

TC
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı

MENDEL GENETİĞİ KONUSUNDA TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI

Yüksek Lisans Tezi

Begüm ALDEMİR

İstanbul 2010

TC
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı

MENDEL GENETİĞİ KONUSUNDA TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI

Yüksek Lisans Tezi

Begüm ALDEMİR

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÇAKIR

İstanbul 2010

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı
Biyoloji Eğitimi Bilim Dalı

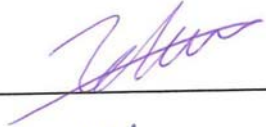
BEGÜM ALDEMİR tarafından hazırlanan MENDEL GENETİĞİ KONUSUNDA TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI başlıklı bu çalışma, 18.05.2010 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

İmzalar

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÇAKIR



Üye: Yrd. Doç. Dr. Hayati ŞEKER



Üye: Dr. Hakan AKÇAY



ÖNSÖZ

Bilim, toplumları en doğru bilgiye ulaştıran, bilim adamları yetiştiren, bilgiyi kullanan ve bilginin gelecek nesillere aktarılmasını sağlayan toplumun ilerlemesinde yegane amaçları bünyesinde teşkil etmektedir. Bugün bilim toplumları ve bu toplumu oluşturan bireyler kalkınan, bilen, farkındalık bilincine sahip olan, saygı duyulan kişiler arasında önemli ve yadsınamaz bir yere sahip olurken; bilgiyi önemsemeyen, bilimden yararlanmanın aksine bilimden uzaklaşan, bilimi kabul etmeyen toplumlar ve böyle toplumların bireyleri gittikçe globalleşen dünyada var olan gelişmelere seyirci kalmakla yetinmektedirler.

Son yüzyıllarda, bilim toplumlarının uzay ve onun derinliklerine uzanmaları, antibiyotoklerin keşfi, DNA'nın şifresinin bulunması türünden konuların çözümlenmesini hayranlıkla izleyerek bunlara şahit oluyoruz.

Kuşkusuz bu gelişmeleri izlerken biyoloji ve özellikle biyolojinin genetikle ilgili dallarında gözlenen ilerlemelerin günümüzde bilim dünyasının odağında yer alan köklü çalışmalarla adından söz ettirerek son yüzyıla damgasını vurduğunu yakinen takip etmekteyiz.

Genetik ve biyoteknoloji alanlarında gözlenen bu çalışmalar baş döndürecek hızda ilerlerken, bilimsel gelişmelerin bu denli odağında olan genetik okullar, üniversiteler gibi eğitim veren kurumlarda ders içinde sıkışıp kalmamalı, bu alanda bilişsel, duyuşsal ve devinişsel bakımdan zengin bireylerin yetiştirilmesine önem verilmelidir.

Birçok bilim dalı gibi genetik dersi içerisinde gerek kavramlar gerekse de süreçler soyut kalmakta, günlük hayatta sıklıkla karşılaştığımız deneyimlerle ilişki kurulamamaktadır. Bu durum, genetiğin öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştırmakta, başlangıçta genetiğe ilgi duyan ve zevkle dinleyen öğrencileri genetik bilgisini öğrenmeye çalışmaktan uzaklaştırmaktadır.

Oysa ki, genetik öğrencinin kendini anlamasına, tanımasına, günlük hayatla bağlantı kurmasına olanak sağlayan önemli bir disiplindir. Bu nedenle öğrencilerin genetik ve genetikle bağlantılı olan konuları özümserken, bu konuları onlara aktaran öğretmenlerin de genetikle ilgili bir takım teorik ve pratik yeterliliklere sahip olması gerekmektedir.

Genetik mühendisliği, biyoteknoloji ve genom çalışmaları, gün geçtikçe toplumun günlük yaşamı ile daha ilgili hale gelmekte, bu alanlara özgü kavramlar somutlaştırılarak ifade edilmek istenmektedir. Ancak bu kavramlarla ilgili geçmişten günümüze uzanan bu serüvende yanlış bilgilenmeler, anlaşılmalarda öğrencilerimizde, öğretmen adaylarımızda ve öğretmenlerimizde sıklıkla gözlenmektedir. Bu durum anlaşılması zaten güç olan genetik kavram ve konularını daha da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle araştırma tezinde genetik ile ilgili önemli kavramlara, bu kavramlarla ilgili gözlenen yanlışlara, bu yanlışlara ve yanlış anlamalara neden olabilecek öğrenci ve öğretmen kaynaklı faktörlere, sonuçlardan bu sonuçları ortaya çıkaran nedenlere, bunların tespiti için geliştirilecek ölçme aracının özelliğine, geçerliğinin ve güvenilirliğinin nasıl sağlandığına, testi oluşturan maddelerin istatistiklerine yer verilecektir. Çalışmadan elde edilen bulgular nitelikli biyoloji öğretmeni yetiştirmede, geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı uygulamada kullanılabilir.

Bu çalışma sırasında, tez danışmanım olarak bana bilgileri ve eğitimci kişiliği ile yardımcı olan, beni cesaretlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÇAKIR'a, jüri üyesi olarak davetimizi kabul ederek sundukları görüşleri ile çalışmama geribildirim sağlayan Sayın Yrd. Doç. Dr. Hayati Şeker'e ve Sayın Dr. Hakan Akçay'a, yaşamım boyunca beni sabırla ve sevgiyle daima destekleyen, katkıda bulunan çok kıymetli anneme ve babama yürekten teşekkür ederim.

ÖZET

MENDEL GENETİĞİ KONUSUNDA TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ VE GEÇERLİLİK ÇALIŞMASI

Son yıllarda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça önemli bir araştırma alanı olarak yerini almaktadır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda birçok ölçek türü kullanılmaktadır. Bunlara çoktan seçmeli testler, mülakatlar, kavram haritaları örnek olarak verilebilir. Bu ölçme araçlarından biri olan çoktan seçmeli testlerin öğrencilerin muhakeme yapmasına yönelik herhangi bir içeriğe sahip olmaması gibi önemli bir dezavantajı bulunmaktadır. Çoktan seçmeli testlerin olumsuzluklarını en aza indiren iki aşamalı teşhis testleri, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını fazla zaman gerektirmeden teşhis etmek için araştırmacılara geçerliği ve güvenilirliği sağlanabilir bir yöntem teşkil etmektedir.

Bu çalışmada amaç, biyoloji öğrencilerinin genetik hakkındaki anlama düzeylerini belirlemeye yönelik olarak iki aşamalı teşhis testi geliştirerek, testin geçerlik ve güvenilirlik çalışmasını yapmaktır. Bunun için literatürde iyi bir şekilde tanımlanmış olan iki aşamalı teşhis testi geliştirme basamakları takip edilmiştir. Bu süreç genel anlamda üç adım içerir: konu içeriğinin belirlenmesi, öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının tespit edilmesi, teşhis testinin geliştirilmesi.

Testin geliştirilme aşamasında belirlenen önerme cümleleri ve oluşturulan kavram haritası, konuyla ilgili kavramlar arası ilişkileri tespit edebilmek ve testin kapsam geçerliğini sağlamak adına yarar sağlamıştır. Öğretmen adaylarında, literatür araştırmaları, yapılandırılmamış mülakatlar ve açık uçlu sorular yardımıyla belirlenen kavram yanlışları ise yapılandırılan Genetik Teşhis Testi (GTT)'ne kaynaklık etmiştir. Son haliyle 12 maddeden oluşan GTT Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesi biyoloji anabilim dallarında

öğrenim görmekte olan 87 bayan, 33 erkek öğretmen adayından oluşan 120 katılımcıya uygulanmıştır.

Madde ve test analizi istatistik programı yardımıyla (SPSS) testin güvenirliği, maddelerin güçlük ve ayırt edicilik indeksleri, çeldirici fonksiyonları tespit edilmiştir. Testin güvenirlik katsayısı (Cronbach alpha) 0,73 olarak bulunmuştur. Geçerlik çalışması için uzman görüşleri alınmış, belirtke tablosu hazırlanmış ve öğrencilerin lisans genetik dersi geçme notları ile GTT skorları karşılaştırılmıştır. Testin ortalama gücü 0,46'dır. Madde ayırtedicilik indeksleri 0,31 ile 0,72 aralığındadır.

Bulgulara göre, GTT biyoloji öğrencilerinin ve öğretmen adaylarının, kavramsal genetik bilgilerini ortaya çıkarmada güvenilir ve geçerli bir ölçektir. GTT'nin analizine dayalı sonuçlar öğrencilerde farklı boyutta yanılgıları göstermektedir. Bu durum eğitim bilimcilere ve araştırmacılara kavramsal yanılgı ve süreçsel zorluk boyutunda ışık tutacak durumlara işaret etmektedir.

Anahtar sözcükler: İki aşamalı çoktan seçmeli test, genetik kavram testi, kavram yanılgıları.

ABSTRACT

DEVELOPING AND VALIDATING A TWO TIER MENDEL GENETICS DIAGNOSTIC TEST

For the past decades, studies about students' misconceptions in science have been a popular research subject and variety of techniques including open-ended questions, interviews, concept maps, performans tests, and multiple choice tests have been used in order to elucidate students' understandings. In spite of some disadvantages such as not containing students' explanations, multiple choice tests have been frequently used in these studies.

The main purpose of this study was to develop a reliable and valid two-tier diagnostics instrument designed to investigate college level biology students' understandings of genetics concepts. The Genetics Concepts Diagnostic Test was developed in three stages by using the procedure by Treagust (1986). The first stage was defining the content boundaries of the test. The second stage was obtaining information about student' misconceptions and the third stage were designing of test items and the validation of the final version of the two-tier diagnostic instrument.

During the development of the instrument concept map was created and propositional statements representing the relevant genetics concepts were listed. Additionally, common Mendelian genetics misconceptions among biology students were identified. Misconception data were collected from interviews, literature, and multiple-choice questions with free response answers. The diagnostic instrument was administered to 120 prospective biology teachers at Marmara University. Participants consisted of 87 females and 33 males. Item and test analysis procedures are applied. Item difficulty and discrimination indices along with test reliability index are calculated. Distractor analysis is also carried out. The final Genetics Concepts Diagnostic Test consisted of 12 two-tier items. The reliability coefficient (Cronbach alpha) for the whole test was 0.73. The range of values for the discrimination index was from 0.31 to 0.72 and the overall average difficulty index was 0.46.

The common misconceptions on genetics were identified through analysis of the participants' responses. Results demonstrated acceptable reliability of the instrument which is easy to apply and evaluate a wide range of difficulty indices, and acceptable discrimination indices for 12 of the items. This instrument could be used to identify college level students' understandings of Mendelian genetics concepts. Finally, the two-tier instrument is appended.

Keywords: Two tier diagnostic instrument, genetic concept test, misconceptions.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
I. GİRİŞ.....	1
1.1. PROBLEM.....	3
1.1.1. Problem Cümlesi.....	6
1.1.2. Alt Problemler	6
1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI ve ÖNEMİ.....	7
1.3. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR)	8
1.4. SINIRLILIKLAR.....	8
1.5. KISALTMALAR	9
1.6. ANAHTAR KELİMELEER	9
1.7. TANIMLAR.....	9
II. İLGİLİ ALANYAZIN	11
2.1. YAPILANDIRMACI YAKLAŞIM.....	11
2.2. KAVRAMSAL DEĞİŞİM YAKLAŞIMI	12
2.2.1. Kavram Yanılgısı Nedir?	12
2.2.2. Kavram Yanılgılarının Ortaya Çıkma Nedenleri	13
2.2.3. Kavramsal Değişim Nasıl Gerçekleşir?	14
2.3. GENETİK ÖĞRETİMİ ve BİYOLOJİ PROGRAMINDA GENETİĞİN YERİ.....	15
2.4. GENETİK KAVRAMLAR ve GENETİK KAVRAM YANILGILARI İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	17
2.4.1. Genetik Kavramlar	17
2.4.2. Kavram Yanılgılarının Genetik Öğretimine Etkisi İle İlgili Araştırmalar	26
2.4.3. Kavram Yanılgılarının Genetik Problem Çözmeye Etkisi İle İlgili Araştırmalar	29
2.5. İKİ AŞAMALI TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ ve GEÇERLİK ÇALIŞMASI.....	35
2.5.1. İki Aşamalı Teşhis Testi Nedir?.....	35

2.5.2. İki Aşamalı Testlerin Ortaya Çıkma Nedenleri	36
2.5.3. İki Aşamalı Testlerin Faydaları ve Kullanım Alanları.....	38
2.5.4. İki Aşamalı Testler Nasıl Geliştirilir?	39
2.5.5. İki Aşamalı Testlerinin Analizi	45
III. YÖNTEM.....	47
3.1. ARAŞTIRMA METODU	47
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	49
3.4. GENETİK TEŞHİS TESTİ'NİN HAZIRLANMASI	50
3.4.1. Konu İçeriğinin Saptanması.....	50
3.4.1.1. Konuyla İlgili Bilgi Önermelerinin Belirlenmesi	50
3.4.1.2. Konu İçeriğiyle İlgili Kavram Haritasının Geliştirilmesi	53
3.4.1.3. Önerme Cümlelerinin Kavram Haritalarıyla İlişkilendirilip Haritaya Dahil Edilmesi	55
3.4.2. Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi.....	55
3.4.2.1. İlgili Literatürün İncelenmesi.....	55
3.4.2.1.1. Mendel Genetiğine Ait Kavramlar Bilgisi	56
3.4.2.1.2. Mendel Genetiğinin Uzantılarına Ait Kavramlar Bilgisi	62
3.4.2.2. Yapılandırılmamış Öğrenci Mülakatlarının (Görüşmelerinin) Gerçekleştirilmesi.....	67
3.4.2.3. Çoktan Seçmeli Test Maddelerinin Geliştirilmesi	67
3.4.3. İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi.....	68
3.4.3.1. İki Aşamalı Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Geliştirilmesi.....	68
3.4.3.2. Belirtke Tablosunun Oluşturulması (Özelleştirilmiş Kılavuzun Geliştirilmesi).....	68
3.4.3.3. Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi.....	70
IV. BULGULAR.....	71
4.1. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'NİN UYGULANMASI	71
4.2. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT) İÇİN VERİ DOSYASININ HAZIRLANMASI	72
4.3. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'NİN İÇERİĞİ	72
4.4. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT) HAKKINDA DEMOGRAFİK BİLGİ.....	73
4.5. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'NİN ANALİZİ.....	74
4.5.1. Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Geçerlik Çalışması	74
4.5.2. Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Güvenirlik Analizi.....	76

4.5.3. Genetik Teşhis Testi (GTT)’nin Madde İstatistikleri.....	77
4.6. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)’Nİ OLUŞTURAN MADDELERİN ANALİZİ	80
4.6.1. Genetik Teşhis Testi Madde 1 Analiz Bulguları.....	80
4.6.2. Genetik Teşhis Testi Madde 2 Analiz Bulguları.....	84
4.6.3. Genetik Teşhis Testi Madde 3 Analiz Bulguları.....	86
4.6.4. Genetik Teşhis Testi Madde 4 Analiz Bulguları.....	88
4.6.5. Genetik Teşhis Testi Madde 5 Analiz Bulguları.....	91
4.6.6. Genetik Teşhis Testi Madde 6 Analiz Bulguları.....	93
4.6.7. Genetik Teşhis Testi Madde 7 Analiz Bulguları.....	97
4.6.8. Genetik Teşhis Testi Madde 8 Analiz Bulguları.....	99
4.6.9. Genetik Teşhis Testi Madde 9 Analiz Bulguları.....	102
4.6.10. Genetik Teşhis Testi Madde 10 Analiz Bulguları.....	105
4.6.11. Genetik Teşhis Testi Madde 11 Analiz Bulguları.....	108
4.6.12. Genetik Teşhis Testi Madde 12 Analiz Bulguları.....	111
V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	114
5.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	114
5.2. ÖNERİLER.....	120
KAYNAKÇA	123
EKLER.....	132
Ek 1. Genetik Teşhis Testi	132

TABLO LİSTESİ

Tablo 1:	Genetik Kavram Yanılgılarına Sebep Olabilecek Faktörler	28
Tablo 2:	Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması (a)	31
Tablo 3:	Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması (b)	32
Tablo 4:	İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri	40
Tablo 5:	İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirilmesinde İzlenen Aşamalar	42
Tablo 6:	Araştırmanın Metodolojisine Genel Bakış	48
Tablo 7:	GTT'nin Uygulandığı Katılımcıların Sayısı	49
Tablo 8:	Önerme Cümleleri	51
Tablo 9:	Literatürde Genetik Konusunda Gözlenen Yanılgılar	65
Tablo 10:	Maddeler-Önerme Cümleleri İlişkisi	69
Tablo 11:	GTT'nin Karakteristik Özellikleri	72
Tablo 12:	GTT Veri Bilgileri	73
Tablo 13:	Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri	73
Tablo 14:	Öğretmen Adayı Örneklem Grubu Güvenirlik Değeri Tablosu	76
Tablo 15:	GTT'nin Madde İstatistik Değerleri Tablosu	79
Tablo 16:	Madde 1'i Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	82
Tablo 17:	Madde 2'yi Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	85
Tablo 18:	Madde 3'ü Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	87
Tablo 19:	Madde 4'ü Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	89
Tablo 20:	Madde 5'i Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	92
Tablo 21:	Madde 6'yı Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	95
Tablo 22:	Madde 7'yi Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	98
Tablo 23:	Madde 8'i Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	101
Tablo 24:	Madde 9'u Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	104
Tablo 25:	Madde 10'u Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	107
Tablo 26:	Madde 11'i Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	110
Tablo 27:	Madde 12'yi Cevaplayan Öğretmen Adayı Sayısı	112
Tablo 28:	Öğretmen Adaylarında Gözlenen Kavram Yanılgıları	115

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1:	Monohibrit Çaprazlama Örneği	22
Şekil 2:	Dihibrit Çaprazlama Örneği	23
Şekil 3:	Test Çaprazı Örneği	24
Şekil 4:	İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirme Basamakları	41
Şekil 5:	Genetik Alanı Kavram Haritası	54

I. GİRİŞ

20. y.y.'in ilk yarısında endüstrileşmeye başlayan dünyada bilimsel çalışmalar endüstriyel ve ekonomik gelişmeleri kapsayacak şekilde yönlenmiştir (DeBoer, 1991). Bilimsel çalışmalar 21. yy'a gelindiğinde de her geçen gün artmakta, bilim adamları akıl almaz hızda yeni bilgiler üretmekte ve sordukları sorulara cevap bulmak için pek çok çalışmayı beraberinde yürütmektedirler (Abell ve Lederman, 2007). Sosyal menfaatleri temel alan bilim, gittikçe şehirleşen dünyada ekonomik gelişmelere ve toplumun iyileşmesi için gerekli olan yenilikleri getirmeye yol göstermektedir (DeBoer, 1991). Bu durum birçok alanda olduğu gibi fen bilimleri alanında da etkisini hissedilir derecede göstermektedir. Çünkü fen bilimleri hem bilgi edinme yolları, hem de elde edilip düzenlenmiş bilimsel bilgiler ve bu bilgilerin insan ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik uygulamaları ile sürekli yenilenen ve gelişmeye açık olan bir alandır (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Keza fen bilimlerinin ve ona dayalı olarak üretilen teknolojilerin ülkelerin gelişmesine ve yaşanan bilgi çağına çok büyük katkılar sağladığı bilinmektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s. 54-55). Bu nedenle DNA'nın gizeminin aydınlatıldığı, insanoğlunun genetik kodunun çözümlendiği, antibiyotiklerin keşfedildiği ve uzayın derinliklerine doğru yolculukların yapıldığı bu dönemin tarihteki her dönemden daha fazla toplumsal değişime tanıklık ettiği yadsınamaz (İrez ve Turgut, 2008).

Bu büyük toplumsal değişimler bir takım gelişmelere paralel olarak yeni sorunları ve problemleri de beraberinde getirmektedir (Bybee ve Ben-Zvi, 2003; Lederman, 2007). Bir yandan hayal gücümüzün de ötesine geçerek insanoğlunun refah düzeyini arttırmış olan bu değişimler diğer yandan da DDT kullanımının yan etkileri, ozon tabakasının incilmesi ve Çernobil nükleer kazası gibi bilimsel ve teknolojik gelişmelerin öngörülemeyen çevresel, sosyal ve toplumsal etkileri nedeniyle teknoloji ile birlikte bilimin olumlu imajını da yıpratmıştır (İrez ve Turgut, 2008).

İrez ve Turgut, tüm bu gelişmelerin bilimin her geçen gün birçok soruya cevap bulmaya çalışmasının yanında bilimin geçtiğimiz yüzyılda kültür ve sosyal hayatımızın ne denli önemli bir parçası haline geldiğine de önemle değinmektedir.

Bu nedenle bilimin ortaya koyduğu temel fikirlere sahip bireylerden öte, bilimin ortaya koyduğu bilgi ve tartışmalara eleştirel yaklaşabilen, olguların nedenini saptayabilen bireylere ihtiyaç durumu gündeme gelmiştir.

Hayata eleştirel ve sorgulayıcı bir gözle bakmayı hedefleyen fen eğitiminin bir amacı da öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini geliştirerek, karşılaştıkları problemlere sistematik çözüm yaklaşımları üretebilen ve bilimsel düşünebilen bireyler yetiştirmektir. Fakat ne yazık ki araştırmalar, öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi muhtemel olan fen konularının kavranması, yorumlanması, özümsemesi durumlarında zorluk çekmekte olduğunu göstermektedir (Demirci, 1993).

Fen eğitiminde karşılaşılan bu zorlukların kaynağında, en başta öğretmen merkezli sorunlar olmak üzere, sonrasında müfredat merkezli ve öğrenci merkezli sorunların bulunduğu söylenebilir (Doğru ve Aydoğdu, 2003). Öğretmen merkezli sorunlar, öğretmen adaylarının seçilme biçimleri, öğretmen adaylarının hizmet öncesi yetiştirilmesinde izlenilen yöntemler, öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerle yetiştirilmeleri ve öğretmenlerin kendilerini geliştirmeleri gibi öğelerde meydana gelen sorunlardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle son yarım asırdan beri fen bilimleri eğitime büyük önem verilmekte, daha iyi fen eğitimi için çeşitli projeler geliştirilmekte, araştırmalar süratle sürdürülmekte ve hızla ilerleyen teknolojiyen eğitim/öğretim sürecinde faydalanılmaya çalışılmaktadır (Ayas, Karataş, Ünal ve Çalık, 2001). Bundan dolayı fen eğitimcileri öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin sahip oldukları kavram ve olgular üzerine çeşitli çalışmalar yapmakta, kavramsal ve olgusal sorunları tespit etmeye çalışmaktadırlar (Anderson, 2007).

Yapılan kavramsal çalışmalar göstermiştir ki, fen eğitiminde bu sorunların hissedilir derecede gözlendiği alanlardan biri de kuşkusuz biyolojidir. Günlük hayatta birçok durumun uygulanabilirliğini anlamaya yönelik bir disiplin olarak biyoloji öğrenciyi düşünmeye, yorumlamaya ve araştırmaya yöneltebilmeli, öğrencide üst düzey düşünme becerisi yani problem çözme, kritik düşünme, analiz, sentez ve değerlendirme süreçlerini kazandırabilmelidir (Kızıroğlu, 1988).

Öğrencide üst düzey düşünme süreçlerini kullanmayı gerektiren, biyolojinin dinamik bir şekilde sürekli yenilenmeye ve gelişmeye açık olan önemli dallarından biri olarak genetik alanı da, hızlı gelişmelerle son yıllarda adından söz ettirmeyi başarmıştır.

Genetik, biyolojik çeşitlilik, kalıtım, varyasyon, morfolojik ve anatomik özellikler, bu özelliklerin kalıtlanması gibi birçok konuyu içerisinde barındırmaktadır. Bu nedenle lise ve üniversite biyoloji programlarının merkezinde önemli bir yere sahiptir (Tatman, 2008). Genetiği anlamak hem biyolojiyi hem de biyolojideki gelişmelerin toplum üzerindeki etkisini anlamak açısından önemlidir.

Kavramları, problem çözme süreçleriyle öğrencilerin ilgi çekici ve bir o kadar da karmaşık bulduğu genetik ünitesi, tüm bunların yanında öğrencilerin kavramları algılama ve süreçleri yorumlama konusunda birçok yanılgıya düştükleri bir alandır (Banet ve Ayuso, 2000; Bernhisel, 1999; Johnson ve Stewart, 2002; Robinson, Lewis ve Leach, 2000; Smith, Wood ve Knight, 2008; Tatar ve Koray, 2005; Temelli, 2006; Thomson ve Stewart, 2003). Bu yanılgılar çeşitli nedenlere dayanmakla beraber son yıllarda üstünde durulan en önemli araştırma alanlarından biri olmuştur.

Fen alanlarında genetik kavram yanılgıları ve problem süreçleri dikkate alınarak hazırladığımız araştırmamızda bu yanılgılara yol açan çeşitli faktörlerden biri olan öğretmen kaynaklı faktörlere önemli ölçüde değinilecektir. Öğretmen adaylarında kavramsal ve süreçsel zorlukları tespit etmeye yönelik olarak hazırladığımız ölçme aracının amacı, geliştirilmesi ve analizleri araştırmanın temel çıkış noktasını oluşturmaktadır.

1.1. PROBLEM

Yaradılışından bu yana insanlar bulundukları evrende, etrafta olup bitenleri merakla ve önüne geçilmez bir arzuyla anlamak isterler (DeBoer, 1991). Bu nedenle etrafında gerçekleşen olayları gözlemler, bilgi toplar ve gözlemleyerek edindikleri bu bilgilere anlamlar yüklemeye çalışırlar. Bu gelişimsel süreçte birey öğrenirken yeni

öğrendiklerini, geçmiş bilgilerinin üzerine inşa ederek bir sirkülasyon içerisinde çevrede olanları keşfetmeye çalışır.

Bireyler günlük yaşamda bazı deneyimlerle öğrendikleri naif kavramları kendi bilişsel yapısında bir önceki öğrendikleri ile etkileşime sokarak her birine yeni anlamlar yüklemeye çalışır (Bernhisel, 1999). İşte bu aşamada edinilen kavramlar çoğu kez bilimsel çevrelerce kabul görmüş bazı kavramlara tezatlık oluşturmaktadır. Bu durum bilimin ve fennin öğretilmesinde-öğrenilmesinde önemli yere sahiptir.

Bu önemle günlük kavram ve bilimsel kavramlar arasında gözlenen bu tezatlıkları ortadan kaldırmaya dayalı ilk geniş ölçekli çalışma yaklaşık 70 yıl öncesine dayanmaktadır (Bernhisel, 1999).

Başlıca amacı dünyayı ve bilgiyi anlamak olan fen eğitiminde de kavram ve olgular üzerine yıllardan beri yapılan çalışmalar, bazı kavramların bilimsel kavramlarla uyuşmadığını ve değiştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982). Bilim çevrelerince ortaya konan bilimsel kavramlarla çatışan (conflict) bu kavramlar (naif kavramlar), değişime ve yenilenmeye karşı da oldukça dirençlidir (Hewson ve Hewson, 1988). Bu durum, yeni kavramların öğrenilmesinde de çeşitli zorluklar yaratmaktadır (Duit ve Treagust, 1998).

Fen eğitiminde özellikle biyoloji alanında (hücre yapısı ve fonksiyonu, osmoz, difüzyon, fotosentez, büyüme ve gelişme, solunum, genetik vb.) yapılan çalışmalar önemli kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermiştir.

Son yıllarda biyolojinin odağındaki konu kuşkusuz genetik olmuştur. Genetik alanında kaydedilen birçok ilerleme, genetiğin her geçen gün önemine dikkati çekmektedir. Klug ve Cummings (2003)'e göre, genetik, DNA molekülünün yapısı, kalıtım, mutasyon ve evrim mekanizmaları ile ilgili sorulara çok güzel yanıtlar ve çözümler sağlamıştır.

Birçok soruya yanıt bulabilen ve sürekli dinamik olan bu alandaki önemli gelişmeler, öğrencilerimizin bu gelişmeleri takip edebilecek ve doğru bir şekilde kavrayabilecek bireyler olarak yetişmesini öngörmektedir. Bu niteliklere sahip bireyler olarak yetişmesini istediğimiz öğrencilerimize bu gelişmeler, yenilenen öğretim yöntem ve teknikleriyle (yenilenen ders kitapları, videolar, slayt gösterileri, araç gereçler, materyaller, modeller, maketler vb.) aktarılmalı ve var olan müfredat da günümüz koşullarına ve ilerleyen bilimsel gelişmelere paralel olarak yenilenmelidir.

Bugün ilköğretim fen ve teknoloji ve ortaöğretim biyoloji derslerinde genetik ile ilgili yapılan birçok gelişme önceki yılların sadece Mendel genetiği ile sınırlı kalan müfredatın boyutundan farklı bir boyuttadır. Günümüz müfredatında yer alan gen mühendisliği, biyoteknoloji ve DNA teknolojileri gibi konular genetiğin sadece Mendel genetiği düzeyinde kalmayıp teknolojik ve endüstriyel gelişmelere uyarlanmış halini öğrencilerimize sunabilmektedir.

Bu değişimin ötesinde öğrencilere bilgiyi birinci elden aktaran öğretmenlere de büyük görevler düşmekte ve öğretmenlerin birtakım yeterliliklere sahip olması gerekmektedir. Bu yeterliliği kazanan öğretmenlerin konuyu öğrenciye sadece öğretebilmenin yanında öğrencide var olan bilgiyi onlara özümsetebilecek, öğrencinin bilgiyi yapılandırmasına ve sorgulamasına yardımcı olabilecek niteliklere sahip olması gerekmektedir. Öğrencilerimize konu alanı bilgisini ezber niteliğinde değil de, yapılandırmacı öğrenme süreciyle ve doğru bir şekilde aktarması gerekmektedir.

Bir konunun doğru ve yeterli aktarılabilmesindeki en önemli adım ise kuşkusuz iyi ve doğru uygulanabilecek bir kavram bilgisinden geçmektedir. Öğrencilerin iyi bir kavram bilgisine sahip olabilmeleri için öğretmenin de iyi bir kavram bilgisine sahip olması ve öğrencilerine kavramsal değişim stratejilerini aktarabilecek yeterlilikte olması gerekmektedir (Waters ve Adams, 2006). Bu nedenle kavramsal boyuttaki bu eksikliğin öğretmen adaylarında ve öğretmenlerde sık gözlenen nitelikte olması bu durumun fen eğitiminde yaşanan sorunların başında geldiğini göstermektedir.

Öğretmen merkezli olan bu sorunlar bugün genelde biyoloji özelde genetik alanında kendini göstermektedir.

Geleceğin öğretmenleri, şimdinin ise öğretmen adayları ile yapılan araştırmalar çeşitlidir. Bu araştırmalar, öğretmen adaylarının üniversitelerdeki alan bilgisi eğitimini yeterli bulmadıklarını göstermektedir (Cansaran, 2004; Işık ve Soran, 2000; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000). Bu nedenle öğretmen adaylarının teorik ve pratikteki yetersizliklerinin ortaya çıkarılması, anlama düzeylerinin belirlenmesi ve düzeltilmeye gidilmesi gerekmektedir. Bu eksiklikler ve yetersizlikler doğrultusunda araştırmada, genetik alanında çözümlenmesi istenen problemlere ve alt problemlere cevap aranmaya çalışılmıştır.

1.1.1. Problem Cümlesi

Öğretmen adaylarının genetiğin içeriğini oluşturan kavramları anlama düzeylerini teşhis edici bir test nasıl geliştirilebilir? Testin kapsam ve yapı geçerliliği ve güvenilirliği nasıl sağlanabilir? Testin güvenilirlik katsayısı nasıl hesaplanır? Testin madde istatistikleri nasıl hesaplanır?

1.1.2. Alt Problemler

- İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi sırasında çeşitli şekillerde belirlenerek kullanılan mevcut kavram yanlışlarından hareketle öğretmen adaylarında görülen kavram yanlışları nelerdir?
- Öğretmen adaylarının sahip olduğu temel genetik kavram anlayışları nasıldır?
- Öğretmen adaylarının genetikte problem çözme süreçleri ile ilgili yaşadığı zorluklar nelerdir?
- Öğretmen adaylarında gözlenen kavramsal ve süreçsel zorlukların kaynakları nelerdir?

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI ve ÖNEMİ

Ülkemizde genelde fen eğitimi ve özelde biyoloji eğitimine gereken önem verilmemekte ve bu alandaki yenilikler ve gelişmeler göz ardı edilmektedir. Biyoloji kuşkusuz bireylerin günlük yaşamında fizyolojisiyle ilgili edindiği birçok bilginin farkına varabilmesini, kendini tanıyabilmesini ve en önemlisi doğasını anlayabilmesini sağlayan önemli bir alandır. Bu amaçlarla biyoloji alanında derslerin işlenmesinden, devlet okullarında araç gereç ve sınıf ortamı olanaklarından, öğretmen yeterliliklerine kadar birçok alanda yaşanan sorunlar çeşitlidir. Bu nedenle biyoloji dersi için istenilen hedeflere tam anlamı ile ulaşılamamaktadır (Yaman ve Soran, 2000).

Biyoloji eğitimi açısından istenilen hedeflere ulaşılamamasında en önemli sorunlardan biri de öğretmen kaynaklı faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu sorun büyük ölçüde öğretmen yetiştirme durumunda kendini göstermektedir. Öğretmen adayları yalnızca gelişim ve öğrenme psikolojisi, öğretim materyalleri ve stratejisi, yöntem ve teknikleri, sınıf yönetimi, ölçme ve değerlendirme teknikleri gibi eğitim boyutunda değil (Kumbıçak, Atılboz ve Salman, 2006), konu alanı bilgisi bakımından da biyoloji dersinde birçok problemle karşılaşmaktadırlar. Öğrencilerin konular arası ilişkileri iyi kurabilmeleri, konuları anlayabilmeleri ve gerektiğinde uygulayabilmeleri için öğretmen adaylarının yeterli alan ve pedagoji bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. (Cerrah, Özsevgeç ve Ayas, 2005).

Karmaşık ve soyut konuları içeren biyoloji eğitiminde öğretmen adayları, birçok konunun kavram ve problem çözme boyutunda zorluklar, eksiklikler ve yanlışlıklar yaşamaktadır. Bu durum bilgiyi öğretmenden alan öğrencilerde de hissedilir derecede kendini göstermektedir. Öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanlışları öğrencileri de etkilemektedir.

Özellikle genetik alanında temel kavram bilgisi ve problem çözme süreci gibi aşamalarda karşılaşılan zorlukların ve eksikliklerin tespit edilmesinin önemi yadsınamaz. Genetik ile ilgili varolan kavram yanlışları gen, kromozom ve DNA

gibi genetik kavramlarının anlaşılmasında, sonrasında genetik ile ilgili problemlerin çözümünde gözlenmektedir (Banet ve Ayuso, 2000; Thomson ve Stewart, 2003; Robinson, Lewis ve Leach, 2000).

