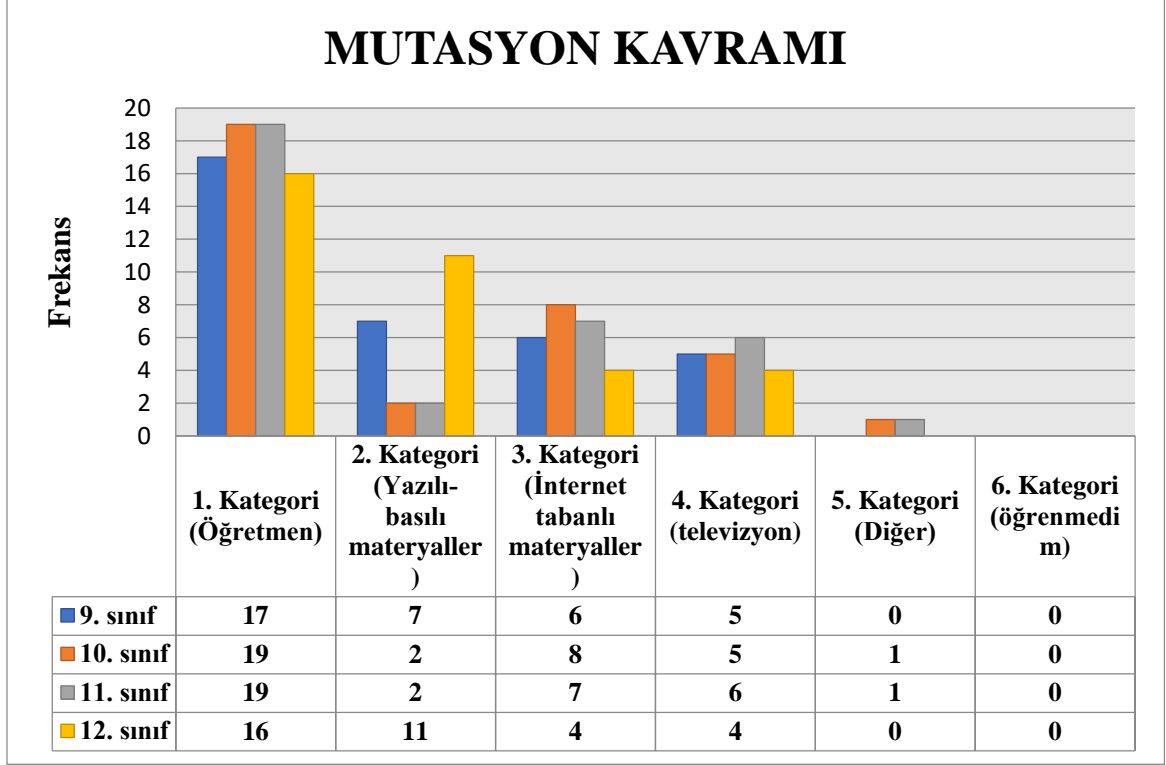
Gen kavramı için çalışma grubu cevaplarının kategoriler ile analizi Şekil 4.58 olarak gösterilmiştir.



**Şekil 4.58:** Çalışma grubunun gen kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.

Gen kavramı için sorulan “Gen kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna Şekil 4.58’de öğrencilerin 9. sınıfta 20’si 1. kategori, 11’i 2. kategori, 1’i 3. kategori, 3’ü de 4. kategori; 10. sınıfta 21’i 1. kategori, 8’i 2. kategori, 4’ü 3. kategori, 1’i 4. kategori, 1’i 5. kategori; 11. sınıfta 21’i 1. kategori, 4’ü 2. kategori, 8’i 3. kategori, 1’i 4. kategori, 1’i 5. kategori, 12. sınıfta 16’i 1. kategori, 11’si 2. kategori, 4’ü 3. kategori, 4’ü 4. kategoride olacak şekilde cevaplar vermişlerdir. Bu kavram için her sınıf düzeyinde en çok öğretmen kaynağının seçildiği, ayrıca öğrencilerin 9., 10. ve 12. sınıfta yazılı- basılı materyalleri yüksek frekansta tercih ettiği, 11. sınıfta internet tabanlı materyallere eğilim gösterdikleri anlaşılmıştır.

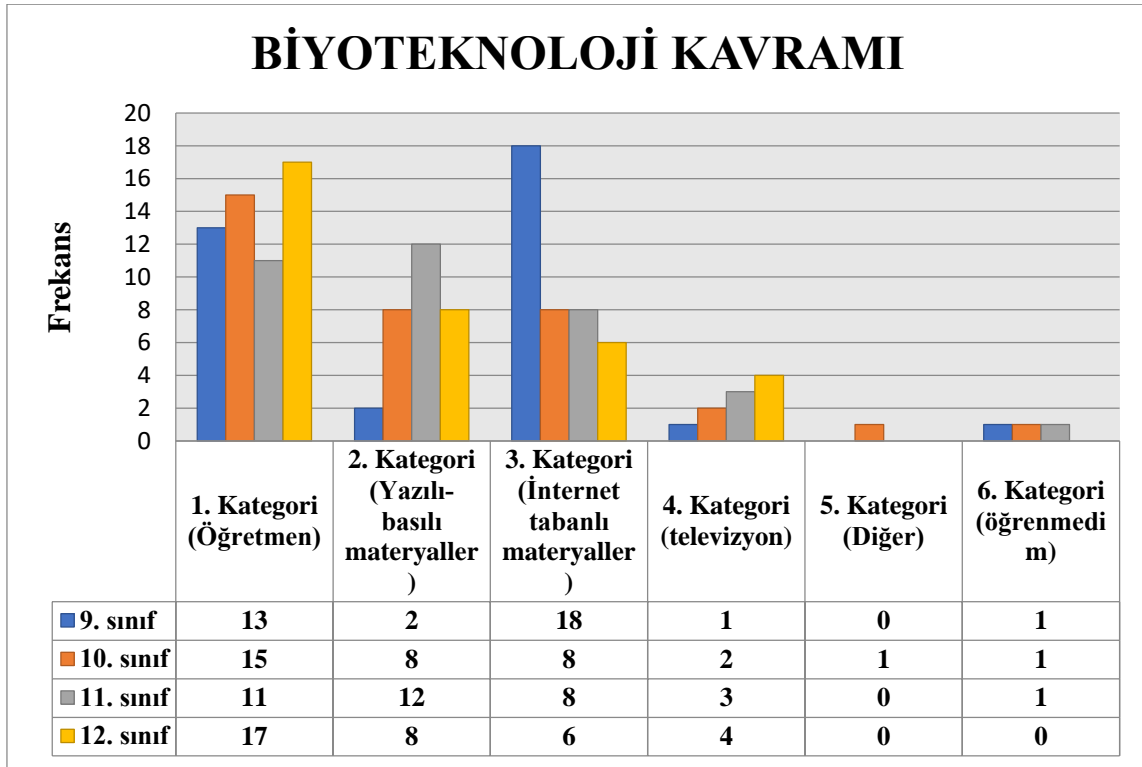
Mutasyon kavramı için Şekil 4.59 verilmiş, böylece çalışma grubu cevapları gösterilmiştir.



**Şekil 4.59:** Çalışma grubunun mutasyon kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.

Mutasyon kavramı için sorulan “Mutasyon kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna Şekil 4.59’da öğrencilerin 9. sınıfta 17’si 1. kategori, 7’si 2. kategori, 6’sı 3. kategori, 5’i 4. kategori; 10. sınıfta 19’u 1. kategori, 2’si 2. kategori, 8’i 3. kategori, 5’i 4. kategori, 1’i 5. kategori; 11. sınıfta 19’u 1. kategori, 2’si 2. kategori, 7’si 3. kategori, 6’sı 4. kategori, 1’i 5. kategori; 12. sınıfta 16’sı 1. kategori, 11’u 2. kategori, 4’ü 3. kategori, 4’ü 4. kategori olacak şekilde cevaplar vermişlerdir. Mutasyon kavramının ortaöğretim boyunca en çok öğretmen kaynağından öğrenildiği, ayrıca 12. sınıfta çalışma grubundan 11 öğrencinin yazılı- basılı materyaller cevabını verdiği belirlenmiştir.

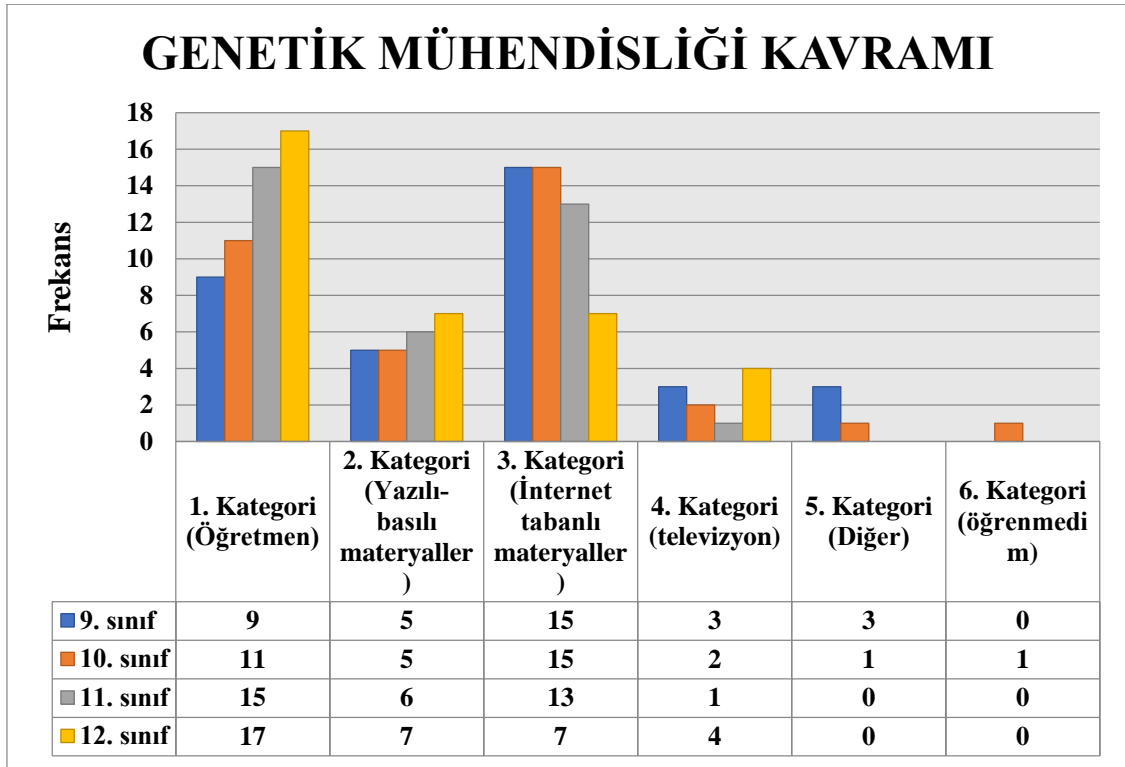
Şekil 4.60 ile biyoteknoloji kavramının çalışma grubu verilerinde hangi kaynaktan öğrenildiği kategoriler ile verilmiştir.



**Şekil 4.60:** Çalışma grubunun biyoteknoloji kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.

Biyoteknoloji kavramı için sorulan “Biyoteknoloji kavramını nerden öğrendiniz?” sorusuna Şekil 4.60’da öğrencilerin 9. sınıfta 13’ü 1. kategori, 2’si 2. kategori, 18’i 3. kategori, 1’i 4. kategori, 1’i 6. kategori; 10. sınıfta 15’i 1. kategori, 8’i 2. kategori, 8’i 3. kategori, 2’si 4. kategori, 1’i 5. kategori, 1’i 6. Kategori; 11. sınıfta 11’i 1. kategori, 12’si 2. kategori, 8’i 3. kategori, 3’ü 4. kategori, 1’i 6. kategori; 12. sınıfta 17’si 1. kategori, 8’i 2. kategori, 6’sı 3. kategori, 4’ü 4. kategoride olacak şekilde cevaplar vermişlerdir. Biyoteknoloji kavramını 9. sınıfta çalışma grubunun 18’i internet tabanlı materyallerden, 13’ü öğretmenden, 11. sınıfta çalışma grubunun 12’si yazılı- basılı materyallerden, 11’i öğretmenden öğrenmişlerdir. Çalışma grubu 10. ve 12. sınıfta en çok öğretmen kaynağını tercih etmiştir.

Genetik mühendisliği kavramının çalışma grubunda hangi kaynaklardan öğrenildiğine ilişkin kategoriler Şekil 4.61 olarak aşağıda verilmiştir.



**Şekil 4.61:** Çalışma grubunun genetik mühendisliği kavramı için Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne verdiği cevapların sınıf düzeylerinde kategoriler ile analizi.

