T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİSE DÜZEYİNDE BİYOTEKNOLOJİ ÖĞRETİMİ İÇİN WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM ARAÇLARININ ARAŞTIRILMASI

KADRİYE CENGİZ TAMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. SEMRA HASANÇEBİ

EDİRNE-2023

KADRİYE CENGİZ TAMİR ’in hazırladığı “**LİSE DÜZEYİNDE BİYOTEKNOLOJİ ÖĞRETİMİ İÇİN WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM ARAÇLARININ ARAŞTIRILMASI**” başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK** Anabilim Dalında bir **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Ünvan, Ad, Soyadı): İmza

Prof. Dr. Hikmet SÜRMELİ ……

Prof. Dr. Semra HASANÇEBİ …….

Doç. Dr. Gökhan KAÇAR ……

Tez Savunma Tarihi: 18/01/2023

Bu tezin Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Semra HASANÇEBİ

Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü
Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

18 / 01 / 2023

KADRİYE CENGİZ TAMİR

İmza

Yüksek Lisans Tezi

Lise Düzeyinde Biyoteknoloji Öğretimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada lise düzeyinde okullarda günümüze kadar geleneksel yöntemlerle öğretilen biyoteknoloji konusunun daha iyi anlatılabilmesi için web destekli öğretim araçları araştırılmış ve biyoteknolojinin öğretilmesine yapacağı katkılar ortaya konmaya çalışılacaktır.

Biyoteknoloji konusu ülkemizde lise düzeyinde 12.sınıf seviyesinde okutulmaktadır. Biyoteknoloji öğretiminde öğrencilerin ilgisini en çok çeken konular, gen klonlama, rekombinant DNA, DNA parmak izi, gen terapisi ve genetiği değiştirilmiş organizmalardır. İlgili konularda 12. Sınıf kitabında yer alan teorik bilgi, sınırlı anlatımı ile yetersiz kalmakta ve öğrencilerin ilgisini karşılayamamaktadır. Türkiye'de ve yurtdışında; sanal laboratuvarlar, arttırılmış gerçeklik uygulamaları, animasyon uygulamaları ile biyoteknoloji öğretiminin etkinliği artırılmaya çalışılmaktadır. Özellikle karşı karşıya kaldığımız Covid-19 salgını nedeniyle günümüzde artık öğrenme ortamı sadece okul değildir. İnternet teknolojisinin olduğu her yer okuldur. Bu amaçla son yıllarda hibrit eğitim kavramı ortaya çıkmıştır. Buna ek olarak eğitimin sanal ortama taşınması dijital öğrenim araçlarının ve çeşitliliğinin de hızla artmasına neden olmuştur. Böyle bir dönemde daha iyi bir biyoteknoloji eğitimi için geliştirilen web destekli öğretim araçların incelenmesi ve öğrencilere aktarılmak üzere derlenmesi yararlı olacaktır. Sunulan tez çalışması bu amaç doğrultusunda uluslararası düzeyde, web tabanlı biyoteknoloji öğretim araçlarının incelenerek derlenmesini hedeflemiştir. Tez çalışması sonucu tespit edilen web destekli araçların,

orta öğretim düzeyindeki gençlerde biyoteknolojinin sağlıklı ve etkin öğretiminde önemli fark yaratacağı düşünülmektedir.

Yıl : 2023

Sayfa Sayısı : 94

Anahtar Kelimeler : Biyoteknoloji, Lise Düzeyi, Web temelli öğretim Genetik kavramlar

Master Degree Thesis

Investigation of Web-Assisted Instructional Tools for High School Level Biotechnology Teaching

Trakya University Institute of Natural Sciences and Applied Sciences

Biotechnology and Genetics

ABSTRACT

In this study, web-assisted teaching tools will be investigated in order to better explain the subject of biotechnology, which has been taught with traditional methods in high schools until today, and its effects on students will be tried to be revealed.

The subject of biotechnology is taught at the 12th grade at high school in our country. The topics that most attract students' attention in biotechnology teaching are gene cloning, recombinant DNA, DNA fingerprinting, gene therapy and genetically modified organisms. Theoretical education in related subjects is insufficient and cannot meet the interest of the students. In Turkey and abroad; Virtual laboratories, augmented reality applications, animation applications are trying to increase the efficiency of biotechnology teaching. Especially due to the Covid-19 epidemic that we are facing, the learning environment is no longer just school. Every place where there is internet technology is school. For this purpose, the concept of hybrid education has emerged in recent years. In addition, the transfer of education to the virtual environment has led to a rapid increase in digital learning tools and their diversity. In such a period, it would be useful to examine the web-supported teaching tools developed for a better biotechnology education. It is thought that the web-supported tools determined as a result of the thesis study will make a significant difference in the healthy and effective teaching of biotechnology.

Year : 2023

Number of Pages : 94

Keywords : Biotechnology, High School Level, Web-based teaching Genetic concepts

ÖNSÖZ

‘’Eğer bir gün benim sözlerim bilimle ters düşerse bilimi seçin.’’

Mustafa KEMAL ATATÜRK

Çağımız bilim ve teknoloji çağıdır. Çağın gereksinimlerini yerine getirmek için bilimin ışığında yol almalıyız. Biyoteknolojik gelişmeler ülkelerin kalkınmasına olanak sağlamaktadır. Biz de bu yeniliklerden ülke olarak geride kalmamak için gençlere biyoteknolojiyi öğretmek ve onlara biyoteknolojiyi sevdirmek için yeni yöntemler geliştirmeliyiz.

Bu kapsamda yaptığım çalışmada, çalışmamın başından itibaren beni yönlendiren, bana fikirleriyle destek olan, sabırla beni dinleyen, her soruna çözüm odaklı yaklaşan ve yardımcı olan çok değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Semra HASANÇEBİ’ye sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve destekleriyle bana güç veren çok sevgili eşim Serkan’a teşekkür ederim.

EDİRNE-2023

Kadriye CENGİZ TAMİR

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
ÖNSÖZ viii
İÇİNDEKİLER ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xi
ŞEKİL DİZİNİ xiii
ÇİZELGE DİZİNİ xv
BÖLÜM 1 1
GİRİŞ 1
1.1.Problem Durumu 1
1.2.Araştırmanın Amacı 2
1.4.Araştırmanın Önemi 3
1.4.1. Lise Biyoteknoloji Müfredatıyla Öğrenciye Kazandırılmak İstenen Amaçlar 4
1.4.2. Lise Biyoteknoloji Müfredatı 5
BÖLÜM 2 12
BİYOTEKNOLOJİ KAPSAMI ve ÖNEMİ 12
2.1.Biyoteknoloji Kavramı ve Tarihçesi 12
2.1.1 Biyoteknoloji; Günümüz ve Gelecek 14
2.2. Lise Düzeyinde Biyoloji Dersi Öğretim Programı Temelleri 15
2.2.1. Biyoloji Öğretim Programında Biyoteknolojinin Yeri ve önemi 16
2.2.2. Ülkemizde ve Dünyada Lise Düzeyinde Biyoteknoloji Eğitimi 17
2.2.3 Ülkemize Biyoteknoloji Eğitiminde Yaşanan Sorunlar 19
2.2.4 Biyoteknoloji eğitiminin kalitesini artırmak için yapılması gerekenler 19
BÖLÜM 3 22
MATERYAL VE METOD 22
3.1.Araştırmada Kullanılan Materyaller 22
3.2 Araştırmada Kullanılan Yöntem 23

3.2.1 Lise müfredatına uygun Biyoteknoloji Konularının Sınıflandırması 23
3.3. Değerlendirme 26
BÖLÜM 4 28
BULGULAR 28
4.1. DNA Parmak İzi Eğitiminde Kullanılabilecek Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması 28
4.1.1. Materyalden DNA Eldesi 35
4.1.2. PCR ile Karşılaştırılacak DNA Parmak izi Lokuslarının Çoğaltımı 36
4.1.3 Elektroforez 40
4.1.4. Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirme 43
4.2. "Rekombinant DNA ve Gen Klonlama" Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması 48
4.3. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması 56
4.4. Gen Terapisi Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması 62
BÖLÜM 5 70
SONUÇ ve ÖNERİLER 70
5.1. Sonuç 70
5.2. Öneriler 71
KAYNAKLAR 73
ÖZGEÇMİŞ 79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

3D	Üç boyutlu
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
APP	Amiloid Öncü Protein
C.elegans	*Caenorhabditis elegans* (İplik Kurdu)
CF	Kistik Fibrozis
Covid-19	Koronavirüs Hastalığı
CRISPR-cas9 ilişkili sistem	Düzenli Aralıklı Palindromik Tekrar Kümeleri-Crispr
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
E. coli	*Escherichia coli*
FBI	Federal Soruşturma Bürosu
FDA	Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi
GD	Genetiği Değiştirilmiş
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
GFB	Yeşil floresan protein
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
m-RNA	Mesajcı RNA
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
RNA	Ribo Nükleik Asit
SCID	Şiddetli kombine immun yetmezliği
SMA	Spinal Musküler Atrofi

SMN	Hayatta Kalım Motor Nöron
SSR	Basit dizi tekrarları
STR	Kısa Bitişik Tekrarlar
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
WEB	Dünya Çapında Ağ

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1. 1 Bakteriden gen klonlaması (MEB kitabından alıntıdır).....7
Şekil 1.2 Birleşik devletlerde bulunan GDO ürünleri (https://www.fda.gov/media/135274/download) 8
Şekil 4. 1 PCR simülasyon evreleri **a**.*Start* butonu ile simülasyon başlatılır. **b.** PCR ile ilgili bilgi verilir. 38
Şekil 4. 2 PCR simülasyon evreleri **a**.Birinci döngüye başlamak için derece 95℃ ye ayarlanır. **b**.Tek zincir DNA'nın karşı zinciri nükleotitlerle tamamlanır. 39
Şekil 4. 3 Döngü sayısı arttıkça milyonlarca DNA kopyası elde edilmiş olur. 40
Şekil 4. 4 Simülasyon evreleri **a**. Simülasyonun düzeyi seçilir. **b.**Simülasyonla ilgili yönergeler verilmektedir. 42
Şekil 4. 5 Simülasyonun sonu **a.** uygulama yapıldıktan sonra sonuçlara elde edilir. **b.** Tahminlerle elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılır. 42
Şekil 4. 6 Simülasyon sonlandırılır **a.** Değerlendirme kısmı soruları cevaplanır. **b.** Özet kısmı incelenir. 43
Şekil 4. 7 Adli tıp problem seti 2 45
Şekil 4. 8 Problem 6: DNA kaynakları 46
Şekil 4. 9 Problem 8: İki şüpheliyle başka bir tecavüz 46
Şekil 4. 10 Problem 9: Kayıp bir annenin profilini yeniden oluşturmak 47
Şekil 4. 11 Problem 10: Babalığın belirlenmesi.....47
Şekil 4. 12 Bakterilerde insülin üretmek için genetik modifikasyon tekniğinin nasıl kullanıldığını gösteren çizim. 52
Şekil 4. 13 Rekombinant DNA **a.** Animasyon başlatılır. **b.** Plazmitler tanıtılır. 54
Şekil 4. 14 **a.** Plazmitler restriksiyon enzimleri ile kesilir, **b.** Kesilmiş farklı plazmit DNA'lar birleştirilmek üzere ligaz enzimi ile karıştırılır. 55
Şekil 4. 15 Rekombinant DNA oluşumu. **a.** Yapışkan uçlu iki farklı DNA'nın uçlarında yer alan molekül grupları **b.** Ligaz enziminin bu uçları birleştirerek rekombinant DNA oluşturması 55
Şekil 4. 16 GDO sanal laboratuvar uygulaması a. Simülasyon başlatılır. b. İstenilen konu seçilir. 60
Şekil 4. 17 Simülasyon adımları 60
Şekil 4. 18 Simülasyon tamamlanır. **a.** Transgenik bakteriler çoğaltılır. **b.** Transgenik bakteriler normal bakterilerle karşılaştırılır. 60
Şekil 4. 19 GDO kullanım alanları.....61

Şekil 4. 20 Gen ekleme tedavisini gösteren resim (metnin sunulduğu siteden alıntı). ...65
Şekil 4. 21 Gen inhibisyon tedavisini gösteren resim (metnin sunulduğu siteden alıntı). 66
Şekil 4. 22 Hedef hücrelerin öldürülmesini gösteren resim. (Metnin sunulduğu siteden alıntı) 66
Şekil 4. 23 Viral bir vektör yoluyla yeni bir genin hücre çekirdeğine transferini gösteren bir çizim. (Metnin sunulduğu siteden alıntı) 67
Şekil 4. 24 **a.** SMA (SMN) tanıtımı **b.** Sorunlu geni taşıyan SMN 68
Şekil 4. 25 Sağlıklı genin hücreye aktarılması **a.** Virüs aracılığıyla Sağlıklı genin taşınması **b.** Sağlıklı geni taşıyan virüslerin hastaya enjekte edilmesi 69
Şekil 4. 26 Hasta sağlam geni almamıştır. a. Sağlam gen istenen proteini üretmeye başlar. b. Sinir hücresinin ölmesiyle istenen proteinin üretilmesi durur.....69

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1 Öğretim Amaçlı Web Sitelerini Değerlendirme Ölçeği.....26
Çizelge 4.1 Günümüzde Piyasadaki Kitlerde Bulunan 13 STR Lokusunun Özellikleri (Butler John M. 2007).....37

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu araştırmanın konusu lise düzeyindeki öğrencilerin biyoteknoloji konusunu öğrenmekte zorluk çekmesi sonucu, biyoteknoloji konusunun anlaşılmasını kolaylaştıracak web temelli öğretim araçlarının araştırılmasıdır.

Bu bölümde problem durumu belirlenmiş, araştırmanın amacına ve araştırmanın önemine yer verilmiştir.

1.1.Problem Durumu

Biyoloji; biyo (canlı) ve logos (bilim) kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Yani canlı bilimi anlamına gelmektedir ve canlıları inceler. Dünya üzerinde bildiğimiz ve henüz keşfedilmediği tahmin edilen çok fazla canlı türü olduğu için biyoloji bilimi alt bilim dallarına ayrılmıştır. Biyolojinin alt bilim dallarına ayrılması bilim insanlarına çalışmak istedikleri alanda daha verimli araştırma yapma, elde edilen bilgileri daha doğru biçimde yorumlama olanağını sunmuştur. Günümüzde biyoloji Sitoloji (hücre Bilimi), Histoloji (Doku Bilimi), Botanik (BitkiBilimi), Genetik (Kalıtım Bilimi), Ekoloji (Çevre Bilimi) vb. bir çok alt bilim dallarına ayrılmıştır. Biyoteknoloji bu alt bilim dallarından biridir ve son yıllarda özellikle genetik ve teknoloji alanlarında meydana gelen başdöndürücü gelişmelerle birlikte oldukça popüler bir çalışma alanı haline gelmiştir.

Biyoteknoloji yeni ve önümüzdeki yıllara damgasını vuracak teknoloji olarak görülmektedir. Bu teknolojinin gelişimi ve uygulanmasının her geçen gün artıyor olması nedeniyle içinde yaşadığımız zaman dilimi, kimilerince “biyoteknoloji yüzyılı”,

kimilerince de “biyoteknoloji devrimi” olarak adlandırılmaktadır. Bu alandaki gelişmeler ilerleyen yıllarda öncelikle tarımsal ve sanayi üretiminde, sağlıkta ve pek çok alanda toplumsal yaşamın tüm alanlarında yansımalarını bulacak uygulamalara sahne olacağa benzemektedir (Erbaş’tan aktaran Gürkan, 2013).

Yirmi birinci yüzyılın en önemli teknolojilerinden biri olarak biyoteknoloji gösterilmektedir. Covid-19 pandemisinde aşı geliştirme çabaları ve ortaya konan ürünler bunu doğrular niteliktedir. Nihayetinde en hızlı ve etkin aşılar biyoteknolojik aşılar olmuş, birçok ülkede milyonlarca hayatı kurtaran en etkin aşılar olmuştur. Günümüzde biyoteknoloji dünya üzerindeki ülkelerin bilgiye dayalı ekonomilerini geliştirmek için kullandıkları en önemli araç haline gelmiştir (Nguyen vd., 2019). Tıp alanı dışında insanların yetersiz ve kötü beslenmesi, hastalıkların artışı, enerji yetersizliği ve çevre kirliliği gibi birçok alanda karşılaşılan önemli problemlere karşın biyoteknolojik gelişmeler sürekli yeni çözümler üretmekte, biyoteknolojinin etki alanı genişlemektedir. Dolayısıyla gelecek yıllar, daha fazla biyoteknolojik ürünün günlük hayatımıza katılacağı ve daha fazla biyoteknolojik gelişmişlik yaşayacağımız ve ürün geliştirmemiz gerekecek yıllar olarak görünmektedir. Bu ürünlerin geliştirilmesi aşamalarında da biyoteknolojinin temellerini; biyoloji, mikrobiyoloji, biyokimya, moleküler biyoloji, genetik ve kimya mühendisliği oluşturacaktır (Bhatia, 2005).

Biyoteknolojinin hayatın her alanında bizimle birlikte olduğu bir gerçektir. Geleceğe yön verecek ve ülkesi için çeşitli alanlarda çalışacak olan gençlerin çağın gerisinde kalmaması için biyoteknolojinin daha lise yıllarından itibaren gençlere öğretilmesi, bu alanda farkındalık yaratılması önemlidir.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu araştırma lise düzeyinde 12.sınıf seviyesinde öğrencilere kazandırılmaya çalışılan, DNA parmak izi, rekombinant DNA, gen klonlama, genetiği değiştirilmiş organizmalar gibi anlaşılması zor biyoteknolojik kavramların anlaşılmasını kolaylaştıracak web temelli öğretim araçlarını belirlemek için yapılmıştır.

1.4.Araştırmanın Önemi

Biyoteknoloji, en genel tanımıyla insanlığa fayda sağlayacak ürünler ve sistemler geliştirmek amacıyla organizmaları veya organizma parçalarını kullanmak ve gerekirse kalıcı olarak organizmaları değiştirmektir (Bağcı,U. 2019).

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte modern biyoteknolojik uygulamalar hız kazanmıştır. Çeşitli organizmalar kullanılarak ilaç ve aşılar üretilerek hastalıkların tedavisi sağlanmış, gen terapisi ile kalıtsal hastalıklar tedavi edilmeye çalışılmış, bitki ve hayvan genomu üzerinde yapılan çalışmalarla hayvansal ve bitkisel ürünlerin kalitesi ve verimi arttırılmış veya gerek tıbbi biyofarmasötikler gerekse biyoplastik, biyoyakıt gibi çeşitli endüstriyel ürünlerin organizmalar aracılığıyla üretilmesi sağlanmıştır (Adegoun, 2018). Temelde insana faydalı olmak amacıyla çıkılan bu yolda gelişen potansiyel, insanlığa zarar verecek uygulamaların da önünü açmıştır. Bu da biyoetik kavramının doğmasına sebep olmuştur.

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) 1993 yılında biyoetik programını başlatmıştır. Bu program bilim ve teknoloji etiği programının bir parçasıdır. UNESCO biyoetiğin dünya çapında yayılmasını sağlamak ve üye devletlerdeki etik faaliyetleri desteklemek için altı resmi dilde altı veri tabanı oluşturmuş ve mevcut etik bilgileri toplamaktadır (Mandalı & Ponnambath & Parija, 2017).

Modern biyoteknoloji alanının gelişmesiyle ortaya çıkan ürünlere karşı tavrımız bu ürünlerin korkunç olduğu veya harika olduğu şeklinde olabilir, bu konuda bir çok olasılıkla karşı karşıya kalabiliriz. Bu tarz bir karşılaşma 1978 yılında Louise Brown'ın doğumuyla gerçekleşmiştir. Louise Brown tüp bebek yöntemiyle dünyaya gelen ilk insandır. Bazı insanlar bunun korkunç olduğunu ve tanrının işine karışıldığını savunurken, bazı insanlar bunun harika olduğunu ve doğal yolla çocuk sahibi olamayan insanların çocuk sahibi olarak bir aile olacaklarını savundu (Bryant & Baggott, 2018, sf.34). Biyoteknoloji geliştikçe bu tarz tartışmalar çoğalması sonucu bireylerin haklarının da korunması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Genç neslin, gelecekte daha fazla ilgi uyandıran biyoteknolojik ürünlerle karşı karşıya kalacağı açıktır ve bu nedenle risklerini de görebilmesi için iyi bir biyoteknoloji okur yazarı olması önemlidir.

Günümüz gençleri bebeklik çağlarından itibaren teknolojik aletlerle iç içedir. Yetiştirme yöntemi açısından doğruluğu halen tartışılır olsa da bebekler yemeklerini bile akıllı cihazlardan video izleyerek yemektedir. Bu şekilde büyüyen gençler öğrenci olduklarında da klasik anlatım yöntemlerine ve bilgiyi kitaptan okumaya karşı ilgisiz olmakta, bu şekilde işlenen derse uzun süre dikkatlerini verememektedir. Teknoloji gelişip kendini yeniledikçe eğitim-öğretim tarzımız da bu değişime ayak uydurmak durumundadır. Tez kapsamında web araçlarının öğretim aracı olarak kullanımının araştırılması gereklilik olarak doğmuştur.

1.4.1. Lise Biyoteknoloji Müfredatıyla Öğrenciye Kazandırılmak İstenen Amaçlar

Biyoteknolojik çalışmalar günümüzde olduğu gibi gelecekte de dünyaya yön verecek çalışmalar olacaktır. Ülke geleceğinde önemli roller alacak gençlerimizin iyi eğitim alması, öğrendiklerini uygulayabilmesi, biyoteknoloji alanındaki temel kavramları günlük hayatla ilişkilendirebilmesi bu açıdan oldukça önemlidir. Çünkü hayatımızın her alanında biyoteknolojik ürünlerle iç içeyiz. Sağlık alanı başta olmak üzere tarımdan hayvancılığa, savunma sanayisinden ilaç sektörüne kadar her alanda biyoteknolojik ürünleri kullanmaktayız. Teknolojik gelişmelerle birlikte biyoteknolojik gelişmeler de hız kesmeden gelişmeye devam etmektedir.