Öğretmen adayları ve öğretmenlerin sahip oldukları yetersizlikler ve yanlışlıklar öğrencilerine de yansımaktadır. Bu nedenle öğretmen adaylarında kavramsal değişimin sağlanabilmesi için kavramların ve problem çözme süreçleri ile ilgili olan bu yanlışlıkların ve eksikliklerin ortaya çıkarılması, anlama düzeyinin belirlenmesi ve düzeltilmeye gidilmesi gerekmektedir. Ancak anlama ya da zihinsel bilgi yapılanması doğrudan gözlenebilen skaler bir büyüklük olmadığı için belirli ve tek bir araç tarafından kolaylıkla ölçülememektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s.2). Doğrudan gözlenemeyen anlayış ve yapılanmaları ortaya çıkarmak için araştırmacılar tarafından çeşitli yöntem, teknik ve araçlar geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerden biri olan *iki aşamalı testler*, bu çalışmada kavram yanılgıları ve süreçsel zorlukları belirlemede önemli yere sahip olacaktır.

Bu araştırmanın amacı, fen eğitiminde önemli ve geniş bir yere sahip olan genetik dersinin kavramsal anlama düzeylerini, kavram yanılgılarını ve problem çözme süreçlerini belirlemede kullanılacak iki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi, uygulanması, analizinin yapılması ile testin öğretimde kullanımı hakkında geçerliği ve güvenilirliği sağlanmış bir teste dayalı bilgi sunabilmektir.

1.3. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR)

Öğretmen adaylarının GTT (Genetik Teşhis Testi)'nin uygulanması sırasında araştırmacıya içten cevaplar verdikleri varsayılmıştır.

1.4. SINIRLILIKLAR

Araştırmanın konusu, 'genetik' ünitesi ile sınırlıdır. Genetik konusunun içerdiği kavramlar oldukça fazladır. Bu araştırma, yalnızca Genetik Teşhis Testi (GTT) maddeleri içinde geçen kavramlar ile sınırlıdır. Her bir maddeye ilişkin alt kavramlar,

problem çözüme süreçleri ve farklı kavramlara ilişkin derinlemesine yorum gerektiren ikinci aşama ile bu engelin önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Araştırmanın katılımcılarını Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi 3., 4. ve 5. sınıf öğretmen adayları ile Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi 4. sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma bu katılımcılar ile sınırlıdır.

Sosyal olguların ve olayların durağan olmayışı, süreklilik ve değişkenlik göstermesi nedeni ile bu araştırmanın genellenebilirliği sınırlıdır.

1.5. KISALTMALAR

GTT: Genetik Teşhis Testi

1.6. ANAHTAR KELİMELER

Mendel genetiği, iki aşamalı teşhis testi, kavram yanılgısı, biyoloji öğretmen eğitimi.

1.7. TANIMLAR

Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı: 19. yüzyılın sonlarına doğru öğrenmede hakim görüş olarak yerini alan yapılandırmacı yaklaşıma göre (Duit ve Treagust, 1998), öğrenme sürecinde öğrenciler deneyimlerini (tecrübelerini) temel alarak, yeni karşılaştıkları durumları yorumlamaya, sorgulamaya ve anlam vermeye çalışırlar (Duit ve Treagust, 1998; Hewson ve Hewson, 1988).

Kavram: İnsan zihninde anamlanan farklı nesne ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi yapısıdır (Çeliköz, 1998).

Kavram Yanılgıları: Bireylerin bilimsel olarak kabul edilen kavramlara alternatif olarak geliştirdikleri kavram tanımlamalarına kavram yanılgısı denir (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000). Bu durumda, bireyin bir kavramı anladığı şekil ortaklaşa kabul

edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermektedir (Tery, Jones ve Hurford, 1985).

Kavramsal Değişim Yaklaşımı: Kavramsal değişim yaklaşımı, öğrencilerin kavram yanlışlarından, yani bilimsel olmayan bilgilerinden, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendirir ve temel olarak Piaget'nin özümleme, düzenleme ve dengeleme ilkeleri üzerine kurulmuştur (Duit ve Treagust, 1998; Chambers ve Andre, 1997; Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1983; Wang ve Andre, 1991).

Kavramsal Değişim Süreci: Bireylerin bilişsel yapısında yer alan kavram yanlışlarının gözden geçirilmesi ve bilimsel kavramlarla çelişmesinin önlenmesi için yanlış bilgilerin değiştirilmesi gerekir. Bu süreç kavramsal değişim süreci olarak adlandırılmaktadır (Duit ve Treagust, 1998; Smith, Blakeslee ve Anderson, 1993).

İki Aşamalı Teşhis Testi: Çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp, olumsuzluklarını en aza indiren, öğrencilerin sorulara verdikleri cevapların gerekçelerini de belirtmelerini sağlayan ve öğrencide var olan kavram yanlışlarını teşhis etmeye yarayan test tekniğidir. (Chen, Lin ve Lin, 2002; Griffard, 2001; Treagust, 2006; Treagust ve Haslam, 1986).

Veri Analizi: Araştırma sorularını cevaplamak ya da hipotezlerini test etmek amacıyla ihtiyaç duyulan verileri toplama, düzenleme ve istatistiksel işlemler uygulayarak anlamlı kararlar verebilme ve geçerli sonuçlar çıkartabilme sürecidir (Baykul, 1999; Büyüköztürk, 2007, s.7; Tekin, 2006).

II. İLGİLİ ALANYAZIN

Bu bölümde, araştırmayla ilgili literatür ayrıntılı olarak incelenecektir. Genetik konusunda muhtemel kavram yanlışlarına ve bu kavram yanlışlarını belirlemek için kullanılacak teşhis testinin geliştirilmesi, uygulanması ile ilgili çalışmalara değinmeden önce fen ve biyoloji eğitiminden, ülkemizde bu alanlarda yaşanan sorunlardan ve genetiğin öneminden kısaca bahsedilecektir. İlerleyen kısımlarda ise iki aşamalı teşhis testlerinin eğitimdeki önemi ve bu testleri geliştirme basamakları ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Ayrıca teşhis testinin geliştirilmesi boyutuna etkileri nedeni ile çalışmanın kapsamında yer aldığından kavram yanlışlarına yönelik olarak incelenen literatürün üzerinde durulacaktır.

2.1. YAPILANDIRMACI YAKLAŞIM

Yüzyıllardan beri ortaya konan öğrenme-öğretme yaklaşımlarının temelinde iki unsur önemli yere sahip olmuştur. Bunlar; *bilgi ve öğrenme*’ dir. Ortaya çıkan her yeni görüş bilgiyi farklı tanımlamış ve dolayısıyla öğrenmeyi farklı boyutlarda ele almıştır.

Eğitim alanında 19. yy’ın sonlarına doğru hakim görüş olarak beliren yapılandırmacı yaklaşım ise bilgi ve öğrenme unsurlarına öncekilerden farklı bakış açısıyla eğitime geniş bir kabul kazandırmıştır (Duit ve Teragust, 1998; Guo, 2007). Diğer yaklaşımların aksine, yapılandırmacı yaklaşım bilimin doğasına inmeye çalışan, bilimsel okuryazarlığı odağında tutan bir yaklaşım olarak belirmiştir. Bu yaklaşıma göre öğrenci bilgiyi öğrenme sırasında pasif değil, aksine aktif role sahiptir (Jang, 2003).

Öğrenci bilgiyi dışarıdan aldığı şekilde kabul etmemekte, yapılandırma ihtiyacı duymaktadır. Böylece bilgi daha anlamlı ve kalıcı olmaktadır. Öğrenci bilgiye birincil kaynağından ulaşmaya çalışarak daha anlamlı ve kalıcı öğrenmeye güdülenmektedir. Bu noktada da bireyin öğrenme ortamına gelmeden önce edindiği bilgi bilişsel yapısında önemli yer teşkil etmektedir (Jang, 2003).

Genel anlamda fen eğitimine özel anlamda da biyoloji eğitimine baktığımızda yapılan çalışmaların odağında öğrencilerin ön bilgileri (ön öğrenmeler) yer almaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları ön öğrenmeler bilimsel çevrelerce kabul edilen bilgilerle çatışmakta ve farklılık göstermektedir. Buna dayalı görüşler literatürde *kavram yanlışlığı* (alternative frameworks, children science ve misconceptions) olarak açıklanmaktadır.

2.2. KAVRAMSAL DEĞİŞİM YAKLAŞIMI

Son yıllarda yürütülen çalışmalar öğrencilerin genetik ve daha birçok alanda kavramsal ve süreçsel boyutta yanlışlığa düştüklerini göstermektedir. Bu durum öğrencilerde var olan bilgiyi özümseme ya da yeni bilgiyi yapılandırma boyutunda sıkıntılara yol açacak şekilde ilerlemektedir. Kavramsal değişim yaklaşımı, kavram yanlışlıklarından, yani bilimsel olmayan bilgilerden, bilimsel olarak doğru kabul edilen bilgilere geçiş yapabilmeleri konusunda öğrencilere bir rehber niteliğindedir. (Duit ve Treagust, 1998; Chambers ve Andre, 1997; Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1983; Wang ve Andre, 1991). Bu yaklaşım bilişsel anlamda bilginin özüne inerek kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi hedef noktası kabul etmiştir.

2.2.1. Kavram Yanlışlığı Nedir?

Biyoloji eğitimi üzerine yapılan çalışmaların amacı, öğrencilerin başarısızlıklarının nedenlerini ortaya çıkarmaktır (Temelli, 2006). Nedenlerin en önemlisi ise, öğrencilerin biyolojideki çoğu kavramları yanlış anlamalarıdır. Bu durum, öğrencilerin hem mevcut bilgileri sorgulamalarını, hem de bilgilerini farklı durumlara yapılandırmalarını güçleştirmektedir. Çünkü anlamını bilmediği ya da yanlış bildiği bir kavramla ilgili yapacağı yorum öğrenciyi geri dönüşümü zor ve zaman gerektiren eksik anlamalara sürüklemektedir.

Öğrencilerde kavramlara dayalı olarak tespit edilen yanlışlar değişik kaynaklardan köken almaktadır. Bu kaynaklardan biri öğrencilerin günlük yaşamda edindikleri

öncül (naif) kavramlardır (Duit ve Treagust, 1998; Tekkaya ve diğerleri, 2000). Diğerleri ise öğretmenlerde var olan kavram yanlışlarının öğrencilerde birtakım yanlış anlamalara yol açmasıdır (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000).

Öğrencinin bilişsel yapısında günlük yaşamda edindikleri öncül kavramlar, bilimsel çevrelerce kabul edilen bilimsel fen kavramları arasında fikir ayrılıkları (conflict) oluşturmaktadır (Scott, Asoko ve Leach, 2007). Buna göre öğrencilerin sahip olduğu öncül kavramlar (preconception) yanlış yorumlara (misinterpretation) neden olmakta ve bu yanlış yorumlar öğrencilerde daha ileri kavram yanlışlarına (misconception) yol açmaktadır (Duit ve Treagust, 1998). Bu yanlış kavramların yeni, bilimsel fen kavramlarıyla (alternatif conception) değiştirilmesi gerekmektedir.

Bireylerin bilimsel olarak kabul edilen kavramlara alternatif olarak geliştirdikleri kavram tanımlamalarına '**kavram yanlışısı**' denir (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000). Bu durumda amaç, öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının nedenlerini araştırmak ve öğrencilerin bilişsel yapısında kavramsal değişimi gerçekleştirebilmek olmalıdır (Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1982).

2.2.2. Kavram Yanlışlarının Ortaya Çıkma Nedenleri

Öğrencilerde kavram yanlışlarının ortaya çıkmasının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Öğrencilerin yetersiz ön bilgiler ve doğru olmayan ön yargılara sahip olmaları,
- Kullanılan öğretim yöntem ve tekniklerinin öğretmen merkezli ve ezbere dayalı olması,
- Öğretim programlarındaki konuların birbirinden kopuk ve günlük hayat ile ilişkilendirilmemiş olması,
- Ders kitaplarında yanlış bilgilerin olması ve belirli periyotlarla yinelenmemesi,
- Bilimsel dilin günlük yaşamda kullanılan dilden farklı olması
- Öğretmenlerin konu hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları ve birtakım kavram yanlışlarına sahip olmaları (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, s.144, 2000).

Yukarıda değinildiği gibi öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının bilişsel yapılarında yer edinmiş ön bilgilerden (aileden ve çevreden deneyimlerle edinilmiş) olduğu kadar (Duit ve Treagust, 1998), öğretmenlerden de kaynaklandığı görülmektedir. Fen öğretmenleri de öğrenciler gibi kavram yanlışlarına sahiptirler (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki, fen öğretmenlerinin konu alanı bilgisinin ve öğrenmedeki kavramlarının incelenmesi gerekmektedir (Jong, Korthagen ve Wubbels, 1998). Öğretmenlerin de mevcut kavramları bilimsel kavramlarla değiştirilmelidir (Waters ve Adams, 2006). Çünkü öğrencilerin kavramsal değişim kuramından yararlanabilmeleri için öğretmenin öğrencilerde bu kavramsal değişimi oluşturabilecek yeterli kavramsal bilgi düzeyine sahip olması gerekmektedir.

2.2.3. Kavramsal Değişim Nasıl Gerçekleşir?

Piaget kişinin algı dünyasında *denge (equilibration)*, *özümseme (assimilation)* ve *yerleşme (accommodation)* olmak üzere üç terim üzerinde durmuştur (Duit ve Treagust, 1998). Bunlardan *yerleşme*'nin öğrencinin kavramsal değişiminde önemi büyüktür (Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1982). Çünkü öncül kavramların bilimsel fen kavramlarıyla değiştirilmesinde yeni kavramların öğrencinin zihninde yerleşmesi önemlidir. Yeni kavram kişinin beyinde *yerleşme*'den önce bir takım koşulların sağlanması gerekir. Bu koşullar *memnuniyetsizlik (dissatisfaction)*, *anlaşılabilirlik (intelligibility)*, *akla yatkınlık (plausibility)* ve *verimlilik (fruitful)* ile ilgilidir. Posner ve arkadaşlarının ortaya attığı bu terimler aşağıda özetlenmiştir:

1. *Mevcut kavramla ilgili bir memnuniyetsizlik olmalıdır:* Birey yeni bir kavram üzerinde karar vermeden önce mevcut kavramla ilgili bir memnuniyetsizlik yaşamalıdır. Memnuniyetsizlikle ilgili en önemli kaynak anomalidir. Öğrenen bir anomali ile karşılaştığında birey için çeşitli alternatifler vardır. Fikir ayrılıklarını gidermek amacıyla, kişinin mevcut kavramları özel revizyonlar gerektirir. Fakat bu durum oldukça zordur. Eğer kişi mevcut kavramla ilgili inancını kaybetmişse yani mevcut kavram, problemleri ve anomalileri çözmek için yeterli kapasitede değilse

kavram değiştirilmelidir. Yeni kavramın yerleşebilmesi için mevcut kavramın çözemediği zorlukları çözebilmesi gerekmektedir.

2.Yeni kavram anlaşılır (idrak edilebilir) olmalıdır: Yeni kavram anlaşılır olmalıdır. Birey deneyimlerini yeni kavramla yapılandırabilmeli ve olasılıkları keşfedebilmelidir.

3.Yeni kavram akla yatkın olmalıdır: Yeni kavramın kişinin var olan bilgisiyle tutarlılığının bir sonucudur. Yeni kavramın mevcut kavramsal ekolojiye yerleşebilmesi için beklenen derecede akla yatkın olması gerekir. Bir kavramın akla yatkın olması için beş yol vardır:

-Kavramın metafiziksel inançlar, epistemolojik durumlar ve özel varsayımlar bakımından tutarlı olması gerekir.

-Kavram, geçmiş tecrübelerle tutarlı olmalıdır.

-Kavram için tahminler yaratılabilmelidir.

-Yeni kavram problemlerin çözümüne yatkın olmalıdır, yani anomalileri çözebilmelidir.

4. Yeni kavram araştırma programlarında verimli (yararlı) olasılıklar önerebilecek nitelikte olmalıdır: Yeni kavram, yararlı olmalı ve yerleşme için ikna edici olmalıdır. Sadece çözüm bulmamalı, aynı zamanda yeni bulgulara rehberlik edebilmelidir (Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1982).

2.3. GENETİK ÖĞRETİMİ ve BİYOLOJİ PROGRAMINDA GENETİĞİN YERİ

Genetik; hücreleri, bireyleri, onların oluşturdukları nesli, organizmaların morfolojik, fizyolojik, anatomik özelliklerini, bu özelliklerin ne şekilde kalıtlandığını, kalıtlanan özelliklerin yeni nesillere nasıl aktarıldığını inceleyen, biyolojinin çeşitlilik (varyasyon) ve moleküler temeliyle ilgilenen dalıdır.

Genetik, sadece disiplinler bir alanda kalmayıp, günümüzümüzde hızla ilerleyen, dünyamıza önemli katkılar sağlayan biyoteknoloji, moleküler biyoloji gibi birçok bilim dalıyla disiplinlerarası boyutta yakından ilişkilidir. Ayrıca genetik, araştırmaların bir sonucu olarak tarım, tıp ve daha birçok dalda toplum adına yarar sağlayacak çalışmalarla ilişkilidir.

Bilim adamları, bir taraftan, bilimin herhangi bir disiplininde bilgi arttırmak üzere yeni bilgiler kazanırken (temel araştırma denilen deneysel yaklaşım), diğer yandan toplumun karşılaştığı sorunları çözmek için (uygulamalı araştırma denilen yaklaşım) araştırmalarını sürdürmektedirler (Klug ve Cummings, 2003, s.10). Bu nedenle bir bilim olarak genetiği anlamak hem biyolojiyi, hem de biyolojideki gelişmelerin toplum üzerindeki etkisini anlamak için önemlidir.

Pekçok disiplinler ve disiplinler arası çalışmayla adından söz ettiren genetik alanı, lise ve üniversite biyoloji programlarının merkezinde bu açılardan önemli bir yer tutmaktadır.

Ortaöğretim biyoloji müfredatına ve ders kitaplarının içeriğine bakıldığında, genetikle ilgili bazı temel kavramlara 9. sınıfta yer verildiği tespit edilmiştir. Konuyla ilgili temel bilgilerin verildiği lise ilk sınıftan sonra iki yıl ara verilen 10. ve 11. sınıf müfredatında genetiğe ilişkin hiçbir ünite olmadığı gözlenmiştir. Bu durum öğrencilerin eski ve yeni bilgiler arasında ilişki kurmasının önüne geçerek, öğrenme sürecinin etkiliğini aza indirmektedir.

Öğrencilerin yoğun bir şekilde üniversiteye hazırlandıkları lise son sınıfta ise ‘genetik bilgi taşıyan moleküller, kalıtım, populasyon genetiği, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği’ gibi başlıklarla genetik disiplini ünite bazında yer alarak, genetik konuları bir yıl içerisinde sıkıştırılmaya çalışılmıştır. Bu durum karmaşık, soyut bir konu bütünlüğüne sahip olan genetiğin anlaşılmasını kavramsal ve süreçsel boyutta zorlaştırmış ve çeşitli yanılgılara neden olmuştur.

2.4. GENETİK KAVRAMLAR ve GENETİK KAVRAM YANILGILARI İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.4.1. Genetik Kavramlar

Klug ve Cummings (2003), genetiği, biyolojinin kalıtım ve çeşitlilikle (varyasyonlarla) ilgilenen dalı olarak açıklamıştır. Bu disiplin, hücreleri, bireyleri, onların vücuda getirdikleri nesli ve organizmaların içinde yaşadıkları populasyonlarla ilgili çalışmaları kapsar. Genetik, kalıtılan varyasyonları ve tiplerini araştırdığı gibi bu özelliklerin orjinini de araştırır.

Aşağıda araştırmanın temelini oluşturan bazı önemli kavramlara ve bu kavramların birbiriyle ilişkisine yer verilecektir.

Gen

Bütün yaşayan organizmalar, organizmanın en küçük yapı taşı olarak bilinen hücrelerden oluşmuştur ve her hücre kromozom içermektedir (Banet ve Ayuso, 2000; Robinson, Lewis ve Leach, 2000).

Kromozom, en basit ifadeyle, genler şeklinde organize olmuş, uzun, genellikle dairesel DNA molekülüdür (Klug ve Cummings, 2003).

DNA ise hücrede, genetik bilgiyi depolayan bir molekül olarak işlev görür. Her DNA molekülünde bulunan kalıtım birimlerine **gen** denir (Banet ve Ayuso, 2000; Klug ve Cummings, 2003). Kalıtsal bilgiyi depolayan genler, daha büyük yapılar olan kromozomların bölümleridir (Klug ve Cummings, 2003). DNA ve dolayısı ile kromozomlar üzerinde nükleotid dizileri halinde düzenlenmiş olarak bulunurlar (Tatman, 2008). Ata hücrede bulunan DNA molekülleri hücre bölünmeleri öncesinde kendilerini eşleyerek, DNA molekülünün ve beraberinde genlerin yeni hücrelere kalıtımı sağlanır.

Allel

Mutasyonlar sonucu ortaya çıkan ve aynı türün bireyleri arasında gözlenen bir genin farklı alternatiflerine **allel** denir (Banet ve Ayuso, 2000; Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003; Robinson, Lewis ve Leach, 2000; Tatman, 2008).

Genler mutasyona uğrayarak çeşitlenir ve farklı yapılardaki proteinlerin oluşumunu sağlayarak, popülasyonda varyasyona neden olurlar (Hartwell ve diğerleri, 2004; Weaver ve Hedrick, 1992). Bir türün bireyleri arasında görülen aynı genin farklı alternatifleri olarak karşımıza çıkan ‘aleller’ diploid bir hücrede biri ana biri baba ebeveyninden gelir. Alleller gen lokasyonu ve sentromer bölgeleri bakımından eş olan homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunur.

Klug ve Cummings (2003), bitkinin yüksekliği gibi herhangi bir karakter için fenotipin, tek bir genin allel adı verilen alternatif formlarının farklı kombinasyonu tarafından saptanacağına kitabında değinmiştir. Buna göre, uzun ya da bodur olma özelliği bezelye bitkisinin boyunu saptayan allelleridir.

Genetikle ilgilenen bilim adamları, yaptıkları çalışmalarda bazı sembolleri kullanırlar. Örneğin; küçük harf, çekinik karaktere sahip alleli, büyük harf ise baskın karaktere sahip alleli gösterir ve her ikisi de italik olarak yazılır. Bu nedenle *d* bodur alleli ifade etmek için kullanılırken, *D* ise uzun alleli ifade etmek için kullanılmaktadır.

Genotip

Genotip, organizmanın allellerinin düzenleniş durumunu belirtir (Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003). Başka deyişle organizmanın genetik ifadesi ya da DNA’da depolanmış kalıtsal bilgisidir.

Klug ve Cummings (2003), uzun ya da bodur olma özelliğinin bezelye bitkisinin boyunu saptayan alleller olduğunu belirterek, bodur bitki alleli için *d*, uzun bitki alleli için *D* şeklinde bir ifade kullanmıştır. Bu alleler bireyde çiftler halinde

yazıldıklarında (*DD*, *Dd* ya da *dd*) genotip olarak ifade edilmektedir. Bu terim organizmanın genetik düzenini yansıtır.

Fenotip

Fenotip, bir özelliğin fizyoloji ve görünüm olarak dışa yansıyan ifadesidir (Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003). Kısaca, organizmanın fiziksel ifadesidir. Canlının fenotipi genotipinde var olan iki allelin etkisi altında olabileceği gibi farklı genlerin etkisi altında da olabilir (Basaran, 1996; Baydar, 2002; Deviren, 2002; Hartwell ve diğerleri, 2004; Kuru ve Gözükar, 2001; Mader, 1996; Soysal, 1992; Weaver ve Hedrick, 1992).

Yukarıdaki örneklerde verilen bezelye bitkisinde bodur ve uzun olma durumu bezelye bitkisinin fiziksel ifadesinin göstergeleridir. Örneğin; *DD* ve *Dd* uzun, *dd* ise bodur bitki özelliğini ifade etmektedir.

Homozigot ve Heterozigot Birey

Bir karakter ile ilgili gen lokuslarında aynı özellikte allelleri barındıran bireylere **homozigot birey** denilmektedir (Klug ve Cummings, 2003). Bu bireyler gen lokuslarında tek gamet oluştururlar. Gen lokuslarında farklı özellikte allelleri barındıran bireylere ise **heterozigot birey** denilmektedir (Banet ve Ayuso, 2000; Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003). Bu bireyler gen lokuslarında iki çeşit gamet oluştururlar.

Aynı genetik yapıya sahip olan bireylerin oluşturduğu canlı grubuna ‘saf ırk’ veya ‘arı soy’ denilmektedir (Weaver ve Hedrick, 1992). Saf ırk bireyler kendileşmeler sonucu genetik yapıları birbirine benzer bireyler topluluğu oluştururlar ve bu bireyler dominant ve resesif olabileceği gibi tüm lokuslarında homozigottur (Basaran, 1996).

Klug ve Cummings (2003)’in vermiş olduğu bezelye bitkisi örneğinde olduğu gibi, genotipi aynı alleller oluşturuyorsa (*DD* ya da *dd*) birey için homozigot kavramı, alleller farklı olduğunda (*Dd*) ise heterozigot kavramı kullanılmaktadır.

DD veya dd genotipinde bir birey gen lokuslarında sadece D ya da sadece d gametini oluştururken; Dd genotipine sahip birey ise gen lokuslarında D ve d şeklinde iki şeşit gamet oluşturmaktadır.

Dominantlık (Baskınlık) ve Resesiflik (Çekiniklik)

Fenotipte etkisini hem homozigot hem de heterozigot durumda kendisini gösteren ve allele **dominant (yabanıl tip** ya da **baskın) allel** denilmektedir (Banet ve Ayuso, 2000; Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003). Kısaca allelini baskılayan allel şeklinde de ifade edilebilir (Tatman, 2008).

Fenotipte etkisini sadece homozigot durumda gösterebilen ve mutasyonlar sonucu oluşan allele ise **resesif (çekinik) allel** denilmektedir (Banet ve Ayuso, 2000; Klug ve Cummings, 2003; Thomson ve Stewart, 2003). Resesif allelin orgaznimanın dış görünüşüne yansıması için, karakteri ortaya çıkaran gene ait allellerin her ikisi de resesif olmalıdır (Basaran, 1996; Baydar, 2002; Hartwell ve diğerleri, 2004).

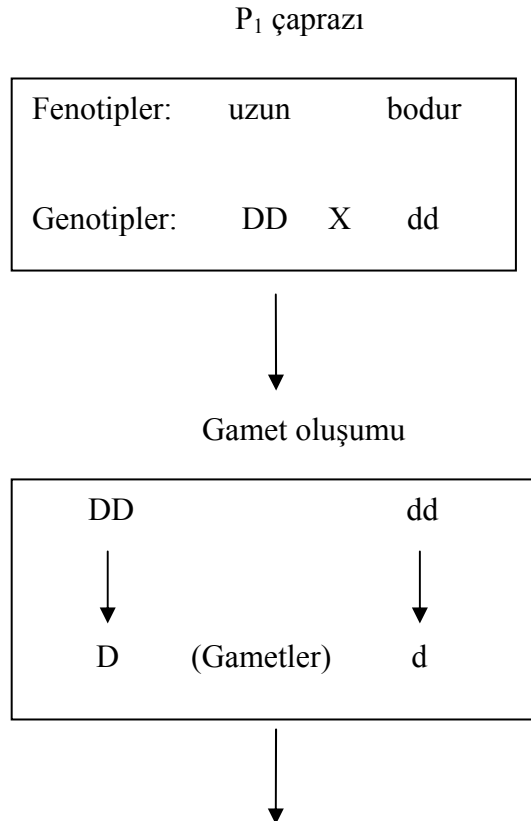
Yabanıl tip allel, populasyon içinde en sık rastlanan allel iken, mutant allel ise populasyonda daha az oranda rastlanan ve yabanıl tip allelin mutasyonu sonuucu oluşan alleldir (Klug ve Cummings, 2003, s. 78).

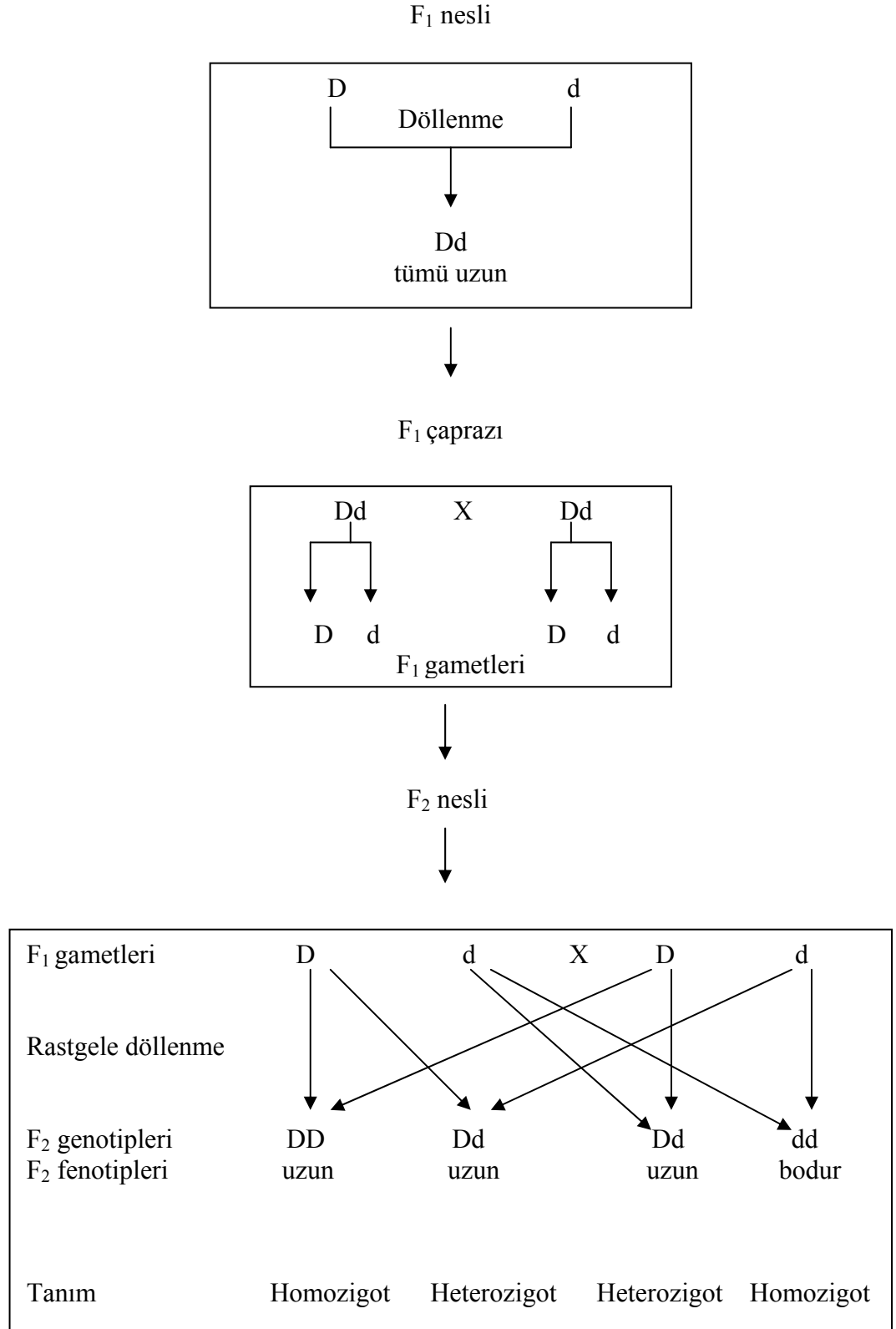
Örneğin; bezelyede uzun gövde özelliği, çekinik olan bodur gövde özelliğine baskın (dominant) iken ya da bodur gövde özelliği uzun gövde özelliğine çekinik (resesif) durumdadır şeklinde ifade edilebilir.

Monohibrit Çaprazlama

Bir türün tek bir karakterini taşıyan gen lokusları bakımından iki gametin çaprazlanmasına **monohibrit çaprazlama** denilmektedir (Klug ve Cummings, 2003). Monohibrit çaprazı bir özelliğin bir nesilden diğerine nasıl aktarıldığını ortaya çıkarır.

Klug ve Cummings (2003), Mendel'in monohibrit çaprazı adı verdiği deneylerde, iki birey arasında sadece bir karakteri ilgilendiren genetik çaprazlamaya değinmiştir. Genetik bir çaprazda, orijinal ebeveynler P_1 ya da atasal nesil olarak, bunların yavruları ise F_1 ya da birinci yavru birey nesli olarak adlandırılır. Eğer F_1 neslinin bireyleri kendi kendilerini döllerse ya da kendi aralarında döllenirse, bunların yavruları F_2 ya da ikinci yavru birey nesli olarak adlandırılır. Uzun ve bodur gövdeli bezelyeler arasındaki çaprazlama Mendel'in monohibrit çaprazına bir örnek niteliğindedir. *Uzunluk* ve *bodurluk*, gövde yüksekliğini gösteren karakterin birbirine zıt olan iki özelliğini temsil eder. Uzun ya da bodur bitkiler, birlikte ya da diğer bir soyla çaprazlanmadıkça kendi kendini dölleyecekler ve nesiller boyunca kendilerine ait özelliği sürdüreceklidir (Şekil 1).





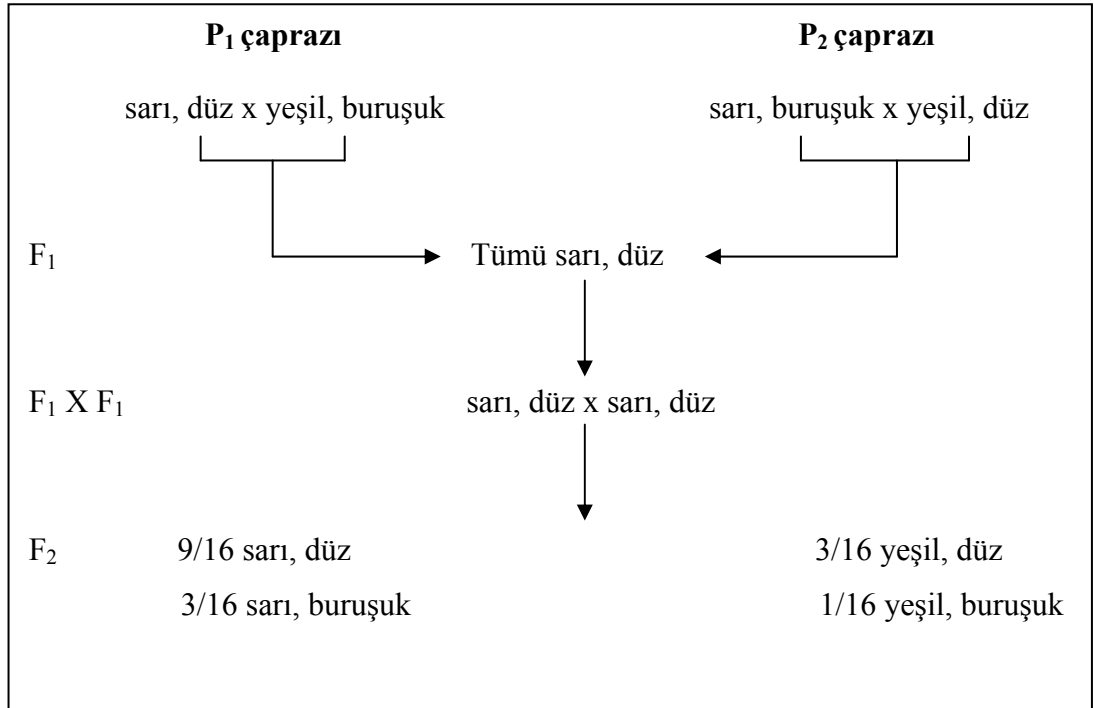
Şekil 1: Monohibrit Çaprazlama Örneği (Klug ve Cummings, 2003, s.49'dan alınmıştır).

