KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN NEDENLERİNİ GÖRSELLEŞTİREN BİR SİMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ: GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ÜÇLÜSÜ

ÖZLEM YILDIRIM

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN NEDENLERİNİ GÖRSELLEŞTİREN BİR SİMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ: GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ÜÇLÜSÜ

ÖZLEM YILDIRIM

Doç. Dr. Ayla KARATAŞ
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Doç. Dr. Canan LAÇİN ŞİMŞEK
Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi .....

Doç. Dr. Ömer ACAR
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 01.07.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu araştırma Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışma Kocaeli ilinde bulunan bir Anadolu Lisesinde yürütülmüştür.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmaların yürütülmesi sırasında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Ayla KARATAŞ'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Programın uygulamasının öğrencilere denenmesini sağlayan sayın Canan TAŞERİMEZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmada "GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ÜÇLÜSÜ (MAYOZ ÜÇLÜSÜ)" simülasyon programını yazmakta yardımlarını esirgemeyen değerli eşim bilgisayar mühendisi Remzi YILDIRIM'a ve hayatım boyunca beni destekleyen aileme sonsuz minnet duygularımı sunarım.

Haziran – 2019 Özlem YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
ÖZET vii
ABSTRACT viii
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 5
1.1. Araştırmanın Önemi 5
1.2. Araştırmanın Amacı 6
1.3. Problem Cümlesi 7
1.3.1. Alt problemler 7
1.4. Sayıltılar 7
1.5. Sınırlılıklar 7
2. LİTERATÜR TARAMASI 8
2.1. Fen Bilimleri 8
2.1.1. Fen ve teknoloji 8
2.1.2. Fen eğitiminde biyoloji öğretimi 9
2.1.3. Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ) 10
2.1.4. Bilgisayar destekli öğretimin yararları 10
2.1.5. Bilgisayar destekli öğretimin sınırlılıkları 11
2.1.6. Sınıf ortamında bilgisayar destekli öğretimin zorlukları 11
2.1.7. Bilgisayar destekli öğretimde kullanılan yaklaşımlar 12
2.2. Modelle Öğretim Yöntemi 13
2.2.1. Simülasyon tanımı 14
2.2.2. Simülasyon tarihçesi 17
2.2.3. Simülasyon tipleri 19
2.2.4. Simülasyon programlarında dikkat edilmesi gerekenler 20
2.2.5. Simülasyon kullanım alanları 21
2.2.6. Simülasyon tekniğinin kullanım amacı 22
2.3. Java'nın Tarihçesi 22
2.3.1. Java'nın çalıştırılması 24
2.4. Mayoz Bölünme 25
3. MALZEME VE YÖNTEM 29
3.1. İhtiyaç Belirlemesi ve Amaç Oluşturulması 29
3.2. Simülasyon Programının Tasarımı 30
3.2.1. Tasarım geliştirme süreci 30
3.3. Uygulama Geliştirme Adımları 32
3.3.1. Krossing over ara yüzünü oluşturmak 41
3.3.2. Bağımsız dağılım ara yüzünü oluşturma 42
3.3.3. Rastgele döllenme ara yüzünü oluşturma 44
3.4. Tasarımın Uygulanması 48

3.4.1. Verilerin toplanması 49
3.4.2. Ölçme aracının oluşturulması 49
3.4.3. İki aşamalı testlerinin analizi 50
3.4.4. Pilot çalışma TAP istatistik programı analizi 50
3.4.5. Testin güvenirlik çalışması 51
3.4.6. Madde ve test analizi 52
3.4.7. Madde güçlüğü 53
3.4.8. Madde ayırt ediciliği 53
3.4.9. Görüşme metodu aracılığıyla verilerin toplanması 54
4. BULGULAR 55
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular: 55
4.2. İkinci alt probleme ilişkin bulgular: 55
4.3. Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular: 58
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 67
5.1. Sonuçlar 67
5.2. Öneriler 71
KAYNAKLAR 73
EKLER 82
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 87
ÖZGEÇMİŞ 88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Mayoz bölünme evreleri 26
Şekil 3.1. Hızlı prototipleme öğretim tasarım modeli 29
Şekil 3.2. Bağımsız dağılım olayı olasılıklarının a) birinci kısım çizimleri b) ikinci kısım çizimleri 31
Şekil 3.3. NetBeans IDE 8.2 aracı proje görünümü 33
Şekil 3.4. Proje oluşturma birinci adım 33
Şekil 3.5. Proje oluşturma ikinci adım 34
Şekil 3.6. Kaynak paket oluşturma birinci adım 35
Şekil 3.7. Kaynak paket oluşturma ikinci adım 35
Şekil 3.8. İlgili resimlerin kopyalanması birinci adım 36
Şekil 3.9. İlgili resimlerin kopyalanması ikinci adım 36
Şekil 3.10. Swing kontrol elemanlarının form üzerine aktarımı birinci adım 37
Şekil 3.11. Swing kontrol elemanlarının form üzerine aktarımı ikinci adım 38
Şekil 3.12. Form oluşturma ekranı 38
Şekil 3.13. Swing kontrol elemanlarının form üzerinde mevcut hali 39
Şekil 3.14. Swing kontrol elemanlarının form üzerindeki mevcut hali 39
Şekil 3.15. Resim atama ekranı birinci adım 40
Şekil 3.16. Resim atama ekranı ikinci adım 40
Şekil 3.17. Krossing Over ara yüzü 41
Şekil 3.18. Krossing Over Java kodlarının bir kısmı 42
Şekil 3.19. Bağımsız Dağılım ara yüzü 43
Şekil 3.20. Bağımsız Dağılım Java kodlarının bir kısmı 44
Şekil 3.21. Temsili heterozigot dişi ve erkek bireyler 44
Şekil 3.22. Rastgele döllenme ara yüzü Swing nesneleri 45
Şekil 3.23. Rastgele döllenme ara yüzü Swing nesnelerinin düzenlenmesi 45
Şekil 3.24. Rastgele Döllenme ara yüzü 46
Şekil 3.25. Rastgele Döllenme açılış sayfası 47
Şekil 3.26. Rastgele Döllenme dişi ve erkek kromozom dağılımları 47
Şekil 3.27. Rastgele Döllenme Java kodlarının kir kısmı 48
Şekil 4.1. Deney ve kontrol grubu katılımcılarına ait bulgular 55
Şekil 4.2. Öğrencilerin mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamasını sağlama durumuna göre dağılımı 58
Şekil 4.3. Öğrencilerin uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağlama durumuna göre dağılımı 59
Şekil 4.4. Uygulamanın öğrencilerin konu hakkındaki bakış açılarını değiştirme durumlarına göre dağılımı 60
Şekil 4.5. Öğrencilere göre uygulama "Bağımsız Dağılımın" genetik çeşitlilik rolünü açıklama durumlarına göre dağılımı 61
Şekil 4.6. Öğrencilerin uygulamanın kullanımına ait görüşleri 62
Şekil 4.7. Öğrencilerin uygulama kullanırken kafalarını karıştıran noktaları olup olmama görüşlerine ait dağılımı 63

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Dokuz maddelik TAP analizi sonucu 50
Tablo 3.2. Dördüncü ve sekizinci soruların çıkarılması 51
Tablo 3.3. TAP analizi sınav sonucu özeti 51
Tablo 3.4. Madde ve test analizi 52
Tablo 3.5. Genel analiz sonuçları tablosu 53
Tablo 4.1. Kontrol grubu ön test ve son test başarı artış değer tablosu 56
Tablo 4.2. Deney grubu ön test ve son test başarı artış değer tablosu 56
Tablo 4.3. Kontrol ve deney grubu ön test başarı artış değer tablosu 57
Tablo 4.4. Kontrol ve deney grubu son test başarı artış değer tablosu 57
Tablo 4.5. Başarı testi görüşme soruları yanıt çizelgesi 66
Tablo 4.6. Simülasyon uygulaması görüşme soruları yanıt çizelgesi 66

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kr-20	:	Kuder-Richardson 20 (Güvenirlik değeri)
n	:	Her bir gruptaki öğrenci sayısı

Kısaltmalar

BDÖ	:	Bilgisayar Destekli Öğretim
GUI	:	Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Ara Yüzü)
GPSS	:	General Purpose Simulation System (Genel Amaçlı Simülatörü Sistemler)
MEB	:	Millî Eğitim Bakanlığı
NCFTE	:	National Curriculum Framework for Teacher Education (Öğretmen Eğitimi İçin Ulusal Müfredat Çerçevesi)
IDE	:	Integrated Development Environment (Entegre Geliştirme Ortamı)
TAP	:	Test Analysis Program (Test Analiz Programı)

GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN NEDENLERİNİ GÖRSELLEŞTİREN BİR SİMÜLASYON GELİŞTİRİLMESİ: GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ÜÇLÜSÜ

ÖZET

Eşeyli üreyen canlılarda, mayoz bölünme çeşitliliğin temel kaynağıdır. Mayoz bölünme sırasında gerçekleşen özel bir olay olan bağımsız dağılım, bahsi geçen çeşitliliğin temel nedenidir. Gerçekleşen ikinci özel olay ise krossing-overdır. Krossing-over, çeşitliliğe yeni gen dizilimi oluşturarak katkı sağlamaktadır. Mayoz bölünme sonrasında gerçekleşen ve eşeyli üreyen organizmalarda genetik çeşitliliğin nedeni olan üçüncü temel olay ise rastgele döllenmedir. Fakat öğrencilerde gözlenen genel bir hata, genetik çeşitliliğin kaynağının krossing-over olduğunu ifade etme yönündedir. Ayrıca rastgele döllenme olayına ise öğrencilerin pek değinmediği gözlenmiştir. Bu çalışmada genetik çeşitliliğin nedeni ile ilgili var olan bu yanlış anlama ve eksiklik, bir yazılım desteği ile programlanmıştır. "Genetik Çeşitliliğin Üçlüsü" (Bağımsız dağılım, krossing-over, rastgele döllenme) adı altında tasarlanan bu simülasyon ile çeşitliliğin nedenleri öğrenciler tarafından daha kolay kavranılacak hale getirilmiştir. Bu çalışmadaki simülasyon, NetBeans IDE 8.2 geliştirme ortamında hazırlanmış ve Java programlama dilinin Swing GUI desteğiyle simule edilmiştir. Simülasyon ara yüzünde bulunan görsellerin ve buton aksiyonlarının, kullanıcının kolay anlayabileceği şekilde tasarlanmasına özen gösterilmiştir. Simülasyon programının son aşamasında dil desteği eklenmiş ve simülasyon tamamlanmıştır. Simülasyonun bağımsız dağılım ve genetik çeşitlilik konusunun anlaşılabilmesine katkısı pilot çalışma olarak kontrol ve deney grubu ile test edilmiş ve analizi yapılmıştır. Simülasyonun orta ve yüksek öğretimde ilgili konuda kullanılması yarar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bağımsız Dağılım, Mayoz, Rastgele Döllenme, Simülasyon.

DEVELOPING A SIMULATION VISUALIZING THE CAUSES OF GENETIC DIVERSITY: TRIO IN GENETIC DIVERSITY

ABSTRACT

Meiosis is the basis of diversity in sexually reproducing species. Independent assortment, which is specific to meiosis, is the main reason for the diversity. The second phenomenon is crossing-over, which contributes to diversity by forming new gene arrangements. The third phenomenon, which occurs during meiosis and is another reason for genetic diversity in sexually reproducing organisms, is random fertilization. However, a common mistake seen among students is that they only identify crossing-over as the source of genetic diversity. In terms of meiosis, it has been observed that independent assortment is concealed, and random fertilization is not mentioned by students. In this study, this misunderstanding and lack of knowledge was addressed by a software program simulating independent assortment, crossing-over, and random fertilization. This designed simulation, named "The Trio of Genetic Diversity" (Independent assortment, crossing-over, random fertilization), made it easier for students to grasp the reasons for diversity. Computer simulations provide students the opportunity to observe and interact with a real-world experience. The simulation in this study was developed using Java programming language in the NetBeans IDE 8.2 development environment, along with the Swing GUI module. The images and button actions in the simulation interface were carefully designed so that the user could understand them easily. Language support was added in the final step of the simulation programming, thus completing the simulation. The contribution of the simulation was tested and analyzed as a pilot study. In secondary and higher education, it will be useful to use the simulation on the related subject.

Keywords: Independent Distribution, Meiosis, Random Fertilization, Simulation.

GİRİŞ

Bilim, insanoğlunun yaşam standartlarının yükselmesi için gereken, araç- gereç ve yolları bulabilmesidir (Yılmaz, 2010). Bilim ve teknoloji her geçen gün gelişerek değişmektedir. Bilim ve teknolojideki bu değişimin getirdiği gelişmeler, toplumların yapısını etkileyerek değişimine neden olmaktadır. Toplumların yapılarında ortaya çıkan bu değişimler bireylerden beklentilerin değişmesini de sağlamıştır (Kızılkaya, 2017). Günümüzde gelişen teknolojinin hayatımızın her alanında yer alması nedeniyle öğrenme arzusunda olan her kişinin gerçek ve güvenilir bilgiye ulaşma imkânı epeyce yüksektir. Teknoloji; günlük yaşantımızda karşılaştığımız problemlerin bilimsel yöntem ve veriler kullanılarak çözülmesi yoludur (Öz, 2014).

Eğitim; okul gibi seçilmiş ve kontrollü bir çevrede bireylerin ve toplumların gelişmesini sağlayan süreçler olarak tanımlanmıştır (Korkmaz, 2002). Ülkelerin güçlenmesinde teknolojinin ve fenin önemli katkısı vardır (Ayas, 1995). Bilim ve teknolojinin hızla gelişmesi eğitim konusunda da kendini ortaya çıkarmaktadır (Yaşar, 2012). Eğitim sistemine yapılan yatırımlar o ülkenin geleceğine yapılmış sayılmaktadır. Bu nedenle eğitim sistemleri içinde bulunduğumuz zamanın şartlarına göre yenilenmeli ve sürekli mevcut sistemin aksayan veya eksik kalan yanları tespit edilerek iyileştirmeler yapılması sağlanmalıdır (Güven, 2009). Gelişimin hızla ilerlediği 21. yy 'da yaratıcı ve eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği, problem çözme becerisi gibi niteliklerin ilerletilmesi kaliteli bir eğitimle mümkün olabilecektir (Çetin, 2017).

Teknoloji ve eğitimin kesiştiği noktada "eğitim teknolojisi" ortaya çıkar. Eğitim ve öğretim ortamlarında anlamlı öğrenmeyi sağlayan teknik ve medya kullanımı ''Eğitim Teknolojisi'' olarak açıklanmaktadır (Öz, 2014). Birçok ülke, teknolojideki gelişmelere bağlı olarak geleneksel öğretimden ziyade öğrenme ortamlarını öğrenci merkezli ortamlara doğru yönelterek, aktif öğrenme yöntemlerinin uygulanabileceği düzenlemelere öncelik tanımaktadır (Eren, 2011). İlk ve ortaöğretimde ki eğitim sürecinde kavramlar, öğrencinin zihninde yeni yeni yapılandığı için ilk ve ortaöğretim eğitimi önemlidir (Zaman, 2006).

Gün geçtikçe artan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin eğitim alanında etkili olması nedeniyle yeni yaklaşımların uygulanması kaçınılmaz olmuştur (Özdemir, 2017). Birçok eğitim sisteminin benimsediği ve eğitimdeki başarıda önemli ölçüde etkili olan çağdaş eğitim yaklaşımı olan yapılandırmacı yaklaşım büyük bir öneme sahiptir (Çeliköz, 2017). Günümüzde teknolojinin getirdiği yeni süreç ve yöntemler eğitimcileri adapte olmaları gereken yeni durumlarla karşı karşıya getirirken bir yandan da yeni olanaklar sunmaktadır (Dönmez, 2017). Eğitim alanında yapılan çalışmalar öğrenci başarısını arttırmayı hedeflemektedir (Ulusoy, 2011). Bu nedenle gelişmekte olan ülkeler özellikle fen eğitimine yatırım yapmaktadırlar (İdin, 2015).

Bireyler dünyayı anlamlandırırken, eskiden sahip olduğu bilgiyi yeni kazandığı bilgi ile karşılaştırır, bu yapılandırmacı öğrenim kuramıdır (Yaşar, 2012). Yapılandırmacı öğrenim, öğrenciye bilginin ne zaman ve nerede kullanması gerektiğini, var olan bilgilerine yeni bilgiler ekleyerek sahip olduğu bilgiyi yenisi ile karşılaştırma ve yeni bilgi elde etme şeklinde katkıda bulunur (Arslan, 2009). Geleneksel öğrenme ortamlarının aksine öğrencilerin bilgiyi kendilerinin elde edebileceği yapılandırmacı, fen okur yazarı bireylerin oluşturulabileceği ortamlar ortaya çıkarılmalıdır (Çetin, 2010).

Günümüzdeki öğrenci merkezli eğitimde, öğrencinin bilgiye nasıl ulaşacağı ve bu bilgiden nasıl fayda sağlayacağını öğrenmesini sağlayacak uygun ortamlar oluşturmak öğretmenin temel rolü haline gelmiştir (Eren, 2011). Etkili bir öğrenmenin sağlanabilmesi için mevcutta var olan sınırlılıkların en az seviyeye indirilmesi ve kontrol edilerek önlemler alınması gerekmektedir.

Kara (2014)'ün yapılandırmacı felsefeyi benimsemiş öğretmenler için önerileri şunlardır:

1. Öğrencilerin sahip oldukları soru ve görüşler ortaya çıkarılmalıdır.
2. Öğrenciler teşvik edilerek ve onaylanarak düşüncelerinin başlaması sağlanmalıdır.
3. Öğrenme sürecinin sonlandırılması için faaliyetler ve iş birlikleri arttırılmalıdır.
4. Dersi ilerletmek için öğrencilerin düşünce ve deneyimleri ele alınmalıdır.
5. Bilgi için alternatif kaynaklar kullanılmalıdır.

6. Öğrencilerin neden sonuç ilişkilerini açıklayabilmesi için cesaretlendirilmesi gerekmektedir.
7. Öğrenciler birbirlerinin sahip olduğu fikir ve düşünceleri dile getirip doğruluğunu sorgulaması için cesaretlendirilmelidir.
8. Öğrencilerin derinlemesine düşünebilmeleri için yeterli zaman sağlanmalıdır.
9. Öğrencilerin tüm fikirlerine saygı gösterilmelidir.
10. Problemlerin çözümünde kullanılan orijinal kaynaklar gibi sınırlı olan kaynaklarda kullanılabilmelidir. Örn; insan, materyal vb.
11. Öğrencilerin gerçek hayatta karşılaştıkları sorunların çözümüne yönelik bilgiyi edinmeleri sağlamalıdır.
12. Fenin içeriğini sadece öğrenciler için hazırlanan testlerde hâkim gibi algılatılmasından sakınılmalıdır.

Bilgi teknolojileri eğitim ve öğretime son derece katkı sağlayan araçlardır. Teknolojinin eğitime entegre edilmesi birçok ülkenin eğitim reformlarında yer almaktadır (Ursavaş, 2014). Toplumların etkisi ile bilgi teknolojileri okullarda yerini almıştır (Birinci, 2011). Teknoloji, araştırmacı ve uygulayıcılar arasında bir nevi bağ görevindedir (Saban, 2006). Günümüz bilgi çağında bilgiyi kolayca elde edip, onu kullanabilen ve yaratıcılığı ön plana çıkan bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bilgi teknolojilerini kullanabilme yeteneklerine sahip bireyler yetiştirilmelidir (Dursun, 2013).

Biyoloji bilimi bilimsel ve sosyal açıdan önemlidir ve giderek önem kazanmaktadır. Gelişen çağımıza ayak uyduran biyoloji bilimi eğitimi, bireylere "bilmek ve tanımak" tan gelen güveni kazanmalarını sağlayacaktır. Bireyin kendisini ve içinde yaşadığı çevreyi tanıması çeşitli fiziksel, psikolojik ve biyolojik anlamda ihtiyaçlarını kolay karşılamasına yardımcı olacaktır. Bu nedenle biyoloji eğitimi bireylerin veri toplaması, sebep sonuç ilişkisi kurması, gözlem ve araştırma yapma yeteneğini geliştirerek, sonuca ulaşmasına katkı sağlar. Bireylerin günlük hayatta da sosyal açıdan daha sağlıklı düşünerek karar vermelerine kaynak oluşturur. Modern dünya için biyoloji bilimi ve öğrenimi kültürel bir zorunluluktur (Yurdakul, 2010).

Biyoloji, canlı ve canlı yaşamını inceleyen bir bilim dalıdır (Yiğitel, 2015). Biyolojideki temel konulardan biri mayoz bölünmedir. Mayoz bölünme, eşeyli üreyen

canlılarda, çeşitliliğin temel kaynağıdır. Mayoz bölünme esnasında gerçekleşen özel bir olay olan bağımsız dağılım olayı, bahsi geçen çeşitliliğin temel nedenidir. Gerçekleşen ikinci özel olay ise krossing-overdır. Krossing-over, çeşitliliğe yeni gen dizilimi oluşturarak katkı sağlamaktadır. Mayoz bölünme sonrasında gerçekleşen ve eşeyli üreyen organizmalarda genetik çeşitliliğin nedeni olan üçüncü temel olay ise rastgele döllenmedir. Fakat öğrencilerde gözlenen genel bir hata, genetik çeşitliliğin kaynağının sadece krossing-over olduğunu ifade etme yönündedir. Mayoz bilgisi açısından genetik çeşitliliğin temel kaynağı olan bağımsız dağılım olayının maskelendiği ve rastgele döllenme olayına ise öğrencilerin pek değinmediği gözlenmiştir (Karataş, Şimşek ve Kumbıçak, 2013).

Türkmen (1998)'in 'Fen bilgisi ve biyoloji eğitiminde bilgisayar simülasyon kullanımları' adlı çalışmasında, biyoloji ve fen bilgisi eğitiminde kullanılan simülasyonların; bir kısım deneyleri bilgisayar ortamında kolaylıkla yapılabilir hale getirdiğine, anlaşılması zor olan bazı bilimsel kavramları kolaylıkla anlaşılabilir hale getirdiğine ve öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarını pozitif olarak değiştirdiklerine değinmektedir (Türkmen, 1998). Bu çalışmada da genetik çeşitliliğin nedenleri bir yazılım desteği ile programlanmıştır. Java programlama dili ile yazılan simülasyon programının, öğrencilerin genetik çeşitliliğin nedenlerini daha doğru ve kolay anlamaları üzerinde ki katkısı araştırılmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Araştırmanın Önemi

Biyoloji öğretim programında yer alan, mitoz ve mayoz bölünme konuları büyüme, gelişme, üreme ve genetik konularına taban oluşturması açısından önemlidir. Mitoz ve mayoz bölünme olaylarının mikroskobik düzeyde gerçekleşmesi, öğrencilerin bu olayları zihinlerinde canlandırmada güçlük çekmelerine neden olmaktadır. Nitekim öğrencilerin çoğu genler, kromozomlar, mitoz ve mayoz bölünme konularını öğrenilmesi zor konular olarak değerlendirmektedir (Çağıran, 2008).

Aynı türe ait popülasyonda gözlenen çeşitliliğin kaynağı mayoz bölünmeye dayanır. Mayoz bölünme replikasyonunu yapmış bir hücrede (4n) peş peşe gerçekleşen iki bölünmeden ibarettir. Birinci bölünmede (Mayoz-I) homolog kromozomlar (anasal ve babasal kaynaklı iki kromozomun oluşturduğu bir kromozom çifti) birbirinden ayrılır ve farklı hücrelere gider (2n), iki hücre oluşur. Bu olay Mendelin Bağımsız Dağılım Yasasının temelini oluşturur. İkinci bölünmede (Mayoz II) ise bu kromozomlar kardeş kromatitlerine ayrılır ve farklı hücrelere gider (n), dolayısıyla dört hücre oluşur. Sonuç olarak haploit kromozom sayısına sahip ve genetik açıdan birbirine benzemeyen dört hücre oluşur. Mayoz bölünme sonucu hücrelerin birbirinden farklı olmasının temel sebebi Mayoz-I esnasında homolog kromozomların birbirinden rastgele ayrılmasıdır. Fakat genel olarak öğrencilerin kafasında genetik çeşitliliğin nedeni olarak krossing-over kavramı belirmektedir (Karataş ve diğ., 2013). Gerçekte krossing-over, yeni gen dizilimi kaynağı olarak, çeşitliliğe kaynak oluşturur. Bağımsız dağılım çeşitliliğin temelini kurarken, krossing-over sayesinde meydana gelen yeniliklerle çeşitlilik artar. Krossing-over, homolog kromozomların kardeş olmayan kromatitleri arasında parçaların karşılıklı yer değiştirmesi sonucu meydana gelen yeni bir düzenlemedir. Bu yeni düzenleme sayesinde bir yenilik meydana gelir. Normalde bireyde bir arada bulunmayan, yani bireyin anne ve babasından aldığı homolog kromozomlarda ayrı kromozomlarda bulunan iki gen, dolayısıyla iki ayrı allel, birey gamet oluştururken krossing over sayesinde yan yana gelebilir. Oluşan bu yenilik elbette çeşitlilik için kaynaktır, fakat bu olay, bağımsız dağılımdan kaynaklanan çeşitliliği

maskelemektedir. Oysa krossing over bir bireyin anne ve babasından gelen özelliklerinin birbirine karıştırılması (aslında farklı kromozomlarda iken, bireyin gamet oluşturması esnasında aynı kromozoma toplanması) yoluyla yenilik sağlar, bu olay çeşitlilik olarak değil, yenilik olarak vurgulanmalıdır (Karataş ve diğ., 2013).

Mayoz bölünme kaynak kitaplarda her ne kadar kromozom sayısının indirildiği bir bölünme tipi olarak vurgulansa da bu temel özellik yanında, eşeyli üreyen canlıların adaptasyonundaki başarılarının altında çeşitliliğin yattığı vurgulanması gerekmektedir (Karataş ve diğ., 2013).

Şimşek ve Karataş (2012), genetik çeşitlilikle ilgili öğrencilerin bilgi düzeylerinin düşük olduğunu ve genetik çeşitliliğin nedenlerini anne babadan gelen genlerin etkisi, gen ve DNA dizilimlerinin farklı olması ve çevre etmeni olarak nitelendirdiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra mayoz bölünme ve krossing over olayına çok az değinen öğrenci olduğunu bağımsız dağılım ve rastgele döllenmeden bahseden öğrenci olmadığını belirtmiştir. Fakat genetik çeşitliliğin modelle anlatımı yapıldıktan sonra ortaya bir artışın çıktığı gözlemlenmiştir.

Simüle edilmiş deneyler de dahil olmak üzere bilgisayar destekli öğretim, karmaşık bir etkinlik olan problem çözme sürecini ele almak için büyük bir potansiyele sahiptir (Huppert ve Lazarovitz, 1986). Bu çalışmada tasarlanmış olan simülasyon, öğrencinin anlamada zorluk çektiği bu mayoz probleminin öğretimine dayalıdır. Bu temel mayoz öğretim problemi, yazılımı yapılan bir simülasyon programı ile öğrencilerin daha kolay anlayacağı hale getirilmiştir. Aynı zamanda görsel ve interaktif bir eğitim aracı elde edilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan bu simülasyon uygulaması öğrencinin kullanım kolaylığı düşünülerek tasarlanmıştır. Bu interaktif simülasyon programı NetBeans IDE 8.2 geliştirme ortamında geliştirilmiş ve Java programlama dilinin Swing GUI (grafiksel kullanıcı ara yüzü; buton, etiket, panel, girdi alanı) desteğiyle simule edilmiştir. Simülasyonun öğrenci akademik başarısına katkısı pilot bir çalışma ile test edilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, genetik çeşitliliğin nedenlerini anlatan bir simülasyon programının hazırlanmasıdır. Krossing-over, bağımsız dağılım, rastgele döllenme

olayları; Java programlama dilinin yardımı ile simüle edilmiştir. Hazırlanan bu simülasyon programının öğrencilerin akademik başarılarına katkısı bir pilot çalışma ile araştırılmıştır. Bu sayede öğrenci tarafından, genetik çeşitliliğin temel nedeni ve çeşitliliğin diğer nedenlerinin daha kolay anlaşılmasının sağlanması amaçlanmıştır.

1.3. Problem Cümlesi

Mayoz bölünmede genetik çeşitliliğin nedenleri bir simülasyon programı ile anlatılabilir mi?

1.3.1. Alt problemler

1. Mayoz bölünmede genetik çeşitliliğin nedenlerini anlatan bir simülasyon programı hazırlanabilir mi?
2. Hazırlanan simülasyon programının pilot uygulaması sonuçlarına göre öğrencilerin konuyu anlamasına etkisi nedir?
3. Hazırlanan simülasyonun pilot uygulama sonrası öğrenci görüşleri nelerdir?

1.4. Sayıltılar

Bu araştırmanın temel sayıltıları şunlardır:

1. Genetik çeşitliliğin görselleşmesini ve interaktif bir program geliştirmenin öğrenci başarısını arttıracağı varsayılmaktadır.
2. Seçilen araştırma yönteminin bu araştırmanın amacına, konusuna ve araştırma probleminin çözümüne uygun olduğu varsayılmaktadır.
3. Araştırmaya bilgi toplamak amacıyla, 10. sınıf öğrencilerine uygulanan testte, öğrencilerin samimi ve içten yanıt verdikleri varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Araştırma Kocaeli ili İzmit ilçesinde bulunan bir Anadolu Lisesinde 10. sınıfta okuyan 60 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırma 4 ders saati ile sınırlıdır.
3. Araştırma 2018-2019 öğretim yılı ile sınırlıdır.
4. Araştırma bağımsız dağılım, krossing over, rastgele döllenme olaylarının simülasyonu ile sınırlıdır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Fen Bilimleri

Fen; sorgulayıcı, mantıksal anlamda düşünmeyi ve deneysel sonuçları baz alan bir araştırma bilimidir (Tatar, 2006). Başka bir tanımla fen; bireylerin doğal çevrelerinde meydana gelen olayları, olayların işleyişini ve düzenini amaçlı ve planlı bir biçimde keşfederek, test etme, onları yeni bağlantılar içinde ayırarak, bütünleştirme süreci doğrultusunda elde edilen bilgilerin toplamıdır (Korkmaz, 2002).

Fen bilimleri; doğa ve doğa olaylarını anlamak için doğayı sistemli bir şekilde analiz etme çabasıdır (Yılmaz, 2010). Fen bilimleri dersinin gayesi ise tüm öğrencilerin fen okuryazarı birer birey olarak yetişmesidir (Aydın, 2009). Anlamlı fen bilimleri eğitimi elde edilen bilgilerin yaşantımıza entegre edilmesi ile gerçekleşmektedir. Bundan ötürü bireylerin bilgiyi alıp, zihinlerinde o bilgilere ait yapılar oluşturarak düşünmeleri sağlanarak, yaşantımıza bilgi aktarımı yapılmalıdır (Okcu, 2016). Fen derslerinde öğrencilere kazandırılan bilgi ve becerileri birey gerçek hayata aktarabilmeli ve her gün karşılaştığı yeni problemlerle baş edebilmesi için probleme dayalı eğitim yapılmalıdır (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Sürekli gelişmeye devam eden dünyada yaşamının sonuna kadar fen dünyasına ilgisi olan bireyler için okulda verilen fen eğitimi yaşam boyu süren fen eğitiminin önemli bir kesimini oluşturur (Korkmaz, 2002). Fen eğitimi gözlemleyen, araştıran, hipotez kurabilen ve sonucu analiz edebilen öğrenciler yetiştirmelidir. Fenin görevi, öğrenciye zihnini kullanmayı öğretmektir. Öğrenimin verimli olabilmesi için fen öğretilirken öğrencilerin heyecan duyması sağlanmalıdır. Fenin esası; cevabı bilinenden ziyade bilinmeyen soruya cevap aramaktır (İşman ve diğ., 2002).

2.1.1. Fen ve teknoloji

Günlük hayatımızda fen ve teknolojinin çok önemli bir yeri ve etkisi bulunmaktadır. Bu etki giderek büyümektedir. Bireylerin yaşadıkları çevreyi keşfederek yorumlama ve bu karmaşık düzende bir düzen arama güdüleri bulunmaktadır. Fen eğitimindeki

amaçlardan biri; bireylerin doğadaki olaylara ilişkin sordukları soruları en etkili şekilde cevaplandırmaktır. İkinci amaç ise; bireylerin sürekli değişen çevreye karşı olan uyumlarını arttırmalarını sağlamaktır (Şensoy, 2009). Bilim okuryazarı bir toplum oluşturabilmek için, karşılaştığı problemleri çözebilen bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, gözlemlediği olaylarla ilgili neden- sonuç ilişkisi kurabilen ve üst düzey zihinsel becerilerini kullanabilen bireyler topluma kazandırılmalıdır (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Bu bireylerin yetiştirilmesinde fen eğitimi ve öğretimi büyük bir öneme sahiptir (Şensoy, 2009).