Genetik mühendisliği kavramı için sorulan “Genetik mühendisliği kavramını nereden öğrendiniz?” sorusuna Şekil 4.61’de öğrencilerin 9. sınıfta 9’u 1. kategori, 5’i 2. kategori, 15’i 3. kategori, 3’ü 4. kategori, 3’ü 5. kategori; 10. sınıfta 11’i 1. kategori, 5’i 2. kategori, 15’i 3. kategori, 2’si 4. kategori, 1’i 5. kategori, 1’i 6. kategori; 11. sınıfta 15’i 1. kategori, 6’sı 2. kategori, 13’ü 3. kategori, 1’i 4. kategori; 12. sınıfta 17’si 1. kategori, 7’si 2. kategori, 7’si 3. kategori, 4’ü 4. kategoride olacak şekilde cevaplar vermişlerdir. Genetik mühendisliği kavramı için öğretmen kaynaklı öğrenmelerde 9. sınıftan 12. sınıfa artış olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca internet tabanlı materyallerden öğrenmenin 9., 10. ve 11. sınıfta oldukça fazla olduğu açığa çıkmış, bu sayı 12. sınıfta azalmıştır.

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

### 5.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Ortaöğretim öğrencilerinin farklı sınıf seviyelerinde genetik konusuna ilişkin kavramsal anlamalarının hangi düzeyde olduğunun belirlenmesi amacı ile 9. ve 10. sınıfta uygulanan Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (A Testi) ve 11. ve 12. sınıfta uygulanan İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi (B Testi) bulgularından aşağıdaki sonuçlar açığa çıkmıştır.

Öğrencilerin grup halindeki kavramsal anlama düzeyleri tablosuna göre, A Testi için 1/ a, 1/ b, 4/ a, 7/ a, 7/ b ve 8. soru olmak üzere 6 soruda öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin 10. sınıfta 9. sınıfa göre düştüğü, 5., 6. ve 9. soru olmak üzere 3 soruda düzeylerinin değişmediği, 4/ b, 2/ a, 2/ b ve 10. soru olmak üzere 4 soruda düzeylerinin arttığı anlaşılmaktadır. A Testi 7/ a ve 7/ b sorularında öğrencilere yapılan öğretimden sonra öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarının oluştuğu sonucu açığa çıkmaktadır. Bu sorular Mendel Genetiği ile ilişkili olduğu için, öğrencilerin 8. sınıf Fen bilimleri Dersi Öğretim Programı'na (MEB, 2018b) göre monohibrit çaprazlamayı öğrenerek ortaöğretime geldikleri, 10. sınıf biyoloji dersinde yapılan kazanım odaklı öğretim ile (MEB, 2018a) öğrencilerin kavram yanlışlarının oluştuğu görülmektedir. Bu kavram yanlışlarının oluşmasında öğretmen rol alabileceği gibi, öğrencilerin 9. sınıfın 1. dönem sonundan 11. sınıfın başına kadar uzaktan eğitim gördükleri düşünüldüğünde, farklı kaynakları kullanarak bu kavram yanlışlarına sahip olmaları da olasıdır. Bu araştırmada öğrencilere Genetik Konusunu Öğrenme Kaynağı Testi uygulandığı için, buradan elde edilen bulgulara göre, öğrenciler uzaktan eğitim de alsalar, 9. ve 10. sınıfta DNA, gen ve mutasyon gibi kavramlar için en çok öğretmen kaynağından bilgileri öğrenmeyi tercih etmişlerdir. Bu nedenle kavram yanlışlarının oluşmasında öğretmenin rol aldığı, öğretmenin konuyu aktarırken seçtiği öğretim strateji, yöntem ve tekniklerinin, kullandığı kitabın öğrencilerin kavram yanlışlarının oluşmasında etkili olduğu (Güngör ve Özgür, 2009), dolayısı ile bu kavram yanlışlarının didaktik kökenli kavram yanlışları olduğu düşünülmektedir. Öğretmenlerin konuyu anlatırken kullandıkları ifadelerden öğrencilerin kavram yanlışlarının oluşabileceği bilinmektedir (Coştu, Ayas ve Suat, 2007). Ders kitaplarında geçen bazı ifadelerin, ayrıca öğretmenin anlatımının öğrenciler tarafından özümsemek kavram yanlışlarına dönüştüğü ve bu yanlışların didaktik bir öğrenme engeli oluşturduğu yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Özgür ve Pelitoğlu, 2008; Güngör, 2009; Çuçin,

Özgür ve Güngör Cabbar, 2020). Ayrıca kavram yanlışlarının oluşmasında uzaktan eğitimin de bir etken olduğu düşünülmektedir. Uzaktan eğitim süreçlerinde öğretmenlerin kendilerini yetkin görmemeleri (Bakioğlu ve Çevik, 2020), uzaktan eğitimde deneysel uygulamaların eksikliği (Pınar and Dönel Akgül, 2020) gibi unsurların eğitim- öğretimi olumsuz etkilediği bilinmektedir.

A Testi'nin DNA ile ilgili 5 sorusundan üçünde (1/ a, 1/ b, 4/ a) grup halindeki kavramsal anlama düzeylerinin düştüğü görülmektedir. Öğrenciler, 7. sınıfta “Hücre ve Bölünmeler” ile 8. sınıfta “DNA ve Genetik Kod” ünitelerinde (MEB, 2018b) DNA ile ilgili bilgiler edinerek ortaöğretime gelmişlerdir. Öğrenciler 9. sınıfta “Yaşam Bilimi Biyoloji” ve “Hücre” ile 10. sınıfta “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitelerinde (MEB, 2018a) kazanımlar doğrultusunda DNA'nın yapısına ilişkin daha ayrıntılı öğretim görmüşlerdir. Ancak tüm bu öğretimlerin sonucunda, öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde düşüş yaşanmıştır. DNA ile ilgili A Testi'nin diğer iki sorusuna bakıldığında, 5. soruda herhangi bir değişimin olmadığı (KYİKA), sadece 4. sorunun b şikkında anlamamadan kısmen anlamaya yükselme olduğu belirlenmiştir. Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne göre; DNA kavramının genelde öğretmenden öğrenildiği göz önüne alındığında bu durumun eğitim- öğretim süreçlerinde planlanmayan bir şekilde oluşarak öğretmenden kaynaklandığı düşünülebilir. Bununla birlikte kavramlar fazlaştıkça öğrenciler kavramsal anlamada güçlük yaşamış olabilirler. Johnstone ve Mahmoud (1980), hem öğrenciler tarafından en zor olarak algılanan hem de öğretmenler tarafından aktarılması en zor olan biyoloji konularından birinin genetik olduğunu yaptıkları anketlerle açığa çıkarmışlardır. Bahar (2002) da Türkiye'deki üniversite 1. sınıf öğrencilerinin lisede gördükleri biyoloji dersi hakkında yaptığı araştırma sonucunda, öğrencilerin biyoloji dersinde zorlandıkları 10 konudan 7'sinin genetik ile ilgili olduğunu açığa çıkarmıştır. DNA kavramı ile ilgili araştırmada belirlenen olumsuz durumun hem öğretmen kaynaklı olduğu hem de konu nedeni ile bu şekilde gerçekleştiği tahmin edilmektedir.

Öğrencilerin “Koleraya neden olan bir tür bakteri hücresi ile bir mavi balina hücresinin; a) DNA'larının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırınız. b) DNA'larını çiziniz.” şeklinde A Testi'nin dördüncü sorusunun a şikkı için kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeyinden kavram yanlışlığı düzeyine düşmeleri, b şikkında ise anlamamadan kısmen

anlamaya yükselmeleri öğrencilerin kavramları çizerek kendilerini daha iyi ifade ettikleri sonucunu açığa çıkarmıştır. B Testi'nin 1/ a sorusunda da öğrencilerden çizim yapmaları istenmiş, bu soru için 11. sınıf çalışma grubunun kısmen anlama, 12. sınıf çalışma grubunun anlama düzeyinde olduğu sonucu belirlenmiştir. Öğrencilerin çizimlerle kavramları anlatma becerisine yönelik sonuç, Özcan, Bursa, Çetin ve Çeken (2022) tarafından ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin genetik ile ilgili kendilerine sorulan kavramlara ilişkin örnekler vermeleri istendiğinde, yazarak açıklama yapmaktansa çizimlerle kendilerini ifade etmeyi daha çok tercih ettiklerinin saptanması ile benzeşmektedir.

Öğrencilerin protein sentezi ile ilgili sorulan A Testi'nin 8. sorusunda kavram yanılgısı içeren kısmen anlama düzeyinden, anlamama düzeyine indikleri açığa çıkmıştır. 7. sınıfta öğrenciler Fen Bilimleri dersinde “Hücre ve Bölünmeler” ünitesinde ribozom organelinin görevini öğretim sırasında edinmişler, 9. sınıfta RNA ve ribozomun yapısını ve işleyişini “Yaşam Bilimi Biyoloji” ve “Hücre” ünitelerinde öğrenmişlerdir. 10. sınıfta protein sentezinin nasıl gerçekleştiği ile ilgili herhangi bir kazanım yer almasa da, öğrencilerin canlıların ortak özelliklerinden olan protein sentezini anlamamaları dikkat çekicidir. Sinan, Yıldırım, Kocakulah ve Aydın (2006) tarafından yapılan bir araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarına öğretim öncesinde yapılan kavramsal anlama testi ile öğretmen adaylarının protein sentezi konusunda pek çok hatalı öğrenmelerinin bulunduğu belirlenmiş, bu hatalı öğrenmelerin kaynağının üniversite 2. sınıfa kadar öğrencilerin gördüğü öğretim olduğu belirtilmiştir.

B Testi'nin 7. sorusunda protein sentezi ile ilgili öğrencilerin 12. sınıfta “Genden Proteine” ünitesinde ilk kez görecekları kod, kodon, antikodon kavramları sorulmuştur. Bununla ilgili Tablo 4.2'den kod kavramında öğrencilerin bir sonraki sınıf düzeyinde kavram yanılgısı içeren kısmen anlamadan kısmen anlama düzeyine, kodon ve antikodon kavramları için anlamamadan kodon için kısmen anlama, antikodon için kavram yanılgısı içeren kısmen anlamaya geçtikleri görülmüştür. Antikodon kavramında öğrencilerin geneli kavram yanılgıları geliştirseler de Tablo 4.3'ten protein sentezi kavramı için öğrencilerin 12. sınıfta olumlu bir kavramsal anlama düzeyi değişimi (11. sınıfta kavram yanılgısından 12. sınıfta kısmen anlamaya) gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin kod kavramı

ile ilgili genel olarak kavram yanlışlarının giderildiği görülse de öğrencilerin kod ve kodon kavramları için kısmen anlama düzeyinde kaldıkları ve tam anlamaya geçemedikleri görülmektedir. Kod, öğrencilerin DNA ile ilişkilendirdiği bir kavram olarak 8. sınıfta protein sentezi ile ilişkisi verilmeden anlatılmıştır (MEB, 2018b). 9. sınıfta DNA ve RNA kavramı verilirken kod anlatılmadığı için, öğrencilerin bu kavrama ilişkin kavram yanlışlarını geliştirdikleri, 12. sınıfta konuyu ayrıntılı olarak gördüklerinde kavram yanlışlarının giderildiği düşünülmektedir (MEB, 2018a). Yine de öğrencilerin kod, kodon ve antikodon kavramlarının ilişkilerini tam olarak anlamadıkları kavramsal anlama testleri puanlarından ve tespit edilen kavram yanlışlarından anlaşılmaktadır.

Eksik baskınlık kavramı ile ilgili A Testi'nin 6. sorusu için öğrencilerin 9 ve 10. sınıfta kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeylerinde kaldıkları, aynı durumun eşeye bağlı kalıtım kavramına ilişkin 9. soruda da görüldüğü belirlenmiştir. A Testi'nin 10. sorusunda ise eşeye bağlı kalıtımda öğrencilerin testin ikinci uygulamasında kavram yanlışlığı düzeyinden, kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeyine yükseldikleri görülmüştür. Eşeye bağlı kalıtım, 10. sınıf Biyoloji Öğretim Programı'nda yer aldığı için öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin artması olağan bir sonuçtur. Kavram yanlışlarının dirençli doğası nedeni (Pines ve West, 1986) ile öğrencilerin anlama düzeylerinin artmasına karşın, bu yanlışların grup halinde kaldığı görülmüştür. Pelitoğlu (2006), ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin sindirim sistemi konusuna ilişkin kavram yanlışlarını sindirim sistemi konusunu işlemeden önce ve konuyu işledikten sonra çalışma grubuna ön test ve son test uygulayarak tespit etmiş, bazı öğrencilerde yapılan öğretime rağmen kavram yanlışlarının devam ettiği sonucuna ulaşmıştır.

Varyasyon kavramı için sorulan A Testi'nin 2. sorusunun hem a hem b şıklarında bir sonraki sınıf düzeyinde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin yükseldiği görülmüştür (A şıkında kısmen anlamadan anlamaya, b şıkında kavram yanlışlığı içeren kısmen anlamadan anlama düzeyine çıkmıştır.) . A Testi için ilk defa 2. sorunun b şıkında öğrencilerin kavram yanlışlarının 10. sınıfta giderildiği görülmüştür. Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi'ne göre öğrenciler DNA, gen, mutasyon kavramlarını 9. ve 10. sınıfta en çok öğretmenden öğrenmişlerdir. Kavram yanlışlarının bazılarının öğretim ile birlikte giderilebileceği bilinmektedir. Şahin (2018) tarafından



yapılan bir tez çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarına yapılan kelime ilişkilendirme testleri ile çalışma grubunun genetik konusuna ilişkin bilişsel yapıları açığa çıkarılmış, kavramsal değişim metinleri, kavram karikatürleri gibi yollarla öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının bazılarının giderildiği gözlenmiştir.