Şekil 1’de şematize edildiği üzere, Mendel, uzun bitkileri (DD) bodur bitkilerle (dd) çaprazladığında, oluşan F₁ nesli sadece uzun bitkilerden (Dd) oluşmaktayken, F₁ nesline ait bireyler kendi kendini döylediklerinde, F₂ neslinin 3/4’ünün uzun, 1/4’ünün bodur olduğu görülmektedir.

Dihibrit Çaprazlama

Bir türün iki karakterini taşıyan gen lokusları bakımından iki gametin çaprazlanmasına **dihibrit çaprazlama** denilmektedir (Klug ve Cummings, 2003).

Klug ve Cummings (2003) tohumları sarı ve aynı zamanda düz olan bezelyelerin, yeşil ve buruşuk tohumlu bezelyeler ile döllandiklerinde, Şekil.2’de gösterilen sonuçlar elde edileceğini ifade etmiştir.



Şekil 2: Dihibrit Çaprazlama Örneği (Klug ve Cummings, 2003, s.51’den alınmıştır).

F₁’de oluşan yavrular sarı ve düzdür. Bu nedenle, sarı rengin yeşil üzerine ve düz tohumun ise buruşuk tohuma baskın olduğu açıktır. Bu dihibrit çaprazında F₁

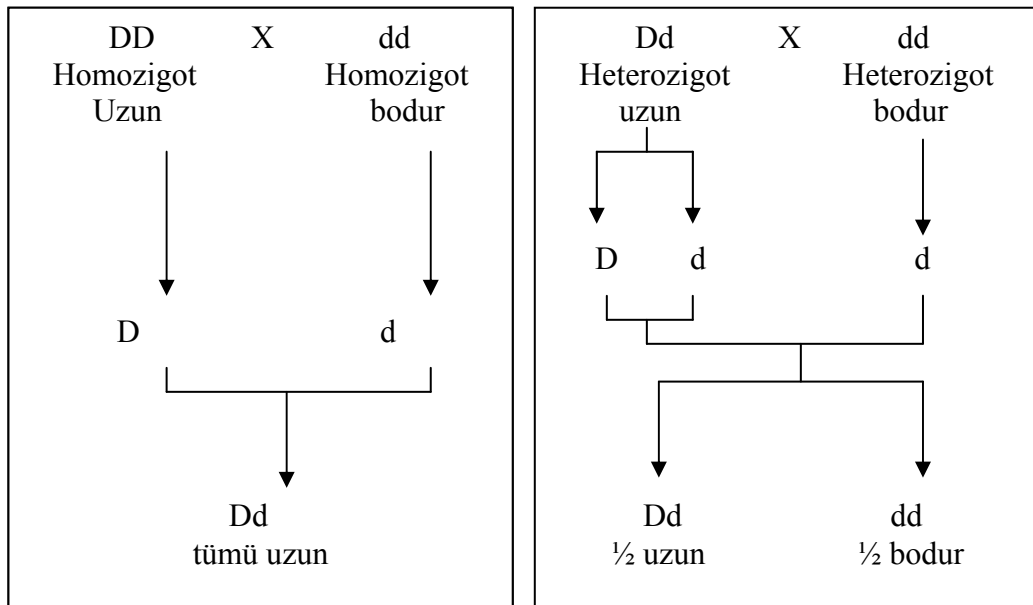
bireyleri kendi aralarında döllendiğinde, F₂ bitkilerinin 9/16'sı sarı ve düz, 3/16'sı sarı ve buruşuk, 3/16'sı yeşil ve düz, 1/16'sı ise yeşil ve buruşuk şeklinde fenotipleri oluşturmaktadır.

Kontrol (Test) Çaprazı

Genotipi bilinmeyen, ancak fenotipi baskın özellikte olan organizmanın homozigot çekinik bir bireyle çaprazlanması **test çaprazı** şeklinde ifade edilmektedir (Klug ve Cummings, 2003). Kısaca test çaprazı, dominant fenotipli bireyin homozigot mu heterozigot mu özellik taşıdığını tespit etmemize yardımcı olur. Bunun sonucunda aynı fenotipe sahip ancak genotip düzenlemeleri birbirinden farklı olan bireyler ayırt edilmiş olur (Soysal, 1992).

Ayrıca kontrol çaprazlaması kromozom üzerinde genlerin konumunu belirlemeye, kromozom haritalarının oluşturulmasına ve genlerin bağlı olup olmadığını anlaşılmaya yardımcı olmaktadır (Deviren; 2002; Kuru ve Gözükar, 2001; Soysal, 1992; Mader, 1996).

Genotipi bilinmeyen bezelye bitkisi iki aşamada da homozigot çekinik genotipe sahip bodur fenotipe bezelye bitkisiyle (dd) test çaprazı yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Test Çaprazı Örneği (Klug ve Cummings, 2003, s.51'den alınmıştır).

Oluşan bireylerin tümü ilk çaprazlamada uzun fenotipte, heterozigot genotipe (Dd) sahip bezelye bitkisini ifade etmekteyken, ikinci çaprazlamada ise %50 oranda uzun fenotipte heterozigot genotipe (Dd), %50 oranında bodur fenotipte homozigot çekinik genotipe (dd) sahip bezelye bitkisini ifade etmektedir. Görüldüğü gibi test (kontrol) çaprazı bireylerin genotipini, yani bireyin homozigot mu heterozigot mu olduğunu anlamamızda önemli bir yere sahiptir.

Bağlı gen ve Krossing over

Mendel kanunları genlerin bağımsız olması yani ‘bağımsız dağılım ilkesi’ne dayalıdır (Tatman, 2008). Aynı kromozom üzerinde bulunan genlere **bağlı genler** denir (Klug ve Cummings, 2003). Bağlı genler bağımsız dağılım konusunda özgür değildir ve Mendel’in klasik oranlarında sapmalara neden olmaktadır (Kuru ve Gözükar, 2001).

Bağlı genler arasında tam linkaj (krossing over olmaması) durumu söz konusu olduğunda sadece atasal gametler oluşturulur ve bağlı genler bu şekilde varyasyonu daraltır (Baydar, 2002). Birbirinden ancak krossing over ile ayrılabilen bağlı genler ise gamet çeşitliğini yani varyasyonu arttırmaktadır (Klug ve Cummings, 2003).

Genlerin bağlı olması durumunda popülasyonda daha fazla sayıda oluşan bireyler ‘*atasal*’, daha az sayıda oluşan bireyler ise ‘*rekombinant (krossing-over’lı)*’ olarak adlandırılmaktadır (Klug ve Cummings, 2003; Kuru ve Gözükar, 2001 s. 167).

Aynı kromozom üzerinde bulunan bağlı genler arasında uzaklık miktarı ne kadar az ise bağlantının kuvveti o kadar fazla olmaktadır (Klug ve Cummings, 2003). Bu bağlantı ne kadar fazla olursa iki gen arasında krossing-over’in meydana gelme ihtimali o kadar azalmaktadır (Deviren, 2002; Klug ve Cummings, 2003).

Epistasi

Tatman (2008) araştırmasında, organizmaların birçok karakteri için bir bir gen = bir karakter ilişkisi söz konusu olmadığına değinmiştir. Çünkü karakterlerin birçoğunun ortaya çıkmasında birden fazla gen rol oynamaktadır. Bu nedenle alleller arasında

dominans, eksik dominans vb. etkileşimler oluyorsa genlerin arasında da değişik etkileşimler vardır. Bu etkileşimlerden biri olan *epistasi* iki veya daha fazla birbirinin alleli olmayan genin tek bir karakteri etkilemesi sonucu meydana gelen ve bir genin diğer genin ifadesini baskılaması ya da değiştirmesi ile ortaya çıkan durumdur (Basaran, 1996; Baydar, 2002; Deviren, 2002; Klug ve Cummings, 2003; Kuru ve Gözükar, 2001; Soysal, 1992). Bu durum Mendel'in klasik oranlarında sapmalara neden olmaktadır.

Klug ve Cummings (2003, s. 90)'in kitabında yer alan ilk defa William Bateson ve Reginald Punnett tarafından keşfedilen örnek, beyaz çiçekli iki tatlı bezelye türünün çaprazlanmasıyla açıklanmıştır. Beklenmedik bir şekilde F₁ bitkilerinin hepsi mor olmuştur. F₂'de ise, 9/16 oranında mor ve 7/16 oranında beyaz bitkiler oluşmuştur. Bu durumun açıklanmasında çiçeklerin mor renkli olması için her iki gen çiftinde en azından iki dominant allel bulunması gerektiği ileri sürülmüştür. Diğer tüm genetik kombinasyonlar beyaz çiçeklere neden olmaktadır, çünkü bir homozigot resesif allel diğer lokustaki baskın allelin ifadesini baskılamaktadır.

2.4.2. Kavram Yanılgılarının Genetik Öğretimine Etkisi İle İlgili Araştırmalar

Eğitimde yapılan çalışmalar, biyoloji alanında öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000). Özellikle *büyüme ve gelişme* (Mutlu ve Özel, 2008), *hücre metabolizması* (Bernhisel, 1993), *hücre yapısı ve fonksiyonu* (Bernhisel, 1993), *osmoz ve difüzyon* (Bernhisel, 1993; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Odom ve Barrow, 1993; Odom ve Barrow, 1995), *fotosentez* (Bernhisel, 1993; Tekkaya ve Balcı, 2003), *genetik* (Banet ve Ayuso, 2000; Bernhisel, 1993; Johnson ve Stewart, 2002; Robinson, Lewis ve Leach, 2000; Tatar ve Koray, 2005; Temelli, 2006; Thomson ve Stewart, 2003; Venville, Gribble ve Donovan, 2005), *hücre bölünmesi* (Bernhisel, 1993), *sindirim* (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000), *boşaltım* (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000), *solunum* (Bernhisel, 1999; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000), *doğal seçim* (Anderson, Fisher ve Norman, 2002), *sınıflandırma* (Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000) ve *ekoloji* (Bernhisel, 1993; Tekkaya,

Çapa ve Yılmaz, 2000) konularında yapılan çalışmalar bu durumu destekler niteliktedir.

Finley, Stewart ve Yarroch (1982), lise biyoloji öğretmenlerinin konu içeriğine bakış açıları ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Araştırmadan elde ettikleri sonuçlar öğretmenlerin konu içeriklerini zorluk, önem ve öncelik derecelerine göre sınıflandırmaları sonucu Mendel genetiği alanında kavramsal ve süreçsel boyutta sorun yaşadıklarını göstermektedir. Biyoloji öğretmenlerinin Mendel genetiği, buna dayalı temel genetik kavramlar, süreçsel durumlar, genetik ile çok yakından ilişkili olan mayoz ve mitoz bölünme konularını hem önemli hem de zor olarak nitelendirdikleri tespit edilmiştir. Çünkü öğretmenler genetikle ilgili olan bu konuların sadece öğretimi sırasında zorluk yaşamakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını değiştirememekte ve üstelik eskilere eklenecek boyutta yeni kavram yanlışları oluşturduklarını belirtmektedirler.

Öğrenciler, genetiğin temelini oluşturan DNA, gen, kromozom gibi kavramlar ile mayoz ve mitoz bölünme konularında kavramsal boyutta önemli yanlışlara ve yeterli olmayan problem çözme süreçlerine sahiptirler (Banet ve Ayuso, 2000; Temelli, 2006; Tsui ve Treagust, 2004).

Daha önce de bahsedildiği üzere öğrencilerde gözlenen bu kavram yanlışları öğrenci kaynaklı olabileceği gibi öğretmen kaynaklı olarak da yaşanabilmektedir.

Longden (1982), öğrencilerde muhtemel ya da olabilecek kavram yanlışlarını ve öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkileyen öğretmen kaynaklı ve öğrenci kaynaklı faktörleri tablo 1'deki gibi belirtmiştir.

Tablo 1: Genetik Kavram Yanılgılarına Sebep Olabilecek Faktörler

‘Öğretmen’ den Kaynaklanan Faktörler:

- Öğretmenin genetik alanına ilişkin kendine güven ve yeterlik derecesi
- Öğretmenin genetik konularına olan ilgi derecesi
- Öğretmenin kavramsal ekolojisi,
- Öğretmenin genetik kavramları kendi içinde ya da başka disiplinlerle ilişkilendirebilme becerisi.

‘Öğrenci’den Kaynaklanan Faktörler:

- Öğrencinin genetik alanı ile ilgili kavramlara ve süreçlere ilişkin başarı düzeyi,
- Öğrencinin kavramsal ekolojisi,
- Öğrencinin genetik alanına ilgisi ve tutum becerisi,
- Öğrencinin muhtemel kavramları, bilimsel kavramlarla ilişkilendirebilme ve değiştirebilme becerisi,
- Öğrencinin genetik alanına ilişkin hazırbulunuşluk düzeyi,
- Öğrencinin genetik alanına güdülenme (isteklilik) düzeyi.

Genetik karmaşık ve soyut düşünmeyi gerektiren bir alandır. Bilginin sadece alınıp depolanmasını değil, aynı zamanda sorgulanmasını ve değişik durumlara uygulanabilmesini gerektirmektedir.

Öğrenciyi düşünmeye ve problem çözmeye götüren birkaç alandan biridir (Stewart ve Hafner, 1994). Birçok araştırmada ulaşılan sonuçlar, liselerde anlatılan genetik konusunun zor olarak nitelendirildiğini göstermektedir (Bahar, Johnstone, ve Hansell 1999, Longden, 1982). Hem kendine özgü dili bakımından hem de kavramsal olarak öğrencileri zorlamaktadır. Var olan bilginin doğrudan kullanımına karşı çıkan, aksine bilginin öğrenci tarafından oluşturulabilmesini, yordanabilmesini gerektiren genetik dersi alanı bilişsel düzeyde öğrencileri üst düzey düşünme becerilerini (analiz-sentez-değerlendirme) kullanmaya ve geliştirmeye yöneltmektedir. Bu durum öğrencileri, öğretmen adaylarını ve dolayısıyla öğretmenleri zorlayıcı etki yaratmaktadır.

Orcajo ve Aznar (2005) genetik öğrenme ve öğretme sürecinde yaşanan zorlukların sebeplerini aşağıdaki şekilde sıralamışlardır:

- Öğrencilerin genetikle ilgili önyargıları
- Öğrencilerin genetik konusunda alternatif kavramları
- Öğrencinin içinde bulunduğu bilişsel gelişim dönemi
- Öğrencinin içinde bulunduğu bilişsel gelişim düzeyi
- Kullanılan terminolojinin günlük dil ve bilimsel dilde farklı oluşu sonucu gerçekleşen yanlışların, yeni öğrenmelere ket vurması
- Genetik problemlerinin çeşidi (Neden- sonuç problemi mi yoksa sonuç- neden problemi mi oluşu)
- Genetik problemlerinin çözümünde yaşanan süreçsel hatalar

Öğrencilerin genetik konusuyla ilgili yaşadıkları çeşitli nedenlerden kaynaklanan bu zorlukları en aza indirerek, başarılarını arttırmaya yönelik olarak yapılan birçok çalışma örneklerine literatürde sıklıkla rastlanılmaktadır. Bu çalışmalardaki ortak amaç ise öğrencilerin soyut olan bazı kavramları ve kavramlar arası ilişkileri somut anlamalara dönüştürebilecek fazla duyu organına hitap eden araç gereçlerden ya da çeşitli yöntem ve tekniklerden yararlanmaktır. Bu şekilde öğrencilerin kavramlara ilişkin yanlışları ve eksiklikleri giderilmeye çalışılacaktır.

2.4.3. Kavram Yanlışlarının Genetik Problem Çözmeye Etkisi İle İlgili Araştırmalar

Öğrencilerde biyoloji alanında karşılaşılan kavram yanlışlarının sıklıkla yaşandığı konuların başında genetik ve genetikle bağlantılı temel bilgiler gerektiren, DNA, gen, kromozom gibi konular ile mayoz ve mitoz bölünme gibi konuların geldiği görülmektedir (Temelli, 2006; Longden, 1982; Kinfield, 1991a; Kindfield, 1991b; Steawart ve Dale, 1989; Steawart, Hafner ve Dale, 1990; Atılboz, 2004; Şahin ve Parim, 2002, Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000).

Temelli (2006)'nin lise öğrencileriyle ve Tatar ve Koray'ın (2005) ilköğretim 8. sınıf öğrencileriyle genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi amacı ile yaptıkları araştırmada, genetiğin temel bilgisinin dayandırılacağı DNA, gen, kromozom gibi kavramlarda öğrencilerin eksik bilgilere ve yanlışlara sahip oldukları bulgusuna ulaşılmıştır. Örneğin, öğrencilerin birçoğunun gen, kromozom ve organizma gibi kavramların büyüklük sıralamasını doğru olarak yapamadıkları gözlemlenmiştir.

Stewart ve Dale (1989), öğrencilerin mayoz bölünme ve kromozom-gen konumları ile ilgili alternatif kavram ve modellerini incelemişlerdir. Araştırma sırasında allel, gen ve bağlı genlerin kromozom üzerinde konumlanmaları ile ilgili öğrencilerde birçok yanlışdan söz etmişlerdir.

Stewart ve Hafner (1994) de, genetik problemlerini çözme sırasında öğrencilerin mayoz bölünme, gametlerin ayrılması, genotip atama, model geliştirme ve temel genetik bilgileri ile ilgili çeşitli kavram yanlışları olduğunu tespit eden araştırmacılarıdır. Stewart ve Hafner'in araştırmalarında önemli noktalardan biri de, öğrencilerin kavramsal bilgileri problem çözme süreçlerine uygulama sırasında yaşadıkları zorluklardır. Öğrenciler bilişsel yapılarında var olan muhtemel kavramsal bilgileri başka durumlara uygulama noktasında çeşitli sorunlar yaşamaktadırlar. Sıkça karşılaştıkları en önemli güçlükler, bir hücredeki genler ve kromozomların yerleşim durumları ile ilgili olan genetik problemlerinde görülmüştür.

Kinfield ise (1991b) çalışmaları sonucunda genetik problem çözme sürecinde gözlenen yanlışları, kromozom ve süreç yanlışları olarak tablo 2'deki bilgilerle özetlemeye çalışmıştır.

Tablo 2: Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması (a)

Kromozom Yanılgıları:

‘Replike olmuş kromozomlar mayoz I sırasında çift değil tek sıra olarak dizilirler ve ayrılırlar’ şeklinde düşünme

Kromozom yapısı ile kromozom sayısı durumunu (ploidy) sıklıkla karıştırma

‘Kromozomun kardeş kromatidleri mayoz sürecinde hiçbir zaman birbirine fiziksel olarak bağlı değildir’ deme

Süreçsel Yanılgılar:

Replikasyon yanılgıları: Replikasyonun zamanlaması ile ilgili yanılgıya düşme. Özellikle hücre döngüsü ve mayoz ilişkisi ile ilgili yanılgıya düşme

Krossing over yanılgıları: Genellikle sürecin zamanlamasının anlaşılamaması durumu. Ayrıca sentromerin var oluşu ve pozisyonunun etkisini fark edememe ve krossing overın belli bir evresinde önceki kromozom eşlenmelerinin haricinde kromozomların kendilerini eşleyebileceklerini düşünme

Ayrırma ve hizalama yanılgıları: Yaygın olarak kromozomların eşlenme zamanını içeren süreçte meydana gelen olaylar ile ilgili yanılgılar. Tipik olarak, mayoz I esnasında kromozomları replike etme, homolog kromozom çiftlerini tam tersine mayoz II de hizalama

Replikasyonu mayozun süreçlerinden biri olarak düşünme

Sadece mayoz sırasında belli zamanlarda meydana gelen çeşitli mayoz olaylarının çok fazla meydana gelebileceğini düşünme

Mayoz bölünme ile gerçekleşecek bazı olayların neler olduğunu bilme fakat bu olayların zamanlamasını bilememe.

(Tatman (2008), Kinfield (1991b)’den aktarmıştır).

Orcajo ve Aznar (2005), ‘*Kavramsal Yeniden Yapılanma*’ hakkındaki çalışmalarında öğrencilerin genetiğe dayalı yanılgılarını kalıtsal bilginin yeri, kalıtsal bilginin aktarımı ve yeni karakterlerin ortaya çıkması olarak tablo 3’deki gibi özetlemeye çalışmışlardır.

Tablo 3: Kavram Yanılgılarının Sınıflandırılması (b)

a. Kalıtsal bilginin yeri:

-
- Sadece gametlerdeki eşey kromozomların genetik bilgi içerdiğini düşünme,
 - Allellerin homolog kromozomun kardeş olmayan kromatidleri üzerinde yer aldığını düşünme,
 - Homolog kromozom ve kardeş kromatidleri birbirinden ayırt edememe ve birbiri yerine kullanma,
 - Gen ve alellin farklı şeyler olduğunu düşünme,
 - Allelleri genlerin parçaları olarak yorumlama,
 - Bağlı gen kavramını anlayamamış olma,
 - Bir kişideki bütün kromozomların aynı bilgiyi taşıdıklarını düşünme,
 - Her bir hücrenin kendi görevine ilişkin farklı genetik bilgileri taşıdığını düşünme.
-

b. Kalıtsal bilginin aktarımı:

-
- Kalıtsal bilginin yeni nesillere aktarımında çoğunlukla babanın etkisinin fazla olduğunu düşünme,
 - İkizlerin aynı ebeveynlerin etkisi ile aynı anda doğmaları nedeniyle birbirlerine benzediklerini düşünme,
 - Cinsiyetin kalıtımında spermlerin ve kan hücrelerinin sistematik olarak belli bir kurala göre değil de, şans eseri karar verdiklerini düşünme.
-

c. Yeni karakterlerin ortaya çıkması:

-
- İnsan ve diğer canlıların genetik orijinlerinin çevresel etkenlere bağlı olduğunu düşünme,
 - Herhangi bir hücrede meydana gelen mutasyonun mutlaka gelecek nesillere aktarıldığını düşünme.
-

(Orcajo ve Aznar, 2005'den derlenerek hazırlanmıştır).

Şahin ve Parim (2002), 14–15 yaş gurubundaki öğrencilerle yaptıkları araştırmalarında '*genlerin niçin önemli oldukları*'nı sorduklarında öğrencilerin %10'u '*bütün karakterlerimizi (dış görünüş, davranış, kişilik) belirler*' şeklinde cevap vermişlerdir. Ancak genlerin karakterlerimizi nasıl etkilediklerine ilişkin bilgiye sahip değillerdir. Aynı araştırmada öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun gen ve kromozom arasındaki ilişkiyi net bir şekilde kavrayamadıkları, genlerin kromozomlar üzerinde nasıl bir dizilim gösterdiklerini ifade edemedikleri de görülmüştür. Öğrencilerin %14'ü genlerin nasıl aktarıldığını açıklarken, birçoğu mitoz ve mayoz bölünmenin neden meydana geldiğini açıklayamamıştır. Öğrenciler döllenmenin genetik bilgiyi aktarmadaki rolünü kavrayamadıklarını, yumurtanın hep aynı kalıtsal bilgileri aktarırken, spermin farklı kalıtsal bilgileri aktardığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bir diğer yanılgısı da kromozomların hücre bölünmesinde ikiye ayrıldığını ancak DNA'ların kopyalanmasına gerek olmadığını vurgulamıyor oluşlarıdır. Hatta bazı öğrenciler hücre kavramı ile kromozom kavramını karıştırmışlardır.

Genetikte kavram yanılgılarının ortaya çıkmasındaki neden, içerik ve hazırbulunuşluk kaynaklıdır (Şahin ve Parim, 2002). Karmaşık olan içeriği yapılandırmada uygulanan eğitim aktiviteleri yetersiz kalmakta ve öğrenci hazırbulunuşluğunun dikkate alınmadığı etkinlikler öğrencinin aktif katılımını engellemektedir. Öğretme-öğrenme süresinin yetersiz oluşu da etkinliklere zaman ayrılamamasının önemli bir nedenidir. Oysa ki etkili öğrenme büyük oranda etkin katılım ile mümkündür. Bu nedenle, araştırmacılar, öğrencilerin aktif katılımının kavram öğrenmede daha etkin sonuçlar doğuracağını belirtmişlerdir.

Tsui ve Treagust (2007), öğrencilerin genetik dersinde uygulamalar yaparak aktif olarak öğreneceği ders ortamlarında daha çok kazanımda bulunduklarını belirtmişlerdir. Bunun için, ders esnasında somut yoldan kazanım için bilişsel, duyuşsal ve devinişsel olarak aktif olmalarını sağlayan multimedya araçları, özel yazılımlar gibi genetik kavramlarını daha kolay öğrenmede yardımcı olabilecek araçların sıkça kullanılmasını önermişlerdir. Öğrencilerin öğrenme sürecinde yöntem, teknik ve araç-gereçlerden yararlanması için öğretmenlerin de onları doğru seçecek,

etkili kullanacak niteliklere sahip olması ve bu doğrultuda kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir (Ekici, 2001).

Temelli (2006), öğrencilerin genetikle ilgili problem süreçlerinde zorluk yaşamasının ve öğrencilerde genetikle ilgili kavram yanlışlarının yaşanmasının nedenini, derslerin öğretmen merkezli oluşundan kaynaklandığını belirtmektedir. Bu durumda öğrenciler öğrenme sürecine aktif olarak katılamamakta ve etkili öğrenmeler gerçekleşmemektedir.

Bununla birlikte, Temelli (2006), ders öğretmenlerinin, günlük hayatta kullanılmayan bilim diline sahip üslubu, ders sırasında doğru ve akıcı bir biçimde kullanmadıklarını da ileri sürmektedir. Araştırmalarda öğrencilerin büyük bir kısmının biyoloji konularının çok miktarda yabancı kelime içerdiğini, ders kitaplarının konular ve kavramlar bakımından yeterince açıklayıcı olmadığını belirtmeleri de bu bulguyu desteklemektedir (Kumbıçak ve diğerleri, 2006).

Stewart, Hafner ve Dale (1990), öğrencilerin problem çözemiyor olmalarının nedenini tek çeşit örneklerin çözülmesine ya da algoritmalara bağlamaktadır. Algoritmik olan neden-sonuç problemleri ve algoritmik olmayan sonuç-neden problemleri üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, neden-sonuç problemlerinde öğrencilerin büyük çoğunluğu doğru cevabı verebilmelerine rağmen birçok öğrenci, öğrendiği belki de ezberlediği algoritmaları uygulayarak ve bununla birlikte önemli kavramları tam anlamıyla anlamaksızın doğru cevaba ulaşabilmektedir (Tatman, 2008). Sonuç-neden problemleri, neden-sonuç problemlerine göre daha iyi sonuç vermektedir. Çünkü sonuç değil geçirilen süreç önemlidir. Sürece yönelik problem çözümleri ezber öğrenmeyi ortadan kaldırarak, etkili ve sorgulayıcı öğrenmeyi sağlamaktadır. Bu nedenle öğretmenler öğrencilerde doğru cevabı elde etmekten çok, problem çözme süreçleri üzerine vurgu yapılmalıdır (Stewart, Hafner ve Dale, 1990).

Öğrencilerin genetik problemlerini çözerken sıklıkla karşılaştıkları sorunlardan biri de öğrencilerin olasılıksal değerlendirmeleri yapamıyor oluşları, genetik olasılıklarını

yorumlayamamalarıdır. Punnet karesindeki sayıları yani olasılıkları okumayı bilmeme bu nedenledir (Stewart ve Hafner, 1994).

Sonuç olarak daha önce de değinildiği gibi öğrenci ya da öğretmen kaynaklı olabilecek bu sorunların ortadan kaldırılabilmesi için eğitim sisteminde kavramların doğru kazanılmasına dayalı yeni düzenlemeler yapılmalı ve çağdaş eğitim felsefelerine dayanan yeni yaklaşımlar kullanılmalıdır. Kavramlar arası ilişkileri belirleme ve kavram yanılığını en aza indirme çabasına dayalı öğretim yöntemlerine, araç-gereçlere ve kavram haritalarına öğretim sürecinde ağırlık verilmelidir.

2.5. İKİ AŞAMALI TEŞHİS TESTİ GELİŞTİRİLMESİ ve GEÇERLİK ÇALIŞMASI

2.5.1. İki Aşamalı Teşhis Testi Nedir?

Yukarıda sözü edildiği üzere öğrenciler öğrenme ortamlarına olgular ve kavramlar hakkında ön bilgilerle gelmektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Duit ve Treagust, 1998; Griffard, 2001; Hewson, Beeth ve Theorley, 1998; Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1982; Treagust, 2006; Treagust ve Haslam, 1986). Bu kavramlar çoğunlukla bilimsel çevrelerce kabul edilen fen kavramlarından farklılık göstermektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Duit ve Treagust, 1998; Posner, Strike, Hewson ve Getzorg, 1982; Treagust ve Haslam, 1986). Fen eğitiminde yıllardan beri en önemli çabalardan biri öğrencilerin bilişsel yapısındaki bu eksiklik ve farklılıkların ortaya çıkarılması olmuştur.

Ancak anlama, kazanım ya da bilgi düzeyi doğrudan gözlenebilen skaler bir büyüklük olmadığı için belirli ve tek bir araç tarafından ölçülememektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Çok sayıda öğrenci içeren ya da çok sayıda hedef-davranışın ölçülmesi gereken durumlarda bu sorun daha da artmaktadır (Klymkowsky, Taylor, Spindler ve Garvin-Doxas, 2006). Bu nedenle, araştırmacılar doğrudan gözlenemeyen bu bilişsel yapı düzeyini ortaya çıkarmak için çeşitli yöntem ve

araçlar geliştirmişlerdir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Bu yöntemler çeşitli olmakla birlikte genel anlamada nitel ve nicel yöntemler olarak iki aşamada ifade edilmektedir (Griffard, 2001). Bu yöntem ve araçlara açık uçlu sorular, kavram haritaları, tahmin et-gözlem-açıklama, mülakatlar, performans ödevleri, portfolyo çalışmaları, testler vb. örnek olarak verilebilir (Anderson, Fisher ve Norman, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Jang, 2003; Treagust, 2006).

Nitel araştırmalar, az sayıda katılımcıyla öğrencinin kavramsal ekolojisini daha derinlemesine anlamaya yönelik, nicel araştırmalar ise, çok sayıda katılımcıyla öğrencilerin kavramsal ekolojisinin birbiriyle karşılaştırılmasına yönelik olarak yapılan geniş ölçekli çalışmalardır (Griffard, 2001).

Nicel araştırma yöntemlerinden biri olan testler de öğrencilerin kavram yanılgılarını ve anlama eksikliklerini belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biridir.

2.5.2. İki Aşamalı Testlerin Ortaya Çıkma Nedenleri

Nicel araştırma yöntemlerinden biri olan testler, genellikle kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, çoktan seçmeli testler, iki aşamalı testler ve açık uçlu testler olmak üzere beş grup altında toplanabilir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s.56). Bunlar arasında, eğitim sistemimizde sıklıkla kullandığımız çoktan seçmeli testler, öğrenciye her soru ile birlikte bu sorunun cevabı ve cevabı sanılabilecek ifadelerin (çeldiricilerin) verilmesi ve öğrenciden, sorulan sorunun cevabını verilenler arasından seçmesinin istendiği bir yöntemdir (Özçelik, 1998).

Her ölçme aracında olduğu gibi çoktan seçmeli olan bu testlerin bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Belli bir sınav süresinde çok sayıda soru sorabilmeyi gerektiren çoktan seçmeli testlerde saptanan hedef davranışların ve içeriğin tümü etkili bir biçimde yoklanabilir. Bu durum, testlerin kapsam geçerliklerinin yüksek olabileceğinin bir göstergesidir.

Geçerliğı sağlanan bir testin güvenirliğinin de yüksek olacağı bilinen bir gerçektir. Testlerde çok sayıda soru sorulabilmesi, soruların açık ve anlaşılır olması koşuluyla güvenirliğin de yüksek olmasını sağlar (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Çoktan seçmeli testlerde her cevap için doğruluk derecesi belirlenmez, çünkü ğrenci mevcut verilenler içinden birini seçer ve sorunun belli bir cevabı bulunur. Bu nedenle, puanlamaya puanlayıcının yanlılığının karışma durumu söz konusu değildir. Test, objektiftir ve dolayısıyla sistematik hatadan arındır. Pekçok eşidi bulunan testlerin bu tür hatalardan arındır olmasđ, objektif olmasđ, ölçmek istediği özelliği ölüyor olmasđ yeterli güvenirlik ve geçerliğin sağlanabileceğini gösterir (Turgut, 1995).

Ancak ğrenciler srenin büyük bir kısmını okumaya ayırdıklarından okuduğunu anlama gücü bu testlerden elde edilen puanı bir ölçüde etkileyebilmektedir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Çünkü ortama okuma gücü vb. değişkenlerin katılması testin hem geçerliğini hem de güvenirliğini etkileyecektir. Bu etkiyi azaltmak için, bir yandan soruların açık, kolay ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, öte yandan da okuma için yeterli zamanın verilmesi gerekir.

Bu testlerin başka bir olumsuz özelliği ise şans başarısının olması, yani bilmeyen öğrencilerin de doğru cevabı seçme olasılığının yüksek olmasıdır. Bununla beraber çoktan seçmeli testlerde öğrencinin verdiği cevabı niçin verdiğini belirlemek zordur (Bernhisel, 1999; Jang, 2003). Bu durum öğrencilerin öğrenme düzeylerinin tespitinde araştırmacıya yetersiz bilgi vermektedir. Çünkü verdiği cevabın gerekçelerine ve altında yatan nedenlere ilişkin yorum yapılması söz konusu değildir.

Öğrenciye verdiği cevabın nedenini sorgulayamayan bir test üst düzey bilişsel becerileri (analiz, sentez, değerlerndirme) tespit edebilme yönünde de başarısız olmaktadır. Bu durum çoktan seçmeli testler için dezavantaj oluşurmaktadır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için, mülakatlar, açık uçlu sorular, literatür araştırmaları sonucu belirlenen mevcut kavram yanılgıları, eldirici niteliğinde seçenekler arasına yerleştirilmektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Griffard, 2001; Treagust, 2006; Treagust ve Haslam, 1986). Bu koşulda bile öğrencilerin

bilmedikleri halde doğru cevap şikkını seçebilme olasılıkları bulunabilmekte ve caydırıcı etkisi azalmaktadır.

Bu olumsuzluklar nedeniyle, Treagust 1980’lerde, çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuzluklarını en aza indiren, iki aşamalı teşhis testlerini geliştirmiştir (Anderson, Fisher ve Norman, 2002; Bernhisel, 1999; Chen, Lin ve Lin, 2002; Griffard, 2001; Jang, 2003; Odom ve Barrow, 1995; Treagust ve Haslam, 1986). Treagust, bu testleri öğrencilerin bilişsel yapılarında var olan kavram yanılgılarını fazla zaman gerektirmeden ve ekonomik olarak teşhis etmek için geçerliği ve güvenilirliği sağlanabilir bir yöntem olarak oluşturmuştur (Bernhisel, 1999).