Gün geçtikçe eğitime olan talep artmaktadır. Bu bağlamda bireysel eğitim daha da önem kazanmıştır. Belirtilen bu sebeplerden dolayı bilgisayar kullanımı eğitimde zorunlu hale getirilmiştir. Bilgisayarların eğitim çağındaki bireyleri etkileyerek niteliklerini arttırdığı, öğrencilerin derste dikkatini daha kolay vermesini sağladığı ve öğrenmede verimliliğin çoğaltmasına destek olduğu görülmüştür (Hançer, 2005).

Bilgisayar araçlarının interaktif etkileşimle öğrenme sağlaması ve bireysel olarak öğrenmeye teşvik edebilmesi gibi birçok nedenden ötürü son yıllarda eğitim- öğretim süreçlerinde kullanılması büyük oranda önem kazanmıştır (Hançer, 2005).

Çetin (2013)'e göre, bilgisayarların eğitim alanında kullanılması öğrenmenin niteliğini arttırmıştır. Bu bağlamda bilgisayarların öğrenme sürecinde kullanılması bilgisayar tabanlı öğrenme olarak tanımlanır ve öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor gelişmelerine destek olmaktadır (Çetin, 2013). Mikroskobik ve makroskobik nesnelerin tanımlanması zor olduğundan bilgisayarların eğitim alanında kullanılması eğitsel benzerliğin, nesnelere ait kavramların öğretilmesinde etkili olduğu bilinmektedir (Ulusoy, 2011).

2.1.2. Fen eğitiminde biyoloji öğretimi

Fen bilimlerinin yapı taşlarından biri olan biyoloji, canlı yaşamına dair birçok olayın anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle toplumların sağlıklı bireyler yetiştirmesi için eğitimin önemli bir kısmını oluşturur (Konu, 2017). Biyoloji eğitimi penceresinden baktığımızda, günlük hayatımızda karşılaştığımız birçok sorunun kaynağının, biyoloji kökenli olduğunu görülmektedir (Deveci, 2016). Doğada gerçekleşen biyolojik olaylarla ilgili yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıkan bilgilerin, insan yaşamına

entegre edilerek kullanılmasında ki en etkili metot biyoloji öğretimidir (Yurdakul, 2010). Biyoloji eğitimi ile ilgili araştırmalarda, öğretimin her basamağında bulunan öğrencilerde biyolojinin temeli olan konularda kavram yanılgısı varlığı görülmektedir (Yakışan, 2008). Geleneksel yaklaşım ile anlatılan biyoloji eğitiminde öğrencilerin konuları tam öğrenmeden ezberlediği açıklanmıştır. Kara (2014) mevcut öğretim yaklaşımı ile anlatılan biyolojik kavramlar, öğrencilerin algısını kısıtlayarak zihinlerinde tam olarak canlandırma yapamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle, bu tür kavramları öğrencilerin kolayca zihinlerinde yapılandırmaları için, teknolojik yöntemlerle alternatif öğretim tekniklerinden faydalanmakta yarar vardır (Kara, 2014). Bu çalışmada da genetik çeşitliliğin nedeni olarak sadece krossing- overin anlaşılması ile ilgili olan bu kavram yanılgısını (Karataş ve diğ., 2013) ortadan kaldırmaya yönelik bir simülasyon geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

2.1.3. Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ)

Bilgisayar destekli öğretim; öğrencinin önceden var olan kazanımlarını pekiştirmek ya da konuyu daha iyi anlaması amacıyla kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin eğitimde kullanılmasına ilişkin ilk proje 1959 yılında İllinois Üniversitesi'nde uygulamaya konulmuştur. Türkiye'de ise 1984 yılında ortaöğretim kurumlarına 1100 mikrobilgisayar alınması ile başlanmıştır (Çağıran, 2008). Bilgisayar tabanlı egzersizlerin öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini olumlu yönde etkileyebileceği görülmüştür (Renshaw ve Taylor, 2000). Bilgisayar simülasyonlarının fen sınıfını ve laboratuvar etkinliklerini tamamen değiştirmemesine rağmen hem sınıf hem de uzaktan eğitim için çeşitli avantajlar sunmaktadır (Sahın, 2006).

2.1.4. Bilgisayar destekli öğretimin yararları

Çağıran (2008) BDÖ'nün yararlarını aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- BDÖ öğrencilerin sürekli aktif olmasını sağlar.
- Her öğrencinin kendi öğrenme hızında bir öğrenim sağlar. Böylece öğrenci kendi kişisel öğrenme ortamında çalışabilir.
- Her öğrenci, öğrendiği konu ile ilgili olarak sorduğu sorulara bilgisayardan cevap alır.

- Laboratuvarda yapılması zor ve tehlikeli deneyler benzeşim yöntemi ile kolaylıkla yapılabilir.
- Öğretim programı, öğrencinin öğrenme ile ilgili gereksinimlerine göre hazırlanabilir.
- Öğretmene dersi tekrar etme, ödev düzeltme vb. görevlerinden kurtararak ona öğrencilerle daha yakından ilgilenme olanağı ve verimli çalışma zamanı sağlar.
- Keşfetme yöntemi ile öğrencilerin öğrenme süreçlerini belirler ve daha hızlı geliştirmesini sağlar.
- Çocuklar ezbercilikten kurtarıp kendisi uyguladığı için yaratıcılığa yöneltilir.
- Bilgisayarların renk, ses, şekil, soru yöneltme vb. özelliklerinden dolayı öğrencilerin daha dikkatli dersi dinlemesi sağlanabilir.

2.1.5. Bilgisayar destekli öğretimin sınırlılıkları

Teke (2010), bilgisayar destekli öğretimin sınırlılıklarını aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- Makine öğretimde, öğrencilerin diğer öğrenci ve öğretmenle olan etkileşimi azaltır.
- Tutum ve değerleri bir tarafa ittiğinden eğitim amaçlarını saptırır.
- Duyuşsal ve psikomotor davranışlar bilgisayarlarla etkili şekilde öğretilmez.
- Program yazıcıları birtakım olasılıkları dikkate almazlarsa yaratıcılığa ket vurabilir.
- Özel donanım ve beceri gerektirir.
- Eğitim programlarını desteklemez.
- Öğretimsel niteliğin zayıf olması bilgisayar destekli öğretimin diğer sınırlılıklarıdır.

2.1.6. Sınıf ortamında bilgisayar destekli öğretimin zorlukları

Hançer (2005), sınıf ortamında bilgisayar destekli öğretimin zorluklarını aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. Süre ile ilgili ortaya çıkan sorunlar;
- Ders notları ve dersi hazırlamak için ortaya çıkan süre yetersizliği
- Dersi hedeflenen süre içerisinde bitirememe

- Belirlenen hedefleri belirlenen süre içerisinde yetiştirememe
- Bilgisayar kullanılması için her öğrenciye gerekli süreyi sağlayamamak

2. Yazılımlarla ilgili ortaya çıkan sorunlar;

- Yazılımların nasıl kullanılacağı hakkında çıkan problemler
- Uygun yazılımların yetersiz oluşu
- Yazılımlar ile gelen belgelerin yetersizliği
- Her öğrenci için yazılımın bir kopyasının bulunmaması
- Yazılımların hata vermesi

3. Sınıf yönetimi ile ilgili sorunlar;

- Bilgisayar laboratuvarlarında yeterli disiplini sağlayamamak
- Öğrencilerin laboratuvarda çıkardıkları gürültü düzeyinin yüksek olması
- Yazılım ve donanımlara verilebilecek zararın ortaya çıkması
- Her öğrenciye uygun yazılımı sağlayamamak

4. Diğer sorunlar;

- Öğrencilerin yeterli derecede klavye kullanabilme becerisine sahip olmaması
- Öğrencilerin bilgisayar kullanımı konusunda sahip oldukları kaygı ve korkunun olması
- Donanımla ilgili ortaya çıkan teknik sıkıntıların giderilememesi ile, ilgili sorunlar bulunması
- Fiziksel koşulların yeteri kadar uygun olamaması (aydınlatma, ısıtma vb.).

2.1.7. Bilgisayar destekli öğretimde kullanılan yaklaşımlar

Namlu (1999) BDÖ'de kullanılan yaklaşımları şu şekilde sınıflandırmıştır;

1. Bilgi Aktarıcı Yaklaşımlar: Bu yaklaşımda bilgisayar bir ders sunu aracıdır. Bu programlar öğrenciye bilgiyi sunar, konu ile ilgili soru yöneltir. Gelen cevaba göre ya yeniden geçmiş konuya dönmesi ya da yeni konuya geçmesi hakkında yönlendirme yapar.
2. Alıştırma ve Tekrar Yaklaşımları: Bu yaklaşım ile öğrencinin önceden öğrendiği bilgileri hatırlamaları ve kullanmaları amaçlanmaktadır. En iyi bilinen ve en çok kullanılan öğretim yaklaşımıdır.

3. Eğitsel Oyun Yaklaşımları: Bu yaklaşım bilgiyi öğrenciye oyunla sunar, motivasyonu yüksek tutar ve ilköğretimin ilk kademesi için çok daha uygun olduğu düşünülmektedir.
4. Benzeşim Yaklaşımları: Bu yaklaşım öğrenciye yeni bilgiler kazandırır. Öğrencinin öğrendiklerini uzun süreli bellekte depolamasına yardımcı olur ve daha kolay anlamlandırmasını sağlar. Aynı zamanda öğrencinin var olan bilgilerle öğrendiği yeni bilgiler arasında ilişki kurmasını sağlar. İyi bir benzeşim programı öğrenciyi motive edebilmeli ve esinlenmesini sağlamalıdır.
5. Problem Çözme Yaklaşımları: Bu yaklaşımda öğrenci problemlerle karşılaşır ve problemi çözmeye çalışır. Öğrenci ile çalışma üzerinde durulduğu için küçük gruplar ve bireysel yaklaşımlar için çok daha uygun olan yaklaşımdır (Çağıran, 2008).

Bilgisayar destekli eğitimde kullanılabilecek bilgisayar programları ise şunlardır;

- Web tabanlı öğretim
- Alıştırmalar ve uygulamalar
- Eğitsel içerikli oyunlar
- Benzeşim programları
- Öğretici testler
- Birebir öğretim programlarıdır (Engin ve diğ., 2010).

Benzeşim yaklaşımına uygun olan simülasyonlar, öğrencilerin zihinlerindeki soyut kavramları somutlaştırması dönüştürmesi nedeniyle önem arz etmektedir. Ayrıca simülasyonlarda öğrenciler birtakım değerlerde değişiklik yapabilmektedir bu nedenle de simülasyonlar animasyonlara göre daha uygun öğretim yöntemi olarak kullanılmaktadır (Sertkaya, 2018).

2.2. Modelle Öğretim Yöntemi

Modelleme tanımına göre; elde bulunan kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir eylemi anlaşılır hale getirmek için yapılan çalışmalar modelle öğretim yöntemi olarak tanımlanabilir. Bu çalışmalar sonucu elde edilen ürün ise model olarak adlandırılmaktadır (Gülçiçek, 2009). Evrende neler olduğu ve evrenin temel özellikleri hakkında ortaya çıkan metafiziksel olaylar olarak bilimciler tarafından kabul edilmektedir (Güneş, 2003).

Literatürde model için kullanılan ibareler şu şekilde sıralanabilir;

1. Modeller bilimin temel ürünüdür.
2. Modelleme bilimsel yöntemin bir elementidir.
3. Modeller fen eğitiminde temel öğrenme aracıdır (Minaslı, 2009).

Fen ve teknoloji derslerinde birçok modelden yararlanılmaktadır. Soyut kavramlar bireylerin zihinlerinde oluşturulması güç olan kavramlardır (Sahın, 2006). Modeller bilgisayar teknolojisi ile inşa edilir (Minaslı, 2009).

2.2.1. Simülasyon tanımı

Köprünün çökmesinin nedeni nedir? Bir virüs nasıl yayılır? Neden gökyüzü mavidir? İstikrarlı bir ekosistemin temelleri nedir? Bu soruların cevapları simülasyonlar ile keşfedilebilir. (Repenning ve diğ., 1999). Jong ve van Joolingen (1998), bilgisayar simülasyonunu "bir sistemin modelini (örneğin doğal veya yapay bir ekipman) veya bir süreci kapsayan bir program" olarak ifade etmiştir (de Jong ve van Joolingen, 1998). Alassi ve Trollip (1991), simülasyonu "bir simülasyon, onu taklit ederek ya da çoğaltarak dünyanın bazı yönlerini öğreten güçlü bir teknik" olarak tanımlamıştır. Öğrenciler sadece simülasyonlar tarafından motive edilmezler, aynı zamanda simülasyonlar ile etkileşime girerek gerçek durumlarda verecekleri tepkileri öğrenirler. Neredeyse her durumda, bir simülasyon, ayrıntıları ekleyerek veya değiştirerek gerçeği sadeleştirir. Öğrenci, bu sadeleştirilmiş dünyada, problemleri çözer, prosedürleri öğrenir, olayların özelliklerini ve bunların nasıl kontrol edileceğini anlar veya farklı durumlarda hangi eylemleri gerçekleştireceğini öğrenir (Akt. Sahın, 2006).

Simülasyonlar bir oyun, bir rol oynama veya bir metafor görevi gören etkinlik gibi çeşitli biçimlerde olabilir. Ayrıca simülasyonlar, konuyu özetleyici bir ölçüt olarak değil, öğrenme sürecinin bir parçası olarak kullanılabilir. Diğer yandan eleştirel ve değerlendirici düşüncenin kullanımını teşvik eder. Belirsiz ya da açık uçlu oldukları için, öğrencileri bir senaryonun etkilerini düşünmeye teşvik eder. Ayrıca deneyimsel uygulama yoluyla öğrencileri kavram kazanımına teşvik eder (Bello ve diğ., 2006). Öğrencilerin bir kavramın nüanslarını anlamalarına yardımcı olur. Öğrenciler genellikle, aktiviteyi ilk elden kendileri deneyimledikleri için, onu duymak veya

görmek yerine, diğer etkinliklere göre daha ilgi çekici bulurlar (Bello ve diğ., 2006). Simülasyon kullanımı diğer görsel teknoloji ürünlerinden daha avantajlıdır. Örneğin, video teknolojisinde öğrenciler, karmaşık, dinamik süreçleri gözlemleyebilirler. Ancak video teknolojisinin aksine, simülasyonlarla daha aktif bir şekilde etkileşime girebilir ve simülasyonda bir sürecin tüm alternatiflerini deneyebilirler (Repenning ve diğ., 1999). Yapılan araştırmalar öğrencileri aktif olarak meşgul eden materyal kullanımının, bilimsel açıklamalar oluşturmada etkili olduğunu göstermektedir (Baker ve Moore, 1996).

Simülasyon uygulamaları ile modeller oluşturulur. Soyut kavramların bireyin zihninde kolayca canlanması için simülasyonlar kullanılmaktadır. Simülasyon uygulamalarının ana amacı yaparak öğrenmedir. Çoğunlukla anlaşılması güç ve karmaşık olan fen bilimleri konularını anlaşılır hale getirerek basite indirgeyen simülasyonlar birçok öğrenci tarafından benimsenmektedir (Minaslı, 2009).

Animasyon veya öğrencinin kendisi tarafından yönetilen simülasyon uygulamaları bireyin konuyu daha iyi anlamasına katkıda bulunacaktır. Bireyler günlük yaşantılarında daha rahat öğrendikleri bilgileri ilişkilendirebileceklerdir. Anlamlı öğrenme gerçekleşmiş olacaktır (Minaslı, 2009). Simülasyonlar ve animasyonların istenilen sayıda tekrar edilebilir olması ayrıca zaman ve mekân bağlılığı olmadan daima inceleme fırsatı tanıması uygulamaları kullanan adayların problemlere çözüm yolları aramalarını kolaylaştırır (Köklü, 2015).

Gredler (1996) simülasyonları sembolik ve deneysel olarak iki gruba ayırmıştır. Ona göre, sembolik simülasyonlarda, öğrenci program ortamının aktif bir katılımcısı değildir. Öğrenciler bir demografi simülasyonunda gelişen olayların dışında kalır. Öte yandan, Gredler'e göre deneysel simülasyonlar, öğrenciyi, kendisinin aktif bir bileşen olduğu karmaşık ve değişken bir ortama çeker. Öğrencilerin programdaki rollerinin bir parçası olarak, çok boyutlu problem çözme stratejilerini uygulamalarına izin verir. Ayrıca, öğrencilere kendi düşünce ve öğrenmelerini, organize ederek yönetmeyi öğretir. Bilişsel stratejilerini geliştirme fırsatları sağlar. Deneyimsel simülasyonlarda öğrenci, ister bireysel isterse iş birliğine dayalı olarak simülasyonu kullanabilir (Gredler, 1996).

Simülasyonların bilimsel anlamda yararlı olabilmesi için, gerçek olay ve verilere dayanarak, gerçek dünyaya ait basit temsili yapılarda olması gerekir. Simülasyon çalışmaları, gerçek zamanda parametreleri gözlemlemek için, gerçek zamanlı çalışır olmalıdır. Simülasyonların değerli bir diğer yönü de sonsuz sayıda tekrarlanabilir olabilmeleri ve farklı değişkenleri deneyip farklı alternatif sonuçları gösterebilmesidir. Tasarımı yapan eğitici, öğrenci sayısı ve ihtiyaçlarına göre, yapılacak aktiviteyi, öğrenci kabiliyet seviyesine uyarlayabilir. Öğrencilerin takip etmesi gereken adımlar simülasyonlarda çevrimiçi olarak veya verilen notlar ile daha kolay sağlanabilir (Blake ve Scanlon, 2007). Simülasyonlar ile öğrenmeyi keşfeden öğrenci simülasyonu kendisi kullandığı için öğrencinin sorumluluğuna daha fazla önem verilmiş olur. Simülasyonlar teknolojiye dayanan yeni bir öğrenme ortamı olarak öğrenme ve öğretimde yerini alabilir (de Jong ve van Joolingen, 1998).

Bilgisayar simülasyonları, pratik olmayan, pahalı, imkânsız veya çalıştırılması çok tehlikeli olan laboratuvar çalışmalarını simüle etmek için potansiyel olarak faydalıdır. Simülasyonlar kavramsal değişime katkıda bulunabilir, açık uçlu deneyimler sunabilir ve bilimsel araştırma ve problem çözme için araçlar sağlayabilir. Bilgisayar simülasyonları uzaktan eğitim için de potansiyellere sahiptir (Sahın, 2006). Liselerde biyoloji, fizik ve sosyal araştırmalarda, dijital bilgisayar kullanımı ve bilgisayar simülasyonları müfredatı desteklemede iyi bir eğitim aracıdır ve eğitime büyük katkı sağlamaktadır (Visich ve Braun, 1974). Kara (2018), ilk ve orta öğretim seviyelerinin yanı sıra yükseköğretim seviyelerinde de kullanılabilecek eğitim yazılımının geliştirilmesinin olumlu sonuçlar getirme potansiyeli olduğu bildirmiştir. Bu potansiyeli etkinleştirmek için uygun yazılım geliştirme süreçlerini benimsemek ve geliştirilen yazılımın etkilerini araştırarak çok boyutlu bir şekilde düşünülmesinin gerektiğini vurgulamıştır (Kara, 2018).

Bir araştırmada, üç boyutlu bir model (yani boncuk model) veya bir bilgisayar animasyon modelinin kullanılmasının, öğrencilerin moleküler genetik anlayışını geliştirebileceği gösterilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin iki boyutlu resimlerle aktivitelere dahil edilmesinin, geleneksel öğretime kıyasla başarıyı arttırdığı ifade edilmiştir. Temel biyolojik prensiplerin sunumu için simülasyon tekniği kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Simülasyonlar ile biyolojinin temel ilke ve kavramları kolaylıkla öğrenilebilir (Spain, 1973).

Eğitimsel simülasyonların sınıflarda kullanımının giderek artmasıyla, öğretime etkisi konusundaki araştırmalarda giderek artmıştır. Bu bağlamda son 30 yıldaki araştırmalar bilgisayar simülasyonlarının öğretimsel yaklaşımlara, öğretimsel kapasiteyi, beceri geliştirmeyi ve tutum gelişimini pozitif yönde etkilediğini ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda bilgisayar simülasyonları keşfe dayalı öğretim ortamı sağlamaktadır (Gülçiçek, 2009).

Bilgisayar simülasyonları gerçek olguyla yer değiştirebilen yapıya sahip olduğundan, öğretim sürecinde ortaya çıkan sıkıntıların giderilmesi yönünde avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, bir olguya ait etkiler çok hızlı gerçekleşebilir ve doğrudan gözlemlenemeyebilir (Gülçiçek, 2009).

Maliyeti azaltır, pahalı araç-gereçlere ihtiyaç duyulan deneyler simülasyon ortamında kolaylıkla yapılabilir. Gerçek yaşamda açığa çıkmamış bazı olay ve davranışları detayları ile açıklayabilir. Bilgisayar simülasyonları fiziksel sınırlamalar nedeniyle müdahale edilemeyen durumlarda istenilen şartların oluşmasında kullanılarak deneysel duyarlılık çalışmalarının anlaşılmasını sağlar. Tekrarlanan aktiviteler kolaylıkla simülasyonlar ile bilgisayar ekranına taşınabilir (Gülçiçek, 2009).

2.2.2. Simülasyon tarihçesi

"Simülasyon" terimi, "benzer" anlamındaki similis kökünden gelen, bir şeyin benzerini (taklidini) yapmak demek olan ve 14. yüzyıldan beri Latince'de kullanılan “simulare” sözcüğünden türetilmiştir. Bu terim ancak 20. yüzyılda teknik bir anlam kazanmıştır (Adanır, 2007).

Simülasyonun savaş oyunlarında strateji belirleme ve savaş eğitimlerinde kullanılmıştır. Bir nicelik miktar tekniği olarak Los Alamos, Scientific Laboratuarında nötronlarla çalışılırken, Van Neumann Simülasyonu, elle veya fiziksel modellerle analizi karmaşık ve pahalı olan fizik problemlerini çözmede kullanmıştır. Uzmanlaşıp, özelleşen bilgisayar dilleri, geniş ölçülü problemleri daha etkili ele almak için 1960’larda geliştirilmiştir. 1980’lerde ise durumları dizmeyi ele almak için yazılmış simülasyon programları geliştirildi. Bu simülasyon programları XCELL, SLAM, WITNESS, MAP / 1 gibi değişik isimlere sahiptirler (Koçak ve diğ., 2013).

Simülasyonu iki matematikçi, Jon Von Neumann ve Stanislaw Ulam, II. Dünya savaşı döneminde nötronların şaşırtıcı davranış problemlerini çözmek için kullanmıştır. Ekim 1961'de IBM (uluslararası iş makinaları), bir sistem tasarım şirketi olan Norden'e "Gordon Simulator" ı sunmuştur. Aralık 1961'de Geoffrey Gorden tarafından Genel Amaçlı Sistemler Simülatörü (GPSS) hakkında bir makale sunulmuştur. O zaman, GPSS, FAA'nın hava durumu bilgilerini genel havacılığa dağıtması için bir sistem tasarlamak için kullanılmıştır. 1967 Kasım'ında, Genel Amaçlı Simülasyon Sistemini (GPSS) kullanarak Simülasyon Uygulaması Konferansı New York'ta yapılmıştır ve o zamandan beri simülasyonlar arasında sıçrama ve sınırların artmasına devam eden güçlü bir araç olarak popüler olmuştur.

Simülasyonlar 90'lardan bu yana, çok gelişmiştir. Bu gelişmelerle birlikte simülasyon uygulamaları eğitim alanında da kullanılmaya başlamıştır. Simülasyonlar öğretmen eğitimi için ulusal müfredat çerçevesinde (NCFTE), 2005 ve 2009'dan sonra dikkate alınmaya başlanmıştır (Sharma, 2015). Simülasyonlar, günümüzde de birçok bilim müfredatının öğretilmesinde yaygın kullanılan bir araç haline gelmiştir (Rutten ve diğ., 2012).

Simülasyonlar için ilk olarak model geliştirilmesi şarttır. Bu model seçilmiş fiziksel veya somut sistem ya da sürecin, anahtar karakteristik özelliklerini veya davranış/fonksiyonlarını taşırken, simülasyon sistemin zamana bağlı çalışmasını temsil etmelidir. Simülasyon ile öğrenme gelişmiş ülkelerin işletme ve endüstri kuruluşlarında etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Simülasyonlar ile öğrenme sonucunda bireyler kendi bilişsel hafızalarında kavramların haritalarını ve modellerini oluştururlar (Koçer, 2015).

Simülasyonlar inandırıcı olmalıdır. Simülasyonlar ne kadar iyi yapılırsa yapılsın asla gerçek dünyanın birebir bir kopyası olamaz. Öğrenciler simülasyonun içinde olduklarına ne kadar inanırlarsa öğrenmede o kadar fazla olur (Köklü, 2015).

Koçer (2015)'e göre; benzeşimlerle öğrenme sırasında gerçekleşen etkinlikler şunlardır: İnceleme, test etme, karar verme, deney yapma, araştırma ve soruşturma ve problem çözmedir.

Bir simülasyonun doğruluğu; hassasiyeti ve gerçeğini ne kadar yakın taklit ettiği ile açıklanır. Simülasyonları doğruluğuna göre üç şekilde sınıflandırabiliriz;

- Düşük simülasyon: Bir sistemin girdileri kabul etmesi ve çıktılar vermesi için gerekli minimum simülasyon
- Orta simülasyon: Uyaranlara sınırlı doğrulukla otomatik olarak yanıt veren simülasyon
- Yüksek simülasyon: Neredeyse gerçek sistem ile ayırt edilemeyecek veya çok yakın simülasyondur (Adanır, 2007).

Son yıllarda simülasyon özellikle eğitim alanında kullanılan yöntemlerdendir. Simülasyonlar, eğitimde maliyeti düşük ve kullanışlı bir yöntemdir (Teke, 2010). Simülasyon programları kısaca, gerçek yaşantıda karşılaşılan olayların deneye döküldüğünde tehlike ve olumsuzluklarının giderilip sınıf ortamında gösterilmesidir. Öğrencilerin bir olayda ortaya çıkan etkileri görüp analiz etmesi, yanlışları düzeltmesi çıkan sonuçları kendince yorumlaması amacı ile kullanılan etkili bir öğretim metodudur. İçerik simülasyon programının etkili olmasını sağlayan önemli hususlardandır. Hazırlanan her program etkili olmayabilir. Öğrencinin dikkatini çekebilen, öğrenci seviyesine uyan simülasyon programları başarılı sonuçlar sağlamaktadır. Nitelikli bir simülasyon programı öğrencinin motive olmasını ve esinlenmesini sağlayabilmelidir (Engin ve diğ., 2010).

2.2.3. Simülasyon tipleri

Simülasyon tipleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

1. Kesikli olaylar simülasyon yöntemi: Kesikli simülasyon dilinin asıl ilgilendiği olay, model içinde bulunan etkinliklerin özel sırasını kontrol etmektir. Ayrıca dili kullanan kullanıcının "çevreyi görmesi" ve kesikli benzetim dilinin sınıflandırılması için bir temelin oturtulması yoludur.
2. Sürekli simülasyon yöntemi: Bazı sistemlerde olaylar tüm zaman sürecinde sürekli değişebilir ve bu değişme bazı kesikli olayların aynı zamanlarında olmayabilir buna sürekli benzetim yöntemi denir.
3. Hibrit simülasyon yöntemi: Kesikli ve sürekli simülasyon yönteminin ikisini içerisinde barındırır.

Tekdal (2002)'a göre, simülasyonların tasarımı ve geliştirilmesi için temel adımlar şunlardır:

- Olayın öğrenilmesi ve analiz edilmesi.
- Tasarıma ilişkin faktörlere karar verilmesi.
- Simülasyonun dayandığı modelin yaratılması.
- Modelin yazarlık diline aktarımının sağlanması.
- Uygun kullanıcı ara yüz programının geliştirilmesi.
- Öğretimsel desteğin programa eklenmesi.

Teke (2010)'a göre, simülasyonun tasarımı ile ilgili alınması gereken kararlar şöyle sıralanabilir:

- Motivasyon arttırıcı ve öğrenmeyi destekleyici tekniklerin belirlenmesi.
- Öğrenci kontrolü, yayımlama şekli ve öğretimsel stratejinin belirlenmesi.
- Giriş-çıkış işlemleri, zamanın statik ya da dinamik olması ve görüntülere karar verilmesi.
- Her bir ekran görüntüsü için; metin, resim, menü, buton, ses, animasyon, öğrenci tepkisi, geri bildirim ve öğrenme desteğinin belirlenmesi.
- Simülasyonun dayandığı bilgisayar modelinin yapılması için konuyu iyi bilmenin yanı sıra matematik ve programlama bilgisine ihtiyaç vardır. Model oluşturulduktan sonra elde edilen veriler uygun bir programlama dili ile (Java, C++) yardımı ile programlanır.

2.2.4. Simülasyon programlarında dikkat edilmesi gerekenler

Engin (2010)'a göre, simülasyon programında dikkat edilmesi gerekenleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Simülasyon modeli anlaşılır, yalın ve öğrenci seviyesine uygun olmalıdır.
- Simülasyon programlarında seçilen değişkenler uygun olmalıdır.
- Olasılıklara açık ve yeterli olmalıdır.
- Simülasyonun tamamlanabilmesi için zaman iyi ayarlanabilir olmalıdır.
- Programlar daha çok hesap yapmayı ve karar vermeyi desteklemelidir.

Bir benzetişim yazılımı üç ana unsurdan oluşmaktadır. Bunlar;

a) Senaryo
b) Modelleme
c) Öğretim taktik ve stratejileridir (İskender, 2007).

Simülasyondan kastedilenin ne olduğunu anlamak açısından sınıflandırmak yararlı olabileceği gibi, bir simülasyonu tek bir tür kapsamında düşünmekte mümkün olmayabilir. Bu tür simülasyonlar için birden fazla simülasyon sınıfının sentezinden oluştuğu söylenebilir (Gülçiçek, 2009).

Simülasyonlar; fiziksel simülasyonlar, tekrarlanan simülasyonlar, prosedür ve durum simülasyonları olarak 4 kategoride sınıflandırılabilir.

Fiziksel simülasyonlar; ekranda fiziksel bir varlık veya eylemin incelenmesidir.

Tekrarlanan simülasyonlar; bu simülasyon ile farklı parametreler değiştirilerek sonuca ulaşılmaktadır.

Prosedür simülasyonları; belirlenen ürüne ulaşmak için lazım olan basamaklar öğretilir.

Durum simülasyonları; farklı durumlar içerisinde bulunan kişi veya kurumların davranışlarını gösterir (Civelek, 2008).

2.2.5. Simülasyon kullanım alanları

Çoğu alanda simülasyon tekniğinden yararlanılmaktadır. Bunlardan bazıları:

1. Askeri eğitimdeki harp oyunları.
2. Pilotların uçak modelleri üzerinde çalışmaları.
3. Pilot kabininin yapısı üzerinde bilgisayar sistemlerinin imkânları ile uçuş eğitimi yapılması.
4. Şoför adaylarının özel pistlerde sürücülük eğitimi yapmaları.
5. Siyaset biliminde meclisin sınıf ortamında canlandırılması.
6. Doktor adaylarının kadavra üzerinde eğitim görmeleri (Koçak ve diğ., 2013).

2.2.6. Simülasyon tekniğinin kullanım amacı

Simülasyon tekniğinin kullanım amacı;

1. Sistem deney yapmaya uygun değilse
2. Sistem henüz tasarım aşamasındaysa
3. Sistem/Problem karmaşıksa
4. Sistemin davranışı analiz edilecekse
5. Bilgisayar mevcutsa
6. Kolay anlaşılır değilse kullanılır (Koçak ve diğ., 2013)

Literatür incelendiğinde eğitici bilgisayar programlarının öğrencilerin cinsiyetine bakılmaksızın etkili motivasyonel öğrenme ortamları olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Papastergiou, 2009). Bilgisayarların biyoloji eğitiminde kullanılması farklı düzeyde öğrenme boyutlarını amaçlayan uygulamaların yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bilgisayarlar elde ettiğimiz veriler üzerinde birçok basit ya da karmaşık matematiksel işlem yaparak istatistiksel analizler elde etmemize yardımcı olur. Simülasyon yazılımları sayesinde bilgisayar ortamına laboratuvarlar taşınabilmektedir. Böylelikle pek çok biyolojik deneyler güvenle yapılabilmektedir (Kara, 2014). Simülasyon ve animasyon yapımı için kullanılan birçok program vardır. Fakat dünya çapında bu anlamda en yaygın kullanılanlar Java ve Flash programlarıdır (Bozkurt, 2008).