Tablo 4.2’den B Testi için ikinci uygulamada 1/ a, 1/ b, 3, 7/ a, 7/ b, 7/ c olmak üzere 6 soruda kavramsal anlama düzeylerinde yükselme olduğu, 6 soruda (2/a, 2/ b, 4, 8, 9/ a ve 9/ b) kavramsal anlama düzeylerinde değişme gözlenmediği, sadece 5. soruda kavramsal anlama düzeylerinde düşüş yaşandığı belirlenmiştir. Buna göre öğrenciler B Testi’nde A Testi’ne göre bir sonraki sınıf düzeyinde daha başarılı olmuşlardır. B testi için DNA kavramında 12. sınıfta 1. sorunun a şıkkında öğrencilerin kısmen anlamadan anlamaya, b şıkkında ise kavram yanlışlığı içeren kısmen anlamadan anlamaya geçtikleri görülmüştür. Şekil 4.78’e göre öğrencilerin DNA’yı 11. sınıfta en çok öğretmenden, 12. sınıfta en çok öğretmen ve yazılı- basılı materyallerden öğrendikleri açığa çıkmıştır. MEB Öğretim Programına göre (MEB, 2018a; MEB, 2018b) çalışma grubunun 8. sınıfta DNA’nın kendini eşlemesini “DNA ve Genetik Kod” ünitesinde genel olarak öğrendikten sonra, 9. sınıfta “Yaşam Bilimi Biyoloji” ünitesinde DNA’nın yapısını temel düzeyde gördükleri, 12. sınıfta “Genden Proteine” ünitesinde detaylı bir şekilde öğrendikleri bilinmektedir. Bunlara göre, yapılan öğretim ve yazılı basılı kaynakların öğrenciler tarafından sıklıkla kullanımı ile öğrencilerin 12. sınıfta üniversite sınavında çıkan bu konuyu genel hatları ile anladıkları ve kavram yanlışlarının genel olarak giderildiği görülmektedir. Ancak yine replikasyon ile ilgili sorulan 2. sorunun a ve b şıklarında öğrencilerin kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeylerinde kaldığı, replikasyonun prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki benzerlik ve farklılıklarına ilişkin kavram yanlışlarının devam ettiği belirlenmiştir. Bu sonuç, prokaryot hücrelerle ökaryot hücrelerin replikasyon farkının sadece 12. sınıf biyoloji dersinde verilmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Mutasyon kavramı için B Testi’nin 3. sorusunda öğrencilerin kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeyinde kaldıkları belirlenmiştir. Bu kavramı Şekil 4.79’a göre çalışma grubunun 11. sınıfta en çok öğretmenden, 12. sınıfta en çok öğretmen ve yazılı- basılı materyallerden öğrendikleri bilinmektedir. Mutasyonların DNA’daki engellenme mekanizmasının sadece 12. sınıfta “Genden Proteine” ünitesinde sınırlı bir şekilde yer aldığı, görsellerinin ise ders kitabında hiç bulunmadığı bu nedenle de öğrencilerin kısmen

anlama ile çeşitli kavram yanılgıları geliştirdiği düşünülmektedir. Mutasyon kavramı ile ilgili ülkemizde yapılan çalışmalarda ve yurtdışında pek çok kavram yanılgısına rastlanmıştır. Alanyazında mutasyonun öğrencilerin sıklıkla kavram yanılgıları geliştirdikleri bir konu olduğu belirtilmiştir (Sinan, Yıldırım, Kocakülâh ve Aydın, 2006; Graf, Tekkaya, Kılıç ve Özcan, 2011; Akyürek ve Afacan, 2014; Ünlü, 2015; Champagne Queloz ve diğerleri, 2017; Fisler, Krishnamurthi ve Tunnell Wilson, 2017; Pazza, Penteado ve Kavalco, 2010; Gusmalini ve Wulandari, 2020; Wasendorf ve diğerleri, 2022).

Eşeye bağlı kalıtım kavramı 10. sınıf Biyoloji Öğretim Programı'nda yer alan, 11. ve 12. sınıfta öğrencilerin biyoloji dersinde işlemedikleri bir kavramdır. Bu kavramın 11. ve 12. sınıfta öğrencilere sorulmasının sebebi, öğrencilerin bu konudaki kavramsal anlama düzeylerinin zaman içindeki değişimini belirlemektir. Bu kapsamda A Testi'nin 10. sorusu ve B Testi'nin 4. sorusu X kromozomuna bağlı çekinik bir gen ile aktarılan hastalıklar ile ilgilidir. Buna göre; öğrencilerin B Testi'nde 11. ve 12. sınıfta kısmen anlama düzeyinde oldukları ve bu konuda A Testi'ne göre (9. sınıfta kavram yanılgısı, 10. sınıfta kavram yanılgısı içeren kısmen anlama) daha üst düzeyde yer aldıkları açığa çıkmıştır. Bilişsel gelişimin yaş ile birlikte genel olarak arttığı (Burlson, 1984) göz önüne alındığında, bu durum öğrencilerin yaş ile birlikte bilişsel gelişimlerinin artması ile ilişkili olabilir. Bu durumda öğrencilerde tespit edilen kavram yanılgıları, bilişsel gelişim ile ilgili ontogenetik kökenli kavram yanılgıları (Güngör ve Özgür, 2009) olarak nitelendirilebilir. Ayrıca öğrencilerin üniversite sınavına hazırlık sürecinde olmalarının da olumlu bir şekilde öğrenmelerine etki ettiği düşünülmektedir. A Testi'nin 9. sorusu eşeye bağlı kalıtım kavramına ilişkin Y kromozomu ile kalıtılan bir hastalık ile ilgilidir ve bu soru için öğrencilerin kavram yanılgısı içeren kısmen anlama düzeyinde oldukları anlaşılmaktadır. Topçu (2004) eşeye bağlı kalıtım konusunda 8. sınıf öğrencilerinin pek çok kavram yanılgısı geliştirdiklerini çalışması ile göstermiştir.

Genetiği değiştirilmiş organizma kavramı için sorulan B Testi'nin 8. sorusunda öğrencilerin puanlarının 12. sınıfta 0,5'lik bir düşüş gösterse de öğrencilerin her iki sınıf seviyesinde kısmen anlama düzeyinde kaldığı belirlenmiştir. Genetiği değiştirilmiş organizma, biyoteknoloji kapsamında ele alınan bir kavramdır. Biyoteknolojiyi, MEB Öğretim Programı'na (MEB, 2018a; MEB, 2018b) göre öğrenciler 8. ve 12. sınıfta

öğrenmişlerdir. Şekil 4.81'e göre biyoteknoloji kavramını öğrenciler 11. sınıfta en çok yazılı- basılı materyaller ve öğretmenden, 12. sınıfta en çok öğretmen ve yazılı basılı materyallerden öğrenmiştir. Klonlama kavramı için sorulan B Testi'nin 9. sorusunun a şıkkı için; öğrencilerin kısmen anlama düzeyinde, b şıkkında kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeyinde kaldıkları belirlenmiştir. Klonlamanın nasıl olduğu ile ilgili birbirine bağlantılı olarak sorulan bu soruların yanıtlarının, 8. ve 12. sınıf kapsamında olduğu (MEB, 2018a; MEB, 2018b) bilinmektedir. Şekil 4.81'e göre genetik mühendisliği kavramını 9. ve 10. sınıfta öğrencilerin en çok internet tabanlı materyallerden, 11. sınıfta sıklıkla öğretmen (n= 15) ve internet tabanlı materyallerden (n= 13), 12. sınıfta en çok öğretmenden öğrendikleri açığa çıkmıştır. Öğrencilerin internet tabanlı materyallerden bu kavramı öğrendikleri için internetteki bilgi kirliliğinin kavram yanlışlıklarının devam etmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Semenderoğlu ve Aydın (2014) 12. sınıf öğrencileri (n= 37) ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin klonlama, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularında pek çok kavram yanlışlığına sahip olduklarını açığa çıkartmıştır. Deveci ve Yıldız (2022), fen bilimleri öğretmenleri ile yaptığı görüşmeler sonucunda çalışma grubunun (n= 10) klonlama ile ilgili pek çok kavram yanlışlıklarının bulunduğunu açığa çıkarmışlardır.

Embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramında sorulan 5. soruda ikinci uygulamada öğrencilerin kısmen anlamadan, kavram yanlışlığı içeren kısmen anlama düzeyine düştükleri görülmektedir. Bu soru, B Testi için kavramsal anlama düzeyinde düşüşün yaşandığı tek sorudur. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji konuları ile ilgili kavramları ortaöğretim öğrencilerinin öğrenilmesi zor olarak gördükleri bilindiği için (Sıcaker ve Aydın, 2015), bu sonuç olağan olarak karşılanabilir. Bununla birlikte, bu düşüşe embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramının alt kavramı olan gen terapisi kavramının sadece 12. sınıfta öğretilmesi ve bu kavrama ilişkin üniversiteye hazırlık sınavlarında çok fazla soru sorulmamasının neden olduğu düşünülmektedir.

Kavramlar için yapılan kavramsal anlama düzeyleri tablosundan, A Testi için öğrencilerin 9. sınıftan 10. sınıfa geçtiklerinde varyasyon kavramının kavramsal anlama düzeyinde bir artışın olduğu, diğer kavramlar için düzeylerin ya aynı kaldığı ya da düştüğü görülmektedir. B Testi'nde ise öğrencilerin bir sonraki sınıf düzeyi için sadece embriyonik

dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramında kavramsal anlama düzeylerinin düştüğü, diğer kavramlar için ya aynı düzeyde kaldığı ya da 12. sınıfta 11. sınıfa göre düzeylerinde yükselme olduğu belirlenmiştir.

Birinci alt probleme ilişkin sonuçlardan, uzaktan eğitim ve internet kaynaklı materyallerin çeşitli kavram yanlışlarına yol açtığı, yapılan öğretim ile kavram yanlışlarının bazen giderilebildiği, bazen de yapılan öğretim sonucu öğrencilerin kavram yanlışlarının oluştuğu, bu yanlışların çoğunun didaktik kökenli olduğu anlaşılmıştır. Öğrencilerin çizim yaparak kendilerini daha iyi ifade ettiği, ayrıca 12. sınıfların kavramsal anlama düzeylerinin yüksek olduğu, çalışma grubunun B Testi'nde A Testi'ne göre daha başarılı olduğu açığa çıkmıştır.

## **5.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Ortaöğretim öğrencilerinin genetik kavramı ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi amacı ile çalışma grubuna 9. ve 10. sınıfta A Testi, 11. ve 12. sınıfta B Testi uygulanmış, testlerden elde edilen sonuçlar bu bölümde verilmiştir. A Testi'nin 3. sorusu ve B Testi'nin 6. sorusu kavram yanlışlarını tespit etmek için sorulan doğru- yanlış sorularıdır ve seviye puanlama anahtarı ile puanlanmamıştır, bu sorularda doğru yanıtlar 1, yanlış yanıtlar 0 olarak puanlanmıştır. Tablo 4.2'ye göre; bu sorularda bir sonraki sınıf düzeylerinde puan artışlarının olduğu görülmektedir (A Testi'nin 3. sorusunda 9,5 puandan 10 puana, B Testi'nin 6. sorusunda 4 puandan 5 puana yükselme olmuştur.). Doğru- yanlış soruları kavram yanlışlarının tespit edilmesi amacını taşıyan önermelerden oluştuğundan, bu testlerden elde edilen puanların artışı, öğrencilerin bu sorularda sorulan mutasyon ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarının kısmen azaldığını göstermesi açısından önemlidir.

Bulgularda DNA, mutasyon, varyasyon, Mendel genetiği, eşeye bağlı kalıtım, eksik baskınlık, protein sentezi, GDO, klonlama ve embriyonik dönemdeki kalıtsal hastalıklar kavramları için öğrencilerin çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bulgular kavram yanlışları alanında yapılan pek çok çalışmayı destekler niteliktedir. Gen, DNA ve kromozom kavramlarına ilişkin bulunan çeşitli kavram yanlışları, Lewis ve

Wood- Robinson (2000), Şahin ve Parim (2002), Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas (2006), Aydın (2011), Semenderoğlu (2012) ile Dönel- Akgül ve Çolak'ın (2021) çalışmaları ile saptadıkları bulgularla paraleldir. Bunlara göre öğrencilerin gen, DNA ve kromozom arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlandıkları gözlenmektedir.

Bu çalışmada “Bakteri DNA’sı ile balina DNA’sı arasında hiçbir fark yoktur.”, “Bakteri DNA’sı da mavi balina DNA’sı gibi çekirdek içinde bulunur.” şeklinde bulunan kavram yanılgıları, Semenderoğlu’nun (2012) çalışmasında bitki ve bakterilerin DNA’sının benzer olduğu kavram yanılgısı ile benzerlik göstermektedir. Aydın’ın (2011) çalışmasında belirlediği “Babasının genleri baskın olan kız çocuğunda hemofili hastalığı görülmez, annesinin genleri baskın olan erkek çocuğunda hastalık görülür.” şeklindeki kavram yanılgısı, bu çalışmadaki “Hemofili dişilerde baskın erkek geni ile erkeklerde baskın dişi geni ile aktarılır.” kavram yanılgısı ile benzerlik göstermektedir.