2.5.3. İki Aşamalı Testlerin Faydaları ve Kullanım Alanları

Pekçok olumsuzluğu ortadan kaldırarak, geçerliği ve güvenilirliği arttırabilmeye yönelik avantajları bünyesinde barındıran iki aşamalı teşhis testlerinin faydaları ve kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir (Bernhisel, 1999; Jang, 2003; Karataş, Köse ve Coştu, 2003):

- Ölçmede oluşabilmesi muhtemel olan hatayı en aza indirgemektedir.
- Çoktan seçmeli bir test maddesi %25 şans başarısı sağlarken, iki aşamalı test maddelerinde ise öğrencinin birinci aşamada verdiği cevabın gerekçesini bulmasını isteyen ikinci aşama ile test başarısının %5’e düşmesi sağlanmaktadır. Bu durum ölçme aracında yani testteki geçerliği ve güvenilirliği olumlu yönde etkilemektedir.
- İki aşamalı test ile öğrenciye ilk aşamada verdiği cevabın ikinci aşamada gerekçesini de bilme imkanı sağlandığından aynı anda iki ayrı düşünme biçimini içinde barındırabilmektedir. Örneğin; birinci aşamada öğrenciden tahminde bulunması beklenirken, ikinci aşamada ise bir önceki durumla ilgili açıklamada bulunması beklenir. Kısaca birinci aşamada fenomolojik olgular, ikinci aşamada ise kavramsal olgular tespit edilmeye çalışılır.

- Alandaki araştırmacılara öğrencilerin anlamalarını ve kavram yanlışlarını tespit etmede yardımcı olur.
- Öğretmenler yeni bir konuya başlamadan önce, öğrencilerin ön bilgilerini (hazırbulunuşluğunu) test edebilirler. Bu bilgilere dayanarak öğrenme ve öğretme stratejilerini belirleyip, öğrencinin kavramsal ekolojisindeki yanlışları giderebilirler.
- Değerlendirme açısından iki aşamalı teşhis testleri biçimlendirici (formative) ve tamamlayıcı (summative) değerlendirmeye uygundur. Bu nedenle, konu işlendikten sonra öğrencilere dağıtılarak onların anlama düzeyleri belirlenebilir ve yeni düzenlemelere gidilebilir.
- İki aşamalı teşhis testleri ile ders esnasında öğrenme ve öğretme amacıyla kullanılan yöntem ve tekniklerin etkililiği araştırılabilir. Kısaca, eğitim durumlarının etkililiğini belirlemeye öncüdür.

2.5.4. İki Aşamalı Testler Nasıl Geliştirilir?

İki aşamalı testler, iki kısımdan (aşamadan) oluşan testlerdir (Bernhisel, 1999; Chen, Lin ve Lin, 2002; Jang, 2003; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Odom ve Barrow, 1995; Treagust ve Haslam, 1986; Tsai ve Chou, 2002). Tablo 4’de görüldüğü gibi bu testlerin çeşitli şekillerine literatürde rastlanmaktadır (Karataş, Köse ve Coştu, 2003).

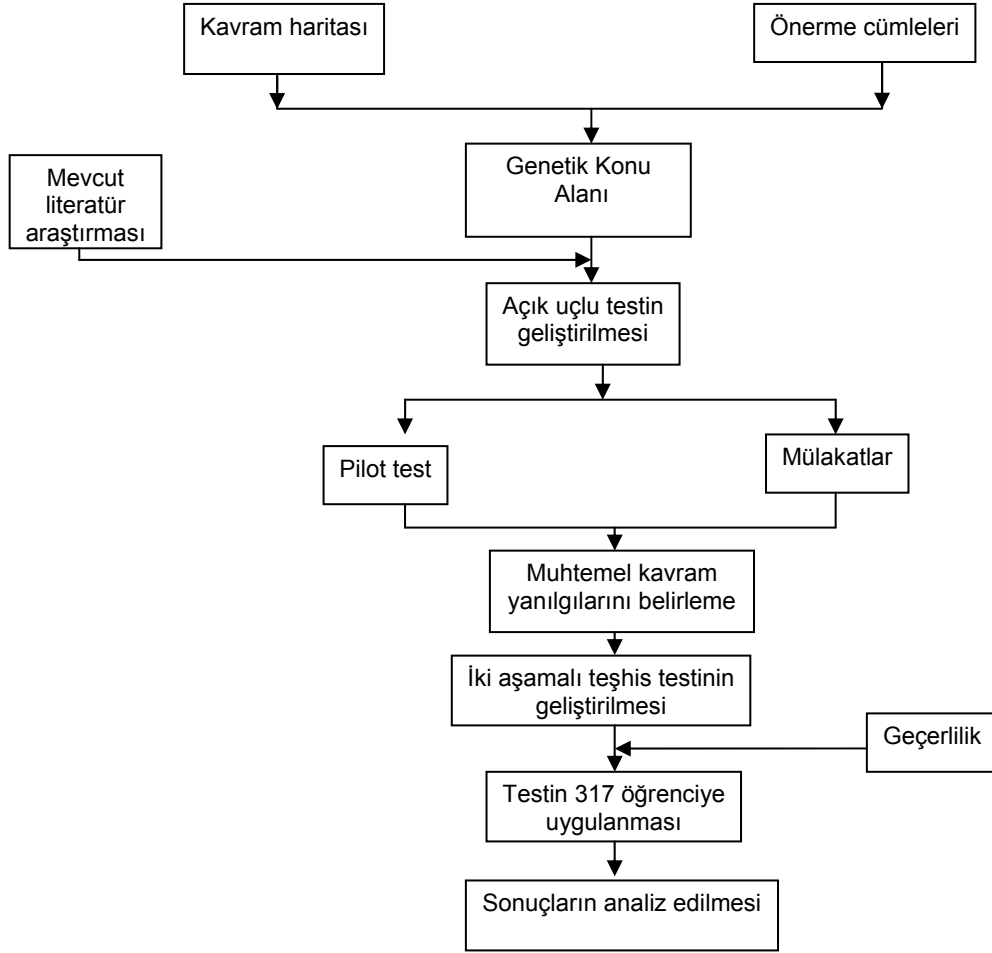
Tablo 4: İki Aşamalı Testlerin Türleri ve İçerikleri

<i>İki Aşamalı Testlerin Türleri</i>	<i>I. Aşama</i>	<i>II. Aşama</i>
Çoktan seçmeli iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Çoktan seçmeli (+ Açık uçlu)
Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler	Doğru-Yanlış	Çoktan seçmeli (+ Açık uçlu)
Açık uçlu iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Açık uçlu

(Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s.57'den alınmıştır).

İki aşamalı tetlerin ilk aşaması, çoktan seçmeli sınıflama gerektiren testler gibi içerikle ilgili bilgi önermelerini yani tanımlamaları içermektedir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Treagust ve Haslam, 1986) Yani, kök denilen bir soru maddesi ya da bilgi önermesi, onu takip eden çeşitli adette cevap seçenekleri bulunmaktadır (Briggs, Alonzo, Schwab ve Wilson, 2006; Karataş, Köse ve Coştu, 2003). İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden farklı kılan ikinci kısmında ise öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği işaretleme gerekçesini belirtmesi istenir (Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003). Testin ikinci aşaması, literatür incelemesi, açık uçlu sorular ve mülakatlardan elde edilen sonuçlara bağlı olarak belirlenen mevcut öğrenci yanılgılarına dayanarak hazırlanmaktadır (Bernhisel, 1999; Jang, 2003). Bu kısım, öğrencinin neden-sonuç, sonuç-neden ilişkisini kullanmasını sağlar (Treagust ve Haslam, 1986). Böylece öğrencilerin anlama düzeyi, kavramlara/süreçlere dayalı yanılgıları va bunların olası nedenleri tespit edilmeye çalışılır.

İki aşamalı testler, öğrencilerde kavram yanılgılarını teşhis etmeye yönelik olarak geliştirilen geniş ölçekli çalışmalardır (Chen, Lin ve Lin, 2002). Treagust iki aşamalı testin geliştirilmesi için üç temel aşamadan bahsetmiştir (Jang, 2003; Karataş, Köse, Coştu, 2003). Bu aşamalar aşağıdaki kavram haritasında gösterilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4: İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirme Basamakları (Chen, Lin ve Lin, 2002, s.107’den alınmıştır).

Yukarıdaki kavram haritasında iki aşamalı testin geliştirilmesinde gerekli tüm adımlar gösterilmiştir. En genel anlamıyla bu adımlar üç temel aşama ve bu temel aşamaların alt aşamaları adı altında incelenmektedir (Jang, 2003; Karataş, Köse ve Çoştı, 2003). Bu aşamalar;

1. Konu içeriğinin saptanması,
2. Öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının belirlenmesi,
3. Teşhis testinin geliştirilmesi.

şeklindedir.

Tablo 5’de belirtildiği üzere bu üç aşama kendi içinde alt aşamalara ayrılarak, birbiriyle ilişkili bir bütünü teşkil etmektedir (Chen, Lin ve Lin; 2002; Jang, 2003; Karataş, Köse ve Çoştı, 2003). Bu durum çalışmanın gidiş yönünü sistematik hale getirerek kolaylaştırmaktadır.

Tablo 5: İki Aşamalı Teşhis Testi Geliştirilmesinde İzlenen Aşamalar

1.Konu içeriğinin belirlenmesi	Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi,
	Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi,
	Bilgi önermelerinin kavram haritalarıyla ilişkilendirilip haritaya dahil edilmesi.
2.Öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının belirlenmesi	İlgili literatürün incelenmesi,
	Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi,
	Gerekçe kısmı açık uçlu çoktan test maddelerinin geliştirilmesi.
3.Teşhis Testinin Geliştirilmesi (Test maddelerinin yazılması)	İki aşamalı test maddelerinin geliştirilmesi,
	Belirtke tablosunun oluşturulması,
	Düzenlemelerin devam ettirilmesi.

Tablo 5’de verilen aşamalar, alt aşamalar ve her birinde uyulması gereken kurallar ve yapılacaklar aşağıda özetlenmiştir (Bernhisel, 1999; Chen, Lin ve Lin; 2002; Jang, 2003; Karataş, Köse ve Çoştı, 2003; Odom ve Barrow, 1995).

1. Konu içeriğinin saptanması

İçeriğin belirlenmesi, testin geliştirileceği konu ya da kavramların sınırlarının belirlenmesi, sistematize edilmesi şeklindedir.

1.1. Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi.

Bu adımda ele alınacak konuyla ilgili, çeşitli kaynaklardan yararlanılarak çok sayıda önerme cümleleri (bilgi önermeleri) yazılır.

1.2. Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi.

Ele alınacak konuyla ilgili bütün kavramlar ve onların birbirleriyle ilişkilerini gösteren kapsamlı bir kavram haritası hazırlanır.

1.3. Bilgi önermelerinin kavram haritalarıyla ilişkilendirilip haritaya dahil edilmesi.

Kavram haritası ve bilgi önermeleri birbiriyle doğrudan ilişkilidir. Kavram haritası önerme cümlelerinden hareketle hazırlanmaktadır. Bu nedenle, bu iki yapının birbiriyle örtüşmesi, hazırlanacak testin iç tutarlığı için kontrol mekanizması görevi görür.

2. Öğrencilerin mevcut kavram yanlışlarının belirlenmesi

Bu aşamada, kavram yanlışları hakkında literatürden, açık uçlu sorular ve mülakatlardan elde edilen sonuçlara göre çoktan seçmeli bir test hazırlanır.

2.1. İlgili literatürün incelenmesi.

Bu adımda konuyla ilgili literatür incelenerek öğrencilerde varolan kavram yanlışlarının belirlenmesi sağlanır. Yapılan incelemeden elde edilen veriler, hem testin geliştirilmesinde hem de mülakat sorularının oluşturulmasında kullanılır.

2.2. Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi.

Bu adımda öğrencilerin kavramsal ve özellikle süreçsel anlamalarını, yanlışlarını belirlemek için konu veya kavramların işlendiği öğrencilerle yapılandırılmamış mülakatlar yapılmalıdır. Bu mülakatlar öğrencilere birebir soruların sorulması

şeklinde olabileceği gibi açık uçlu bir testin hazırlanması şeklinde de gerçekleşebilir. Yapılan görüşmelerin teyp yardımıyla kaydedilmesi ya da ayrıntılı olarak not edilmesi çalışmaya önemli katkılar sağlayabilir.

2.3. Gerekçe kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi.

Yapılan literatür taramasının, yapılandırılmamış mülakatların sonucunda tespit edilen kavram yanlışlarının yardımıyla çoktan seçmeli sorular geliştirilir. Sorular, rastlanan yanlışları ortaya çıkarmak amacıyla, her bir soruya bir kısım önermenin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Ayrıca çeldirici seçeneklerinde o önerme ile ilgili rastlanan yanlışlara yer verilir. Öğrencilerin verilen kavrama ve sürece dair bilişsel yapısını sorgulamaya yönelik olarak her bir çoktan seçmeli maddeden sonra ‘çünkü’ şeklinde bir ifade yazılıp öğrencilerin seçtikleri seçeneğin gerekçelerini belirtmeleri için boşluk bırakılır. Geliştirilen test öğrenci örneklemine uygulanmadan önce bilimsel standartlara uygunluğunun tespiti için alan uzmanları ya da fen eğitimcileri tarafından incelemeye alınabilir. Bu durum araştırmanın etiğini sağlama hususunda yarar sağlayacaktır.

3. Teşhis Testinin Geliştirilmesi (Test maddelerinin yazılması)

Teşhis testinin geliştirilmesinin son aşaması olan bu aşamada, iki aşamalı test maddelerinin hazırlanması söz konusudur. Bir önceki aşamada hazırlanan her bir çoktan seçmeli sorudan sonra “çünkü” veya “sebebini açıklayınız” şeklinde bir ifade yazılarak öğrencilerin seçtikleri şıkkın gerekçelerinin verilmesinin istendiği test, bu şekliyle öğrenci örneklemine uygulanır. Bu durum bir nevi pilot çalışma sayılabilir. Yapılan bu uygulamadan sonra çoktan seçmeli sorularda gerekli değişiklikler yapılarak testin ikinci aşamasındaki seçeneğin ve çeldiricilerin geliştirilmesine geçilir.

3.1. İki aşamalı teşhis test maddelerinin geliştirilmesi.

Gerekçe kısmının açık uçlu yapıda olduğu maddelerin uygulanması sonucu belirlenen öğrenci açıklamalarından da yararlanılarak testin ikinci aşamasının hazırlanmasına geçilir. Gerekçe bildiren bu aşama çoktan seçmeli olarak düzenlenir. İkinci aşamadaki her bir gerekçe seçeneği, doğru cevap yanında, öğrencilerin sahip

oldukları kavram yanlışlarını ve önerme cümlelerini içermelidir. Yapılan çalışmanın amacına ve öğrencilerde bulunma yüzdelerine bağlı olarak, gerekçe seçeneklerinin sayısı değişmekle birlikte çoğu araştırmada 4-5 gerekçeye yer verilmektedir.

3.2. Belirtke tablosunun oluşturulması,

Testini oluşturan soruların her birinin hangi bilgi önermelerini ve kavram haritasındaki hangi kavramları içerdiğini gösteren bir belirtke tablosu oluşturulması araştırmacıya yarar sağlayacaktır. Böylece açıkta kalan bilgi önermeleri veya kavramların olup olmadığı ve soruların içeriğine düzenli bir şekilde dağıtılıp dağıtılmadıkları kontrol edilmiş olur.

3.3. Düzenlemelerin devam ettirilmesi.

Geliştirilen test kullanılmadan önce fen eğitimcilerine ve alan uzmanlarına incelenilerek, çalışmanın uygulanmasına geçilir. Uygulamadan sonra testin geneline ve her bir maddeye dayalı analizler hesaplanır. Elde edilen bu sonuçlardan yararlanılarak test üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. Herkesin kullanımı için ve araştırmacıların çalışmalarına kaynaklık edebilecek şekilde standart bir hale dönüştürülür.

2.5.5. İki Aşamalı Testlerinin Analizi

İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin analizleri, genellikle öğrencilerin her bir maddenin ilk aşamasına verdikleri cevaplar ile bu cevaplara ilişkin seçtikleri gerekçelerinin yüzdelerinin değeriyle tablolandırılmasıyla sağlanmaktadır (Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s.61). Tablolandırılan sonuçlarda amaç, iki aşamanın birbiriyle kombinasyonuna ve ilişkisine bakmaktır.

Testin her iki aşamasında öğrenci tarafından doğru seçenek işaretlenmişse 1 (bir) puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her iki aşamasında yanlış seçenek işaretlenmişse 0 (sıfır) puan verilir (Bernhisel, 1999; Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003, s.61; Jang, 2003; Tsai ve Chou, 2002). Oluşturulan puanlara göre SPSS programından yararlanılarak veri dosyası oluşturulur. Analizler oluşturulan veri dosyası üzerinde gerçekleştirilir.

Teşhis testlerinin kullanılmasında diğer testlere nazaran en önemli belirleyicilik, öğrencilerin ezber öğrenmeleri ile anlamlı öğrenmeleri arasındaki farkı tespit etmeye yöneliktir (Bernhisel, 1999; Jang, 2003; Karataş, Köse ve Çoştı, 2003). Bu durum testin ilk aşamasını doğru, ikinci aşamasını yanlış cevaplandıran öğrencilerin konuyla ilgili önemli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Testin ikinci aşamasının doğru, ilk aşamasının yanlış cevaplandırılması ise tümdengelim bilişsel yolunun eksik kaldığının, yani sonuç-neden odaklı düşünememenin genel anlamda sonucu olacaktır.

Analizler esnasında her iki aşamanın da birlikte cevaplanması durumunda tam puanın verilmesi, öğrencilerin yüzeysel değil, aksine anlamlı öğrenmelerinin dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır (Karataş, Köse ve Çoştı, 2003).

III. YÖNTEM

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden iki aşamalı çoktan seçmeli test modeli kullanılmıştır. Bu nedenle araştırmanın yürütülmesinde kullanılan araştırma modeline ilişkin ayrıntılı bilgi verilmeden önce, araştırmanın seçilmesinin gerekliliğine, önemine, testi geliştirmede izlenen her bir adıma ve bu adımlara kaynaklık eden durumlara yer verilecektir.

3.1. ARAŞTIRMA METODU

Araştırmada daha geçerli ve güvenilir bir sonuç elde edebilmek, çalışmayı fazla sayıda katılımcıya uygulayabilmek, nesnel (objektif) bir çalışma yürütebilmek için nicel araştırma yöntemlerinden test geliştirme tekniği kullanılmıştır.

Metod, iki aşamalı çoktan seçmeli testin (iki aşamalı teşhis testinin) geliştirilmesi, uygulanması, madde ve test istatistiklerinin yapılması amaçlarına yöneliktir.

Çalışmada öğretmen adaylarının sahip olduğu temel genetik kavramları derinlemesine incelenmiştir. Böylece öğrenmeyi engelleyen faktörler, öğretmen adaylarının kavram yanılgıları ve bu yanılgıların genetik problem çözmeye olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmada hangi alt probleme hangi veri toplama tekniği ve hangi veri toplama aracı kullanılarak cevap arandığını özetleyen tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 6: Araştırmanın Metodolojisine Genel Bakış

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Teknikleri	Veri Toplama Aracı	Veri Toplama Aracının Kullanımı	Katılımcılar
Öğretmen adaylarının sahip olduğu temel kavram yanılığları nelerdir?	SPSS Analizi	Genetik Kavram Testi	Soruların cevaplarından hareketle	<u>Aef 3</u> 27 kişi
		Sınav Kağıtları	geçerliği ve güvenirliği	<u>Aef 4</u> 16 kişi
		(Genetik alanında iki aşamalı teşhis testi sınav kağıtları)	yüksek teşhis testi (kavram testi) hazırlamak, adayların sahip olduğu kavram yanılıgılarını tespit etmek, güvenirliği arttırmak, madde güçlük indeksi ve ayırtediciliği tespit etmek, genelleme yapmayı kolaylaştırmak	<u>Aef 5</u> 40 kişi
				<u>Fef 4</u> 37 kişi
Mevcut kavram yanılıgılarından hareketle öğretmen adaylarında görülen yeni kavram yanılıgıları nelerdir?	SPSS Analizi	Genetik Kavram Testi	Teşhis testi (kavram testi) bulgularına dayanılarak	<u>Aef 3</u> 27 kişi
		Sınav Kağıtları	adaylarda görülen yeni kavram yanılıgılarını	<u>Aef 4</u> 16 kişi
		(Genetik alanında iki aşamalı teşhis testi sınav kağıtları)	tespit etmek, veri çeşitlenmesini sağlamak, genelleme yapmayı kolaylaştırmak	<u>Aef 5</u> 40 kişi
				<u>Fef 4</u> 37 kişi
Öğretmen adaylarının genetikte problem çözme süreçleri ile ilgili yaşadığı zorluklar nelerdir?	SPSS Analizi	Genetik Kavram Testi	Soruların cevaplarından hareketle adayların	<u>Aef 3</u> 27 kişi
		Sınav Kağıtları	süreç bilgilerini	<u>Aef 4</u> 16 kişi
		(Genetik alanında iki aşamalı teşhis testi sınav kağıtları)	tespit etmek, veri çeşitlenmesini sağlamak, genelleme yapmayı kolaylaştırmak	<u>Aef 5</u> 40 kişi
				<u>Fef 4</u> 37 kişi

3.2 ÖRNEKLEM

Çalışmaya 2009-2010 öğretim yılında Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi'nde biyoloji öğretmenliği anabilim dalı 3., 4., 5. ve tezsiz yüksek lisans sınıflarındaki ile Fen Edebiyat Fakültesi biyoloji bölümü anabilim dalı 4. sınıfındaki toplam 120 öğretmen adayı katılmıştır. Genetik Teşhis Testi Atatürk Eğitim Fakültesi 3.,4., 5. sınıf öğretmen adaylarına ve Fen Edebiyat Fakültesi 4. sınıf öğretmen adaylarına uygulanmıştır. 33'ü erkek, 87'si ise bayan olan katılımcıların 3., 4. ve 5. sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrenciler içinden belirlenmesinin nedeni, bu sınıflarda okuyan adayların önceki dönemlerde genetik dersini alan ve birtakım ön bilgilere sahip olan öğretmen adayları olmalarıdır. GTT'nin uygulandığı katılımcıların sayısı tablo 7'de öğrenim düzeyi ve cinsiyet değişkenleri dikkate alınarak gösterilmiştir.

Tablo 7: GTT'nin Uygulandığı Katılımcıların Sayısı

Cinsiyet	Öğrenim Düzeyi				Toplam
	Aef 3	Aef 4	Aef 5	Fef 4	
Kız	20	14	28	25	87
Erkek	7	2	12	12	33
Toplam	27	16	40	37	120

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada öğretmen adaylarının temel genetik kavramlarını, bu kavramlarla ilgili yanılgılarını ve süreç boyunca yaşadıkları zorlukları belirlemek amacı ile Genetik Teşhis Testi (GTT) kullanılmıştır.

3.4. GENETİK TEŞHİS TESTİ'NİN HAZIRLANMASI

İki aşamalı teşhis testlerinin (iki aşamalı çoktan seçmeli tetlerinin) geliştirilmesinde izlenen basamaklardan ikinci bölümde bahsedilmiştir. Bu basamaklar;

1. Konu içeriğinin saptanması,
2. Öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarının belirlenmesi,
3. Teşhis testinin geliştirilmesi,

şeklindeir. Bu aşamaları dikkate alarak, çalışmamızda her bir adımda ve alt adımlarda yapılan işlemler aşağıda özetlenmiştir.

3.4.1. Konu İçeriğinin Saptanması

3.4.1.1. Konuyla İlgili Bilgi Önergelerinin Belirlenmesi

Bu aşamada, konuya derinlemesine hakim olabilmek ve bu hakimiyeti daha kullanılabilir ve ulaşılabilir hale getirmek amacıyla genetik konusuna dair önerme cümleleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Biyolojide genetik konusuyla ilgili çeşitli kaynaklardan yararlanılarak belirlenen önerme cümleleri tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8 : Önerme Cümleleri

1. Bütün yaşayan organizmalar hücrelerden yapılmıştır.
 2. Her hücre kromozom içerir.
 3. Kalıtsal bilgi kromozomlarda yerleşmiştir.
 4. Kromozom, DNA ve protein kompleksinden oluşmaktadır.
 5. DNA, nükleotit olarak isimlendirilen kimyasal yapı taşlarından oluşmaktadır.
 6. İnsanın her hücresinde aynı DNA sarmalı bulunmaktadır.
 7. Mayoz bölünme bir diploit ökaryotik hücrenin bölünerek gamet olarak adlandırılan haploit hücrelere bölündüğü hücresel süreçtir.
 8. DNA replikasyonu, hücre bölünmesinin interfaz safhasında çift sarmallı DNA'nın kendini kopyalaması işlemidir.
 9. Gen kromozomun yapısındaki DNA molekülü üzerinde çok sayıda bulunan kalıtım birimleridir.
 10. Allel gen, mutasyonlar sonucu ortaya çıkan ve aynı türün bireyleri arasında gözlenen aynı genin farklı alternatifleridir.
 11. Allel genler, homolog kromozomların karşılıklı lokusları üzerinde bulunur.
 12. Homolog kromozomlar biri anneden, diğeri babadan gelen bir çift kromozomdan oluşur.
 13. Bağlı genler, aynı kromozom üzerinde birlikte bulunan, crossing over ile birbirinden ayrılabilen genlerdir ve genetik çaprazlarda linkaj gösterir.
 14. Bağlı genler, Mendel'in klasik oranlarında sapmalara neden olur.
 15. Crossing-over, mayoz bölünmenin profaz I evresinde, bir tetratin kardeş olmayan herhangi iki kromatidi arasında meydana gelen fiziksel değiş-tokuş olayıdır.
 16. Aynı kromozom üzerinde bulunan bağlı genlerin uzaklıkları birbirine ne kadar uzaksa crossing-over gerçekleşme ihtimali o kadar fazladır.
 17. Bağlı genler arasında krossover sonucunda büyük çoğunlukla oluşan yavru bireylerin fenotipleri atasal, daha az sayıda oluşan bireylerin fenotipleri ise rekombinanttır.
 18. Atasal gametler, bağlantılı genlerin dağılımı sonucu hiç krossover'a uğramamış gametlerdir.
 19. Rekombinant gametler, bağlantılı genlerin dağılımı sonucu bir ya da daha fazla sayıda krossover'a uğramış gametlerdir.
 20. Genotip, organizmanın alellerinin nasıl düzenlenmiş olduğunu belirten genetik ifadesidir.
-

Tablo 8 (Devamı) : Önerme Cümleleri

21. Fenotip, bir özelliğin fizyoloji, davranış ve görünüm olarak dışa yansıyan fiziksel ifadesidir.
 22. Genotip oranı, bir karakteri ortaya çıkaran genetik ifade ihtimalinin olası genotiplerdeki bireyleri ortaya çıkaracak tüm ihtimallere oranıdır.
 23. Fenotip oranı, bir karakteri ortaya çıkaran fiziksel ifade ihtimalinin olası fenotiplerdeki bireyleri ortaya çıkaracak tüm ihtimallere oranıdır.
 24. Genotip çeşidi, her bir geni sembolize eden allel çiftlerinin değişik kombinasyonlarıdır.
 25. Fenotip çeşidi, allel çiftlerinin ortaya koyduğu fiziksel ifade çeşitleridir.
 26. Homozigot birey, bir karakter ile gen lokuslarında aynı alleleri bulunduran ve karakter ile ilgili tek çeşit gamet oluşturabilen bireylerdir.
 27. Heterozigot birey bir karakter ile ilgili gen lokuslarında farklı alleleri bulunduran ve karakter ile ilgili iki çeşit gamet oluşturabilen bireylerdir.
 28. Heterozigot karakter sayısı arttıkça gamet çeşidi artmaktadır.
 29. Dominant alel, allellini baskılayan alleldir, homozigot ve heterozigot durumda kendisini gösterir.
 30. Resesif alel, etkisini ancak homozigot durumda gösterebilen ve mutasyonlar sonucu oluşan allellerdir.
 31. Saf ırk, aynı genetik yapıya sahip olan bireylerin oluşturduğu canlı grubudur ve bu bireyler tüm lokuslarında homozigottur.
 32. Monohibrit çaprazlama bir türün tek bir karakterini taşıyan gen lokusları bakımından iki gametin çaprazlanmasıdır.
 33. Dihibrit çaprazlama bir türün iki karakterini taşıyan gen lokusları bakımından iki gametin çaprazlanmasıdır.
 34. Test çaprazı, baskın fenotipli, fakat genotipi bilinmeyen bir organizmanın homozigot çekinik bir bireyle çaprazlanmasıdır.
 35. Test çaprazı, genlerin bağlı olup olmadığını anlamamıza yardımcı olur.
 36. Epistasi, Mendel'in klasik oranlarından sapmalara neden olup, birden fazla genin aynı fenotipik karakterleri kontrol ettiği durumdur.
-

3.4.1.2. Konu İçeriğiyle İlgili Kavram Haritasının Geliştirilmesi

Son dönemlerde yapılan çalışmalar öğrencilerin ne öğrendiğinin ötesine geçerek nasıl öğrendiği ve öğrendiğini ne şekilde daha anlamlı ve etkili hale getirdiği üzerine oluşturulmuştur. Anlamlı ve etkili öğrenmeyi sağlamak için geliştirilen yöntem, teknik ve stratejiler çok çeşitli olmakla beraber, bunların içinde en etkin olanın kavram haritası oluşturmak olduğu yadsınamaz bir gerçektir (Novak, 2002; Erdem, 2008). Kavramlar arasında anlamlı ilişkilerin kurulduğu kavram haritaları Novak ve arkadaşları tarafından Ausubel'in anlamlı öğrenme kuramına dayanılarak geliştirilmiştir (Novak, 2002). Anlamlı öğrenme, bireyin yeni öğrendiği bilgilerini önceki bilgileri ile ilişkilendirmesi esasına dayanan bir öğrenme şeklidir. Öğrenenin konunun içeriğini bütünlük içinde görmesine olanak sağlayan haritaların oluşturulmasındaki amaç, öğrencide yeni bilgilere anlamlar yükleyerek etkili öğrenmeyi sağlamaktır.

Çalışmanın bu aşamasında konuya geniş kapsamda hakim olabilmek, konuyla ilgili kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kavram haritası oluşturma durumundan yararlanılmıştır. Çalışmanın muhtevasını oluşturan kavramlar arasında bütünlük sağlaması ve en önemlisi de çalışmaya kılavuzluk yapması amacıyla oluşturulan kavram haritası şekil 5'de gösterilmiştir.

3.4.1.3. Önerme Cümlelerinin Kavram Haritalarıyla İlişkilendirilip Haritaya Dahil Edilmesi

Şekil 5’de gösterilen kavram haritası hazırlanırken kullanılan kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler bir önceki aşamada belirlenen önerme cümlelerinden yararlanılarak yapılandırılmıştır.

Kavram haritası doğrudan önerme cümleleri ile ilgilidir. Bu durum kavramlar ve önerme cümlelerini bütünleştirebilmek yönünden kullanışlıdır.

3.4.2. Öğrencilerin Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi

3.4.2.1. İlgili Literatürün İncelenmesi

Bu aşama, öğrencilerin bilişsel yapısında genetik alanı ile ilgili var olan kavram yanılgılarının literatürden tespit edilmesine dayanmaktadır.

Genetik konusunda öğrencilerde, öğretmen adaylarında ve öğretmenlerde gözlenen çeşitli kavram yanılgıları literatürden tespit edilmiştir. Buna dair literatür taramaları,

- Mendel genetiğine ait kavramlar bilgisi
- Mendel genetiğinin uzantılarına ait kavramlar bilgisi

şeklinde sınıflandırılarak aşağıda açıklanmıştır.

3.4.2.1.1. Mendel Genetiğine Ait Kavramlar Bilgisi

Bu aşamada, Mendel genetiğine dayalı kavramlar için önceki bölümde yapılan genel bilgi taramasında elde edilen bulgular yardımıyla herbir kavramı çeşitli kavram alt bilgilerine kategorize ederek, bu kavramlara ilişkin literatürde rastlanan yanlışlara yer verilecektir.

a. Organizma-Hücre-Kromozom-Gen Kavramlarının Sıralaması'na İlişkin Yanılgılar

Bireylerde gözlenen 'organizma-hücre-kromozom-gen' kavramlarının büyüklük sıralamasına ilişkin literatürden tespit edilen yanlışlar aşağıda özetlenmiştir.

Temelli (2006)'nin lise öğrencileriyle ve Tatar ve Koray'ın (2005) ilköğretim 8. sınıf öğrencileriyle genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi amacı ile yaptıkları araştırmada, genetiğin temel bilgisinin dayandırılacağı DNA, gen, kromozom gibi kavramlarda öğrencilerin eksik bilgilere ve kavram yanlışlarına sahip oldukları bulgusuna ulaşılmıştır. Örneğin; öğrencilerin çoğu gen, kromozom ve organizma gibi kavramların büyüklük sıralamasını doğru olarak yapamamışlardır.

Temelli (2006) çalışmasında, bir organizmayı oluşturan hücrenin çekirdeğinde yer alan kromozom-DNA-gen birimlerinin büyüklük küçüklük ilişkisini saptamaya yarayan sorusuna verilen cevaplar üzerine yaptığı analizler neticesinde %63'lük doğru cevap oranıyla karşılaşmıştır. Öğrencilerin %10.3'ü hücrenin organizmadan büyük ve genin de DNA'dan büyük olduğunu, %17.9'u kromozomun nukleustan ve genin DNA'dan daha büyük olduğunu, %3.3'ü hücrenin, genin ve nukleusun organizmadan büyük olduğunu, %2.2'si nukleusun hücreden, genin DNA'dan, DNA'nın kromozomdan ve hepsinin de organizmadan büyük olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin %37'sinin ise bir organizmanın hücrelerden oluştuğunu hücrelerin çekirdeğinde yer alan kromozomların özünün DNA'dan, DNA'nın ise genlerden oluştuğunu bilmemektedir.

Temelli (2006)'nin yine aynı çalışmasında, 'genlerin yapısı' ile ilgili olan soruya öğrencilerin %41.3'ü genin DNA'nın parçası olduğu şeklinde doğru cevap verirken, %26.6'sı genin proteinlerden yapıldığını, %22.8'i genin kromozomlardan yapıldığını, %4.9'u genin hücrelerden, %4.3'ü ise genin nukleustan yapıldığını düşünmektedir.

Bu durum öğrencilerin hücre ve kalıtımla ilgili kavramları ve arasındaki ilişkileri bilmediklerini ya da eksik öğrendiklerini göstermektedir. Araştırmacılar kavramlar arasında kurulamayan ilişkilerin oluşumuna ve bu kavramların soyut kalıplarına sebep olarak ezberlenmeye çalışılması olduğunu belirtmişlerdir.

b. Gen – Alel Kavramları'na İlişkin Kavram Yanılgıları

Bireylerde gözlenen 'gen' ve 'allel' bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanılgılar aşağıda özetlenmiştir.