2.3. Java'nın Tarihçesi

Mikroişlemci devrimi ile dünyada yüz milyonlarca sayıya ulaşan kişisel bilgisayarlar yapılmıştır. Kişisel bilgisayarlar insanların hayatlarına kolaylık sağlayarak derin izler bırakmıştır. Java programlama dili şu anda dünyadaki en popüler programlama dillerindendir. 1991 yılında Java, SUN bilgisayar şirketince elektrikli ev araçlarının birbiri ile haberleşmesini amaçlayan bir proje ile geliştirilmeye başlanmıştır. 1993 yılında internetin tüm dünyaya yayılmaya başlaması ve Java'nın web sitelerinde kullanılması Java'nın önemini giderek artırmıştır. Mayıs 1995'te SUN, Java'yı büyük bir konferansta tanıtmıştır. Java internet web sunucularının fonksiyonlarını çoğaltmak ve cep telefonu, sayfalayıcılar, kişisel dijital yardımcı (PDA) gibi birçok cihaz için, program geliştirmek amacıyla çalışabilmekteydi; ayrıca modern bilgisayar dünyasının

ses, grafik işlem, haberleşme gibi ihtiyaçlarına cevap verebilen ve ticari gayeler için hazırlanan bir programlama dili olarak daha önceki bilgisayar dillerinin hiçbirinin kapsayamadığı özellikleri içermekteydi. Java'nın internette yayınlanması çok büyük bir patlama yarattı. 1997 yılında dünyadaki tüm okullarda temel bilgisayar dili olarak Java gösterilmeye başlandı. C++ dili, dünyada en çok kullanılan dil olmasına rağmen yapılan hataların tam olarak denetleyememektedir. Program çalışma hızını arttırma yönünden iyi bir özelliğe sahip olsa da profesyonel programcılar dışında kullanılması sınırlandırıcı bir etki olarak ortaya çıkmıştır. Java bütün hataları bildiren bir yapı ve modern bilgisayarın tüm fonksiyonlarına ulaşabilen kütüphaneleri ile programcıları çok daha kolaylıkla öğrenebileceği bir dil olarak gelişmiştir (Bozkurt, 2008).

Java'nın temel ve diğer bir önemli özelliği ise; nesne temelli bir dil olmasıdır. Nesne temelli diller; gerçek dünyamızdaki nesneleri benzer yapılarda tanımlayarak kolay anlamamızı sağlar. Java dilinin çok kullanımlı (multi tasking) ve paralel kullanımlı (multi threading) bir dil olması onu geleceğin dili yapan diğer bir özelliğidir. Çok kullanımlılıktan kasıt, birden fazla işlemin aynı anda yapabilmesi, paralel kullanımlılık ise; hafızayı birden fazla programın aynı anda kullanabilmesidir. Java paralel kullanım olanaklarını sunan ilk bilgisayar dilidir. Paralel kullanım paralel programlama kavramından farklıdır (Bozkurt, 2008).

Java teknolojisi ile yazılan uygulamaları işletim sistemine bağlı olmaksızın kullanılabilmesi özelliği Java'yı bağımsız platform yapmaktadır ve bu Javanın en önemli özelliği olarak geçmektedir (Yıldırım, 2005). Java dili ile yazılan bir program Unix, Macintosh, Windows 98, Windows XP veya herhangi bir makinede hiç değiştirilmeden kullanılabilmektedir. Java programlarının grafikleri, internet sayfalarının programlama dili olan HTML (Hypertext Markup Language) ile aktarılmaktadır. HTML, internet belgelerini birbirine bağlamak amacıyla geliştirilmiş bir belge işlem sistemidir ve bir programlama dili değildir (Bozkurt, 2008).

Java internet ve veri tabanlı bağlantılar içerdiğinden, tarayıcıdan kullanılan bir görsel ara birim gerektiren uygulamaları yazmak için diğer dillere göre daha gelişmiş özelliklere sahiptir. Servlet, JSP, JDBC, EJB, JMX gibi Java teknolojileri bu tarz uygulamaları yazarken ciddi kolaylıklar sağlamaktadır (Bozkurt, 2008).

2.3.1. Java'nın çalıştırılması

Java programlarını çalıştırabilmek için Java 2 Software Development Kit (J2SDK) versiyon 1.5.0 kurulmalıdır. Java programı beş bölümde çalıştırılır. Edit, Compile, Load, Verify ve Execute şeklindedir. Birinci basamakta editör yardımıyla bir dosyaya ait düzenleme işlemleri yapılmaktadır. Programcı Java programını editör yardımıyla yazar ve gerekli ise düzeltmeleri yapar. Programı yazdıktan sonra programı editör programı yardımıyla diske kaydeder. Java program dosyaları kaydedilirken Java uzantısını alırlar.

İkinci bölümde programı derlemek için JAVAC komutu kullanılır. Java derleyicisi yardımı ile Java programını Bytecode yapısına dönüştürür. Eğer program doğru şekilde derlenmişse, derleyici Welcome.class isminde içerisinde komutların Bytecode hali bulunan bir dosya oluşturur. Üçüncü bölüm yükleme olarak adlandırılır. Program çalıştırılmadan önce ilk olarak hafızaya yerleştirilmelidir. Bu işlem Bytecode'ları içeren sınıf (class) dosyalarını alan "Class Loader" ile yapılır ve onları hafızaya aktarır. Class dosyaları sistemdeki hard disk' ten veya bir ağ üzerinden yüklenebilir.

Dördüncü bölümde yüklenen sınıf (class) dosyalarının bytecode'ları Bytecode Verifier sayesinde doğrulanır. Bu doğrulama işlemi sınıf (class) Bytecode'larının geçerli olduğunu kesinleştirir ve Java'nın güvenlik sınırlamalarını bozmaz. Java kuvvetli bir güvenlik sistemi içermektedir. Çünkü Java programları ağ üzerinden dosyalara ve sisteme zarar vermemelidir. Bytecode doğrulaması, aynı zamanda ağ üzerinden yüklenen uygulamalarda da olur.

Beşinci bölümde, işletim sisteminin kontrolündeki yapı programı bir Bytecode'a çevirir. Böylece program tarafından belirtilen işlemler gösterilir. Bu işlemin olması için iki tür program vardır. Bunlar uygulamalar ve Applet' lerdir. Uygulama dediğimiz yapıya, kelime işlemci programı, çizim programı vb. örnek gösterilebilir. Bu tür programlar kullanıcının kendi bilgisayarında depolanır ve çalıştırılır. Applet ise internet tarayıcılarına bağlı uzak bilgisayarlarda depolanan küçük programlara denir. Buradaki uzak bilgisayarlar web sunuculardır. Applet'ler uzaktaki web sunucu bilgisayarında yüklenir, tarayıcıda çalıştırılır ve çalıştırma işlemi bittiği zaman bilgisayardan boşaltılır. Uygulamalar hafızaya yüklenir ve Java derleyicisindeki Java komutu ile çalıştırılır (Bozkurt, 2008).

Web tabanlı eğitim sayfalarında Java programlama dili kullanılmaktadır. Animasyon ve simülasyonların Java dili ile yazılmasının nedeni, bilgisayar ortamında kullanılan en güvenilir dil olmasıdır. Ayrıca diğer yazılım dillerinden olan C++, Delphi vb. programların özel kütüphaneler kullanarak yaptıkları işlemleri Java programlama dili kolaylıkla yapabilmektedir (Kiraz, 2006). Bu nedenle geliştirilen Mayoz Üçlüsü simülasyon programı Java programlama dili yazılmıştır.

2.4. Mayoz Bölünme

Yüksek yapılı canlılarda tür içi kromozom sayısının sabit kalarak üremesini eşeyli üreme sağlamaktadır. Bu olay, üreme hücrelerinde kromozom sayısını yarıya indiren özel bir bölünme olan mayoz bölünme ile gerçekleşmektedir. Bölünme sonucu (n) kromozomlu dişi üreme ve erkek üreme gamet hücreleri olan yumurta ve sperm meydana gelmektedir. İnsan 46 (2n) kromozoma sahiptir. Bu kromozomlar biri anneden diğeri babadan gelen (homolog kromozomlar) diploit hücrelerdir. Başka bir ifade ile homolog kromozomlar 23 çift kromozomdan oluşmaktadır. Homolog kromozomlar sinaptonemal kompleks denilen bir yapı ile bir arda tutulur. Mayoz bölünme iki aşamadan oluşmaktadır. Mayoz I ve mayoz II (Campbell ve Reece, 2008).

Mayoz bölünme kromozom replikasyonu sonrasında ilerlemektedir. Gerçekleşen tek bir replikasyonu mayoz I ve mayoz II adı verilen iki hücre bölünmesi takip etmektedir.

İnterfaz: Bu evrede her bir kromozom replikasyon geçirmektedir. Her bir kromozom için özdeş iki kromatid meydana gelmektedir. Kromatidler sentromerlerinden birbirine bağlı bulunmaktadır. Sentrozomlar da replikasyon ile iki katına çıkmaktadır.

Profaz I: Bu evre mayoz bölünmenin en uzun aşamasıdır. Kromozomlar bu evrede yoğunlaşmaya başlayarak kardeş kromatitlerden oluşan homolog çiftleri oluştururlar. Sinapsis olayında kromozomları bir arda tutan sineptonemal kompleks adı verilen yapı profaz evresinin sonuna doğru kaybolur ve her bir kromozom çifti tetratları meydana getirir. Bu evrede kromozomlar kiyazma bölgelerinden parça alış- verişi yapmaktadır. Sentrozomlar uzaklaşır ve iğ iplikleri oluşur. İğ ipliklerinin kinetokora tutunması ile kromozomlar metafaz plakasına doğru göç eder.

Metefaz I: Bu evrede homolog kromozomlar metafaz plakası üzerinde dizilirler. Hücre kutuplarından çıkan kinetokor mikrotübülleri kromozomlara bağlanır.

Anafaz I: İğ iplikleri kromozomları kutuplara doğru hareket ettirir. Kardeş kromatitler aynı kutba hareket ederler. Homolog olan diğer kromozomlar ise zıt kutba çekilir.

Telofaz I ve sitokinez: Her kutupta kromozom hareketi sonucu haploit kromozom takımı oluşur. Lakin her kromozom hala iki kardeş kromatite sahiptir. Bu esnada sitoplazma bölünmesi de gerçekleşmektedir. Kromozomların yoğunlaşması durumu ortadan kalkar, çekirdek zarı ve çekirdekçik yeniden oluşur.

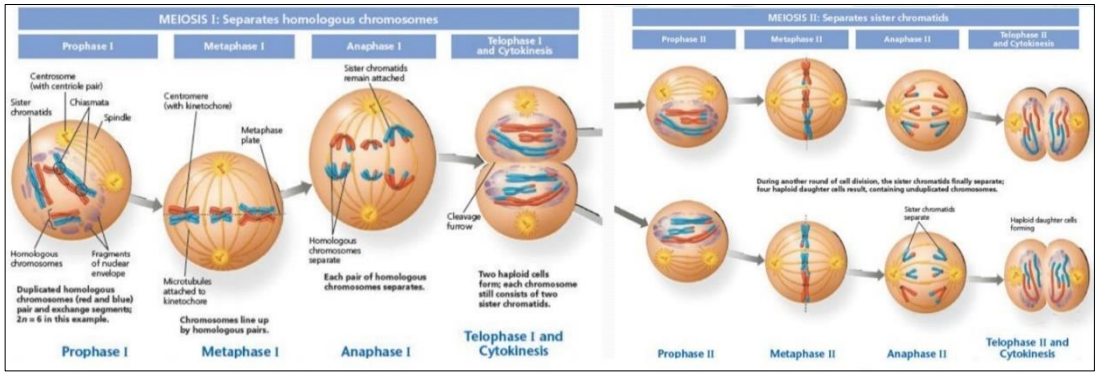
Mayoz II: Mayoz II' ye girmeden önce kalıtsal madde tekrar replikasyon geçirmez.

Profaz II: Bu evrede iğ iplikleri oluşur ve kromozomlar metefaz II plakasına göç eder.

Metefaz II: Her kromozomun kardeş kromatidlerinin kinetokorları, ters kutuplara doğru yönelir.

Anafaz II: Kardeş kromatidlerin sentromerleri birbirinden ayrılır. Her bir çiftin kardeş kromatidleri artık bireysel kromozomdur ve hücrenin zıt kutuplarına hareket ederler.

Telofaz II ve sitokinez: Hücre zıt kutuplarında çekirdekler oluşur ve sitokinez gerçekleşir. Sitokinez tamamlandıktan sonra her biri replike olmamış haploit sayıda kromozom içeren dört kardeş hücre oluşur (Campbell ve Reece, 2008).



Şekil 2.1. Mayoz bölünme evreleri (Campbell ve Reece, 2008)

Lise biyoloji öğretim programındaki konular içerikleri bakımından, Latince kelimeler bulundurması ve konular arasındaki karmaşık ilişkiler sebebiyle öğrencilerde yanılgılara sebep olmakta ve zor konular olarak nitelendirmektedir (Özsevgeç, 2007).

Öğrencilerin biyolojide anlaşılması güç olan kavramları ve olaylar arasındaki karmaşık ilişkileri öğrenmek yerine ezberlediği Yakışan (2008) tarafından dile getirilmiştir. Bu durumda beraberinde öğrencilerin zihinlerinde birçok kavram yanılgısı oluşmasına neden olmaktadır (Yakışan, 2008). Farklı düzeylerde okuyan öğrencilerin kavram yanılgılarını inceleyen çalışmalara göre; öğrencilerin yaşamın doğası, hayvan ve bitkilerin sınıflandırılması, hücre, fotosentez, solunum, genetik, vücudumuzdaki sistemler gibi pek çok biyoloji konusunda kavramsal yanılgılara sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Özsevgeç, 2007). Öğrencilerde bulunan kavram yanılgılarının nedenlerinin, genel biyoloji derslerinde ve liselerde öğretilen biyoloji dersinde, kaynak olarak kullanılan kitaplar ve uygulanan öğretim metotları olduğu düşünülmektedir. Dahası öğrencilerin ilköğretim ve ortaöğretimin ilk yıllarında kazandığı yanlış anlamaların, uzun yıllar boyunca değişmeden kalması sonucu bu kavram yanılgıları ortaya çıkmış olabilir (Özdemir, 2008).

Yakışan (2008), çalışmasında aşağıdaki biyoloji konularının öğretmenlerin anlatımı açısından ve öğrencinin anlaması açısından güç olduğunu ifade etmiştir.

1. Suyun organizmada taşınımı
2. Osmaz ve osmoregülasyon
3. Solunum ve fotosentezin kimyası
4. Enerji döngüleri
5. Hücre solunumu
6. Protein sentezi
7. Mayoz ve mitoz bölünme
8. Enzimlerin yapısı ve fonksiyonu
9. Kalıtımın kromozom teorisi
10. Mendel'in genetik yasaları
11. Çoklu allellerdir

Bahar (2002) araştırmasında 52 biyoloji konusunu içerisinden seçtiği 10 konudan yedi genetik konusunun öğrencinin algılaması güç konular olduğunu belirtmiştir. Bu konular genetik mühendisliği, mayoz ve mitoz bölünme, gametler-alleller-genler, kromatin ve kromozom, gelişimin genetik kontrolü, monohibrit-dihibrit çaprazlamadır. Hücre bölünmesi konusunun, her yaştan ve her düzeyden öğrenci

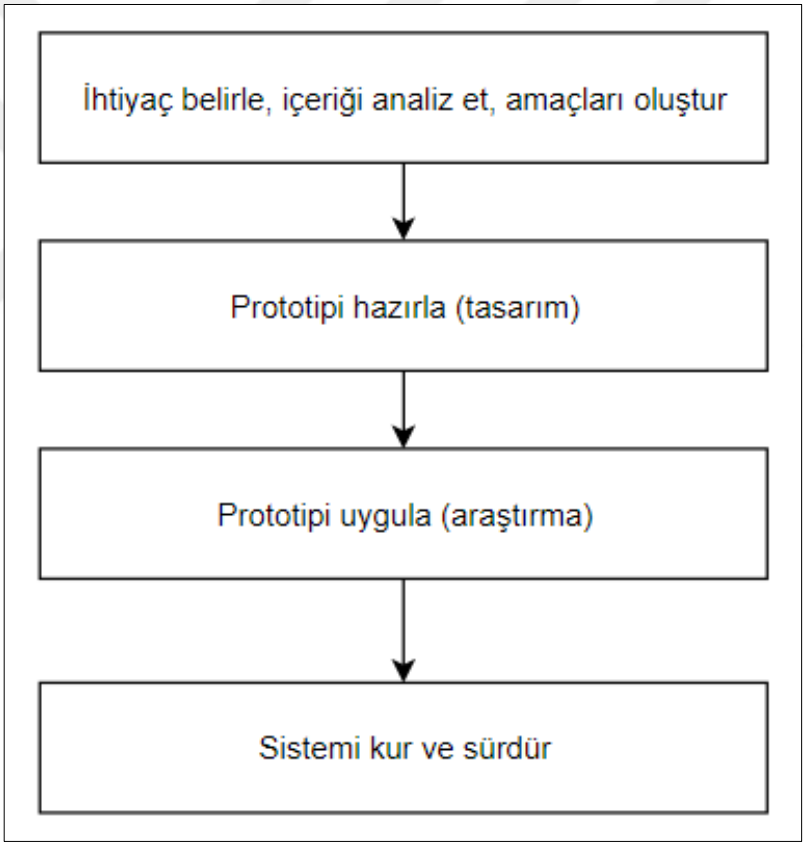
tarafından yetersiz ve kötü bir şekilde anlaşıldığını Yakışan, (2008) belirtilmiştir. Tekkaya ve diğ., (2001) 368 lise öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerin en fazla hormonlar, genler ve kromozomlar, mayoz ve mitoz bölünme, sinir sitemi, Mendel genetiği ve protein sentezi konularında güçlük çektiğini belirtmiştir (Akt. Engin ve diğ., 2010). Araştırmalarda mitoz ve mayoz bölünme konusunun birlikte anlatılmasının da öğrenme zorlukları ortaya çıkardığı görülmüştür. "Hücre Bölünmesi" konusu daha sonraki öğrenmeler için temel teşkil etmekte olduğundan büyük öneme sahiptir (Zaman, 2006).

Canlılığın nesilden nesle aktarımı ve genetik çeşitlilik olayları, biyoloji biliminin temelini oluşturan olaylardır. Bu nedenle mayoz bölünme konusu önemli bir yere sahiptir ve öğrencilerin bu konuyu doğru şekilde kavraması gerekmektedir. Bununla ilgili birçok model geliştirilmiştir fakat geliştirilen bu modellerin belli noktalarda eksik yanları bulunmaktadır. Özellikle mayoz bölünme konusunda ve Mendel Genetiği konusunda öğrencilerin birçok yanlış anlamaya sahip oldukları görülmüştür (Gözmen, 2008). Cinsiyet kromozomlarının yalnızca gametlerde bulunduğu, interfaz evresinin bir dinlenme evresi olduğu yanılgısı, Mayoz-I, Mayoz-II bölünmeleri sonucunda oluşan hücrelerin kromozom sayılarının karıştırılması, DNA replikasyonunun interfaz dışında farklı evrelerde gerçekleşmesi gibi yanılgıların var olduğu bulunmuştur (Aksakal, 2012). Bazı öğrencilerin ise mayoz bölünme ve Mendel Genetiği arasında bağ kuramadığı görülmüştür. Mayoz bölünme olayını anlamayan öğrencilerin genetik problemlerini çözemediği, hücre bölünmesi, gen-kromozom ilişkisi ve çeşitlilik olaylarını anlamadıkları tespit edilmiştir (Gözmen, 2008).

Öğretmenler özellikle hücre bölünmeleri konusunu öğretirken, konu ile ilgili temel kavramları sıralı bir şekilde ve tek tek tanımlamalı ve kavramlar arasındaki ilişkiler üzerinde durulmalı gereken yerlerde öğrencinin motivasyonunu sağlama açısından kavram haritaları kullanmalıdırlar. DNA, gen ve kromozom arasındaki fiziksel ilişki vurgulanarak, kromozom davranışları ve genetik bilginin bu yolla aktarımı ile ilgili bilgiler gerekli durumlarda farklı materyallerle birlikte öğrenciye sunulmalıdır. Derslerde daha çok görsel ve uygulamalı öğretim tekniklerine yer verilmelidir (Özdemir, 2008). Tüm bunlar göz önüne alındığında, öğrencilerde genetik çeşitliliğin nedenleri konusunda oluşan bu problemleri ortadan kaldırmak ve genetik çeşitliliğin nedenlerini daha doğru anlatabilmek için bu simülasyon hazırlanmıştır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışma öğretim tasarımı modellerinden hızlı prototipleme öğretim tasarım modelinden yola çıkılarak yapılmıştır. Bu tasarım modeli öğretim programlarını oluşturmaktan ziyade öğretimi geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Tripp ve Bichelmeyer (1990), tarafından geliştirilen model dört aşamadan (Şekil 3.1) oluşmaktadır (Akgün ve diğ., 2015). Öğretimden ziyade öğrenme ortamının geliştirilmesi ele alındığından dolayı bu modelden yararlanılmıştır.



Şekil 3.1. Hızlı prototipleme öğretim tasarım modeli

3.1. İhtiyaç Belirlemesi ve Amaç Oluşturulması

Yapılan literatür araştırmaları sonucu öğrencilerin genetik çeşitliliğin nedenini krossing over olarak açıkladığı incelenmiştir. Öğrenci tarafından bağımsız dağılım olayının temel neden olarak bilinmediği ayrıca rastgele döllenme olayının etkisine ise

değinmediği görülmüştür. Bu amaçla, bu hatayı ortadan kaldırmak için bir simülasyon uygulaması geliştirilmeye karar verilmiştir. Simülasyonun görsel ve interaktif olmasına özen gösterilmiştir.

3.2. Simülasyon Programının Tasarımı

Genetik çeşitliliğin üçlüsü simülasyon programı Java programlama dili kullanılarak NetBeans ID 8.2 geliştirme ortamında yazılmıştır. Java dilinin tercih edilme nedeni hemen hemen her işletim sisteminde çalışabilmesi ve kütüphanesini kendi içinde bulundurmasıdır.

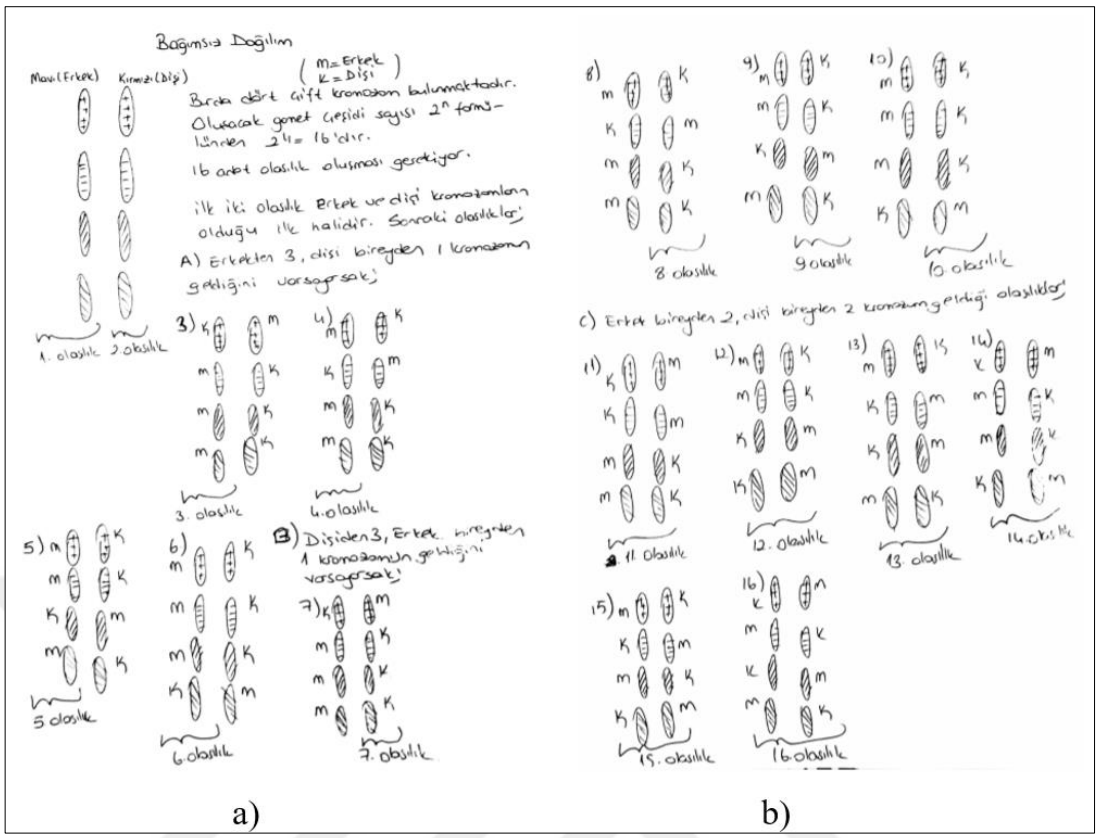
3.2.1. Tasarım geliştirme süreci

Genetik çeşitliliğin üçlüsü simülasyon programı bir bilgisayar mühendisi tarafından yazılmıştır. Programı geliştirme aşamasında iki biyolog (araştırmacı ve danışman) mayozun her aşamasını yazılımcıya tarif etmiş ve programda ne istendiği açıklanmıştır. Simülasyon programının yapım süreci yaklaşık altı ay sürmüştür. Bağımsız dağılım esas alınarak projeye başlanmış olup konuyu daha kapsamlı hale getirmek amacı ile krossing-over ve rastgele döllenme olayları da simülasyona eklenmiştir.

Bağımsız dağılım ve rastgele döllenme simülasyonunda öğrencinin kafa karışıklığını önlemek ve çıkan olasılıkları daha rahat görmesi açısından olasılıklar sırası ile verilmiştir. Simülasyon programının son aşamasında dil desteği eklenmiştir. Programda öğrencinin hücrenin ilk halini unutmaması ve daha kolay çıkan olasılıkları fark edebilmesi amacıyla hücrenin ilk hali de simülasyonda yer almaktadır.

Simülasyon programı geliştirilirken hedeflenen ve aksayan durumlar;

1. Öğrencinin bağımsız dağılım olayının genetik çeşitliliğin temel nedeni olduğunu kolay ve doğru bir şekilde anlaması temel alınarak projeye başlanmıştır.
2. Bağımsız dağılım olayı araştırmacı tarafından yazılım mühendisine teorik konu olarak anlatılmıştır.
3. Sonra araştırmacı tarafından olasılık çizimleri tek tek kâğıda aktarılmış ve tasarlama aşamasına geçilmiştir. Olasılıklar hesaplanmış ve çıkabilecek sonuçlar çizimler yardımı ile yazılım mühendisine anlatılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Bağımsız dağılım olayı olasılıklarının a) birinci kısım çizimleri b) ikinci kısım çizimleri

4. Kromozom geçişleri tam olarak anlaşıldıktan sonra simülasyon ara yüzü oluşturulmaya başlanmıştır.

5. Simülasyon programının ara yüzü oluşturulurken 46 kromozom ile uygulamayı geliştirmek hedeflenmiştir.

6. NetBeans IDE 8.2 yazılım geliştirme programının bilgisayara kurulumu sağlanmıştır.

7. Kromozomlar ile ilgili görseller oluşturulup, transparent bir yapıya dönüştürülmüş fakat kromozom görsellerinin büyüklüğü ve işletim sistemi yetersizliğinden dolayı en fazla dört kromozom çifti ile uygulama geliştirilmiştir.

8. Simülasyon ara yüzünde bulunan görsellerin ve buton aksiyonlarının kullanıcının kolay anlayabileceği şekilde tasarlanmasına özen gösterilmiştir.

9. Kodlama aşamasına geçildiğinde ise geçişlerde kromozomların hareketlerinden kaynaklı sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu hatalar olasılıkların son halinin yerine getirilememesi ve kromozomların yanlış geçişleri şeklinde ortaya çıkmıştır.

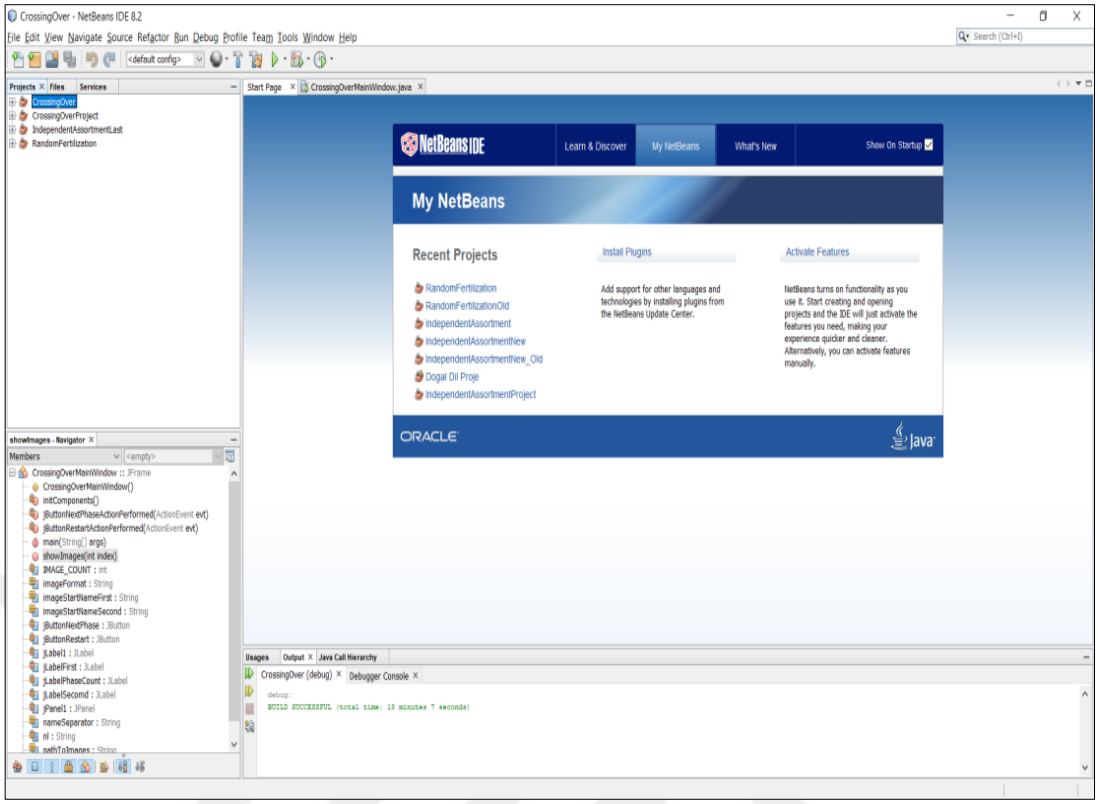
10. Geliştirme aşamasında çıkan hatalar programın ara yüzüne veri girişi yapılarak test edilmiş ve düzeltilmiştir.
11. Bağımsız dağılım ara yüzünün yapılması tamamlandıktan sonra araştırmacılar tarafından simülasyon uygulamasının, genetik çeşitliliğe katkı sağlayan diğer nedenler için de programlanmasına karar verilmiştir. Krossing- over ve rastgele döllenme olayları eklenmiştir.
12. Krossing-over aşaması bağımsız dağılımda izlenen adımlar takip edilerek yapılmıştır. Rastgele döllenme olayının ise daha açıklayıcı olması açısından harfler ile gösterimine karar verilmiş ve simülasyon uygulaması yazılmıştır. Krossing- over ve rastgele döllenme olayında çıkan geçiş problemleri yine programın ara yüzünde test edilip düzeltilmiştir.
13. Alınan uzman görüşleri sonrasında kromozom çiftleri üzerinde allellerin eklenebilmesi hedeflenmiştir fakat yazılımcı tarafından bunun yapılabilmesi mümkün olamamıştır. Bu nedenle mavi ve kırmızı renkli kromozomlar olarak görseller oluşturulmuştur.

14. Programın daha pratik ve kullanıcının kafasının karıştırılmasını önlemek amacıyla üç ayrı simülasyon programının tek sekmede açılması hedeflenmiştir. Lakin animasyonların çok fazla kaynak tüketmesi nedeniyle üç farklı uygulama olarak tasarlanması yapılabilmiştir.