Her genç insanımız ülke geleceği için önemli bir potansiyel taşır. Gençlerin ilgisini biyoteknolojiye çekmek, bu konuda merak uyandırmak biyoloji eğitiminde kazandırılmak istenen önemli amaçlardan biridir.

Biyoteknoloji eğitimine önem veren ülkeler hem çağın içinde bulunduğu gelişime katkıda bulunmakta hem de çeşitli alanlarda insanın yararına faydalı bir çok ürün elde etmektedir. Bilgi güçtür. Bilgiyi elinde tutan ülkeler gelişmeye ve güçlü olmaya devam edecektir. Bu nedenle ülke gelişimine katkıda bulunabilecek gençlerin geleceğin teknolojisi olarak adlandırılan, gelişime ve değişime açık biyoteknoloji alanında da bilgi sahibi olması amaçlanmaktadır. Biyoteknoloji alanına yönelik temel bilgileri gençlere öğreterek bu alanda gençlerde merak uyandırmak, onları dünyanın içinde olduğu gelişmelerden haberdar etmek programın önemli amaçlarındandır.

Tezin amacı lise öğrencilerine müfredatla ilişkili biyoteknoloji konularında, somut, işlevsel ve uygulamalı öğretim için web tabanlı öğretim araçlarını araştırılıp

derlenerek eğitim/öğretime kazandırılmasıdır. Bu sayede biyoteknolojideki temel konular ve kavramlar, öğrencilere anlaşılır, kalıcı, basit araç ve gereçlerle, aktif katılımlı ve eğlenceli bir biçimde aktarılması söz konusu olacaktır. Ayrıca genç neslin bu teknolojiyi ve çıktılarını doğru anlamaları, ilgi duyanların meslek seçimlerinde bilinçlendirilmeleri, dolayısıyla ülkemiz geleceğinin şekillenmesine katkı sağlanması da amaçlanmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, gençlerin biyoteknoloji okur-yazarlık seviyesinin arttırılması bu sayede toplumun özellikle de genç neslin abartılardan veya bilgi kirliliğinden korunmasına, hayatlarına girecek biyoteknolojik ürünleri doğru biçimde değerlendirebilmelerine de katkı sağlanması hedeflenmektedir.

1.4.2. Lise Biyoteknoloji Müfredatı

Lise biyoloji müfredatı ile her bir genç bireyin biyoteknoloji dalında mesleki gelişmesi beklenmemekte ancak mutlak bir biyoteknoloji okur-yazarlığını kazanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla tez kapsamında, 12.sınıf biyoloji müfredatında öğrencilere kavratılmak istenen başlıca biyoteknoloji konuları tek tek ele alınmıştır.

1.4.2.1 DNA Parmak izi

DNA parmak izi lise biyoteknoloji konuları arasında yer almakta ve günümüzde tüm canlı türleri için uygulanan bir kimliklendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Günümüzde çok az miktarda doku ve bundan elde edilen DNA ile canlı türlerini ve tür içi bireyleri tanımlama yapılabilmektedir. Bununla birlikte en çok karşılaştığımız uygulamalar arasında babalık testi, adli vakalar, genetik çeşitliliğin belirlenmesi, türler arası akrabalıkların belirlenmesi, klinik, arkeoloji yer almaktasdır.

12.sınıf ders kitabında DNA parmak izi konusu çok kısa bir şekilde açıklanmıştır. DNA parmak izi elde etmek için DNA'nın PCR yöntemi ile çoğaltıldığı daha sonra elektroforez yöntemi ile farklı uzunluktaki DNA parçalarının birbirinden ayrıldığı ve DNA parmak izinin elde edildiği belirtilmiştir. DNA parmak izinin prensipleri ve teknik bileşenleri (PCR ve elektroforez) açıklanmadan öğrencilerin konuyu doğru biçimde kavramaları mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, DNA parmak izi konulu web temelli öğretim araçlarının araştırılması tez kapsamına alınmıştır.

12.sınıf biyoloji kitabında konu ile ilgili iki farklı görsel kullanılmıştır. Görsellerden biri elektroforez cihazını göstermektedir. Diğer görsel farklı DNA parçalarının oluşturduğu bantlaşmanın gösterildiği DNA parmak izi resmidir.

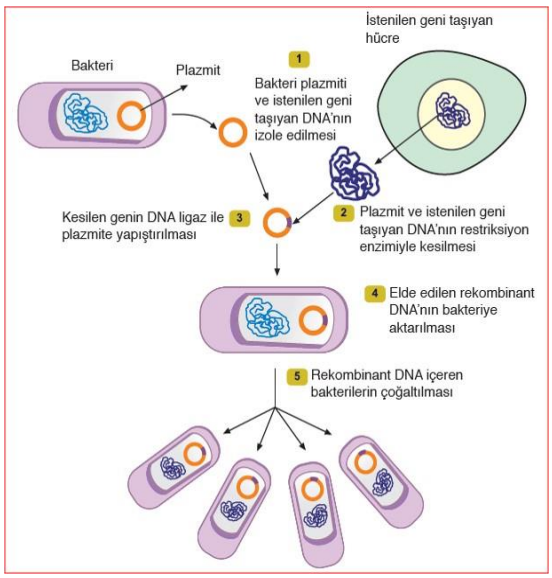
Konunun sonunda DNA parmak izinin kullanım alanları belirtilse de farklı bireylerin DNA parmak izlerinin görsel olarak karşılaştırılmamış olması veya örnek bir adli vakada failin ve şüphelilerin DNA parmak izlerinin karşılaştırıldığı görsellerin verilmemiş olması öğrencinin konuyu tam olarak kavrayamamasına neden olmaktadır.

1.4.2.2. Rekombinant DNA ve Gen Klonlama

Rekombinant DNA teknolojisi genellikle farklı türlerden elde edilen DNA moleküllerinin enzimler yardımıyla kesilmesi ve bu DNA moleküllerinin yine enzimler kullanılarak tekrar birleştirilmesi işlemidir. Bu teknikle elde edilen ve farklı kaynaklara ait birleştirilmiş DNA molekülüne de rekombinant DNA denir. Rekombinant DNA teknolojisi hedeflenen geni taşımayan/eksprese etmeyen hücrenin hedeflenen geni eksprese etmesini ve o genin ürününün bol miktarda üretilmesini sağlar. Rekombinant DNA teknolojisinin başlıca uygulama yöntemi gen klonlamadır. Gen klonlama belirli bir DNA fragmentinin izole edilmesi, rekombinant DNA eldesi ve hedef hücrelerde bu DNA'nın işlevsel hale getirilmedir.

Gen klonlama konusu lise düzeyinde 12.sınıf seviyesinde anlatılmaktadır. 12.sınıf ders kitabında gen klonlama başlığı altında plazmit ve rekombinant DNA kavramları da tanıtılmaktadır. Gen klonlama konusuna giriş yapılırken insülin ve büyüme hormonu gibi hormonların günümüzde bakteriler yardımıyla daha kolay ve ucuza üretildiğinden bahsedilerek öğrencinin konuya ilgisinin çekilmesi sağlanmıştır. İnsanda bu hormonların üretiminden sorumlu genlerin insan DNA'sından izole edilerek bakterilere transfer edilmesinde vektör olarak kullanılan plazmit tanımı verilmiş ve plazmiti de içeren bir bakteri görseli kullanılmıştır. Daha sonra gen klonlama uygulamasının yapım aşamaları anlatılmıştır. Bu uygulamada öncelikle hedef genin ve vektör olarak kullanılacak plazmitin özel yöntemlerle izole edilmesi, istenen gen ve plazmitin aynı restriksiyon enzimi ile kesildikten sonra DNA ligaz ile birleştirilmesinden bahsedilmiştir. Elde edilen DNA'nın rekombinant DNA olarak adlandırıldığı ve yeni özelliğe sahip plazmitin tekrar bakteri hücresine yerleştirildiği belirtilmiştir. Rekombinant DNA'nın elde edilmesi ile ilgili aşağıdaki Görsel (Şekil 1.1)

kullanılmıştır. Rekombinant DNA teknolojisinin kullanıldığı alanlarla ilgili çeşitli örnekler verilerek ve bu DNA teknolojisi kullanılarak verimi arttırılabilen koyun, keçi, inek ve tavuk gibi hayvanlara ait görseller verilerek konu sonlandırılmıştır.



Şekil 1. 1 Bakteriden gen klonlaması (MEB kitabından alıntıdır)

Her ne kadar konu içerik anlamında öğrencinin anlayabileceği seviyeye indirgenmiş olsa da gen klonlamanın aşamalarının sadece resim aracılığıyla görselleştirilmiş olması öğrencinin konuyu anlamasını zorlaştırmaktadır. Alternatif web araçları kullanılarak animasyon, video ve hatta öğrencinin kendisinin aktif olarak rekombinant DNA oluşturabileceği sanal laboratuvar uygulamaları içeren materyaller konunun daha iyi anlaşılmasının sağlayacağından gen klonlama ve rekombinant DNA konulu web temelli öğretim araçlarının araştırılması tez kapsamına alınmıştır.

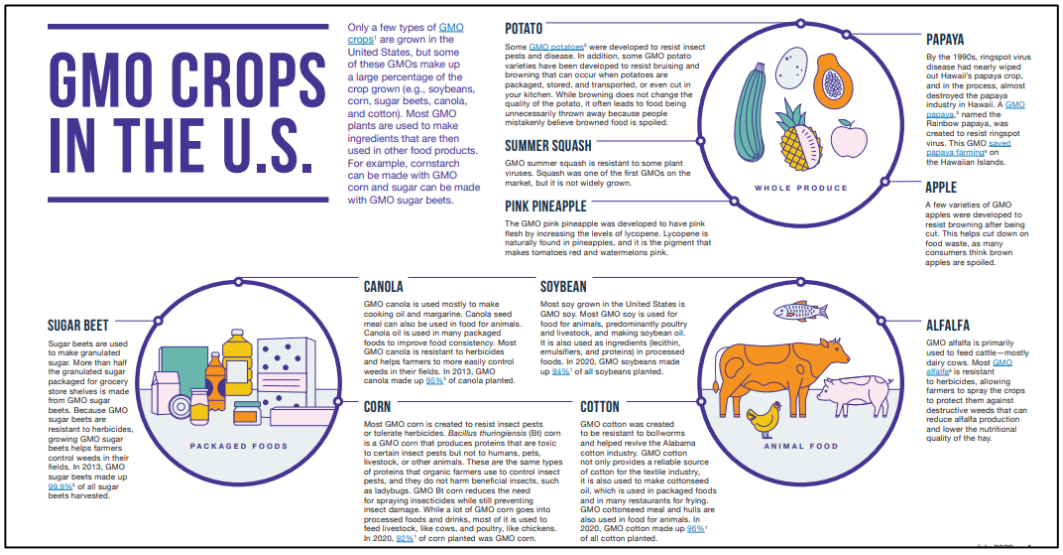
1.4.2.3. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)

Genetik mühendisliği, istenen özellikleri elde etmek için rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bir organizmanın DNA'sının değiştirilmesini içermektedir. Gen klonlama yöntemleri ile elde edilen rekombinant DNA vektörleri kullanarak yabancı DNA'nın organizmaya entegre edilmesi genetik mühendisliğinin en yaygın yöntemidir. Rekombinant DNA'yı alan organizmaya genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) denir.

Organizmaya aktarılan yabancı DNA'yı/geni alan organizmaya transgenik organizma denir. Bakteriler, bitkiler ve hayvanlar 1980'li yıllardan itibaren tarımsal, endüstriyel, tıbbi, akademik ve ekonomik olmak üzere çeşitli amaçlarla genetik olarak değiştirilmektedir.

Özellikle pandemi sonrası ABD, Kanada, Çin, Avrupa ülkeleri gibi ülkeler bitkilerin aşı biyofabrikası olarak kullanılmasıyla ilgili çalışmalar yürütmektedir. Yenebilir aşı çalışmaları devam etmektedir.

ABD'de bulunan GDO'lu tarım ürünleri aşağıdaki görselde (Şekil 1.2) verilmiştir. AB ise GDO'lu tarım ürünlerine karşı daha katı kurallar koymuştur. Ülkemizde GDO ve ürünlerinden kaynaklı olası riskleri önlemek amacıyla 2010 yılında Biyogüvenlik kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanunu belirtilen amacı insan, hayvan, bitki sağlığının korunması ile çevre ve biyolojik çeşitliliğin korunmasıdır.



Şekil 1.2 Birleşik devletlerde bulunan GDO ürünleri (https://www.fda.gov/media/135274/download)

Son yıllarda meydana gelen gelişmeler sonucu genomda doğrudan hedef alınan DNA dizisinde değişiklik yapmaya olanak tanıyan CRISPR/cas-9 tekniğinin geliştirilmesi ile çeşitli organizmaların ıslahında kullanılması ve bunun da GDO sınıfına dahil edilmesi ile yaşamımızdaki GDO'ların sayısı artmıştır.

Genetiği değiştirilmiş organizmalar konusu lise düzeyinde 12.sınıf seviyesinde anlatılmaktadır. 12.sınıf ders kitabında Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji uygulamaları başlığı altında incelenen ilk konudur. Konuya giriş yapılmadan önce klasik biyoteknoloji ve modern teknoloji kavramları hakkında bilgi verilmiştir. Modern biyoteknolojik uygulamarının içerisinde tür içi ve türler arası melezleme çalışmaları, poliploidi, suni döllenme, klonlama ve gen aktarımı gibi çeşitli uygulamaların olduğu belirtilmiştir. Daha sonra bu uygulamalara değinilmiştir.

Genetiği değiştirilmiş organizmanın tanımı verilmeden önce rekombinant DNA'nın tanımı verilmiştir. Daha sonra organizmaya gen aktarılması veya organizmanın var olan genetik yapıya müdahale edilerek özelliklerinin değiştirilmesini sağlayan biyoteknolojik yöntemlerin tümününü oluşturan gen teknolojisi tanımı verildiği görülmüştür. Bu tanımın ardından bu canlılara genetiği değiştirilmiş organizma veya transgenik canlı adı verildiği belirtilmiştir. Ardından günümüzde bu teknoloji ile üretilmiş altın pirinçten bahsedilmiştir.

Ayrıca ek bilgi kutucuğu içerisinde gen aktarımı yapılarak hastalıklara ve zararlılara karşı dirençli bitkilerin, raf ömrü uzun sebze ve meyvererin üretildiği bilgisi verilmiş olup bununla ilgili soğuk koşullarda yaşayan dil balığından alınan antifriz geninin domatese aktarılarak soğuğa dirençli domatesin elde edilmesinden bahsedilmiştir. Günlük hayata dair verilen bu tip bilgiler öğrencinin ilgisi çekerek merak duygusu uyandırmaktadır.

Genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında bilgi verilirken sadece tarımsal örneklere yer verilmesi GDO deyince akla sadece tarımsal örneklerin gelmesine sebep olmaktadır. Halbuki GDO tıp ve endüstriyel alan, çevre korunması gibi çok çeşitli alanlarda da farklı organizmalarda da aktif olarak kullanılmaktadır.

Bu bağlamda GDO 'yu daha iyi anlamak için dünya çapında yapılan çalışmalar ve üretilen ürünlerle ilgili objektif bilgi sahibi olmalıyız. Özellikle dünya nüfüsunun artmasıyla birlikte tarımsal ürünlerin yetersizliği gelecekte insan için en büyük problemlerden biri olacağı için tarımsal alanda üretilen GDO'lar çok önemlidir. Bu ürünleri doğru anlamak ve anlatmak gerekmektedir. Bu nedenle GDO konulu web temelli öğretim araçlarının araştırılması tez kapsamına alınmıştır.

1.4.2.4. Gen Terapisi

Gen terapisini basitçe tanımlamak gerekirse kusurlu genleri düzelterek, ekleyerek, susturarak veya değiştirerek hastalıkları tedavi etmek veya önlemek için hedef hücrelerde genetik materyalin modifikasyonudur.

FDA tarafından onaylanan ilk başarılı gen terapisi tedavisi 1990 yılında şiddetli kombine immün yetmezliği (SCID) teşhisi konmuş hastaya uygulanmıştır. Bu başarılı örneğin ardından bir çok gen terapişsinin önü açılmış ancak aynı başarı sağlanamamıştır. Örneğin 1999 yılında da 18 yaşında bir hasta, gen tedavisi sonucu yoğun pıhtılaşma bozukluğu ve ardından gelen çoklu organ yetmezliğine bağlı olarak hayatını kaybetmiştir. Fakat tüm bu olumsuz durumlara rağmen gen terapisi çalışmaları hızını kesmemiş, umut verici çalışmalar devam etmiştir. 2019 itibariyle 20 gen ve hücre bazlı gen terapisi ürünü onaylanmıştır ve dünya çapında iki binin üzerinde hastada gen terapisi klinik deneyleri uygulaması kayıtlara geçmiştir.

Günümüzde ABD ve Çin gen terapisi konusunda yapılan klinik deneylerin % 80 ini gerçekleştirmektedir. Birleşik krallık, Fransa, İspanya ve Almanya başta olmak üzere bazı diğer ülkeler de başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Uluslararası alanda 2010-2020 yılları arasında gen terapisi klinik deneylerinin sayısı iki katına çıkmıştır.

Tüm bu gelişmeler ölümcül nadir hastalıklar ve kalıtsal genetik bozuklukların neden olduğu hastalıkların tedavi edilmesinde geleceğe yönelik büyük bir umut ışığı olmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda görülen SMA hastalığı ve hastalığın gen terapisi ile tedavi edilebileceği ancak yeni tedavi yöntemleri olan bu tedavilerin oldukça yüksek maliyetlerinin olduğu gözlenmektedir. Bizim de günlük hayatta ihtiyaç duyabileceğimiz gen terapisi konusunun doğru anlaşılması ve öğrenciye aktarılması önem taşımaktadır.

Gen terapisi konusu 12.sınıf MEB kitabında genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisi başlığı altında iki paragrafta incelenmiştir. İlk olarak gen terapisinin tanımı verilmiştir. Gen terapisinin embriyonik dönemde kusurlu genlerin değiştirilmesine ve çeşitli hastalıklara neden olabilecek genlerin onarılmasına olanak sağlayacağı ve bu tedaviyle kalıtsal hastalıkların sonraki nesillere aktarılmasının önüne geçileceği belirtilmiştir. Bununla ilgili DNA görseli kullanılmıştır.

Diğer paragrafta günümüzde gen terapisi ile ilgili çalışmaların devam ettiği ve bu sayede ileride kanser, kalp ve damar hastalıkları, hemofili ve şeker hastalığı gibi bir çok rahatsızlığın tedavi edileceğinin öngörüldüğü belirtilmiştir.

İnsan genomuyla ilgili elde edilen bilgilerin gün geçtikçe artması sebebiyle gen terapisi çalışmaları da giderek hızlanmaktadır. Daha önceden tedavi edilemeyecek olarak sınıflandırılan genetik hastalıkların tedavi yolları araştırılmaktadır. Kusurlu genlerin değiştirilmesine veya ilgili genlerin unarılmasına dayanan gen terapisi tedavileri geleceğin tedavisidir ve günümüzde tedavisi olmayan olarak sınıflandırılan genetik hastalıkların tedavisi için bir umut ışığıdır.

Bu nedenle gen terapisi konusunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak, güncel çalışmalardan haberdar olabilmek için web temelli öğretim araçlarından yararlanılması tez kapsamına alınmıştır.

BÖLÜM 2

BİYOTEKNOLOJİ KAPSAMI ve ÖNEMİ

2.1.Biyoteknoloji Kavramı ve Tarihçesi

Biyoteknoloji terimi ilk olarak Macar Mühendis Karl Ershy tarafından 1919'da kullanılmıştır. Biyoteknoloji kelimesi yeni bir kavram gibi görünse de aslında insanların yerleşik hayata geçişiyle başlayan bir tarihi vardır. En basit tanımı ile **Biyoteknoloji,** biyolojiye dayalı teknolojidir. Başka bir deyişle ihtiyaç duyulan ürünlerin üretimi ve sorunların çözümü için çeşitli organizmaların hücresel ve biyokimyasal potansiyellerinin kullanımının söz konusu olduğu bir teknolojidir. Ekmek ve peynir gibi temel gıda ürünlerini yapmak için 6.000 yılı aşkın bir süredir mikroorganizmaların biyolojik süreçlerini kullanmaktayız ve bilinen en eski biyoteknolojik ürünler genellikle fermentasyonla elde edilen gıdalardır. Günümüzde moleküler biyolojinin hızlı gelişimi ile organizmaların hücresel süreçlerinin ve genetik yapılarının aydınlatılması ve bununla paralel olarak gelişen gen mühendisliği uygulamalarının ortaya koyduğu genetik potansiyeli geliştirilmiş organizmalarla artık biyoteknoloji başka bir boyut kazanmıştır. Bu yönü ile geleceğimizi şekillendirecek en yenilikçi ve güçlü teknolojilerden biri olarak görülmektedir. Bu bağlamda biyoteknoloji, klasik biyoteknoloji ve modern biyoteknoloji olarak iki kısma ayrılmıştır. Milattan önceki yıllardan başlayarak günümüze kadar gelen, sadece organizmaların doğal süreçlerinin kullanımını içeren çoğu fermentasyona dayalı üretimler veya dönüşümler klasik biyoteknoloji olarak kabul edilmektedir. Modern biyoteknoloji çalışmalarının ise Watson ve Crick'in DNA'nın çift iplikli sarmal yapısını keşfetmesiyle başladığı kabul edilmektedir (Balcı, 2019).