Alleller mutasyonlar sonucu ortaya çıkan ve aynı türün bireyleri arasında gözlenen bir genin farklı alternatifleridir.

Öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının birçoğunun allelin tanımını bilmedikleri, 'farklı karakterler üzerinde etki gösteren farklı genlerin etkisi' ile 'aynı karakter üzerine etki eden ve aynı genin mutasyonları ile ortaya çıkan allellerin etkilerini' ciddi boyutta karıştırdıkları gözlenmiştir (Tatman, 2008; Tsui ve Treagust, 2004).

Allel genler homolog kromozomların karşılıklı lokusları üzerinde bulunur.

Stewart ve Dale (1989) çalışmasında öğrencilerin mayoz bölünme ve kromozom-gen konumları ile ilgili alternatif kavram, süreç ve modellerini incelemişlerdir. Araştırma sırasında katılımcılardan A ve a genleri ile B ve b genlerini kromozom üzerinde göstermeleri istendiğinde, bazı katılımcıların tek bir kromozom üzerine tüm genleri sıra ile yazarken, bazılarının da bu dört geni dört ayrı gamet modeli içine yerleştirdikleri görülmüştür. Hatta bazı öğrenciler birbirinin alleli olan A ve a genlerini aynı kromozom üzerine; B ve b allelini de o kromozomun homologu üzerine çizerek önemli kavram yanılgılarına düşmüşlerdir.

Moll ve Allen de (bulunduğu kaynak, Stewart ve Hafner, 1994, s. 287) allel kavramının ne olduğu boyutunda öğrencilerin bilişsel düzeyinde bir takım güçlüklerle rastlamışlardır.

Tatman (2008)'in çalışmasında, öğretmen adaylarının homolog kromozomlardan birinin üzerindeki bir karaktere ait allel çiftinin her ikisini de aynı kromozom üzerine yerleştirmesi ise katılımcıların allellerin homolog kromozom üzerinde konumlanması boyutunda yanlışlara düştüklerinin bir sonucudur. Bu yanlışın ortaya çıkması öğrencilerin ve öğretmen adaylarının mayoz bölünme sırasında kromozomların hareketini anlamalarında kavramsal yanlış ile birlikte süreçsel bilgide de eksiklik yaşıyor olduklarının göstergesidir.

Farklı karaktere etki eden genleri birbirinin alleliymiş gibi düşünme durumu literatürde sıkça rastlanan diğer kavram yanlışlarından biridir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının aynı kromozom üzerinde farklı lokuslarda bulunan bağlı genleri, homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunan ve birbirinin alleli olan genlerle karıştırdıkları görülmektedir.

c. Genotip –Fenotip Kavramları'na İlişkin Yanlışlar

Bireylerde gözlenen 'genotip' ve 'fenotip' bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanlışlar aşağıda özetlenmiştir.

Genotip, organizmanın allellerinin nasıl düzenlenmiş olduğunun ifadesidir.

Literatüre bakıldığında, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının genotip kavramının tanımını yapamadıkları ya da tanımını yaptıkları kavramı problem süreçlerine uygulayamadıkları görülmektedir (Tatar ve Koray, 2005; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000).

Ayrıca genotip çeşidi sayısı yerine çaprazlamada oluşacak muhtemel genotip oranı değerini buldukları tespit edilmiştir (Tatman, 2008; Tsui ve Treagust, 2004).

Bir özelliğin fizyoloji, davranış, görünüm olarak dışa yansıyan fiziksel ifadesine fenotip denir.

Literatüre bakıldığında öğrencilerin ve öğretmen adaylarının fenotipin ne olduğu sorusuna ‘dış görünüş’ olarak cevap verdikleri ve genotipi anlattığı örnek çaprazlama modeli üzerinde fenotipi de anlattıkları görülmüştür (Tatman, 2008).

Ayrıca fenotip çeşidi sayısı yerine çaprazlamada çıkacak ihtimal sayısını ya da başka deyişle ebeveynlerin gamet çeşidi sayısının çarpım değerini yazdıkları tespit edilmiştir (Tatman, 2008; Temelli, 2006).

Kavram düzeyinde diğer bir yanlış ise, fenotip ayrışım oranı ve genotip ayrışım oranı kavramlarını birbirini yerine kullanma şeklinde kendini göstermektedir (Tatman, 2008).

d. Dominant – Resesif Kavramları’na İlişkin Yanılgılar

Bireylerde gözlenen ‘dominant’ ve ‘resesif’ bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanılgılar aşağıda özetlenmiştir.

Allelini baskılayan allele,’ yabanıl tip’ veya ‘dominant’ allel denir.

Literatürde bu konuyla da ilgili kavram yanılgıları önemli boyuttadır. Yapılan çalışmalarda öğretmen adayları yabanıl tip kavramını doğada baskın gelerek yaşayan canlı türü olarak, yani hem doğada en çok görülen hem de diğer allel genlere baskın olan genler olarak tanımlamaktadır. Mutant geni ise ‘heterozigotluk veya resesiflikle ilgili ifade edilir’ şeklinde açıklamaktadırlar (Tatman, 2008).

Bu kavram alt bilgisine dayalı bir diğer yanlış ise, öğrenciler ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda populasyon içinde en sık rastlanan allelin mutant allel olarak belirtildiği, yabancı tip allelin ise mutant allelin mutasyonu sonucunda oluşan ve populasyonda daha az oranda rastlanan allel olarak ifade edildiği görülmüştür (Tatman, 2008; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Fenotipte etkisini ancak homozigot durumda iken gösterebilen, mutasyon sonucu oluşan allellere resesif allel denir.

Literatürde bu kavram alt bilgisi ile ilgili yanlışlar da çeşitlidir. Yapılan çalışmalarda öğrencilerin resesif kavramını populasyonda en sık oranda ortaya çıkan karakter olarak tanımladıkları görülmüştür.

Bu kavram alt bilgisiyle ilgili bir diğer yanlış ise, resesif genin kendini sadece heterozigot durumda iken ifade edebildiği yönündedir (Tatman, 2008).

e. Homozigot (saf ırk) – Heterozigot (Melez, Hibrit) Kavramları'na İlişkin Yanlışlar

Bireylerde gözlenen ‘homozigot’ ve ‘heterozigot’ bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanlışlar aşağıda özetlenmiştir.

Bir karakter ile ilgili gen lokuslarında aynı allelleri bulunduran ve karakter ile ilgili tek çeşit gamet oluşturabilen bireyler homozigot, farklı allelleri bulunduran ve karakter ile ilgili iki çeşit gamet oluşturabilen bireyler heterozigottur.

Johnson ve Stewart (2002), çalışmasında homozigot ve heterozigot kavramlarının öğrenciler tarafından yanlış nitelendirildiğini görmüştür. Öğrenciler yapılan çalışmalarda, homozigot ve heterozigot kavramını net olarak birbirinden ayıramamıştır. Homozigot bireyi gen lokuslarında farklı allelleri barındıran ve karakter ile ilgili iki çeşit gamet oluşturabilen bireyler olarak ifade ederken,

heterozigot bireyi ise gen lokuslarında aynı allelleri barındıran ve karakter ile ilgili tek çeşit gamet oluşturabilen bireyler olarak nitelendirmişlerdir.

Tatman (2008), yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının saf ırk kavramını birçok kavramsal soruda ve problem çözme sürecinde yanlış tanımladıklarını ve heterozigot olarak kabul ettiklerini belirtmiştir. Sadece homozigot olarak nitelendirilen saf ırk kavramının, sadece dominant ya da sadece resesif olarak da ifade edilmeye çalışılması diğer kavram yanılgılarından biridir.

f. Kontrol (Test) Çaprazlamasının Kavramsal ve Süreçsel Kullanımı'na İlişkin Yanılgılar

Bireylerde gözlenen 'kontrol çaprazlaması' bilgisinin alt kavramlarına ve süreçlerine ilişkin literatürden tespit edilen yanılgılar aşağıda özetlenmiştir.

Kontrol (Test) Çaprazlaması genotipi bilinmeyen bir organizmanın homozigot çekinik birey ile çaprazlanmasıdır.

Yapılan çalışmalara dayalı literatür araştırmaları göstermiştir ki, öğretmen adayları kontrol çaprazlamasının yalnızca dominant fenotipli bireyin genotipini bulmaya yardımcı olduğunu düşünmektedir (Tatman, 2008).

Kontrol (test) çaprazlaması genlerin bağlı olup olmadığını anlamamızı sağlar.

Tatman (2008), yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının birçoğunun kontrol (test) çaprazlamasının, genlerin bağlı olup olmadığını anlamaya yaradığını bilmediğini gözlemlemiştir.

Öğretmen adaylarına sorularda kontrol çaprazlamasının beklenen fenotipik sonuçları vermediğini gösteren bir tablo vermiştir. Adayların bu oranların söz konusu genlerin bağlı olmasından kaynaklandığını düşünmesi beklenirken, sonuçlar öğrencilerin bu

konuda hiçbir bilgi sahibi olmadığını, konuyu yüzeysel boyutta öğrendiklerini ve özümseyemediklerini göstermiştir.

g. Monohibrit ve Dihibrit çaprazlamanın Kavramsal Kullanımı'na İlişkin Yanılgılar

Literatüre dayalı çalışmalarda öğrencilerin monohibrit ve dihibrit çaprazlamanın yapılmasını gerektiren sorularda bu çaprazlama çeşitlerini doğru kullanamadıkları görülmüştür. Özellikle belli çaprazlamalara dayalı mekanikleşme öğretmen adaylarını polihibrit çaprazlama örneklerinde süreçsel zorluklara itmiştir (Tatman, 2008).

3.4.2.1.2. Mendel Genetiğinin Uzantılarına Ait Kavramlar Bilgisi

Bu bölümde, Mendel genetiğinin uzantılarına ait öğrencilerde çeşitli çalışmalarla belirlenen ve literatürde geçen kavram yanılgılarına yer verilecektir.

Bu aşamada, Mendel genetiğinin uzantılarına dayalı kavramlar için önceki bölümde yapılan genel bilgi taramasında elde edilen bulgular yardımıyla her bir kavramı çeşitli kavram alt bilgilerine kategorize ederek, bu kavramlara ilişkin literatürde rastlanan yanılgılara yer verilecektir.

a. Bağlı Gen (linkaj) ve Krossing-over Kavramları Bilgisi'ne İlişkin Yanılgılar

Öğrencilerde ve öğretmen adaylarında gözlenen 'bağlı gen' ve 'krossing-over' bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanılgılar aşağıda özetlenmiştir.

Aynı kromozom üzerinde birlikte bulunan ve krossing-over ile birbirinden ayrılabilen genlere ‘bağlı genler’ denir.

Bu kavram alt bilgisine dayalı olarak literatürde rastlanan yanlışlar oldukça çeşitlidir.

Tatman (2008), öğretmen adaylarından şekillerle kromozom üstünde bağlı genleri göstermelerini istemiştir. Öğrenciler aynı kromozom üzerinde gösterilmesi gereken bağlı genleri büyük bir kavramsal yanılgıya düşerek iki ayrı kromozom üzerinde ifade etme yoluna gitmişlerdir. Bu iki kromozomun üzerinde, herhangi iki bölgede varsaydıkları iki ayrı geni tek bir karaktere etki ediyormuş şeklinde sembolize etmişlerdir.

Ayrıca bağlı gen durumunu birden fazla genin bir fenotipi etkilemesi olayı şeklinde düşünerek, epistasi kavramı ile karıştırma söz konusudur. Genlerin bağlı olması durumunu mutasyonlar sonucu gerçekleşen bir anomali olarak nitelendirme, bağlı genlerin fenotip oranlarına etkilerini eş baskınlığın etkileri ile karıştırma ve buna dayalı olarak problemleri çözememe gibi çeşitli kavram yanlışları literatürde mevcuttur (Tatman, 2008).

Bu kavramla ilgili diğer bir yanlış ise bağlı genlerin krossing-over ile birbirinden ayrılması ile ilgilidir (Temelli, 2006). Ayrıca ‘Mayoz sırasında aktarım birimi genler değil kromozomlar olduğundan bağlı genler bağımsız dağılım için özgür değillerdir’ kavramını problem süzgeçlerine uygulayamadıkları görülmüştür.

Krossing-over mayoz bölünmenin profaz I evresinde, bir tetratin kardeş olamayan herhangi iki kromatidi arasında meydana gelen fiziksel bir değiş tokuş olayıdır.

Bu kavram alt bilgisine dair literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, öğrencilerin bu değişim olayını iki kromozomun kardeş olmayan kromatidleri arasındaki genetik bilgi değiş-tokuşu değil de, gametlerin değiş-tokuşu olarak

gördükleri ortaya çıkmıştır (Tatman, 2008). Dolayısıyla bu değiş-tokuşu, bağlı genleri birbirinden ayırabilen bir mekanizma olarak da görmemektedirler.

Ayrıca öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bu değiş tokuşun gerçekleşmesi beklenen safhayı, yani mayoz bölünmenin profaz I safhasını net olarak bilmedikleri ve tutarsız cevaplar verdikleri belirlenen kavram yanlışlarından bir diğeridir (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003).

Büyük çoğunlukla oluşan yavru bireylerin fenotipleri ‘atasal’, daha az sayıda oluşan bireylerin fenotipleri ise ‘rekombinant’ olarak adlandırılır.

Bu kavram alt bilgisine dayalı olarak literatürde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, öğretmen adayları rekombinant bireylerin krossing-over ile oluşan gametlerin döllenmesi ile ortaya çıktığı ve krossing-over olayının gerçekleşme ihtimalinin düşük olduğu için az sayıda ortaya çıkan bireylerin rekombinant ve en fazla oranda ortaya çıkan bireylerin de atasal bireyler olduğu sonucuna varamamaktadırlar (Tatman, 2008).

Ayrıca öğrencilerin ve öğretmen adaylarının bir kısmı büyük çoğunlukta oluşan bireylerin atasal, az sayıda oluşan yavru bireylerin ise rekombinant olduğuna dair farkındalığa sahip değildir. Bu kavramlarla ilgili birbirine tezat durumları kabul etmektedirler.

Kromozom üzerindeki genlerin uzaklığı ne kadar az ise bağlantının kuvveti de o kadar fazladır. Bağlantı ne kadar kuvvetli olursa bu iki gen arasında krossing-over meydana gelme şansı da o kadar azalır.

Literatürde bu kavram alt bilgisine dayalı olarak yapılan çalışmaların sonuçları, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının genler arası uzaklığın, krossing-over’in gerçekleşme ihtimali üzerinde etkili olduğunu bilmediklerini göstermektedir.

Öğretmen adayları genler arasındaki uzaklığın krossig-over'in meydana gelme durumunu nasıl etkilediği konusunda birtakım yanlışlara sahiptirler (Tatman, 2008).

b. Epistasi Kavramı Bilgisi'ne İlişkin Yanılgılar

Öğrencilerde ve öğretmen adaylarında gözlenen 'epistasi' bilgisinin alt kavramlarına ilişkin literatürden tespit edilen yanlışlar aşağıda özetlenmiştir.

Epistasi Mendel'in bulduğu oranlardan sapmalara neden olan bir durum olup birden fazla genin aynı fenotipik karakteri kontrol ettiği durumdur.

Bu kavram alt bilgisinde gözlenen yanlışları tespit etmeye dayalı yapılan çalışmalar, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının epistasi ve epistasinin genetik oranlara yansması durumu konusunda yetersiz bilgilere sahip olduğunu göstermiştir.

Öğrencilerin birçoğu epistasiyi, eş baskınlık ve eksik baskınlık gibi kavramlarla karıştırmaktadır. Başka bir deyişle genler arasındaki değişik etkileşimlerden kaynaklanan bu durumu alleller arasında gerçekleşen etkileşimlerle karıştırmaktadırlar (Tatman, 2008).

Yukarıda etraflıca değindiğimiz Mendel Genetiği ve Mendel Genetiği'nin uzantılarına dair kavramlara ilişkin yanlışlar tablo 9'da özetlenmiştir.

Tablo 9: Literatürde Genetik Konusunda Gözlenen Yanılgılar

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgılarının Varlığını Gösteren Durumlar
Gen ve allel bilgisi ile ilgili kavram yanlışları ve tutarsızlıklar	'Allel' kavramı yerine 'şey', 'gamet' ya da 'birbirine uygun baz çiftleri' ifadelerini kullanma
	'Gametler tek harf (allel) ile gösterilir. Amaç işlemleri kolaylaştırmaktır' düşüncesine sahip olma
	Allelleri gametlere birlikte aktarma, alellerin gametlere dağılımını farklı karakterlere etki eden genlerin dağılımı gibi düşünme
	Karşılıklı lokuslara farklı karakterlere etki eden allel olmayan genleri yerleştirme
	Farklı karaktere etki eden genleri birbirinin alelleriymiş gibi düşünme, homolog kromozomların karşılıklı lokuslarında bulunuyormuş gibi işlem yapma
	Alelleri aynı kromatid üzerine çizme

Tablo 9 (Devamı): Literatürde Genetik Konusunda Gözlenen Yanılgılar

Kavram Yanılgıları	Kavram Yanılgılarının Varlığını Gösteren Durumlar
Bağlı gen ve Krossing-over bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	‘Genlerin bağlı olması homozigot resesif bireylerin çaprazlama sonucunda hiç oluşmamasından anlaşılabilir’ görüşünü savunma
	‘Bağlı gen olması durumu birden fazla genin bir fenotipi etkilemesi durumudur’ diyerek epistasi ile karıştırma
	‘Genlerin bağlı olması durumu mutasyonlar sonucunda ortaya çıkan bir kromozom anormalliğidir’ görüşünü savunma
	‘Krossing-over mayozda gametlerin yer değiştirmesidir’ görüşünü savunma
	Genlerin bağlı olması durumunda, allellerin gametlere birlikte gitmesine neden olacağını savunma, tanımını yapabilmesine rağmen Krossing-overın etkisini göz ardı etme
	Bağlı genlerin fenotip oranlarına olan etkilerini, eş baskınlığın etkileri ile karıştırma nedeni ile bağlı gen kavramı ile ilgili problemleri çözememe
	‘Çaprazlama sonucunda büyük çoğunlukla oluşan yavru bireylerin fenotipleri atasal fenotip, daha az oranda oluşan bireylerin fenotipleri rekombinant fenotiptir’ kavramsal bilgisini belirtme fakat nedenini açıklayamama, krossing-over ile ilişkisini kuramama
Fenotip ve genotip bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	Genler arası uzaklığın birimi olan Santimorgan kavramı yerine mikron birimini kullanma
	Fenotip ayrışım oranı ve genotip ayrışım oranı kavramlarını birbirine yerine kullanma
	Genotip oranı yerine genotip çeşidi sayısını yazma
Homozigot ve heterozigot kavramı bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	Fenotip çeşidi sayısı yerine çaprazlamada çıkacak ihtimal sayısını ya da diğer bir deyişle ebeveynlerin gamet çeşidi sayılarının çarpım değerini yazma
	‘Saf ırk heterozigotluktur’ veya ‘saf ırk homozigot dominant olma durumudur’ görüşünü savunma
Kontrol çaprazlama bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	‘Kontrol çaprazlama yalnızca dominant fenotipli bireyin genotipini bulmaya yardımcı olur’ görüşünü savunma
Epistasi bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	‘Eş baskınlık ve epistasi aynı şeydir’ düşüncesine sahip olma
	‘Epistasinin genler arası etkileşimler’ olduğunu vurgulayabilmeye rağmen problemleri çözerken bu bilgiyi uygulayamama
	Epistasiyi ortaya çıkarabilecek genetik oranları fark edememe, epistasinin etkisini, eş baskınlık, bağlı genler ve letallığın etkisi ile eş değer tutma, monohibrit çaprazlama oranları ile karıştırma
Resesif, dominant bilgisi ile ilgili kavram yanılgıları ve tutarsızlıklar	‘Resesif karakter popülasyonda en sık ortaya çıkan karakterdir’ görüşünü savunma
	‘Resesif gen, sadece heterozigot durumda iken kendini ifade edebilen gen dir’ düşüncesine sahip olma
	‘Mutant gen, heterozigotluk veya resesiflik ile ifade edilir’ görüşünü savunma
	‘Yabanıl tip, doğada yaşayan canlı türüdür’ bilgisini savunma

(Tatman, 2008’den alınmıştır).

3.4.2.2. Yapılandırılmamış Öğrenci Mülakatlarının (Görüşmelerinin) Gerçekleştirilmesi

Tatman (2008)'in araştırmasında yer alan mülakatlar (görüşmeler) çalışmanın bu aşamasına dayanak oluşturmuştur. Bu mülakatlarda sorulan sorular, açık uçlu soruları içermektedir.

Görüşmeler öğretmen adaylarının genetik kavramlarına ait yanlışlarının ve yanlış anlamalarının tespit edilmesine yardımcı olmuştur. Bu yanlışlar çeldiricilerin oluşturulmasına ve kalitesini arttırmaya yönelik bir kaynak durumundadır.

3.4.2.3. Çoktan Seçmeli Test Maddelerinin Geliştirilmesi

Bu aşamada, genetikle ilgili yapılan literatür taramasının, yapılandırılmamış mülakatların analizleri sonucunda tespit edilen kavram yanlışlarından yararlanılarak gerekçe kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli sorular ve çeldiriciler geliştirilmiştir. Çoktan seçmeli tarzda oluşturulan bu test öğretmen adaylarında gözlenen kavram yanlışlarına kanıt niteliğindedir.

Testi oluşturan 12 çoktan seçmeli madde, araştırmacı tarafından hazırlanan ve çeşitli kaynaklardan/yayımlanmış makalelerden revize edilmiş formdadır.

Testi oluşturan maddelerden, 2, 5, 9, ve 11 numaralı maddeler, 'The *Genetics Concept Assessment*' isminde bir ölçme aracından (Smith, Wood ve Knight, 2008); 1 numaralı madde ise '*Genetics Concept Inventory*' isimli bir ölçme aracından çevirisi yapılarak kullanılmıştır (Elrod, 2007). 6, 7, 8 ve 10 numaralı maddeler Klug ve Cummings (2003)'in '*Genetik Kavramlar*' isimli kitabında her bölümün sonunda yer alan tartışma sorularından alınırken; 3, 4 ve 12 numaralı maddeler ise araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

3.4.3. İki Aşamalı Teşhis Testinin Geliştirilmesi

Bu son aşamada, iki aşamalı test maddelerinin hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Önceki aşamada oluşturulan her bir çoktan seçmeli test maddesine literatürden belirlenen yanılgılara dayanılarak araştırmacı tarafından gerekçe bildiren ikinci aşamalar eklenmiştir.

3.4.3.1. İki Aşamalı Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Geliştirilmesi

Önceki aşamada oluşturulan 12 çoktan seçmeli test maddesine literatür çalışmalarında tespit edilmiş yaygın ve spesifik kavram yanılgılarından yararlanılarak, gerekçe bildiren ve çünkü şeklinde ifade edilen ikinci aşamalar eklenmiştir. Böylece 12 iki aşamalı test maddesini içeren GTT (GTT'nin son hali) oluşturulmuştur.

Oluşturulan GTT'nin ilk aşamasında 4 ya da 5 seçenekten oluşan çoktan seçmeli kısım bulunurken, ikinci kısımda ise katılımcının birinci kısımda verdiği cevabın sebebini katılımcıya buldurtmaya yarayan, 4 veya 5 seçenekten oluşan ikinci kısım bulunmaktadır.

Gerekçe bildiren ikinci aşamada seçenekler, bir önceki aşamada yer alan doğru seçenekle ve literatürden tespit edilen kavram yanılgıları ile tutarlı olarak hazırlanmıştır.

3.4.3.2. Belirtke Tablosunun Oluşturulması (Özelleştirilmiş Kılavuzun Geliştirilmesi)

GTT'yi oluşturan maddelerin her birinin ilişkili olduğu önerme cümlelerini içeren tablo 10 aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 10: Maddeler-Önerme Cümleleri İlişkisi

<i>Madde Numaraları</i>	<i>Konu Alanı</i>	<i>Önerme Cümleleri</i>
Madde 1	Allellin tanımı ve konumu	9, 10, 11
Madde 2	Homolog kromozom ve Allellin konumu	11, 12
Madde 3	Genotip, genotip oranı, mayoz ve gametlere ayrılma, DNA replikasyonu	7, 8, 20, 22
Madde 4	Fenotip, fenotip oranı, mayoz ve gametlere ayrılma, DNA replikasyonu	7, 8, 21, 23
Madde 5	Monohibrit çaprazlama Homozigot ve heterozigot olma durumu Baskın ve çekinik olma durumu	26, 27, 29, 30, 32
Madde 6	Saf ırk Homozigot ve heterozigot olma Durumu Baskın ve çekinik olma durumu	20, 21, 22, 23, 26, 27, 29, 30, 31, 33
Madde 7	Epistasi	36
Madde 8	Test çaprazı, krossing-over, Atasal-rekombinant birey Bağlı gen	13, 14, 17, 18, 19, 34 20, 35
Madde 9	Krossing-over, rekombinant birey	15, 16, 17, 18, 19, 20
Madde 10	Gamet sayısı	26, 27, 28
Madde 11	DNA bilgisi	1, 2, 3, 4, 5, 6
Madde 12	Genotip/fenotip çeşidi Dihibrit çaprazlama	24, 25, 33

Hazırlanan bu tablo sayesinde açıkta kalan önerme cümleleri veya kavramların olup olmadığı ya da önerme cümlelerinin sorulara homojen olarak dağıtılıp dağıtılmadıkları kontrol edilmiştir.

3.4.3.3. Düzenlemelerin Devam Ettirilmesi

Bu haliyle geliştirilmiş olan test uygulanmadan önce konu alanı uzmanı hocalar tarafından kontrol edilmiştir. Atatürk Eğitim Fakültesi tezsiz yüksek lisans bölümünde öğrenim görmekte olan 44 öğretmen adayı ile yapılan pilot çalışma verileri (16 maddeden oluşan GTT'nin ilk formu) üzerinde madde analizi gerçekleştirilerek, testin güvenirliği hesaplanmıştır. Elde edilen bu sonuçlardan hareketle test üzerinde gerekli düzenlemelere gidilerek, 6, 8, 14 ve 16 numaralı maddeler testten çıkarılmıştır. Son hali verilen 12 iki aşamalı maddeden oluşan GTT herkesin kullanımı için standart bir hale dönüştürülmüştür (Ek 1). Oluşturulan Genetik Teşhis Testi farklı gruplara uygulanarak sürekli geliştirilebilir ve bir ölçme aracı olarak kullanılabilir forma getirilmiştir.

IV. BULGULAR

Bu bölümde GTT'nin SPSS analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır. GTT'ye ilişkin güvenirlik analizi, madde güçlük ve ayırtedicilik gücü indekslerine ve yorumlara yer verilecektir. İlerleyen bölümde, GTT'yi oluşturan her bir maddeyi cevaplayan katılımcı sayısına, yüzdesine ve bunlara ilişkin sonuçlara değinilecektir.

4.1. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'NİN UYGULANMASI

Hazırlanan GTT, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi 3., 4. ve 5. sınıf ve Fen Edebiyat Fakültesi 4. sınıf öğretmen adaylarına 2009- 2010 öğretim dönemi güz yarıyılında uygulanmıştır. Öğrencilere uygulanan iki aşamalı test maddeleri 12 tane olup, bu maddelerin cevaplanması için tanınan süre 20-25 dakika arasındadır. Toplanan verilerin analizinde istatistiksel metod olarak SPSS.16 programı kullanılmıştır. GKT'nin uygulanmasına ilişkin karakteristik özellikler tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: GTT'nin Karakteristik Özellikleri

Konu Alanı	: Mendel Genetiği'ne ait kavramlar bilgisi Mendel Genetiği'nin uzantılarına ait kavramlar bilgisi
İçerik	: Önerme Cümleleri (Tablo 8)
Madde Sayısı	: 12
Uygulanan Ölçme Aracı	: GTT
Öğrenci Öğrenim Düzeyi	: Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi (3. 4. ve 5. sınıf öğretmen adayları) Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi (4. sınıf öğretmen adayları)
Test ayrılan süre	: 20-25 dakika
Ayrırtedicilik gücü indeksi	: 0,31-0,72
Madde güçlük indeksi	: 0,46
Güvenirlilik katsayısı (Cronbach's alpha)	: 0,73

4.2. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT) İÇİN VERİ DOSYASININ HAZIRLANMASI

GTT'yi oluşturan herbir maddenin iki aşamasında doğru seçenek işaretlenmişse 1 (bir) puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her iki aşamada yanlış seçenek işaretlenmişse 0 (sıfır) puan verilmiştir. Puanlara göre SPSS programından yararlanılarak veri dosyası oluşturulmuştur. Analizler oluşturulan veri dosyası üzerinden gerçekleştirilmiştir.

4.3. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'NİN İÇERİĞİ

Araştırmada Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Biyoloji öğretmenliği ana bilim dallarında okuyan 3., 4. ve 5. (son) sınıf öğrencilerine ve Fen Edebiyat

Fakültesi Biyoloji anabilim dalında okuyan 4. (son) sınıf öğrencilerine genetik kavram bilgisi ve problem çözme süreçleri hakkındaki bilgi düzeylerini ölçen, 12 sorudan oluşan GTT uygulanmıştır. 120 katılımcının maddeleri cevapladığı bu testte güvenirlik analizi SPSS programı kullanılarak yapılmıştır. Toplanan verilerin özellikleri aşağıda Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: GTT Veri Bilgileri

Bilgi	Skala	Değişken
Öğrenciler	1. Biyoloji Atatürk Eğitim 3 (Aef 3)	İsimsel (Nominal) Değişken
	2. Biyoloji Atatürk Eğitim 4 (Aef 4)	
	3. Biyoloji Atatürk Eğitim 5 (Aef 5)	
	4. Biyoloji Fen Edebiyat 4 (Fef 4)	
Cinsiyet	Kız	İsimsel (Nominal)
	Erkek	Değişken

4.4. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT) HAKKINDA DEMOGRAFİK BİLGİ

Aşağıdaki tabloda (Tablo 13) öğretmen adaylarının demografik özellikleri sunulmuştur.

Tablo 13: Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

Özellikler	<i>n</i>	<i>P</i>
<i>Öğretmen Adayları</i>		
Aef 3	27	22,5
Aef 4	16	13,4
Aef 5	40	33,3
Fef 4	37	30,8
<i>Cinsiyet</i>		
Kız	87	72,5
Erkek	33	27,5

P yüzde değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 13’de demografik özellikleri verilen öğretmen adayı örneklem grubunun %72,5’ini (N=87) bayanlar, %27,5’ini (N=33) erkekler oluşturmaktayken, %22,5’ini (N=27) Atatürk Eğitim Fakültesi biyoloji öğretmenliği anabilim dalında okumakta olan biyoloji 3. sınıf öğretmen adayları, %13,4’ünü (N=16) 4. sınıf öğretmen adayları, %33,3’ünü (N=40) 5. sınıf öğretmen adayları, %30,8’ini (N=37) Fen Edebiyat Fakültesi biyoloji bölümü anabilim dalında okumakta olan 4. sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır.

4.5. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)’NİN ANALİZİ

SPSS programı kullanılarak hazırlanan veri dosyası üzerinde GTT’ye ilişkin güvenirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırtedicilik indeksi gibi bilgilerin hesaplanması ve analizi gerçekleştirilmiştir.

4.5.1. Genetik Teşhis Testi (GTT)’nin Geçerlik Çalışması

Geçerlik, testin ölçmek istediği özelliğe başka özellik karıştırmadan ölçmesidir. Bu bağlamda geçerlik test puanlarına dayalı tahminlerin uygunluğuna, anlamlılığına ve kullanılabilirliğine ilişkin kanıtlar toplanmasını gerektirir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

Literatürde çeşitlerine rastlanan geçerlik türleri genel anlamda “kapsam”, “ölçüt”, “görünüş” ve “yapı” şeklinde sınıflandırılabilir.

- **Kapsam Geçerliği:** Testi oluşturan maddelerin ölçülmek istenen davranışlar evrenini ne derece temsil ettiğine ilişkin bir yargıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Buna göre, GTT için tablo 10’da oluşturulan madde-önerme cümleleri ilişkisi testin kapsam geçerliğini sağlamaya yöneliktir. Buna göre testin ölçmek istenilen özelliklerin tümünü

ölçüp ölçmediği, dışarıda kalan önerme cümleleri olup olmadığı tespit edilmiştir.

- **Ölçüt Geçerliği:** Test puanlarının testin ölçtüğü özellikle ilişkili olduğu düşünülen başka ölçme sonuçları ile korelasyonu puanların bu türden geçerliğini ifade eder (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Bu nedenle ölçütün kararlaştırılması önemli bir süreçtir ve uzmanlardan yararlanılır.

Bu aşamada GTT için, testin ölçüt yapısının ve değişkenlerinin eğitim bilimleri uzmanlarınca incelenmesi ve öğrencilerin lisans genetik dersi geçme notları ile GTT skorları karşılaştırılması ölçüt geçerliğini sağlamaya yönelik kaynak teşkil eder.

- **Yapı Geçerliği:** Testi oluşturan maddelerin aynı yapıyı oluşturmaya ilişkinidir.

GTT için herbir maddenin genetiğin temel kavramlarının ve süreçlerinin ölçülmesine dayanması aynı yapıyı teşkil etmesine araya başka yapıların karıştırılmak istenmemesine kanıt niteliğindedir.

- **Görünüş Geçerliği:** Bir ölçme aracının ismi, açıklamaları ve ölçmeyi istediği sorularıyla ölçmeyi istediği özelliği ölçüyor görünmesidir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

GTT’de ön sayfada “Genetik Teşhis Testi” şeklinde ifade edilen adın içeriği yansıtabilecek şekilde yazılmış olması, cevaplama yönergesinin ölçülmek istenilen genetik konularıyla bağlantılı olarak testin amacı ve kapsamı ile ilgili bilgileri içermesi ve maddelerin ilk görünüşte genetik ile ilgili sorular izlenimi vermesi görünüş geçerliğini ifade etmektedir.

4.5.2. Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Güvenirlik Analizi

Büyüköztürk ve diğerleri (2008)'ne göre, güvenilirlik ölçme sonuçlarının hatalardan arınık olmasıdır. Ölçme sonuçlarının ne derece güvenilir olduğunu belirlemek amacıyla kullanılan iki yapı “güvenirlik indeksi” ve “güvenirlik katsayısı”dır. Güvenirlik indeksi, bir testten elde edilen gerçek ve gözlenen puanlar arasındaki ilişkinin derecesini açıklayan korelasyon katsayısı; güvenirlik katsayısı ise paralel testlerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyondur.

GTT'nin güvenilirliği, literatürde farklı türlerine rastlanan güvenilirlik hesaplama yöntemlerinden iç tutarlık güvenilirliği yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İç tutarlık güvenilirliği yöntemi, ölçme aracının bir kez uygulanması ve testte yer alan maddelerin analiz edilmesine dayanan, bu maddelerin birbiriyle ne derece tutarlı olduğunun belirlenmesi için kullanılan güvenilirlik hesaplama yöntemidir (Büyüköztürk, 2007). Güvenirlik katsayısının bir çeşidi olan iç tutarlık katsayısı testin tekrarını ya da birden fazla uygulamasını gerektirmez.