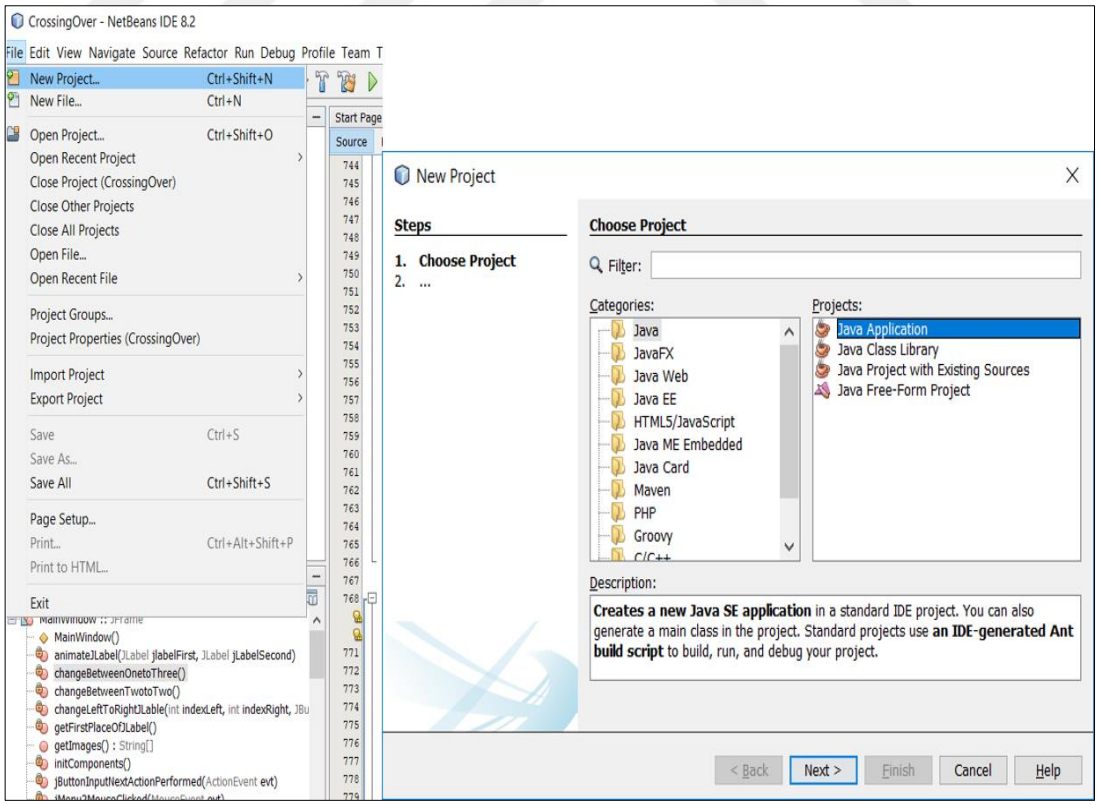
3.3. Uygulama Geliştirme Adımları

Genetik çeşitlilikte krossing over, bağımsız dağılım ve rastgele döllenme olayları Java programlama dili kullanılarak NetBeans IDE 8.2 geliştirme ortamında geliştirilmiş ve Java programlama dilinin Swing GUI (Grafiksel kullanıcı ara yüzü; buton, etiket, panel, girdi alanı) desteğiyle simule edilmiştir (Şekil 3.3).

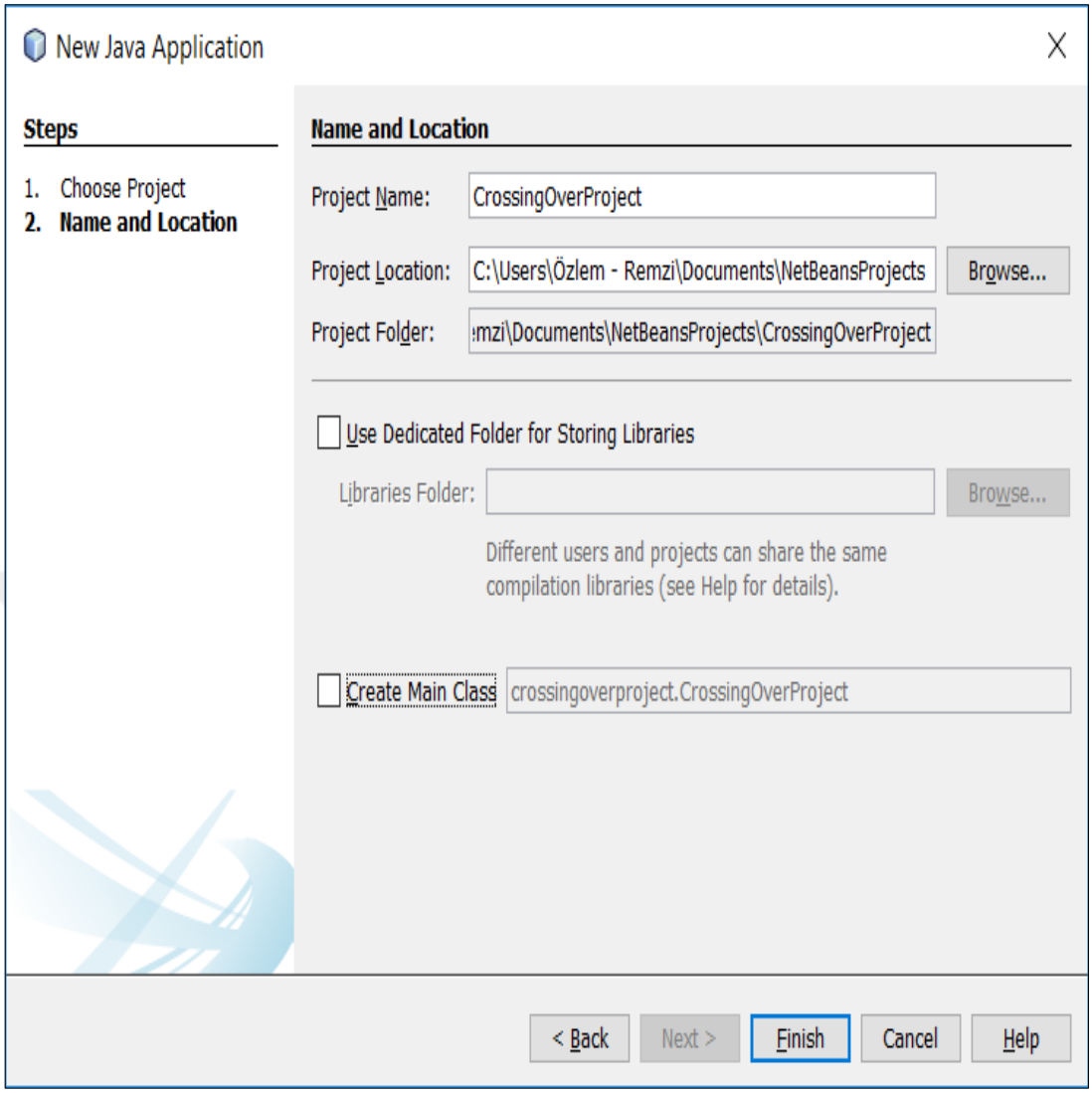
NetBeans IDE üzerinde bir simülasyon uygulamasını geliştirebilmek için ilk olarak yeni bir proje yaratmak gerekmektedir. Yeni bir proje yaratmak için yapılması gerekenler; File-> New Project-> Java Application->Next-> Name and Location kısımları doldurulur ve Finish ile proje yaratılır (Şekil 3.4, 3.5).



Şekil 3.3. NetBeans IDE 8.2 aracı proje görünümü



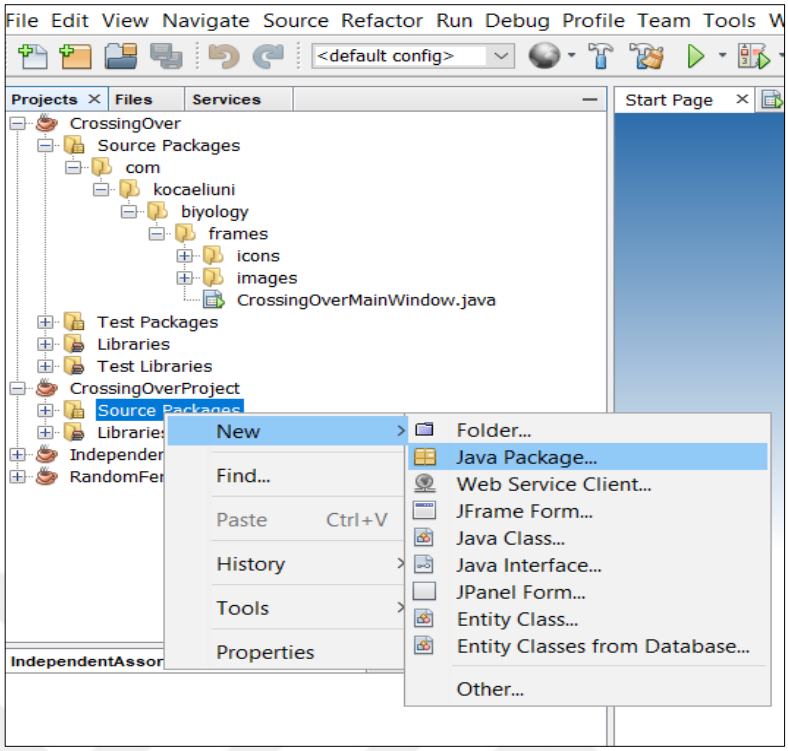
Şekil 3.4. Proje oluşturma birinci adım



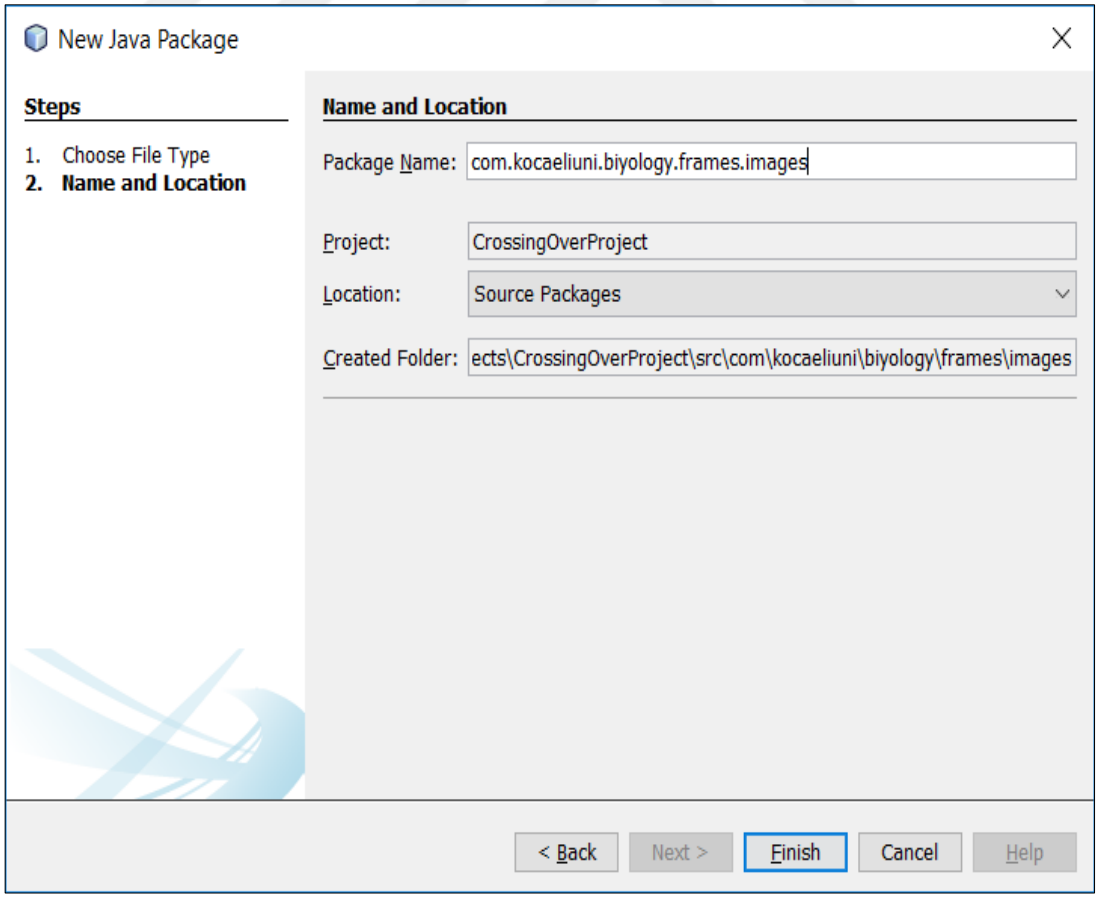
Şekil 3.5. Proje oluşturma ikinci adım

Proje oluşturulduktan sonra kaynak paketlerin düzenli olabilmesi için proje içerisinde yer alan Source Packages dosyasına sağ tıklanır-> New-> Java Package seçilir ve pakete uygun bir isim verilir. Paket ismi verilirken, isim içerisinde yer alan her bir nokta işareti (.) alt bir paket oluşturulacağını ifade eder (Package Name -com. kocaeliuni.biyology.frames.images ->Finish) (Şekil 3.6,3.7).

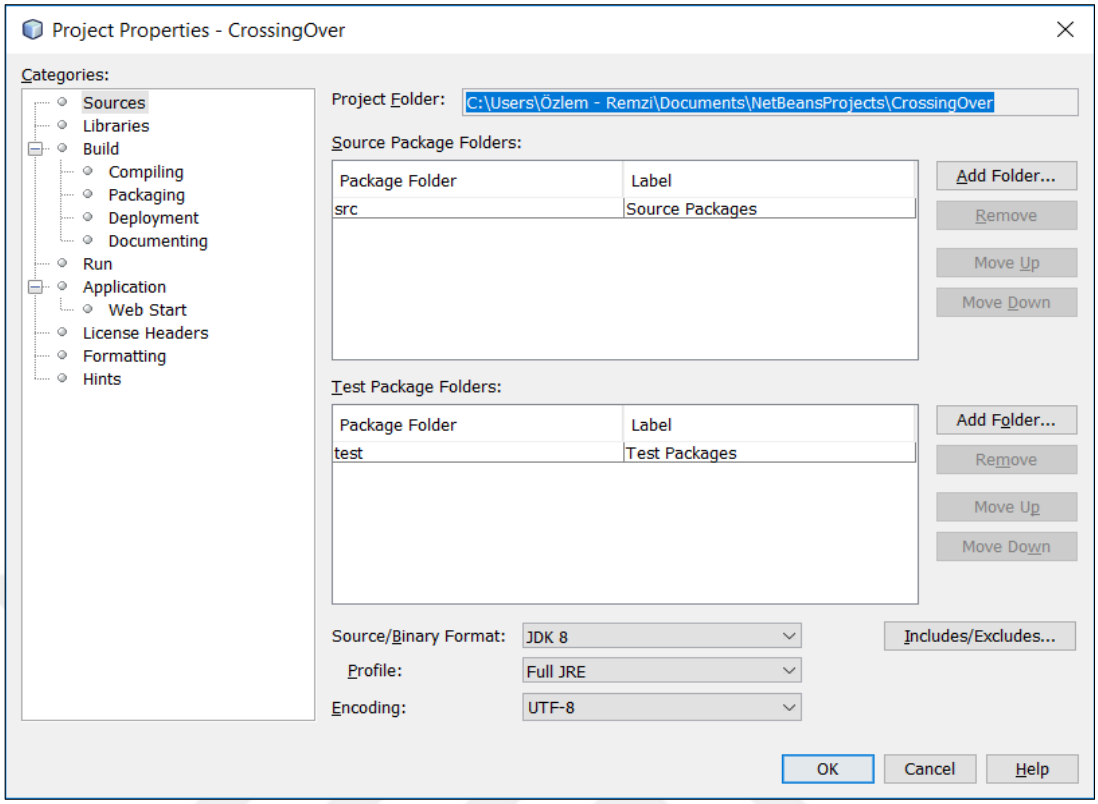
Uygulamada kullanılan resimler .jpg formatında internetten alınmıştır (URL-1). Proje görünümünde yer alan Crossing Over (sağ tık)->Properties-> Project Folder adımından projenin hangi dizinde olduğu bilgisi bulunur (C:\Users\Özlem-Remzi\Documents\NetBeansProjects\CrossingOver). Proje dizinine gidilir ve src\com\kocaeliuni\biyology\frames\images adımları izlenerek ilgili resimler images klasörü altına kopyalanır (Şekil 3.8, 3.9).



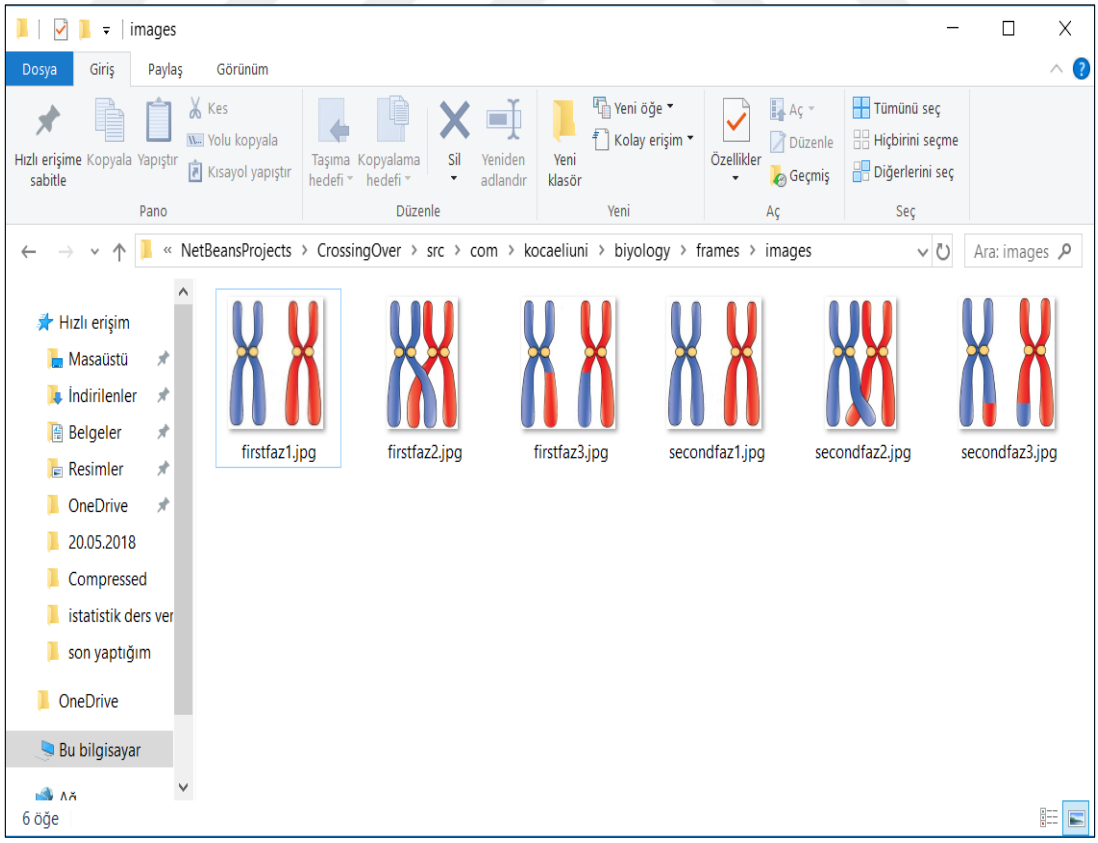
Şekil 3.6. Kaynak paket oluşturma birinci adım



Şekil 3.7. Kaynak paket oluşturma ikinci adım

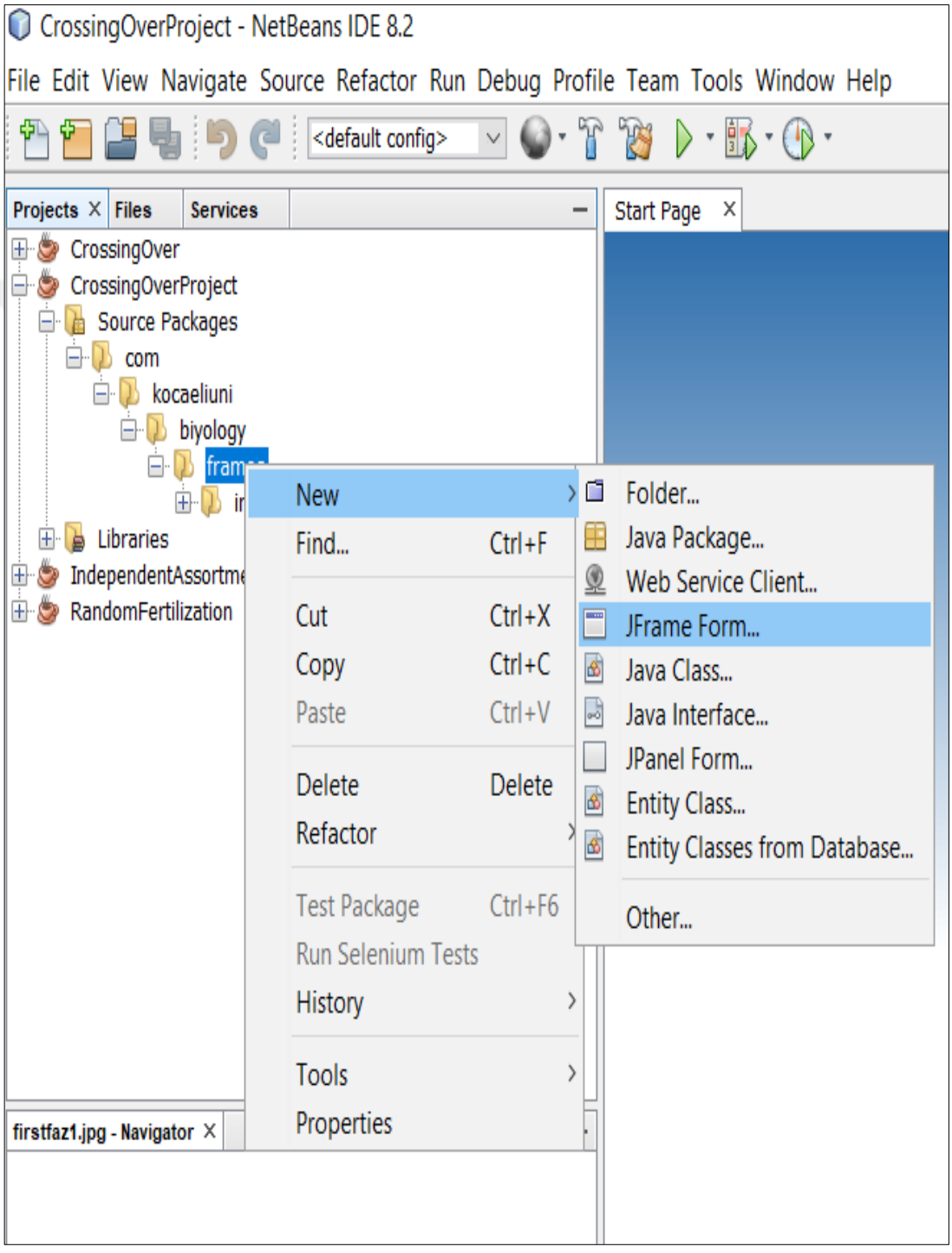


Şekil 3.8. İlgili resimlerin kopyalanması birinci adım

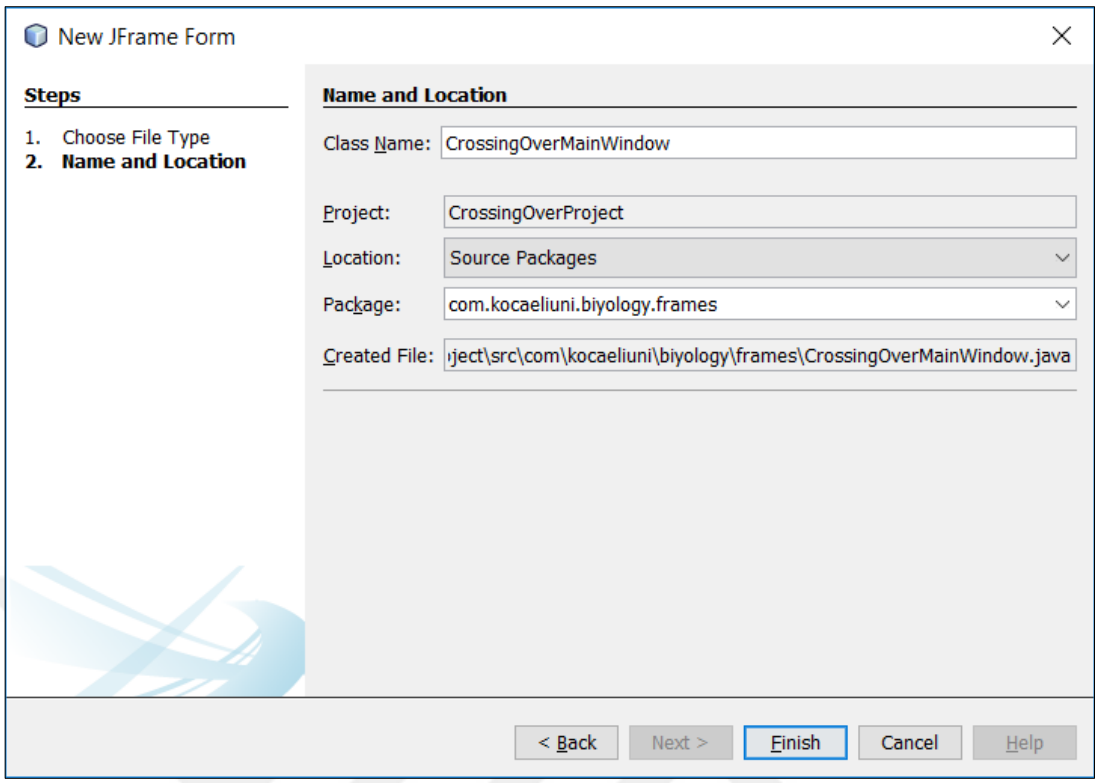


Şekil 3.9. İlgili resimlerin kopyalanması ikinci adım

Proje altında yer alan frames paketine sağ tıklanır->New->JFrame Form-> Class Name adına ilgili form ismi verilir ve “Finish” butonu tıklanır. Oluşan form üzerine Netbeans içerisinde sağ panelde yer alan Swing Controls (buton, label, textfield vs.) elemanları sürüklenerek form üzerine bırakılır (Şekil 3.10, 3.11).

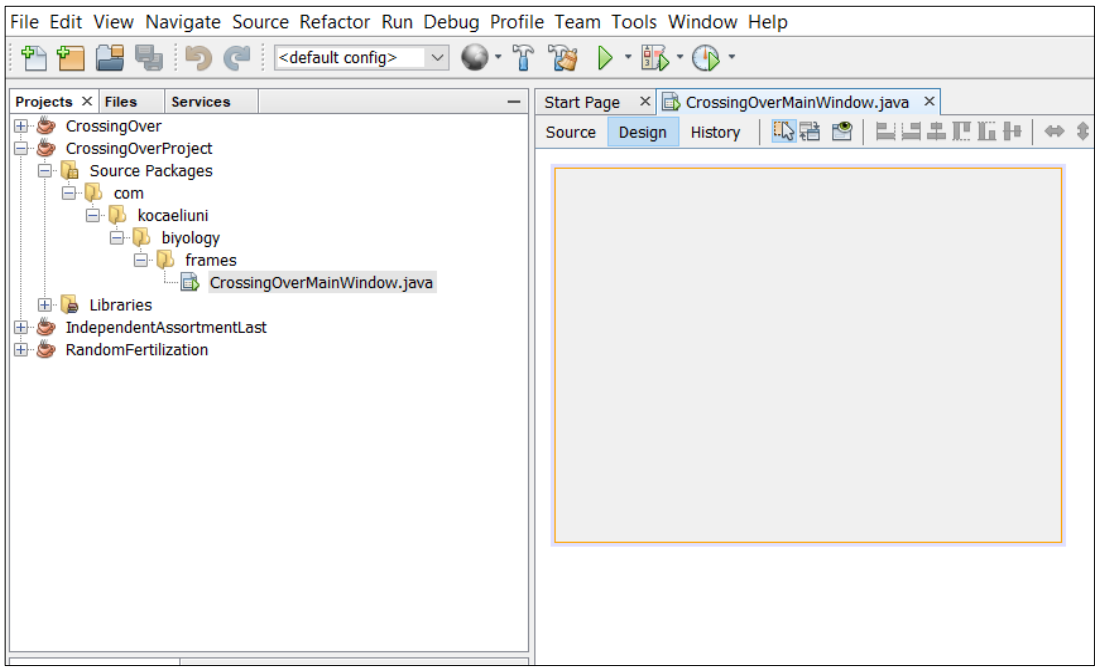


Şekil 3.10. Swing kontrol elemanlarının form üzerine aktarımı birinci adım

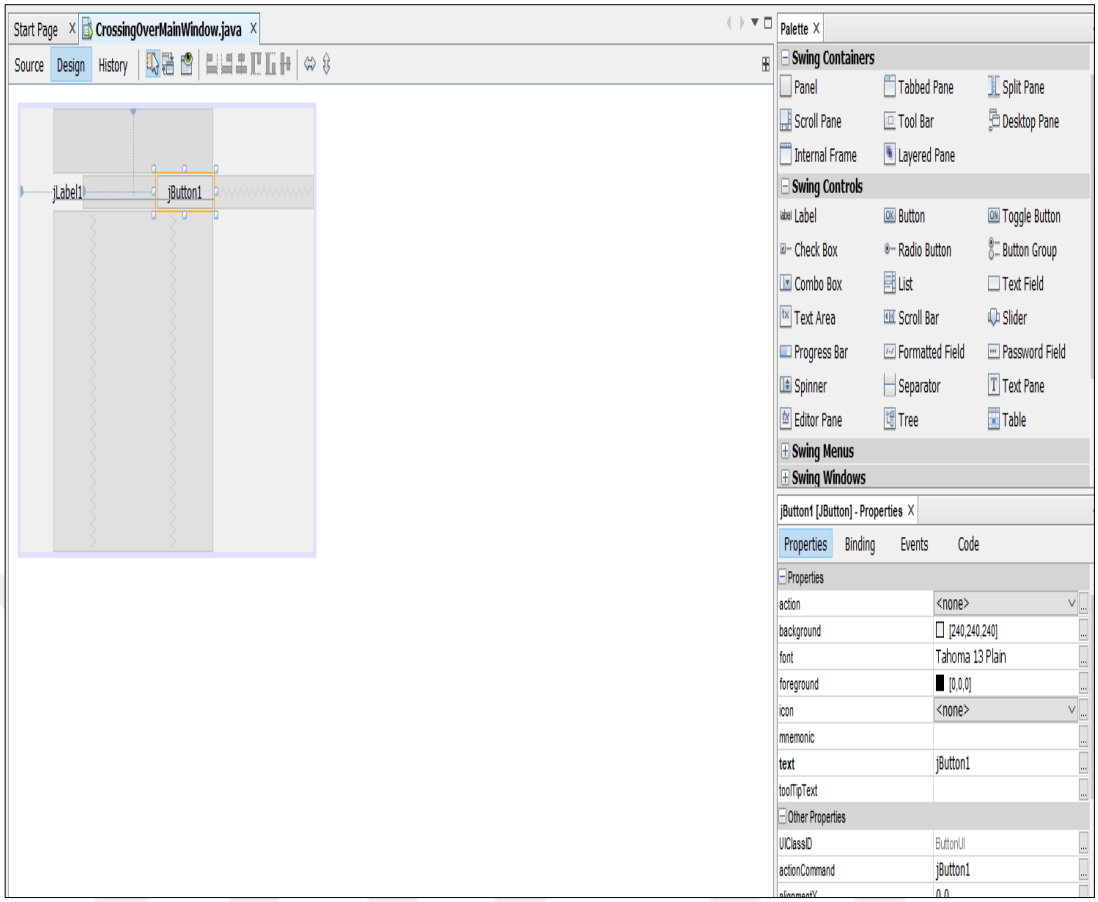


Şekil 3.11. Swing kontrol elemanlarının form üzerine aktarımı ikinci adım

Form hazır hale geldiğinde yukarda araç çubuğunda yer alan çalıştır butonu ile proje çalıştırılır (Şekil 3.12, 3.13).