Biyoteknoloji kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için 2000'li yıllara kadar olan tarihsel gelişiminin aşağıdaki gibi kısaca özetlenmesi faydalı olacaktır (Ulusal Araştırma Konseyi, 2001, s.13);

- M.Ö 4000 Mısırlıların ekmek ve şarap üretiminde mayaları kullanımı.
- M.Ö. 2000 Mısırlılar, Sümerler ve Çinliler tarafından fermantasyonla, bira üretimi ve peynir yapımının geliştirilmesi.
- M.Ö. 500 Çinlilerin kan çıbanı tedavisinde küflenmiş soya peyniri kullanması.
- 1666: Robert Hook tarafından hücrenin keşfedilmesi.
- 1675: Bakterinin keşfedilmesi.
- 1830: Proteinlerin keşfedilmesi
- 1869: DNA izole edilmiştir.
- 1928: Penisilin keşfedilmiştir.
- 1953: James Watson ve Francis Crick tarafından DNA'nın sarmal yapısı keşfedilmiştir.
- 1950'ler: İlk sentetik antibiyotik, interferonların keşfedilmesi.
- 1960: mRNA keşfedilmiştir.
- 1965: İnsan ve fare hücreleri birleştirilmiştir.
- 1966: Genetik kod çözülmüştür.
- 1970'ler: Genetik mühendisliği kullanılarak rekombinant DNA elde edilmiş ve bakteri hücresinde rekombinant protein üretimi başarılmıştır.
- 1978: *E. coli* kullanılarak üretilen ilk insan insülinin piyasaya sürülmesi.
- 1979: Rekombinant insan büyüme hormonu üretilmesi.
- 1980: Çinlilerin balık klonlaması.
- 1983: PCR'ın keşfi.
- 1984: DNA parmak izinin keşfedilmesi.
- 1985: Genetiği değiştirilmiş bitkilerin geliştirilmesi ve ekimi.
- 1988: İnsan genom projesi başlatılması.
- 1990: İlk deneysel gen tedavisinin başarıyla gerçekleştirilmesi.
- 1996: Bakteri dışında ökaryotik bir organizmanın (Saccharomyces cerevisiae) genomunun dizilenmesi.
- 1997: İlk çiftlik hayvanının klonlanması. (Dolly)

- 2000’ler: İnsan genom projesinin tamamlanması ve genom dizileme teknolojisinin gelişimi ile hız kazanarak yaygınlaşması

2.1.1 Biyoteknoloji; Günümüz ve Gelecek

2000’li yıllardan sonraki gelişmeler çok daha hızlı gerçekleşmiştir ve artık hemen her organizmanın kısa sürede tüm genom dizisi çıkarılabilmekte, daha fazla gen tanımlanabilmekte, daha fazla organizmaya genetik müdahale yapılabilmekte, bir GDO üretilmektedir. Günümüzde sağlıktan endüstriye çok farklı alanlardan çeşitli biyoteknolojik ürünler ve uygulamalar hayatımıza girmiştir ve artarak girmeye devam etmektedir. Bu sürecin kısaca kronolojisini ise şöyle özetleyebiliriz (Pabbati vd., 2021);

- 2003: Genetiği değiştirilmiş ilk evcil hayvanın (Glofish) Tayvan’da pazarlanması.
- 2004: Kanser için ilk antianjiyogenik ilaç Avastin’nin FDA onayı alması.
- 2006: Rahim ağzı kanseri için üretilen rekombinant aşı Gardasil’in FDA onayı alması.
- 2007: İnsan deri hücrelerinin embriyonik kök hücrelere dönüşümünün başarılması.
- 2010: Sıtmaya dirençli sivrisinek geliştirilmesi
- 2013: CRISPR-cas9 ile genom düzenlemesinin keşfedilmesi.
- 2019: Kanser hastalığını tedavi için CRISPR yönteminin nasıl kullanıldığı açıklandı.
- 2021: Covid-19 enfeksiyonuna karşı mRNA aşılarının geliştirilmesi ve tüm dünyada uygulanması

Biyoteknoloji bir disiplin olarak birçok alanda yeni avantaj sağlar. Adli soruşturmalar DNA parmak izi sayesinde doğru sonuçlanmakta, adli tıp, antropolojik çalışmalar, türlerin akrabalıklarının belirlenmesi gibi konularda geçmiş yıllara göre önemli başarılar elde edilmektedir. Biyoteknolojik ürünlerden olan tanı kitleri sayesinde geçtiğimiz yıllarda görülen salgın hastalık sürecinde hasta olup olmadığımızı belirleyebildik ve bu süreçte yine biyoteknolojik çalışmalarla üretilen farmasötik veya aşılar sayesinde hastalıktan korunduk veya hastalığı hafif atlattık. Sadece sağlık

alanında değil endüstri alanında da biyoteknolojik ürünlerle karşılaşmaktayız. Birçok ülke temizlik ürünlerinde biyoteknoloji temelli enzimleri kullanarak ürünlerini iyileştirmekte ve pazar paylarını arttırmaya çalışmaktadır. Tarımsal biyoteknoloji çalışmalarıyla başta tarımsal ürünlerin veriminin artması, hastalıklara ve böceklere dirençli hale gelmesi olmak üzere, rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak istenen özelliği taşıyan tarım ürünlerinin elde edilmesi son yıllarda sıklıkla karşılaştığımız biyoteknolojik çalışmalara örnektir. Özellikle tarım alanında üretilen GDO'lar gıda güvenliğinin ve hatta biyoteknoloji çalışmalarının güvenli olup olmadığı sorularının tartışılmasına neden olmuştur. Bu tartışmalar, etik ve yasaklama fikirleri hala tartışılmaktadır.

Gen terapisi kullanılarak günümüzde tedavisi olmayan hastalıklar olarak adlandırılan nadir görülen genetik hastalıklarla birlikte kanser, diyabet, körlük gibi hastalıkların gelecekte kişiye özel tedavilerle tedavi edileceği öngörülmektedir.

Teknolojik gelişmelerle birlikte biyoteknolojideki gelişmeler de hız kazanmaktadır. Öğrenciler bu gelişmelerden haberdar olmak istemekte, biyoteknolojiye merak duymakta, lise sonrası bu alanda eğitim almak ve çalışmak istemektedirler. Bu alan gelişmeye son derece açık ve sınırları her geçen gün genişlemektedir.

2.2. Lise Düzeyinde Biyoloji Dersi Öğretim Programı Temelleri

Milli eğitim bakanlığı öğretim programlarının amacı 1739 sayılı Milli Eğitim Temel kanununun 2. maddesinde ifade edilen "Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları" ile "Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri" esas alınarak hazırlanmıştır.

Eğitim ve öğretim programında sürdürülen çalışmalarla lise düzeyinde eğitim alan öğrencilerin aldıkları eğitimle milli ve manevi değerleri benimsemiş ve bunu hayat tarzına dönüştürmüş, ülkemizin idari, sosyal ve kültürel gelişmesine katkıda bulunacak, temel yeterlilik ve beceri düzeyine ulaşmış, ilgi ve yetenekleri doğrultusunda bir mesleğe, yükseköğretime ve hayata hazırlanmış bireyler olması amaçlanmıştır.

Biyoloji dersi öğretim programı ile öğrencilerin biyolojide yer alan kavramlar, teoriler, hipotezler, ilkelerle ilgili bilgi sahibi olmaları, biyolojiye katkı sağlamış bilim insanlarını tanımaları, biyoloji dersinde öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanma becerisi edinmeleri ve bu bilgileri kullanarak kendilerinin de yeni projeler ve buluşlar

yapmaları, bilimsel çalışmalarda ve toplumda etik değerlere sahip olmaları özel olarak amaçlanmaktadır. En önemlisi de öğrencilerin düşünen, araştıran, sorgulayan, üreten ve hayat boyu bilim öğrenmeye meraklı ve istekli bireyler olmaları amaçlanmaktadır.

Biyoloji dersi öğretim programı hazırlanırken ünite temelli yaklaşım kullanılmıştır. Ünite başlıkları altında konu, kazanım ve kazanım açıklamaları belirtilmiştir.

2.2.1. Biyoloji Öğretim Programında Biyoteknolojinin Yeri ve önemi

Son derece hızlı gelişmelerin gerçekleştiği biyoteknoloji alanı müfredatta 12. Sınıf seviyesinde okutulmaktadır. Bu sınıf seviyesinde bulunan dört üniteden ilki olan genden proteine ünitesi kapsamında biyoteknoloji konusu anlatılmaktadır. Biyoloji öğretim programında sırasıyla şu şekilde belirtilmiştir;

12.SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

12.1.Genden Proteine

12.1.1.Nükleik Asitlerin Keşfi ve Önemi

Anahtar Kavramlar DNA ligaz, DNA polimeraz, gen, helikaz, kromozom, nükleik asit, nükleotid, DNA replikasyonu

12.1.1.1.Nükleik asitlerin keşif sürecini özetler. Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick çalışmaları kısaca açıklanır ancak bu isimlerin ezberlenmesi ve kronolojik sırasının bilinmesi beklenmez.

12.1.1.2.Nükleik asitlerin çeşitlerini ve görevlerini açıklar.

12.1.1.3. Hücredeki genetik materyalin organizasyonunda parça bütün ilişkisi kurar. a. Nükleotitten DNA ve kromozoma genetik materyal organizasyonunun modellenmesi sağlanır. b. Gen ve DNA ilişkisi üzerinde durulur.

12.1.1.4. DNA' nın kendini eşlemesini açıklar. a. Helikaz, DNA polimeraz ve DNA ligaz dışındaki enzimler verilmez. b. Aziz Sancar'ın biyoloji bilimine katkısı, vatanseverliği ve bir bilim insanının genel özellikleri bağlamında şahsına vurgu yapılan bir okuma parçası verilir.

12.1.2. Genetik Şifre ve Protein Sentezi

Anahtar Kavramlar antibiyotik, antikodon, biyoetik, biyogüvenlik, biyoteknoloji, DNA parmak izi, gen terapisi, genetik şifre, genetik danışmanlık, genetik mühendisliği, insülin, klonlama, kod, kodon, kök hücre, model organizma, RNA polimeraz, protein sentezi, transkripsiyon, translasyon, yapay doku/organ

12.1.2.1. Protein sentezinin mekanizmasını açıklar. a. Genetik şifre ve protein sentezi arasındaki ilişki üzerinde durulur. b. Protein sentezi açıklanırken görsel ögeler, grafik düzenleyiciler, e-öğrenme nesnesi ve uygulamalarından yararlanılır.

12.1.2.2. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kavramlarını açıklar. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farkların tartışılması sağlanır.

12.1.2.3. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarını açıklar. a. Gen teknolojileri, DNA parmak izi analizi, kök hücre teknolojilerinin ve bunların kullanım alanlarının araştırılması ve sonuçlarının paylaşılması sağlanır. b. Model organizmaların özellikleri tartışılır. c. Model organizmaların genetik ve biyoteknolojik araştırmalarda kullanılmasına ilişkin örnekler verilir.

12.1.2.4. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisini değerlendirir. a. Aşı, antibiyotik, insülin, interferon üretimi, kanser tedavisi ve gen terapisi uygulamaları kısaca açıklanır. b. Klonlama çalışmalarının ve organizmaların genetiğinin değiştirilmesinin olası sonuçları belirtilir. Ian Wilmut'un klonlama ile ilgili çalışmasına değinilir. c. Biyogüvenlik ve biyoetik konularının tartışılması sağlanır. ç. Sosyo-ekonomik ve kültürel bağlamın, biyolojinin gelişimini etkilediği vurgulanır.

Genetik şifre ve protein sentezi konusunda ise biyoteknoloji konularına ağırlık verilmiştir. Öğrenilmesi beklenen kazanımlar genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kavramlarının ve uygulamalarının açıklanması, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkilerinin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Ancak görüldüğü üzere çok geniş bir alan olan biyoteknoloji konusu oldukça sınırlı biçimde sunulmuştur ve öğrenciler tarafından anlaşılmasında güçlük çekilmekte ve anlam karmaşası yaşanmaktadır.

2.2.2. Ülkemizde ve Dünyada Lise Düzeyinde Biyoteknoloji Eğitimi

Slovenya'da biyoteknolojik temalar ve biyoteknoloji öğretimi, örgün okul eğitiminin tüm aşamalarında az veya çok yer almaktadır. Genel eğitim programı

öğrencileri biyoloji dersinde ağırlıklı olarak biyoteknoloji konuları ile tanışırlar. Biyoteknik eğitim programında daha çok biyoteknolojik kavramla tanışırlar ve biyoteknoloji laboratuvar çalışması yapabilirler. Mesleki programlarda ise biyoteknolojik kavram sayısı en düşük olarak saptanmıştır. Biyoteknoloji bilgisi ile biyoteknolojiye yönelik olumlu tutum sergilenmesi paralel seyretmiştir.

Suudi Arabistan'da öğrenci ve öğretmenlerle yapılan bir araştırmada biyoteknolojiye yönelik tutumlarda anlamlı farklılıklar buldu, öğretmenlerin tutumları öğrencilere göre daha olumluydu. Öğretmenlerin çoğu biyoteknoloji konularının erken yaşlarda öğretilmesi gerektiğini belirtmiş, öğretmenlerin tamamı biyoteknolojinin ekonomik ve bilimsel ilerleme için çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Suudi Arabistanlı öğrencilerin biyoteknoloji konularında bilgisi sınırlıdır ve biyoteknoloji alt konuları müfredatının gözden geçirilmesi ve yeni öğretim materyallerinin tanıtılması gerekmektedir. Suudi Arabistan'daki biyoteknoloji eğitimi asgari düzeydedir (Alanazi, 2021).

Portekiz'de biyoteknoloji konularınınım ağırlıklı olarak anlatıldığı seviye 12.sınıf seviyesidir. Portekiz'de lise müfredatı dikkate alınarak fen bilimleri alanı ve bu alanda olmayan diğer öğrencilerle yapılan bir çalışmada fen bilimleri öğrencileri dahil, öğrencilerin temel kavramları ve temel süreçleri yanlış anladıklarını gösterdi. Bu sonuçlara göre yapılan çalışma fen bilimleri ve bu alan dışındaki öğrencilerin biyoteknoloji kavram ve tekniklerini daha iyi anlayabilmeleri için müfredatın yenilenmesi gibi önlemlerin düşünülebileceğini gösterdi. Ayrıca biyoteknoloji konusunda olumlu tutum geliştirme öğrencilerin akademik bilgileriyle paralellik göstermiştir.

Ruanda müfredatında biyoloji konuları öğretimindeki zorlukların araştırıldığı bir çalışmada gen mühendisliği, gen teknolojisi, moleküler biyoloji ve biyoteknoloji konuları öğretilmesi ve öğrenilmesi en zor konular olarak belirlenmişlerdir. Öğretmenler bu zorlukların sebeplerini konuların içerik bilgisi ve görsel materyallerin eksikliği ve konuların soyutluğu olarak belirtmişlerdir. Öğretmenler bu zorlukların aşılması için sanal laboratuvarların ve 3D animasyonların kullanılmasını, müfredatın azaltılmasını önermişlerdir.

Birleşik krallık ve Tayvanlı öğrencilerin biyoteknoloji ile ilgili bilgi ve tutumlarının araştırıldığı çalışmalarda her iki ülkeden öğrencilerin %50 sinin biyoteknolojik ürünlere, %60 ının genetik mühendisliği uygulamalarına örnek verebildiği görülmüştür. Bu da her iki ülkede de biyoteknolojinin iyi anlaşılmadığını göstermiştir.

Birleşik krallıkta bulunan birkaç merkez, bilim insanları ve öğretmen iş birliğine ve biyoteknoloji eğimine olanak sağlar. Bu merkezler ders kitaplarının dışında öğrencilere ve öğretmenlere uygulamalı biyoteknolojide kılavuzluk sağlar. Birleşik krallıktaki öğrencilere göre Tayvan'daki öğrenciler güncel konular hakkında düşünmeye sevk edilmezler. Öğrenciler ve öğretmenler için önemli olan şey sınavlardan geçmek için bilimsel gerçekleri anlamaktır.

Ülkemizde biyoteknoloji konusu 12. Sınıf düzeyinde anlatılmaktadır. Biyoloji öğretim programındaki yeri önceki başlıkta anlatılmıştır.

2.2.3 Ülkemize Biyoteknoloji Eğitiminde Yaşanan Sorunlar

Ülkemizde biyoteknoloji eğitiminde yaşanılan en önemli sorun biyoteknolojiyle ilgili çok sayıda kavramın birlikte verilmeye çalışılmasıdır. Kavramlar soyut olduğu için zaten anlaşılması zor olan bu konuların yoğun başlıklar halinde verilmesi kavram kargaşasına yol açmaktadır. Biyoteknoloji çok hızlı gelişen bir alandır ve güncel bilgilerin takip edilmesinin zorluğu bir diğer sorundur. Bu konuda öğretmenlerin de biyoteknoloji eğitimlerinin güncel olması gerekmektedir. Ayrıca soyut olan konuların anlatılmasında ders materyali olarak görsel materyallere ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ancak yazılı ve görsel ders materyallerine her bölgede ulaşım ve aktarım imkânı aynı değildir.

2.2.4 Biyoteknoloji eğitiminin kalitesini artırmak için yapılması gerekenler

Bir sınıfa girdiğimizde birbirinden farklı bir çok öğrenciyle buluşmuş oluruz. Her birinin ilgisini çekebilmek, öğrenmeye teşvik edebilmek büyük bir yetenek ve özveri gerektirmektedir. Öğrenme materyali olarak sadece ders kitaplarını kullanmak bu öğrencilerin arasından bir çoğuna ulaşamamak demektir. Bu durumla karşılaşmamak için, mümkün olduğunca çok öğrencinin ilgisini çekebilmek amacıyla farklı ders

materyallerinin kullanılması yararlı olmaktadır. Bu materyaller için en güncel ve geçerli araçların arasında özellikle web temelli kaynaklar günümüz gençliğinin tercihi olmaktadır. Web temelli araçları kullanırken öğrencinin kendi konfor alanından çıkmadan her türlü bilgiye ulaşabilmesi, öğrenme hızını kendine göre ayarlayabilmesi, dünyanın farklı bölgelerinden ve farklı kültürlerden kişiler tarafından hazırlanmış ders materyalleriyle buluşması öğrencinin web temelli öğrenme araçlarını tercih etmesinin başlıca nedenlerindendir (Yilmaz, E., & Korur, F., 2021).

Yapılan çalışmalarda, eğitim-öğretim faaliyetlerinde, düz anlatımın görsel materyalle desteklenme oranı ile öğrenmenin kalıcılığı ve etkinliğinin aynı ölçüde etkili olacağı belirtilmektedir (Şahin, 2022).

'Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği' ünitesi öğretmen merkezli öğretim etkinliğine alternatif olarak görsel ve işitsel destekli materyal etkinliği kullanılarak öğretildiğinde, bu iki öğretim yöntemi karşılaştırıldığında görsel ve işitsel destekli materyal kullanılan grubun, öğretmen merkezli öğretim etkinliği kullanan gruba karşı daha başarılı olduğu gözlenmiştir (Fırat, 2015).

Ayrıca dersi öğreten öğretmenlerin biyoteknoloji ve uygulamaları konusundaki bilgi seviyelerinin artırılması, buna dönük hizmet içi eğitim veya bu konudaki çeşitli uygulamaların gerçekleştirildiği biyoteknoloji eğitimlerine katılarak, güncellenmelerinin de biyoteknolojinin etkin öğretiminde katkı sunacağı rapor edilmiştir (Hasançebi ve Konak, 2021).

Biyoteknoloji konularının soyut ve çeşitliliğinin fazla olmasının yanısıra karmaşık alt konular içermesi sebebiyle biyoteknoloji öğretimi için teorik uygulamaların yanında labotatuvar uygulamalarının yapılması, teorik bilgiyle harmanlanması gerekmektedir (Hasançebi ve Konak, 2021). Her okulda biyoteknoloji laboratuvarı olması imkan dahilinde olmadığı için web temelli laboratuvar uygulama araçlarından yaralanılabileceği Altun, Çelik ve Elçin'in (2011) çalışmalarında gösterilmiştir. Sanal laboratuvar uygulamalarının öğretim yöntemlerine eklenerek öğrenme sürecinin araştırıldığı çalışmalarında, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği konularının kalıcı ve anlamlı biçimde öğretilebilmesinde teorik anlatım yöntemine göre bilgisayar destekli sanal laboratuvar uygulamalarının daha başarılı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ayrıca okulların teknolojik materyallerden yararlanmak için alt yapı iyileştirilmesi, öğretmenlerin biyoteknoloji konusunda güncel bilgilerle donanımlı hale getirilmesi gerekmektedir. Alana ilgisi olan öğrencilerin daha erken yaşlarda bu eğitimi alma imkânı verilmelidir. Bunun için alan seçimleri daha erken sınıf seviyelerine uygulanabilir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1.Araştırmada Kullanılan Materyaller

Okul müfredatında biyoteknoloji konularının anlatımındaki kısıtlılığı ortadan kaldırmak, aynı zamanda öğrencilere biyoteknoloji okur yazarlığını kazandırmak için öncelikle 12.sınıf ders kitabında geçen biyoteknoloji konusundaki başlıklar ele alındı. İlk adım olarak konunun temelinin anlaşılması açısından her bir başlık için açıklayıcı metinlerin olduğu web siteleri araştırıldı. Açıklayıcı metinlere destekleyici olarak, görsel mateyallerin olduğu siteler araştırıldı. Görsel materyalin kullanılması soyut kavramların öğrenci zihninde daha rahat canlandırılmasını sağlamaktadır.

Özellikle DNA nın çoğaltılması, rekombinant DNA elde edilmesi, klonlama gibi konuların sadece metin ve resim içeren görsellerle anlatılması konuların anlaşılması için yeterli olmamaktadır. Öğrencinin bu olayların nasıl geliştiğini zihninde canlandırabilmesi için video içeren web siteleri araştırıldı.