Tablo 14'de öğretmen adayı örneklem grubunda GTT' nin α güvenirliliği ,73 olarak bulunmuştur.

Tablo 14: Öğretmen Adayı Örneklem Grubu Güvenirlik Değeri Tablosu

	n	α
Öğrenciler (Aef ve Fef)	12	,73

Bir ölçme aracının (testin) güvenilir olarak kabul edilebilmesi için Cronbach alpha katsayısının (α) 0,70'den büyük olması gerekmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008; Jang, 2003). Bu durumda GTT için güvenilir bir test olduğu yorumu yapılabilir.

Bir testin güvenilirliği ölçme aracının ölçmek istediği özelliği ne derece doğru ölçtüğü ile ilgilidir (Youngman ve Eggleston, 1982). Testin güvenirlik katsayısı olarak

hesaplanan korelasyon, test puanlarına ilişkin bireysel farklılıkların ne derece gerçek ve ne derece hata faktörüne bağlı olduğunu yorumlamak amacıyla kullanılır (Büyüköztürk, 2007). Güvenirlik katsayısı 0,73 olan GTT için,

- Gözlenen puanlardaki varyansın %73'ü, ölçülen özellik ile ilgili gerçek varyansa, %27'si hata varyansına bağlıdır.

yorumu yapılabilir. Kısaca, bireyler arası gözlenen test puanlarındaki farkların %73 oranında gerçek farkları, %27 oranında ise hatayı yansıttığı söylenebilir.

4.5.3. Genetik Teşhis Testi (GTT)'nin Madde İstatistikleri

Bir testi oluşturan maddelerin özelliklerini incelemeye yönelik analizlere madde analizi denilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). GTT için yapılan madde istatistikleri, madde güçlük indeksi, ayırtedicilik gücü indeksi, varyansı, standart sapması ve güvenirliliği şeklinde kategorize edilebilir (Tablo 15).

Bir maddeyi doğru cevaplama yüzdesi olarak tanımlanabilecek madde güçlük indeksi, her bir test maddesinin katılımcıların yüzde kaç tarafından cevaplandığını gösteren bir ölçüm değeridir.

Jang (2003), 0,00 ile +1,00 arasında bulunan bu değeri, herhangi bir maddeye doğru cevap veren öğrenci sayısının, grupta bulunan öğrenci sayısına oranı şeklinde ifade etmiştir. Başka bir deyişle, maddenin kolay ya da zor bir madde olup olmadığı hakkında bilgi verir. Madde güçlük indeksi 0,50 olan bir madde orta güçlükte sayılmaktadır. Yani bu maddeyi öğrencilerin %50'si doğru, diğer %50'si ise yanlış olarak cevaplamıştır.

Madde güçlük indeksi azaldıkça (0,00'a yaklaştıkça) maddeyi bilen öğrenci sayısı azalır, dolayısıyla madde zorlaşmaktadır. Madde güçlük indeksi arttıkça (+1,00'e yaklaştıkça) maddeyi bilen öğrenci sayısı artar, dolayısıyla madde kolaylaşır. Bir testte güçlük indeksi 0,30 üzerinde değer alan maddeler genel anlamda orta güçlükte olup, testte kullanılabilir durumdadır (Bernhisel, 1999; Jang, 2003).

Ayırt edicilik gücü indeksi ise, toplam test sonuçları ile birlikte her bir test maddesi için iki serili bir korelasyona işaret etmektedir (Jang, 2003). Bu durum testi oluşturan her bir maddenin birbirinden ayırt edilebilmesi için kolaylık sağlamaktadır.

Başka bir deyişle, madde ayırt ediciliği bir maddenin bilen katılımcı ile bilmeyen katılımcıyı birbirinden ayırt etmektedir (Bernhisel, 1999; Jang, 2003). Bir madde bilen katılımcı ile bilmeyen katılımcıyı birbirinden ayırt edebildiği oranda ayırıcıdır. Bir maddenin ayırt edici olarak kabul edilebilmesi ve testte kullanılabilir özellikte olması için bu değerin 0,30'un üzerinde olması yeterli olmaktadır (Jang, 2003).

Madde ayırt edicilik indeksi -1,00 ile +1,00 arasında değişebilir. Bu değerin negatif çıkması maddenin ölçülen özellik bakımından bireyleri ters olarak ayırt ettiğini ve bu maddelerin ölçme aracından (ölçekten) çıkarılmasını gerektirir. Madde ayırt edicilik indeksi değeri;

- > ,40 ise, madde çok iyi,
- ,30 ile ,39 arasında madde düzeltme yapmadan ölçekte tutulabilir, iyi madde,
- ,20 ile ,29 arasında ise maddelerin düzeltilerek geliştirilmesi önerilir.
- < ,20 ise madde ölçekten çıkartılmalı ya da bütünüyle gözden geçirilmelidir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008).

Aşağıda tablo 15'de öğretmen adayı örneklem grubuna uygulanan GTT'yi oluşturan herbir maddenin istatistik değerleri gösterilmiştir.

Tablo 15: GTT'nin Madde İstatistik Değerleri

Madde Numaraları	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırtedicilik İndeksi	Madde Varyansı	Madde Standart Sapması	Madde Güvenirliği
1	,42	,31	,24	,49	,15
2	,48	,72	,25	,50	,36
3	,57	,32	,25	,50	,16
4	,33	,52	,22	,47	,24
5	,48	,38	,25	,50	,19
6	,50	,66	,25	,50	,33
7	,34	,53	,22	,47	,25
8	,39	,53	,24	,49	,26
9	,53	,50	,25	,50	,25
10	,60	,53	,24	,49	,26
11	,42	,56	,24	,49	,27
12	,48	,72	,25	,50	,36
Ortalama	,46				

0,46 olarak bulunan ortalama güçlük indeksi testin orta güçlüğüye yakın olduğuna işaret etmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının %46'sı tarafından testin doğru, %54'ü tarafından yanlış cevaplandığı sonucunu vermektedir.

Tablo 15'e bakıldığında madde güçlük indeksinin 0,33 (madde 4) ile 0,60 (madde 10) arasında değerler aldığı görülmektedir. Madde güçlük indeksi 0,30'un üzerinde olan maddelerin testte kullanılabileceği düşünüldüğünde, bu değerlerin altında kalan maddelerin ise zor olduğu sonucu çıkmaktadır.

Tablodaki verilere göre testte en zor madde olan 4. maddenin güçlük indeksi 0,33 olarak bulunmuştur. Bu durum, öğretmen adaylarının %33'ü tarafından maddenin doğru, %67'si tarafından ise yanlış cevaplandırıldığı sonucunu vermektedir.

Testtin genelinde verilere baktığımızda ise en kolay maddenin 0,60 güçlük indeksi değeriyle 10. madde olduğu görülmektedir. Çünkü bulunan güçlük indeksi değeri, öğretmen adaylarının %60'ının maddeyi doğru cevaplarken, %40'ının yanlış cevapladığını ifade etmektedir. Bu durum bulunan değerin +1,00'e yaklaştıkça maddeyi cevaplayan öğretmen adayı sayısının artmakta olduğunu ve maddenin kolaylaştığını göstermektedir.

Tablo 15'de maddelerin ayırtedicilik gücü indeksi sonuçlarına bakıldığında, bu değerin 0,31 (madde 1) ile 0,72 (madde 2 ve madde 12) aralığında oldukları görülmektedir. Bir testte maddelerin iyi bir ayırtedici olarak kabul edilebilmesi için 0,40'ın üzerinde değer alması gerekse de, 0,30'un üstünde ayırtedicilik gücü indeksine sahip olan maddeler testte kullanılabilir maddeler olarak kabul görmektedir. Ayırtedicilik gücü indeksine göre testten çıkarılmayı gerektirecek herhangi bir madde bulunmamaktadır.

4.6. GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)'Nİ OLUŞTURAN MADDELERİN ANALİZİ

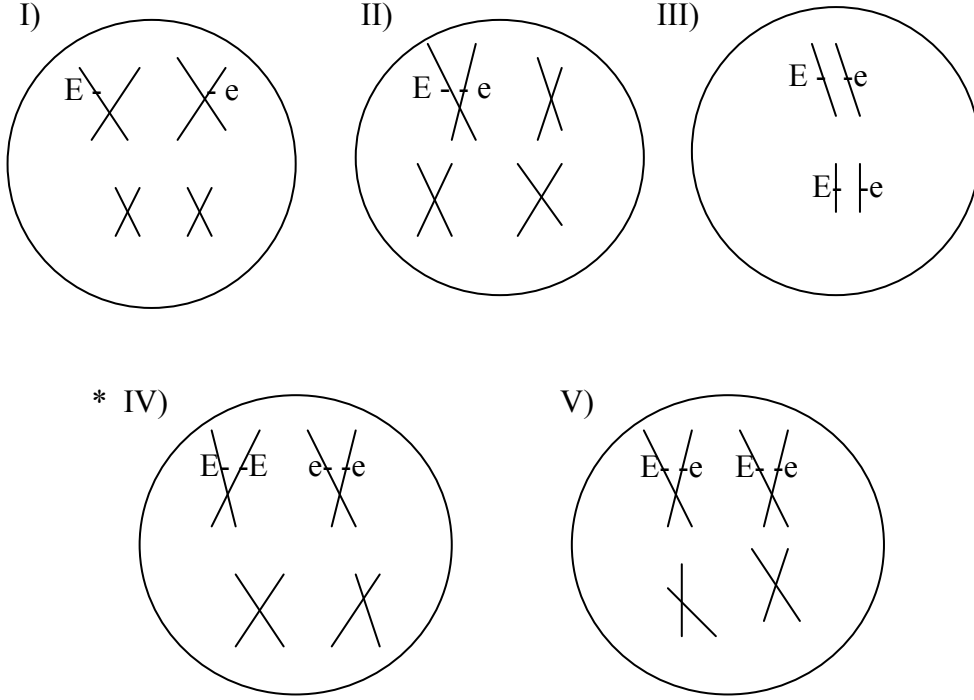
4.6.1. Genetik Teşhis Testi Madde 1 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde 'allellin tanımı ve konumu', özelde 'homolog kromozom' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Madde 1, allellerin aynı genin farklı alternatifleri olduğunu bilmek kadar, kromozomların nasıl ifade edildiğini ve allellerin kromozom üzerinde nasıl konumlandığını da görsel olarak ifade edebilmeyi gerektiren bir yapıdadır.

Madde 1

Bölünmekte olan bir hücrenin kromozomları aşağıda gösterilmiştir. Hangi şekilde 4 kromozumlu diploid ($2n=4$) bir hücrede E geninin iki farklı alleli doğru bir şekilde ifade edilmiştir?



Cünkü;

A) Alleller aynı genin farklı alternatifleridir ve kardeş kromatitlerin sadece biri üzerinde bulunurlar.

*B) Alleller aynı genin farklı alternatifleridir ve homolog kromozomların karşılıklı lokusları üzerinde bulunurlar.

C) Alleller farklı karakterlere etki eden gen çeşitleridir ve kromozomların kardeş kromatidleri üzerinde bulunurlar.

D) Alleller kardeş kromatitlerin karşılıklı lokuslarında bulunur.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘IV’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘B’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda, madde 1’in uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 16: Madde 1’i cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	1 (0.8)	5 (4.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (5.0)
II	1 (0.8)	11 (9.2)	5 (4.2)	6 (5.0)	23 (19.2)
III	2 (1.6)	8 (6.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	13 (10.7)
IV	1 (0.8)	50 (41.7)*	2 (1.6)	1 (0.8)	54 (45.0)
V	1 (0.8)	17 (14.2)	1 (0.8)	5 (4.2)	24 (20.0)
Toplam (n)	6 (5.0)	91 (75.8)	9 (7.5)	14 (11.7)	120 (100)

* doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 16’da öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %41,7’sinin maddenin her iki aşamasını (IV-B) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %45,0, ikinci aşamada (B) ise %75,8 olarak bulunmuştur.

Maddenin ilk aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğü, bilişsel yapılarında var olan bilgiyi görselleştiremedikleri, keza ezber bilgiye yönelik ikinci aşamayı ise daha kolay cevapladıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin bilgiyi anlamlandırma, farklı durumlara transfer edebilme ve soyut bilgilere somut anlamlar yükleme boyutunda zorlandıklarının önemli bir göstergesidir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (V-B) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, öğrenci örneklem grubunun %14,2’si tarafından cevaplanmıştır. Öğretmen adayları ‘gen-allel-kromozom ilişkisini kurabilme’ durumunda süreçsel

zorluklar yaşamaktadırlar. Allelin tanımını ve kromozom üzerinde konumunu sözel olarak tanımlayabilmekte, ancak görsele yansıtma durumunda yanılığa düşmektedir. Bu kavramlara dair yanılıklar;

- **Alleller homolog kromozomların karşılıklı olmayan lokuslarında bulunmaktadır.**
- **Alleller farklı karaktere etki eden farklı yapılardır.**

şeklindedir.

Varılan iki olası sonuç, maddenin her iki aşamasında verilen cevabın birbiriyle uyuşmadığını gösterir. Çünkü tanımlamayı bilişsel alanın bilgi ve kavrama düzeyinde yapabilmekte, ötesine geçememektedirler. Bu durum öğretmen adaylarının üst düzey düşünme becerisine erişemediğinin ve dolayısıyla uzamsal zekayı kullanabilme becerisine sahip olmadıklarının göstergesidir.

Bu tür sorularda sıklıkla rastlanan durum öğrencilerin bilgiyi bazı temel örnekler çerçevesinde öğrenmesinden dolayı farklı davranışsal hedefler boyutuna yansıtma zorluk yaşamalarıdır. Üst düzey zihinsel beceriler farklı zeka boyutlarını kullanabilmeyi gerektirir. Sözel bilgileri ifade etmemizi gerektiren sözel zeka boyutu, çoğu zaman üç boyutlu şekilleri anlayabilmemiz için yeterli değildir. Eğitimde öğrencilerin tek zeka boyutuna yönelik olarak hazırlanan öğrenme-öğretme durumları, öğrencileri bilginin pasif alıcısı konumuna getirmektedir. Bu nedenle öğrenciler farklı konum ve tarzda sunulan bilgilere cevap verememektedirler. Bu durum eğitimin tekdüzeliğinden ve sınırlılığından kaynaklanmaktadır.

Bireyler birçok zeka alanına sahip olarak doğarlar. Ama hepsini geliştirebilmeleri belli yaşantılar geçirmelerine paralel olarak gerçekleşir. Bu anlamda eğitimde kullanılan yaklaşım, yöntem ve araç-gereçler tek bir zeka boyutuna bağlı kalmadan, bireylerde birden fazla zeka alanını geliştirmeye yönelik olmalıdır. Bu soruda görüldüğü üzere, öğretmen adayları sözel zeka boyutunu kullanmanın gerekli olduğu durumlarda daha başarılı olurken, bu durumu uzamsal zeka boyutuna uyarlamakta problem yaşamaktadır.

4.6.2. Genetik Teşhis Testi Madde 2 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun ‘homolog kromozom’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Madde 2

MLH1 geni insanlarda 3. kromozom üzerindedir ve dört farklı alleli tanımlanmıştır. Bir insanda bu alellerden en fazla kaç tanesi bulunur?

- I) 1 * II) 2 III) 3 IV) 4 V) 8

Cünkü;

- A) Homolog kromozomlar ve kardeş kromatitler birer allel içerir.
B) Homolog kromozomlarda allellerin hepsi birden bulunabilir.
*C) Gametler ile anne ve babadan gelen 3. kromozomlar birer allel taşır.
D) Birçok gen taşıyan homolog kromozomlarda tüm alleller bulunabilir.
-

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘II’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘C’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda, madde 2’nin uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 17: Madde 2'yi cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	4 (3.4)	1 (0.8)	2 (1.6)	1 (0.8)	8 (6.6)
II	15 (12.5)	2 (1.6)	58 (48.7)*	2 (1.6)	77 (64.4)
III	1 (0.8)	0 (0.0)	2 (1.6)	1 (0.8)	4 (3.2)
IV	4 (3.4)	8 (6.6)	1 (0.8)	10 (9.1)	23 (19.1)
V	1 (0.8)	2 (1.6)	3 (2.7)	2 (1.6)	8 (6.7)
Toplam (n)	25 (20.9)	13 (10.6)	66 (55.4)	16 (7.9)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 17’de öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %48,7’sinin maddenin her iki aşamasını (II-C) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (II) için bu değer %64,4, ikinci aşamada (C) ise %55,4 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ikinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Öğretmen adayları sayısal bilgiyi içeren ilk aşamayı doğru cevaplarken, homolog kromozom kavram tanımının farklı tarzda sorulduğu ikinci aşamada zorlanmışlardır. Bu durum önemli kavram yanılgılarına işaret etmektedir.

Kaynaklar, homolog kromozomu ‘Biri anneden diğeri babadan gelen bir çift kromozomdan oluşur’ şeklinde tanımlamaktadır. İkinci aşamada seçenekler bu önermeye uygun olarak verilseydi, doğru cevaplayan sayısının artacağı bir gerçektir. Ezber ve etkili olmayan öğrenme durumları öğrenciyi kavram boyutunda mekanikleşmeye itmektir. Birey aynı olguyu değişik formda gördüğünde önermenin farklı olduğunu düşünerek yanıtlayamamaktadır. Bu durum aslında öğrenciler ya da öğretmen adayları tarafından öğrenildi sanılan bilginin öğrenilmediğini, aksine bireyi yanlış öğrenmelere götürdüğünü göstermektedir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (II-A) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, öğrenci örneklem grubunun %12,5'i tarafından cevaplanmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının homolog kromozom ile kromatid kavramını birbirinden ayıramadıklarının ve karıştırdıklarının bir göstergesidir.

4.6.3. Genetik Teşhis Testi Madde 3 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde 'genotip ve genotip oranı', özelde 'mayoz bölünme ve gametlere ayırma' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Madde 3

Bir araştırmacı düz, terminal, beyaz ve boğumlu (AaBBccDD) bezelye ile buruşuk, terminal, mor ve boğumlu bezelyeyi (aaBbCCDd) çaprazlamıştır.

Çaprazlama sonucunda oluşan nesilde aaBBCcDD genotipindeki bezelye oranı nedir? (a, B, C, D genlerinin bağımsız olduğunu varsayın).

- I) 1/2 II) 1/4 * III) 1/8 IV) 1/16 V) 1/32

Çünkü;

A) Genotip oranı allellerin gametlere dağılma ihtimallerinin toplamına eşittir. *B) Genotip oranı aaBBCcDD genotipindeki bireylerin olası tüm genotip ihtimallerine oranıdır.

C) Genotip oranı aaBBCcDD allellerinin ortaya koyduğu genetik ifade çeşitleridir.

D) Genotip oranı aaBBCcDD olan bireylerin muhtemel tüm fenotiplere oranıdır.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap 'III' nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise 'B' şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 3'ün uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 18: Madde 3'ü cevaplayan öğretmen adayı sayısı

Çünkü					
	A	B	C	D	
Seçenek	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	Toplam
I	1 (0.8)	2 (1.6)	0 (0.0)	2 (1.6)	5 (4.00)
II	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	4 (3.2)
III	6 (5.0)	68 (56.7)*	14 (11.7)	7 (5.8)	95 (79.5)
IV	0 (0.0)	6 (5.0)	1 (0.8)	2 (1.6)	9 (7.4)
V	1 (0.8)	3 (2.7)	2 (1.6)	1 (0.8)	7 (5.9)
Toplam (n)	9 (7.6)	80 (65.5)	18 (14.9)	13 (9.0)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 18'de öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %56,7'sinin maddenin her iki aşamasını (III-B) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (III) için bu değer %79,5, ikinci aşamada (B) ise %65,5 olarak bulunmuştur.

Öğrenci örneklem grubunun %50'sinden fazlası tarafından doğru cevaplanan maddenin ikinci aşamasında öğrencilerin daha çok yanılgıya düştüğü, çaprazlamayı doğru yaptıkları, oranları doğru ifade edebildikleri, ancak bu değerlerin ne anlama geldiğini sözel olarak ifade edemedikleri görülmektedir. Bu durum bireylerin derslerde çoğunlukla nedenden-sonuca giden problemlerle karşılaşmalarından kaynaklanıyor olabilir. Çünkü nedenden-sonuca giden problemler belli bir takım algoritmalar ve belli kalıplardaki çözüm yolları nedeniyle kavram ve konu özümsememiş olsa dahi çözülebilmektedir. Ezber bilgi olarak nitelendirebileceğimiz bu çözme biçiminde, öğrenci bilgiyi sorgulamaya yer vermemekte, kalıplaşmış olgulardan hareket ederek sonuca ulaşmaktadır. Oysa ki, sonuçtan-nedene giden problem çözümleri bu engelin önüne geçerek kalıcı ve etkili öğrenmeyi sağlamaktadır.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (III-C) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, öğretmen adaylarının %11,7'si tarafından cevaplanmıştır. Maddenin

ikinci aşamasında ‘C’ şikkını seçerek yanılığa düşen öğretmen adaylarının genotip oranı ve çeşidi kavramlarını karıştırdıkları, dolayısıyla genotip oranı yerine genotip çeşidi kavramını kullandıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin bilgiyi yapılandırma konusunda yetersiz kaldıklarının ve verdikleri cevabın ‘niçin’ doğru olduğundan habersiz olduklarının işaretidir. Kavramların belli boyutlarda ve tek deneme öğrenmelerinde birbiriyle karşılaştırılmadan ilişkisiz olarak aktarılması öğrencileri belli kavramlar etrafında birtakım genellemelere yöneltir.

Kavramsal öğrenmenin daha başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için, genetik kavramlar belli kalıplar şeklinde ayrı ayrı verilmemeli, farklı problemler üzerinde yorumlanmalı, kavramlar arası ilişkiler problemler üzerinde daha derinlemesine vurgulanmalıdır.

4.6.4. Genetik Teşhis Testi Madde 4 Analiz Bulguları

Madde 3 ile ortak köke sahip olan bu maddede örneklem grubunun genelde ‘fenotip ve fenotip oranı’, özelde ‘mayoz bölünme ve gametlere ayırma’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Madde 4

Bir araştırmacı düz, terminal, beyaz ve boğumlu (AaBBccDD) bezelye ile buruşuk, terminal, mor ve boğumlu bezelyeyi (aaBbCCDd) çaprazlamıştır.

AaBBCcdd X aaBbCcDd genotipindeki bezelyelerin çaprazlanması ile oluşan nesilde **a, B, c, D** fenotipindeki bezelye oranı nedir? (a, B, C, D genlerinin bağımsız olduğunu varsayın).

I) 1/2

II) 1/4

III) 1/8

* IV) 1/16

V) 1/32

Çünkü:

A) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipini oluşturacak allel çiftlerinin gametlere dağılma ihtimalidir.

B) Fenotip oranı a, B, c, D genotipini ortaya çıkaracak olan allellerin gametlere dağılma ihtimallerinin toplamıdır.

C) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipini ortaya koyan allellerin fiziksel ifade çeşitleridir.

*D) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipindeki bireylerin ortaya çıkması muhtemel olan tüm fenotiplere oranıdır.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘IV’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘D’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 4’ün uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 19: Madde 4’ü cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	2 (1.6)	2 (1.6)	3 (2.7)	2 (1.6)	9 (7.5)
II	1 (0.8)	1 (0.8)	2 (1.6)	3 (2.7)	7 (5.9)
III	2 (1.6)	3 (2.7)	4 (3.3)	5 (4.2)	14 (11.8)
IV	13 (10.8)	3 (2.7)	18 (15.0)	40 (33.3)*	74 (61.8)
V	4 (3.2)	2 (1.6)	4 (5.0)	6 (5.0)	16 (13.0)
Toplam (n)	22 (18.2)	11 (9.2)	31 (25.8)	56 (46.8)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 19’da öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %33,3’ünün maddenin her iki aşamasını (IV-D) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %61,8, ikinci aşamada (D) ise %46,8 olarak bulunmuştur.

Madde 3 için söylenen benzer durumlar madde 4 için de geçerlidir. Maddenin ikinci aşamasında öğrencilerin daha çok yanılığa düştüğü, çaprazlamayı doğru yaptıkları, oranları doğru ifade edebildikleri, ancak bu değerin ne anlama geldiğini sözel olarak ifade edemedikleri görülmektedir. Çünkü derslerde ya da evde yapılan çalışmalarda, çaprazlama alıştırmalarına ağırlık verilmiştir. Öğretmen adaylarında belli alanda mekanikleşme ve ezbere dayalı öğrenme görülmektedir. Dolayısıyla işlemleri neden yaptıklarını sorgulamamaktadırlar.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldiricilerden biri olan (IV-C) seçenek ve gerekçesi, öğrenci örneklem grubunun %15,0'i tarafından cevaplanmıştır. Maddenin ikinci aşamasında 'C' şıkkını seçerek yanılığa düşen öğretmen adaylarının fenotip oranı ve çeşidi kavramlarını karıştırdıkları, dolayısıyla genotip oranı yerine genotip çeşidi kavramını kullandıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin bilgiyi yapılandırma konusunda yetersiz kaldıklarının, verdikleri cevabın 'niçin' doğru olduğundan habersiz olduklarının işaretidir. Kavramların belli boyutlarda ve tek deneme öğrenmelerinde birbiriyle karşılaştırılmadan ilişkisiz olarak aktarılması öğretmen adaylarını belli kavramlar etrafında birtakım genellemelere yöneltir.

Örneklem grubunun %18,2'si tarafından cevaplanan 'A' nolu seçenek aşağıda verilen önemli bir yanılığa işaret etmektedir:

- Fenotip oranı, allel çiftlerinin gametlere dağılma ihtimalidir.

Öğretmen adaylarının sorunun ilk aşamasında cevaplamış oldukları 1/4 oranını bulurken yaptıkları işlemler, A seçeneğinde işaretledikleri önerme ile çelişmektedir. Yaptıkları işlemlerin ne anlama geldiğini doğru ifade edememekte, bu durumu farklı şekillerde açıklamaktadırlar.

Madde 3 ile elde edilen sonuca benzer şekilde, kavramsal öğrenmenin daha başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için, genetik kavramlar belli kalıplar şeklinde ayrı ayrı verilmemeli, farklı problemler üzerinde yorumlanmalı, kavramlar arası ilişkiler problemler üzerinde daha derinlemesine vurgulanmalıdır.

4.6.5. Genetik Teşhis Testi Madde 5 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun otozomal bir hastalığın oğul döllere aktarılabilme prensibinden hareketle genelde ‘monohibrit çaprazlama’, özelde ‘baskın/çekinik karakter’ ve ‘homozigot/heterozigot karakter’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu soru bazı alt sorulardan oluşmaktadır. Her bir alt soru öğretmen adaylarının verilen monohibrit çaprazlama oranlarının farklılıklarını anlamak için bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- Verilerden yola çıkarak normal bireye genotip atayabilme,
- İki normal bireyi çaprazlayabilme (monohibrit çaprazlama),
- Ortaya çıkan oğul bireylerin fenotipini ve genotipini yorumlayabilme,
- Baskın ve çekinik özellikteki bireyleri saptayabilme,
- Kistik fibröz taşıyan, taşımayan ve taşıyıcı bireyleri saptayabilme,

şeklindedir.

Madde 5

İnsanlarda Kistik fibröz (Cystic fibrosis) bir gende meydana gelen mutasyondan kaynaklanır ve otozomal (eşeye bağlı olmayan) çekinik bir karakter olarak aktarılır. Normal bir çiftin iki çocuğu bulunmaktadır. Birinci çocukta Kistik fibröz vardır ve ikinci çocuk normaldir. İkinci çocuğun bu hastalığa sebep olan mutasyon için taşıyıcı olma ihtimali nedir?

- I) 1/4 * II) 1/2 III) 2/3 IV) Bilinemez V) 1

Cünkü;

- A) Birinci çocuk hasta olduğuna göre ikinci çocuk kesinlikle taşıyıcıdır.
- B) Heterozigot bireyler Kistik fibröz için taşıyıcıdır. Monohibrit çaprazlama oranlarına göre taşıyıcı olma oranı 3:1’dir.
- *C) Monohibrit çaprazlamada genotip oranları 1:2:1 dir.
- D) Anne ve babanın genotipi bilinmelidir.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘II’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘C’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 5’in uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 20: Madde 5’i cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	1 (0.8)	2 (1.6)	3 (2.7)	0 (0.0)	6 (5.0)
II	6 (5.0)	4 (3.3)	57 (47.5)*	1 (0.8)	68 (56.6)
III	1 (0.8)	1 (0.8)	12 (10.0)	0 (0.0)	14 (11.6)
IV	3 (2.7)	3 (2.7)	2 (1.6)	21 (17.4)	29 (24.4)
V	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	0 (0.0)	3 (2.4)
Toplam (n)	12 (10.1)	11 (9.2)	75 (62.5)	22 (18.2)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 20’de öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %47,5’inin maddenin her iki aşamasını (II-C) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (II) için bu değer %56,6, ikinci aşamada (C) ise %62,5 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ilk aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü, çaprazlamayı yapamadıklarını ya da otozomal olarak kalıtlanan bir hastalığın taşıyıcısı olma durumunda genotip olarak nasıl ifade edildiğini bilmediklerini göstermektedir.

Öğretmen adayları, soru kökünde ifade edilen fenotiplere genotip atama basamağından başlayan süreçsel hatalara sahiptir. Katılımcılar yanlış model oluşturma, verilen bilgileri yorumlamadan mekanik olarak klasik fenotip oranlarına benzetme gibi yanlışlıklara düşmektedir.

Doğru model geliştirme becerisinin sağlanabilmesi için çok fazla pratik yapılmalıdır. Belli örnekler üzerinden açıklanan durumlar çoklu bakış açısıyla düşünmeyi önlemektedir. Amaç temel olarak genetik, genel anlamda ise günlük hayat problemlerini çözebilen bireyler yetiştirmek olduğuna göre problemdeki önemli bilgileri ve ipuçlarını yakalayabilen bireylere ihtiyaç vardır. Bu sayede öğretmen adayları hem başarılı bir problem çözücü olacaklar, hem de genetikte öğrendikleri konuları farklı olgulara, durumlara uygulama becerilerini geliştireceklerdir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (IV-D) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, örneklem grubunun %17,4'ü tarafından cevaplanmıştır. Bu cevaba yönelenler, ikinci çocuğun taşıyıcı olma ihtimalinin bilinmemesi durumunu, anne ve babasının genotipinin bilinmemesine bağlamışlardır. Sorudaki veriler anne ve babanın genotipini bulabilme açısından yeterli olmasına rağmen bu durum öğretmen adaylarının verileri anlamlandıramadıklarına işaret etmektedir. Çünkü verilenleri formüle etmek, bu tarz sorularda bilişsel anlamda analiz basamağını kullanabilmeyi gerektirir. Bu durum öğrencilerin verileri analiz etme ve analiz sonuçlarından çıkarımsamalarda bulunma konusunda yetersiz olduklarını göstermektedir.

Ayrıca öğretmen adayları sözel zeka boyutunu kullandığı durumlarda mantıksal zeka boyutunu kullanmayı başaramamaktadır.

Birçok kez öğrenciler tarafından karşılaşılan bu soru çeşitleri öğrencilerde ezbere yönelik olarak mekanik tarzda çözülmektedir. Bu durum öğrencilerin farklı soru tiplerinde aynı becerileri sergileyebilmelerine engel teşkil etmektedir.

4.6.6. Genetik Teşhis Testi Madde 6 Analiz Bulguları

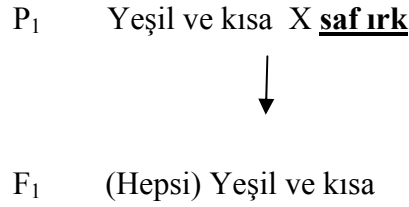
Bu maddede örneklem grubunun genelde 'saf ırk', özelde 'dihibrit çaprazlama, genotip atama, homozigot/heterozigot karakter, baskın/çekinik karakter' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

- Öğrencilerin verilen fenotipe genotip atayabilme,
- Dihibrit çaprazlamayı gerçekleştirebilme,
- Homozigot/ heterozigot ve baskın/çekinik kavramlarını kullanabilme,
- Saf ırk bezelyeler hakkında sonuca ulaşabilme,

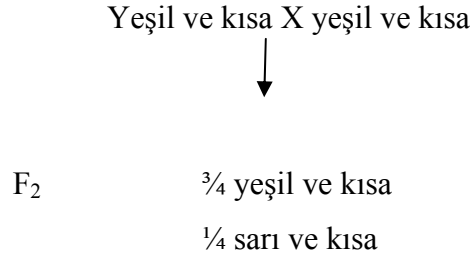
becerilerinin yoklanmaya çalışıldığı 6. Madde birçok kavram alt bilgisini bünyesinde barındırmaktadır.

Madde 6

Mendel yeşil renkte (YY) ve kısa boylu bezelyeler (uu) ile genotipi bilinmeyen saf ırk bezelyeleri çaprazladı. Çaprazlama sonuçları aşağıda verilmiştir.



F₁ 'leri kendi aralarında çaprazladığında aşağıdaki F₂ sonuçlarına ulaşmıştır.



Buna göre **saf ırk** bezelyelerin fenotip ve genotipi hakkında nasıl bir sonuca ulaşılabilir?

* I) Fenotip: sarı ve kısa
Genotip: yyuu

II) Fenotip: yeşil ve kısa
Genotip: YYuu

III) Fenotip: yeşil ve kısa
Genotip: YYUU

IV) Fenotip: sarı ve kısa
Genotip: YYuu

Çünkü:

A) Alleller bakımından heterozigot olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.

B) Alleller bakımından homozigot ve resesif olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.

*C) Alleller bakımından homozigot olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.

D) Alleller bakımından homozigot ve dominant olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap 'I' nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise 'C' şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 6'nın uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 21: Madde 6'yı cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	4 (3.3)	21 (17.5)	60 (50.0)*	1 (0.8)	86 (71.9)
II	2 (1.6)	6 (5.0)	12 (10.0)	2 (1.6)	22 (18.4)
III	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	2 (1.6)	5 (4.0)
IV	1 (0.8)	0 (0.0)	2 (1.6)	4 (3.3)	7 (5.7)
Toplam (n)	8 (6.5)	28 (23.3)	75 (62.4)	9 (7.4)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 21'de öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %50,0'sinin maddenin her iki aşamasını (I-C) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (I) için bu değer %71,9, ikinci aşamada (C) ise %62,4 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ikinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Öğretmen adayları yukarıda sıralanan ilk iki beceriyi davranışa dönüştürebilmekte, ancak son iki aşamada yetersiz kalmaktadır. Çünkü öğrenciler çaprazlamaları, problem çözme süreçlerini gerçekleştirirken belli kalıp sorulara yönelmekte, geçirdikleri evrelerde ne yaptıklarının bilincinde olmamaktadır. Saf ırk kavramını sıklıkla sorularda kullanmalarına rağmen ne anlama geldiğinden habersizdirler. Geçirdikleri süreçler ve işledikleri kavramlarla ilgili herhangi bir farkındalık (metacognition) oluşturmamakta, sadece soruyu doğru çözmeye kanalize olmaktadır.