Şekil 3.12. Form oluşturma ekranı

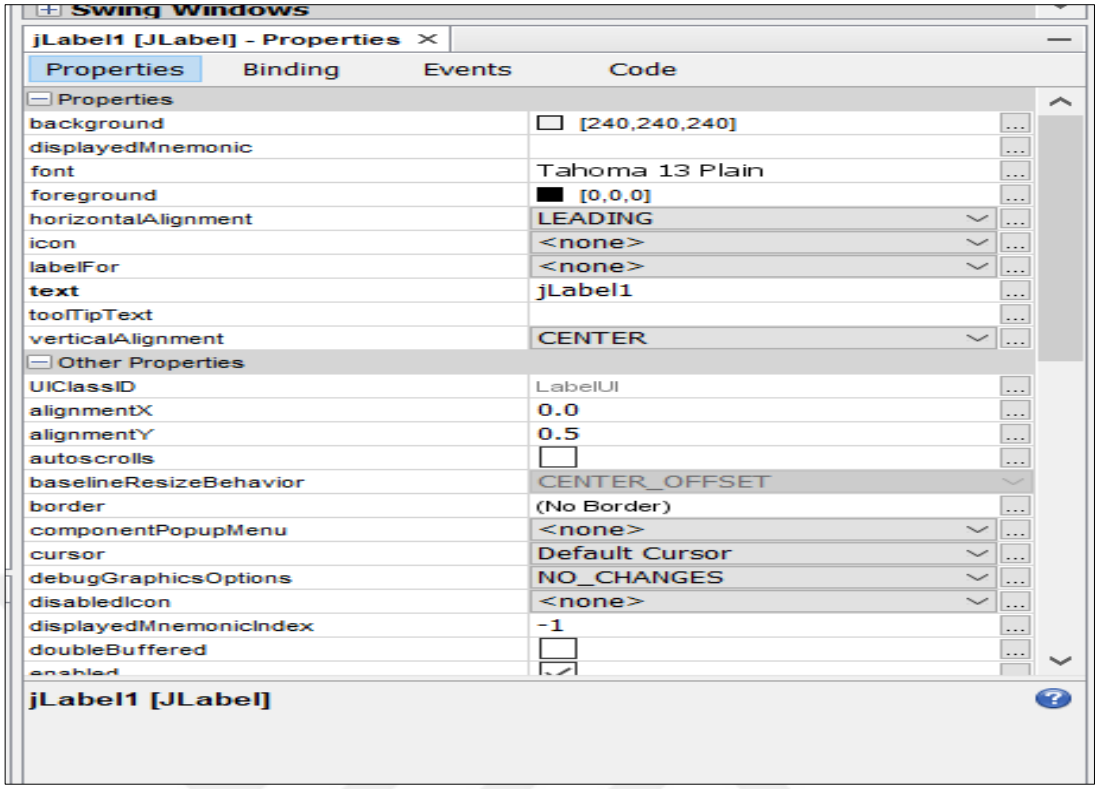


Şekil 3.13. Swing kontrol elemanlarının form üzerinde mevcut hali

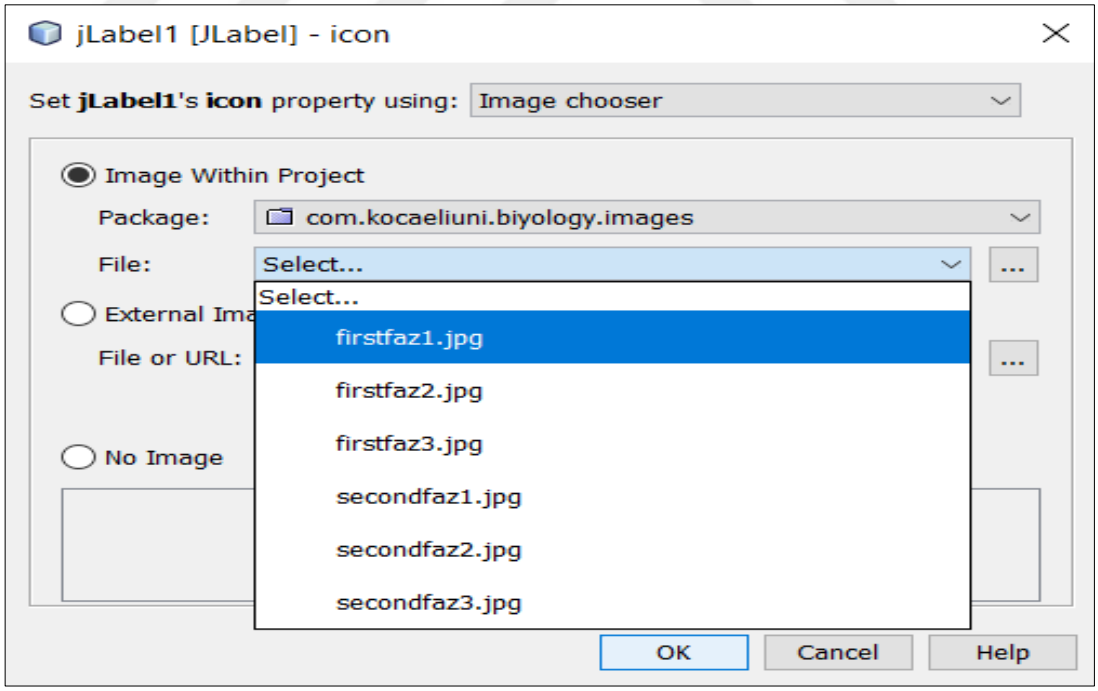
Form üzerine şekil 3.14'de görülen label (etiket) yerleştirildikten sonra ilgili etikete bir kez tıklanır ve sağ tarafta yer alan şekil 3.15'de görülen JLabel- Properties özellikleri alanında icon satırının sağında yer alan "..." butonu ile bu etikete resim atanır. Sonra->OK butonu tıklanır (Şekil 3.16).



Şekil 3.14. Swing kontrol elemanlarının form üzerindeki mevcut hali



Şekil 3.15. Resim atama ekranı birinci adım



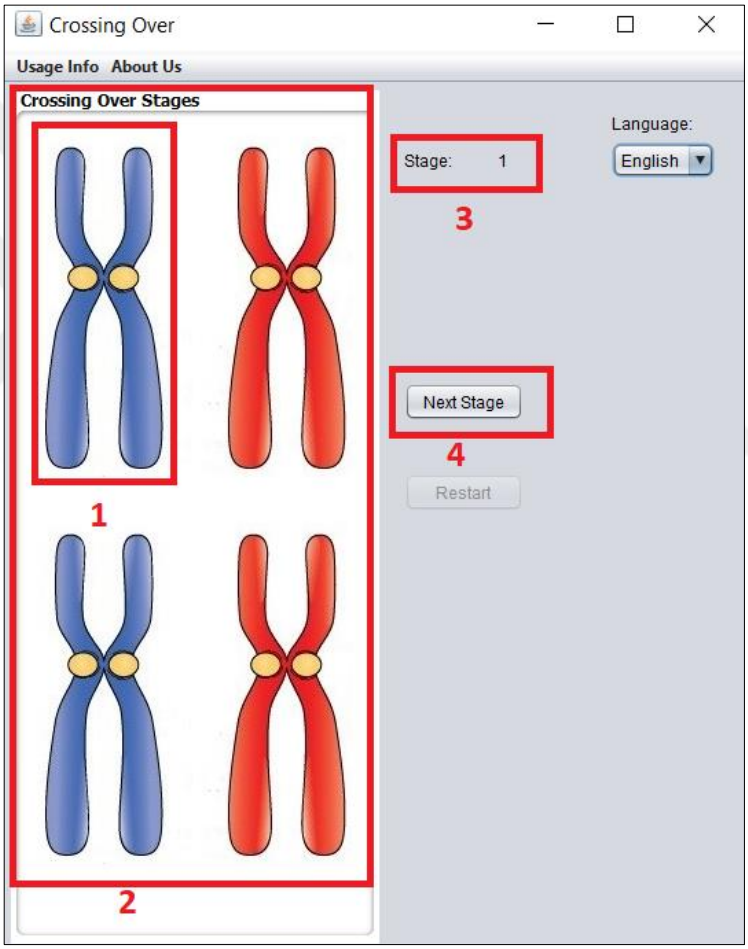
Şekil 3.16. Resim atama ekranı ikinci adım

Buraya kadar olan bölümde, ara yüz formunun oluşturulma basamakları anlatılmıştır. Bundan sonra aşağıda üç adımda çeşitliliğin nedeni olan üç olayın simülasyondaki son hali anlatılacaktır.

3.3.1. Krossing over ara yüzünü oluşturmak

Krossing over ara yüzü swing nesneleri kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 3.17). Bu ara yüzde yer alan Swing nesneleri şunlardır:

- Resim Etiketi: Kırmızı kutu içerisine alınmış bir numaralı alan.
- Panel: Kırmızı kutu içerisine alınmış iki numaralı alan.
- Etiket: Kırmızı kutu içerisine alınmış üç numaralı alan.
- Buton: Kırmızı kutu içerisine alınmış dört numaralı alan.



Şekil 3.17. Krossing Over ara yüzü

Krossing over ara yüzü üzerinde yer alan "Sonraki Aşama" (Şekil 3.17 dört numaralı alan) butonu her tıklandığında kromozomların diğer fazlara animetik geçişleri sağlanmaktadır. Bu geçişler, şekil 3.18'de bir kısmı yer alan Java kodları işletilerek gerçekleşmektedir. Burada parça değişimi sonucu ortaya çıkan yenilik, öğrenci tarafından rahatlıkla gözlenebilmektedir.

```
private void jButtonNextPhaseActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    phaseCounter++;
    showImages(phaseCounter);
}

private void jButtonRestartActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    phaseCounter = 1;
    jButtonNextPhase.setEnabled(Boolean.TRUE);
    jButtonRestart.setEnabled(Boolean.FALSE);
    showImages(phaseCounter);
}


public void showImages(int index) {
    if(index >= IMAGE_COUNT) {
        index = IMAGE_COUNT;
        jButtonNextPhase.setEnabled(Boolean.FALSE);
        jButtonRestart.setEnabled(Boolean.TRUE);
    }

    jLabelPhaseCount.setText(String.valueOf(index));
    String imageNameFirst = imageStartNameFirst + index + imageFormat;
    String imageNameSecomd = imageStartNameSecond + index + imageFormat;

    ImageIcon iconFirst = new ImageIcon(getClass().getResource(pathToImages + "/" + imageNameFirst));
    ImageIcon iconSecond = new ImageIcon(getClass().getResource(pathToImages + "/" + imageNameSecomd));


    Image imageFirst = iconFirst.getImage().getScaledInstance(jLabelFirst.getWidth(), jLabelFirst.getHeight(), Image.SCALE_SMOOTH);
    Image imageSecond = iconSecond.getImage().getScaledInstance(jLabelSecomd.getWidth(), jLabelSecomd.getHeight(), Image.SCALE_SMOOTH);

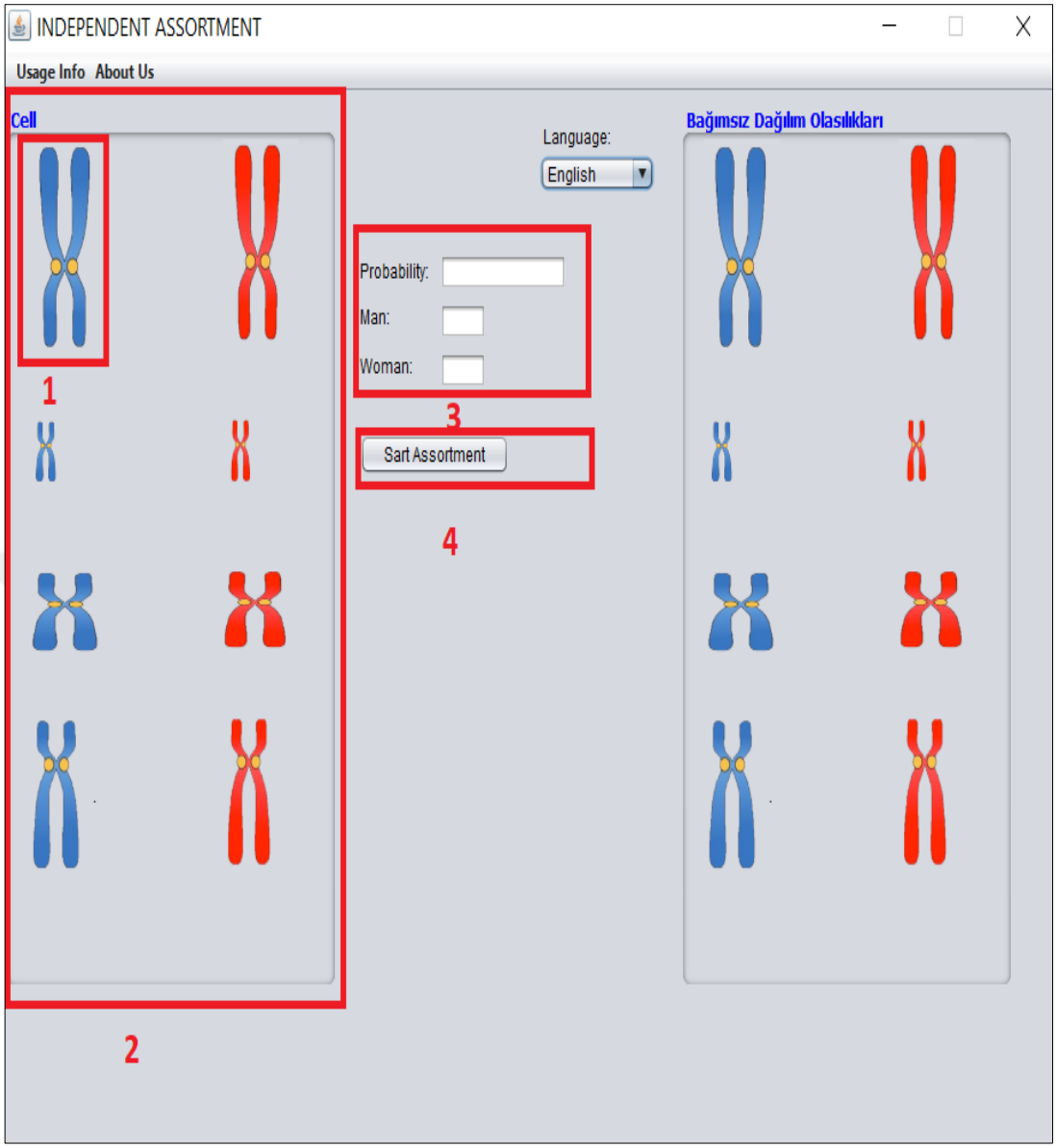
    jLabelFirst.setIcon(new ImageIcon(imageFirst));
    jLabelSecomd.setIcon(new ImageIcon(imageSecond));
}
```

Şekil 3.18. Krossing Over Java kodlarının bir kısmı

3.3.2. Bağımsız dağılım ara yüzünü oluşturma

"Bağımsız dağılım" ara yüzü için "krossing over" ara yüzü adımlarının aynısı izlenmiştir (Şekil 3.19). Sadece krossing over ara yüzü oluşturulurken kullanılan swing nesneleri ve görseller değiştirilmiştir. Bu adımda kullanılan swing nesneleri şunlardır:

- Resim Etiketi: Kırmızı kutu içerisine alınmış bir numaralı alan.
- Panel: Kırmızı kutu içerisine alınmış iki numaralı alan.
- Girdi Text Alanı (TextField): Kırmızı kutu içerisine alınmış üç numaralı alan.
- Buton: Kırmızı kutu içerisine alınmış dört numaralı alan.



Şekil 3.19. Bağımsız Dağılım ara yüzü

Bağımsız dağılım ara yüzünde Şekil 3.19'te yer alan üç numaralı alana "erkek" ve "dişi" veri girişi; dört kromozom çiftinin tüm olasılıklarını görecek şekilde veri girişi sağlanmaktadır. Sonra "dağılımı başlat" butonu (Şekil 3.19, dört numaralı alan) tıklandığında Şekil 3.20'te bir kısmı yer alan Java kodları işletilir. Böylece kromozomların diğer dağılım fazlarına animetik geçişleri sağlanır. Öğrenci ekranda kromozomların yer değiştirmesi sonucu oluşan 16 farklı gamet hücresini görerek bağımsız dağılım sonucu ortaya çıkan genetik çeşitliliği rahatlıkla görecektir. Ekranın sol tarafında hücrenin ilk hali bulunmaktadır (Şekil 3.19 iki numaralı alan). Sağ tarafta ise ortaya çıkabilecek tüm olasılıkları görecektir. Böylece hücrenin ilk hali ve olasılıklar arasındaki farklılıkları mukayese edebilecektir.

```
private void jButtonInputNextActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:

    if (jTextFieldMan.getText().isEmpty()) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Lütfen erkek kromozom sayısını giriniz!", "Uyarı", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
        return;
    }
    if (jTextFieldWomen.getText().isEmpty()) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Lütfen kadın kromozom sayısını giriniz!", "Uyarı", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
        return;
    }

    int indexLeft = Integer.parseInt(jTextFieldMan.getText());
    int indexRight = Integer.parseInt(jTextFieldWomen.getText());

    if(indexLeft == indexRight & indexLeft != 2 ) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Erkek ve kadın kromozom sayısı aynı olamaz!", "Uyarı", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
        return;
    }

    if(indexLeft > 4 || indexLeft < 1 || indexRight > 4 || indexRight < 1 ) {
        JOptionPane.showMessageDialog(null, "Kromozom sayısı 1 ile 4 arasında olmalıdır!", "Uyarı", JOptionPane.WARNING_MESSAGE);
        return;
    }


    if(indexLeft == 1 & indexRight == 3){
        changeBetweenOnetoThree();
    }

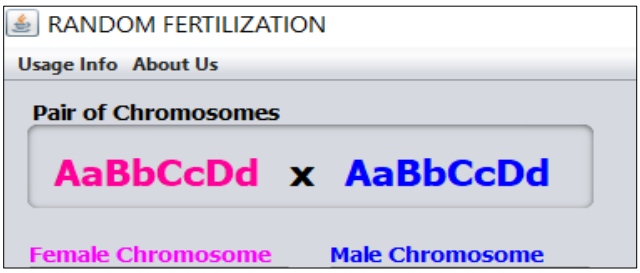
    if(indexLeft == 2 & indexRight == 2){
        changeBetweenTwotoTwo();
    }

    if(indexLeft == 3 & indexRight == 1){
        changeBetweenOnetoThree();
```

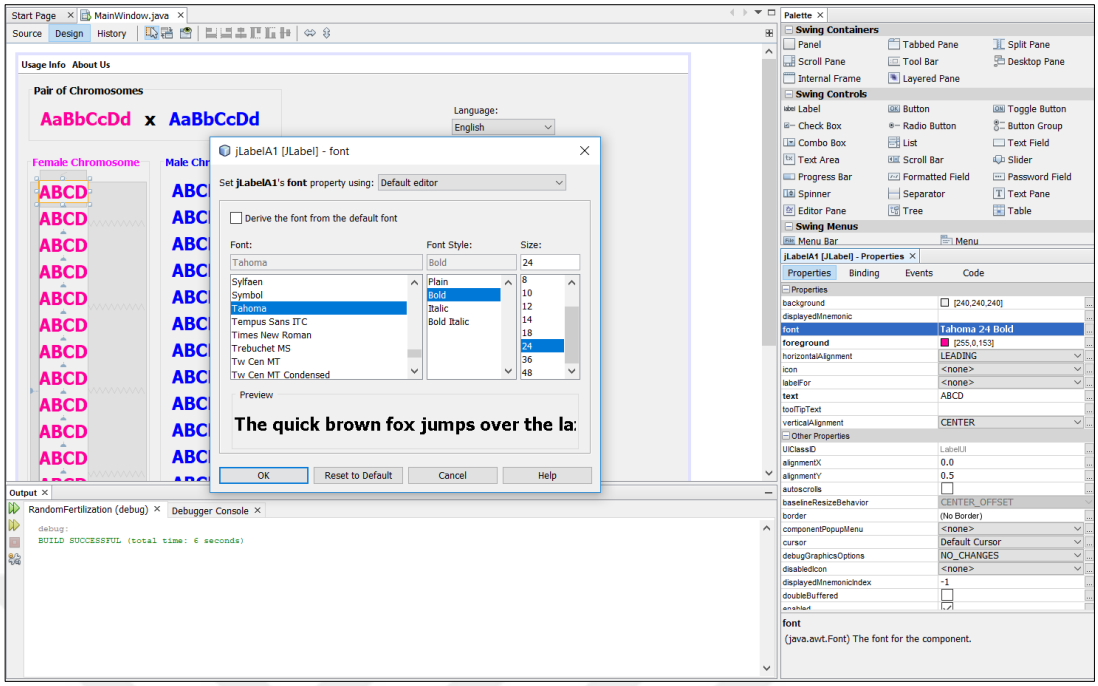
Şekil 3.20. Bağımsız Dağılım Java kodlarının bir kısmı

3.3.3. Rastgele döllenme ara yüzünü oluşturma

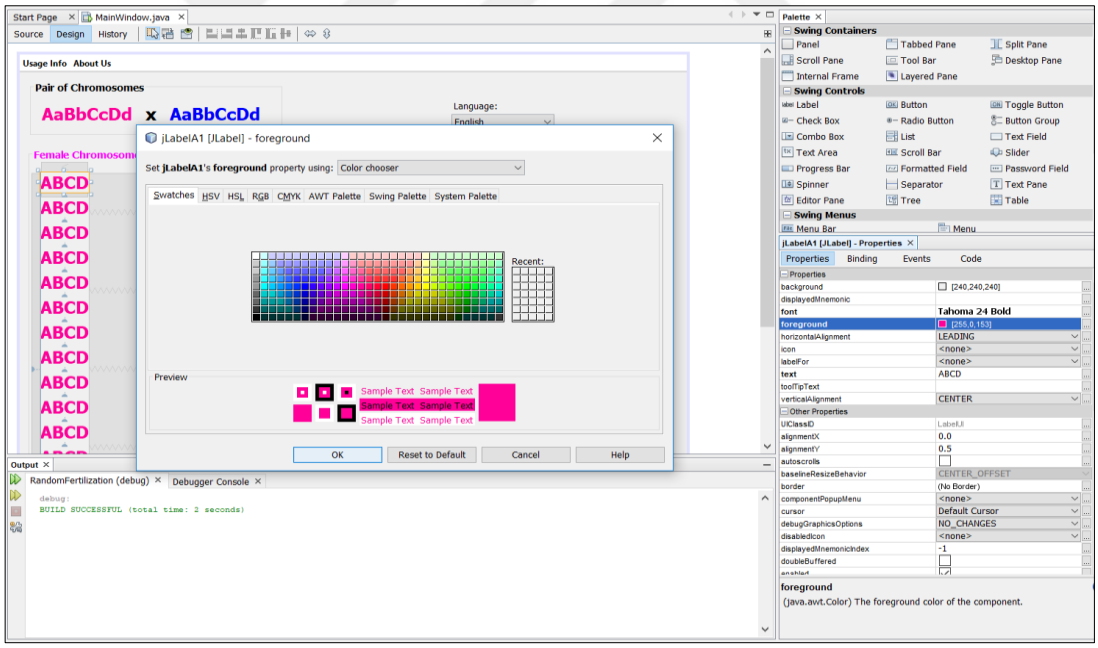
Krossing over ve bağımsız dağılım için yapılan ara yüz form ekranı, rastgele döllenme içinde oluşturulmuştur. Fakat bu adımda kromozom çiftleri resim yerine harflerle ifade edilerek label bölümüne yazılmıştır. Tüm olasılıkları görmek için bu dört kromozom çiftinin temsili heterozigot dişi ve erkek bireyleri (AaBbCcDd) kullanılmıştır. Dominant kromozomlar için büyük, resesif kromozomlar için küçük harf olmak üzere sekiz temsili harf kullanılmıştır (A, a, B, b, C, c, D, d). Dişi pembe, erkek birey mavi ile temsil edilmiştir (Şekil 3.21). Bu form üzerinde bulunan her bir etiketin yazı stili ve rengi sağ panelde yer alan font (stil) ve foreground (ön plan) kısımları ile düzenlenir (Şekil 3.22, 3.23). Netbeans geliştirme toolu üzerinde Java ile yapılan geliştirmeler sonucunda Şekil 3.23'de yer alan "rastgele döllenme" ara yüzü oluşturulmuştur.



Şekil 3.21. Temsili heterozigot dişi ve erkek bireyler



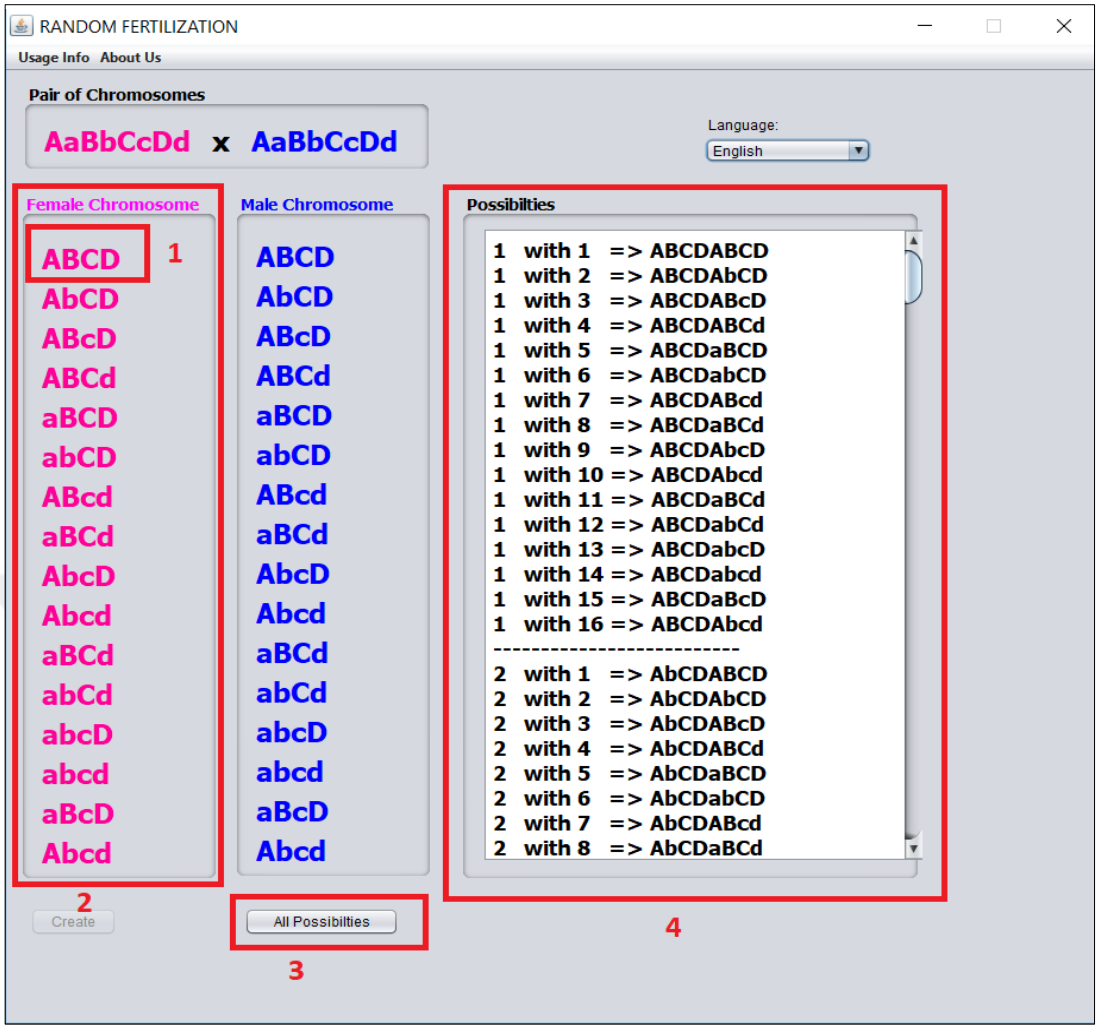
Şekil 3.22. Rastgele döllenme ara yüzü Swing nesneleri



Şekil 3.23. Rastgele döllenme ara yüzü Swing nesnelerinin düzenlenmesi

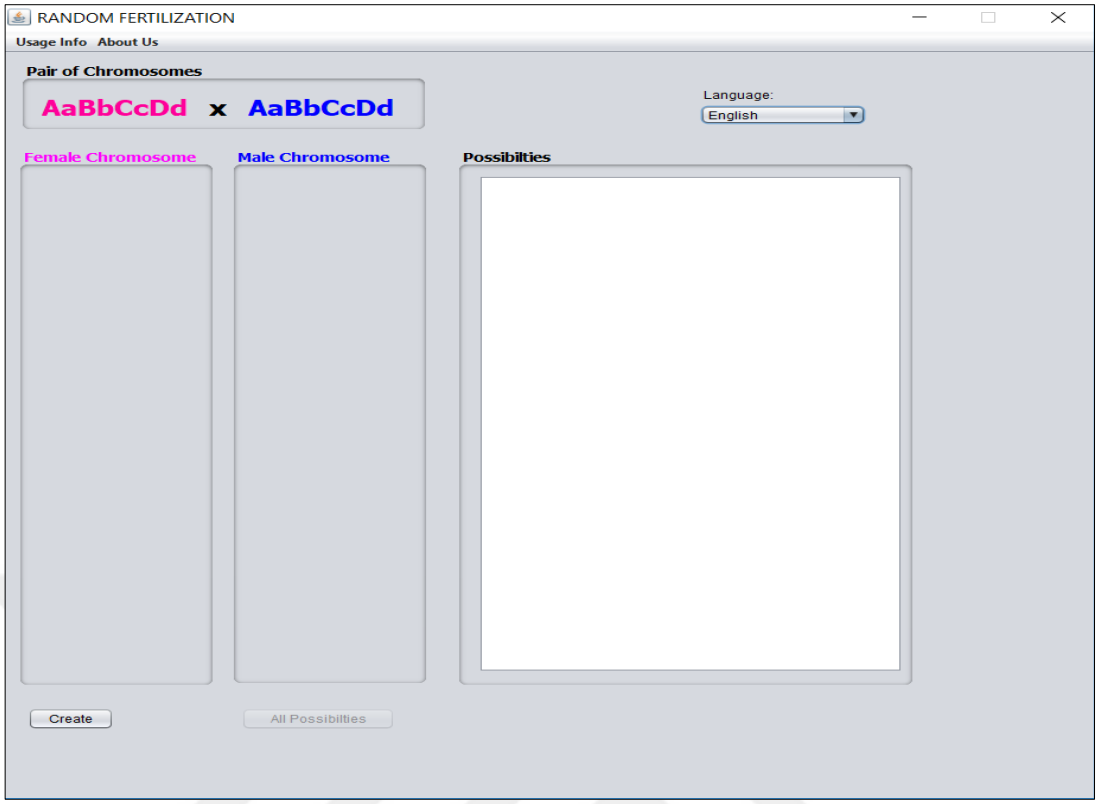
Şekil 3.24'de rastgele döllenmeyi temsil eden Swing nesneleri şunlardır:

- Aksiyon Etiketi: Kırmızı kutu içerisine alınmış bir numaralı alan.
- Panel: Kırmızı kutu içerisine alınmış iki numaralı alan.
- Buton: Kırmızı kutu içerisine alınmış üç numaralı alan.
- Kaydırmalı Text Alanı: Kırmızı kutu içerisine alınmış dört numaralı alan.