Bir çok okulda laboratuvar eksikliğinin olduğu bilinmektedir. Çeşitli sebeplerle laboratuvar olsa bile zaman sıkıntısı ve malzeme eksikliği sebebiyle uygulama eğitimi verilememektedir. Biyoteknoloji alanında laboratuvar uygulamalarının bir çoğunun yapılabilmesi için laboratuvarlarda gelişmiş araç gereçlerin bulunması gerektiği bilinmektedir. Bu ekipmanların bulunduğu okullarda ise deneysel çalışmalar için öğretmenlerin teknik bir alt yapıya sahip olması gerekmektedir. Bütün okullarda ise bu olanakların sağlanması oldukça güçtür. Bu sebeple özellikle son yıllarda oldukça yaygınlaşan sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu web siteleri araştırıldı. Bu sayede bilgisayar ortamında öğrenci sadece bilgisayar ve internet kullanarak yapılması güç

deney ve uygulamaları tek başına bile yapabilecek öğrenme ortamına kavuşmuş olmaktadır. Bu durum özellikle uygulamalı eğitim içeren alanlarda her türlü kısıtlamayı ortadan kaldırmış olmaktadır.

Uygulama eğitimini tamamlayan öğrencilerin öğrendiklerini değerlendirebilmeleri için konularla ilgili değerlendirme yapabilecekleri web adresleri araştırıldı.

3.2 Araştırmada Kullanılan Yöntem

3.2.1 Lise müfredatına uygun Biyoteknoloji Konularının Sınıflandırması

Lise düzeyinde 12.sınıf seviyesinde öğrencilere kazandırılmaya çalışılan başlıca biyoteknoloji konuları DNA parmak izi, rekombinant DNA, gen klonlama, genetiği değiştirilmiş organizmalar konularıdır. Bu nedenle tez çalışması kapsamında web temelli ders kaynaklarının araştırılmasında, ana başlıklar olarak bu konular hedef alınmıştır.

3.2.1.1 DNA Parmak İzi Konusu İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Günlük hayatın içinde hepimiz izlediğimiz televizyon programlarında kimi zaman adli vakaların çözümlenmesinde, kimi zaman soy bağının tespitinde, kimi zaman da geçmiş yıllara ait olup günümüzde ortaya çıkarılmış arkeolojik buluntuların kökenlerinin tespitinde DNA molekülünden yararlanıldığını görmüşüzdür. Öğrencilerin DNA parmak izinin temel prensibini, nasıl ve hangi amaçla yapıldığını kavrayabilmesi için web temelli araçlar araştırıldı. Bu araştırma için google, yandex vb. arama motorlarının yanı sıra youtube sitesi, ulusal ve uluslar arası eğitim siteleri ve üniversitelerin web siteleri kullanıldı.

Arama için anahtar kelime olarak DNA parmak izi, sanal laboratuvar, PCR animasyon, elektroforez, DNA adli tıp kelimeleri seçildi. Arama sonucu listelenen web adresleri tek tek incelendi ve DNA parmak izinin ne olduğunu metin halinde açıklayan, DNA parmak izi elde etmek için uygulanan PCR ve elektroforez yöntemlerini video animasyon halinde gösteren, PCR ve elektroforez yöntemlerini öğrencinin kendisinin de uygulayabileceği sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu, özellikle DNA parmak

izinin kullanıldığı adli vakalar ve soy bağı belirleme davalarının örnek olay problemini oluşturan ve öğrencinin öğrendiği bilgileri kullanarak, DNA parmak izlerini karşılaştırarak suçlu ve faili eşleştirebileceği, soy bağını ortaya çıkarabileceği değerlendirme materyallerini içeren web siteleri öğretim için yararlı bulunarak tez kapsamında değerlendirildi.

3.2.1.2. Rekombinant DNA ve Gen Klonlama Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte genetik mühendisliği uygulamaları hız kazanmıştır. Hayatımızın birçok alanında aslında rekombinant DNA teknolojisiyle karşılaşıyoruz. Bu yüzden öğrencilerin bu kavramları anlamasına yardımcı olacak ders kitabını destekleyici materyaller araştırıldı.

Öğrencilerin gen klonlamanın temel prensibini, nasıl ve hangi amaçla yapıldığını kavrayabilmesi için web temelli araçlar araştırıldı. Rekombinant DNA elde edilirken gerçekleştirilen uygulamaların bulunduğu web temelli araçlar araştırıldı. Bu araştırma için google, yandex vb. arama motorlarının yanı sıra youtube sitesi, ulusal ve uluslar arası eğitim siteleri ve üniversitelerin web siteleri kullanıldı.

Arama için anahtar kelime olarak gen klonlama, sanal laboratuvar, rekombinant DNA teknolojisi, plazmit, insülin üretimi, rekombinant vektör aşısı kelimeleri seçildi. Arama sonucu listelenen web adresleri tek tek incelendi ve gen klonlamanın, rekombinant DNA ve plazmit kavramlarını metin halinde açıklayan, rekombinanat DNA elde etmek için uygulanan yöntemleri video animasyon halinde gösteren, gen klonlama yöntemlerini öğrencinin kendisinin de uygulayabileceği sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu, son olarak öğrenilen bilgilerin sorgulanabileceği değerlendirme materyallerini içeren web siteleri öğretim için yararlı bulunarak tez kapsamında değerlendirildi.

3.2.1.3. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Genetik mühendisliği uygulamalarının ürünlerinden olan GDO'lu organizmalar ile günlük hayatımızda sürekli karşılaşmaktayız. Geleceğin dünyasında yaygınlaşacağı

açık olan GDO'lu ürünlerin doğru anlaşılması çok önemlidir. Bu nedenle öğrencilerin GDO ın ne olduğunu, nasıl ve hangi amaçla yapıldığını kavrayabilmesi için web temelli araçlar araştırıldı. GDO elde edilirken gerçekleştirilen uygulamaların bulunduğu web temelli araçlar araştırıldı. Bu araştırma için google, yandex vb. arama motorlarının yanı sıra youtube sitesi, ulusal ve uluslar arası eğitim siteleri ve üniversitelerin web siteleri kullanıldı.

Arama için anahtar kelime olarak GDO, transgenik organizma, genetik mühendisliği, *Agrobacterium tumefaciens*, sanal laboratuvar, yenilebilir aşılar, biyomühendislik kelimeleri seçildi. Arama sonucu listelenen web adresleri tek tek incelendi ve genetiği değiştirilmiş organizmaları metin halinde açıklayan, GDO elde etmek için uygulanan yöntemleri video animasyon halinde gösteren, gen aktarımını öğrencinin kendisinin de uygulayabileceği ve transgenik organizma elde edebileceği sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu, son olarak öğrenilen bilgilerin sorgulanabileceği değerlendirme materyallerini içeren web siteleri öğretim için yararlı bulunarak tez kapsamında değerlendirildi.

3.2.1.4. Gen Terapisi Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Günümüzde modern biyoteknoloji uygulamalarının gelişmesi ve insan genomuna ait elde edilen bilgilerin çoğalması ile birlikte genetik hastalıkların tedavisinde de önemli aşamalar gerçekleştirilmektedir. Mutasyon veya farklı nedenlerle işlevleri bozulmuş, yapıları bozulmuş genler ile işlevlerinin gerçekleştiremeyen vb. genler sebebiyle ortaya çıkan genetik hastalıkların tedavisi amacıyla bu genlerin çıkarılması veya düzeltilmesi gen terapisi konusunun kapsamına girmektedir. Bu alanda meydana gelen gelişmeler sayesinde gelecekte tedavisi imkânsız görünen hastalıkların bile tedavi edileceği öngörülmektedir. Bu nedenle gen terapisi konusunun anlaşılması, avantajları ve dezavantajları ile ilgili bilgi sahibi olunması önemlidir. Bu amaçla gen terapisi uygulamalarıyla gerçekleştirilen tedavilerin bulunduğu web temelli araçlar araştırıldı. Bu araştırma için google, yandex vb. arama motorlarının yanı sıra youtube sitesi, ulusal ve uluslar arası eğitim siteleri ve üniversitelerin web siteleri kullanıldı.

Arama için anahtar kelime olarak gen terapisi, gen tedavisi, viral vektörler, hemofili, kistik fibrosiz, SMA, genetik hastalıklar kelimeleri seçildi.

Arama sonucu listelenen web adresleri tek tek incelendi ve gen terapisi yöntemini açıklayan, olası avantaj ve dezavantajlarını metin halinde açıklayan, gen terapisini ve bu yöntemle tedavi edilebilecek hastalıkların ve bunların tedavi yöntemlerini video animasyon şeklinde anlatan uygulamaların olduğu web siteleri araştırıldı. Son olarak gen terapisi yönteminin uygulama aşamalarıyla ilgili değerlendirme sorularının bulunduğu web siteleri araştırıldı. Öğretim için yararlı olacağı web siteleri tez kapsamında değerlendirildi.

3.3. Değerlendirme

Araştırılan web temelli öğretim araçları, Çizelge 3.1 de yer alan ölçütler kullanılarak değerlendirildi ve içlerinden en yüksek puanı alan web araçları tezde detaylı biçimde açıklanarak sunuldu.

Çizelge 3.1 Öğretim amaçlı web sitelerini değerlendirme ölçeği
(Yiğit, Nevzat & Altun, Taner & Alev, Nedim & Dertlioğlu, Kübra & Bülbül, M. Şahin. (2007)'den uyarlanmıştır.)

	Değerlendirme ölçütleri	**ZAYIF-1 PUAN**	**ORTA-2 PUAN**	**ÇOK İYİ-3 PUAN**
	A. TASARIM			
1.	Yüklenme hızı makuldür.			
2.	Grafik ve resimler süsleyici değil işlevseldir.			
3.	Metin açıklamalarında konu akışı izlenebilirdir			
4.	Başlıklar ve alt başlıklar açık ve tanımlayıcıdır.			
	B. İÇERİK			
1.	Sitenin amacı açık ve nettir.			
2.	Hedef alınan kullanıcı düzeyi için anlaşılabilir ve uygundur.			
3.	Hedef alınan kullanıcı düzeyinin beklentilerini karşılamaktadır.			
4.	Faydalıdır.			
5.	Günceldir.			

6.	Kavramlar ve kelime haznesi kullanıcı düzeyi için uygundur.			
7.	Eğitimsel amaçları kazandırmaya yardım etmektedir.			
8.	Kullanılan dil ve yönergeler anlamayı kolaylaştırmaktadır.			
9.	Site içerisinde gezinme özel yetenek ve deneyim gerektirmez.			
10.	İstenilen sayfalara ve konulara kolaylıkla ulaşılabilmektedir.			
11.	Site üzerinde aranılan bilgiye kolayca ulaşılabilmektedir.			
	C.ÖĞRENMEYE YÖNLENDİRİCİ ÖZELLİKLER			
1.	Resim, şekil, canlandırma, ses ve müzik gibi unsurlarla öğrenci dikkati çekilmektedir			
2.	Öğrenciyi öğrenmeye teşvik etmektedir.			
3.	Konu ile ilgili değerlendirme bölümü bulunmaktadır.			

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. DNA Parmak İzi Eğitiminde Kullanılabilecek Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Lise düzeyinde 12.sınıf konusu olan DNA parmak izi MEB kitabında çok kısa şekilde açıklanmıştır. DNA parmak izinin kısa bir tanımı verildikten sonra DNA parmak izi elde etmek için DNA'nın uygun restriksiyon enzimi ile kesildiği, PCR yöntemi ile çoğaltıldığı ve elektroforez yöntemi ile farklı DNA parçalarının jel üzerinde bantlar oluşturduğundan bahsedilmiştir. Bu bantlı yapının insanın parmak izi olduğu belirtilmiştir. Son olarak da DNA parmak izinin kullanıldığı alanlara örnekler verilmiştir.

Her ne kadar konu anlatımında DNA parmak izi elde edilmesinin tüm aşamaları sırasıyla verilmiş olsa da PCR yönteminin ve elektroforez yönteminin sadece adı verilmiştir. Her iki yöntemin nasıl yapıldığının açıklanmaması bu aşamaların nasıl yapıldığının gösterilmemesi DNA parmak izinin elde edilmesinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Elektroforez yönteminden sadece ismen bahsedilerek bantlaşmanın nasıl gerçekleştirildiğinin açıklanmaması, sadece bantlaşma resminin verilmesi öğrencinin konuyu anlamakta zorlanmasına neden olmaktadır. Sonuç kısmında DNA parmak izi karşılaştırılmasının yapılmamış olması DNA parmak izinin kullanım amacının somut olarak belirtilmemesi, DNA parmak izinin belirlenip nasıl kullanıldığına dair değerlendirme örneklerinin verilmemiş olması öğrencinin kafasında soru işaretlerine neden olmaktadır ve tüm bu süreçleri aslında kendisinin canlandırması

beklenmektedir. Bu nedenle konu tam olarak anlaşılmamakta ve öğrencinin kafasında soru işaretleri kalmaktadır.

Özellikle DNA parmak izinin karşılaştırılmasını içeren örneklerin verilmesi konunun somutlaştırılarak daha iyi anlaşılmasının sağlayacak ve öğrencinin ilgisini çekecektir. DNA parmak izi örneklerinin verilerek uygulamalı karşılaştırma içeren bir değerlendirme örneğinin konuya ek olarak eklenmesi hem öğrenmeyi hem de öğrenmenin kalıcılığını arttıracaktır.

Ders kitabında anlatılan konuların görselleştirilmesi, sanal laboratuvar uygulamaları sayesinde web temelli öğrenmenin sağlanması ve konu sonunda çeşitli DNA parmak izi örneklerinin uygulamalı olarak karşılaştırılması açısından web siteleri 12.sınıf ders kitabını tamamlayıcı yardımcı kaynaklar olacaktır. Bu sayede DNA parmak izi ile ilgili anlaşılması zor konuların öğrenilmesi desteklenmiş olacaktır.

Bu nedenle DNA parmak izi konusunun anlaşılmasını sağlamak amacıyla

- Öncelikle konuyu açıklayan metinleri içeren web siteleri araştırıldı.
- İkinci olarak konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla PCR, elektroforez vb. DNA parmak izi adımlarının nasıl yapıldığını gösteren videoların ve animasyonların olduğu web siteleri araştırıldı.
- Üçüncü olarak öğrenmeyi pekiştirmek amacıyla sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu web siteleri araştırıldı.
- Son olarak konunun ne derece anlaşıldığının belirlenmesi açısından öğrencinin konuyla ilgili değerlendirme yapabileceği, konuyla ilgili çeşitli değerlendirme sorularını içeren web siteleri araştırıldı.

Bunun sonuncunda konunun anlaşılabilirliğine katkıda bulunacağı gözlenen web siteleri bulunmuştur. Bu siteler, sadece DNA parmak izi değil biyoteknoloji ve fen bilimleri alanında farklı konular içinde birçok eğitim materyali/aracı sunmaktadır. Dolayısıyla bu ana web siteleri için değerlendirme ölçütü kullanılmadan genel içerik bilgisi aşağıda sıralanmıştır. Daha sonraki alt başlıklar çerçevesinde spesifik olarak incelenen web araçları değerlendirme ölçütüne tabii tutulmuştur.

1. https://www.labxchange.org/library?t=SubjectArea%3ABiological+Sciences%3ABiotechnology&q=DNA+parmakizi&page=1&size=24&order=relevance

sitesi sadece DNA parmak izi konusunda değil fen ve sosyal bilimlere ait pek çok alanda eğitim amaçlı çeşitli uluslararası web kaynakların derlenerek sunulduğu önemli bir web tabanlı kütüphanedir. Birçok farklı disiplinden gerek açıklama gerekse animasyon ve diğer görsel materyallerden oluşan eğitim içeriği sunmaktadır. Sadece biyoloji alanı için 3469, biyoteknoloji alt alanı içinse 880 kaynak sunmaktadır.

2. https://www.youtube.com/results?search_query=dna+fingerprinting+class+12 sitesi DNA parmak izi konusunda gerek açıklama gerekse nasıl yapıldığı, aşamalarıyla ilgili görsel açıdan çok çeşitli video içermektedir. Eğitim/öğretim için zengin bir görsel kaynak olarak faydalı olacağı değerlendirilmiştir.
3. https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/ sitesi ABD'de üniversite öncesi en büyük biyoteknoloji eğitimi sağlayıcısıdır ve DNA parmak izi öğretimi için çok çeşitli kaynak içerdiği için değerlendirilmiştir.
4. https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/biology.html sitesi DNA parmak izi eldesinde kullanılan yöntemlerle ilgili oldukça anlaşılır ve özellikle dikkati dağıtmayacak şekilde kısa süreli video ve animasyon içerdiği için değerlendirilmiştir.
5. http://www.dnai.org/d/index.html sitesi DNA parmak izinin kullanım alanlarıyla ilgili çok çeşitli açıklayıcı ve görsel materyal içermektedir.
6. https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/ sitesi biyolojinin çeşitli alt bilim dallarıyla ilgili çok sayıda materyal içermektedir. Ayrıca DNA parmak izi konusuyla ilgili sanal laboratuvar uygulamalarını kaynak olarak sunmaktadır.
7. www.stories.wgbh.org sitesinde DNA parmak izi örneklerinin karşılaştırıldığı ve failin bulunduğu bir örnek olayı içererek öğrenciye değerlendirme yapma olanağı sağlamaktadır.
8. http://www.biology.arizona.edu/human_bio/human_bio.html sitesinde DNA parmak izinin kullanıldığı adli olay ve soy bağı davaları gibi örnek olaylara ait çok sayıda değerlendirme soruları içermektedir.

Tüm bu siteler içerisinde www.labxchange.org sitesi hem açıklayıcı metinleri hem de çok çeşitli video ve sanal laboratuvar uygulamalarını içerdiği için özellikle tercih edilmiştir. Harvard üniversitesine ait ücretsiz fen eğitimi platformu olmasıyla birlikte Türkçe dil seçeneği de içerdiği için kullanım açısından kolaylık sağlamaktadır.

Ayrıca Harvard üniversitesi bünyesinde olduğu için güvenilirlik anlamında da öne çıkmıştır.

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:5d9df04c:html:1 web adresinde DNA parmak izi ile ilgili açıklayıcı metin bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 50 puan almıştır.

Metnin içeriği şu şekildedir:

DNA parmak izi nedir?

DNA parmak izi, bireylerin DNA'larındaki benzersiz desenlere bakarak bir DNA örneğinden bir kişiyi/organizmayı tanımlamak için kullanılan bir yöntemdir.

Vücudumuzdaki hemen hemen her hücre DNA'mızı içerir. Ortalama iki insan arasındaki DNA'nın yaklaşık yüzde 99,9'u aynıdır. Kalan kısım, bizi benzersiz kılan şeydir (tek yumurta ikizi değilseniz). Bu küçük bir miktar gibi görünse de iki kişi arasında yaklaşık üç milyon baz çiftinin farklı olduğu anlamına gelir. Bu farklılıklar karşılaştırılabilir ve sizi bir başkasından ayırmanıza yardımcı olmak için kullanılabilir.

Mini satellitler, bir kişiden diğerine genomun diğer bölümlerinden daha fazla değişiklik gösteren tekrarlayan kısa DNA dizileridir (10-60 baz çifti uzunluğunda). Bu varyasyon, mini satellit dizisindeki tekrarlanan birimlerin sayısındaki farklılığı gösterir. İlk mini satellit 1980'de keşfedildi.

DNA parmak izi

DNA parmak izi, Profesör Sir Alec Jeffreys tarafından 1984 yılında bu mini satellitler şeklindeki insan DNA'sındaki varyasyonları tespit edebileceğinizi fark ettikten sonra icat edildi. DNA parmak izi, bir bireye özgü bir model oluşturmak için genomdaki birçok mini satelliti aynı anda algılayan bir tekniktir. Tek yumurta ikizi olmayan aynı DNA parmak izine sahip iki kişinin olma olasılığı yok denecek kadar nadirdir. Tıpkı gerçek parmak izi gibi, DNA parmak izimiz de doğuştan sahip olduğumuz bir özelliktir ve kişiye özeldir.

İlk DNA parmak izi nasıl üretildi?

DNA parmak izinin ilk adımı, DNA'yı bir doku örneğinden, genellikle kandan çıkarmaktır. DNA'yı kesmek için restriksiyon enzimleri adı verilen moleküler makas

kullanıldı. Bu durum, çeşitli uzunluklara sahip binlerce farklı DNA parçası elde edilmesiyle sonuçlandı. Bu DNA parçaları daha sonra jel elektroforezi adı verilen bir işlemle boyutlarına göre ayrıldı: DNA, elek gibi davranan gözenekli bir jelin bir ucundaki kuyucuklara yüklendi. Negatif yüklü DNA'yı pozitif kutba doğru göç ettiren bir elektrik akımı uygulandı. Daha kısa DNA parçaları jel içinde en hızlı şekilde hareket eder. Daha uzun DNA parçalarının jel içinde hareket etmesi daha zordur, bu nedenle daha yavaş hareket ederler. Sonuç olarak, elektrik akımı kesildiğinde, DNA parçaları boyut sırasına göre ayrılmış olur. En küçük DNA molekülleri, orijinal numunenin jele yüklendiği yerden en uzakta olur. DNA parçaları sıralandıktan sonra, kırılgan jelden sağlam bir naylon membran parçasına aktarılır ve ardından tek zincirli DNA elde etmek için DNA denatüre edildi. Daha sonra naylon membran, radyoaktif problarla eşleştirilmek üzere inkübe edildi. Problar, radyoaktif fosforla etiketlenmiş küçük mini satellit DNA parçalarıdır. Problar yalnızca tamamlayıcı oldukları DNA parçalarına bağlanır. Probların bağlandığı mini satellitler daha sonra naylon membran X-ışınına maruz bırakılarak görselleştirildi.

Radyoaktiviteye maruz kaldığında, etiketli DNA'nın bulunduğu filmde 30'dan fazla koyu banttan oluşan bir model belirdi. Bu model DNA parmak iziydi. İki veya daha fazla farklı DNA parmak izini karşılaştırmak için farklı DNA numuneleri aynı elektroforez jeli üzerinde yan yana çalıştırıldı.

DNA profillemesi

Günümüzde DNA profillemesi, STR analizi olarak da adlandırılır ve DNA parmak izinde kullanılan mini satellitlerden ziyade mikro satellitlere dayanır.