Öğrenciler mutasyonun DNA’da meydana gelebilen bir olay olduğunu genel olarak anlasalar da mutasyonun hangi hücrelerde ve ne amaçla, hangi nedenlerle gerçekleştiğini özümsemekte zorluk çekmektedirler. Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıfta toplam % 17.142’sinde gözlenen “Mutasyon ortama uyum sağlamaktır.” kavram yanılgısı, Cho (1985) tarafından belirlenen mutasyonun olumsuz çevre değişikliklerine karşı hayatta kalmak için yapıldığı kavram yanılgısı ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca çalışmada tespit edilen mutasyonların her zaman zararlı olduğu kavram yanılgısı, Duncan, Rogat ve Yarden (2009) tarafından mutasyonların öğrenciler tarafından olumsuz çağrışımlarla eşleştirilmesi sonucu ve Ünlü (2015) tarafından tespit edilen “Tüm mutasyonlar zararlıdır.” yanılgısı ile örtüşmektedir.

Bulgulardan hareketle, A Testi’nin 1. sorusu için 50. öğrencide tespit edilen “DNA kromozomu, kromozom genleri oluşturur.” kavram yanılgısı, öğrenci 9. sınıftan 10. sınıfa geçtiğinde de devam etmiştir. Aynı şekilde A Testi’nin 7. sorusunun a şıkkı için 9. sınıfta ve 10. sınıfta 51. öğrenci “Mendel yasaları, eşey kromozomları ile ilgilidir.” şeklindeki kavram yanılgısını sürdürmüştür. A Testi’nin 10. sorusunda gözlenen “Kırmızı- yeşil renk körlüğüne Y kromozomu neden olmuştur.” kavram yanılgısı 10. ve 40. öğrencide her iki sınıf düzeyinde belirlenmiştir. B Testi’nin 4. sorusu için tespit edilen kavram

yanılığlarından biri olan “Hemofili otozomal bir hastalıktır.” her iki uygulamada da 10., 31., 53. ve 56. öğrencilerde belirlenmiştir. Aynı soruda “Hemofili X kromozomu üzerinde baskın gen ile taşınır.” kavram yanılığı ise 34. öğrencide her iki sınıf düzeyinde gözlenmiştir. Bulgularda bunun gibi devam eden kavram yanılığlarına rastlamak mümkündür. Öğrencilerin 9. sınıftan 10. sınıfa veya 11. sınıftan 12. sınıfa geçtiklerinde bulgular kısmında saptanan aynı kavram yanılığlarına sahip olmaları, kavram yanılığlarının dirençli doğası ile ilişkilidir.

A Testi'nin 5. sorusunda DNA'nın vücut ve cinsiyet hücrelerindeki durumu ile ilgili belirlenen kavram yanılığlarının çoğunluğunun 10. sınıfta bulunmasının, 10. sınıfta “Hücre Bölünmeleri” ünitesinin görülmesi ile ilişkili olduğu ve yapılan öğretim sonrasında öğrencilerde kavram yanılığlarının olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile benzer bir sonucu olan bir araştırma Özcan, Yıldırım ve Özgür (2012) tarafından yapılmış, çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının DNA'nın kendini eşlemesi, homolog kromozomlar, mitoz bölünme ve mayoz bölünme ile ilgili kavram yanılığlarının olduğu açığa çıkarılmıştır. Öğretim sonrasında artan kavram yanılığlarına A Testi'nin 10. sorusunda gözlenen “Kırmızı- yeşil renk körlüğüne Y kromozomu neden olmuştur.” kavram yanılığının 10. sınıfta “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesinden sonra frekansının yükselmesi örnek olarak verilebilir. Bununla birlikte aynı soruda 13. ve 38. öğrencilerde belirlenen “Kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığı geni anneden gelir.” kavram yanılığı 9. sınıftan 10. sınıfa geçildiğinde ortadan kalksa da bu sefer bu öğrencilerin “Erkeklerdeki Y kromozomu kırmızı- yeşil renk körlüğü hastalığına neden olmuştur.” şeklinde kavram yanılığlarına sahip oldukları görülmektedir. 38. öğrenci “Kırmızı yeşil renk körlüğü X ve Y kromozomları ile kalıtılır.” şeklindeki cevabı ile KYİKA kategorisinde değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin kavramsal anlama testlerine verdikleri cevaplar incelendiğinde “Y kromozomu erkeklere avcı özellik verir.” (öğrenci 45, A Testi'nin 5. sorusu, 10. sınıf), “Balık pulluluk erkek genlerden kaynaklanır” (öğrenci 24, A Testi'nin 9. sorusu, 9. sınıf) , “Hemofili dişilerde baskın erkek geni ile erkeklerde baskın dişî geni ile aktarılır.” (öğrenci 8, B Testi'nin 4. sorusu, 11. sınıf) kavram yanılığları, öğrencilerin genlere erkeklik ve dişilik atfettiğini göstermektedir.

B Testi'nin 5. sorusu için 11. sınıfta 31. öğrencide saptanan “Çocuklar spermin büyümesi ile oluştuğu için erken embriyonik dönemdeki sorunların önlenmesi amacı ile hamilelik öncesinde sperm güçlendirilmelidir.” kavram yanlışlığı, yapılan öğretime rağmen öğrencilerde kültürel kavram yanlışlarının dirençli bir şekilde devam edebileceğini göstermesi açısından önemlidir. Bu kavram yanlışlığı Gottheiner ve Siegel (2012) tarafından ortaokul öğrencilerinde gözlenebildiği belirlenen “Babanın genleri annenin genlerinden güçlüdür.” ifadesi ile benzerdir. Öğrencilerin bazılarının aynı soruda “Tüp bebek tedavisi yapılarak kalıtsal hastalıklar engellenir.” (öğrenci 34), “Hamilelik döneminde MR çekilerek erken embriyonik dönemdeki sorunlar belirlenir.” (öğrenci 8, öğrenci 27, öğrenci 53) kavram yanlışlarına 12. sınıfın sonunda bile sahip olmaları, öğrencilerin güncel konulardaki kavram yanlışlarını göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Tablo 4.4'teki bulgulardan öğrencilerin özellikle protein sentezi, mutasyon, DNA, replikasyon, eşeye bağlı kalıtım gibi kavramlarda çok sayıda kavram yanlışlığının bulunduğu sonucu açığa çıkmaktadır. Genetiğin alanyazında zor bir konu olarak çeşitli araştırmalarda (Büyükkol, 2019; Yıldızay, 2020) geçmesi dolayısı ile bu kavram yanlışlarının tespit edilmesi olağandır. Mutasyon ve protein sentezi kavramlarında kavramsal anlama testlerinin doğru- yanlış sorularına verilen cevap frekansları açık uçlu sorulara verilen cevaplardan daha fazla olduğu için kavram yanlışlarının frekansları da farklı çıkmıştır. Bu durumun öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara daha çok cevap verme eğiliminden kaynaklandığı söylenebilir. Bu çalışmada 9. sınıfta “Protein sentezi lizozomda gerçekleşir.” şeklinde ribozom ve lizozomun karıştırılması sonucu dil nedeni ile oluşan kültürel kökenli bir kavram yanlışlığı (Güngör ve Özgür, 2009; Çuçin, Özgür ve Güngör Cabbar, 2020) belirlenmiş, bu yanlışlığın 10. sınıfta giderildiği görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin kod, kodon, antikodon kavramlarını sadece 12. sınıfta görmeleri nedeni ile bu kavramları tam olarak özümseyemedikleri ve kavram yanlışları içeren cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Bulgular incelendiğinde öğrencilerin kavram yanlışlarının frekanslarının çok fazla olduğu, örneğin “Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir.” kavram yanlışlığına 11. sınıfta % 32.857, 12. sınıfta % 18.571 oranında rastlandığı belirlenmiştir. Kavram yanlışlarının frekanslarına bakıldığında toplam frekansı % 58.571 olarak örnekte verilen kavram yanlışlığının frekans toplamından (% 51.428) daha fazla yüzdeliğe sahip olan kavram yanlışlığı bulunmaktadır. Ancak hem ilköğretimde hem de

ortaöğretimde öğretilen protein sentezinin şifresinin DNA tarafından iletildiği bilgisinin, 11. ve 12. sınıf öğrencilerinde hala özümsememiş olması nedeni ile bu örnek özellikle seçilmiştir. Daha sağlıklı bir öğretim için protein sentezine ilişkin temel oluşturan kod, kodon, antikodon gibi kavramların 9. sınıfta “Yaşam Bilimi Biyoloji” ünitesinde DNA ve RNA kavramları kazanımlarına dahil edilmesi gerekmektedir.

“Tüm protein sentezleri için önce DNA’nın kendini eşlemesi gerekir.” kavram yanlışlığına çalışma grubunun 11. sınıfta % 18.571’sinin, 12. sınıfta % 20’sinin sahip olduğu açığa çıkmıştır. Bu kavram yanlışlığı daha önce Sinan, Yıldırım, Kocakulah ve Aydın (2006) ve Sinan ve Uşak (2015) tarafından da tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar bu yanlışlığa MEB ders kitabında yer alan “santral dogma” şemasının neden olduğunu söylemişlerdir. Sinan ve Uşak (2015) bu şemanın kavramsal açıdan geçerli formu ile değiştirilmesini veya tamamen çıkarılmasını önermiştir. Ancak yapılan bu çalışma, aynı yanlışlığın öğrencilerde MEB ders kitabında “santral dogma” şeması verilmediği halde yüksek oranda görüldüğünün belirlenmesini sağlaması açısından önemlidir.

### **5.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Ortaöğretim öğrencilerinin genetik temel kavramını hangi kavramlarla hangi sıklıkta ve sıralamada ilişkilendirdiğinin anlaşılması amacı ile çalışma grubuna Genetik Anahtar Kavramı Anketi ortaöğretim boyunca uygulanmış, anketten elde edilen bulgular ile iki özgün zihin haritası oluşturulmuştur. Çalışma grubunun 9. ve 10. sınıftaki özgün zihin haritasına göre; öğrencilerin ilk akıllarına gelen kavramlar DNA, gen ve biyoloji olurken; 11. ve 12. sınıftaki özgün zihin haritasında bu kavramlar gen, DNA ve biyoloji şeklinde sıralanmaktadır. Sıralamalar değişse de çalışma grubunun en önce aklına gelen ilk üç kavramın ortaöğretim boyunca aynı şekilde kalması ilginçtir. Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nın 12. sınıfında bulunan “Genden Proteine” ünitesinin kazanımları incelendiği zaman, genetik konusuna ilişkin pek çok farklı konu ve kavramın yer aldığı görülmektedir (MEB, 2018a). Buna rağmen 11. ve 12. sınıfı temsil eden özgün zihin haritasında öğrencilerin aklına gelen ilk üç kavram değişmemiştir. Sonuç olarak, bilgi düzeylerinden bağımsız bir şekilde öğrencilerin genetik temel kavramını ortaöğretim boyunca ilk üçte aynı kavramların sıralanması ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir.



DNA ve gen kavramları ortaöğretim boyunca öğrencilerin en çok söyledikleri kavram olmuştur. Öğrencilerin en çok söyledikleri 3. kavram 9. ve 10. sınıfta biyoloji olurken, 11. ve 12. sınıfta kalıtım şeklinde yer almıştır. 9. ve 10. sınıfta olup 11. ve 12. sınıfta olmayan kavramlar ise soyağacı, varyasyon ve üremedir. Soyağacı, varyasyon ve üreme kavramlarının 9. ve 10. sınıfta açığa çıkıp 11. ve 12. sınıfta görülmemesinin nedeni, soyağacı ve varyasyon kavramının 10. sınıfta “Kalıtımın Genel İlkeleri” ünitesinde, üreme kavramının da yine 10. sınıfta “Hücre Bölünmeleri” ünitesinde ders kitabında kazanımlar doğrultusunda yer alması olabilir. 11. ve 12. sınıfta olup 9. ve 10. sınıfta olmayan kavramlar ise protein, adaptasyon ve biyoteknoloji olarak görülmektedir. 12. sınıfta protein ve biyoteknoloji kavramlarının “Genden Proteine” ünitesinde, adaptasyon kavramının “Canlılar ve Çevre” ünitesi içinde yer alması nedeniyle öğrencilerin 11. ve 12. sınıfta bu kavramlarının ortaya çıkmış olması olağan olarak kabul edilebilir. 9. ve 10. sınıfta öğrencilerin aklına en son gelen kavramlar mutasyon, hücre ve üreme olurken; 11. ve 12. sınıfta bu kavramların yerini fenotip, canlı ve biyoteknoloji almıştır. Özellikle biyoteknoloji kavramının 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018b) ve 12. sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda (MEB, 2018a) yer almasına rağmen, 11. ve 12. sınıfta diğer kavramlara göre en uzak noktada (8.363) bulunması ilginçtir. Çünkü 12. sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nın kazanımlarında biyoteknoloji kavramına geniş bir yer ayrılmaktadır (MEB, 2018a). Bunun sonucu olarak ders kitabında da biyoteknoloji kavramı önemle vurgulanmaktadır. 12. sınıf öğrencilerinin biyoteknoloji temel kavramını genetik ana kavramı ile daha yakın bir mesafede ilişkilendirmeleri, bu konudaki kazanımların öğrenciler tarafından daha çok edinildiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ancak 11. ve 12. sınıfı temsil eden zihin haritasında biyoteknoloji temel kavramının genetik kavramına bu kadar uzak mesafede yer alması, bu kavramın öğrenciler tarafından yeterince önemsenmediğini göstermektedir. Aktaş’ın (2020) yaptığı bir çalışmada, öğretmen adaylarının modern biyoteknoloji uygulamalarına ilişkin bilgilerinin yetersiz bulunması, Gür ve Öz’ün (2023) yaptıkları çalışmalarında biyoteknolojiye yönelik Türkiye’de yapılan az sayıda araştırmanın var olduğunu tespit etmesi ve bunun biyoteknolojiye verilen önemin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmesi bu araştırmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