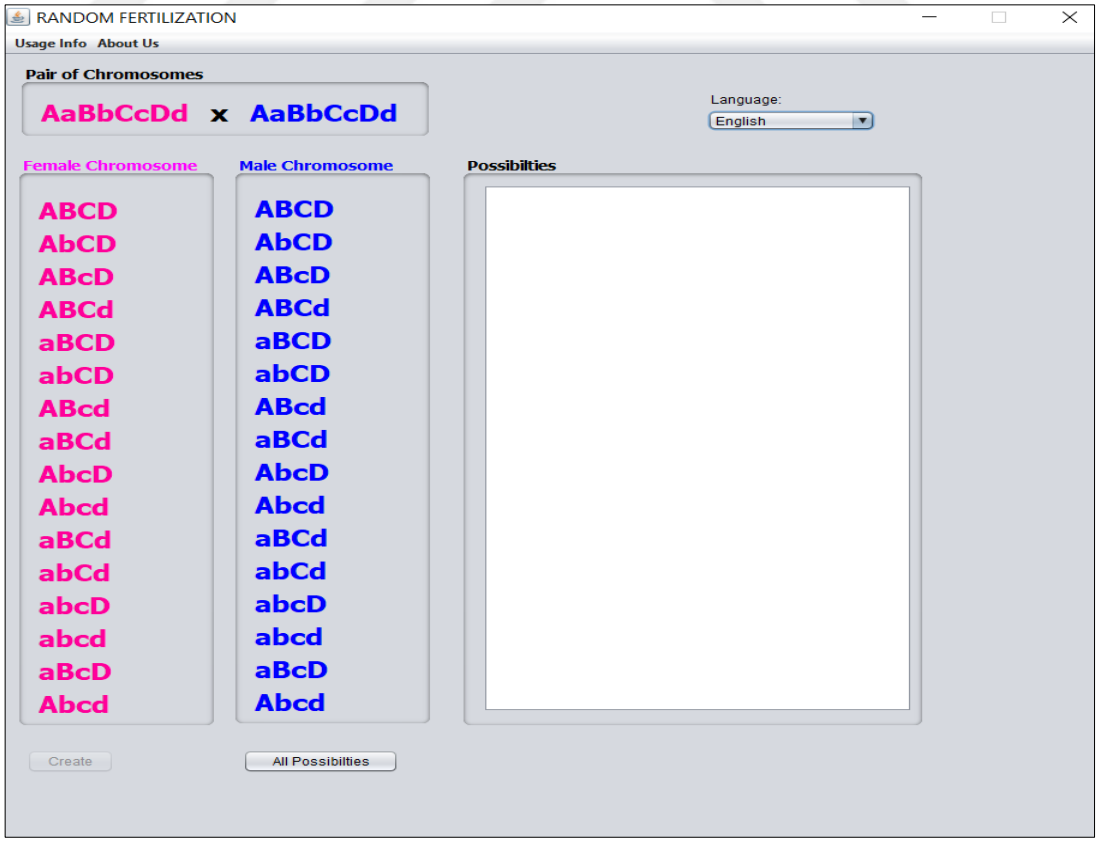


Şekil 3.24. Rastgele Döllenme ara yüzü

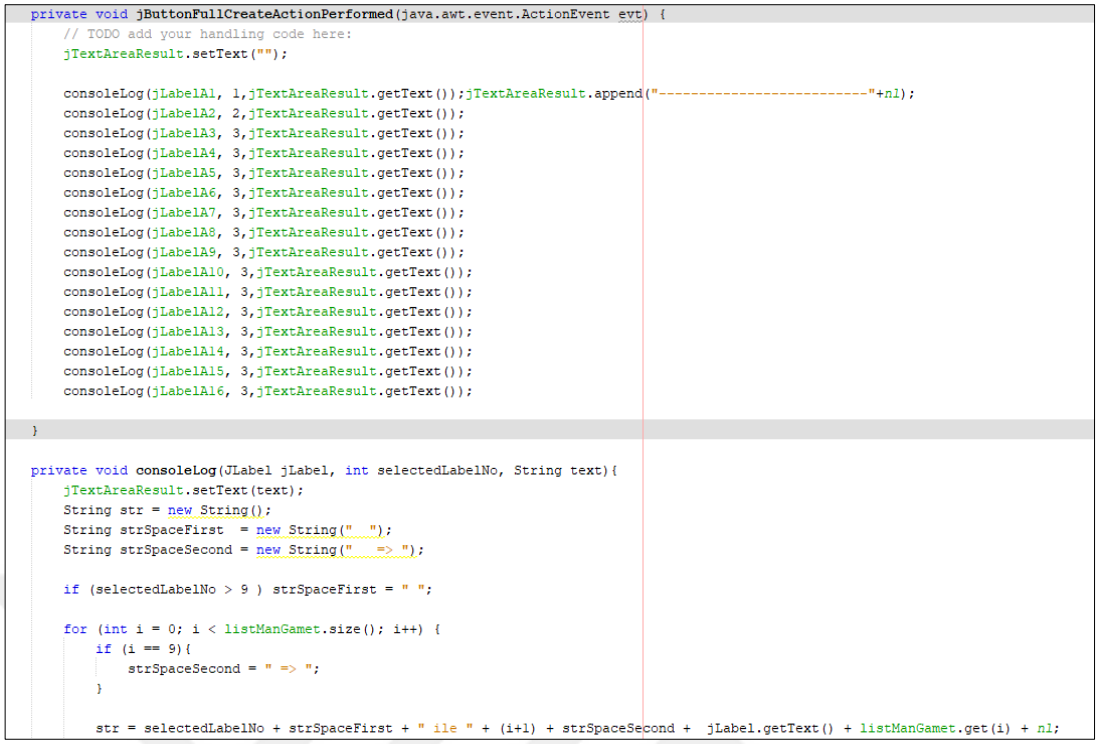
"Rastgele döllenme" ara yüzü üzerinde yer alan "kromozom çiftleri" alanındaki Şekil 3.25'da yer alan "oluştur" butonuna basıldığında kromozom dağılımları gerçekleşir (Şekil 3.26). "Rastgele döllenme" ara yüzünde yer alan "tüm sonuçlar" butonuna basıldığında Şekil 3.27'de bir kısmı yer alan Java kodları işletilerek dişi ve erkek kromozomların tüm gametleri "olasılıklar" bölümünde listelenir (Şekil 3.24). Öğrenci, dişi veya erkek kromozomların bulunduğu herhangi bir aksiyon etiketine (Şekil 3.24'de bir ve iki numaralı alan) tıkladığında, ortaya çıkan 16 farklı gamet hücresini Şekil 3.24'de dört numaralı alanda görecektir. Ayrıca "tüm olasılıklar" butonu kullanıldığında dişi dört kromozom çiftinin, erkekteki dört kromozom çifti ile eşleşmesi sonucu ortaya çıkan olasılıklarının tamamını ekranın sağında bulunan araç çubuğu ile aşağı yukarı hareket ettirerek görecektir (Şekil 3.24 üç numaralı alan). Öğrencinin rastgele gerçekleşen bu olay sonucunda ortaya çıkan olasılıkların farklılığını, daha kolay kavrayabilmesi açısından çıkan olasılıklar kodlanmıştır.



Şekil 3.25. Rastgele Döllenme açılış sayfası



Şekil 3.26. Rastgele Döllenme dişi ve erkek kromozom dağılımları



```
private void jButtonFullCreateActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    // TODO add your handling code here:
    jTextAreaResult.setText("");

    consoleLog(jLabelA1, 1,jTextAreaResult.getText());jTextAreaResult.append("-------------------------"+nl);
    consoleLog(jLabelA2, 2,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA3, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA4, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA5, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA6, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA7, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA8, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA9, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA10, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA11, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA12, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA13, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA14, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA15, 3,jTextAreaResult.getText());
    consoleLog(jLabelA16, 3,jTextAreaResult.getText());

}

private void consoleLog(JLabel jLabel, int selectedLabelNo, String text){
    jTextAreaResult.setText(text);
    String str = new String();
    String strSpaceFirst  = new String("  ");
    String strSpaceSecond = new String("  => ");

    if (selectedLabelNo > 9 ) strSpaceFirst = " ";

    for (int i = 0; i < listManGamet.size(); i++) {
        if (i == 9){
            strSpaceSecond = " => ";
        }

        str = selectedLabelNo + strSpaceFirst + " ile " + (i+1) + strSpaceSecond +  jLabel.getText() + listManGamet.get(i) + nl;
```

Şekil 3.27. Rastgele Döllenme Java kodlarının kir kısmı

Tüm bu adımlar izlendiğinde öğrenci çeşitliliğin tüm nedenlerini, aynı dilde yazılmış bilgisayar program ile üç ayrı simülasyonda görecektir. Öğrenci, ilk adımda profaz I'de gerçekleşen krossing over olayını, ikinci adımda anafaz I'de gerçekleşen bağımsız dağılım olayını kolayca görecektir. Bu iki adımda oluşan gamet hücrelerini ve döllenmenin çeşitliliğe katkısını da üçüncü adım olan rastgele döllenme olayı ile görmüş olacaktır.

3.4. Tasarımın Uygulanması

Hazırlanan simülasyonun test edilebilmesi için yapılan pilot uygulamada çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Kocaeli ili İzmit ilçesinde bir Anadolu Lisesi 10. sınıfta öğrenim gören 60 öğrenciden oluşmaktadır. Bu grubun tercih edilme nedeni, genetik çeşitliliğin nedenlerinin ve mayoz bölünme konusunun öğrencilere öğretmenleri tarafından, bağımsız dağılımın temel neden ve rastgele döllenmenin de etkisine değinerek anlatılmasıdır. Böylece yapılan simülasyon programının etkisini incelemenin daha objektif olacağı düşünülmüştür. Deney ve kontrol grupları belirlenirken, laboratuvar dersleri için dönem başında sınıflar farklı gruplara ayrıldığından mevcut iki gruplardan biri deney grubu diğeri kontrol grubu olarak rastgele belirlenmiştir.

3.4.1. Verilerin toplanması

Bu çalışmada öğrencilerin başarılarına ilişkin veriler "Mayoz Üçlüsü 10. sınıf Başarı Testi" ile elde edilmiştir. Çalışmada yer alacak olan deney ve kontrol grupları rastgele belirlenmiştir. Simülasyonun farkı araştırıldığı için deney ve kontrol olarak iki grup seçilmiştir. Araştırmacı kontrol grubuna ders başında başarı ön testini uygulamıştır. Ardından teorik olarak mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusunu anlatarak son testi uygulamıştır. Kontrol grubuna simülasyon uygulaması gösterilmemiştir. Deney grubu öğrencilerine ise dersin başında başarı ön testi uygulanmış, ardından teorik olarak mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusu anlatılarak simülasyon uygulaması yapılmıştır. Simülasyon uygulamasından sonra son test ve simülasyon uygulaması ile ilgili yarı yapılandırılmış görüşme soruları yazılı olarak uygulanmıştır. Nicel verileri desteklemek için toplamda 15 gönüllü deney grubu öğrencileri ile birebir görüşülerek simülasyon uygulamasının görüşme soruları sorulmuştur. Süreç toplamda dört ders saatini kapsamaktadır.

3.4.2. Ölçme aracının oluşturulması

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli maddelerden oluşan iki aşamalı başarı testi kullanılmıştır. İki aşamalı testler iki adımdan oluşmaktadır. İlk adımda sınıflama veya çoktan seçmeli sorular ikinci adımda yanıtlanan nedenlerin verildiği bölümden oluşmaktadır (Özkan, 2017). Çoktan seçmeli testlerin hazırlanması zor olmasına rağmen puanlanması objektiftir. Objektif puanlanabilmesi, puanlama güvenirliğinin yükselmesini sağlamaktadır. Çoktan seçmeli testler iyi hazırlandığında geçerliliği ve güvenirliği en yüksek olan sınav türüdür (Yılmaz ve Bal, 2015).

Çalışmada kullanılacak olan veri toplama aracı geliştirilmeden önce, ders kitaplarında ve üniversite sınav sorularında konu ile ilgili çıkmış sorular incelenmiştir. "Mayoz Bölünme" ve "Genetik Çeşitlilik" ana başlık olmak üzere sorular belirlenmiştir. Hazırlanan sorularda genetik çeşitliliğin en temel nedeni ve diğer nedenler ayrı ayrı sorular olarak sorulmuştur. Böylece öğrenci tarafından bağımsız dağılımın temel neden olarak bilinip bilinmediği araştırılmıştır. Oluşacak gamet çeşidi sayısı ve mayoz ile ilgili kavramların ne düzeyde bilindiğini araştırmaya yönelik sorular oluşturulmaya karar verilmiştir. Hazırlanan 11 madde görünüş ve kapsam geçerliliği için üniversiteden bir biyolog ve iki fen eğitimcisi konu uzmanlarına gösterilmiş, gerekli

düzeltme ve değişiklikler yapılmıştır. Uzman görüşü kapsamında mayoz bölünmenin nedeni olan bir test sorusu ve genetik çeşitliliğin nedenleri hakkında sorulan bir klasik soru tekrara düşmemek amacı ile testten çıkarılmıştır. Mayoz bölünme esnasında gerçekleşen olayların ne olduğu ve gamet çeşidi sayısının sorulduğu iki soru güvenirliği düşürdüğü için testten çıkarılmıştır. Test yedi soru ile son halini almıştır. Konu testi, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları için hazır oluş düzeyleri uygun olan Anadolu Lisesinde 60 öğrenciye pilot çalışma olarak uygulanmıştır.

3.4.3. İki aşamalı testlerinin analizi

İki aşamalı çoktan seçmeli testlerin analizleri, genellikle öğrencilerin her bir maddenin ilk aşamada verdiği cevaplar ile bu cevaplara verdikleri nedenlerin ne olduğu yönündeki yüzdelik değerlerinin tablo oluşturulmasıyla sağlanmaktadır. Tablo yapılan sonuçlarda amaç, iki aşamanın birbiriyle olan ilişkisine bakmaktır. Testin her iki aşamasında öğrenci tarafından doğru seçenek işaretlenmişse bir puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her iki aşamasında yanlış seçenek işaretlenmişse sıfır puan verilir ve analizleri yapılır (Aldemir, 2010).

3.4.4. Pilot çalışma TAP istatistik programı analizi

Uzman görüşü sonrası 11 maddeden dokuz maddeye indirgenen test sorularının analizi sonucu madde güçlüğü 0,385 ortalama ayırıcılık indeksi 0,497 ve KR-20 değerinin 0,506 olduğu hesaplanmıştır (Tablo 3.1). Güvenirlik katsayısı olan KR-20 değerini yükseltmek amacı ile KR-20 if item deleted sütunundan dördüncü ve sekizinci maddelerin testten çıkarılması gerektiği görülmektedir (Tablo 3.2). Dördüncü ve sekizinci sorular testten çıkarılarak test yedi soru ile son halini almıştır.

Tablo 3.1. Dokuz maddelik TAP analizi sonucu

Analiz Maddeleri	Değerler
Number of Items Excluded	0
Number of Items Analyzed	9
Mean Item Difficulty	0,385
Mean Discrimination Index	0,497
Mean Point Biserial	0,449
Mean Adj. Point Biserial	0,225
KR20 (Alpha)	0,506
KR21	0,474
SEM (from KR20)	1,349

Tablo 3.2. Dördüncü ve sekizinci soruların çıkarılması

Item	Scale if Item Deleted	Mean if Item Deleted	Scale SD if Item Deleted	KR20 if Item Deleted	SEM Biserial Correl	Adjust Biserial Correl
Item 01	3,150	1,701	0,428	1,286	0,735	0,472
Item 02	2,900	1,729	0,462	1,268	0,621	0,328
Item 03	3,183	1,775	0,481	1,278	0,566	0,274
Item 04	3,217	1,854	0,531+	1,269	0,355	0,050
Item 05	3,050	1,736	0,467	1,268	0,608	0,314
Item 06	3,183	1,678	0,403	1,297	0,823	0,583
Item 07	3,067	1,740	0,469	1,268	0,603	0,307
Item 08	3,067	1,852	0,548+	1,246	0,333	0,009
Item 09	2,917	1,744	0,475	1,264	0,584	0,284

Tablo 3.3. TAP analizi sınav sonucu özeti

Analiz Maddeleri	Değerler
Number of Examinees	60
Total Possible Score	7
Minimum Score	0,000 = 0,0%
Maximum Score	7,000 = 100,0%
Median Score	3,000 = 42,9%
Mean Score	2,817 = 40,2%
Standard Deviation	1,775
Variance	3,150
Skewness	0,081
Kurtosis	-0,633

Yedi soru ile gerçekleştirilen, 60 öğrenci ile yapılan sınav sonuçları Tablo 3.3'te gösterilmektedir. Tabloya göre; minimum skor sıfır, maksimum skor yedi sorudan oluştuğu için yedi, ortanca değer üç, testin ortalama puanı 2,817, standart sapma 1,775, varyans 3,150 çarpıklık 0,081 ve basıklık -0,633 olarak hesaplanmıştır.

3.4.5. Testin güvenirlik çalışması

Güvenirlik, bireylerin test maddelerine verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılıktır. Bir ölçme aracının güvenirliği için aranan iki temel ölçüt farklı zamanlarda elde edilen cevaplar arasındaki tutarlılık ve aynı zaman diliminde elde edilen cevaplar arasındaki

tutarlılık olarak açıklanabilmektedir. Kuder Richardson-20 (KR-20) aynı zamanda elde edilen test puanları arasındaki iç tutarlılığı incelemek amacı ile kullanılmaktadır. KR-20 pek çok kişilik testlerinde olduğu gibi üç veya daha fazlası olması durumunda Cronbach tarafından geliştirilmiş olan alfa katsayısı kullanılır (Büyüköztürk, 2019). Mayoz üçlüsü testinin KR 20 değeri 0,575 olarak bulunmuştur.

Cronbach alfa katsayısı değerleri ile ölçek ya da testin güvenilirliği değerlendirilir. Buna göre;

- $0{,}00 \leq \alpha < 0{,}40$ ise ölçek güvenilir değildir,
- $0{,}40 \leq \alpha < 0{,}60$ ise ölçek düşük güvenilirliktedir,
- $0{,}60 \leq \alpha < 0{,}80$ ise ölçek oldukça güvenilirliktedir,
- $0{,}80 \leq \alpha < 1{,}00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir (Akt. Tomak, 2013).

Buna göre mayoz üçlüsü testi güvenilir bir testtir.

3.4.6. Madde ve test analizi

Bir testte bulunan maddelerin özelliklerini incelemek amacıyla yapılan analizlere madde analizi denilmektedir (Aldemir, 2010).

Tablo 3.4. Madde ve test analizi

Item	Key	Number Corrct	Item Diff	Disc Index	Correct in High Grp	Correct in Low Grp	Point Biser	Adj Pt Bis
Item 01	(2)	19	0,32	0,59	14 (0,67)	2 (0,08)	0,60	0,38
Item 02	(2)	34	0,57	0,50	17 (0,81)	8 (0,31)	0,52	0,27
Item 03	(3)	17	0,28	0,49	11 (0,52)	1 (0,04)	0,48	0,25
Item 04	(5)	25	0,42	0,47	13 (0,62)	4 (0,15)	0,53	0,28
Item 05	(4)	17	0,28	0,63	14 (0,67)	1 (0,04)	0,61	0,41
Item 06	(3)	24	0,40	0,51	14 (0,67)	4 (0,15)	0,51	0,26
Item 07	(1)	33	0,55	0,42	17 (0,81)	10 (0,38)	0,49	0,24

Tablo 3.4'te gösterilen madde ve test analizi tablosuna göre madde, maddelerin cevap anahtarları, doğru sayısı, madde zorluğu, madde ayırılıcık endeksi, yüksek gruptaki doğru, düşük gruptaki doğru sayısı görülmektedir.

Tablo 3.5. Genel analiz sonuçları tablosu

Analiz Maddeleri	Değerler
Number of Items Excluded	0
Number of Items Analyzed	7
Mean Item Difficulty	0,402
Mean Discrimination Index	0,515
Mean Point Biserial	0,532
Mean Adj. Point Biserial	0,297
KR20 (Alpha)	0,575
KR21	0,543
SEM (from KR20)	1,158

Tablo 3.5' te hariç tutulan madde sayısının olmadığı, analiz edilen öge sayısının yedi madde olduğu, ortalama madde zorluğu= 0,402, ortalama ayırıcılık indeksi= 0,515, KR 20 (Alpha)= 0,575 değerinde olduğu görülmektedir. Tomak (2013)' e göre test kullanılabilir.

3.4.7. Madde güçlüğü

Madde güçlük indeksi katılımcıların yüzde kaçı tarafından her bir testteki maddenin cevaplandığını gösteren değerdir. Maddelerin zorluk dereceleri hakkında bilgi vermektedir. Madde güçlük indeks (0,00 ile +1,00) arasında değer almaktadır. +1' e yaklaştıkça maddeyi doğru bilen öğrenci sayısı artar soru kolaydır, 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır ve bilen öğrenci sayısı azdır. Madde güçlüğü 0,50 ise orta güçlükte bir madde olduğunu belirtmektedir (Aldemir, 2010). TAP istatistik programında analizi yapılan mayoz üçlüsü başarı testinin ortalama güçlüğü 0,402 olarak bulunmuştur. Bu durumda testin ortalama olarak zor maddelerden oluştuğu söylenebilir.

3.4.8. Madde ayırt ediciliği

Yüksek puan ve düşük puana sahip bireyler arasında ayırım yapabilecek madde yanıtlarını değerlendirir. Madde ayırıcılığı, toplam test skoru ve seçilen madde skoru arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. İyi bir madde düşük ve yüksek skorlu kişileri ayırabilmelidir (Tomak, 2013).

Madde ayırt edicilik indeksi

- >,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 (Aldemir, 2010).

Geliştirilen mayoz üçlüsü başarı testinin ortalama ayırt edicilik değeri 0,515 olarak bulunmuştur. Bu indeks testin maddelerinin çok iyi olduğunu belirtmektedir.

3.4.9. Görüşme metodu aracılığıyla verilerin toplanması

Nitel araştırmalarda görüşme tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Nitelikli bir görüşmede, günlük hayatta karşılaşılan iletişim sırasında ortaya çıkan önyargı, dinleme eksikliği gibi çeşitli sorunlar bulunmamalıdır. Görüşme sürecinde görüşmeci, karşı tarafa yöneltilen sorulara, bireyin rahat, dürüst ve doğru bir biçimde tepkide bulunmasını sağlamalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Bu araştırmada, deney grubundan seçilen öğrencilerin sorulara rahat yanıt verebilmesi için günlük konuşma dili kullanılmıştır. Öğrencilere mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik ile ilgili hazırlanan başarı testi soruları ve simülasyon uygulaması ile ilgili sorular yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile sorulmuştur. Görüşmeler, simülasyonlar ile öğretim tekniğinin uygulanmasından sonra yapılmıştır. Her bir görüşme ses kayıt cihazıyla kaydedilmiştir. Görüşmenin kaydedileceği, görüşme öncesinde öğrenciye söylenmiş ve izni alınmıştır. Deney grubundan gönüllü olarak katılan öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşme sonucunda, elde edilen bulgular sunulurken öğrencilerin isimleri etik kuralları sağlaması açısından kullanılmamıştır. Görüşmeler toplamda yaklaşık 15 dakika sürmüştür. Başarı testi soruları görüşme tekniği ile sorulduğunda öğrenciler cevaplarının nedenlerinden bahsederken simülasyon programının uygulaması ile ilgili görüşme sorularında evet, hayır, kısmen şeklinde cevaplar vermiştir. Mayoz ile ilgili cevaplar puanlanırken doğru seçenek işaretlenmiş ve neden doğru açıklanmış ise bir puan, seçenek doğru ve nedeni yanlış ise sıfır, cevap seçeneği ve neden hatalı ise sıfır puan olarak puanlanmıştır.

4. BULGULAR

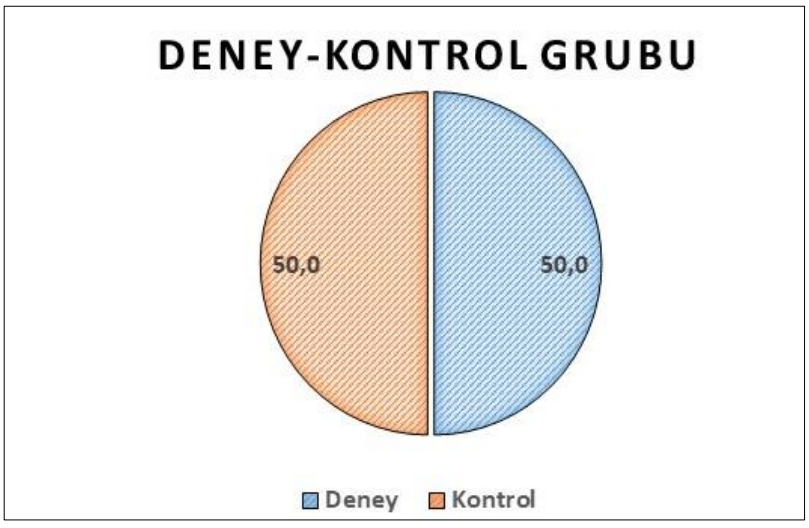
Bu kısım alt problemler sıralaması ile anlatılmıştır.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Mayoz bölünmede genetik çeşitliliğin nedenlerini anlatan bir simülasyon programı hazırlanabilir mi? Problemi çözüme ulaşmıştır. Temel olarak dört kromozom çifti ile bağımsız dağılım olayı anlatılmıştır. Bağımsız dağılım olayı ara yüzü yazıldıktan sonra araştırmacılar tarafından genetik çeşitliliğin diğer nedenlerinin de simüle edilmesinin öğrencinin konuyu daha iyi kavramasına yarar sağlayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle krossing-over ve rastgele döllenme olayları da simülasyona uyarlanabilmiştir.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusu ile ilgili hazırlanan simülasyon programının pilot uygulama nicel sonuçlarına göre öğrencilerin, konuyu anlamaya katkısı ile ilgili bulgulara yer verilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin %50'sinin (n=30), deney grubu %50'sinin ise (n=30) kontrol grubu öğrencileri olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Deney ve kontrol grubu katılımcılarına ait bulgular

Tablo 4.1. Kontrol grubu ön test ve son test başarı artış değer tablosu

Sorular	Kontrol grubu ön test doğru yanıt değeri	Kontrol grubu son test doğru yanıt değeri	Kontrol grubu ön-son test başarı artış değeri
1. soru	37%	83%	46%
2. soru	67%	80%	13%
3. soru	33%	33%	0%
4. soru	47%	67%	20%
5. soru	40%	73%	33%
6. soru	33%	33%	0%
7. soru	50%	87%	37%

Genetik çeşitliliğin nedenlerinin teorik olarak anlatıldığı kontrol grubu ön test ve son test artış değerleri incelendiğinde üçüncü ve altıncı soruda herhangi bir artış görülmemiş puanların aynı düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır (Tablo 4.1). Bunun nedeni olarak konunun daha önce dersin öğretmeni tarafından bağımsız dağılım olayının vurgulanarak anlatılmış olması düşünülmektedir. Lakin diğer beş soruda ön teste oranla son testlerde artış ortaya çıkmıştır. Konunun araştırmacı tarafından teorik olarak anlatılması ile öğrencilerin daha önceden var olan bilgilerinin hatırlandığı düşünülmektedir.

Tablo 4.2. Deney grubu ön test ve son test başarı artış değer tablosu

Sorular	Deney ön test doğru yanıt değeri	Deney son test doğru yanıt değeri	Deney grubu ön-son test başarı artış değeri
1. soru	27%	70%	43%
2. soru	47%	97%	50%
3. soru	23%	60%	37%
4. soru	37%	80%	43%
5. soru	17%	90%	73%
6. soru	47%	60%	13%
7.soru	60%	87%	27%

Genetik çeşitliliğin nedenlerinin teorik bilgiye ek olarak “Genetik çeşitliliğin üçlüsü (Mayoz üçlüsü)” simülasyon programı ile anlatıldığı deney grubu ön test ve son test artış değerleri incelendiğinde öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında ki aritmetik ortalama yaklaşık %41 oranındadır (Tablo 4.2). Buradan anlaşılacağı gibi simülasyon ile konu anlatımının öğrencilerin başarısını olumlu yönde arttırdığı görülmektedir.

Tablo 4.3. Kontrol ve deney grubu ön test başarı artış değer tablosu

Sorular	Kontrol grubu ön test doğru yanıt değeri	Deney grubu ön test doğru yanıt değeri	Kontrol ve deney grubu başarı ön test farkı
1. soru	37%	27%	Kontrol grubu başarısı 10% daha fazla
2. soru	67%	47%	Kontrol grubu başarısı 20% daha fazla
3. soru	33%	23%	Kontrol grubu başarısı 13% daha fazla
4. soru	47%	37%	Kontrol grubu başarısı 10% daha fazla
5. soru	40%	17%	Kontrol grubu başarısı 23% daha fazla
6. soru	33%	47%	Deney grubu başarısı 14% daha fazla
7. soru	50%	60%	Deney grubu başarısı 10% daha fazla

Genetik çeşitliliğin nedenlerinin teorik olarak anlatıldığı kontrol grubu ve simülasyon programının uygulandığı deney grubu ön test başarı puanları incelendiğinde ilk beş soruda kontrol grubu öğrencilerinin başarılarının yüksek olduğu, altıncı ve yedinci soruda ise deney grubu öğrencilerinin ön test puanlarında başarı oranının yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.3). Kontrol grubu öğrencilerinin başarı puanlarının yüksek olmasının altında yatan etmenin daha önce dersin öğretmeni tarafından konunun bağımsız dağılım olayı vurgulanarak anlatılması olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.4. Kontrol ve deney grubu son test başarı artış değer tablosu

Sorular	Kontrol grubu son test doğru yanıt değeri	Deney grubu son test doğru yanıt değeri	Kontrol ve deney grubu başarı son test farkı
1. soru	83%	70%	Kontrol grubu başarısı 13% daha fazla
2. soru	80%	97%	Deney grubu başarısı 17% daha fazla
3. soru	33%	60%	Deney grubu başarısı 27% daha fazla
4. soru	67%	80%	Deney grubu başarısı 13% daha fazla
5. soru	73%	90%	Deney grubu başarısı 17% daha fazla
6. soru	33%	60%	Deney grubu başarısı 27% daha fazla
7. soru	87%	87%	Kontrol ve deney grubu başarısı eşit değerde

Genetik çeşitliliğin nedenlerinin teorik olarak anlatıldığı kontrol grubu ve simülasyon programının uygulandığı deney grubu son test başarı puanları incelendiğinde birinci soruda kontrol grubu başarı oranının deney grubu başarı oranına göre fazla olduğu

yedinci soruda ise başarı oranlarında bir artış olmadığı eşitlik olduğu görülmektedir (Tablo 4.4). Bunun nedeninin konunun daha önce dersin öğretmeni aracılığı ile anlatılmış olması ve araştırmacı tarafından bilgilerin yeniden tazelenmiş olması düşünülmektedir. İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı soruda deney grubu başarısı kontrol grubu başarısına göre artış göstermektedir (Tablo 4.4). Lakin araştırmacı tarafından beklenen daha fazla oranda artış beklenirken büyük bir oran gözlenememiştir. Çalışmada simülasyon programının katkısını ele almak amacı ile konunun daha önce bu şekilde mevcut anlatım ile anlatıldığı öğrenciler rastgele seçilmiştir. Fakat bu durumda konuyu daha önce bu şekilde öğrendikleri için simülasyon ile yapılan uygulamada büyük bir artış incelenememiştir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

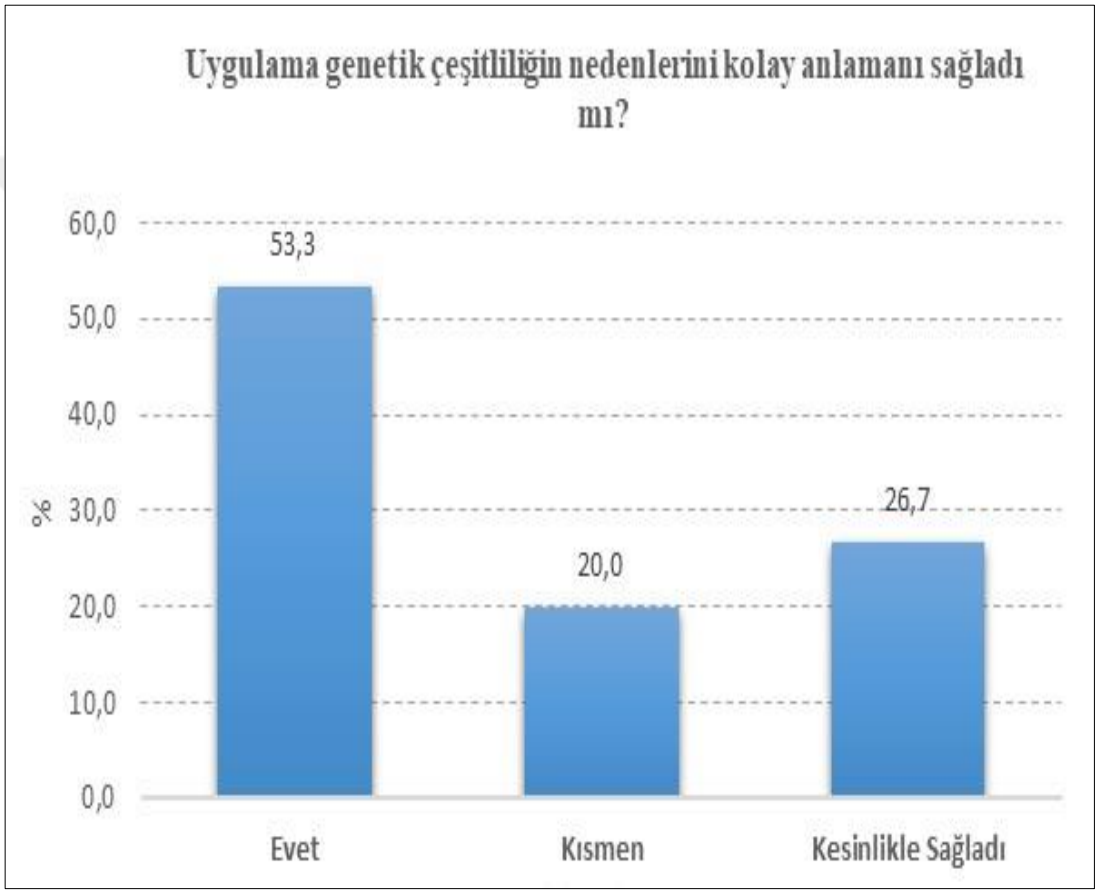
Araştırmanın bu bölümü mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusu ile ilgili hazırlanan simülasyon programının pilot uygulaması sonrası öğrenci görüşlerinin neler olduğu ile ilgilidir.