Mikro satellitler veya kısa ardışık tekrarlar (STR'ler), genellikle 2-5 baz çifti uzunluğundaki mini satellitlerin daha kısa akrabalarıdır. Mini satellitler gibi, insan genomu boyunca birçok kez tekrarlanırlar, örneğin 'TATATATATATA' şeklinde.

Günümüzde bir DNA profili nasıl üretiliyor?

DNA, biyolojik bir numuneden elde edilir. STR analizi inanılmaz derecede hassastır, bu nedenle doğru bir sonuç elde etmek için bir kişinin yalnızca çok az miktarda DNA'sına ihtiyaç duyar. Sonuç olarak DNA, kan, tükürük ve saç dahil olmak üzere daha geniş bir biyolojik örnek yelpazesinden elde edilebilir.

Orijinal DNA parmak izi yönteminden farklı olarak günümüzde DNA profilleme, DNA'yı kesmek için restriksiyon enzimleri kullanmaz. Bunun yerine belirli STR dizilerinin birçok kopyasını üretmek için polimeraz zincir reaksiyonunu (PCR) kullanılır.

PCR, belirli bir DNA dizisinin çok sayıda kopyasını üreten bir prosedürdür. Başlamak için yalnızca küçük miktarlarda DNA gerektirir ve hatta kısmen bozulmuş bir DNA örneğinden kopyalar çıkarılabilir. PCR'de, primer adı verilen küçük DNA parçaları, ilgili DNA'nın tamamlayıcı dizilerine bağlanır ve ilgili DNA'nın kopyalanması için başlangıç noktasını işaretler. STR analizinde, PCR'de kullanılan primerler, ilgilenilen STR dizisinin bir ucuna bağlanacak şekilde tasarlanır. Her STR için primerler, belirli bir renkli floresan etiketi ile etiketlenir. Bu, PCR'den sonra STR dizilerinin tanımlanmasını ve kaydedilmesini kolaylaştırır. PCR ile ilgili STR'lerin yeterli sayıda kopyası üretildiğinde, parçaları boyutlarına göre ayırmak için elektroforez kullanılır. Her parça, floresan etiketli parçaların belirli bir renkte parlamasına neden olan bir lazer dedektörden geçer. Sonuçta, her STR dizisinin rengini ve uzunluğunu vurgulayan bir dizi renkli tepe noktası olarak görüntülenir. Ne kadar çok STR lokusu test edilirse, bir kişinin tanımlanması o kadar doğru olur.

Adli amaçlar için kullanılan diğer STR'ler, yalnızca erkek Y kromozomundan türetilen Y-STR'ler olarak adlandırılır. Bunlar, karışık DNA örneklerinden bir erkek faili belirlemek için daha kullanışlıdır. Her 10 trilyonda (10.000.000.000.000) yalnızca bir kişi belirli bir STR profiline sahip olacaktır. Dünya insan nüfusunun yalnızca 7 milyar (7.100.000.000) olduğu tahmin edildiğinden, tek yumurta ikizi olmadığınız sürece başka biriyle aynı profili paylaşmanız olası değildir.

Suçluyu bulma

DNA profilleri adli tıpta çok kullanışlıdır, çünkü bir suçtan sonra geride bırakılan çok küçük bir materyal örneği birini teşhis etmek için yeterli olabilir. Birleşik Krallık'ta eksiksiz bir DNA profili, 11 STR sekansı ve profilin bir erkeğe mi yoksa bir kadına mı ait olduğunu doğrulamak için bir cinsiyet belirleyiciden oluşur. Artık tüm yeni profiller, Avrupa'da sınırlar arasında tutarlılık sağlamak için ek beş STR dizisi içeriyor. ABD'de Federal Soruşturma Bürosu (FBI), 13 STR dizisinin test edilmesini

önermektedir. Birçok eyalet, eyalet sınırları boyunca daha verimli soruşturmalar sağlamak için test edilen STR dizilerinin sayısını artırıyor.

Olay yeri profili ile soruşturulan kişilerin profili arasında yapılan bir eşleştirme, olası bir şüpheliyi tanımlar. Farklı olay yeri profilleri arasında yapılan bir eşleştirme, ortada tekrarlanan bir suçlu olduğunu gösterir. Polis, bu DNA kanıtını, birini bir suçtan dolayı kovuşturmaya yardımcı olacak diğer kanıtları desteklemek için kullanabilir. Eksiksiz DNA profilleri çok güvenilir eşleşmeler sağlar ve bir şüphelinin bir suçtan dolayı suçlu ya da masum olduğuna dair güçlü kanıtlar sağlayabilir.

DNA profilleri nasıl saklanır?

Birleşik Krallık, 1995 yılında ulusal bir DNA profili veri tabanını kuran ilk ülke oldu.

Birleşik Krallık Ulusal DNA Veri tabanı, çoğu ciddi suçlarla bağlantılı olan belirli sayıda Birleşik Krallık bireyinin DNA profillerini tutar. 2013 tarihli Özgürlüğün Korunması Yasası, masum yetişkinlerden ve çocuklardan alınan 1.766.000 DNA profilinin Birleşik Krallık Ulusal DNA Veri tabanından silinmesini sağlamıştır. Çoğu ülkenin artık ulusal bir DNA veri tabanı vardır.

Akrabaları birbirine bağlamak

DNA'nızın yarısını annenizden, yarısını da babanızdan alırsınız. Bu nedenle STR'ler ebeveynlerden çocuklarına aktarılır. DNA profillemesi, iki kişinin birbiriyle akraba olup olmadığını doğrulamaya yardımcı olmak için de kullanılabilir ve genellikle birinin bir çocuğun biyolojik ebeveyni olup olmadığına dair kanıt sağlamak için kullanılır. DNA profilleme, suç veya büyük felaket kurbanlarını belirlemek ve ayrılmış aileleri yeniden bir araya getirmeye yardımcı olmak için de kullanılabilir. DNA profili oluşturma, yüksek başarı oranına ve çok düşük yanlış pozitif oranına sahiptir.

Yukarıda anlatıldığı üzere ilgili web adresinde DNA parmak izinin tanımından başlayarak, DNA parmak izi elde edilmesinde gerçekleşen tüm aşamaları ve kullanım alanlarıyla ilgili gerekli açıklamalar yapılmıştır.

Araştırılan sanal uygulamalara ilişkin web adresleri ile ilgili ayrıntılı incelemeye geçmeden önce bu bilgiler ışığında DNA parmak izi belirlenirken kullanılan temel araç

gereç ve adımların açıklanması gerekmektedir. DNA parmak izi elde edilirken kullanılan temel adımlar şöyledir;

1. Materyalden DNA elde edilmesi
2. PCR ile karşılaştırılacak lokusların çoğaltımı
3. Elektroforez
4. Sonuçların karşılaştırılması-Değerlendirme

Tez çalışmasında ayrıca bu adımların her birinin öğrenilmesini kolaylaştıracak ilgili web adresleri araştırılmış ve sırayla ilgili başlıklar altında aşağıda sıralanmıştır.

4.1.1. Materyalden DNA Eldesi

DNA parmak izi elde edebilmek için araştırılan canlıya ait çok küçük bir doku parçası yeterli olmaktadır. İlk adım bu dokudan DNA elde edilmesidir. Çünkü elde edilen az miktardaki DNA, karşılaştırma yapılacak ilgili lokusların PCR yöntemi ile çoğaltımına olanak sağlayacaktır.

Örneğin insan için DNA parmak izi elde etmek için saç, tükürük, deri, sperm ve kan gibi çeşitli dokulardan faydalanılabilir. Bu DNA örneklerini elde etmek için özel bir yöntem bulunmamaktadır. Bitkilerden örnek verecek olursak, yaprak, çiçek, gövde, kök veya polen gibi her tür bitki dokusu bu amaçla kullanılabilir. Bu örneklerden DNA elde edilmesinde çok çeşitli yöntemler kullanıldığı için özellikle web sitelerinin araştırılmasına gerek görülmemiştir. Ancak aşağıdaki web adresi genel yaklaşımı ve adımları anlamak üzere faydalı bir sanal laboratuvar örneği olarak sunulmuştur. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.

https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction : yanaktan epitel hücrelerinin toplanması ve DNA'nın izolasyon aşamalarını gösteren bir sanal laboratuvar uygulamasıdır. Bu web sitesinde, epitel hücrelerinin nasıl alınacağı, ardından adım adım DNA'nın çıkarılması için gerekli işlemler sanal laboratuvar ortamında uygulama şeklinde sunulmaktadır. Her adım için uygulama ekranının sağ tarafında yapılacak uygulamaya dair yönerge de yer almaktadır. Bu şekilde öğrencilerin bir bilgisayar oyunu oynar gibi yönergeleri takip ederek hücrelerden DNA etme konusunda bilgi sahibi olmaları sağlanabilmektedir.

4.1.2. PCR ile Karşılaştırılacak DNA Parmak izi Lokuslarının Çoğaltımı

DNA parmak izi yapılırken kullanılan 2. Adım, dokudan elde edilen DNA'dan PCR ile ilgili lokusların çoğaltımıdır. PCR, DNA replikasyonuna dayanan bir tekniktir. Çeşitli örneklerden çok az miktarda elde edilen DNA'dan bile sonuç alınmasını sağlar. Çünkü ilgili lokus, 2-3 saat içerisinde milyonlarca kez çoğaltılabilir. DNA çoğaltımı yapıldıktan sonra farklı örneklere ait bu çoğaltılmış lokus DNA'ları karşılaştırılarak gerçekleşen eşleşmelere dayalı değerlendirme yapılır.

PCR ile çoğaltılan ve bireyler arasında farklılığı ortaya koyan lokuslar, insanın da içinde bulunduğu ökaryotik organizmaların genomunda yer alan varyasyonun yüksek olduğu, kodlama yapmayan tekrar eden dizileri içerir. Bu dizilere mikro satellitler (simple sequence repeat- STR-SSR) denir. Tekrar eden bu özel bölgeler kişiden kişiye farklılık gösterdiği için bireyleri biyolojik olarak karşılaştırmaya yarar. Örneğin insan genomunda binlerce SSR lokusu bulunmaktadır ve bunlardan bireyler arasında varyasyonu en yüksek olan sadece 13 lokus DNA parmak izi çalışmalarında kullanılmaktadır (Tablo1). Farklı ülkelerde bunlara ek olarak ilave lokuslar da kullanılmaktadır (G. Jianye, E. Arthur and B. Bruce, 2012). Seçilen lokusların çoğaltımı için primer dizisi tasarlanarak ilgili DNA'nın çoğaltılması PCR yöntemi ile gerçekleştirilir. Günümüzde DNA profillemede en sık kullanılan çekirdek STR ve bulundukları lokuslar Çizelge 4.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Günümüzde Piyasadaki Kitlerde Bulunan 13 STR Lokusunun Özellikleri (Butler John M. 2007).

STR Loci	Chromosomal Location	Repeat Motif	Allele Range[a]	PCR Product Sizes in Identifiler Kit (dye label)
CSF1PO	5q33.1	TAGA	6–15	305–342 bp (6-FAM)
FGA	4q31.3	CTTT	17–51.2	215–355 bp (PET)
TH01	11p15.5	TCAT	4–13.3	163–202 bp (VIC)
TPOX	2p25.3	GAAT	6–13	222–250 bp (NED)
VWA	12p13.31	[TCTG] [TCTA]	11–24	155–207 bp (NED)
D3S1358	3p21.31	[TCTG] [TCTA]	12–19	112–140 bp (VIC)
D5S818	5q23.2	AGAT	7–16	134–172 bp (PET)
D7S820	7q21.11	GATA	6–15	255–291 bp (6-FAM)
D8S1179	8q24.13	[TCTA] [TCTG]	8–19	123–170 bp (6-FAM)
D13S317	13q31.1	TATC	8–15	217–245 bp (VIC)
D16S539	16q24.1	GATA	5–15	252–292 bp (VIC)
D18S51	18q21.33	AGAA	7–27	262–345 bp (NED)
D21S11	21q21.1	[TCTA] [TCTG]	24–38	185–239 bp (6-FAM)
D2S1338	2q35	[TGCC] [TTCC]	15–28	307–359 bp (VIC)
D19S433	19q12	AAGG	9–17.2	102–135 bp (NED)
Amelogenin (sex-typing)	Xp22.22 Yp11.2	Not applicable	Not applicable	X = 107 bp (PET) Y = 113 bp (PET)

The 13 core STR loci used for the U.S. national DNA database are shown in bold font. See www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/multiplx.htm for information on other commercially available STR kits.
[a]Ranges are calculated from kit allelic ladders (see Figure 1) and do not represent the full range of alleles observed in world populations. A more complete allele listing of these short tandem repeat (STR) loci is available at www.cstl.nist.gov/biotech/strbase/str_fact.htm.

PCR yöntemi ile ilgili metin açıklaması, video veya animasyonları içeren web eğitici siteler araştırılmıştır. Yararlı olabileceği öngörülen web siteleri aşağıda sıralanmıştır;

1. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:49c76182:html:1

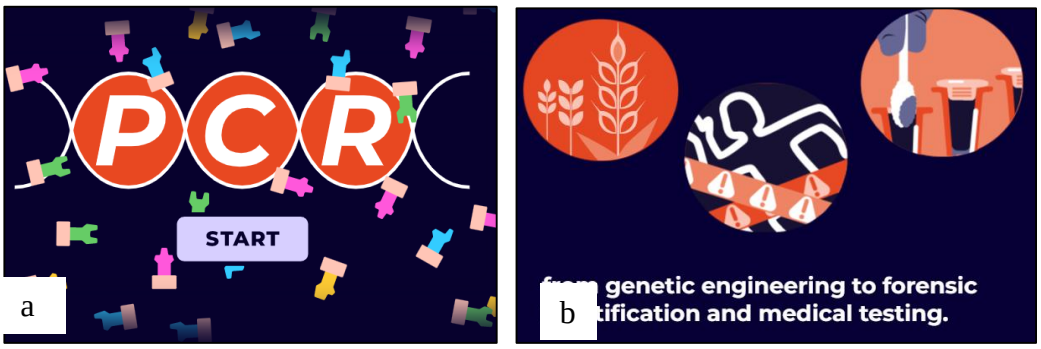
   PCR yönteminin aşamalarını resimli olarak anlaşılır bir biçimde açıklamaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 43 puan almıştır.

2. https://www.youtube.com/watch?v=KpWs7QLkAFU&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=11 Bu adresteki dört dakikalık videoda PCR yönteminin yapılışı aşama aşama anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 42 puan almıştır.
3. https://www.youtube.com/watch?v=wBrNbbAIAFo Yaklaşık beş dakikalık videoda PCR yönteminin ne olduğu açıklanmakta ve yapım aşamaları gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.
4. https://dnalc.cshl.edu/view/17044-Polymerase-chain-reaction-PCR-.html Bu adreste PCR reaksiyonunun etkileşimli animasyonu gösterilmektedir. Reaksiyonun başından itibaren adım adım ilerleterek PCR reaksiyonu gerçekleşmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.

5. https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/pcr.html Bu adreste PCR çoğaltımı sırasında ortaya çıkan DNA miktarını içeren grafik aşama aşama her bir döngüde gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 38 puan almıştır.
6. https://dnalc.cshl.edu/view/15475-The-cycles-of-the-polymerase-chain-reaction-PCR-3D-animation.html PCR reaksiyonunu video şeklinde özetleyen yaklaşık bir buçuk dakikalık video yine aynı sitede bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
7. https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/pcr.html Bu üç buçuk dakikalık videoda PCR reaksiyonunun aşamaları hem sesli olarak anlatılmakta hem de aşamaları gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.
8. https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/ Bu adreste PCR uygulaması sanal laboratuvar uygulaması olarak bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır.

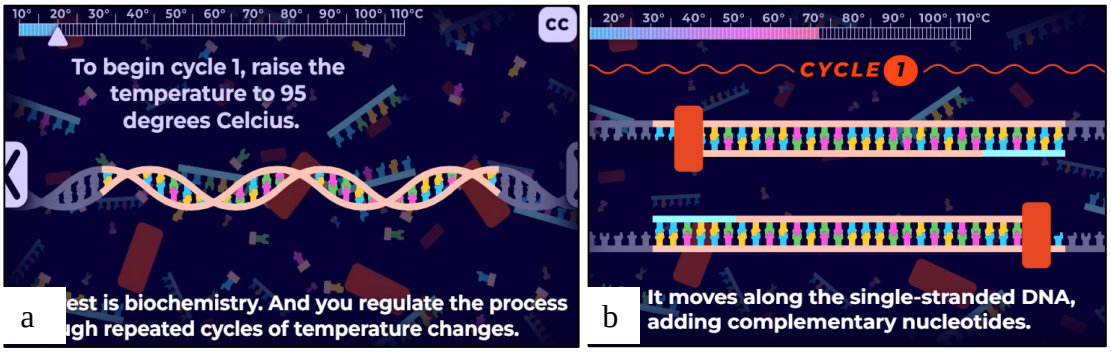
Araştırılan bu siteler içerisinde öğretime en yararlı olacağı düşünülen ve değerlendirme ölçütlerinden en yüksek puanı alan web adresi aşağıda verilmiştir. PCR yöntemi sanal laboratuvar uygulaması şeklinde öğrencinin uygulamasına olanak sağladığı için diğer web sitelerine göre https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/ : sitesi öne çıkmıştır

Bu web sitesinde, *Start* butonu ile simülasyon başlatılır. (Şekil 4.1a) Daha sonra DNA ve PCR ile ilgili bilgi verilir. (Şekil 4.1b)



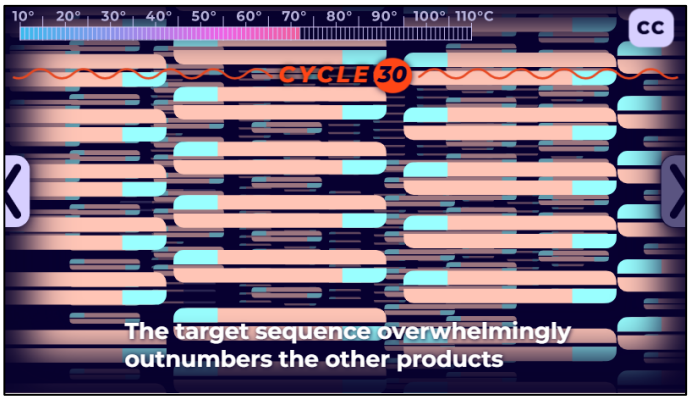
Şekil 4. 1 PCR simülasyon evreleri **a**.*Start* butonu ile simülasyon başlatılır. **b.** PCR ile ilgili bilgi verilir.

Ardından PCR işleminde kullanılacak malzemeler tanıtılır ve süreç başlatılır. İlk döngü gerekli sıcaklık dereceleri ayarlanarak başlatılır (Şekil 4.2a). Birinci döngü tamamlanır (Şekil 4.2b).



Şekil 4. 2 PCR simülasyon evreleri **a**.Birinci döngüye başlamak için derece 95°C ye ayarlanır. **b**.Tek zincir DNA'nın karşı zinciri nükleotitlerle tamamlanır.

Birinci PCR döngüsünün başında tüm malzemeleri içeren test tüpü 95°C ye kadar ısıtılır. Bu yüksek sıcaklıkta DNA çift zinciri açılır. Daha sonra test tüpü 50°C ye kadar soğutulur. Şablon DNA-primer kompleksleri oluştuktan sonra sıcaklık 72°C'ye yükseltilir. Bu sıcaklıkta DNA polimeraz, Kalıp DNA boyunca her bir primeri uzatmaya başlar ve ayarlanan süre sonunda döngü başa döner. Daha sonra, 2. döngü başlar ve yine sıcaklık 95°C çıkarılarak çift zincirli DNA'nın açılması ile süreç yeniden başlatılır. Bu işlem sonucunda PCR'nin her döngüsü tüpteki istenen çift sarmallı DNA moleküllerinin sayısını ikiye katlamaktadır. 30-40 kez tekrarlanan bu döngüler tamamlandığında, nihai sonuç, kalıp DNA molekülünün istenen bölgesinin minyonlarca kez kopyalanmasıdır. Bu sayede istenen DNA molekülünden kısa sürede milyonlarca kopya elde edilebilir (Şekil 4.3). Web sitesi bu işlemleri adım adım uygulama şeklinde sunmaktadır ve PCR'ın ne olduğu, nasıl ve ne amaçla yapıldığını basit biçimde göstermektedir.



Şekil 4. 3 Döngü sayısı arttıkça milyonlarca DNA kopyası elde edilmiş olur.

4.1.3 Elektroforez

Jel elektroforez yöntemi DNA, RNA ve protein gibi biyolojik molekülleri elektrik yüklerine ve boyutlarına göre sıralamaya yarayan bir yöntemdir.