Bu ve benzeri durumlar öğrencilerin beceri düzeylerinin değerlendirilmesi aşamasında kullanılan çoktan seçmeli gibi ölçme araçlarının süreçsel bilgiyi gerçek boyutta ölçmede yetersiz kaldığının göstergesidir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (I-B) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, örneklem grubunun %17,5'i tarafından cevaplanmıştır. İşaretlenen 'B' nolu gerekçe, öğretmen adaylarının saf ırk konusunda aşağıdaki kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermektedir.

- Saf ırk, alleller bakımından homozigot ve resesif olma durumudur.

Öğretmen adayları homozigot dominant ya da homozigot resesif olma durumu olarak ifade edilen saf ırk kavramını, sadece homozigot resesif şeklinde sınırlandırmış olabilirler. Ya da homozigot/heterozigot, baskın/çekinik karakterleri ile ilgili ciddi boyutta kavram yanılgılarına sahiptirler.

Öğrencilerin karşılaştıkları örneklerde bu kavramın sadece homozigot resesif olarak karşılık bulması öğrencileri başka bir örnekte bunu sorgulama ihtiyacına götürmemiştir. Kalıplaşmış sorularda resesif olan saf ırk kavramının başka sorularda dominant olabilme ihtimalini gözardı etmektedirler.

4.6.7. Genetik Teşhis Testi Madde 7 Analiz Bulguları

Bu maddede öğrenci örneklem grubunun ‘epistasi’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu soru da GTT’nin birçok sorusunda olduğu gibi alt sorulardan oluşmaktadır. Her bir alt soru öğretmen adaylarının bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- İki saf ırkı çaprazlayabilme (ilk çaprazlama),
- İlk çaprazlama sonucu elde edilen heterozigot bireyi kendileştirme işlemine tabi tutma,
- Ortaya çıkan fenotip oranlarını yorumlayabilme,
- Oluşan oranın Mendel’in 9:3:3:1 oranının varyasyonu (epistasi) olduğu sonucuna ulaşabilme,

şeklindedir.

Madde 7

Bir araştırmacı iki *Antirrhinum* hattını çaprazlıyor ve aşağıdaki sonuçları elde ediyor.

Saf hat 1 X Saf hat 2



F₁ hepsi beyaz

F₁ X F₁



F₂: 131 beyaz

29 kırmızı

Bu durum aşağıdaki sonuçlardan hangisi ile açıklanabilir?

- I) Eksik baskınlık durumu
- II) Genlerin bağlı olması durumu
- III) Mendel’in Monohibrit 3:1 oranı
- *IV) Genlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan maskeleye durumu

Çünkü;

- A) Beyaz ve kırmızı renk genleri aynı kromozom üzerinde bulunduğundan bağımsız dağılım söz konusu değildir.
- B) İki ayrı gen değil; bir genin iki farklı alleli söz konusudur.
- C) Beyaz renk geni kırmızı renk genine baskındır.
- * D) Beyaz renk geni kırmızı renk genini baskılamaktadır.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘IV’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘D’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 7’nin uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 22: Madde 7’yi cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	3 (2.7)	4 (3.3)	4 (3.3)	4 (3.3)	15 (12.6)
II	7 (5.8)	6 (5.0)	3 (2.7)	5 (4.2)	21 (17.7)
III	5 (4.2)	3 (2.7)	20 (16.5)	1 (0.8)	29 (23.6)
IV	3 (2.7)	8 (6.7)	3 (2.7)	41 (34.2)*	55 (46.1)
Toplam (n)	18 (15.4)	21 (17.4)	30 (25.1)	51 (42.2)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 22’de öğretmen adayı örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %34,2’sinin maddenin her iki aşamasını (IV-D) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %46,1, ikinci aşamada (D) ise %42,2 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ikinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Çünkü katılımcılar bir genin başka bir geni baskılaması durumunda ortaya çıkan epistasi durumunu, eşbaskınlık ve genlerin bağlı olması gibi başka süreçsel durumlarla karıştırmaktadır. Aynı zamanda bir genin diğerine baskın olma durumu ile diğer genin ifadesini baskılama durumunu birbirinden ayırt edememektedirler.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (III-C) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, örneklem grubunun %16,5'i tarafından cevaplanmıştır. Bu durumu öğretmen adayları Mendel'in 3:1 oranı olarak yorumlayarak epistasi kavramını tümüyle gözardı etmişler ve bilişsel yapılarında sıklıkla kullandıkları Mendel'in klasik oranına benzetmeye çalışmışlardır. Testin birçok sorusunda olduğu gibi öğrenciler kalıplaşmış, mekanik bilgilerini karşılaştıkları birçok örneğe uygulamakta, var olan bilgilerle yetinme, bilgiyi irdelememe yolunu seçmektedirler.

4.6.8. Genetik Teşhis Testi Madde 8 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde 'atasal/rekombinant birey', özelde 'krossing-over, test çaprazı' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu soruya dair her bir alt soru öğretmen adaylarının bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- Test çaprazını gerçekleştirebilme,
- Verilen oranları yorumlayabilme,
- Krossing-over'a uğrayan gametleri tespit edebilme,
- Atasal ve rekombinant bireyleri tespit edebilme,

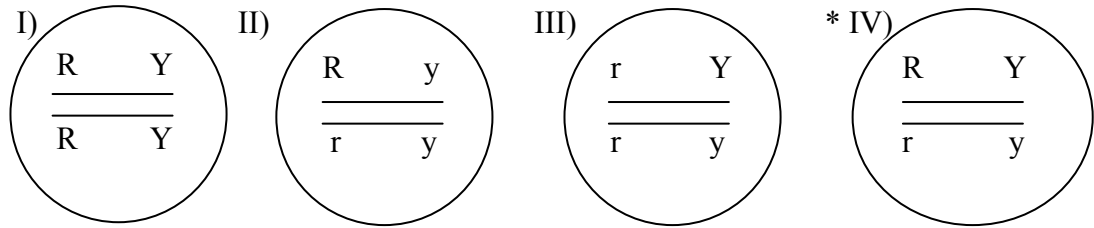
şeklindedir.

Madde 8

Mısırdaki koçanlardaki renkli alevron, baskın olan R allellinden dolayıdır. Çekinik olan r homozigot durumda iken alevron renksizdir. Bitki rengi (koçan değil) Y ve y olan başka iki allel tarafından kontrol edilir. Baskın Y alleli yeşil, çekinik y alleli homozigot durumda sarı renge neden olur. Genotipi ve fenotipi bilinmeyen bir mısır ile her iki özellik açısından homozigot çekinik olan diğer mısırın çaprazlanmasında ortaya çıkan nesil aşağıda verilmiştir.

Renkli yeşil: 88 Renkli sarı:12 Renksiz yeşil: 8 Renksiz sarı: 92

Buna göre, genotipi ve fenotipi bilinmeyen mısırın homolog kromozomlar üzerindeki allel düzenlenmesi hangisi olabilir?



Cünkü:

- A) R - Y ve r - y kross-over ile oluşmuş rekombinant gametlerdir.
- B) R - Y ve r - y linkaj durumunda atasal gametlerdir.
- C) R - y ve r - Y atasal gametlerdir.
- D) R - r ve Y - y arasında tam linkaj vardır. Kross-over görülmez.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap 'IV' nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise 'B' şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 8'in uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 23: Madde 8'i cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	2 (1.6)	2 (1.6)	4 (3.3)	3 (2.7)	11 (9.2)
II	1 (0.8)	4 (3.3)	3 (2.7)	1 (0.8)	9 (7.6)
III	1 (0.8)	2 (1.6)	9 (7.5)	0 (0.0)	12 (9.9)
IV	20 (16.7)	47 (39.1)*	8 (6.7)	13 (10.8)	88 (73.3)
Toplam (n)	24 (19.9)	55 (45.6)	24 (20.2)	17 (14.3)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 23'de öğretmen adayı örnekleme (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %39,1'inin maddenin her iki aşamasını (IV-B) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %73,3, ikinci aşamada (B) ise %45,6 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ikinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Öğrenciler yukarıda sıraladığımız basamaklardan son ikisine ulaşmada zorluklar yaşamaktadır. Çünkü gen haritalamasını gerektiren çözümlerde ezberle yönelmekte, crossing-over'a uğrayan rekombinant gametleri ve uğramayan atasal gametleri birbirinden ayırt edebilme hususunda kavram çatışmaları yaşamaktadırlar.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (IV-A) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, öğrenci örneklem grubunun %16,7'si tarafından cevaplanmıştır. İkinci aşamada cevaplanan 'A' seçeneği 'B' seçeneğinin zıttı olmakla birlikte, yukarıda belirttiğimiz durumları destekler niteliktedir. Öğretmen adaylarının karmaşaya düştüğü kavram yanılgıları 'crossing-over, atasal gamet, rekombinant gamet' şeklinde sıralanabilir. Genetik disiplini içinde önemli olan bu kavramlara dair yanılgılar:

- Atasal bireyler crossing-over ile oluşmuş az sayıdaki bireylerdir,
- Rekombinant bireyler popülasyonda çok oranda ortaya çıkan crossing-over'a uğramamış bireylerdir,

şeklindedir.

4.6.9. Genetik Teşhis Testi Madde 9 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun 'crossing-over' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır. Madde 8'den farklı yönelimlere hizmet eder nitelikte hazırlanan soru ve gerekçesinde *iki gen arasındaki uzaklığın* crossing-over'in meydana gelme ihtimaline dayalı bilgi düzeyi saptanmak istenmiştir.

Bu soruya dair her bir alt soru, öğretmen adaylarının bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- Verilen çaprazlamayı gerçekleştirebilme,
- Ortaya çıkan yavru gametler ile oluşması beklenen gameti karşılaştırabilme,
- Oluşabilme ihtimali ve nedenini sorgulayabilme,
- Bu ihtimalin crossing-over ile ilişkisi hakkında yorum yapabilme,

şeklindedir.

Madde 9

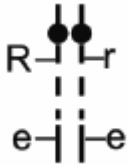
Linkaj durumundaki iki gen bakımından heterozigot olan dişi bir tavşanın allel durumu aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir. Bağlı genlerin pozisyonlarının tam olarak bilinmediği kesikli çizgiler ile ifade edilmiştir.



Bu dişi tavşan aşağıdaki diyagramda gösterilen kromozom çiftine sahip bir erkek tavşan ile çaprazlanır ise;



Aşağıdaki diyagramda gösterilen kromozom çiftine sahip yavru tavşan meydana gelme ihtimali nedir?



- I) Yoktur.
- II) Eğer iki gen aynı kromozom üzerinde değilse büyük bir olasılıkla gerçekleşir.
- III) Eğer iki gen kromozom üzerinde birbirine çok yakınsa, büyük bir olasılıkla gerçekleşir.
- *IV) Eğer iki gen kromozom üzerinde birbirine çok yakın değilse, büyük bir olasılıkla gerçekleşir.

Çünkü:

- A) R ve e allelleri iki ebeveynde de aynı kromozom üstünde değildir.
- B) R ve E genleri iki ebeveynde de aynı kromozom üstünde değildir.
- C) R ve E genleri aynı kromozomda birbirinden ne kadar uzaksa crossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır. Bu durumda yavru tavşan büyük bir olasılıkla oluşur.
- D) R ve E genleri aynı kromozomda birbirinden ne kadar yakınsa crossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır. Bu durumda yavru tavşan büyük bir olasılıkla oluşur.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘IV’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘C’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 9’un uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 24: Madde 9’u cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	4 (3.3)	3 (2.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (6.0)
II	4 (3.3)	9 (7.5)	4 (3.3)	3 (2.7)	20 (16.8)
III	1 (0.8)	1 (0.8)	7 (5.8)	15 (12.5)	24 (19.9)
IV	2 (1.6)	1 (0.8)	63 (52.2)*	3 (2.7)	69 (57.3)
Toplam (n)	11 (8.0)	14 (11.8)	74 (61.4)	21 (17.9)	120 (100)

*doğru cevap ve yüzdesi

Tablo 24’de öğretmen adayları örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %52,2’sinin maddenin her iki aşamasını (IV-C) doğru cevapladığı

görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %57,3, ikinci aşamada (C) ise %61,4 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin birinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Üst düzey düşünme becerilerinin yoklandığı bu soruda öğretmen adaylarının verilen durumu analiz etme ve çıkarımlarda bulunmasına imkan tanınmıştır. Öğretmen adaylarının sorunun ilk aşamasına daha az cevap vermesi olayı içselleştiremediklerini göstermektedir. İki aşamanın birbiriyle bağlantılı olduğu soruda öğretmen adaylarının ilk aşamada ikinci aşamaya göre daha az cevap vermesi iki durumun arasında ilişki kurmadaki başarısızlığından kaynaklanmaktadır. Aynı kromozom üzerinde birbirine bağlı olan genler arasındaki mesafenin crossing-over'in gerçekleşme yüzdesine etkisini bilmemektedirler.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (III-D) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, örneklem grubunun %12,5'i tarafından cevaplanmıştır. Doğru cevabın tam tersi özelliklere sahip olan III no'lu seçenek katılımcıları yanlış yorumlara düşürürken, 'D' no'lu gerekçede ise tespit edilen kavram yanılgısı;

- Aynı kromozom üzerinde genler birbirine ne kadar yakınsa crossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır, şeklindedir.

4.6.10. Genetik Teşhis Testi Madde 10 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde 'gamet çeşidi', özelde ise 'homozigot ve heterozigot' kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu soruya dair her bir alt soru, öğretmen adaylarının bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- Verilen genotiplerden homozigot ve heterozigot karakter sayısını tespit edebilme,
- Genotiplerin içerdiği heterozigot karakter sayısını dikkate alarak gamet çeşidini hesaplayabilme, şeklindedir.

Madde 10

Mendel, bezelyelerle yaptığı çalışmalarda tohumun şekline, rengine ve yapısına dayalı üç karakterin birbirine zıt olan iki özelliği üzerinde durmuştur. Bu özellikler;

düz (W) / buruşuk tohum (w)

sarı (G) / yeşil tohum (y)

düzgün (D) / boğumlu tohum (d)

şeklindedir. Bu özelliklere dayalı aşağıdaki iki farklı (a ve b) çaprazlama gerçekleştirilmiştir.

(a) DdGGWW X DdGGWW

(b) DDGgWw X DDGgWw

Bu iki çaprazlamada oluşabilecek gamet sayısı hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

* I) (a) 4
(b) 16

II) (a) 16
(b) 4

III) (a) 64
(b) 32

IV) (a) 64
(b) 64

Cünkü;

- A) Dominant allel çeşidi arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
 - B) Homozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
 - * C) Heterozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
 - D) Homozigot ve heterozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
-

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap 'I' nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise 'C' şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 10'un uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 25: Madde 10'u cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>				Toplam
	A n (%)	B n (%)	C n (%)	D n (%)	
I	1 (0.8)	0 (0.0)	72 (60.0)*	2 (1.6)	75 (62.4)
II	0 (0.0)	2 (1.6)	5 (4.2)	1 (0.8)	8 (6.6)
III	1 (0.8)	2 (1.6)	14 (11.9)	3 (2.7)	20 (16.9)
IV	2 (1.6)	0 (0.0)	9 (7.5)	6 (5.0)	17 (14.1)
Toplam (n)	4 (3.2)	4 (3.2)	100 (83.6)	12 (10.0)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 25'de öğretmen adayları örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %60,0'ının maddenin her iki aşamasını (I-C) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (I) için bu değer %62,4, ikinci aşamada (C) ise %83,6 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin birinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Öğretmen adayları sözel ifade gerektiren sorunun ikinci aşamasına yüksek oranda doğru yanıt verirken, bu durumu birinci aşamaya uyarlayamamıştır. Heterozigot ve homozigot karakter sayısının ifadesini bilememe, matematiksel hesaplamalarda zorlanma gibi çeşitli nedenlere bağlanabilecek bu sonuç öğretmen adaylarının var olan bilgiyi farklı durumlara uygulayabilme noktasında da zorluklar yaşadığının göstergesidir. Bu olası sebepler öğrencilerin matematiksel bilgi eksikliği nedeni ile genetik problem çözemiyor oluşlarından kaynaklanabilir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi (III-C), örneklem grubunun %11,9'u tarafından cevaplanmıştır. Birinci

aşamada verilen ‘III’ nolu cevap şaşırtıcı sonuçlar taşımaktadır. Öğretmen adayları gamet çeşidini bulma yolunu bilmekte, ancak doğru cevaba ulaşabilme noktasında sıkıntı yaşamaktadır.

Ayrıca, öğretmen adaylarının genetik problemleri çözerken ebeveynlere ait gamet çeşitlerinin tespit edilmesi sırasında olasılıksal düşünmesi gerekmektedir. Ancak gamet çeşitlerini bulmada kullanılan 2^n formülü gibi yöntemlerin mekanik kaldığı görülmektedir.

Gamet çeşidi sayısını bulmak için kullanılan 2^n formülü problem çözücülerin işini kolaylaştıran bir yöntemdir. Formülün temeli bir ebeveyndeki heterozigot karakter sayısının gametlere bağımsız dağılımı sırasında oluşabilecek gamet kombinasyonlarını kısa yoldan bulabilmeyi esas alır. Eğer allellerin gamet oluşumu sırasında nasıl dağılım gösterebileceği, hangi kombinasyonları oluşturabileceği tahmin edilebiliyorsa formül kullanmaya gerek kalmayabilir.

Öğretmen adaylarının kombinasyon, üslü sayılar, permütasyon, olasılık vb. bilgilerinin eksikliği de genetik problem çözemiyor oluşlarını etkileyebilir. Farklı alanlardaki yetersizlikler genetik problemi hem yorumlama, hem de çözme becerilerine yansımaktadır. Bu türden sorunları önlemek için farklı alanlara ilişkin önkoşul bilgilerin gözden geçirilmesi gerekir.

4.6.11. Genetik Teşhis Testi Madde 11 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde ‘karakteristik özelliklerin aktarımı’, özelde ‘DNA’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Madde 11

Aşağıdaki insan hücrelerinden hangileri göz rengini belirleyen geni içerir?

- I) Gözde bulunan hücreler.
- II) Kalpte bulunan hücreler.
- III) Gametler (sperm ve yumurta)
- IV) Gözdeki ve gametlerdeki hücreler.
- *V) Hepsi.

Cünkü:

- A) İnsanın her hücresinde aynı DNA sarmalı vardır. *
 - B) İnsanın her hücresinde farklı DNA sarmalı vardır.
 - C) Göz rengini belirleyen genler sadece eşey hücrelerinde aktiftir.
 - D) Göz rengini belirleyen genler sadece ona özgü hücrelerde aktiftir.
 - E) Göz rengini belirleyen genler eşey hücrelerinde ve sadece ona özgü otozomal (eşeye bağlı olmayan) hücrelerde aktiftir.
-

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘V’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘A’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 11’in uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 26: Madde 11'i cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Seçenek</i>	<i>Çünkü</i>					Toplam
	A	B	C	D	E	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
I	3 (2.7)	0 (0.0)	1 (0.8)	3 (2.7)	2 (1.6)	9 (7.8)
II	0 (0.0)	4 (3.3)	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.8)	6 (4.9)
III	1 (0.8)	3 (2.7)	20 (16.7)	0 (0.0)	3 (2.7)	27 (22.9)
IV	1 (0.8)	2 (1.6)	1 (0.8)	3 (2.7)	13 (10.8)	20 (16.7)
V	50 (41.5)*	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (0.8)	6 (5.0)	58 (47.7)
Toplam (n)	55 (45.8)	10 (8.4)	23 (19.9)	7 (6.2)	25 (20.9)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 26'da öğretmen adayları örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %41,5'inin maddenin her iki aşamasını (V-A) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (V) için bu değer %47,7, ikinci aşamada (A) ise %45,8 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin her iki aşamasında değerlerin birbirine çok yakın olmasının yanında örneklem grubunun ikinci aşamada daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir. Bu durum, 'İnsanın her hücresinde aynı DNA sarmalı vardır' kavramının birtakım yanılgılara yol açtığını göstermektedir.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi (III-C), örneklem grubunun %16,7'si tarafından cevaplanmıştır. Öğretmen adayları bir karakteri belirleyen genlerin sadece eşey hücrelerinde aktif olduğunu düşünmektedir. Kalıplaşmış bilgiler öğretmen adaylarını sorularda da kalıplaşmış yanılgılara sürüklemektedir.

4.6.12. Genetik Teşhis Testi Madde 12 Analiz Bulguları

Bu maddede örneklem grubunun genelde ‘fenotip/genotip çeşidi’, özelde ‘homozigot/heterozigot karakter ve baskın/çekinik karakter’ kavram bilgisi ölçülmeye çalışılmıştır.

Bu soruya dair her bir alt soru, öğretmen adaylarının bir dizi işlemi basamak basamak yapmalarını istemektedir. Bu basamaklar;

- Dihibrit çaprazlamayı gerçekleştirebilme,
- Ortaya çıkan dihibrit oranlarını yorumlayabilme,
- Fenotip çeşidini tespit edebilme,
- Genotip çeşidini tespit edebilme,
- Fenotip ve genotip çeşidi arasındaki ilişkiyi tespit edebilme,

şeklindedir.

Madde 12

RrSs ♀ x ♂ RrSs

Yukarıdaki çaprazlamada karakterler bağımsız olduğuna göre oğul dölde oluşacak genotip çeşidi ile fenotip çeşidi arasındaki ilişkiyle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- I) Genotip çeşidi fenotip çeşidinin iki katıdır.
- II) Her iki karakter bakımından bireylerin ¼ kadarı heterozigottur.
- III) En az oluşan genotip çeşidi RrSs’dir.
- *IV) En fazla oluşan fenotipin RS olması beklenir.

Çünkü;

- A) Her biri 1/16 oranında olmak üzere RRSS, RRss, rrSS ve rrss genotipleri oluşur.
- *B) Dominant fenotipler en fazla oranda, resesif fenotipler ise en az oranda oluşur.
- C) Allelleri bakımından heterozigot olan genotip en az çeşitte oluşur.
- D) 8 çeşit genotip ve 4 çeşit fenotip oluşur.
- E) Genotip çeşidi 1:2:2:4:1:2:1:2:1, fenotip çeşidi ise 9:3:3:1 şeklindedir.

Sorunun birinci aşamasında doğru cevap ‘IV’ nolu seçenek iken, ikinci aşamasında ise ‘B’ şıkkıdır.

Aşağıdaki tabloda madde 12’nin uygulandığı örneklem grubunda sorunun ilk ve ikinci aşamasında yer alan seçenekleri cevaplayan öğretmen adayı sayısı gösterilmektedir.

Tablo 27: Madde 12’yi cevaplayan öğretmen adayı sayısı

<i>Çünkü</i>						
	A	B	C	D	E	
<i>Seçenek</i>	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	Toplam
I	2 (3.2)	1 (0.8)	1 (0.8)	3 (2.7)	2 (1.6)	9 (7.5)
II	3 (2.7)	3 (2.7)	5 (4.2)	2 (1.6)	2 (1.6)	15 (12.8)
III	1 (0.8)	4 (3.3)	1 (0.8)	1 (0.8)	4 (3.3)	11 (9.0)
IV	6 (5.0)	58 (48.3)*	2 (1.6)	2 (1.6)	17 (14.2)	85 (70.7)
Toplam (n)	12 (10.0)	66 (55.2)	9 (7.4)	8 (6.7)	25 (20.7)	120 (100)

*doğru cevap ve gerekçesi

Tablo 27’de öğretmen adayları örneklemine (N=120) bakıldığında, örneklem grubunun %48,3’ünün maddenin her iki aşamasını (IV-B) doğru cevapladığı görülmektedir. Sadece ilk aşama (IV) için bu değer %70,7, ikinci aşamada (B) ise %55,2 olarak bulunmuştur.

Bu durum maddenin ikinci aşamasında örneklem grubunun daha çok yanılgıya düştüğünü göstermektedir Öğretmen adayları en fazla oluşan fenotipin RS olduğunu ifade ederken, bunun nedenini açıklayamamışlar ve dolayısıyla sorgulama durumunda zorluk çekmişlerdir. Bir populasyonda en fazla oluşan fenotipin dominant olma ihtimalini bilmemekte ya da soru köküne uygulayamamaktadırlar.

Tabloya bakıldığında en güçlü çeldirici (IV-E) olarak ifade edebileceğimiz seçenek ve gerekçesi, öğrenci örneklem grubunun %14,2'si tarafından cevaplanmıştır. Öğretmen adaylarının ikinci aşamada yanıtladıkları 'E' no'lu seçenek fenotip ve genotip oranını açıklamaktadır. Bu durum fenotip/genotip çeşidi ve fenotip/genotip oranı kavramlarının birbiriyle karıştırıldığını ve birbirinin yerine kullanıldığını göstermektedir.

Genetik kavramlarının belli kalıplar şeklinde ayrı ayrı verilmemesi, farklı problemler üzerinde yorumlanmayıp, kavramlar arası ilişkilerin kurulamaması bu türden sonuçları ortaya çıkarmaktadır.

V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde önceki bölümde açıklanan bulgulara dayalı olarak ulaşılan sonuçlara, sonuçlar ile ilgili tartışmalara ve önerilere yer verilmiştir.

5.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Son haliyle 12 maddeden oluşan GTT 120 katılımcıya uygulanmıştır. Geçerlik çalışması uzman görüşleri alınarak, belirtke tablosu hazırlanarak ve öğrencilerin lisans genetik dersi geçme notları ile GTT skorları karşılaştırılarak sağlanmıştır. Yapılan test istatistikleri sonucu testin ortalaması 5,54 ve güvenirlik indeksi (Cronbach alpha) 0,73 olarak bulunmuştur. Bir ölçme aracının (testin) güvenilir olarak kabul edilebilmesi için güvenirlik katsayısının 0,70'den büyük olması şartına göre, GTT için bulunan katsayı, ideal değerdedir.

GTT üzerinde yapılan madde istatistikleri sonucu, ortalama güçlük indeksi değeri 0,46 olarak bulunurken, herbir madde bazında bu değer 0,33 ile 0,60 arasındadır. Katılımcılar içinde üst grup ve alt grup öğrencileri birbirinden ayırt etmeyi sağlayan ayırtedicilik indeksi ise 0,31 ile 0,72 değer aralığında hesaplanmıştır.

Ayrıca öğretmen adaylarının kavramsal düzeyini saptamaya hizmet eder nitelikte hazırlanan GTT için, araştırma metodolojisine genel bakışta belirlenen araştırma alt problemlerine cevap verecek sorular ve sonuçları aşağıda belirtilmiştir:

1. Öğretmen adaylarının sahip olduğu temel kavram yanlışları nelerdir?

Kavramların bilişsel alanın bilgi ve kavrama düzeyinde ifade edilmesi, bu kavramların öğrenildiğine dair kesin bir kanıt olamaz. Bir kavram farklı durumlara uyarlanabildiği, farklı örneklerde yapılandırıldığı ölçüde öğrenilmiştir. Kavramsal ekolojisi gelişmiş olan bireyler için kavramın farklı durumlarda tek ve tartışmasız bir anlamı vardır. Durumdan duruma değişmez, ama üst düzeye ulaştıkça yapılandırılır ve şekillendirilir.

Bu araştırmada bulgular bölümünde elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, öğretmen adayları için bilişsel yapılarında var olan kavramın farklı anlamları ve işlevleri bulunmaktadır. Bu durum bu kavramın her örnekte farklı yorumlanabilmesinin yanında, üst düzeyde bilişsel beceri gerektiren durumlarda değişime uğraması şeklindedir. Öğretmen adayları sözel ifade becerisine dayalı sorularda fazla sıkıntı yaşamazken, bu kavramların görselleştirilmesi, problem süreçlerine yansıtılması, yapılandırılması durumlarında zorlanmışlardır. Kavramsal ekolojileri kavramlar arası tezatlıklar taşıyan çeşitli yanlışlar ve yetersizlikler taşımaktadır.

Araştırmanın, bu durumu araştıran ilk alt problemi için elde edilen sonuçlar yani öğretmen adaylarındaki kavram yanlışları ile bu kavram yanlışlarının varlığını gösteren maddeler ve seçenekleri tablo 28’de özetlenmiştir.

Tablo 28: Öğretmen Adaylarında Gözlenen Kavram Yanlışları

Kavram Yanlışları	Seçenek ve gerekçesi
<i>Allel bilgisi ve konumu (madde 1)</i>	
- Alleller kardeş kromatidlerin sadece biri üzerinde bulunurlar.	I-A
- Alleller farklı karakterlere etki eden gen çeşitleridir.	III-C
- Alleller kromozomların kardeş kromatidleri üzerinde bulunurlar.	III-B / II-B
- Alleller homolog kromozomların kardeş olmayan kromatidleri üzerinde bulunurlar.	V-B
- Alleller kardeş kromatidlerin karşılıklı lokuslarında bulunurlar.	II-D
<i>Genotip oranı (madde 3)</i>	
- Genotip oranı allellerin gametlere dağılma ihtimalinin toplamına eşittir.	III-A
- Genotip oranı, bir gametin allellerinin ortaya koyduğu genetik ifade çeşitleridir.	III-C

Fenotip oranı (madde 4)

- Fenotip oranı fenotipi oluşturacak olan allellerin gametlere dağılma ihtimalidir. IV-A
- Fenotip oranı, bir gametin allellerinin ortaya koyduğu fiziksel ifade çeşitleridir. IV-C

Saf ırk (madde 6)

- Saf ırk, alleller bakımından heterozigot olma durumudur. I-A
- Saf ırk, alleller bakımından homozigot ve resesif olma durumudur. I-B
- Saf ırk, alleller bakımından homozigot ve dominant olma durumudur. I-D

Atasal ve rekombinant birey (madde 8)

- Atasal bireyler krossing-over ile oluşmuş az sayıdaki bireylerdir. IV-C
- Rekombinant bireyler popülasyonda çok oranda ortaya çıkan krossing-over'a uğramamış bireylerdir. IV-A

Krossing over (madde 9)

- Aynı kromozom üzerinde genler birbirine ne kadar yakınsa krossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır. IV-D

Gamet çeşidi (madde 10)

- Dominant allel çeşidi arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi artar. II-A
- Homozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi artar. II-B

DNA (madde 13)

- İnsanın her hücresinde farklı DNA sarmalı vardır. V-B
-

Araştırmanın literatür kısmında da bahsedildiği gibi genetiğin temel konuları olarak adlandırabileceğimiz DNA, gen, kromozom, mayoz ve mitoz bölünme gibi kavramlarda gözlenen yanlışlar, araştırmaları destekler niteliktedir.

2. Öğretmen adaylarının sahip olduğu temel kavramlara ve problem çözümlerine yansıyan süreçsel zorluklar ve hatalar nelerdir?

Araştırmanın bulgular kısmında elde edilen verilere dayanılarak, öğretmen adaylarının bilişsel yapılarında kavram yanlışlarına ve problemleri çözebilme becerilerine yansıyan süreçsel zorluklar çeşitlilik göstermektedir. Bu durum bireyleri çok yönlü düşünebilme becerisinden uzaklaştırarak mekanikleşmeye neden olduğundan önemli boyutta zorluklara yol açmıştır. Bu zorluklar aşağıda özetlenmiştir.

- Sözel ifadeleri görselleştirmede yaşanan zorluklar

Öğretmen adayları madde 1, madde 8 ve madde 9’da görüldüğü üzere, sözel olarak doğru ifade edebildikleri kavramları görselleştirme boyutunda zorluklara düşmüşlerdir. Bu durum mekanik bilgi ediniminin farklı durumlara yansıtılamamasının (reflective) en önemli göstergesidir.

- Matematiksel ifade eksikliği

Öğretmen adayları madde 10 ve madde 12’de görüldüğü üzere, kavramsal boyutta doğru olarak ifade edebildikleri durumları bazı matematiksel becerideki (olasılık, permütasyon, kombinasyon, olasılık, oran-orantı) eksiklerinden dolayı başarmada zorluklara düşmüşlerdir. Bu durum bireylerde disiplinlerarası öğrenme durumunun oluşmamasının ve bilgi eksikliğinden dolayı önkoşul öğrenmelerin süreçlere yansıtılamadığının en önemli göstergesidir.

- **Sözel ifade eksikliği**

Öğretmen adayları birçok maddede, sorunun kökünü anlamada zorluklar yaşamışlardır. Problemlerin çözümü için en önemli basamak olan problemi anlama basamağında, problemin amacını ve söz konusu amaca ulaşmak için gereken araçları fark etme, okuduğunu anlama ya da anladığını doğru kavramsallaştırma boyutunda önemli süreçsel eksikliklere sahiptirler. Bu durum bireylerde disiplinlerarası öğrenme durumunun oluşmadığının ve önkoşul öğrenmelerin süreçlere yansıtılamamasının bir diğer göstergesidir.

- **Çaprazlama yapabilmede yaşanan zorluklar**

Çaprazlama yapabilme becerisi gerektiren birçok maddede görüldüğü üzere, öğretmen adayları mekanik olarak, işlem yapmadan, önceki deneyimlerinden hareketle ortaya çıkacak oranlara dair çeşitli kestirimlerde bulunmuşlardır. Bunlar;

- a) Punnet karesi kullanmadan ve çaprazlama yapmadan, ortaya çıkabilecek yavru bireylerin genetik oranlarını tahmin ederek yazmaya çalışma,
 - b) Mendel'in bulduğu fenotip ve genotip oranlarını işlem yapmadan mekanik olarak kullanma,
 - c) Fenotip ve genotip ile ilgili kavram yanlışları,
 - d) Fenotip oranı ve fenotip çeşidi ya da genotip oranı ve genotip çeşidi ile ilgili kavram yanlışları,
- şeklindedir.

- **Model geliştirmede yaşanan zorluklar**

Model geliştirme becerisi gerektiren birçok maddede görüldüğü üzere, öğretmen adayları verilen genotip oranları ya da fenotipik durumlara dayalı olasılıkları kullanarak model geliştirebilme boyutunda süreçsel zorluklara sahiptirler. Bu zorluklar;

- a) Soru kökünde verilen fenotipik durumları ve genetik oranları, dolayısıyla olasılıkları yorumlayamama,
- b) Olasılıksal ve orantısal düşünememe,

- c) Verilen fenotiplere genotip atayamama,
- d) Verilen genotip oranlarını fenotip özellikler açısından ifade edememe,
- e) Mekanik yoldan pratiklik kazandıkları neden-sonuç problemlerinde uyguladıkları çözüm yollarını ve geliştirilen modelleri, sonuç-neden problemlerine uyarlayamama,

şeklindedir.

- **Gen –kromozom-allel ilişkisi**

Öğretmen adayları allelleri doğru ifade edebilme, kromozom üzerindeki konumunu kestirebilme, genlerin kromozom üzerindeki dizilimlerini belirleme durumlarında süreçsel zorluklara sahiptirler. Bu zorluklar,

- a) Allellerin ne olduğunu ve homolog kromozom üzerinde nasıl konumlandığını anlayamamış olma,
- b) Bağlı gen kavramını anlayamamış olma,
- c) Genlerin bağlı olması ile bağımsız olması arasındaki farkı bilememe,
- d) Genetik haritalama bilgi eksikliği,
- e) Krossing-over olayını özümseyememiş olma,
- f) Krossing-over'ın bağlı genlerin gametlere dağılımındaki etkisini kestirememe,

şeklindedir.