Şekil 4.2. Öğrencilerin mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamasını sağlama durumuna göre dağılımı

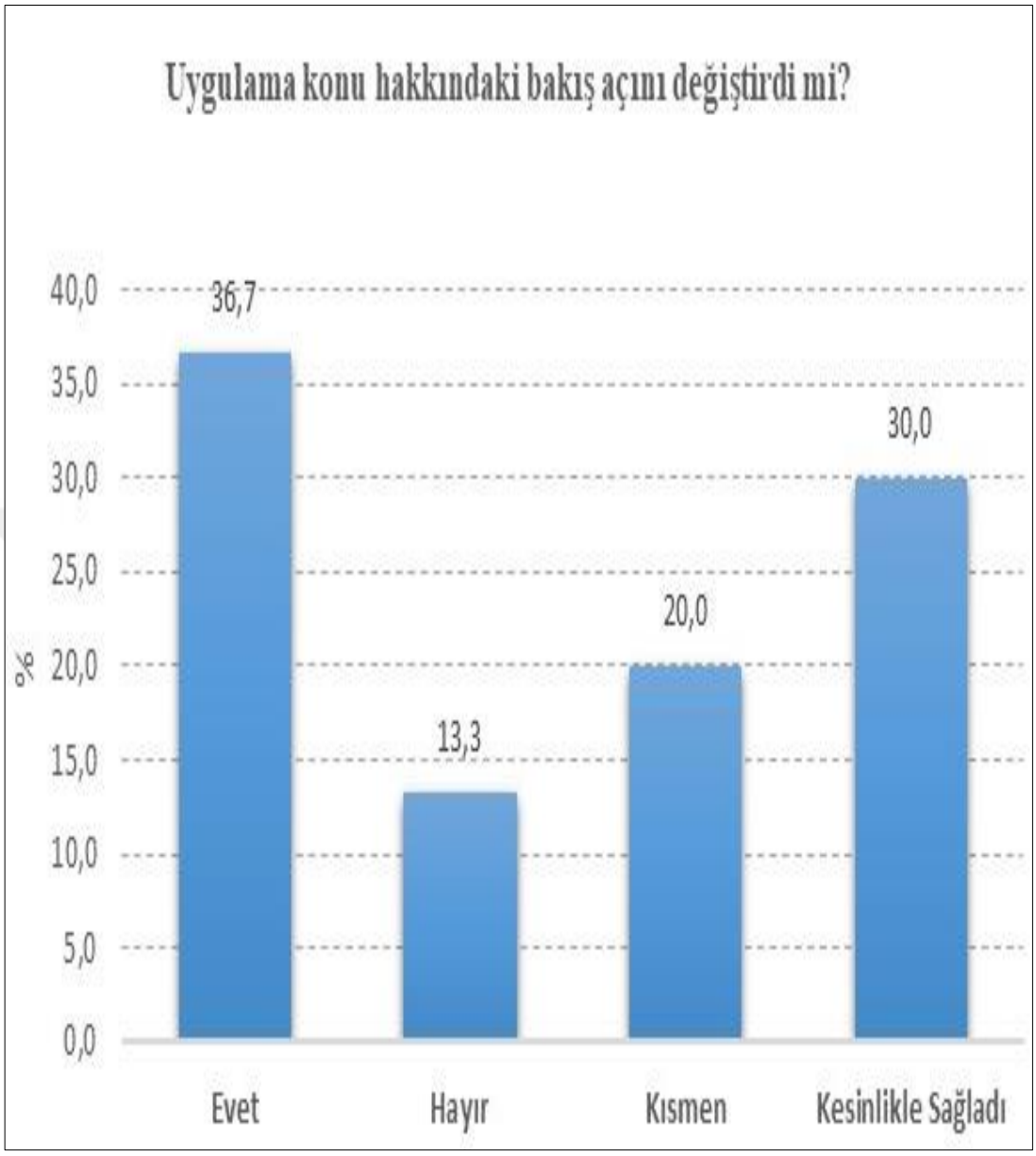
Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamanı sağladı mı?" sorusuna verdikleri

yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %56,7'sinin mayoz üçlüsü simülasyon programının genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamalarını sağladığını, %26,7'sinin kesinlikle daha kolay anlamasını sağlamlarına yardımcı olduğunu belirtirken %16,7'sinin ise bu tekniğin genetik çeşitliliği anlamada kısmen daha kolaylık sağladıklarını düşündükleri belirlenmiştir (Şekil 4.2). Bulgulara göre uygulanan simülasyon programı öğrencilerin genetik çeşitlilik konusunu simülasyon programı ile daha kolay anladığını ortaya çıkarmıştır.



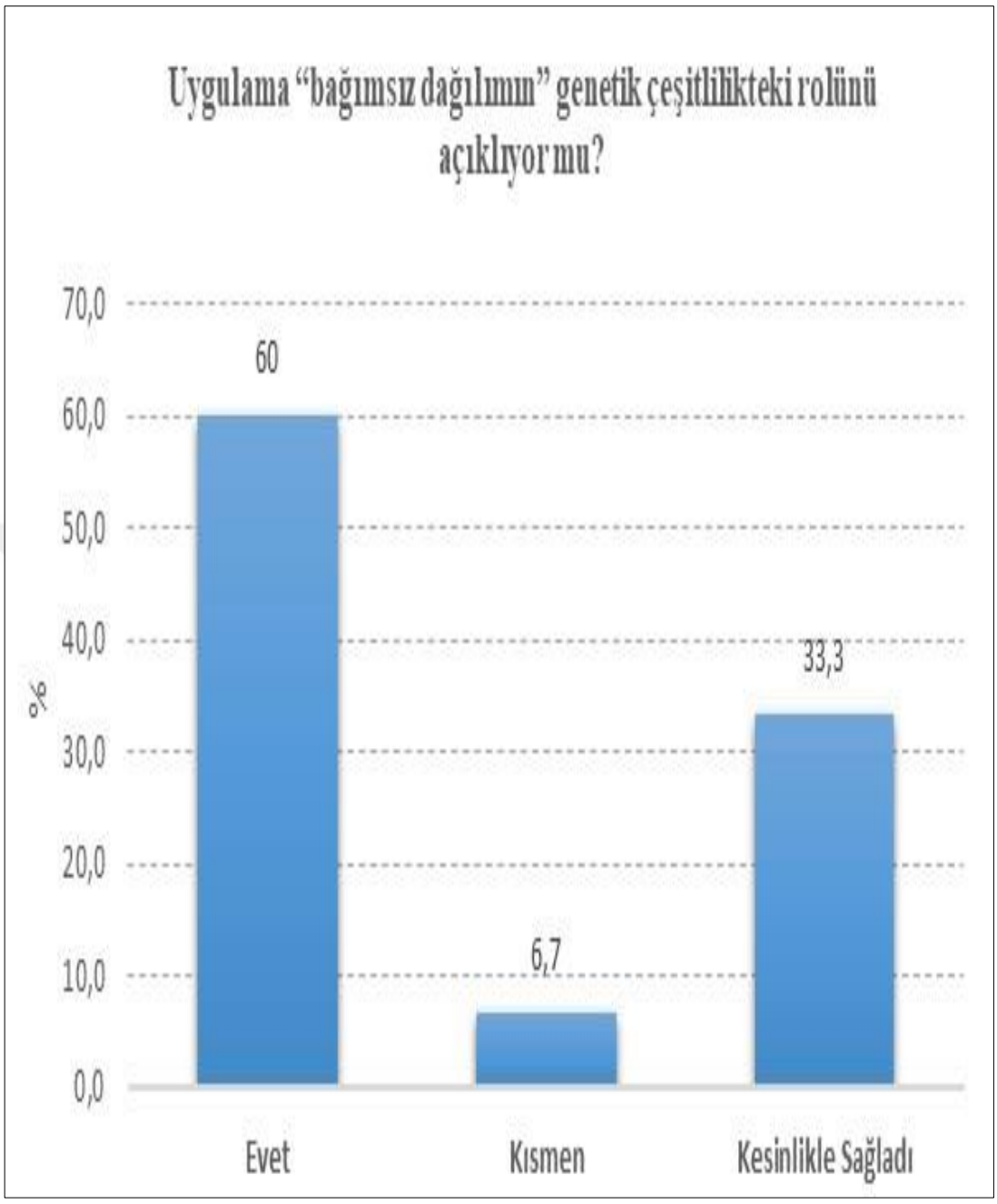
Şekil 4.3. Öğrencilerin uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağlama durumuna göre dağılımı

Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağladı mı?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %53,3'ünün uygulamanın genetik çeşitliliğin nedenlerini daha kolay anlamalarını sağladıkları, %26,7'sine göre uygulamanın genetik çeşitlilik nedenlerini kesinlikle daha kolay anlamalarını sağladıkları belirlenirken % 20'sine göre ise yapılan uygulamanın genetik çeşitliliğin nedenlerini kısmen kolay anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 4.3).



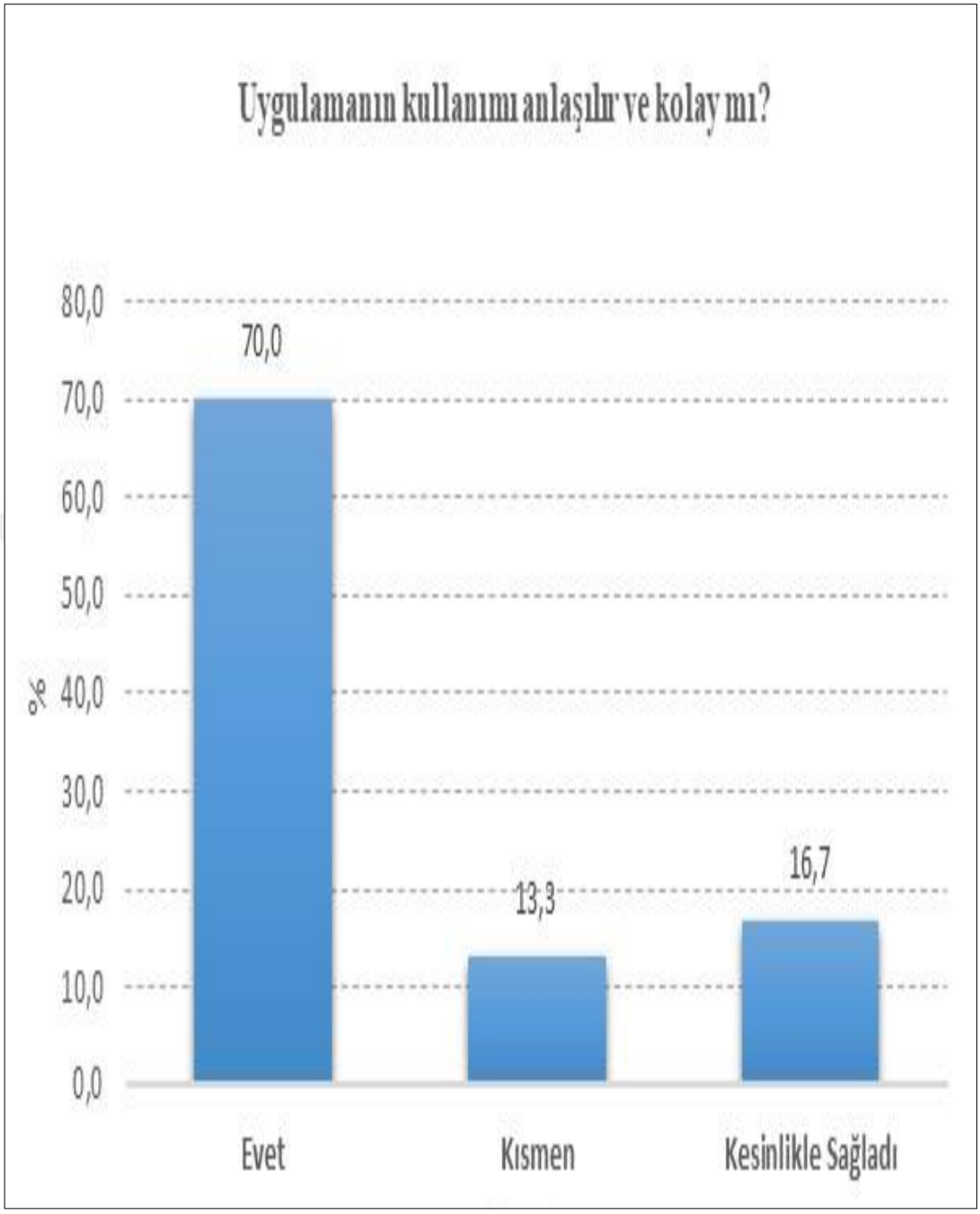
Şekil 4.4. Uygulamanın öğrencilerin konu hakkındaki bakış açılarını değiştirme durumlarına göre dağılımı

Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Uygulama konu hakkındaki bakış açını değiştirdi mi?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %36,7'sine göre uygulamanın konu hakkındaki bakış açısını değiştirdiği, %30'una göre kesinlikle değiştirdiği, %20'sine göre kısmen değiştirdiğini belirtirken %13,3'ünün uygulamanın konu hakkındaki bakış açılarını değiştirmediğini belirtmişlerdir (Şekil 4.4). Genetik çeşitlilik konusunun simülasyon uygulaması ile anlatımının, öğrencilerin büyük çoğunluğunun konu hakkında ki bakış açısını değiştirdiği, faydalı olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.5. Öğrencilere göre uygulama "Bağımsız Dağılımın" genetik çeşitlilik rolünü açıklama durumlarına göre dağılımı

Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Uygulama "bağımsız dağılımın" genetik çeşitlilikteki rolünü açıklıyor mu?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %60'ına göre uygulamanın bağımsız dağılım genetik çeşitlilikteki rolünü açıkladığı, %33,3'üne göre kesinlikle açıkladığı ve %6,7'sine göre kısmen açıkladığını belirtmişlerdir (Şekil 4.5). Bulgu sonuçlarına göre genetik çeşitliliğin temel etkeni olan bağımsız dağılım olayının simülasyon uygulamasında gayet açık anlatıldığı görülmektedir.



Şekil 4.6. Öğrencilerin uygulamanın kullanımına ait görüşleri

Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Uygulamanın kullanımı anlaşılır ve kolay mı?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %70'ine göre uygulamanın kullanımının kolay ve anlaşılır olduğu, %16,7'sine göre kesinlikle kolay ve anlaşılır olduğu belirlenirken %13,3'üne göre kısmen kolay ve anlaşılır olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6). Yapılan simülasyon uygulamasının tasarım aşamasında kullanıcının kolay anlayabileceği şekilde tasarlanmaya özen gösterilmiştir. Öğrenciler uygulama adımlarını izlerken zorluk çekmemiş, kolay ve anlaşılır bulmuştur.



Şekil 4.7. Öğrencilerin uygulama kullanırken kafalarını karıştıran noktaları olup olmama görüşlerine ait dağılımı

Öğrenciler ile yüz yüze yapılan görüşmede, "Uygulamayı kullanırken kafanızı karıştıran noktalar oldu mu?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %3,3'üne göre uygulamayı kullanırken kafalarının karıştıran noktaların olduğu, %6,7'sine göre kesinlikle kafalarını karıştıran, %13,3'üne göre kısmen kafalarını karıştıran noktalar olduğunu belirtirken %76,7'sine göre uygulama kullanırken herhangi bir şekilde kafalarını karıştıran bir noktanın olmadığını belirtmişlerdir (Şekil 4.7). Öğrencilerin kafalarını karıştıran noktanın uygulamaların tek sekmede açılamaması araştırmacı tarafından düşünülmektedir.

Deney grubundan görüşme metodu aracılığıyla elde edilen bulgular:

Araştırmada deney grubunu oluşturan 15 öğrenci ile görüşülmüştür. Birinci soruda öğrencilere genetik çeşitliliğin nedenleri sorulmuştur. Bir öğrenci krossing over ve bağımsız dağılım olarak cevaplarken diğer öğrenciler rastgele döllenmenin de etkisi olduğunu söylemiştir (Tablo 4.5). Araştırmalara göre öğrenciler, genetik çeşitliliğin

nedenini krossing over olarak açıklamaktadır bağımsız dağılım ve rastgele döllenmenin etkisine ise değinmemektedir (Karataş ve diğ., 2013). Ancak yapılan simülasyon uygulaması ile bu sorunun giderildiği görülmüştür.

İkinci soruda yöneltilen "Bir türün haploit kromozom sayısı (n)=5 ise bağımsız dağılım sonucu oluşacak gamet çeşidi sayısı kaçtır?" sorusuna öğrencilerden gamet çeşidi sayısı hesaplarken 2^n formülünden hesaplandığı ve 32 olduğu cevabı alınmıştır (Tablo 4.5). Öğrenciler simülasyon programında ortaya çıkan olasılıkları kolayca gözlemleyebilmiştir. Çıkan olasılıkların birer birey olduğunu kavrayan öğrenciler 2^n formülünden kolayca gamet çeşidi sayısını hesaplayabilmiştir.

Üçüncü soru olarak "Bağımsız dağılım mayoz bölünmenin hangi evresinde meydana gelmektedir?" sorusuna öğrencilerden anafaz I yanıtı alınmıştır (Tablo 4.5). Öğrencilerin anafaz I evresinde homolog kromozomların ayrıldığını ve bağımsız dağılımın bu evrede gerçekleştiğini öğrenmiş olduğu ortaya çıkmıştır.

Dördüncü soruda homolog kromozomların mayozun hangi evresinde birbirinden ayrıldığı sorulduğunda herkes tarafından anafaz I yanıtı verilmiştir (Tablo 4.5). Çeşitliliğin temel nedeninin ne olduğu sorusunda bağımsız dağılım cevabı alınmış ve daha önce krossing over olarak bilindiği artık bağımsız dağılımın temel neden olduğu öğrenilmiştir cevabı alınmıştır. Mayoz bölünmenin en temel sonucunun ne olduğu sorusunda türdeki kromozom sayısının sabit kalmasını sağlayarak gamet oluşturması cevabı alınmıştır. Öğrenciler böylece nesiller boyu aynı kromozom sayısına sahip bireylerin oluştuğunu da kolaylıkla kavramıştır.

Beşinci soruda çeşitliliğin temel nedeninin ne olduğu sorulmuştur. Tüm öğrencilerden bağımsız dağılım yanıtı alınmıştır (Tablo 4.5). Bu bulgulara dayanarak krossing-over algısının tam anlamı ile ortadan kalktığının, krossing-over olmadan çeşitliliğin olabileceği ve artık en temel sebebin bağımsız dağılım olduğu öğrenci tarafından anlaşılmıştır.

Altıncı soruda mayoz bölünmenin en temel sonucunun ne olduğu sorulmuştur. Öğrencilerden türdeki kromozom sayısının sabit kalmasını sağlayarak gamet oluşması cevabı alınmıştır (Tablo 4.5). Böylece mayoz bölünmenin en temel sonucu öğrenciler tarafından anlaşılmıştır.

Yedinci soruda mayoz bölünme sonucunda bir tane 2n kromozomlu hücreden oluşan 4 tane n kromozomlu hücrelere ne ad verildiği sorulmuştur öğrencilerden gamet cevabı alınmıştır (Tablo 4.5). Böylece öğrencilerin mayoz sonucunda ortaya çıkacak farklı birey olasılıklarını anladıkları düşünülmektedir.

Simülasyon programı ile ilgili yöneltilen sorulara ise öğrenciler "evet, kesinlikle evet ve kesinlikle hayır" şeklinde cevaplandırma yapmıştır. Birinci soru "Mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamanızı sağladı mı?" sorusuna hepsinden evet yanıtı alınmıştır (Tablo 4.6). Öğrencilerin daha önce sahip oldukları genetik çeşitliliğin nedeni krossing overdır algısı düzeltilmiştir.

İkinci soru "Uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağladı mı?" sorusuna da evet yanıtı alınmıştır (Tablo 4.6). Öğrencilerin artık genetik çeşitliliğin temel nedeninin bağımsız dağılım olduğu ve mayoz bölünme sonrasında gerçekleşen rastgele döllenme olayının da genetik çeşitliliğe olan katkısını öğrenmiştir.

Üçüncü soru "Uygulama konu hakkındaki bakış açını değiştirdi mi?" sorusuna öğrenciler tarafından kesinlikle evet yanıtı alınmıştır (Tablo 4.6). Uygulama öğrencilerin konuyu daha doğru bir şekilde anlamasını sağlamıştır.

Dördüncü soru "Uygulama "bağımsız dağılımın" genetik çeşitlilikteki rolünü açıklıyor mu?" sorusuna evet yanıtı verilmiştir (Tablo 4.6). Öğrenciler daha önce genetik çeşitliliğin nedenini krossing over olarak tanımlarken artık temel nedenin bağımsız dağılım olduğunu da vurgulamıştır.

Beşinci soru "Uygulamanın kullanımı anlaşılır ve kolay mı?" sorusu yöneltilmiştir ve kesinlikle evet cevabı alınmıştır (Tablo 4.6). Uygulama kullanıcının kolay kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Öğrenciler simülasyon adımlarını takip ederken sorun yaşamamışlardır.

Altıncı soruda "Uygulamayı kullanırken kafanızı karıştıran noktalar oldu mu?" sorusuna kesinlikle hayır yanıtı alınmıştır (Tablo 4.6). Tasarımcı tarafından uygulama oluşturulurken yalın ve öz bir ara yüz oluşturulmaya dikkat edilmiştir.

Tablo 4.5. Başarı testi görüşme soruları yanıt çizelgesi

Başarı testi görüşme soruları	Doğru cevap sayısı	Yanlış cevap sayısı
1.Genetik çeşitliliğin nedenleri nelerdir?	14	1
2.Bir türün haploid kromozom sayısı (n)=5 ise bağımsız dağılım sonucu oluşacak gamet çeşidi sayısı kaçtır?	15	0
3.Bağımsız dağılım mayoz bölünmenin hangi evresinde meydana gelmektedir?	15	0
4. Homolog kromozomlar mayoz bölünmenin hangi evresinde birbirinden ayrılmaktadır?	15	0
5.Çeşitliliğin temel nedeni nedir?	15	0
6. Mayoz bölünmenin en temel sonucu nedir?	15	0
7.Mayoz bölünme sonucunda bir tane 2n kromozomlu hücreden oluşan 4 tane n kromozomlu hücrelere ne ad verilir?	15	0

Tablo 4.6. Simülasyon uygulaması görüşme soruları yanıt çizelgesi

Simülasyon uygulaması görüşme soruları	Evet	Kesinlikle evet	Kesinlikle hayır
1.Mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamanı sağladı mı?	15	0	0
2.Uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağladı mı?	15	0	0
3.Uygulama konu hakkındaki bakış açını değiştirdi mi?	0	15	0
4.Uygulama "bağımsız dağılımın" genetik çeşitlilikteki rolünü açıklıyor mu?	15	0	0
5.Uygulamanın kullanımı anlaşılır ve kolay mı?	0	15	0
6.Uygulamayı kullanırken kafanızı karıştıran noktalar oldu mu?	0	0	15

Christian (2001) yaptığı çalışmada Java ile yazılmış Physlet yazılım paketinin avantajlarından ve bu yazılımın fizik eğitimi araştırmalarındaki önemi, öğrenci ihtiyaçlarına cevap verebilen önemli bir araç olabileceği yargısına varmıştır (Akt. Bozkurt, 2008). Yine Çağıran (2008)'in yaptığı çalışmada, ilköğretim 8. sınıflarda mitoz ve mayoz hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisini, geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırılarak araştırmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre bilgisayar destekli öğretim yönteminin, geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu tespit etmiştir. Saka ve Akdeniz (2006)'a göre, genetik kavramlarının öğretiminde başarıyı yükseltmek için bütünleştirici öğrenme ortamında bilgisayar destekli öğretimin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır (Akt. Teke, 2010).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada; "genetik çeşitliliğin nedenleri" konusunun öğretiminde bir simülasyon uygulamasının yapılması ve bu simülasyon uygulamasının öğrencilerin akademik başarısına olan katkısı bir pilot çalışma olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve öneriler bulgu sonuçlarına göre sıralanmıştır.

1. Genetik çeşitlilikte, mayoz bölünme konusunun öğretimi için bir simülasyon programının hazırlanması sağlanabilmiştir ve bağımsız dağılım, krossing-over, rastgele döllenme olaylarının simüle edilebilmesi sağlanmıştır. Teke (2010), "Fen ve Teknoloji Derslerinde Kullanılan Simülasyon Yönteminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Erişilerine Etkisi" adlı çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde "Vücudumuzda sistemler" adlı ünitenin öğretiminde kullanılan simülasyon yöntemi ile geleneksel yöntemin öğrencilerin erişilerine etkisinin karşılaştırılarak; incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2009 – 2010 eğitim ve öğretim yılında Konya ilinin Seydişehir ilçesine bağlı Merkez İlköğretim Okulundaki 7. sınıflarda öğrenim gören toplam 70 öğrenci üzerinde 5 hafta süresince uygulanmıştır. Araştırma sonunda simülasyon yöntemiyle öğretimin uygulandığı gruptaki öğrencilerle geleneksel yöntemle öğretimin uygulandığı gruptaki öğrencilerin erişileri arasında simülasyon yöntemiyle öğretimin uygulandığı grubundaki öğrencilerin lehine anlamlı fark bulunmuştur. Model ve animasyonların, diğer biyoloji konularının öğretimi için de araştırılması gerektiği önerilmektedir (Rotbain ve diğ., 2008).
2. Mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusu ile ilgili hazırlanan simülasyon programının pilot uygulama nicel sonuçlarına göre kontrol gubu ön test ve son test artış değerleri arasında üçüncü ve altıncı soru hariç artış söz konusudur. Dersin öğretmeni tarafından konu daha önce bu bağlamda anlatıldığı için bu iki soruda artış gözlenemediği düşünülmektedir (Tablo 4.1). Yenice (2014), yapılan istatistiksel analizler sonucunda Mitoz ve Mayoz Bölünme konusunun 7E öğrenme modeline dayalı etkinlik ve materyallerle işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına anlamlı bir katkı sağladığı görülmüştür.

3. Genetik çeşitliliğin nedenlerinin teorik bilgiye ek olarak simülasyon programı ile anlatıldığı deney grubu ön test ve son test artış değerleri incelendiğinde öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında ki aritmetik ortalamanın yaklaşık %41 oranında olduğu görülmüştür (Tablo 4.2). Bu bulgulara göre simülasyon ile yapılan öğretimin başarıyı daha fazla arttırdığı görülmektedir. Türkmen (1998), biyoloji ve fen bilgisi eğitiminde kullanılan simülasyonların; bir kısım deneyleri bilgisayar ortamında kolaylıkla yapılabilir hale getirdiğine, anlaşılması zor olan bazı bilimsel kavramları kolaylıkla anlaşılabilir hale getirdiğine, öğrencilerin fen bilimlerine yönelik tutumlarının pozitif olarak değiştirdiklerine değinmiştir.

4. Kontrol grubu ve deney grubu ön test başarı puanları incelendiğinde ilk beş soruda kontrol grubu öğrencilerinin başarılarının yüksek olduğu, altıncı ve yedinci soruda ise deney grubu öğrencilerinin ön test puanlarında başarı oranının yüksek olduğu görülmektedir (Tablo 4.3). Bu sonucun nedeni ise dersin öğretmeni tarafından genetik çeşitliliğin üç temel nedeninin daha önce mevcut yöntemle de anlatılıyor olabilmesidir.

5. Kontrol grubu ve deney grubu son test başarı puanları incelendiğinde birinci soruda kontrol grubu başarı oranının deney grubu başarı oranına göre fazla olduğu yedinci soruda ise başarı oranlarında eşitlik olduğu görülmektedir (Tablo 4.4). Bunun nedeninin konunun daha önce dersin öğretmeni aracılığı ile anlatılmış olması ve araştırmacı tarafından bilgilerin tekrar edilmiş olması düşünülmektedir. İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı soruda deney grubu başarısı kontrol grubu başarısına göre artış göstermektedir (Tablo 4.4). Lakin araştırmacı tarafından daha fazla oranda artış beklenirken büyük bir oran gözlenememiştir. Simülasyon uygulaması yapılırken, simülasyon dönem sonunda ancak tamamlanabilmiştir ve öğrencilerin konuyu daha iyi kavrayabilmesi için konu ikinci kez anlatılmıştır. Bu nedenle kontrol grubu ve deney grubu başarı testleri arasındaki artış oranlarının yakın çıktığı düşünülmektedir. Farklı okullarda başarı testinin uygulanması ile bu konuya açıklık getirilebilir.

6. Mayoz bölünme ve genetik çeşitlilik konusu ile ilgili hazırlanan simülasyon programının pilot uygulama nitel sonuçlarına göre, "Mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamanı sağladı mı?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %56,7'sinin mayoz üçlüsü simülasyon programının genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamalarını sağladığını, %26,7'sinin kesinlikle daha kolay anlamasını sağlamlarına yardımcı olduğunu

belirtirken %16,7'sinin ise bu tekniğin genetik çeşitliliği anlamada kısmen daha kolaylık sağladıklarını düşündükleri belirlenmiştir (Şekil 3.29). Yapılan simülasyon uygulaması öğrencilerin, genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamasını sağlamaktadır.

7. Öğrenciler ile yapılan görüşmede, "Uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağladı mı?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %53,3'ünün uygulamanın genetik çeşitliliğin nedenlerini daha kolay anlamalarını sağladıkları, %26,7'sine göre uygulamanın genetik çeşitlilik nedenlerini kesinlikle daha kolay anlamalarını sağladıkları belirlenirken % 20'sine göre ise yapılan uygulamanın genetik çeşitliliğin nedenlerini kısmen kolay anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 3.30). Yapılan simülasyon uygulaması genetik çeşitliliğin nedenlerini öğrencilerin daha kolay ve doğru anlamasını sağlamaktadır.

8. Öğrenciler ile yapılan görüşmede, "Uygulama konu hakkındaki bakış açını değiştirdi mi?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %36,7'sine göre uygulamanın konu hakkındaki bakış açısını değiştirdiği, %30'una göre kesinlikle değiştirdiği, %20'sine göre kısmen değiştirdiğini belirtirken %13,3'ünün uygulamanın konu hakkındaki bakış açılarını değiştirmediğini belirtmişlerdir (Şekil 3.31). Konuya bakış açısı değişmeyen öğrencilerin daha önce klasik anlatımla konuyu bu şekilde görmesi düşünülmektedir.

9. Öğrenciler ile yapılan görüşmede, "Uygulama "bağımsız dağılımın" genetik çeşitlilikteki rolünü açıklıyor mu?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %60'ına göre uygulamanın bağımsız dağılım genetik çeşitlilikteki rolünü açıkladığı, %33,3'üne göre kesinlikle açıkladığı ve %6,7'sine göre kısmen açıkladığını belirtmişlerdir (Şekil 3.32). Öğrenciler daha önce çeşitliliğin kaynağını krossing-over olarak belirtirken, simülasyon uygulaması ile yapılan öğretim sonrası çeşitliliğin nedenini bağımsız dağılım olarak açıkça belirtmişlerdir.

10. Öğrenciler ile yapılan görüşmede uygulamanın kullanımının anlaşılırlığı ve kolaylığının incelenmesinde, öğrencilerin %70 'inin uygulama kullanımının kolay ve anlaşılır olduğunu belirtmiştir (Şekil 3.33).

11. Öğrenciler ile yapılan görüşmede, "Uygulamayı kullanırken kafanızı karıştıran noktalar oldu mu?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin %3,3'üne göre uygulamayı kullanırken kafalarının karıştıran noktaların olduğu, %6,7'sine göre kesinlikle kafalarını karıştıran, %13,3'üne göre kısmen kafalarını karıştıran noktalar

olduğunu belirtirken %76,7'sine göre uygulama kullanırken herhangi bir şekilde kafalarını karıştıran bir noktanın olmadığını belirtmişlerdir (Şekil 3.34). Üç ayrı sekmede açılan simülasyon uygulaması bir kısım öğrencinin kafasının karışmasına neden olmuştur. Bu nedenle başka araştırmalarda yapılabilmesi durumunda uygulamanın, tek sekmede yapılması öğrencilerde oluşan kafa karışıklılığını ortadan kaldıracağı düşünülmektedir.

12. Mayoz bölünme canlıların eşey organlarında meydana gelen, döller arasında kromozom sayılarının sabit kalmasını sağlayan özel bir bölünmedir. Mayoz bölünme diploit hücrelerden haploit hücrelerin oluşmasını sağlamaktadır. Bölünme sonucunda n sayıda kromozoma sahip dört gamet meydana gelmektedir. Canlıların atalarına benzemeleri ve çok eski atalara ait birtakım özelliklerin oğul döllerde görülmesi bağımsız dağılım ve krossing-over sayesinde açıklanabilmektedir. Fakat terimlerin çokluğu ve olayların karmaşıklığı yanlış anlamalara sebep olmaktadır (Gözmen, 2008). Bu nedenle bağımsız dağılım, krossing over ve rastgele döllenme olayları Java programlama dili ile simüle edilmiştir.