Jel elektroforez yöntemi ile ilgili metin açıklaması, video veya animasyonları içeren web tabanlı öğretim siteleri araştırılmıştır. Yararlı olabileceği öngörülen web siteleri aşağıda sıralanmıştır;

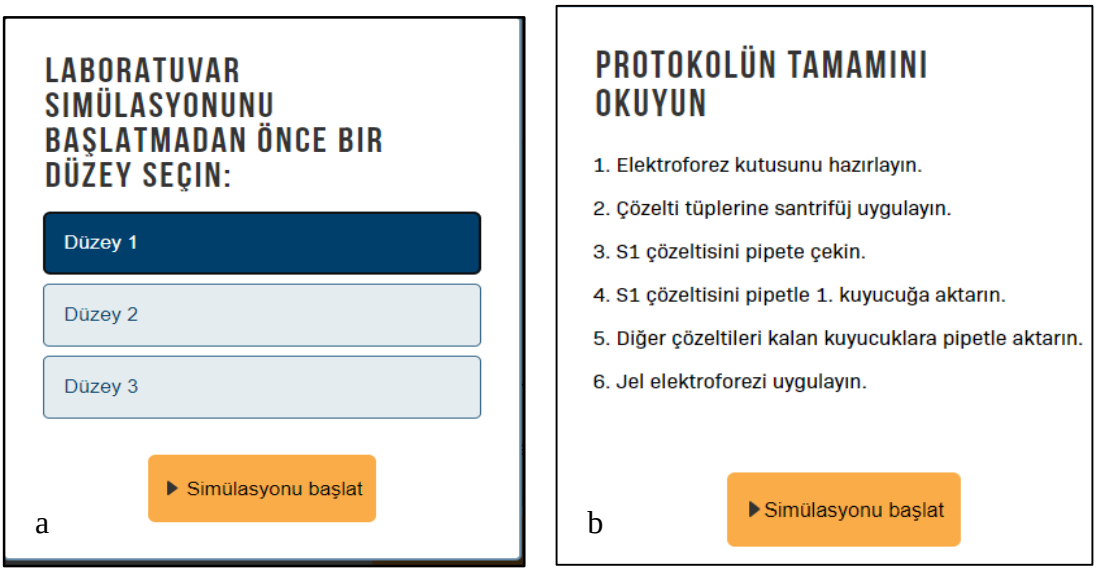
1. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:9ad2ad4e:html:1?source=%2Flibrary%2Fbooks%2Flx-book%3Aaac22bd6-b42f-3b91-9b88-5d770f506a00 Metinde ilk olarak jel elektroforez yönteminde DNA'nın pozitif ve negatif elektrik alanına yerleştirildiği, DNA negatif yüklü olduğu için DNA parçalarının pozitif elektrik alanına doğru hareket ettiği belirtilmiştir. DNA jel elektroforez için gerekli ekipmanların resimleri verilerek bu ekipmanlar tanıtılmıştır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 48 puan almıştır.
2. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:86ca9198:html:1Adresinde jel elektroforez yönteminde DNA'nın jel üzerinde nasıl yürüdüğü ve DNA parçalarının büyüklüklerine göre sıralandığı anlatılmıştır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.
3. https://www.youtube.com/watch?v=6mQGNDnOyH8&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=42 Üç dakikalık video ile jel elektroforezin yapılışı anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.

4. https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/gelelectrophoresis.html Bu etkileşimli animasyonda 8 aşamayı tek tek ilerleterek jel elektroforez yöntemi gerçekleştirilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.
5. https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/gelelectrophoresis.html Yaklaşık dört dakikalık videoda jel elektroforez yönteminin yapılışı anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 38 puan almıştır.
6. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:16e7a6a9:lx_simulation:1 Bu sitedeki sanal laboratuvar uygulamasında, biyolojik molekülleri ayrıştırmak için kullanılan jel elektroforezi tekniği tanıtılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır.
7. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:20ad6668:lx_assignment:1Jel elektroforez yöntemini öğrendikten sonra konu ile ilgili değerlendirme soruları içerir. Bu soru setinde jel elektroforezinin arkasında yatan teori ve kullanılan ekipmanlar hakkında öğrencinin neler bildiğini değerlendirilmektedir. Soru setindeki kavramlar DNA jel elektroforezinin ekipmanlarını ve uygulamalarını içermektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 39 puan almıştır.

İncelenen tüm web adresleri arasında https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:16e7a6a9:lx_simulation:1 adresi, değerlendirme ölçütlerinden en yüksek puanı alması, Türkçe dil seçeneği sunması, öğrencinin jel elektroforez yöntemini sanal laboratuvar üzerinden uygulama yaparak öğrenmesine olanak sağlamak açısından öne çıkmıştır.

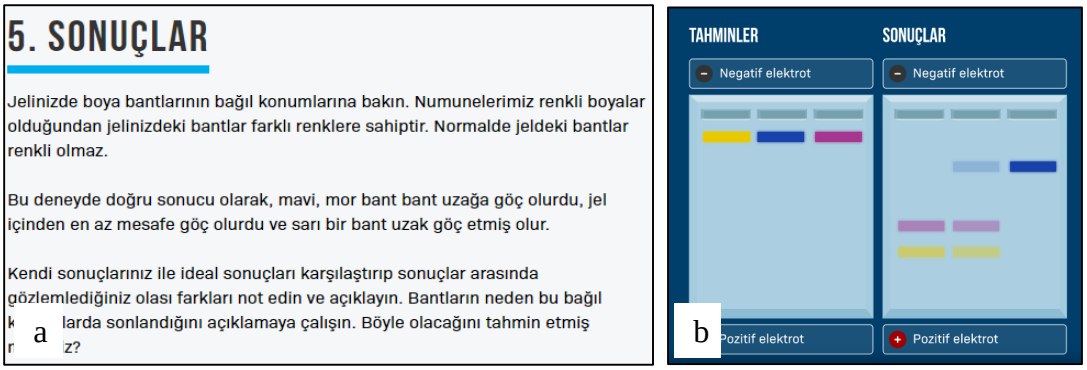
Bu web sitesindeki simülasyonda, DNA ve RNA gibi biyomolekülleri ufak gözeneklerden oluşan bir agaroz jel üzerinde boyutlarına ve yüklerine göre ayrıştırmak için jel elektroforezin uygulaması yapılmaktadır.

Simülasyonda üç ayrı seviye bulunmaktadır (Şekil 4.4a). Seviye seçimi yapıldıktan sonra malzemeler ve yapılması gerekenler ile ilgili yönergeler verilmektedir (Şekil 4.4b). Daha sonra simülasyon başlatılır. Her bir adım tam bir laboratuvar uygulaması adımından oluşmaktadır. Her adımın uygulama sayfasının sağ tarafında yönergeler yer almaktadır.

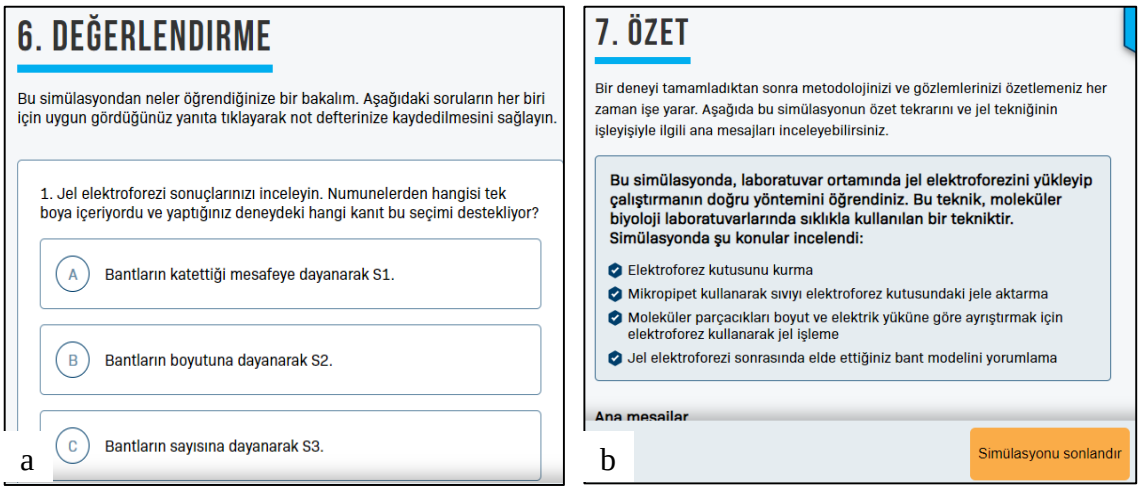


Şekil 4. 4 Simülasyon evreleri **a.** Simülasyonun düzeyi seçilir. **b.**Simülasyonla ilgili yönergeler verilmektedir.

Protokoller uygulandıktan sonra sonuçlar değerlendirilir (Şekil4.5a). Tahminlerle elde edilen sonuçlar karşılaştırılır (Şekil 4.5b). Simülasyonun sonunda değerlendirme kısmında bulunan sorular ile öğrenilen bilgiler pekiştirilir (Şekil 4.6a). Deney tamamlandıktan sonra özet kısmı ile yapılanlar bir bütünlük içinde sunulur ve simülasyon sonlandırılır (Şekil 4.6b).



Şekil 4. 5 Simülasyonun sonu **a.** uygulama yapıldıktan sonra sonuçlara elde edilir. **b.** Tahminlerle elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılır.



Şekil 4. 6 Simülasyon sonlandırılır **a.** Değerlendirme kısmı soruları cevaplanır. **b.** Özet kısmı incelenir.

4.1.4. Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirme

DNA parmak izinin en çok kullanıldığı alanlardan biri adli vakalardır. DNA parmak izinin adli vakalarda kullanılmasıyla ilgili örnekleri içeren web siteler araştırılmış ve lise düzeyi öğretimde kullanılabilir olanlar aşağıda sıralanmıştır.

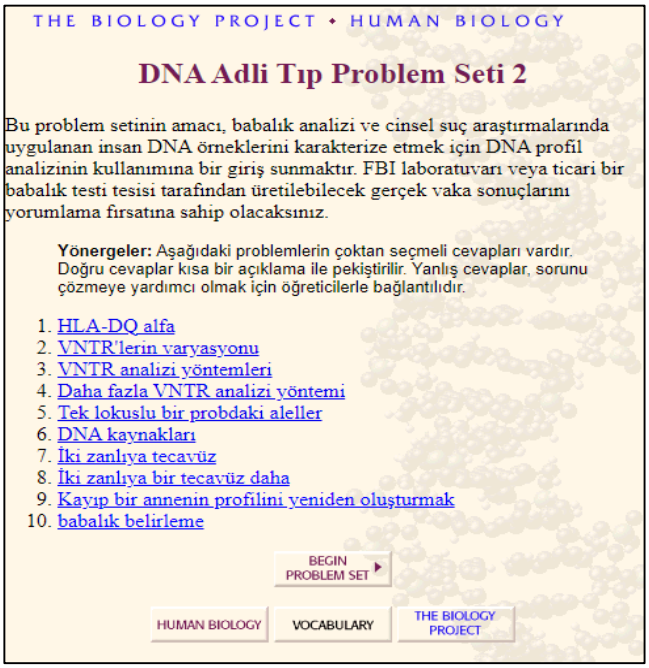
1. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:3432ccc2:video:1 : Bu beş dakikalık videoda DNA örneğinin alınmasından, DNA parmak izinin elde edilmesine kadar geçen süreci anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.
2. http://www.dnai.org/d/index.html Sitede bulunan etkileşimli animasyonda DNA parmak izi adli olaylarda masumiyetin ve suçlunun belirlenmesi, aile ağacının ortaya çıkarılması, DNA'nın insan sağlığının iyileştirilmesi için ilaç geliştirme çalışmalarında kullanılması, insan kökeninin ve akrabalıklarının belirlenmesi konularında dört ana başlık altında incelenmiştir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
3. https://www.youtube.com/watch?v=QxCoG5vuinc Bu adresteki yaklaşık üç buçuk dakikalık videoda DNA parmak izinin ilk kez nerede ve hangi adli vakada kullanıldığı ile ilgili bilgi verilmektedir. DNA parmak izinin ilk kez adli vakada kullanılmasını anlatması açısından öğrencinin ilgisini çekeceği ve merak

uyandıracağı düşünülmüştür. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.

4. https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/microarray/ Bu adresteki simülasyonda DNA mikro dizi deneyi yapılmaktadır. Kanser hücresi ile sağlıklı bir hücre arasındaki farkı araştırmak için DNA mikro dizisi kullanılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 39 puan almıştır.
5. https://stories.wgbh.org/create-dna-fingerprint/ Bu adreste bulunan simülasyonda önce bir suç mahallinden elde edilen örnekten DNA parmak izi oluşturulacak ardından faili bulmak için bu DNA parmak izi yedi şüphelinin DNA parmak iziyle karşılaştırılarak fail belirlenecektir. Bir örnek olayın çözümlenmesi açısından öğrencinin ilgisini çekecek ve öğrenci uygulama yaparak sonuca ulaşacaktır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 36 puan almıştır. Web adresine ulaşılmasında zaman zaman problem olduğu için aynı simülasyon https://www.youtube.com/watch?v=73bAqL-2ZVI adresinden izlenebilir.
6. http://www.biology.arizona.edu/human_bio/problem_sets/DNA_forensics_1/DNA_forensics.html DNA parmak izinin adli vakalar ve babalık davaları gibi olaylarda kullanılması ile ilgili değerlendirme soruları ilgili web adresinde gösterilmiştir. DNA adli tıp problem seti 1 başlığında incelenen problem setinde, babalık analizi ve cinsel suç soruşturmalarında uygulanan insan DNA örneklerinin kullanımına bir giriş sunmaktır. FBI laboratuvarı veya ticari bir babalık testi tesisi tarafından üretilebilecek gerçek vaka sonuçları yorumlanabilecektir. Problemlere verilen doğru cevaplar kısa bir açıklama ile pekiştirilir. Yanlış cevaplar ise sorunu çözmeye yardımcı olmak için öğreticilerle bağlantılıdır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 37 puan almıştır.
7. http://www.biology.arizona.edu/human_bio/problem_sets/DNA_forensics_2/DNA_forensics.html DNA adli tıp problem seti 2 başlığında incelenen bu problem setinde babalık analizi ve cinsel suç araştırmalarında uygulanan insan DNA örneklerini karakterize etmek için DNA profil analizinin kullanımına bir giriş sunmaktır. FBI laboratuvarı veya ticari bir babalık testi tesisi tarafından üretilebilecek gerçek vaka sonuçlarını yorumlama fırsatı elde edilmektedir. On

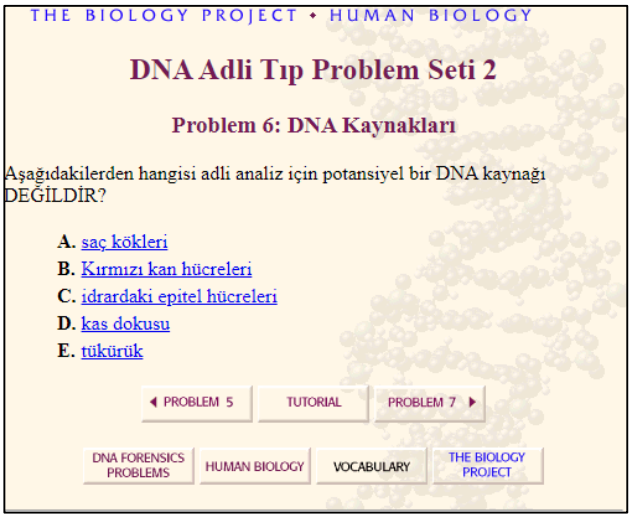
adet problem bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 50 puan almıştır.

Öğrencinin DNA parmak izi elde edilmesinin adımlarını öğrendikten sonra örnek bir problem üzerinden elde ettiği sonuçları değerlendirebilmesine olanak tanıdığı için ve ayrıca Türkçe dil seçeneği sunduğu için http://www.biology.arizona.edu/human_bio/problem_sets/DNA_forensics_2/DNA_forensics.html adresi değerlendirme ölçütlerinden en yüksek puanı alarak en başarılı site olarak seçilmiştir. Burada farklı adli vakalar üzerinden DNA parmak izi elde etme konusunda veya karşılaştırmalardan failin bulunması konusunda problemlerin çözümü yer almaktadır (Şekil 4.7).



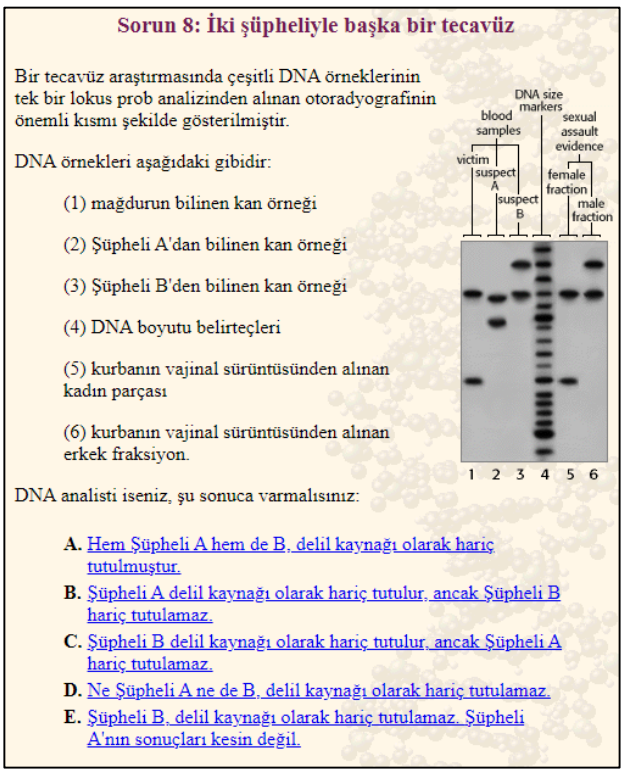
Şekil 4. 7 Adli tıp problem seti 2

DNA kaynakları isimli 6. Problemde, çeşitli örnekler arasından DNA örneği elde etmede kullanılamayacak olan örneğin bulunması istenmektedir (Şekil 4.8).



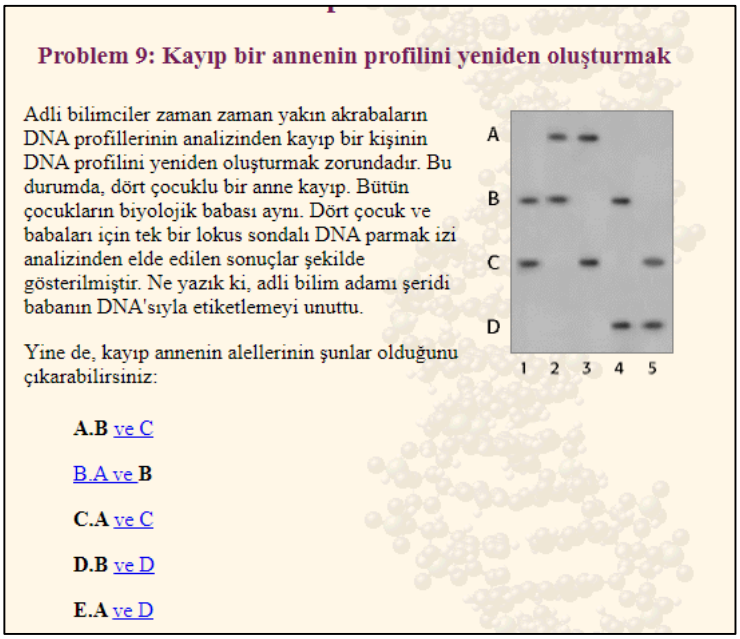
Şekil 4. 8 Problem 6: DNA kaynakları

Yedi ve sekiz numaralı problemlerde iki şüpheli ve mağdurdan alınan DNA örnekleri karşılaştırılarak, örneklerle ilgili çeşitli yorumlarda bulunularak sonuca ulaşılmaktadır (Şekil 4.9).



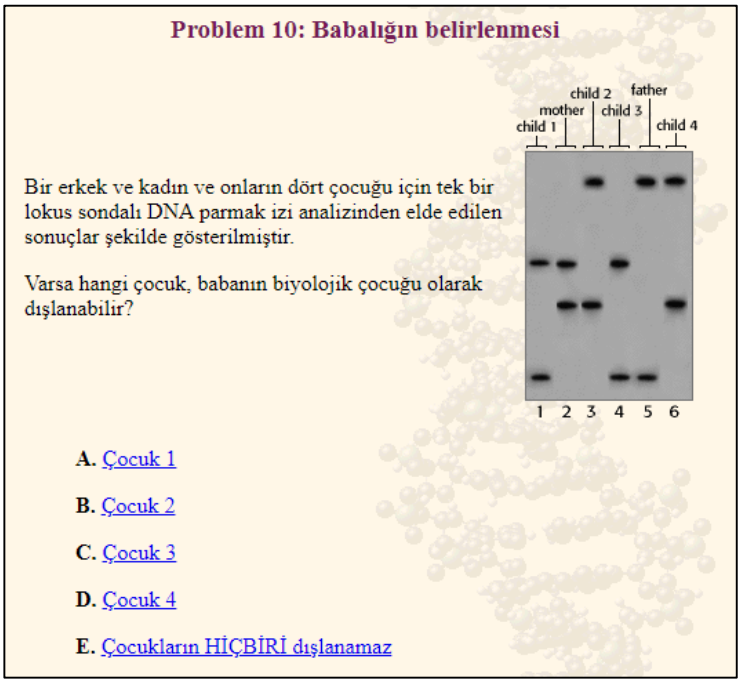
Şekil 4. 9 Problem 8: İki şüpheliyle başka bir tecavüz

Dokuz numaralı problemde 4 çocuğun ve babanın DNA profillerine bakarak kayıp annenin bulunması isteniyor (4.10).



Şekil 4. 10 Problem 9: Kayıp bir annenin profilini yeniden oluşturmak

Onuncu problemde bir anne, baba ve dört çocuğunun DNA parmak izine bakılarak çocuklardan hangisinin bu aileden olmadığı araştırılmaktadır (4.11).



Şekil 4. 11 Problem 10: Babalığın belirlenmesi

4.2. “Rekombinant DNA ve Gen Klonlama” Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Lise düzeyinde 12. Sınıf konusu olan gen klonlama uygulamalarının aşamaları MEB kitabında basitleştirilerek anlatılmıştır. Daha çok rekombinant DNA teknolojisiyle elde edilen ürünlere ağırlık verilmiştir. Genetik mühendisliği ile elde edilen ürünlerin insan hayatına etkileri anlatılmış ve özellikle bu teknolojiyle üretilmiş hormon, antibiyotik ve aşılardan bahsedilmiştir. Rekombinant DNA’nın elde edilmesi aşamalarını anlatırken sadece plazmit görseli ve gen klonlama yöntemini gösteren bir diğeri olmak üzere iki görsel kullanılmıştır. Konunun genç öğrenciler için çok yeni bir alan olması ve biyoteknolojinin temeli olması nedeniyle konunun biraz daha açıklanması ve görseller/animasyonlarla desteklenerek aktarılmasına gereksinim vardır.