RNA kavramı 9. ve 10. sınıfta öğrencilerin en çok söyledikleri 7. kavram iken, 11. ve 12. sınıfta 5. kavrama yükselmiştir. RNA kavramı hem 9. sınıf (Yaşam Bilimi Biyoloji

ünitesinde) hem 12. sınıf (Genden Proteine ünitesinde) ders kitaplarında yer aldığı için öğrencilerin bu kavramı söyleme sıklıklarının arttığı düşünülmektedir. Genetik mühendisliği kavramı, 9. ve 10. sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda yer almamasına karşın, çalışma grubunun % 2.254'ü tarafından dile getirilen bir kavram olmuştur. Bunun bu kavramın hem 8. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alması hem de güncel bir konu olması nedeni ile açığa çıktığı düşünülmektedir. 12. sınıfta bu kavramın söylenme sıklığının artmasına (% 6.364), bu kavramın "Genden Proteine" ünitesinde öğrencilere öğretilmesi yol açmış olabilir. Benzer konuda bir araştırma yapan Kahraman (2020), fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada adayların biyoteknoloji ve genetik mühendisliği ile ilgili dersleri almadan ve dersleri aldıktan sonra bilişsel yapılarının değişimini kelime ilişkilendirme testleri ile ölçmüştür. Buna göre, adayların biyoteknoloji derslerini aldıktan sonra konu ile ilgili anlamlı daha fazla sayıda kelime üretebildikleri tespit edilmiş, bu sonuç anlamlı öğrenmenin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Kahraman, 2020).

#### **5.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Ortaöğretim öğrencilerinin genetik ile ilgili kavramları hangi kaynaklardan öğrendiğinin açığa çıkarılması amacı ile Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi ortaöğretim boyunca çalışma grubuna uygulanmış, bu testten elde edilen bulgulara ilişkin sonuçlar araştırmanın bu bölümünde verilmiştir. Öğrencilerin DNA kavramını 9. sınıftan 12. sınıfa kadar en çok öğretmenlerinden öğrendikleri görülse de öğretmenden öğrenmenin sınıf düzeyi arttıkça genel olarak azaldığı anlaşılmaktadır. 9 ve 10. sınıfta öğrenciler Covid- 19 nedeni ile uzaktan eğitim görmüş olsalar da, öğretmen odaklı bir eğitimi tercih etmişlerdir. 12. sınıf öğrencilerinin sonuçlarından, öğretmenden sonra en çok yazılı- basılı materyallerden DNA'yı öğrendikleri görülmektedir. Yazılı- basılı materyallerden öğrenme oranının 12. sınıfta en yüksek olmasının öğrencilerin üniversiteye hazırlık yaparken bu kaynakları tercih etmeleri nedeni ile açığa çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bu kavramı internet tabanlı materyaller, televizyon, aile, çevre ve oyun gibi kaynaklardan öğrendikleri görülmektedir. Öğrencilerin hiçbirinin öğrenmedim seçeneğini işaretlememesi, diğer bir araştırma sonucu olan ve özgün zihin haritalarından da anlaşılabilen genetik kavramının her sınıf düzeyinde en çok DNA kavramı ile ilişkilendirilmesi sonucunu da desteklemektedir.

Gen kavramı da öğrencilerin genetik kavramı ile en çok ilişkilendirdikleri kavramlardan biri olduğu için, öğrencilerin bu kavram için öğrenmedim cevabını hiçbir sınıf düzeyinde vermediği görülmektedir. Öğrenciler tıpkı DNA kavramındaki gibi, gen kavramını da en çok öğretmenden öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu soruya yazılı- basılı materyaller, internet tabanlı materyaller, televizyon ve aileden öğrenme kaynaklarını tercih ederek cevap vermişlerdir. 11. sınıfta ise gen kavramı için özellikle internet tabanlı materyallerden öğrenmenin diğer sınıf düzeylerine göre daha yüksek olması, DNA kavramında öğrencilerin 11. sınıfta televizyon kaynaklı öğrenmelerinin diğer sınıflara göre fazla olması ile birlikte değerlendirilebilir. Buna göre, 11. sınıf uzaktan eğitimin ortaöğretimde tamamen sonlandırılarak öğrencilerin okula devam ettikleri yıl olması itibarı ile öğrencilerin uyum süreci yaşadıkları ve farklı öğrenme yolları denedikleri bir zaman dilimidir, denilebilir.

Mutasyon kavramında da öğrencilerin en çok öğretmenden öğrendiklerini ifade etmeleri ve öğrenmedim seçeneğini işaretlemedikleri görülmektedir. 12. sınıfta yazılı basılı materyallerden öğrenmenin diğer sınıflara göre daha çok olması, üniversiteye hazırlık sürecinden dolayı olabilir. Biyoteknoloji kavramı için 9., 10. ve 11. sınıf düzeylerinde “öğrenmedim” cevabının verilmiş olması, bu kavramın 12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda verilmiş olması ile ilişkilidir. İlk defa bu kavramda öğrencilerin öğretmen kaynağından başka kaynakları birinci sırada tercih ettikleri görülmektedir. 10. ve 12. sınıfta öğretmen kaynağı tercih edilse de, öğrenciler 9. sınıfta internet tabanlı materyallerden, 11. sınıfta yazılı- basılı materyallerden biyoteknoloji kavramını öğrendiklerini söylemişlerdir. Benzer bir durum genetik mühendisliği kavramı için de söz konusudur. Genetik mühendisliği kavramını öğrenciler 9. ve 10. sınıfta en çok internet tabanlı materyallerden öğrendiklerini söylemişlerdir. Bunun nedeni genetik mühendisliği kavramının 12. Sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı’nda yer alması ile ilişkili olabilir. 11. sınıfta öğretmen kaynağı 15, internet tabanlı materyal kaynağı 13 öğrenci tarafından söylene de 12. sınıfta öğrencilerin 17’si öğretmen kaynağını işaretlemiş ve yine üniversiteye hazırlık sürecindeki öğrenciler yazılı- basılı materyaller cevabını en çok burada vermişlerdir. “Öğrenmedim” cevabı 10. sınıfta 1 öğrenci tarafından verilmiş olsa da sadece 12. sınıf biyoloji dersinde görülen bu kavramın öğrenciler tarafından bilinirliğinin fazla olduğu görülmektedir. Bu durum genetik mühendisliğinin popüler bir kavram olması ile açıklanabilir.

Uzaktan eğitimde öğrenciler 9 ve 10. sınıf düzeylerinde iken öğretim ve ödevlendirmeler EBA üzerinden yapılmış olmasına rağmen, EBA kaynağını öğrencilerin genel olarak işaretlemedikleri görülmüştür. Bu durum öğrencilerin bulunduğu okulda öğretim ve ödevlendirmelerin EBA'nın yoğunluğu nedeni ile Microsoft Teams uygulaması üzerinden gerçekleştirilmiş olması ile ilişkili olabilir. Yine de ödevlendirmelerin bir kısmının EBA'dan yapıldığı dikkate alındığında ve 11. ve 12. sınıf düzeyleri için EBA Akademik platformunda yoğun test ve denemeler bulunduğu da göz önüne alındığında, öğrencilerin EBA'yı yeterince kullanmadıkları sonucu açığa çıkmaktadır.

## 6. ÖNERİLER

Bu çalışmada kullanılan kavramsal anlama seviye puanlama anahtarı ve grup halindeki kavramsal anlama düzeylerinin analiz anahtarı, öğrencilerin çeşitli kavramlarla ilgili kavramsal anlamalarının hem bireysel olarak hem de farklı sınıf seviyelerinde incelenmesine olanak tanıyan araçlardır. Hem biyoloji eğitimindeki farklı konularda hem de başka alanlardaki eğitim- öğretim süreçlerinde geliştirilen kavramsal anlama testleri için bu araçların kullanılması ile öğrencilerin öğretilmek istenen konu ile ilgili bilişsel yapıları eğitim- öğretimden önce ve sonra belirlenebilecek, böylece anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi kolaylaşacaktır.

Araştırmada açığa çıkan öğrencilerin güncel konulardaki kavram yanlışları, biyoloji eğitiminin gündelik hayatta karşılaşılan sorunlarda özellikle sağlık alanında önemi düşünüldüğünde dikkate alınmalıdır. Öğrencilerin veri toplama araçları kendilerine uygulanırken, çoktan seçmeli sorulara cevap verme eğiliminin fazla olması ve açık uçlu soruları yanıtlarken zorlanmaları nedeni ile öğrencilerin kendi cevapları ile kendilerini ifade etmekte zorlandıkları söylenebilir. Eğitim sisteminde öğretmenlerin ve velilerin üniversite başarısı için öğrencilerden daha çok test çözmelerini istemeleri, öğrencilerin özgün bir şekilde düşünmeleri ve seçenekler olmadan cevap vermeleri karşısında bir engel oluşturmaktadır. Bu konuda öğretimde öğrencinin eleştirel düşünmeye sevk edilerek, sadece sonucun değil sürecin de tarafsız bir şekilde değerlendirilmesinin sağlanması araştırmanın önerilerdendir. Ayrıca açığa çıkan kavram yanlışları sonucunda, kod, kodon, antikodon gibi kavramların 9. sınıf Biyoloji Dersi Öğretim Programı'nda "Yaşam Bilimi Biyoloji" ünitesinde DNA ve RNA kavramları ile birlikte ele alınması tavsiye edilmektedir.

Araştırmanın sonuçlarına ve alanyazına göre, kavramların öğrenilmesinde ve kavram yanlışlarının oluşmasında öğretmenin rolü büyüktür. Yapılan öğretim ile kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması hedeflenirken, öğrencilerin yeni kavram yanlışlarının oluşması bir paradokstur. Didaktik kökenli kavram yanlışlarının oluşmasına neden olabilecek öğretim stratejisi, yöntem ve teknik kullanımı, ders kitabı, öğretmenin anlatımı, ölçme- değerlendirme süreci gibi unsurların yapılacak diğer araştırmalarla ayrıntılı olarak incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlerin kavram yanlışları ve öğretim ilişkisi ile

ilgili bilinçlendirilmesi gerekmekte, bu doğrultuda öğretim gerçekleştirilirken, öğretmenlere ilgili akademisyenler ile işbirliği içinde hazırlanacak olan, kavram yanlışlarının öğretim öncesi, sırası ve sonrasında saptanması ve giderilmesi için kullanılacak kılavuz kitapçıklar MEB tarafından dağıtılarak bunların uygulanması sağlanmalıdır. Bu uygulamaların daha sağlıklı yapılması için, biyoloji dersinin ortaöğretimde yeniden yapılandırılması ve ders saatinin arttırılması önerilmektedir. Ayrıca kavram yanlışlarının giderilmesi için kavramsal değişim modellerinin eğitim- öğretimde kullanılması önerilmektedir. Böylece anlamlı bir öğrenme oluşabilecek ve gündelik yaşamda öğrencilerin örgün öğretim hayatlarından sonra da devamlı karşılımlarına çıkacak olan biyoloji kavramlarının doğru anlaşılması sağlanarak, toplumun bilinç düzeyi arttırılacaktır.

Öğrencilerin sözel olarak ifade edemedikleri bazı kavramları, çizerek tanımlayabildikleri araştırmanın sonuçlarından dolayıdır. Dolayısıyla öğretimde öğrencilerden çizimler yapmalarını istenmelidir. Bu doğrultuda çizme- yazma tekniği kullanılabileceği gibi, ders kitaplarında kavramların anlatımının daha sade olması ve çizimlerle desteklenmesi kavram öğretimi kolaylaştıracaktır.

Çalışma grubunun 10. sınıfta kavramsal anlama düzeylerindeki gerilemeye uzaktan eğitim sürecinin de etki ettiği düşünüldüğünden, uzaktan eğitimin biyoloji eğitiminde ve diğer alanlarda öğrencilerde süregelen kavram yanlışlarının oluşmasındaki etkisinin araştırılması önerilmektedir. Uzaktan eğitim süreçlerinin kavramsal anlama açısından daha yüksek düzeyde sürdürülmesi için yapılması gerekenlerin başka araştırmacılar tarafından çalışılarak, olası bir zorunlu durumda uzaktan eğitim süreçlerinin kavram yanlışlarına neden olma olasılıklarının en aza indirilerek yürütülmesi hedeflenmelidir. Ayrıca uzaktan eğitim sürecinde ve sonrasında öğrencilerin tercih ettiği internet kaynaklı materyallerin kavram yanlışlarına neden olduğu bilindiğinden, bu materyallerin yerine MEB tarafından çeşitli platformlar ile anlaşılabilir öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumlu olarak etkileyecek materyallerin öğrenciler ve öğretmenler ile paylaşılması önerilmektedir. Paylaşılacak materyallerin güncelliği ve eğlenceli bir şekilde animasyonlarla sunulması, zor ve sıkıcı olarak nitelendirilen genetik gibi konuların öğretimini kolaylaştıracağından önemlidir.