- **Hipotez geliştirememe, oranları ve olasılıkları yanlış yorumlama**

Öğretmen adayları birçok soruda verilenleri ve sonuçları değerlendirmede süreçsel zorluklar yaşamışlardır. Sunulan bilgiler üzerinde tümevarım ve tümdengelim düşünme yollarını kullanarak hipotez geliştirme, olasılıksal düşünme ile hipotezleri test etme durumunda sorunlarla karşılaşmışlardır. Epistasi, eksik baskınlık ve bağlı genlere ilişkin sorularda verilen oranları mekanik açıdan yorumlayıp genellemelere ulaşma yolunu seçerek, Mendel'in klasik oranlarında sapmalara neden olan birçok olayı birbiri yerine kullanmışlardır.

Bilgi farklı durumlara uygulanabildiği ölçüde öğrenilmiştir. Yukarıda değinilen birçok yanlış ve yanlışlıklara dayanak oluşturan süreçsel zorluklar, farklı durumlara,

örneklere, verilere uygulanma hususunda başarıyla sonuçlanamamıştır. Böyle bir durumda öğrenmenin tam anlamıyla gerçekleştiğini söylemek yanlış olacaktır.

5.2. ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen sonuçlara ve tartışmalara istinaden öğretmen yetiştirme konusunda eğitimcilere yapılabilecek öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- 1) Bir disiplin olarak genetik, bünyesinde barındırdığı kavramlar itibariyle karmaşık bir altyapıya sahiptir. Öğrenilmesi zor olan bu kavramlar, öğretmen adaylarının öncesinde getirdiği geçmiş bilgilerde görülen yanlışlıklarla içinden çıkılmaz bir hal almaktadır. Liseden belli bir kavram ekolojisine sahip olarak gelen bireyler, bilimsel doğruluğu olan genetik kavramlarıyla karşılaştıklarında bir çatışma durumu yaşamaktadırlar. Bu nedenle eğitim bilimciler, öncelikle öğretmen yetiştirme programına çeşitli kavram yanlışlarıyla gelen bireylerin bilişsel yapılarını bu yanlışlardan arındırma işlemi ile başlamalıdır.
- 2) Somuttan soyuta edinilen kavramların ve süreçlerin daha özümseyici olduğu yadsınamaz. Genetik alanı, yapısı itibariyle birçok kavram ve süreç boyutunda soyut kalmaktadır. Bu nedenle, eğitim bilimciler öğretmen adaylarına genetiği özümsetme amacı gütmelidir. Mümkün olduğunca somut yaşantılara daha çok yer verirken, soyut kavramları da somutlaştırma yoluna gitmelidirler.
- 3) Zeka alanları birbiriyle bağlantılı olarak karmaşık yapıda ve bir arada çalışmaktadır. Yeni yaklaşımlar zekanın tek boyutuna bağlı değil, birçok boyutunun kullanılmasına önem vermişlerdir. Öğretmen adayları öğrenme ortamlarında sözel olarak ifade ettiği birçok kavramı, görselleştirme boyutunda sıkıntı yaşamaktadırlar. Bu durum sözel zekası gelişmiş bireylerin, uzamsal zeka boyutunu kullanma hususunda zorluk yaşadığının en önemli kanıtıdır. Bu nedenle, bireyleri tek bir zeka alanına yöneltmek, onların bilgiyi

farklı duruma kullanma becerisini kısıtlamaktan öteye gitmez. Eğitim bilimciler eğitim ortamlarını ve etkinliklerini söz konusu öğretmen adaylarının çoklu zeka boyutunu geliştirmelerine imkan sağlayacak şekilde düzenlemelidirler.

- 4) Çok boyutlu düşünebilmeyi sağlayan etkinlikler düzenlenmelidir. Bu bağlamda genetik disiplinine ilişkin yazılı ve sözlü kaynakların yanında bilginin farklı boyutlardan yeniden yapılandırılmasına dayanan bilişim teknolojileri kullanılarak farklı ortamlar oluşturulmalıdır. Böylece daha etkin ve anlamlı öğrenme gerçekleşebilir.
- 5) Bireylerin okuduğunu verileştirebilme ya da verileri sözel olarak yorumlayabilme düzeyinde model geliştirme becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu türden becerileri arttırmanın en önemli yolu ise mekanik bilgi edinimini ortadan kaldıracak şekilde sonuç-neden problemlerine ağırlık verilmesidir. Çünkü nedenden-sonuca giden problemler belli kalıplardaki çözüm yolları sayesinde kavram ve süreçler yapılandırılmamış olsa bile çözülebilmektedir. Bu durum istenen bir durum değildir. Eğer amaç konu alanı bilgisi yeterli öğretmen adayı yetiştirmekse, bilgiyi ezberlemeden çok özümseyen ve edindiği bilgiyi farklı durumlara uygulayabilen bireylere ihtiyaç durumu söz konusudur.
- 6) Öğrenme ortamlarında edinilen bilgi, günlük yaşama uygulanabildiği ölçüde işlevseldir. Çünkü temelde genetik, genel anlamda ise günlük hayat problemlerini çözebilen bireyler yetiştirmek esastır. Bu nedenle eğitim bilimciler öğretmen adayları için, olaylara yansıtıcı, eleştirel, sorgulayıcı düşünme becerilerini kullanarak bakabilen etkinliklere, modellere ve öğrenme durumlarına yer vermelidirler.
- 7) Genetikte kavramsal bilgiler ve problem çözme süreçleri belli kalıplara dayalı olarak temel örnekler üzerinde tartışılmamalıdır. Aksine öğretmen adaylarının üst düzey bilişsel becerilerini (analiz-sentez-değerlendirme)

geliştirecek türde kolaydan zora giden farklı beceri ve bilgi gerektiren problemlere yoğunlaştırılmalıdır.

- 8) Öğretmen adaylarının genetik problemleri çözmemesinin altında farklı disiplinlere ilişkin nedenler çeşitlidir. Bunlar okuduğunu anlama gibi sözel beceri; permütasyon, oran, orantı, kombinasyon gibi matematiksel beceri gerektiren durumlarla ilgilidir. Lise yıllarından bu yana bireylerde görülen farklı disiplinlerle ilgili bilgileri ilişkilendirememesi durumu üniversite eğitiminde de etkisini hissedilir derecede göstermektedir. Bu nedenle eğitim bilimciler başta lise ve sonrasında üniversite döneminde olmak üzere disiplinlerarası çalışmalara yer vermeli, eksikleri giderme yoluna gitmelidir.
- 9) Unutulmamalıdır ki, toplumları bir üst uygarlık seviyesine çıkarabilmek, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın gerçekleşmesini sağlamak, tarihimizi geleceği planlamanın işlevsel bir amacı olarak değerlendirebilmek, kuşkusuz yaratıcı, sorgulayıcı, bilimsel, eleştirel ve analitik düşünen bireyleri topluma kazandırmakla mümkündür. Bu nedenle eğitimciler bilişsel, duyuşsal ve devinişsel düşünme becerileri gelişmiş, bununla da kalmayıp bu becerileri üst düzeyde kullanabilen bireylerin yetiştirilmesi için, bu becerileri diğerlerine aktarmada işlevsel öneme sahip öğretmen adaylarının en iyi şekilde yetiştirilmesine öncelik vermelidir.

KAYNAKÇA

- Abell, S.K., & Lederman, N.G. (2007). Preface. S.K. Abell, N.C. Lederman. *Handbook of research on science education*. London: Mahwah, New Jersey.
- Anderson, C.W. (2007). Perspectives on science learning. S.K. Abell, N.C. Lederman. *Handbook of research on science education*. London: Mahwah, New Jersey.
- Anderson, D.L., Fisher, K.M., & Norman, G.J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of research in science teaching*, 39(10), 952-978.
- Atılboz, G.N. (2004). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 147–157.
- Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S., ve Çalık, M. (2001). Gazlar Konusu İle İlgili BDÖ Yazılımlarının Yeterliliklerinin Araştırılması. Yeni Bin Yılın Başında Türkiye’de Fen Eğitimi Sempozyumu (s.221-228). İstanbul.
- Bahar, M., Johnstone, A.H., & Hansell, M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, (33), 84–86.
- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(1), 313-351.
- Başaran, N. (1996). *Tıbbi Genetik Ders Kitabı*. (6.baskı).
- Baydar, H. (2002). *Genetik*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları.
- Baykul, Y. (1999). *İstatistik metodlar ve uygulamalar*. Ankara: Anı.

- Bernhisel, S. M. (1999). *Measuring preservice and inservice biology teachers' understanding of selected biological concepts*. Unpublished Dissertation, Utah State University, Logan, Utah.
- Briggs, D.C., Alonzo, A.C., Schwab, C., & Wilson, M. (2006). Diagnostic assessment with ordered multiple-choice items. *Educational Assessment*, 11(1), 33-63.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (1.baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (7. Baskı). Ankara: Pegem A
- Bybee, R.W., & Ben-Zvi, N. (2003). Science curriculum: Transforming goals to practise. In B. J. Fraser & K. Tobin (eds). *International Handbook of Science Education*, 487-498, Great Britain.
- Cansaran, A. (2004). Biyoloji Öğretmenliği Öğrencilerinin Biyoloji Öğretmenliği Programı Hakkında Düşünceleri. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1- 21.
- Çeliköz, N. (1998). Kavram Öğrenme ve Öğretme İlkeleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 69-76.
- Cerrah, L., Özsevgeç, T. ve Ayas, A. (2005). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Lise II Öğretim Programı Konusundaki Bilgi Düzeyleri: Trabzon Örnekleme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(9), 15–25.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, Prior Knowledge, Interest and Experience in Electricity and Conceptual Change Text Manipulations in Learning About Direct Current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Chen, C.C., Lin, H.S., & Lin, M.L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding-the formation of

images by a plane mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106-121.

DeBoer G.E. (1991). *A history of ideas in science education*. Teachers college press, New York.

Demirci, B. (1993). Çağdaş fen bilimleri eğitimi ve eğitimcileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (9), 155- 160.

Doğru, M., ve Aydoğdu, M. (2003). Fen bilgisi öğretiminde kullanılan yöntemlerde karşılaşılan sorunlar ile ilgili öğrenci görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 150 – 158.

Deviren, A. (2002). *Genel Genetik*. İstanbul: Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları (5. baskı).

Duit, R., & Treagust, D.F. (1998). Learning in science: From behaviourism towards social constructivism and beyond. B.J. Fraser, K.G. Tobin (eds). *International handbook of science education*, 3-25. Kluwer Academic Publisher, Great Britain.

Ekici, G. (2001). Biyoloji öğretmenlerinin öğretim yöntemleri konusundaki teorik bilgi yeterliklerinin incelenmesi. *Çağdaş Eğitim*, 26(274), 40- 76.

Elrod, S. (2008). Genetics concept inventory. <http://bioliteracy.net/Readings/papersSubmittedPDF/Elrod>. Web adresinden 2 Ekim 2009 tarihinde edinilmiştir.

Erdem, E. (2008). Genel kimya dersinde öğrencilerin kavram haritalama ve problem çözme inancının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2008), 111-122.

Finley, F. N., Stewart, J., & Yaroch, W. L. (1982). Teacher's perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531-538.

- Griffard, P. B. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose?. *International Journal Science Education*, 23(10), 1039-1052.
- Guo, J. C. (2007). Issues in science learning: An international perspective. S.K. Abell, N.C. Lederman. *Handbook of research on science education*. London: Mahwah, New Jersey.
- Hartwell, L.H., Hood, L., Şimşek, H., Goldberg, M.L., Reynolds, A.E., Silver, L.M., & Veres, R.C. (2004). *Genetics From Gens to Genomes*, (2. baskı). USA: Mc Grow Hill Publishers.
- Hewson, P.W., Beeth, M.E., & Theorley, N.R. (1998). Teaching for conceptual change. B.J. Fraser, K.G. Tobin (eds). *Internetal handbook of science education*, 199-218, Great Britain.
- Hewson, P.W., & Hewson M.G.A'B. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning. *Science education*, 72(5), 597-614.
- Işık, S., ve Soran, H. (2000). Türkiye’de biyoloji öğretmeni yetiştiren kurumların programlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(18), 219–228.
- İrez, S., & Turgut, H. (2008). Fen Eğitimi bağlamında bilimin doğası. Ö. Taşkın (Eds.), *Fen ve teknoloji öğretiminde yeni yaklaşımlar* (s.233-260). Ankara: PegemA.
- Jang, N. H. (2003). *Developing and validating a chemical bonding instrument for korean high school students*. Unpublished Dissertation, The Faculty Graduate School University, Missouri, Columbia.
- Johnson, S.K., & Stewart, J. (2002). Revising and assessing explanatory models in a high school genetics class: A comparison of unsuccessful and successful performance. *Science Education*, 86(4), 462-480.

- Jong, O.D., Korthagen, F., & Wubbels, T. (1998). Research on science teacher education in Europe: Teacher thinking and conceptual change. B.J. Fraser, K.G. Tobin (Eds). *International handbook of science education*. Great Britain: Kluwer Academic Publishers
- Karataş, F. Ö., Köse, S., ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kindfield, A. C. H. (1991a, April). *Constructing Understanding of a Basic Biological Process: Meiosis as an Example*. Paper Presented at the Paper Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, WI.
- Kindfield, A. C. H. (1991b, April). *Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Fontana, WI.
- Kızıroğlu, İ. (1988). Günümüzde biyoloji dersi ve amaçları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (3), 243- 250.
- Klymkowsky, M.W., Taylor, L.B., Spindler, S.B., & Doxas, R.K. (2006). Two dimensionoanal implicit confidence tests as a tool for recognizing student misconceptions. *Journal of College Science Teaching*, 44-48
- Klug, W. S., ve Cummings, M. R. (2003). *Genetik Kavramlar* (C. Öner, Çev. 6 ed.). Ankara: Palme yayıncılık.
- Kumbıçak, Ü., Atılboz, G., ve Salman, S. (2006). İlköğretim okullarındaki fen bilgisi dersinde yer alan biyoloji konularının öğretiminde karşılaşılan sorunlar (Yozgat örneği). *Milli Eğitim Dergisi*, (172), 211–223.
- Kuru, M., ve Gözükar, E. (2001). *Genetik*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. S.K. Abell, N.C. Lederman. *Handbook of research on science education*. London.

- Longden, B. (1982). Genetics are There Inherent Learning Difficulties? *Journal of Biological Education*, 16(2), 135–140.
- Mader, S.S.(1996). *Biology* (5. baskı). USA: McGraw Hill Company Publishers
- Mutlu, M., ve Özel, M. (2008). Sınıf öğretmen adaylarının çiçekli bitkilerin büyüme ve gelişimi konuları ile ilgili anlama düzeyleri ve kavram yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*. 16(1), 107-124.
- Novak, J.D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Odom, A.L., & Barrow, L.H. (1993). Freshman biology majors misconceptions about diffusion and osmosis. (ERIC Document Reproduction Service No. ED362399).
- Odom, A.L., & Barrow, L.H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 45-61.
- Orcajo, T.I., ve Aznar, M.M. (2005). Solving Problems in Genetics II: Conceptual Restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12,7), 1495-1519.
- Özçelik, D.A. (1998). Ölçme ve Değerlendirme. ÖSYM Yayınları. Ankara: Yükseköğretim Kurulu.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Robinson, C.W., Lewis, J., & Leach, J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35(1), (29-36).

- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Students conceptions and conceptual learning in science. S.K. Abell, N.C. Lederman. *Handbook of research on science education. London.*
- Smith, E.L., Blakeslee, T.D., & Anderson, C.W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Smith, M.K., Wood, W.B., & Knight, J.K. (2008). The genetics concept assessment: A new concept inventory for gauging student understanding of genetics. *Life Sciences Education*, 7, 277-282.
- Soysal, M. İ., (1992). *Genetik Soyaçekim Bilgisi Ders Notları*. Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Steawart, J., & Dale, M. (1989). High school students understanding of chromosome/ gene behavior during meiosis. *Science Education*, 73(4), 501–521
- Steawart, J., & Hafner, R. (1994). Research on problem solving: Genetics. In Gabel. D.L. (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 284-300). New York: Macmillan.
- Steawart, J., Hafner, R. & Dale, M. (1990). Student's alternate views of meiosis. *American Biology Teacher*, 52(4), 228-232.
- 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* (s.28–33). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Tatar, N., ve Cansüğü Koray, Ö. (2005). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin ‘Genetik’ ünitesi hakkındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13 (2), 415–426
- Tatman, M. (2008). *Biyoloji öğretmen adaylarının genetik kavramları anlayışları ve problem çözme becerileri üzerine nitel bir araştırma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Tekin, V. N. (2006). *İstatistiğe giriş* (1.baskı). Ankara: Seçkin
- Tekkaya, C., ve Balcı, B. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 101–107.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 140–147.
- Temelli, A. (2006). Lise öğrencilerinin genetikle ilgili konulardaki kavram yanlışlarının saptanması. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 73- 82.
- Terry, C., Jones, G., & Hurford, W. (1985). Children's conceptual understanding of forces and equilibrium. *Physics Education*, 20, 162-165.
- Thomson, N., & Stewart J. (2003). Genetics in inquiry: Strategies and knowledge geneticists use in solving transmission genetics problems. *Science Education*, 87(1), (160-180).
- Tsai, C.C., & Chou C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 157-165.
- Tsui, C.Y., & Treagust, D.F. (2004). Conceptual change in learning genetics: an ontological perspective. *Research in Science and Technological Education*, 22(2), 186-202.
- Treagust, D.F. (2006). Diagnostic assessment in science as a means to *Improving teaching, learning and retention*. *UniServe Science Assessment Symposium Proceedings* (s.1-9). Australia: Curtin University of Technology.
- Treagust, D.F., & Haslam, F. (1986). Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument. *59th Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*.

- Tsui, C.Y., & Treagust, D.F (2007). Understanding genetics: Analysis of secondary students' conceptual status. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 205–235.
- Turgut, M.F. (1995). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları*. Ankara: Yargıcı
- Wang, T., & Andre, T. (1991). Conceptual Change Text versus Traditional Text and Application Questions versus No Questions in Learning about Electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16(2), 103-116.
- Waters, S., & Adams S. (2006). The relationship between understanding of the natural of science and practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International journal of science education*, 28(8), 919-944.
- Weaver, R.F., & Hedrick, P.W., (1992). *Genetics* (3. baskı): Win. C. Brown Publishers.
- Yağbasan, R., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102 – 120.
- Yaman, S., ve Soran, H. (2000). Türkiye’de ortaöğretim kurumlarında biyoloji öğretiminin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 229–237.
- Youngman, M.B. & Eggleston, J.F. (1982). *Quantitative research in education*. Oxford.

EKLER

Ek 1. Genetik Teşhis Testi

GENETİK TEŞHİS TESTİ (GTT)

HAZIRLAYANLAR:

Marmara Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÇAKIR

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Eğitimi Yüksek Lisans Öğr. Begüm ALDEMİR

İstanbul 2009

Sevgili Öğretmen Adayları,

Biyoloji öğretmen adaylarının genetik kavramlar hakkındaki alternatif kavramlarını ve kavram yanılgılarını belirlemek, mevcut kavramları farklı durumlara uygulayabilme becerilerini inceleyerek, böylece stratejilere ve davranışlarına yansıtıkları durumları belirlemeye yönelik bir araştırma yapmaktayım.

Araştırmanın gerçekleşmesi sırasında kullanılacak verilerin elde edilebilmesi için, siz değerli öğretmen adaylarının görüş ve düşünceleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle aşağıda belirtilen ve genetiğin temel kavramlarına ilişkin olarak hazırlanmış soruları içtenlikle cevaplandırmanız, soruların cevapları ile ilgili ne düşünüyorsanız seçenekleri dikkatlice okuyup seçmeniz araştırma açısından büyük önem taşımaktadır.

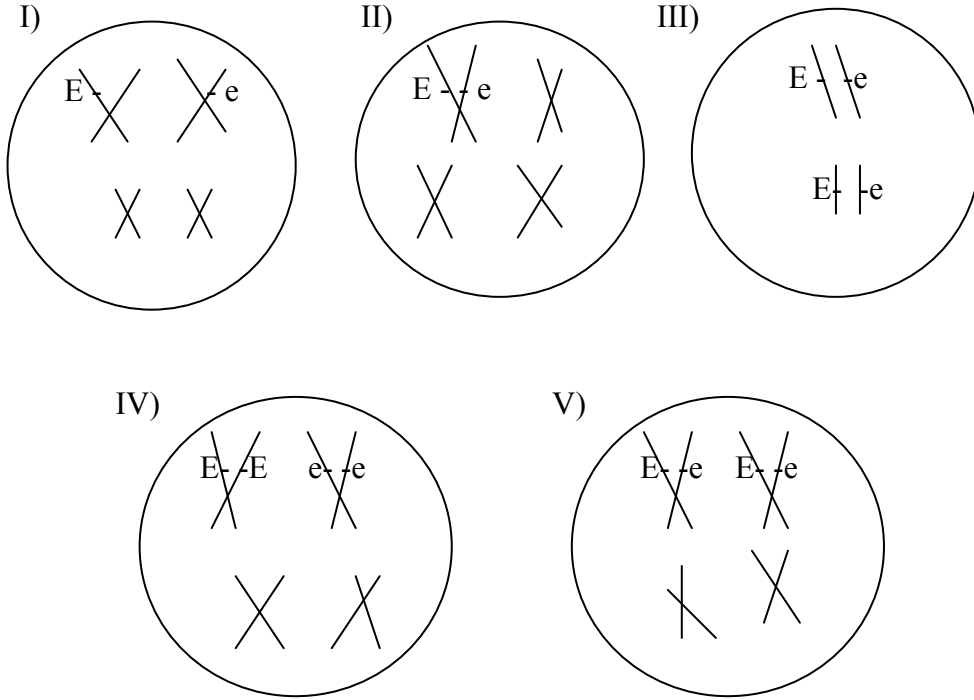
Aşağıda Mendel genetiği ve onun uzantılarına dair 12 maddeden oluşan iki aşamalı çoktan seçmeli bir test verilmiştir. İlk aşamada soru kökünde verilenin muhtemel cevabının bulunduğu çok sayıda seçenek, ikinci aşamada ise birinci aşamada verdiğiniz bu cevabın nedenini belirtmenizi istediğimiz seçenekler sunulmuştur.

Sorulara verdiğiniz yanıtlar gizli tutulacak, araştırma dışında hiçbir yerde kullanılmayacak ve size hiçbir yükümlülük getirmeyecektir.

Değerli katkılarınız ve zaman ayırdığınız için şimdiden teşekkür ederim.

ADINIZ-SOYADINIZ:

1) Bölünmekte olan bir hücrenin kromozomları aşağıda gösterilmiştir. Hangi şekilde 4 kromozumlu diploid ($2n=4$) bir hücrede E geninin iki farklı alleli doğru bir şekilde ifade edilmiştir?



Cünkü;

- A) Alleller aynı genin farklı alternatifleridir ve kardeş kromatitlerin sadece biri üzerinde bulunurlar.
- B) Alleller aynı genin farklı alternatifleridir ve homolog kromozomların karşılıklı lokusları üzerinde bulunurlar.
- C) Alleller farklı karakterlere etki eden gen çeşitleridir ve kromozomların kardeş kromatitleri üzerinde bulunurlar.
- D) Alleller kardeş kromatitlerin karşılıklı lokuslarında bulunur.

2) *MLH1* geni insanlarda 3. kromozom üzerindedir ve dört farklı alleli tanımlanmıştır. Bir insanda bu alellerden en fazla kaç tanesi bulunur?

- I) 1 II) 2 III) 3 IV) 4 V) 8

Cünkü;

- A) Homolog kromozomlar ve kardeş kromatitler birer allel içerir.
B) Homolog kromozomlarda allellerin hepsi birden bulunabilir.
C) Gametler ile anne ve babadan gelen 3. kromozomlar birer allel taşır.
D) Birçok gen taşıyan homolog kromozomlarda tüm alleller bulunabilir.

3. ve 4. soruları aşağıda verilen çaprazlama örneğine göre cevaplayınız.

Bir araştırmacı düz, terminal, beyaz ve boğumlu (AaBBccDD) bezelye ile buruşuk, terminal, mor ve boğumlu bezelyeyi (aaBbCCDd) çaprazlamıştır.

3) Çaprazlama sonucunda oluşan nesilde aaBBCcDD genotipindeki bezelye oranı nedir?

(a, B, C, D genlerinin bağımsız olduğunu varsayın).

- I) 1/2 II) 1/4 III) 1/8 IV) 1/16 V) 1/32

Cünkü;

- A) Genotip oranı allellerin gametlere dağılma ihtimallerinin toplamına eşittir.
B) Genotip oranı aaBBCcDD genotipindeki bireylerin olası tüm genotip ihtimallere oranıdır.
C) Genotip oranı aaBBCcDD allellerinin ortaya koyduğu genetik ifade çeşitleridir.
D) Genotip oranı aaBBCcDD olan bireylerin muhtemel tüm fenotiplere oranıdır.

4) AaBBCcdd X aaBbCcDd genotipindeki bezelyelerin çaprazlanması ile oluşan nesilde **a, B, c, D** fenotipindeki bezelye oranı nedir? (a, B, C, D genlerinin bağımsız olduğunu varsayın).

- I) 1/2 II) 1/4 III) 1/8 IV) 1/16 V) 1/32

Cünkü;

- A) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipini oluşturacak allel çiftlerinin gametlere dağılma ihtimalidir.
- B) Fenotip oranı a, B, c, D genotipini ortaya çıkaracak olan allellerin gametlere dağılma ihtimallerinin toplamıdır.
- C) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipini ortaya koyan allellerin fiziksel ifade çeşitleridir.
- D) Fenotip oranı a, B, c, D fenotipindeki bireylerin ortaya çıkması muhtemel olan tüm fenotiplere oranıdır.

5) İnsanlarda Kistik fibröz (Cystic fibrosis) bir gende meydana gelen mutasyondan kaynaklanır ve otozomal (eşeye bağlı olmayan) çekinik bir karakter olarak aktarılır. Normal bir çiftin iki çocuğu bulunmaktadır. Birinci çocukta Kistik fibröz vardır ve ikinci çocuk normaldir. İkinci çocuğun bu hastalığa sebep olan mutasyon için taşıyıcı olma ihtimali nedir?

- I) 1/4 II) 1/2 III) 2/3 IV) Bilinemez V) 1

Cünkü;

- A) Birinci çocuk hasta olduğuna göre ikinci çocuk kesinlikle taşıyıcıdır.
- B) Heterozigot bireyler Kistik fibröz için taşıyıcıdır. Monohibrit çaprazlama oranlarına göre taşıyıcı olma oranı 3:1'dir.
- C) Monohibrit çaprazlamada genotip oranları 1:2:1 dir.
- D) Anne ve babanın genotipi bilinmelidir.

6) Mendel yeşil renkte (YY) ve kısa boylu bezelyeler (uu) ile genotipi bilinmeyen saf ırk bezelyeleri çaprazladı. Çaprazlama sonuçları aşağıda verilmiştir.

P₁ Yeşil ve kısa X **saf ırk**



F₁ (Hepsi) Yeşil ve kısa

F₁ 'leri kendi aralarında çaprazladığında aşağıdaki F₂ sonuçlarına ulaşmıştır.

Yeşil ve kısa X yeşil ve kısa



F₂ $\frac{3}{4}$ yeşil ve kısa
 $\frac{1}{4}$ sarı ve kısa

Buna göre **saf ırk** bezelyelerin fenotip ve genotipi hakkında nasıl bir sonuca ulaşılabilir?

I) Fenotip: sarı ve kısa
Genotip: yyuu

II) Fenotip: yeşil ve kısa
Genotip: YYuu

III) Fenotip: yeşil ve kısa
Genotip: YYUU

IV) Fenotip: sarı ve kısa
Genotip: YYuu

Cünkü;

- A) Alleller bakımından heterozigot olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.
- B) Alleller bakımından homozigot ve resesif olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.
- C) Alleller bakımından homozigot olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.
- D) Alleller bakımından homozigot ve dominant olma durumu saf ırk olarak tanımlanır.

7) Bir araştırmacı iki *Antirrhinum* hattını çaprazlıyor ve aşağıdaki sonuçları elde ediyor.

Saf hat 1 X Saf hat 2



F₁ hepsi beyaz

F₁ X F₁



F₂: 131 beyaz

29 kırmızı

Bu durum aşağıdaki sonuçlardan hangisi ile açıklanabilir?

IV) Eksik baskınlık durumu

V) Genlerin bağlı olması durumu

VI) Mendel'in Monohibrit 3:1 oranı

VII) Genlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan maskeleye durumu

Çünkü;

D) Beyaz ve kırmızı renk genleri aynı kromozom üzerinde bulunduğundan bağımsız dağılım söz konusu değildir.

E) İki ayrı gen değil; bir genin iki farklı alleli söz konusudur.

F) Beyaz renk geni kırmızı renk genine baskındır.

G) Beyaz renk geni kırmızı renk genini baskılamaktadır.

8) Mısırdaki koçanlardaki renkli alevron, baskın olan R allellinden dolayıdır. Çekinik olan r homozigot durumda iken alevron renksizdir. Bitki rengi (koçan değil) Y ve y olan başka iki allel tarafından kontrol edilir. Baskın Y alleli yeşil, çekinik y alleli homozigot durumda sarı renge neden olur. Genotipi ve fenotipi bilinmeyen bir mısır ile her iki özellik açısından homozigot çekinik olan diğer mısırın çaprazlanmasında ortaya çıkan nesil aşağıda verilmiştir.

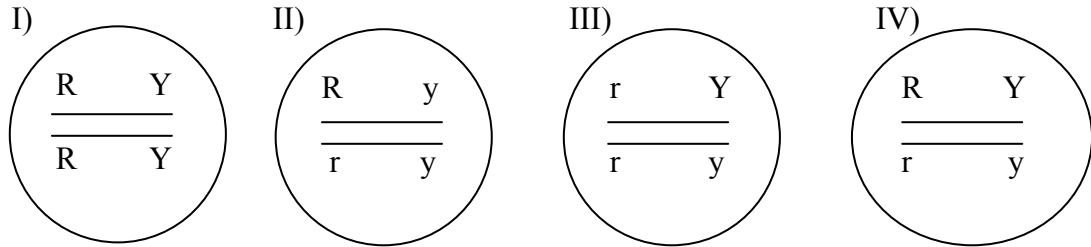
Renkli yeşil: 88

Renkli sarı: 12

Renksiz yeşil: 8

Renksiz sarı: 92

Buna göre, genotipi ve fenotipi bilinmeyen mısırın homolog kromozomlar üzerindeki allel düzenlenmesi hangisi olabilir?



Çünkü;

- E) R - Y ve r - y kross-over ile oluşmuş rekombinant gametlerdir.
- F) R - Y ve r - y linkaj durumunda atasal gametlerdir.
- G) R - y ve r - Y atasal gametlerdir.
- H) R - r ve Y - y arasında tam linkaj vardır. Kross-over görülmez.

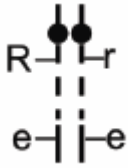
9) Linkaj durumundaki iki gen bakımından heterozigot olan dişi bir tavşanın allel durumu aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir. Bağlı genlerin pozisyonlarının tam olarak bilinmediği kesikli çizgiler ile ifade edilmiştir.



Bu dişi tavşan aşağıdaki diyagramda gösterilen kromozom çiftine sahip bir erkek tavşan ile çaprazlanır ise;



Aşağıdaki diyagramda gösterilen kromozom çiftine sahip yavru tavşan meydana gelme ihtimali nedir?



- I) Yoktur.
- II) Eğer iki gen aynı kromozom üzerinde değilse büyük bir olasılıkla gerçekleşir.
- III) Eğer iki gen kromozom üzerinde birbirine çok yakınsa, büyük bir olasılıkla gerçekleşir.
- IV) Eğer iki gen kromozom üzerinde birbirine çok yakın değilse, büyük bir olasılıkla gerçekleşir.

Cünkü:

- E) R ve e allelleri iki ebeveynde de aynı kromozom üstünde değildir.
- F) R ve E genleri iki ebeveynde de aynı kromozom üstünde değildir.
- G) R ve E genleri aynı kromozomda birbirinden ne kadar uzaksa crossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır. Bu durumda yavru tavşan büyük bir olasılıkla oluşur.
- H) R ve E genleri aynı kromozomda birbirinden ne kadar yakınsa crossing-over meydana gelme şansı o kadar fazladır. Bu durumda yavru tavşan büyük bir olasılıkla oluşur.

10) Mendel, bezelyelerle yaptığı çalışmalarda tohumun şekline, rengine ve yapısına dayalı üç karakterin birbirine zıt olan iki özelliği üzerinde durmuştur. Bu özellikler;

düz (W) / buruşuk tohum (w)

sarı (G) / yeşil tohum (y)

düzgün (D) / boğumlu tohum (d)

şeklindedir. Bu özelliklere dayalı aşağıdaki iki farklı (a ve b) çaprazlama gerçekleştirilmiştir.

(a) DdGGWW X DdGGWW

(b) DDGgWw X DDGgWw

Bu iki çaprazlamada oluşabilecek gamet sayısı hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

I) (a) 4

II) (a) 16

III) (a) 64

IV) (a) 64

(b) 16

(b) 4

(b) 32

(b) 64

Cünkü;

- A) Dominant allel çeşidi arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
- B) Homozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
- C) Heterozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.
- D) Homozigot ve heterozigot karakter sayısı arttıkça oluşabilecek gamet çeşidi de artar.

11) Aşağıdaki insan hücrelerinden hangileri göz rengini belirleyen geni içerir?

- I)Gözde bulunan hücreler.
- II)Kalpte bulunan hücreler.
- III)Gametler (sperm ve yumurta)
- IV)Gözdeki ve gametlerdeki hücreler.
- V)Hepsi.

Cünkü;

- A) İnsanın her hücresinde aynı DNA sarmalı vardır.
- B) İnsanın her hücresinde farklı DNA sarmalı vardır.
- C) Göz rengini belirleyen genler sadece eşey hücrelerinde aktiftir.
- D) Göz rengini belirleyen genler sadece ona özgü hücrelerde aktiftir.
- E) Göz rengini belirleyen genler eşey hücrelerinde ve sadece ona özgü otozomal (eşeye bağlı olmayan) hücrelerde aktiftir.

12) RrSs ♀ x ♂ RrSs

Yukarıdaki çaprazlamada karakterler bağımsız olduğuna göre oğul dölde oluşacak genotip çeşidi ile fenotip çeşidi arasındaki ilişkiyle ilgili aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

- I) Genotip çeşidi fenotip çeşidinin iki katıdır.
- II) Her iki karakter bakımından bireylerin $\frac{1}{4}$ kadarı heterozigotttur.
- III) En az oluşan genotip çeşidi RrSs'dir.
- IV) En fazla oluşan fenotipin RS olması beklenir.

Cünkü;

- A) Her biri 1/16 oranında olmak üzere RRSS, RRss, rrSS ve rrss genotipleri oluşur.
- B) Dominant fenotipler en fazla oranda, resesif fenotipler ise en az oranda oluşur.
- C) Allelleri bakımından heterozigot olan genotip en az çeşitte oluşur.
- D) 8 çeşit genotip ve 4 çeşit fenotip oluşur.
- E) Genotip çeşidi 1:2:2:4:1:2:1:2:1, fenotip çeşidi ise 9:3:3:1 şeklindedir.