Rekombinant DNA elde edilmesinde gerçekleştirilen tüm aşamaların animasyon ve video gibi hareketli görseller ile desteklenmesi öğrencinin konuyu daha iyi anlamasına olanak sağlayacak ve 12. Sınıf ders kitabını destekleyici materyaller olacaktır. Video ve animasyonların ardından sanal laboratuvar uygulamasının öğrenci tarafından gerçekleştirilmesi, yaparak yaşayarak öğrenme yöntemine örnek olacak ve öğrenmenin kalıcılığını arttıracaktır. Uygulamanın ardından değerlendirme sorularının çözülmesi öğrenmenin pekiştirilmesini sağlayacaktır.

Bu nedenle gen klonlama ve rekombinant DNA konusunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla

- Öncelikle konuyu açıklayan metinleri içeren web siteleri araştırıldı.
- İkinci olarak konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla gen klonlama uygulamalarının nasıl yapıldığını gösteren videoların ve animasyonların olduğu web siteleri araştırıldı.
- Üçüncü olarak öğrenmeyi pekiştirmek amacıyla sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu web siteleri araştırıldı.
- Son olarak konunun ne derece anlaşıldığının belirlenmesi açısından öğrencinin konuyla ilgili değerlendirme yapabileceği, konuyla ilgili çeşitli değerlendirme sorularını içeren web siteleri araştırıldı.

Bunun sonuncunda amaca uygun olduğu düşünülerek seçilen web araçları aşağıda sıralanmıştır;

1. https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/overview-dna-cloning Bu adreste gen klonlamanın tanımı, amacı ve temel adımları metin açıklaması halinde anlatılmıştır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
2. https://learn.genetics.utah.edu/content/science/viruses Bu adreste örnek bir rekombinant vektör aşısının nasıl çalıştığı, avantajları ve dezavantajları gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 39 puan almıştır.
3. http://www.dnai.org/b/index.html Bu adreste DNA manipülasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar, uygulanan teknikler ve üretilen ürünler ayrı ayrı modüller halinde anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.
4. https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/plasmidcloning.html Bu adreste bulunan dört dakikalık videoda plazmit klonlama anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.
5. https://www.youtube.com/watch?v=R5EraRP3V-o&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=43 adresinde plazmit izolasyonu üç dakikalık video ile gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 36 puan almıştır.
6. https://dnalc.cshl.edu/view/15915-The-first-recombinant-DNA.html Bu adreste etkileşimli olarak rekombinant DNA oluşumu gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır.
7. http://www.bch.cuhk.edu.hk/vlab/hpv/quiz_vl.html Bu adreste rekombinant DNA teknolojisi ile ilgili değerlendirme soruları bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 38 puan almıştır.
8. http://www.biology.arizona.edu/molecular_bio/problem_sets/Recombinant_DNA_Technology/recombinant_dna.html Bu adreste rekombinant DNA teknolojisi ile ilgili değerlendirme soru setleri bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 39 puan almıştır.

İncelenen siteler arasından www.labxchange.org sitesi hem açıklayıcı metinleri hem de çok çeşitli video ve sanal laboratuvar uygulamalarını içerdiği için daha yararlı olacağı düşünülerek aşağıda ayrılı olarak sunulmuştur. Ayrıca site, Harvard üniversitesine ait ücretsiz fen eğitimi platformu olmasıyla birlikte Türkçe dil seçeneği de içerdiği için kullanım açısından kolaylık sağlamakta, üniversite bünyesinde olduğu için güvenilirlik anlamında da öne çıkmaktadır.

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:0cf7eebd:html:1 İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır. Bu adreste rekombinant DNA ve gen klonlama konusundaki metin açıklaması gen mühendisliği uygulaması olarak şöyle anlatılmaktadır:

Genetik Mühendisliği Nedir?

Genetik mühendisliği, bir organizmanın karakteristiklerini (fenotip) belirli bir biçimde değiştirmek amacıyla DNA'nın doğrudan manipülasyonunu ifade eder.

Genetik mühendisliği nedir?

Bazen genetik modifikasyon olarak da adlandırılan genetik mühendisliği bir organizmanın genomundaki DNA'yı değiştirme sürecidir. Bu değişiklik tek bir baz çiftinin (A-T veya C-G) değiştirilmesi, DNA'nın bir bölgesinin tümüyle silinmesi veya ilave bir gen kopyasının eklenmesi anlamına gelebilir. Ayrıca, başka bir organizmanın genomundan DNA çıkartmak ve bu DNA'nın ilgili bireyin DNA'sı ile birleştirilmesi anlamına da gelebilir. Genetik mühendisliği bilim insanları tarafından bireysel bir organizmanın karakteristik özelliklerini geliştirmek veya değiştirmek amacıyla kullanılır. Genetik mühendisliği virüslerden koyunlara kadar her organizmaya uygulanabilir. Örneğin, besin değeri daha yüksek veya herbisit (zararlı bitkileri öldüren kimyasallar) zararlarını tolere edebilen bitkiler üretmek için genetik mühendisliğinden yararlanılabilir.

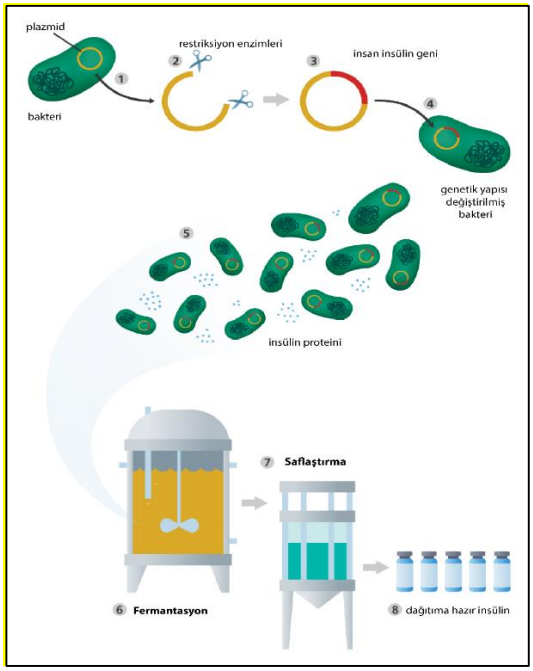
Genetik mühendisliği nasıl çalışır?

Genetik mühendisliği sürecini açıklamaya yardımcı olması için, kanımızdaki şeker düzeylerini düzenlemeye yardım eden bir protein olarak insülin örneğini ele aldık. İnsülin normalde pankreasta üretilir, ancak tip 1 diyabet hastalarında insülin üretimiyle ilgili bir sorun vardır. Bu nedenle, diyabet hastaları kan şekeri düzeylerini kontrol

etmek için dışarıdan insülin almak zorundadırlar. E.coli gibi bakterilerden ve mayalardan bizimkine çok benzer bir insülin türü üretmek için genetik mühendisliğinden yararlanılmıştır. Bu genetiği değiştirilmiş insülin (Humulin) 1982 yılında insanlarda kullanım için onay almıştır.

Genetik mühendisliği süreci

1. *Plazmid adı verilen küçük bir dairesel DNA parçası bakteri veya maya hücresinden çıkartılır.*
2. *Ardından "moleküler makas" olarak bilinen restriksiyon enzimleri ile dairesel plazmid kesilerek küçük bir kesit çıkarılır.*
3. *İnsan insülin geni plazmiddeki boşluğa eklenir. Bu plazmid artık genetik olarak değiştirilmiştir.*
4. *Genetiği değiştirilmiş plazmid yeni bir bakteri veya maya hücresine aktarılır.*
5. *Daha sonra bu hücre hızlı bir şekilde bölünür ve insülin üretmeye başlar.*
6. *Büyük miktarlarda hücre üretmek için, genetiği değiştirilmiş bakteriler veya mayalar ihtiyaç duydukları tüm besin maddelerini içeren büyük fermantasyon kaplarında çoğaltılır. Bölünen hücrelerin sayısı arttıkça üretilen insülin miktarı da artar.*
7. *Fermantasyon tamamlandığında karışım süzülerek insülin serbest bırakılır.*
8. *Daha sonra insülin saflaştırılır ve diyabet hastalarına dağıtılmak üzere şişeler ve insülin kalemleri halinde ambalajlanır.*



Şekil 4. 12 Bakterilerde insülin üretmek için genetik modifikasyon tekniğinin nasıl kullanıldığını gösteren çizim.

Genetik mühendisliği başka hangi amaçlar için kullanılır?

İlk genetiği değiştirilmiş organizma 1973 yılında meydana getirilen bir bakteri olmuştur. 1974 yılında aynı teknikler farelere uygulanmıştır. 1994 yılında genetiği değiştirilmiş ilk gıdalar kullanıma sunulmuştur. Genetik mühendisliğinin bilimsel araştırma, ziraat ve teknolojiyi de içeren çok sayıda yararlı uygulama alanı vardır. Bitkilerde patates, domates ve pirinç gibi mahsullerin dirençliliğini, besin değerini ve gelişme hızını artırmak için genetik mühendisliği uygulanmıştır. Hayvanlarda ise kistik fibrözü tedavi etmek için kullanılabilen bir terapötik proteini sütlerinde üreten koyunları veya bilim insanlarının Alzheimer gibi hastalıklar hakkında daha fazla bilgi edinmesini sağlamak amacıyla karanlıkta parlayan solucanları geliştirmek için kullanılmıştır.

Alzheimer hastalığı ve solucan

C. elegans türündeki yuvarlak/ipliksi solucan (nematod) tüm sinir sisteminde yalnızca 300 hücreye sahiptir ve bu da onu Alzheimer hastalığının incelenmesinde çok basit bir model haline getirir. Ayrıca, solucanın neredeyse şeffaf olması nedeniyle sinir hücreleri yeşil floresan protein (GFP) ile etiketlendiğinde çeşitli yapıların ve

proteinlerin konumunu ve aktivitesini mikroskop altında izlemek mümkündür. C. elegans türünün genetik materyali, araştırmacıların incelemek istediği belirli proteinlerin solucan tarafından üretilmesini sağlayacak şekilde genetik olarak kolaylıkla değiştirilebilir. İnsanlarda APP geni, Alzheimer hastalarının karakteristik özelliği olan amiloid plakları ile ilişkili bir proteini kodlar. Bu yüzden araştırmacılar, Alzheimer hastalığını incelemek amacıyla solucanın sinir hücrelerinin genetik yapısını değiştirerek APP geni taşımasını sağlamış ve böylece Alzheimer genini hücreye aktarmıştır. Solucanda üretilen APP proteinini yeşil floresan protein ile etiketleyerek solucan yaşlandıkça APP ile temas kuran tüm hücrelerin öldüğünü görmek mümkün olmuştur. Böylece araştırmacılar Alzheimer hastalığının solucandaki ilerleyişini izleyebilmiş ve elde ettikleri bulguları kullanarak Alzheimer hastası insanlarda APP'nin rolünü anlamaya çalışmışlardır.

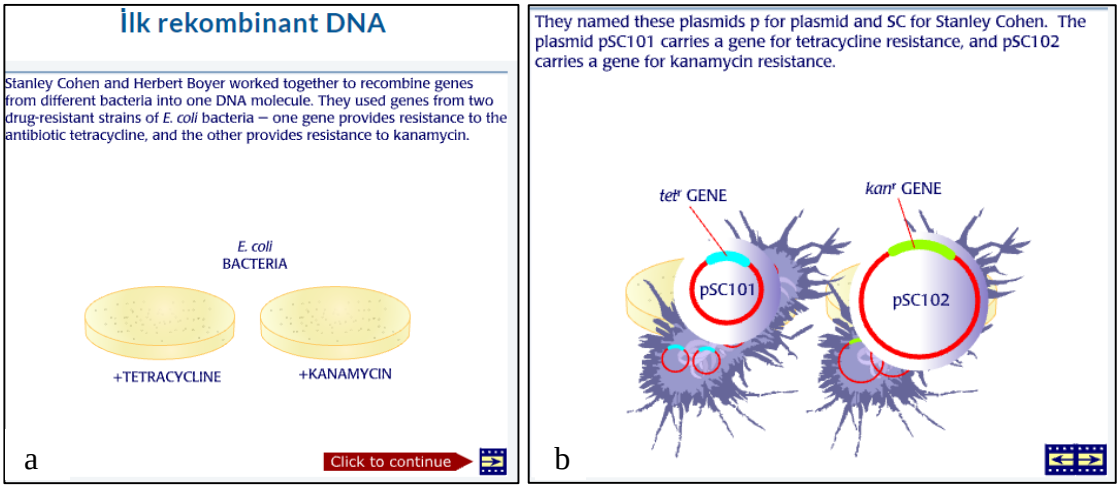
Yukarıda anlatıldığı üzere rekombinant DNA teknolojisi genetik mühendisliği uygulamalarında çeşitli alanlarda kullanılmıştır.

Sitenin gen mühendisliğine ilişkin diğer içerikleri aşağıda sıralanmıştır;

8. https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e/items/lx-pb:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e:lx_image:005e44bd?source=%2Flibrary%2Fclusters%2Flx-cluster%3Aabe-turkce Bu adreste bakteri hücresinde insan insülin geninin üretim aşamaları sırasıyla resim üzerinde açıklamalarıyla gösterilmiştir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
9. https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:f977ac41-0207-4c17-8c92-6bee02ff1c5c?source=/library/clusters/lx-cluster:abe-turkce Bu adreste alt başlıklar altında plazmitleri tanıtan metin ve video, restriksiyon enzimlerini anlatan metin-video, interaktif ve soru seti bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.
10. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:432dbced:lx_simulation:1 Bu adreste rekombinant DNA elde edilmesiyle ilgili sanal laboratuvar olanağı sağlamaktadır. Ancak seviye olarak lisans ve lisansüstü düzeye daha uygun olacaktır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 30 puan almıştır.

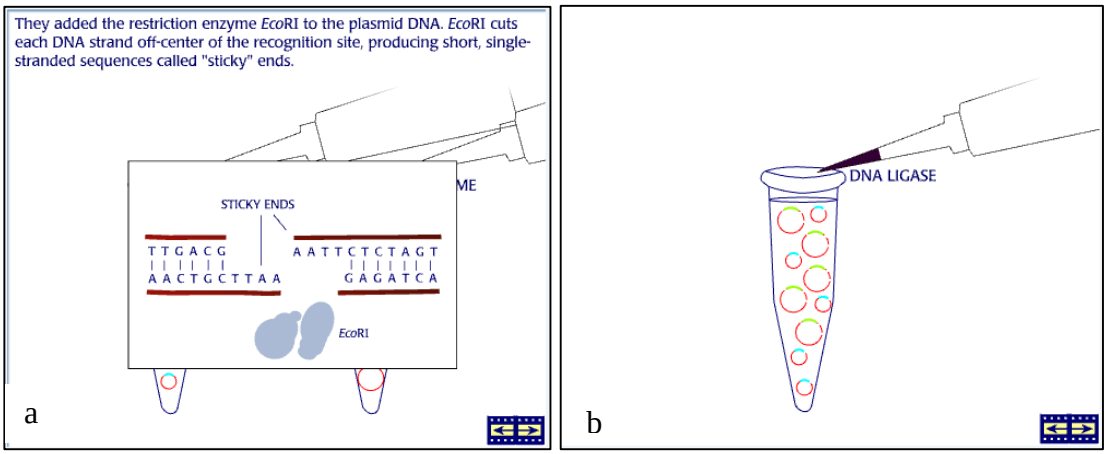
11. https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e/items/lx-pb:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e:lx_assignment:f333b75c?source=%2Flibrary%2Fclusters%2Flx-cluster%3Aabe-turkce _Bu adres diyabet tedavisinde gen klonlama yönteminin kullanılması ile ilgili değerlendirme soruları içerir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 36 puan almıştır.

Bunlara ek olarak öğrencinin rekombinant DNA elde edilmesi sürecini video üzerinden öğrenmesine olanak sağlayacağı öngörülerek ve değerlendirme ölçütlerinden en yüksek puanı aldığı için https://dnalc.cshl.edu/view/15915-The-first-recombinant-DNA.html sitesi seçilmiştir. Bu site, rekombinant DNA elde edilmesi sürecini animasyon eşliğinde her basamakta anlaşılır, kısa ve net metin açıklamasıyla birlikte vermesi ve süreci adım adım ilerleterek öğrencinin dikkatini çekecek biçimde sunmaktadır. **Başlat** butonu ile animasyon başlatılır (Şekil 4.13a). Ardından rekombinant DNA oluşturmada kullanılacak plazmitlerle ilgili bilgi verilir (Şekil 4.13b).



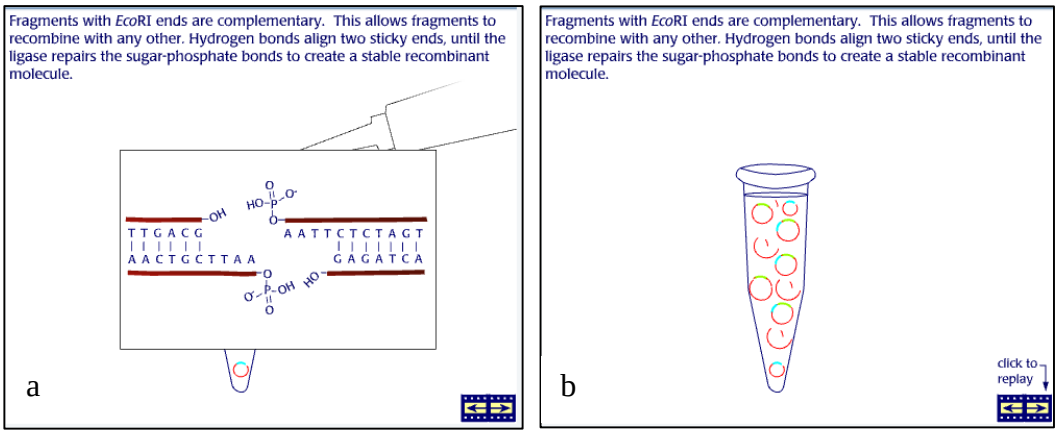
Şekil 4. 13 Rekombinant DNA **a.** Animasyon başlatılır. **b.** Plazmitler tanıtılır.

Sonraki adımda uygun restriksiyon enzimi ile plazmitler kesilir (Şekil 4.14 a). DNA ligaz ile kesilmiş plazmitler tüp içinde karıştırılarak bir araya getirilir (Şekil 4.14b).



Şekil 4. 14 **a.** Plazmitler restriksiyon enzimleri ile kesilir, **b.** Kesilmiş farklı plazmit DNA'lar birleştirilmek üzere ligaz enzimi ile karıştırılır.

Kesilen farklı plazmit DNA'ları yapışkan uçlarıyla birbirinin tamamlayıcısıdır (Şekil 4.15 a). DNA ligaz bu uçları moleküler bağlar ile yapıştırır. Böylece farklı bir DNA parçası herhangi bir diğeriyle yeni kombinasyonda bir araya gelir, yani rekombinant DNA'yı oluşturur (Şekil 4.15 b).



Şekil 4. 15 Rekombinant DNA oluşumu. **a.** Yapışkan uçlu iki farklı DNA'nın uçlarında yer alan molekül grupları **b.** Ligaz enziminin bu uçları birleştirerek rekombinant DNA oluşturması

4.3. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Lise düzeyinde 12. Sınıf seviyesinde olan genetiği değiştirilmiş organizmalar konusu MEB kitabında modern biyoteknoloji çalışmaları altında ilk konu olarak anlatılmıştır.

Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) doğada kendiliğinden oluşması mümkün olmayan, genellikle farklı bir canlıdan gen aktarımıyla ilgili organizmanın genetiğinin değiştirilmesi sonucu elde edilmiş canlılardır. Bu canlılara transgenik organizma da denir. GDO denilince ilk akla gelen tarımsal ürünler olmasına karşın günümüzde özellikle tıpta ilaç üretiminde, çeşitli endüstriyel ürünlerin üretilmesinde, çevre korunmasında, tarımsal ve hayvansal ürünlerin üretilmesinde birçok GDO kullanılmaktadır.

Günümüzde hala özellikle tarımsal alanda üretilen GDO'nun yararlı veya zararlı olduğu konusu tartışmalıdır. Bu yüzden GDO doğru anlaşılmalı ve öğrencilere anlatılmalıdır.

Bu nedenle genetiği değiştirilmiş organizmalar konusunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla

- Öncelikle konuyu açıklayan metinleri içeren web siteleri araştırıldı.
- İkinci olarak konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla GDO uygulamalarının nasıl yapıldığını gösteren videoların ve animasyonların olduğu web siteleri araştırıldı.
- Üçüncü olarak öğrenmeyi pekiştirmek amacıyla sanal laboratuvar uygulamalarının olduğu web siteleri araştırıldı.
- Son olarak konunun ne derece anlaşıldığının belirlenmesi açısından öğrencinin konuyla ilgili değerlendirme yapabileceği, konuyla ilgili çeşitli değerlendirme sorularını içeren web siteleri araştırıldı.

Bunun sonuncunda konunun anlaşılabilirliğine katkıda bulunacağı gözlenen web siteleri bulunmuştur. Bu amaca uygun olduğu düşünülerek seçilen web sitelerinden biri; https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:ca916ca2:html:1'dir. sitesidir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 48 puan almıştır. Bu adreste genetiği

değiştirilmiş organizmaların tanımı, üretim aşamaları, genetiği değiştirilmiş organizmaların kullanıldığı alanlar gibi soruların cevabını içeren metin açıklaması bulunmaktadır. Bu açıklama aşağıda sunulmuştur;

GDO nedir?

GDO'lar, genom (DNA)' larının modifikasyonu yoluyla özellikleri değiştirilmiş organizmalardır. GDO, genetiği değiştirilmiş organizma anlamına gelir. Genetiği değiştirilmiş organizmalar, genomları doğal olmayan bir şekilde değiştirilmiş organizmalardır. Bir organizmanın genomunu değiştirerek organizmanın sahip olduğu özelliklerini değiştirebiliriz. Herhangi bir organizmanın genetiği değiştirilebilir, ancak yasalar genetiği değiştirilmiş insanların yaratılmasını kısıtlar ve diğer GDO'ların üretimi ve dağıtımını da sıkı bir şekilde düzenler. GDO'ların yaygın örnekleri, tarımda kullanılan genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanlar ile tıbbi araştırmalarda kullanılan genetiği değiştirilmiş model organizmalardır.