Öğrencilerin EBA'yı çok az kullandığı görülmektedir. Öğrencilerin EBA platformunu kullanma sıklıkları ve bunun nedenlerinin başka araştırmalarla araştırılması önerilmektedir. EBA'da özellikle DNA'daki mutasyonların engellenme mekanizmaları gibi videoların bulunmasının öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olacağı düşünülmektedir. Bu ve benzeri orijinal animasyonlu anlatımların EBA'da artırılmasının öğretmen ve öğrencilerin EBA kullanımını fazlaştıracacağı düşünülmektedir.

12. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin 11. sınıfa göre genel olarak yüksek olmasından hareketle, öğrencilerin üniversiteye hazırlık sürecindeki motivasyon kaynaklarının ve çalışma tekniklerinin başka araştırmacılar tarafından araştırılmasının öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin artırılması için yapılması gerekenlere kaynaklık edebileceği düşünülmektedir.

Araştırmada tespit edilen kavram yanılgılarının ortaya çıkma nedenleri ve bu kavram yanılgılarının giderilmesi için yapılması gerekenler, araştırmacılar tarafından yapılacak başka araştırmalarda çalışılmalıdır. Ayrıca başka konulara ilişkin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin tespit edilmesi ve artırılması amacıyla çalışmalar yapılması araştırmanın önerilerindedir.

Genetik konusu ile ilgili boylamsal olarak yapılan bu araştırmada açığa çıkan sonuçların nedenlerinin başka araştırmacılar tarafından yapılacak olan çalışmalarda incelenmesinin zor bir konu olan genetik konusunun öğrencilerce anlaşılmasında faydalar sağlayabileceği düşünülmektedir. Genetik kavramına ilişkin özgün zihin haritası çalışmalarının farklı tür okullarda yapılması ve bu araştırmanın sonuçları ile gelecekteki araştırmaların sonuçlarının karşılaştırılarak çalışmanın genişletilmesi önerilmektedir. Özgün zihin haritaları, hem bir zenginleştirilmiş içerik aktarım aracı hem de bir değerlendirme aracı olarak kullanılabilirliği için, özgün zihin haritalarının kitap yazarları, program geliştiriciler, boylamsal çalışma yapan araştırmacılar, öğretmenler gibi farklı meslek alanlarına ilişkin kullanımının, eğitim açısından önemli fırsatlar doğuracağı açıktır. Eğitim alanında başka konularda özgün zihin haritası çalışmaları yapılması ve bu haritaların hem araştırmacılar tarafından

alanyazının geliştirilmesinde, hem de eğitimciler tarafından öğretim sırasında kullanılması araştırmanın önerileri arasındadır.



## 7. KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. and Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Abraham, M. R., Williamson, V. M. and 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.
- Adler, M. (1963). *Some implications of the theories of Jean Piaget and JS Bruner for education*. Ontario: Toronto Board of Education Research Dept.
- Adodo, S. O. (2013). Effect of mind-mapping as a self- regulated learning strategy on students' achievement in basic science and technology. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(6), 163.
- Aktaş, İ. (2020). Öğretmen adaylarının GDO'lara yönelik bilgi, tutum ve kabul etme durumları arasındaki ilişki. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 933-949.
- Akyürek, E. ve Afacan, Ö. (2014). Kavram çarkı diyagramı kullanılarak 8. sınıf öğrencilerinin "Hücre Bölünmesi" ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 2(3), 47- 58.
- Andrews, T. M., Price, R. M., Mead, L. S., McElhinny, T. L., Thanukos, A., Perez, K. E. and Lemons, P. P. (2012). Biology undergraduates' misconceptions about genetic drift. *CBE- Life Sciences Education*, 11(3), 248-259.
- Arıcıoğlu, B., Özgür, S. ve Güngör Cabbar, B. (2022, Ekim). Fen bilimleri ve biyoloji öğretmen adaylarının bağımlılık türlerine yönelik olarak akıllı kavram haritası çıkartılması, *IV. Ulusal Biyoloji Eğitimi Kongresi*, Ankara, Türkiye, s. 44.
- Ausubel, D. P. (1968). Facilitating meaningful verbal learning in the classroom. *The Arithmetic Teacher*, 15(2), 126-132.
- Aydın, G. (2011). Öğrencilerin "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" konularındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Aydın, S. Ö., Saçkes, M., Bedizel, N. R. T. ve Sıcaker, A. (2022). Development of basic biotechnology knowledge scale (bbks) with rasch measurement model. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 16(2), 354-380
- Bahar, M. (2002). Students' learning difficulties in biology: Reasons and solutions. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 10(1), 73-82.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.
- Bahar, M. (2006). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., and Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141.
- Bahar, M. ve Özatlı, N. S. (2003). Kelime iletişim test yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 75-85.
- Bakioğlu, B. ve Çevik, M. (2020). Covid-19 pandemisi sürecinde fen bilimleri öğretmenlerinin uzaktan eğitime ilişkin görüşleri. *Electronic Turkish Studies*, 15(4), 109-129.
- Brousseau, K. R. (1983). Toward a dynamic model of job-person relationships: Findings, research questions and implications for work system design. *Academy of Management Review*, 8(1), 33-45.
- Brousseau, G. P. (1989). *Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques*. Montréal: Cirade Les éditions Agence d'Arc inc.
- Brown, C. (1995). *The effective teaching of biology*. UK: Longman.
- Browning, M. E. and 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.
- Bruner, J. S., & Austin, G. A. (1986). *A study of thinking*. USA: Transaction Publishers.

- Burleson, B. R. (1984). Age, social- cognitive development, and the use of comforting strategies. *Communications Monographs*, 51(2), 140-153.
- Buzan, T. (2013). *Mind map handbook: The ultimate thinking tool*. UK: HarperCollins.
- Buzan, T. (2018). *Mind map mastery: The complete guide to learning and using the most powerful thinking tool in the universe*. UK: Watkins Media Limited.
- Bümen, N. T. (2010). Program geliştirmede bir dönüm noktası: Yenilenmiş Bloom taksonomisi. *Eğitim ve Bilim*, 31(142).
- Büyükkol K., E. (2019). *Kalıtım konusuyla ilgili karekod destekli eğitim materyali tasarlama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Champagne Queloz, A., Klymkowsky, M. W., Stern, E., Hafen, E. and Köhler, K. (2017). Diagnostic of students' misconceptions using the Biological Concepts Instrument (BCI): A method for conducting an educational needs assessment. *PLoS One*, 12(5), 1-18.
- 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.
- Cho, H. H. (1985). An investigation of high school biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics. *Science Education*, 69(5), 707-19.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Suat, Ü. (2007). Kavram yanılgıları ve olası nedenleri: Kaynama kavramı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 123-136.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. California: Sage Publications.
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L. and Morales, A. (2007). Qualitative research designs: Selection and implementation. *The Counseling Psychologist*, 35(2), 236-264.
- Çakır, M. ve Aldemir, B. (2011). İki aşamalı genetik kavramlar tanı testi geliştirme ve geçerlik çalışması/ Developing and validating a two tier mendel genetics

- diagnostic test. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 335-353.
- Çakır, S. Ö. ve Yürük, N. (1999). “Oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda kavram yanılgıları teşhis testinin geliştirilmesi ve uygulanması”, *III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Trabzon, Türkiye, s. 193- 198.
- Çeliköz, N. (1998). Kavram öğrenme ve öğretme ilkeleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 69-76.
- Çimen, S. (1995). *Ortaöğretim öğrencilerinin (12-17 yaş) fen ve biyoloji derslerinde öğrendikleri "canlı-enerji ilişkisi" ile ilgili kavramların doğruluk, zamanlama ve bağlantılılık açısından incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çuçin, A., Özgür, S. ve Güngör Cabbar, B. (2020). Comparison of misconceptions about human digestive system of Turkish, Albanian and Bosnian 12th grade high school students. *World Journal of Education*, 10(3), 148-159.
- Darmofal, D. L., Soderholm, D. H., and Brodeur, D. R. (2002). “Using concept maps and concept questions to enhance conceptual understanding”, *32<sup>nd</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Boston, USA.
- Davis, B. G. (1997). Misconceptions as barriers to understanding science. *Science Teaching Reconsidered: A hand book*. Washington, DC: National Academy, 27- 32.
- Davies, M. (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: What are the differences and do they matter? *Higher education*, 62, 279-301.
- Decristan, J., Hondrich, A. L., Büttner, G., Hertel, S., Klieme, E., Kunter, M., Lühken, A., Adl- Amini, K., Djakovic, S., Mannel, S., Naumann, A. and Hardy, I. (2015). Impact of additional guidance in science education on primary students’ conceptual understanding. *The Journal of Educational Research*, 108(5), 358-370.
- Deveci, İ. ve Yıldız, A. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin klonlama kavramına ilişkin algıları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(1), 84-114.
- Dönel Akgül, G. ve Çolak, N. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gen, DNA ve kromozom kavramları için geliştirdikleri analogiler. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 17, 1-30.

- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Duncan, R. G., Rogat, A. D. and Yarden, A. (2009). A learning progression for deepening students' understandings of modern genetics across the 5th–10th grades. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 655-674.
- Edwards, S. and Cooper, N. (2010). Mind mapping as a teaching resource. *The Clinical Teacher*, 7(4), 236-239.
- Eppler, M. J. (2006). A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing. *Information Visualization*, 5(3), 202-210.
- Epstein, T. S. and Pendleton, W. (2002). *Chronicling cultures: Long-term field research in anthropology*. USA: Rowman Altamira.
- Evrekli, E., Balim, A. G. ve İnel, D. (2009). Mind mapping applications in special teaching methods courses for science teacher candidates and teacher candidates' opinions concerning the applications. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2274-2279.
- Fisler, K., Krishnamurthi, S. and Tunnell Wilson, P. (2017, March). Assessing and teaching scope, mutation, and aliasing in upper- level undergraduates, *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, Seattle, USA, pp. 213- 218.
- Gilbert, J. K. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-33.
- Glynn, S. M. and Duit, R. (1995). *Learning science in the schools: Research reforming practice*. UK: Routledge.
- Gottheiner, D. M. and Siegel, M. A. (2012). Experienced middle school scienceteachers' assessment literacy: Investigating knowledge of students' conceptions in genetics and ways to shape instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 23(5), 531–557.
- Graf, D., Tekkaya, C., Kılıç, D. S. ve Özcan, G. (2011, April). “Alman ve Türk fen bilgisi öğretmen adaylarının evrim öğretimine ilişkin pedagojik alan bilgisinin, tutumlarının ve pedagojik alan kaygılarının araştırılması”, *2nd International*

- Conference on New Trends in Education and Their Implications*, Antalya, Turkey, s. 418- 425.
- Guba, E. G. and Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Educational Communication and Technology Journal*, 30(4), 233-252.
- Gusmalini, A., and Wulandari, S. (2020, September). Identification of misconceptions and causes of student misconceptions on genetics concept with CRI method, *Journal of Physics: Conference Series*, Riau, Indonesia, pp. 1- 6.
- Güler, Z., Özgür, S. ve Güngör Cabbar, B. (2022, Ekim). Fen bilimleri ve biyoloji öğretmen adaylarının biyolojide zorluk çektikleri konuların akıllı kavram haritası kullanılarak belirlenmesi, *IV. Ulusal Biyoloji Eğitimi Kongresi*, Ankara, Türkiye, s. 30-31.
- Güngör, B. (2009). *İnsanda sindirim sistemi konusunda ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının kökenlerinin belirlenmesine yönelik boylamsal bir çalışma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Güngör, B., ve Özgür, S. (2009). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin sindirim sistemi konusundaki didaktik kökenli kavram yanlışlarının nedenleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 149-177.
- Gür, C. S. ve Öz, A. (2023). Türkiye’de farklı eğitim düzeylerinde biyoteknoloji eğitiminin önemi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 62-68.
- Hasançebi, S. ve Konak, M. A. (2021). Biyoloji öğretmenlerinin biyoteknoloji ve uygulamalarına yönelik bilgi ve tutumlarının değerlendirilmesi. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 10(1), 1- 15.
- Helm, H. (1980). Misconceptions in physics amongst South African students. *Physics Education*, 15(2), 92.
- Holland, J., Thomson, R. and Henderson, S. (2006). *Qualitative longitudinal research: A discussion paper*. London: London South Bank University.
- Johnstone, A. H. and Mahmoud, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of Biological Education*, 14(2), 163-166.

- Kartal, F. ve Saylar, Ö. (2022). Ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin kalıtım konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Journal of Individual Differences in Education*, 4(1), 37-52.
- Kahraman, S. (2020). Investigation of preservice science teachers' perceptions about biotechnology, genetic engineering and cloning concepts. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14 (1), 57-83.
- Kaya, O. N. (2003). Eğitimde alternatif bir değerlendirme yolu: Kavram haritaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(25).
- Knippels, M. C. P. J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education: The yo-yo learning and teaching strategy*. Dissertation, Universiteit Utrecht, The Netherlands.
- Kocadağ, Y. (2010). *Senaryo tabanlı öğrenme yönteminin genetik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.
- Laird, N. M. (1988). Missing data in longitudinal studies. *Statistics in Medicine*, 7(1-2), 305-315.
- Lewis, J. And Wood- Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 177-195.
- Marbach- Ad, G. and Stavy, R. (2000). Students' cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *Journal of Biological Education*, 34(4), 200-205.
- Marek, E.A. (1986). "Science misconceptions of students in middle school and senior high school". *National Social Science Association Conference*, San Antonio.
- MEB, (2018a). Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar).<http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf>. Erişim tarihi:06.06.2023.