13. Simülasyonlar, aktif öğrenmeyi teşvik ederek öğretimin etkinliğini arttırmak için kullanılabilecek aktif egzersizlerdir. Simülasyonlar sayesinde etkin bilgi elde etme, anlama, uygulama, analiz etme, sentezleme ve değerlendirme gerçekleşir. Tüm bu unsurlar bilişsel düşünme becerilerinin geliştirildiği ve uygulandığı etkili bir öğrenme sürecine katkıda bulunur. Simülasyonlar ve oyunlar, öğrencilere gerçek deneyimler kazandırır ve kavramları daha anlamlı öğrenmelerini sağlar. Simülasyon aktivitesini takip eden açıklamalar, tartışmayı teşvik eder ve gerçek hayattaki durumların analizi için bir arka plan sağlar. Simülasyonlar ve oyunlar, öğrenciler üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir, çünkü rol yapma, aktif öğrenmeyi, yeni kavramların öğrenilmesini kolaylaştırır ve öğrenci ilgisini, coşkusunu ve motivasyonunu arttırır (Zapalska ve diğ., 2011). Braun (1971), simülasyonların pedagojik olarak faydalı olacağını belirtmiştir. Simülasyonlar genel anlamda problem çözmede öğrenme ve öğretme faaliyetlerini olumlu etkilemektedir (Mandinach, 1988). Simülasyonlar, öğrencilerin keşfederek öğrenmelerini motive etmede etkili olduğu için fen eğitiminde faydalıdır (Laxman ve Chin, 2011). Snir ve diğ., (1995) fen eğitiminde simülasyon kullanımı ile ilgili bir rehber hazırlayarak yapılan simülasyonlarda en uygun kavramsal modelin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır (Akt. Bozkurt, 2008). Bu çalışmada kullanılan Java programlama dili ile yapılmış az sayıda simülasyon çalışmasına

rastlanmıştır. Bunun nedeninin Java programlama dilini eğitim çalışması yapan bilimcilerin bilmemesi ve buna ilave olarak diğer disiplinlerle iş birliği yapılamamasının kaynak olabileceği düşünülmektedir. Araştırmacılar Java dilinin öğretimde kullanılmasını önermektedir, fakat çok az sayıda çalışmaya ulaşılabilmiştir. (Hyde, 2009) Java programlama dili ile üçgenin merkezlerini tanıtan bir simülasyon yapmıştır. Kurtz ve O'Neal (1998), Java'da eğitim materyalleri geliştirilmesi adlı araştırmasında eşzamanlılık simülatörü geliştirmiştir. Cavus ve diğ., (2016) programlama dillerinin müfredata ilave edilmesinin faydalı olacağını bildirmiştir.

5.2. Öneriler

Yapılan çalışmaya yönelik ilgili sonuçlar yukarıda özetlenmiştir. İncelenen sonuçlar doğrultusunda çalışma yapacak araştırmacılara şu öneriler sunulmaktadır:

- Çalışma sonucundan elde edilen bulgular, simülasyon ile öğretim yönteminin öğrenci başarısına olumlu yönde katkısı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sonuçlardan yola çıkarak; biyoloji, fen ve teknoloji öğretmenlerinin yapılandırmacı öğretim etkinliklerinden olan simülasyon yolu ile öğretim yöntemini kullanmaları önerilmektedir.
- Nitekim bu araştırma esnasında da biyoloji eğitiminde örnek bir çalışma bulunamadığından Java programlama dilinin gelecek nesillerde öğrenilmesinin zaruriyeti de ortaya çıkmıştır. Oysa Java programlama dili kullanılarak, hücresel solunum, kan grupları, gen klonlanması vb. konularda çok sayıda simülasyon oluşturulabilir. Dolayısıyla bilgisayar yazılım uzmanları ile fen bilimcilerin ortak çalışması faydalı olacaktır. Titrasyon, sülfürik asit üretimi, sürtünmesiz yüzeyler, soy gazlar gibi yapılar, ışığın dalga modeli, kinetik enerji vb. olayları gösteren simülasyon programları, var olmayan yapıları, endüstriyel süreçlerde gerçekleşen olayları, teorileri, mikroskobik yapı ve olayları, karmaşık ve çok pahalı olan deneyleri, insan genetiği çalışmaları gibi geleneksel yöntemlerle yapılması güç olan olaylar simülasyonlar ile anlatılabilir. Laboratuvarlarda gerçekleştirilen çalışmalarda alan kısıtlılığı, mevcut sayının fazla olması, maliyet vb. konular ele alındığında simülasyonlar daha güvenilir, öğrenci kendi denediği için daha motive edici ve kontrolü daha kolay olduğundan laboratuvar deneyimlerinin yerini almaktadır (Efe, 2009).

- Bu çalışmada, “Genetik Çeşitliliğin Üçlüsü (Mayoz Üçlüsü)” simülasyon programı dört kromozom çifti ile geliştirilmiştir. Fakat aslında 23 kromozom çifti ile simülasyon yapılmak istenmiş, işletim sistemi ve ekrana sığdırma problemi nedeni ile kromozom sayısı dört çift ile sınırlandırılmıştır. Bu simülasyonun programı daha geliştirilebilir.

1. Daha fazla olasılık görülebilmesi açısından daha fazla kromozom sayısı ile de program yazılabilir.
2. Yapılabilmesi durumunda uygulamanın üç basamağının tek bir sekme üzerinde açılabilir olması önerilmektedir.
3. Kromozom görselleri üzerine alleller yerleştirilerek, program daha detaylı bir hale getirilebilir. Bu sayede, Mendelin bağımsız dağılımı ve allelerin sonraki nesillere aktarılması bir arada simülasyona uyarlanmış olur.

- Genetik çeşitliliğin nedenlerini anlatacak olan öğretmen adayları ile de bir araştırma yapılabilmesi önerilmektedir.
- Bu çalışmada genetik çeşitliliğin nedenlerinin anlaşılmasının pilot uygulaması yapılmıştır. Daha detaylı ve uzun süreli bir araştırma yapılması önerilmektedir.
- Farklı eğitim portallarında (örn; EBA, vitamin, twinning vb.) bu simülasyon uygulamasına yer verilmesinin faydalı olacağı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Akgün Ö., Gökmen Ö., Yaşar H., Güvendi G., Kitap Tasarım İlkelerine Uygun Olarak Bilişim Güvenliğine Yönelik Bir Kitap Bölümünün Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, *VII. Ulusal Lisansüstü Eğitim Sempozyumu,* Sakarya, Türkiye, 1 Haziran 2015.

Aksakal M., Mayoz Bölünme Konusunun Öğretiminde Modellerle Zenginleştirilmiş Laboratuvar Ortamının Akademik Başarıya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2012, 323169.

Aktaş İ., Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Teknoloji Pedagoji Alan Bilgisi Gelişimlerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 423170.

Aldemir B., Mendel Genetiği Konusunda Teşhis Testi Geliştirilmesi ve Geçerlilik Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 264140.

Arslan A., Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı ve Türkçe Öğretimi, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2009, **13** (1), 143-154.

Ayas A., Fen Bilimlerinde Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri Üzerine Bir çalışma: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1995, **11**, 149-155.

Aydın F., Teknolojinin Doğasına Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin ve Kavramlarının Gelişimi ve Öğretimde İkilemlerin Etkililiği, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009, 228393.

Baker W., Moore C., A Simple Elısa Exercise for Undergraduate Biology, To The Educatıonal Resources Informatıon Center, https://eric.ed.gov/?ft=on&q=elisa&id=ED396952, (Ziyaret Tarihi: 06 Nisan 2019).

Baudrıllard J., Carson B., Simülark ve Simülasyon, Çeviri: Oğuz Adanır, Wikipedia, http://www.wikizero.biz/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvU2ltw7xsYXN5b24, (Ziyaret Tarihi: 06 Mayıs 2019).

Bello S., Ibi M., Bukar I., Effect of Simulation Techniques and Lecture Method on Students' Academic Performance in Mafoni Day Secondary School Maiduguri, Borno State, Nigeria, *Journal of Education and Practice*, 2006, **7** (23), 2222-1735.

Birinci G., İlköğretim Okullarında Teknoloji Planlamasının Uygulanma Durumu: Eskişehir İli Örneği, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir,2011, 296606.

Blake C., Scanlon E., Reconsidering Simulations İn Science Education At A Distance: Features Of Effective Use, *To The Educatıonal Resources Informatıon Center,* https://eric.ed.gov/?q=blake+%26scanlon&ft=on&id=EJ1034718, (Ziyaret Tarihi: 06 Nisan 2019).

Bozkurt E., Fizik Eğitiminde Hazırlanan Bir Sanal Laboratuvar Uygulamasının Öğrenci Başarısına Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2008, 178541.

Braun L., Digital Simulation in Education, To The Educatıonal Resources Informatıon Center, https://eric.ed.gov/?q=ed061744&id=ED061744, (Ziyaret Tarihi: 05 Nisan 2019).

Büyüköztürk Ş., *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, 25. Baskı, Pegem Akademi, Ankara, 2019.

Campbell N., Reece J., Genetik, Editörler: Gündüz E., Demirsoy A., Türkan İ., Biology, 2. Baskı, Palme Yayıncılık, Ankara,234-247,2008.

Cavus N., Uzunboylu H., Ibrahim D., Combining Collaborative Learning with Learning Management Systems in Teaching Programming Language, *2nd International Open and Distance Learning (IODL) Symposium,* Anadolu University,Eskişehir, Turkey, 23-25 September 2006.

Civelek T., Bilgisayar Destekli Fizik Deney Simülasyonlarının Öğrenme Üzerindeki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008, 215920.

Creswell J., Clark V., *Karma Yöntem Araştırmaları Tasarımı ve Yürütülmesi*, 2. Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara, 2015.

Çağıran İ., İlköğretim 8. Sınıflarda Mitoz ve Mayoz Hücre Bölünmeleri Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Öğrenci Başarısına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008, 218074.

Çeliköz M., Eğitim Programları ve Öğretim Alanındaki Eğitim Bilimcilerin Yapılandırmacılıkla İlgili Görüşlerinin Analizi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2017, 464527.

Çetin İ., Ortaöğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (Tpab) Yeterliklerindeki ve Düzeylerindeki Değişimin İncelenmesi, Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2017, 471800.

Çetin N., Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası Anlayışlarının Geliştirilmesinde Hipermedyanın Kullanılması: Özdüzenleme Faktörünün İncelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2013, 354685.

Çetin O., Fen ve Teknoloji Dersinde "Çoklu Ortam Tasarım Modeli"ne Göre Hazırlanmış Web Tabanlı Öğretim İçeriğinin Öğrenci Başarı ve Tutumlarına Etkisi ile İçeriğe Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2010, 265514.

Çiçek F., Eğitim Fakültelerindeki Öğretmen Eğitimcilerinin Genel Alan Yeterlilikleri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2016, 457479.

de Jong t., van Joolingen W., Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains, *Sage Journals*, https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/00346543068002179.

Deveci İ., Fen Bilimleri Öğretim Programıyla (5-8) Bütünleştirilmiş Girişimcilik Eğitimi Modüllerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2016, 445151.

Diğler M., İlköğretim 7.Sınıflar Görsel Sanatlar Dersinde Perspektifin İşbirliğine Dayalı ve Geleneksel Öğretim Yöntemiyle İşlenmesinin Öğrenci Tutum ve Başarılarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011, 298408.

Dönmez F., Öğretim Elemanlarının Web 2.0 Teknolojileri Kullanımlarına Yönelik Tersine Mesleki Gelişim Programının Tasarlanması ve Uygulanması, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2017, 479917.

Durmaz B., Yapılandırıcı Fen Öğretiminde Kavram Karikatürlerinin Öğrencilerin Başarısı ve Duyuşsal Özelliklerine Etkisi (Muğla İli Merkez İlçe Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2007, 202891.

Dursun F., Bilişim Teknolojileri Öğretmen Yeterliklerinin Öğretim Elemanı, Öğretmen Adayı ve Öğretmen Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın, 2013, 327405.

Efe H., Lise 9.Sınıf Öğrencilerine, "Canlılığın Temel Birimi Hücre" Ünitesinin Simülasyonla Öğretiminin Bloom Taksonomisinin Bilişsel Seviyelerine ve Simülasyona Yönelik Tutumlarına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, 2009, 252756.

Emrahoğlu N., Bülbül O., 9 Sınıf Fizik Dersi Optik Ünitesinin Bilgisayar Destekli Öğretiminde Kullanılan Animasyonların ve Simülasyonların Akademik Başarıya ve Akılda Kalıcılığa Etkisinin İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010, **19**(3), 409-422.

Engin A., Tösten R., Kaya M., Bilgisayar Destekli Eğitim, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2010, **5**, 69-80.

Eren C., Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Eleştirel Düşünme Eğilimine, Kavram Öğrenmeye ve Bilimsel Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 298525.

Gözmen E., Lise 1. Sınıf Biyoloji Dersinde Okutulan "Mayoz Bölünme" Konusunun Öğretilmesinde Modellerin Öğrenmeye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2008, 178515.

Gredler, M., Educational Games and Simulations: A Technology in Search of a (Research) paradigm, *Handbook of research for educational communications and technology*, New York, 521-540.

Gülçiçek Ç., Bazı Mekanik Kavramları ile İlgili Yanılgıların Giderilmesinde Doğrulayıcı Laboratuvar Yaklaşımları ile Simülasyon Destekli Doğrulayıcı Laboratuvar Yaklaşımları Etkisinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009, 227838.

Güneş B., Paradigma Kavramı Işığında Bilimsel Devrimlerin Yapısı ve Bilim Savaşları: Cephelerdeki Fizikçilerden Thomas S. Kuhn ve Alan D. Sokal. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, **1** (1), http://dergipark.org.tr/tebd/issue/26133/275257 (Ziyaret Tarihi: 18 Temmuz 2019)

Güven İ., Türkiye ile Kanada Fen Eğitiminin Karşılaştırılması ve Önerilen Bir Fen Uygulaması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009, 231789.

Hançer A., Fen Eğitiminde Yapılandırmacı Yaklaşıma Dayalı Bilgisayar Destekli Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine Etkisi, Doktora Tezi, Gazi, Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005, 159336.

Hallyburton C., Lunsford E., Challenges and Opportunities for Learning Biology in Distance-Based Settings, *Interdisciplinary Science Literacy*, 2013, **39**(1), 27-33.

Huppert J., Lazarovitz R., A Case Study of a Computer Assisted Learning Unit, The Growth Curve of Microorganisms: *Development,Implementation, and Evaluation, Proceedings of the Annual Conference of the International Society for Individualized Instruction,* Atlanta, Georgia, October 9-11, 1986.

Hyde H., The Centres of a Triangle, *Amt*, 2009, **65** (2), 28-30.

İdin Ş., Zenginleştirilmiş Eğitim Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Ders Başarıları Tutumları ve Kalıcılığa Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015, 418206.

İskender B., Özel Dershanelerde Animasyon Kullanımıyla Bilgisayar Destekli Fen Öğretiminin Öğrenci Başarısına, Hatırda Tutma Düzeyine ve Duyuşsal Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 202888.

İşman A., Baytekin Ç., Balkan F., Horzum B., Kıyıcı M., Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalcı Yaklaşım, *Türk Online Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 2002, **1**(1), 1303-6521.

Kaptan F., Korkmaz H., Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2001, **20**, 185-192.

Kara Y., Yapısalcı ve Bilgisayarla Öğretim Uygulamalarının Hücre Bölünmeleri ve Üreme Ünitesinin Öğretimine Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2014, 380248.

Kara Y., Determining the Effects of Microscope Simulation on Achievement, Ability, Reports, and Opinions about Microscope in General Biology Laboratory Course, *Universal Journal of Educational Research*, 2018, **6**(9), 1981-1990.

Karasar N., *Bilimsel araştırma yöntemi; kavramlar, ilkeler, teknikler*, 16. baskı, Nobel Yayınları, Ankara, 2006.

Karataş A. Şimşek C., Kumbıçak Z., Bağımsız Dağılımın Genetik Çeşitlilikteki Rolü Krossing Overdan Daha Önemlidir" Savını İspatlayan Bir Model Önerisi, *İlköğretim Online*, 2013, **12**(1), 1-11.

Kartal S., Eker Ş., İlköğretim 4. ve 5. Sınıf Fen Bilgisi Eğitiminde, Bilgisayar Destekli Öğretimde Kullanılan Özel Ders Yazılımları ve İnternetin Rolü, Ödevsel.com, https://www.odevsel.com/genel-kultur/3866/ ilkogretim-4-ve-5-sinif-fen-bilgisi-egitiminde-bilgisayar-destekli-ogret.html, (Ziyaret Tarihi: 05 Nisan 2019).

Keleşoğlu S., Öğretmen Eğitiminde Yaratıcı Düşünme ve İnovasyon Eğitim Programının Tasarımı, Denenmesi ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017, 461578.

Kızılkaya A., Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve Jigsaw I Tekniğinin Öğrencilerin Bloom Taksonomisi Bilişsel Alanın Her Bir Basamağındaki Akademik Başarısına ve Bilgi Kalıcılığına Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2017, 451230.

Kiraz A., Java Programlama Dilinin Web Üzerinden Sunumu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006, 181783.

Koçak N., Pınar S., Kasapoğlu C., Pekdoğru A., Benzetim (Simülasyon) Yöntemi, Başkent Üniversitesi, 1-6, 2013.

Koçer M., Fizik Eğitiminde Optik Konusu İçin Bilgisayar Destekli Bir Simülasyon Programı Hazırlanması ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2015, 410870.

Konu M., Yaşam Temelli Probleme Dayalı Öğretim Uygulamalarının Öğrencilerin Biyoloji Dersindeki Başarılarına, Tutumlarına, Motivasyonlarına ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2017, 459519.

Korkmaz H., Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenmenin Yaratıcı Düşünme Problem Çözme ve Akademik Risk Alma Düzeylerine Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2002, 113511.

Köklü N., Genel Fizik Laboratuvarında Başarı ve Akılda Kalıcılık Etkilerinin Artırılmasına Yönelik Animasyon, Simülasyon ve Analojik Modellerin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2015, 380842.

Köklü N., Genel Fizik Laboratuvarında Başarı ve Akılda Kalıcılık Etkilerinin Artırılmasına Yönelik Animasyon, Simülasyon ve Analojik Modellerin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2015, 380842.

Kurtz B., O'Neal M., Developing Educational Materials in Java: A Report From the Front Lines, To The Educatıonal Resources Informatıon Center, https://eric.ed.gov/?q=Developing+Educational+Materials+in+Java%3a+A+Report+From+the+Front+Lines&id=ED419502, (Ziyaret Tarihi: 09 Mayıs 2019).

Kuzu A., Çankaya S., Mısırlı Z., Tasarım Tabanlı Araştırma ve Öğrenme Ortamlarının Tasarımı ve Geliştirilmesinde Kullanımı, *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 201, **1**(1), 19-35.

Laçin Şimşek C., Karataş A., Öğrencilerin Bağımsız Dağılım ile İlgili Bilgi Düzeyleri ve Modelle Anlatımın Bilgi Düzeylerine Etkisi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 2013, **21**(1), 321-336.

Laxman K., Chın Y., Impact Of Sımulatıons On The Mental Models Of Students In The Onlıne Learnıng Of Scıence Concepts, *İ-Manager's Journal On School Educational Technology*, 2011, **7**(2), 1-12.

Mandinach E., The Cognitive Effects of Simulation-Modeling Software and Systems Thinking on Learning and Achievement, To The Educatıonal Resources Informatıon Center, https://eric.ed.gov/?q=The+Cognitive+Effects+of+Simulation Modeling+Software+and+Systems+Thinking+on+Learning+and+Achievement.&id=ED297718, (Ziyaret Tarihi: 05 Nisan 2019).

Minaslı E., Fen ve Teknoloji Dersi Maddenin Yapısı ve Özellikleri Ünitesinin Öğretilmesinde Simülasyon ve Model Kullanılmasının Başarıya, Kavram Öğrenmeye ve Hatırlamaya Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009, 250817.

Okcu B., İlköğretim 8. Sınıf Görme Engelli Öğrencilere 'Yaşamımızdaki Elektrik' Ünitesi ile İlgili Kavramların Öğretimi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2016, 433846.

Öz S., Biyoloji Öğretiminde Hazırlanan Bilgisayar Destekli Öğretim Materyallerinin Başarı, Kalıcılık ve Bilgisayara Yönelik Tutuma Etkisi (Dolaşım ve Sindirim Sistemi Örneği), Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014, 356651.

Özdemir A., Üniversite Öğrencilerinin Hücre Bölünmeleri ile İlgili Kavram Yanılgılarının İki Aşamalı Çoktan Seçmeli Bir Test ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2008, 178534.

Özdemir İ., Bilimin Doğası ve Bilimsel Tartışma ile Birleştirilmiş Bilimin Doğası Eğitiminin Lise 10. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışları, Tartışma Becerileri ve Kimya Dersine Karşı Tutumları Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017, 469603.

Özkan F., 7. Sınıf Sindirim Sistemi Konusunda İki Aşamalı Test Geliştirilerek Kavram Yanılgılarının Tespit Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2017, 477322.

Özsevgeç L., Aktif Katılımlı Materyal Geliştirme Sürecinin Biyoloji Öğretmen Adaylarının Bilgi Eksiklikleri ve Kavram Yanılgılarının Giderilmesi Üzerindeki Etkisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 212034.

Papastergiou M., Digital Game-Based Learning İn High School Computer Science Education: Impact On Educational Effectiveness And Student Motivation, *Computers & Education*, 2009, **52**(1), 1-12.

Renshaw C., Taylor H., The educational effectiveness of computer-based instruction,ScienceDirect,https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S009830049900103X, (09 May 2019).

Reddy M., Mint P., Impact of Simulation Based Education on Biology Student's Academic Achievement in DNA Replication, *Journal of Education and Practice*, 2017, **8**(15), 2222-1735.

Repenning A., Loannidou A., Phillips J., Collaborative Use & Design of Interactive Simulations, *Researchgate*, https://www.researchgate.net/scientific-contributions/8209378_Jonathan_Phillips?sg=a5MDulAJ6dF3_YaCSjzDJtu-dWIqmylVntdKk4ofrrTE3YikZYQUXXBH3yvGnzcT4rJSVUK9bhWhLg, (Ziyaret Tarihi: 06 Nisan 2019)

Rotbain Y., Stavy R., Marbach-Ad G., The Effect of Different Molecular Models on High School Students' Conceptions of Molecular Genetics, 2008, *Science Education Review*, **7**(2), 59-64.

Rutten N., van Joolingen W., van der Veen J., The learning effects of computer simulations in science education, *Computers & Education*, 2012, **58**, 136–153.

Saban A., Okul Teknoloji Planlaması: İlköğretim Okulları İçin Uygulamalı Bir Model Önerisi ve Öğretmen Yetiştirme Sistemi Açısından Sonuçları, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2006, 189325.

Sahin S., Computer Sımulatıons In Scıence Educatıon: Implications for Distance Education, *Turkish Online Journal of Distance Education*, 2006, **7** (4), 1302-6488.

Sasikala P., A Study on Simulation Methods in Academic Success With Reference To Teaching Biology for Education Students, *Journal of Education and Practice*, 2016, **7**(11), 2222-1735.

Sertkaya F., 8.Sınıf Fen Bilimleri Dersi Basit Makineler Ünitesinde Algodoo Yazılımı ile Desteklenen 5e Modelinin Öğrenci Başarı ve Tutumuna Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2018, 503643.

Sharma M., Simulation Models for Teacher Training: Perspectives and Prospects, *Journal of Education and Practice*, 2015, **6**(4), 2222-1735.

Spain J., The Introduction of Biological Mensuration Techniques Through Simulation, *To The Educatıonal Resources Informatıon Center*, https://eric.ed.gov/?q=The+ Introduction+of+Biological+Mensuration+Techniques+Through+Simulation..&id=E D081200, (Ziyaret Tarihi: 06 Nisan 2019).

Şensoy Ö., Fen Eğitiminde Yapılandırıcı Yaklaşıma Dayalı Araştırma Soruşturma Tabanlı Öğretimin Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerileri, Öz Yeterlik Düzeyleri ve Başarılarına Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2009, 228397.

Tanel Z., Önder F., Elektronik Laboratuarında Bilgisayar Simülasyonları Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi: Diyot Deneyleri Örneği, Acarindex, http://www.acarindex.com/buca-egitim-fakultesi-dergisi/elektronik-laboratuarinda-bilgisayar-simulasyonlari-kullaniminin-ogrenci-basarisina-etkisi-diyot-deneyleri-ornegi-6628#.XNK58I4zZPY, (Ziyaret Tarihi: 06 Mayıs 2019).

Tatar N., İlköğretim Fen Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 187259.

Teke H., Fen ve Teknoloji Derslerinde Kullanılan Simülasyon Yönteminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Erişilerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2010, 264369.

Tomak L., Madde Analizi ve Tıp Fakültesi Sınavlarının Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 348427.

Tutkun Ö., Okay S., Bloom'un Yenilenmiş Taksonomisi Üzerine Genel Bir Bakış, *Academic Journals Database*, http://journaldatabase.info/articles/bloomun_ yenlenm_taksonoms_uzerne_genel.html, (Ziyaret Tarihi: 09 Mayıs 2019).

Türkmen L., Fen Bilgisi ve Biyoloji Eğitiminde Bilgisayar Simülasyon Kullanımları, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 85.

Ulusoy F., Kimya Eğitiminde Model Uygulamalarının ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenme Ürünlerine Etkisi: 12. Sınıf Kimyasal Bağlar Örneği, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 298547.

Ursavaş Ö., Öğretmenlerin Bilişim Teknolojilerini Kullanmaya Yönelik Davranışlarının Modellenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara,2014, 356715.

Ütkür N., Örnek Olay Yönteminin Hayat Bilgisi Dersinde Uygulanmasına Yönelik Bir Eylem Araştırması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2016, 473094.

Vısıch M., Braun L., The Use of Computer Simulations in High School Curricula, *To The Educatıonal Resources Informatıon Center,* https://eric.ed.gov/?q= ED089740&id=ED089740), (Ziyaret Tarihi: 06 Nisan 2019.

Yakışan M., Biyoloji Öğretiminde Bilgisayar Animasyonlarının Kullanılmasının Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi (Hücre Konusu Örneği), Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008, 219706.

Yaşar M., 9. Sınıf Kimya Öğretim Programındaki Yapılandırmacılığa Dayalı Öğelerin Öğretmenler Tarafından Algılanışı ve Uygulamasına Yönelik Bir İnceleme: Erzurum Örneği, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2012, 319683.

Yenice E., Yapılandırmacı Yaklaşımın 7e Öğrenme Modelinin 8.Sınıf Fen Ve Teknoloji Dersi "Mitoz ve Mayoz Bölünme" Konusunda Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars, 354519.

Yıldırım H., Java ile Web Tabanlı Metne Dayalı Sohbet Sistemleri Geliştirme, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2005, 167844.

Yılmaz A., Bal İ., Fen Eğitimi Araştırmalarında Ölçme Verilerinin Analizi – I, https://slideplayer.biz.tr/slide/2739052/release/woothee, (Ziyaret Tarihi: 06 Mayıs 2019).

Yılmaz F., Fen ve Teknoloji Dersinde Basamaklı Öğretim Programı Uygulamaları, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010, 263140.

Yiğitel S., Ortaöğretim Biyoloji Dersi Öğretiminde Uygulanan Yansıtıcı Düşünmeyi Geliştirme Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarı Ve Tutumları Üzerindeki Etkisi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015, 419425.

Yurdakul D., Etkili Biyoloji Öğretimi İçin Öğrenci ve Öğretmen Görüş ve Beklentileri, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 270307.

Zaman S., Mitoz ve Mayoz Bölünme Konusunda Geliştirilen Bilgisayar Destekli Biyoloji Öğretim Materyalinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006, 182990.

Zapalska A., Brozik D., Rudd D., Development of Active Learning With Simulations and Games, US-China *Education Review,* 2012, **A** (2), 164-169.

URL-1: http://www.infobit.co/homologous-chromosome-diagram.html (Ziyaret Tarihi:10 Mayıs 2018).

EKLER

Ek-A

Trio In Meiosis (Mayoz Üçlüsü) 10. Sınıf Başarı Testi Soruları

1. Aşağıdakilerden hangisi "genetik çeşitliliğin" nedenlerindendir?
   I. Krossing-over
   II. Rastgele döllenme
   III. Bağımsız dağılım

a) I, II b) I ve II ve III c) I ve III d) Yalnız I e) II ve III
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

2. Bir türün haploid kromozom sayısı (n)=5 ise bağımsız dağılım sonucu oluşacak gamet çeşidi sayısı kaçtır? (Her kromozom için en az bir gen bakımından heterozigottur.)

a) 12 b) 32 c) 64 d) 512 e) 916
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

3. Bağımsız dağılım mayoz bölünmenin hangi evresinde meydana gelmektedir?

a) Profaz I b) Metafaz I c) Anafaz I d) Anafaz II e) Metafaz II
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

4. Homolog kromozomlar mayoz bölünmenin hangi evresinde birbirinden ayrılmaktadır?

a) İnterfaz b) Profaz II c) Telofaz I d) Anafaz II e) Anafaz I
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

5. Çeşitliliğin <u>temel</u> nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

a) Mitoz bölünme
b) Krossing-over
c) Kromozomların rekombinasyonları
d) Bağımsız dağılım
e) Mutasyon
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

Ek-A Devamı

6. Aşağıdakilerden hangisi mayoz bölünmenin en temel sonucudur?
a) Somatik hücrelerin oluşumunu sağlar
b) Kromozom sayısının iki katına çıkmasını sağlar
c) Türdeki kromozom sayısının sabit kalmasını sağlayarak gamet oluşturur.
d) Gamet oluşturur
e) DNA diziliminde değişiklik yapar
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

7. Mayoz bölünme sonucunda bir tane 2n kromozomlu hücreden oluşan 4 tane n kromozomlu hücrelere ne ad verilir?
a) Zigot b) Kromozom c)Tetrat d) Embriyo e)Gamet
Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

Başarılar

Ek-A Devamı

TRİO IN MEİOSOS (MAYOZ ÜÇLÜSÜ) 10.SINIF MÜLAKAT SORULARI

1. Mayoz üçlüsü simülasyon programı genetik çeşitlilik konusunu daha kolay anlamanı sağladı mı?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

2. Uygulama genetik çeşitliliğin nedenlerini kolay anlamanı sağladı mı?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

3. Uygulama konu hakkındaki bakış açını değiştirdi mi?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

4. Uygulama “bağımsız dağılımın” genetik çeşitlilikteki rolünü açıklıyor mu?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

5. Uygulamanın kullanımı anlaşılır ve kolay mı?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

6. Uygulamayı kullanırken kafanızı karıştıran noktalar oldu mu?
   I. Evet II. Hayır III. Kısmen IV. Kesinlikle sağladı V. Kesinlikle sağlamadı
   Cevabınızın neden (ler)ini açıklayınız.

Trio ın meiosos (mayoz üçlüsü) 10.sınıf mülakat soruları toplam 6 sorudan oluşmaktadır.

Ek-B



T.C.
KOCAELİ VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 99332089-605.01-E.935916 14/01/2019
Konu: Araştırma İzni
(Özlem YILDIRIM)

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: 04/01/2019 tarihli ve 207 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği Yüksek Lisans öğrencisi Özlem YILDIRIM'ın "Genetik Çeşitliliğin Nedenlerinin Simülasyon Programı ile Anlatılmasına Dair Örnek Bir Uygulama: Mayoz Üçlüsü" konulu araştırma çalışmasını İlimiz İzmit Mimar Sinan Anadolu Lisesinde uygulama talebinin uygun görüldüğüne ilişkin, 11/01/2019 tarih ve 811677 sayılı Valilik Onayı ekte gönderilmiştir.
Gereğini rica ederim.

Osman EKŞİ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek: Valilik Onayı

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı ile Aynıdır.
15/01/201
İbrahim TURAN
V.H.K.İ.

Körfez Mah. Ankara Karayolu Cad. No:129 Valilik Binası B Blok Kat:3
Elektronik Ağ: www.kocaelimem.meb.gov.tr
e-posta: stratejigelistirme41@meb.gov.tr

Bilgi için: Emel SAĞLAM YAVUZ-Şef
Tel: (0 262) 300 58 71
Faks: (0262) 321 15 54

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evrakbarkod.meb.gov.tr adresinden e2a2-d471-3584-a554-1077 kodu ile teyit edilebilir.

Şekil 1. Araştırma izni

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Yıldırım Ö., Fen Eğitiminde Simülasyon Kullanımına Dair Örnek Bir Uygulama: Mayoz Üçlüsü, *İnternational Congress on Education, Distance Education and Educational Technology,* Antalya, 23- 24 Kasım 2018.

ÖZGEÇMİŞ

1994 yılında Sivas'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 2011 yılında Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümünü kazandı. 2015 yılında mezun oldu. 2016 yılından bu yana Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde yüksek lisans yapmaktadır.