- MEB, (2018b). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).<http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>. Erişim tarihi: 06.06.2023.
- Minner, D. D., Levy, A. J. and Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Novak, J. D. (1977). An alternative to Piagetian psychology for science and mathematics education. *Science Education*, 61(4), 453-77.
- Novak, J. D. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-45.
- Novak, J. D. and Canas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 1(1), 1-31.
- 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.
- Ortaakarsu, F. ve Sülün, Y. (2022). Web 2.0 araçlarının fen bilimleri dersi DNA ve genetik kod ünitesinde motivasyona etkisi: Kahoot! örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 62, 617-639.
- Özcan, H., Bursa, Ş., Çetin, G. ve Çeken, R. (2022). Ortaokul öğrencilerinin mutasyon, modifikasyon ve adaptasyon kavramları ile ilgili bilişsel yapıları: çizme-yazma tekniği. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(1), 76-94.
- Özcan, T., Yıldırım, O. and Özgür, S. (2012). Determining of the university freshmen students' misconceptions and alternative conceptions about mitosis and meiosis. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3677-3680.
- Özdemir, O. (2015). Sınıf öğretmen adaylarının kalıtsal benzerlik ve farklılıklarla ilgili argümanları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(38), 143-155.



- Özgür, S. and Pelitoğlu, F. Ç. (2008). The investigation of 6th grade student misconceptions originated from didactic about the "Digestive System" subject. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 8(1), 149- 159.
- Özgür, E. A., Ürek, H. and Özgür, F. (2020). Determination of Turkish First Robotics Competition (FRC) participants' perceptions towards FRC via metaphors and construction of a novel mind map. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 460-478.
- Özgür, S. ve Bostan, A. (2007). Atom kavramının epistemolojik analizi ve öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının karşılaştırılması. *Physical Sciences*, 2(3), 214-231.
- Özsevgeç, L. C., Erdoğan, A. ve Özsevgeç, T. (2014). Öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri üzerine bir çalışma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(2), 19-37.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation* (No. 4). USA: Sage.
- Pazza, R., Penteado, P. R. and Kavalco, K. F. (2010). Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students. *Evolution: Education and Outreach*, 3(1), 107-113.
- Pelitoğlu, F. (2006). *İlköğretim 6. sınıf "sindirim sistemi" konusunun transpozisyon didaktik teorisine göre incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Pınar, M. A. and Dönel Akgül, G. (2020). The opinions of secondary school students about giving science courses with distance education during the Covid-19 pandemic. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 10(2), 461-486.
- Pines, A. L. and West, L. H. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, 70(5), 583-604.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., and Gertzog, W. A. (1982). Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Renner, J.W., Brumby, M. and Shepherd, D.L. (1981). Why are there no dinosaurs in Oklahoma? *The Science Teacher*, 48(9), 135-143.

- Saka, A. ve Akdeniz, A. R. (2005). Genetik konusunda bilgisayar destekli materyal geliştirilmesi ve 5E modeline göre uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 129-141.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R. ve Ayas, A. (2006). A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, DNA and chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192-202.
- Semenderoğlu, F. (2012). *Tasarlanan yapılandırmacı bir eğitim programının lise öğrencilerinin insanın genetik yapısı ve genom projesi hakkındaki algıları kavram yanlışları ve biyoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Semenderoğlu, F. ve Aydın, H. (2014). Öğrencilerin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularını kavramsal anlamalarına yapılandırmacı yaklaşımın etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 9(8), 751- 773.
- Sıcaer, A. ve Aydın, S. Ö. (2015). Ortaöğretim biyoteknoloji ve gen mühendisliği kavramlarının öğrenciler tarafından değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 34(2), 51-67.
- Simpson, W.D. (1986). *Understandings and misunderstandings of biological concepts of students attending large high schools and students attending small high schools*. Unpublished Master's Thesis, University of Oklahoma, Oklahoma City.
- Sinan, O. (2007). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler ve protein sentezi kavramları ile ilgili kavramsal anlamaları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Sinan, O. ve Uşak, M. (2015). Is DNA replicated in protein synthesis? *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 15(1), 82- 95.
- Sinan, O., Yıldırım, O., Kocakülah, M. S. ve Aydın, H. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının proteinler, enzimler ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 1-16.
- Soğukpınar, R. ve Karışan, D. (2019) Genetik ve biyoteknolojiye yönelik bilgi ve tutumlar: bir derleme çalışması. *Çağdaş Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 19-50.

- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal For Research in Mathematics Education*, 36(5), 404-411.
- Şahin, T. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarında DNA replikasyonu ve protein sentezi ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002). “Problem tabanlı öğretim yaklaşımı ile DNA, gen ve kromozom kavramlarının öğrenilmesi”. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 28, 33.
- Tamir, C. K. (2023). *Lise düzeyinde biyoteknoloji öğretimi için web destekli öğretim araçlarının araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Taşkın, N. R. (2018). *Biçimlendirici değerlendirme tasarlama etkinliklerinin biyoloji öğretmen adaylarının modern genetik öğrenme progresyonu temelli alan bilgilerine ve pedagojik alan bilgilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Tatlı, F. (2022). *Kimya öğretiminde STEM uygulamalarının farklı öğrenme stillerine ve zeka alanlarına sahip öğrencilerin kavramsal anlamaları ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Terry, C. and Jones, G. (1986). Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change. *European Journal of Science Education*, 8(3), 291-298.
- Thurtle- Schmidt, D. M. and Lo, T. W. (2018). Molecular biology at the cutting edge: A review on CRISPR/CAS9 gene editing for undergraduates. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(2), 195-205.
- Topçu, M. S. (2004). *Sekizinci sınıf genetik-canlılarda üreme ve gelişme ünitelerinin öğretiminde ve eğitiminde karşılaşılan güçlükler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- 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.
- Türk Dil Kurumu. (2022). <https://sozluk.gov.tr/>. Erişim tarihi: 06.06.2023.

- Türkoğuz, S. (2008). *Görsel sanat etkinlikleriyle bütünleştirilmiş ilköğretim fen ve teknoloji öğretimi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Ünlü, A. (2015). *İlköğretim öğrencilerinde kalıtımla ilgili kavram yanlışları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Wasendorf, C., W. Reid, J., Seipelt-Thiemann, R., Grimes, Z. T., Couch, B., Peters, N. T. and Boury, N. (2022). The development and validation of the mutation criterion referenced assessment (MuCRA). *Journal of Biological Education*, 1-15.
- Westbrook, S. L. and Marek, E. A. (1991). A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 649-660.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112).
- Yıldızay, Y. (2020). *Öğrencilerin kalıtım kavramına yönelik bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi (KİT) ve yazma testi ile belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yip, D. Y. (2001). Promoting the development of a conceptual change model of science instruction in prospective secondary biology teachers. *International Journal of Science Education*, 23(7), 755-770.
- Yörek, N. (2006). *Ortaöğretim öğrencilerinin biyolojik çeşitlik (biyoçeşitlilik) konusunda kavramsal anlama düzeylerinin araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

# **EKLER**

## 8. EKLER

### EK A: Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi

**T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı:**

**Anne kızlık soyadınızın son iki harfi:**

Merhaba değerli öğrencim,

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı'nda yürüttüğüm doktora çalışmamda kullanmak amacıyla genetik konusundaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyorum. Bu form kesinlikle bir sınav değildir. Yaptığım araştırmada kimliğiniz gizli tutulacak ve verdiğiniz cevaplar sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Verdiğiniz bilgilerin sadece size özel bir kod oluşturması ve değerlendirilmesi amacıyla sizden T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı ile anne kızlık soyadınızın son iki harfini forma yazmanızı istiyorum. Katılımınız için teşekkür ederim.

**Özge ÇAKIR**

**Biyoloji Öğretmeni**

1. DNA, kromozom ve gen arasında nasıl bir ilişki vardır? a) Açıklayınız. b) Çiziniz.
2. a) Tür içinde kalıtsal çeşitlilik (varyasyon) nasıl oluşur?  
b) Tür içinde kalıtsal çeşitliliğin az ya da fazla oluşu canlının yaşadığı çevreye uyum yeteneğini nasıl etkiler?
3. Aşağıdaki önermelerden doğru olduğunu düşündüğünüze D, yanlış olduğunu düşündüğünüze Y yazarak cevaplayınız.  
( ) Mutasyon DNA'da meydana gelebilir.  
( ) Mutasyonlar her zaman zararlıdır.  
( ) Mutasyon ortama uyum sağlamaktır.  
( ) Mutasyon RNA'da gerçekleşebilir.  
( ) Eşeysiz üreyen canlılarda mutasyon olmaz.  
( ) Her mutasyon gelecek nesillere aktarılır.

- ( ) Bazı mutasyonların etkisi canlının dış görünüşünde gözlenebilir.
- ( ) Mutasyonların önlenmesi için DNA'da bazı mekanizmalar vardır.
- ( ) Çevresel etkenler mutasyona neden olamaz.
- ( ) Mutasyonların bazısı ölümcüldür.

4. Koleraya neden olan bir tür bakteri hücresi ile bir mavi balina hücresinin;

a) DNA'larının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırınız.

b) DNA'larını çiziniz.

5. İnsanlarda vücut hücreleri ve cinsiyet hücreleri arasında DNA açısından ne tür farklar ve benzerlikler vardır? Yazınız.

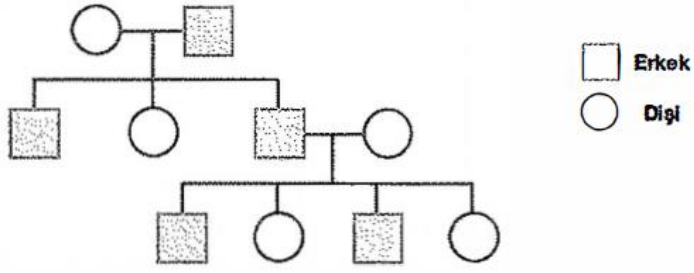
6. Kırmızı çiçekli ve beyaz çiçekli akşamsefaları çaprazlandığında pembe çiçekli akşamsefaları oluşur. Kalıtsal olarak nasıl böyle bir durum meydana gelir? Açıklayınız.

7. Gregor Johann Mendel, kalıtım biliminin kurucusu olarak kabul edilmektedir. Mendel yaptığı deneylerden birinde, beyaz çiçekli bezelyelerle mor çiçekli bezelyelerin tozlaşmasını sağlamış, oluşan bezelyelerin hepsinin mor renkli olduğunu görmüştür. Bu yavru mor bezelyeleri de kendi içinde tozlaştırdığı 2. deneyinde ise bezelyelerin bazılarının beyaz, bazılarının mor olduğunu görmüştür.

a) Mendel'in yaptığı ilk deneyde tüm bezelyeler neden mor çiçekli olmuştur?

b) 2. deneyde beyaz ve mor çiçekli bezelyelerin oluşma sebebi nedir? Açıklayınız.

8. Mert 8 yaşında, bilime ve fen konularına meraklı bir çocuktur. Bir gün kendi saçının dalgalı, ablasının saçının ise kıvrıkcık olduğunu ve saçlarının uzarken bu yapıyı biliyormuşçasına uzadığını, örneğin dalgalı saçının uzarken devamının dalgalı olacak şekilde geldiğini, ablasının saçının da kıvrıkcık yapısının saçı uzarken hiç bozulmadığını fark eder. Bu durumu araştıran Mert, saçın bir tür protein olduğunu ve saç uzarken protein sentezinin gerçekleştiğini öğrenir. Peki, bir hücredeki protein sentezi nasıl gerçekleşmektedir? Açıklayınız.



9.

Yukarıdaki örnekte verilen soyağacında “iktiyozis” olarak da bilinen balık pulluluk hastalığının bir tipinin nasıl kalıtıldığı gösterilmiştir. Balık pulluluk, deride balık pulu şeklinde dökülmelerle gözlenen, deride kuruluk, acıma ve terleyememeye bağlı ateş yükselmesi gibi belirtileri olan kalıtsal bir hastalıktır. Sizce bu hastalık gelecek nesillere hangi kromozomlar ve genler yoluyla aktarılmaktadır? Soyağacını analiz ederek yorumlayınız.

10. Kırmızı- yeşil renk körlüğünün bir türüne sahip olan bir kadının sağlıklı bir erkekle evlendiğinde kız çocukları yaklaşık olarak % 33.3 oranında hasta olma olasılığındayken, erkek çocuklarının hasta olma olasılığı % 50’dir. Sebebi nedir? Açıklayınız.



## EK B:İleri Genetik Konusuna İlişkin Kavramsal Anlama Testi

**T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı:**

**Anne kızlık soyadınızın son iki harfi:**

Merhaba değerli öğrencim,

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı'nda yürüttüğüm doktora çalışmamda kullanmak amacıyla genetik konusundaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyorum. Bu form kesinlikle bir sınav değildir. Yaptığım araştırmada kimliğiniz gizli tutulacak ve verdiğiniz cevaplar sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Verdiğiniz bilgilerin sadece size özel bir kod oluşturması ve değerlendirilmesi amacıyla sizden T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı ile anne kızlık soyadınızın son iki harfini forma yazmanızı istiyorum. Katılımınız için teşekkür ederim.

**Özge ÇAKIR**

**Biyoloji Öğretmeni**

1. a) DNA kendini nasıl eşler? Çizerek gösteriniz.

b) DNA eşlenmesi sürecinde görev alan enzimler ve bileşikler şunlardır:

.....

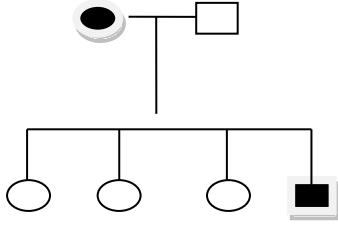
2. a) DNA'nın eşlenmesi sürecinin prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki benzerliklerini tabloda açıklayınız.

b) DNA'nın eşlenmesi sürecinin prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki farklılıklarını tabloda açıklayınız.

DNA eşlenmesi	Prokaryot hücrelerde	Ökaryot hücrelerde
Benzerlik		
Farklılık		

3. DNA'daki mutasyonların engellenmesi için canlılarda nasıl bir mekanizma vardır? Açıklayınız.

4.



Yukarıda bir ailedeki hemofili (kanın pıhtılaşmaması) hastalığının kalıtımını gösteren bir soyağacı verilmiştir. Bu soyağacındaki anne ve 4. çocuğunun hemofili hastası olduğu bilinmektedir. Sizce neden diğer çocuklar değil de 4. çocuk hemofili olmuştur?

(Şekilde yuvarlak dişi, kare erkeği simgelemektedir.)

5. Genetik mühendisliği uygulamaları, bazı kalıtsal hastalıklara kalıcı çözümler üretmede başarılı sonuçlar alınmasını sağlayabilir. Erken embriyonik dönemde kalıtsal hastalıkların teşhisine ve tedavisine yönelik olarak hangi yöntemler kullanılabilir? Boşluklara yazınız.

.....

6. Aşağıdaki önermelerden doğru olduğunu düşündüğünüze D, yanlış olduğunu düşündüğünüze Y yazarak cevaplayınız.

- ( ) Protein sentezi kişiye özeldir.
- ( ) Protein sentezi için gerekli şifre RNA tarafından verilir.
- ( ) Protein sentezinde kullanılan genetik şifre evrenseldir.
- ( ) Tüm protein sentezleri Methionin aminoasidinin kodlanması ile başlar.
- ( ) Tüm proteinler Methionin aminoasidi ile başlar.
- ( ) Tüm protein sentezleri için önce DNA'nın kendini eşlemesi gerekir.
- ( ) Protein sentezi sırasında aminoasitler arasında peptid bağlarını özel bir enzim kurar.
- ( ) Protein sentezi sırasında ilgili tRNA'da taşınacak olan aminoasit, önce özel bir enzim ve ATP ile aktive edilmelidir.
- ( ) Polizomlar ile çok sayıda ve kısa zamanda protein sentezi yapılabilir.

( ) Sonlandırıcı kodon, ilgili aminoasidi kodlar.

7. a) Kod kavramını tanımlayınız.

b) Kodon kavramını tanımlayınız.

c) Antikodon kavramını tanımlayınız.

8. Bir sığır ırkında fazla kas üretimine neden olan gen izole edilerek bu gen farklı ırktaki sığır ve koyunlara aktarılmış ve böylece daha fazla et üreten “transgenik canlılar” elde edilmiştir. Aynı yöntemle süt verimi yüksek koyun, keçi, inek ve yumurta verimi fazla kümes hayvanları üretilmiştir. Bunlar transgenik canlıların avantajları olarak sayılabilir. Transgenik (GDO’lu) canlıların dezavantajları ise şunlardır:

.....

9. Ian Wilmut, Keith Campbell ve Edinburgh Üniversitesi’ndeki bilim insanları, “Dolly” adını verdikleri koyunu klonlayarak genetik mühendisliği alanında bir çığır açmışlardır.

a) Buradaki klonlama süreci gerçekleşirken kaç koyun kullanılır?

b) Kullanılan koyunlardan nasıl kopya bir koyun elde edilir?

## **EK C: Genetik Anahtar Kavramı Anketi**

**T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı:**

**Anne kızlık soyadınızın son iki harfi:**

Merhaba değerli öğrencim,

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı'nda yürüttüğüm doktora çalışmamda kullanmak amacıyla genetik konusundaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyorum. Bu form kesinlikle bir sınav değildir. Yaptığım araştırmada kimliğiniz gizli tutulacak ve verdiğiniz cevaplar sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Verdiğiniz bilgilerin sadece size özel bir kod oluşturması ve değerlendirilmesi amacıyla sizden T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı ile anne kızlık soyadınızın son iki harfini forma yazmanızı istiyorum. Katılımınız için teşekkür ederim.

**Özge ÇAKIR**

**Biyoloji Öğretmeni**

“Genetik”le ilgili aklınıza gelen ilk on kavramı yazınız. Süreniz altmış saniyedir.

1. Genetik: .....
2. Genetik: .....
3. Genetik: .....
4. Genetik: .....
5. Genetik: .....
6. Genetik: .....
7. Genetik: .....
8. Genetik: .....
9. Genetik: .....
10. Genetik: .....

## EK D: Genetik Kavramlarını Öğrenme Kaynağı Testi

T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı:

Anne kırlık soyadınızın son iki harfi:

Merhaba değerli öğrencim,

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı'nda yürüttüğüm doktora çalışmamda kullanmak amacıyla genetik konusundaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyorum. Bu form kesinlikle bir sınav değildir. Yaptığım araştırmada kimliğiniz gizli tutulacak ve verdiğiniz cevaplar sadece bilimsel araştırma amacıyla kullanılacaktır. Verdiğiniz bilgilerin sadece size özel bir kod oluşturması ve değerlendirilmesi amacıyla sizden T.C. kimlik numaranızın ilk iki rakamı ile anne kırlık soyadınızın son iki harfini forma yazmanızı istiyorum. Katılımınız için teşekkür ederim.

Aşağıdaki sorularda kavramı öğrenirken etkilendiğiniz yeri her bir soru için işaretleyiniz. "Diğer" seçeneğini işaretlerseniz bunun ne olduğunu lütfen açıklayınız.

**Özge ÇAKIR**

**Biyoloji Öğretmeni**

1. DNA kavramını nereden öğrendiniz?

- Öğretmen     Ders kitabı     Üniversiteye hazırlık kitabı     Televizyon
- Gazete- dergi     Sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram)     YouTube
- İnternet siteleri     EBA     Diğer( .....)

2. Gen kavramını nereden öğrendiniz?

- Öğretmen     Ders kitabı     Üniversiteye hazırlık kitabı     Televizyon
- Gazete- dergi     Sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram)     YouTube
- İnternet siteleri     EBA     Diğer( .....)

3. Mutasyon kavramını nereden öğrendiniz?

- Öğretmen     Ders kitabı     Üniversiteye hazırlık kitabı     Televizyon
- Gazete- dergi     Sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram)     YouTube
- İnternet siteleri     EBA     Diğer( .....)

4. Biyoteknoloji kavramını nereden öğrendiniz?

- Öğretmen     Ders kitabı     Üniversiteye hazırlık kitabı     Televizyon
- Gazete- dergi     Sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram)     YouTube
- İnternet siteleri     EBA     Diğer( .....)

5. Genetik mühendisliği kavramını nereden öğrendiniz?

- Öğretmen     Ders kitabı     Üniversiteye hazırlık kitabı     Televizyon
- Gazete- dergi     Sosyal medya (Facebook, Twitter, Instagram)     YouTube
- İnternet siteleri     EBA     Diğer( .....)

## EK E: Araştırma İzinleri



T.C.  
İZMİR VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-12018877-604.01.02-48047515  
Konu : Araştırma İzni

19/04/2022

### VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 21.01.2020 tarihli ve 81576613-10.06.02-E.1563890 sayılı yazısı (Genelge 2020/2).  
b) Balıkesir Üniversitesi Rektörlüğü'nün 07.04.2022 tarihli ve 131463 sayılı yazısı.

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Eğitimi Doktora Programı öğrencisi Özge ÇAKIR' ın, "Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konulardaki Kavramsal Anlama Düzeylerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi" konulu tez çalışmasını İlimiz ilçelerine bağlı liselerde uygulama isteği ilgi (b) yazısında belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, İlimiz ilçelerine bağlı liselerde 2021-2022 eğitim öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak ve eğitim kurumu yöneticilerinin uygun gördüğü şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Dr. Murat Mücahit YENTÜR  
Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
Mustafa YILDIZ  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

Ek:  
1-Araştırma Değerlendirme Formu (1 Sayfa)  
2-Anket Formları (20 Sayfa)

Adres : Fevzipaşa mh. 452 sk. no:15 konak/ İZMİR

**Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (232) 280 36 31  
E-Posta : strateji35\_1@meb.gov.tr  
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bilgi için: Dudu ALP Bilgisayar İşletmeni  
Unvan: Bilgisayar İşletmeni  
İnternet Adresi : Faks: \_\_\_\_\_

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 270e-8d8a-3b36-a273-0de6 kodu ile teyit edilebilir.

T.C.  
İZMİR VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Özge ÇAKIR
Kurumu / Üniversitesi	Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD
Araştırma Yapılacak İller	İzmir
Araştırma Yapılacak Eğitim Kurumu ve Kademesi	İzmir İlindeki Liseler
Araştırmanın Konusu	Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konularındaki Kavramsal Anlama Düzeylerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi
Üniversite / Kurum Onayı	Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konularındaki Kavramsal Anlama Düzeylerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi (Tez)
Araştırma/Proje/Ödev/Tez Öncüsü	Genetik Konularına İlişkin Kavramsal Anlama Testi, İleri Genetik Konularına İlişkin Kavramsal Anlama Testi, Genetik Anahtar Kavramı Anketi, Genetik Kavramların Öğrenme Kaynağı Testi, Veli Onam Formu
Veri Toplama Araçları	
Görüş İstenilecek Birim/Birimler	
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
İlgilî Millî Eğitim Bakanlığının 21/01/2020 tarihli ve 1563890 sayılı Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinden Konulu 2020/2 sayılı Genelgesi.	
Genelge gereğince; araştırma bağlamında olması gereken nitelikler açısından incelenmiş olup araştırmanın 2021-2022 öğretim yılında, eğitim öğretilini aksatmayacak ve eğitim kurumunu yöneticisinin uygun gördüğü şekilde yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.	
<b>Komisyon Kararı</b> : Oybirliği ile alınmıştır.	
Mahallî Üyenin	
Adı ve Soyadı	----- Gerekçesi: -----

KOMİSYON

14/04/2022

  
(Başkanı)  
İlker ERARSLAN  
Müdür Yardımcısı

  
Üye  
Nurdan MARAF  
Öğretmen

  
Üye  
Dr. Yasin KAYIŞ  
Öğretmen

  
Üye  
Selahattin ANIK  
Öğretmen



## EK F: Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 26.11.2021-E.90014



T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : E-49683895-302.08.01-90014  
Konu : Etik Kurul Onayı Hk. / Özge ÇAKIR

26.11.2021

### DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 25.11.2021 tarihli ve 19928322/300/89727 sayılı yazı.

Anabilim Dalımız Öğretim Üyesi Prof.Dr. Sami ÖZGÜR'ün danışmanlığımı yürüttüğü Anabilim Dalımız Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı Öğrencisi Özge ÇAKIR'ın "Ortaöğretim Öğrencilerinin Genetik Konulardaki Kavramsal Anlama Düzeylerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi" konulu bir araştırması ile ilgili etik kurul onay belgesi isteği ile ilgili Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu 12.11.2021 tarih ve 2021/3 sayılı toplantısında alınan karar gereği düzenlenen onay belgesi ilişikte sunulmuştur.

Bilgilerimi ve gereğimi rica ederim.

Doç. Dr. Alaaddin TOKTAŞ  
Müdür a.  
Müdür Yardımcısı

Ek: Yazı ve Ekleri (2 Sayfa)

Dağıtım:

Gereği:

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim  
Dalı Başkanlığı

Bilgi:

Prof. Dr. Sami ÖZGÜR

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Belge Doğrulama Kodu : BSD32JF80B Pin Kodu : 18062

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/balikesir-universitesi-ebys>

Adres: Fen Bilimleri Enstitüsü Çağış Yerleşkesi 10145 Balıkesir

Telefon: 2666121077 Faks: 2666121078

e-Posta: [benfbo@balikesir.edu.tr](mailto:benfbo@balikesir.edu.tr) Web: <http://fbo.balikesir.edu.tr/>

Kep Adresi: [balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:balikesiruniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi için: Cihad Beyoğlu

Unvan: Bilgisayar İşletmeni

Tel No: 0-266-6121400-101414



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özge ÇAKIR

Doğum tarihi ve yeri : 1984, İzmir

e- posta : ozgecakirbiology@gmail.com

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi/ Biyoloji Eğitimi	2009
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi/ Biyoloji Öğretmenliği	2007
Lise	İzmir Kız Lisesi	2002