GDO'ları nasıl elde ederiz?

Web sitesindeki bu başlık altındaki kısım lise düzeyinin aşmaktadır. Bu sebeple GDO'ların elde edilmesiyle ilgili lise düzeyindeki ek bilgi aşağıdaki siteden eklenmiştir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.

https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/how-to-make-a-gmo/

Genetik mühendisliğinin ürünleri aynı temel adımlar kullanılarak yaratıldı: ilgilenilen bir özelliğin tanımlanması, bu genetik özelliğin izole edilmesi, bu özelliğin istenen bir organizmanın genomuna eklenmesi ve ardından tasarlanan organizmanın büyütülmesi.

Neden GDO yapıyoruz?

GDO'lar genellikle tıbbi, çevresel veya ticari sebeplerle yapılır.
Beyaz mantarların normalde kahverengileşmelerine neden olan bir geni vardır, genetiği değiştirilmiş mantarlarda bu gen artık işlev görmez. Bu sayede mantarların kahverengileşmesi daha uzun sürer ve raf ömürleri uzar.

Genomlarına insülin için bir gen eklenmiş olan GD bakteriler geliştirilmiştir. Bu bakteriler geliştikçe büyük miktarlarda insülin üretirler ve bu insülin daha sonra

diyabetli kişiler tarafından kan şekeri seviyelerini kontrol etmek amacıyla izole edilerek kullanılır.

Acer1 geninin sedef hastalığı gibi cilt hastalıklarında yer aldığı düşünülmektedir. Acer1 geninin normalde ne yaptığını incelemek için artık genin işlev görmediği GD fareler yapılmıştır. Bu farelerin saç dökülmesi vardır ve derilerinden ısı ve su kaybını daha az kontrol edebilirler.

GDO ne değildir?

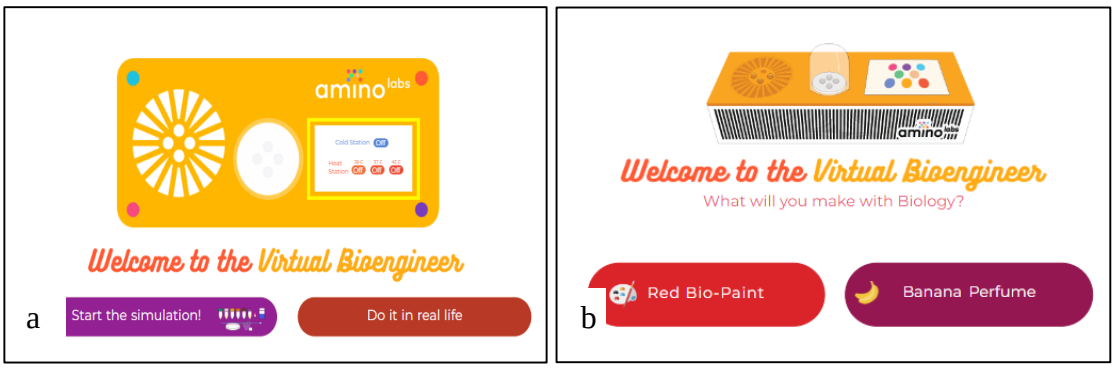
Organizmaların genomları zamanla doğal olarak değişir, örneğin: Organizmalar çiftleştiğinde, yavrular her iki ebeveynden de DNA parçaları alır. Mutasyonlar, DNA kopyalanırken yapılan hatalar sonucunda ortaya çıkar. UV radyasyonu gibi çevresel faktörler DNA'da değişiklikler yaratabilir. DNA'daki bu değişiklikler, doğal olarak meydana geldikleri için GDO olarak kabul edilmezler.

Yukarıda anlatıldığı üzere ilgili web adresinde GDO tanımı yapılarak, GDO'ların nasıl ve neden üretildiği, GDO'ların kullanım alanlarıyla ilgili gerekli açıklamalar yapılmıştır. Buna ek olarak animasyon veya sanal laboratuvar uygulamaları ile konunun daha iyi öğretilmesine katkı sağlayacak web araçları ise şunlardır;

1. https://www.youtube.com/watch?v=vribRyVQ6G8 Bu adresteki dört buçuk dakikalık videoda GDO'lar ve yöntemlerden bahsedilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
2. https://www.youtube.com/watch?v=y4AMgE6B5jI Bu adreste bakteri kullanılarak insan insülinin üretimi video şeklinde gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.
3. https://agclassroom.org/matrix/lesson/598/ Bu adreste örnek bir ders esnasında hazır kit kullanarak GDO içeren ve içermeyen soya fasulyesi örneklerinin belirlenmesi video olarak gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 48 puan almıştır.
4. https://www.britannica.com/science/genetic-engineering/images-videos#Videos Bu adresteki üç buçuk dakikalık videoda organizmaların ilaç, yiyecek ve yakıt elde etmek için genetik mühendisliği yöntemleri kullanılarak genetiğinin değiştirilmesi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.

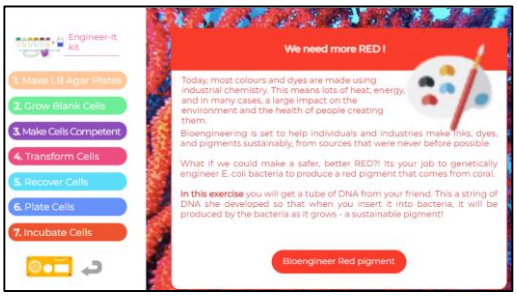
5. https://agclassroom.org/matrix/lesson/86/ Bu adresteki beş dakikalık videoda GDO'ların üretim süreci anlatılarak altın pirinç gibi çeşitli örneklerden bahsedilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 38 puan almıştır.
6. https://www.youtube.com/watch?v=yKwEbvrFwAY Bu adreste ki bir buçuk dakikalık animasyon videosunda transgenik bitki elde etmek için kullanılan yöntemler gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 34 puan almıştır.
7. https://www.youtube.com/watch?v=N-H9hHCe9-M bu adresteki bir dakikalık videoda transgenik hayvan elde etmenin yöntemleri gösterilmektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 36 puan almıştır.
8. https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:48de007d:html:1 Bu adresteki metinde tarım için çiftlik hayvanlarının genetiğinin değiştirilmesi etik mi sorusuna evet ve hayır cevabı açısından bir bakış sunuluyor. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 34 puan almıştır.
9. https://amino.bio/pages/launchedvbio Bu adreste *E. coli* kullanılarak sentetik olarak muz kokusu üretmeye olanak sağlayan veya yine *E. coli* kullanarak mercanlardan gelen kırmızı renkli pigment üretebileceğimiz sanal laboratuvar uygulamaları bulunmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 50 puan almıştır.

Bunlar arsında https://amino.bio/pages/launchedvbio sitesi sanal laboratuvar aracılığıyla öğrencinin genetik mühendisliği uygulaması yapmasına olanak sağladığı ve değerlendirme ölçütlerinden en yüksek puanı aldığı için öne çıkmıştır. "**Start the simulation**" seçeneği ile simülasyon başlatılır (Şekil 4.16 a). Sitede uygulama için 2 seçenek sunulmaktadır. İstenilen konu seçilir (Şekil 4.16 b).



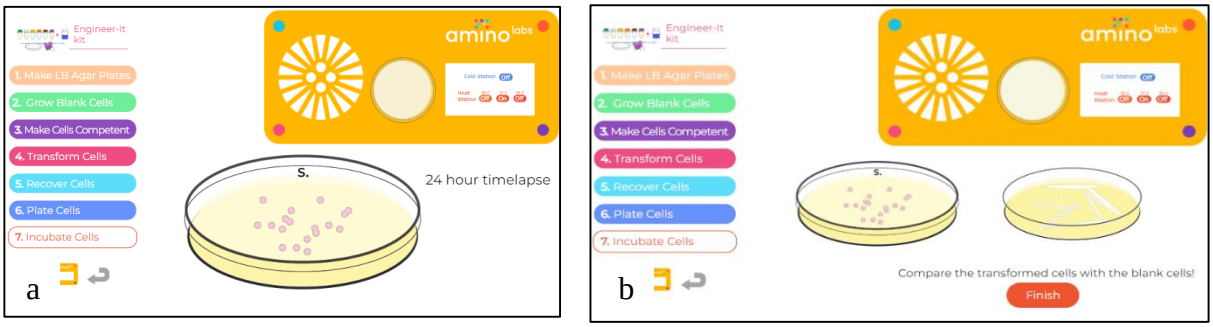
Şekil 4. 16 GDO sanal laboratuvar uygulaması a. Simülasyon başlatılır. b. İstenilen konu seçilir.

İlgili konu seçildikten sonra simülasyon adımları sırasıyla uygulanır (Şekil 4.17). Her uygulama için açılan pençenin solunda hangi aşamada olunduğu gösterilirken sağ üstte ise yönerge yer almaktadır.



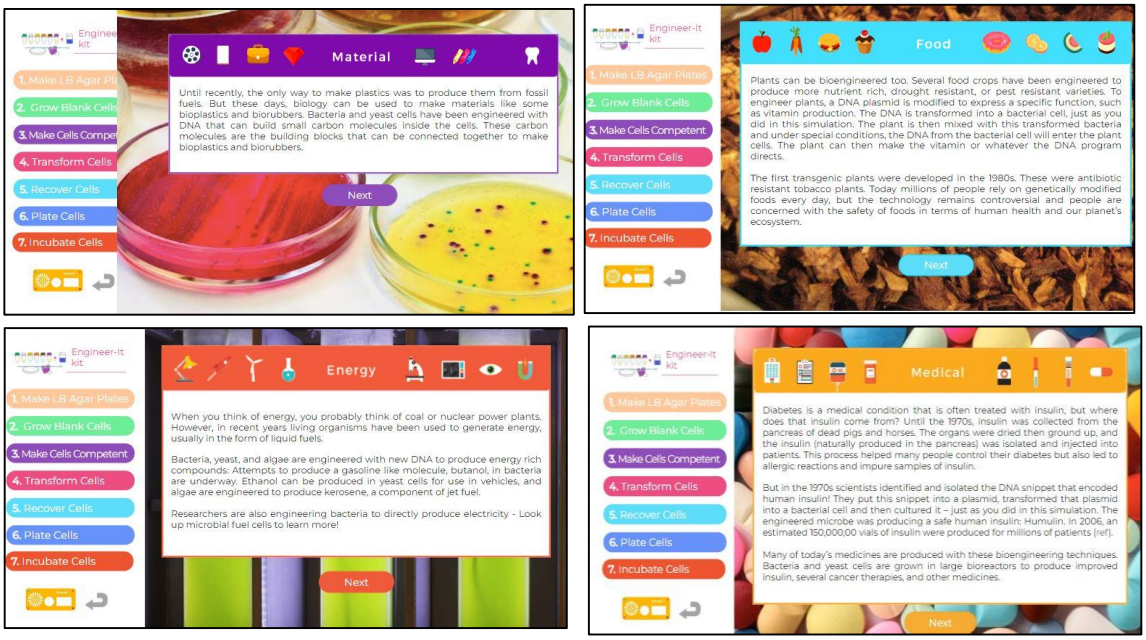
Şekil 4. 17 Simülasyon adımları

Burada kırmızı renkli pigment üretimi seçilmiştir. Simülasyon aşamaları sırasıyla gerçekleştirilerek kırmızı renkli pigment üreten transgenik bakteriler elde edilir (Şekil 4.18a). Elde edilen transgenik bakteriler çoğaltıldıktan sonra normal bakteriler ile karşılaştırılarak simülasyon sonlandırılır (Şekil 4.18 b).



Şekil 4. 18 Simülasyon tamamlanır. **a.** Transgenik bakteriler çoğaltılır. **b.** Transgenik bakteriler normal bakterilerle karşılaştırılır.

Simülasyonun sonunda GDO'nun diğer kullanım alanları ile ilgili dört ana başlık altında kısa bir özet sunulmaktadır (Şekil 4.19).



Şekil 4. 19 GDO kullanım alanları

4.4. Gen Terapisi Eğitimi İçin Web Destekli Öğretim Araçlarının Araştırılması

Lise düzeyinde 12. Sınıf konusu olan gen terapisi konusu MEB kitabında biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisi başlığı altında iki paragraf ile anlatılmıştır.

Genetik mühendisliği uygulamalarına her geçen gün yeni çalışmalar eklenirken gen terapisi uygulamaları son yıllarda önemli sıçramalar gerçekleştirmiştir. Çok yakın gelecekte tedavisi olmayan hastalıkların kişiye özel tedavilerle tedavi edileceği, hatta hastalıkların daha ortaya çıkmadan ortadan kaldırılacağı, insan ömrünün uzayacağı düşünülmektedir. Bu düşünceler hayal değil yakın gelecekte hepimizin şahit olacağı gelişmeler olacağı öngörülmektedir. Geleceğin tedavi yöntemi olarak yaygınlaşması beklenen gen terapisi uygulamalarının öğrencilerde merak uyandırarak onlara aktarılması son derece önemlidir, bu amaçla konu tez kapsamına alınmıştır.

Bu nedenle gen terapisi konusunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla

- Öncelikle konuyu açıklayan metinleri içeren web siteleri araştırıldı.
- İkinci olarak konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak amacıyla gen terapisi uygulamalarının nasıl yapıldığını gösteren videoların ve animasyonların olduğu web siteleri araştırıldı.
- Üçüncü olarak konunun ne derece anlaşıldığının belirlenmesi açısından öğrencinin konuyla ilgili değerlendirme yapabileceği, konuyla ilgili çeşitli değerlendirme sorularını içeren web siteleri araştırıldı.

Bunun sonuncunda konunun anlaşılabilirliğine katkıda bulunacağı gözlenen web siteleri bulunmuştur. Bu amaca uygun olduğu düşünülerek seçilen web araçları aşağıda sıralanmıştır.

1. https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/how-gene-therapy-can-cure-or-treat-diseases gen terapisinin hastalıkları tedavide nasıl kullanıldığı metin şeklinde anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 46 puan almıştır.
2. https://www.nhlbi.nih.gov/health/genetic-therapies gen terapisi metin açıklaması ve ayrıca video ile anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.

3. https://www.youtube.com/watch?v=GbJasFgJkLg bir buçuk dakikalık videoda gen terapisi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 42 puan almıştır.
4. https://patienteducation.asgct.org/gene-therapy-101/vectors-101 bu adresteki dört buçuk dakikalık videoda gen terapisinde kullanılan vektörler anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 44 puan almıştır.
5. https://patienteducation.asgct.org/disease-treatments/hemophilia bu adresteki videoda hemofili hastalığının gen terapisi ile tedavisi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 45 puan almıştır.
6. https://www.youtube.com/watch?v=acl7ezElKI0 bu adresteki videoda hemofili hastalığının gen terapisi ile tedavisi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 41 puan almıştır.
7. https://www.youtube.com/watch?v=iBmyXr_o1hU bu adresteki videoda SMA Tip I hastalığının gen terapisi ile tedavisi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır.
8. https://www.cff.org/research-clinical-trials/gene-therapy-cystic-fibrosis bu adresteki videoda kistik fibrozis (CF) hastalığının gen terapisi ile tedavisi anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 44 puan almıştır.
9. https://www.sumanasinc.com/scienceinfocus/sif_genetherapy.html SCID (ağır kombine immün yetmezliği sendromu) tedavisinde gen terapisi kullanımı video ile anlatılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 47 puan almıştır.
10. https://www.khanacademy.org/science/in-in-class-12-biology-india/xc09ed98f7a9e671b:biotechnology-and-its-applications/xc09ed98f7a9e671b:transgenics/e/gene-therapy gen tedavisi ile ilgili sorular içermektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 43 puan almıştır.
11. http://www.bch.cuhk.edu.hk/vlab/hd/quiz_anime2.html gen tedavisi ile ilgili sorular içermektedir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 41 puan almıştır.
12. https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:32d6db6f-45d2-4640-aa98-91f5fcfa719c/items/lx-pb:32d6db6f-45d2-4640-aa98-91f5fcfa719c:html:3fb510ad Bu adreste eşey ana hücrelerinde gen

terapisinin etik olarak uygun olup olmadığı tartışılmaktadır. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 40 puan almıştır.

Gen terapisi ile ilgili açıklayıcı metin açısında Türkçe dil seçeneği olması ve metin içeriğinin kapsamı ve anlaşılabilirliği açısından https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:a9dc2dad:html:1 sitesi en başarılı olarak seçilmiştir. İlgili site değerlendirme ölçütlerinden 48 puan almıştır. Site de gen terapisinin tanımı, teknikleri, zorlukları ve maliyeti bir bütün halinde açıklanmaktadır. İlgili metnin içeriği şöyledir;

Gen terapisi nedir?

Gen tedavisi, genetik bir hastalığı tedavi etmek için bir hastaya DNA verildiği zamandır. Yeni DNA genellikle hastalığa neden olan bir mutasyonun etkilerini düzeltmek için çalışan bir gen içerir.

Gen terapisi, hastalığı tedavi etmek veya önlemek için DNA bölümlerini (genellikle genler) kullanır. DNA, hastalığa neden olan mutasyona uğramış bir genin etkisini düzeltmek için dikkatlice seçilir. Teknik ilk olarak 1972'de geliştirildi, ancak şimdiye kadar insan hastalıklarını tedavi etmede sınırlı bir başarı elde etti.

Gen tedavisi, muskuler distrofi ve kistik fibröz dahil olmak üzere bazı genetik hastalıklar için umut verici bir tedavi seçeneği olabilir.

Hangi hücre tiplerinin tedavi edildiğine bağlı olarak iki farklı gen terapisi türü vardır:

Somatik gen terapisi: DNA'nın bir bölümünün vücudun eşey hücreleri dışında kalan somatik hücrelerine aktarılması. Gen tedavisinin etkileri hastanın bir sonraki nesle geçmeyecektir.

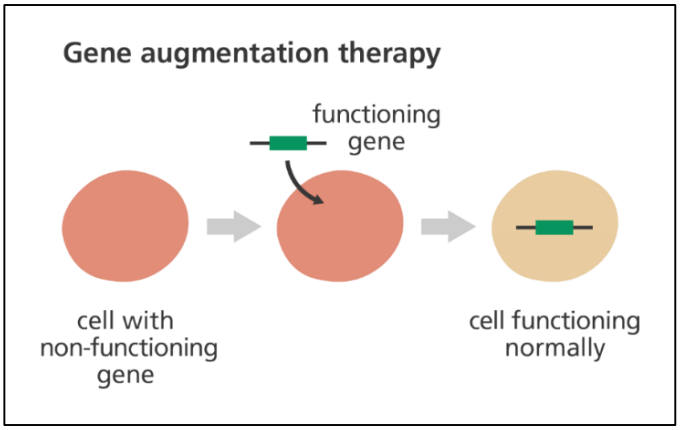
Germline gen tedavisi: DNA'nın bir bölümünün eşey ana hücrelere aktarılması. Gen terapisinin etkileri hastanın çocuklarına ve sonraki nesillere aktarılacaktır.

Gen terapisi teknikleri

Gen terapisini gerçekleştirmek için çeşitli teknikler vardır. Bunlar şunları içerir:

Gen ekleme tedavisi

Bu, bir genin protein gibi işlevsel bir ürün üretmesini engelleyen bir mutasyonun neden olduğu hastalıkları tedavi etmek için kullanılır. Bu terapi, çalışmayan genin işlevsel bir versiyonunu içeren DNA'yı hücreye geri ekler. Yeni gen, başlangıçta eksik olan proteinin yerine geçebilecek seviyede işleyen bir ürün üretir. Bu yöntem, yalnızca hastalığın etkileri geri döndürülebilirse veya vücutta kalıcı hasara yol açmadıysa başarılı olur. Örneğin, bu, hastalığı düzeltmek için genin işlevsel bir kopyasının eklenmesiyle kistik fibröz gibi işlev kaybı bozukluklarını tedavi etmek için kullanılabilir (Şekil 4.20).



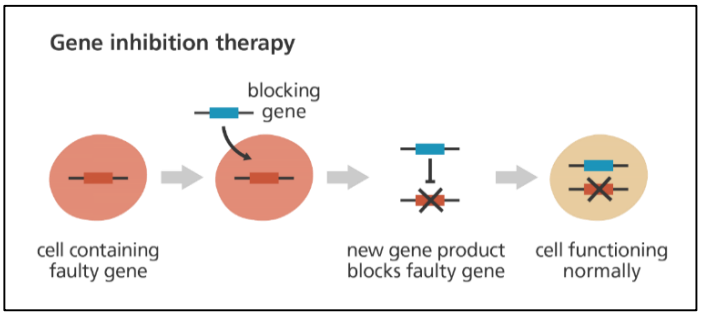
Şekil 4. 20 Gen ekleme tedavisini gösteren resim (metnin sunulduğu siteden alıntı).

Gen inhibisyon tedavisi

Uygun olmayan gen aktivitesinden kaynaklanan bulaşıcı hastalıkların, kanserin ve kalıtsal hastalıkların tedavisi için uygundur. Amaç, ürünü aşağıdakilerden biri olan bir genin çalışmasını engellemektir:

a. *Başka bir genin ifadesini inhibe eden*
b. *Başka bir genin ürününün aktivitesine müdahale eden.*
c. *Hastalıkla ilgili hücrelerin büyümesini uyaran bir gen*

Örneğin, kanser bazen bir onkogenin (hücre büyümesini uyaran gen) aşırı aktivasyonunun sonucudur. Bu nedenle, gen inhibisyon tedavisi yoluyla bu onkogenin aktivitesini ortadan kaldırarak, daha fazla hücre bölünmesini önlemek ve kanseri kendi yollarında durdurmak mümkündür (Şekil 4.21).



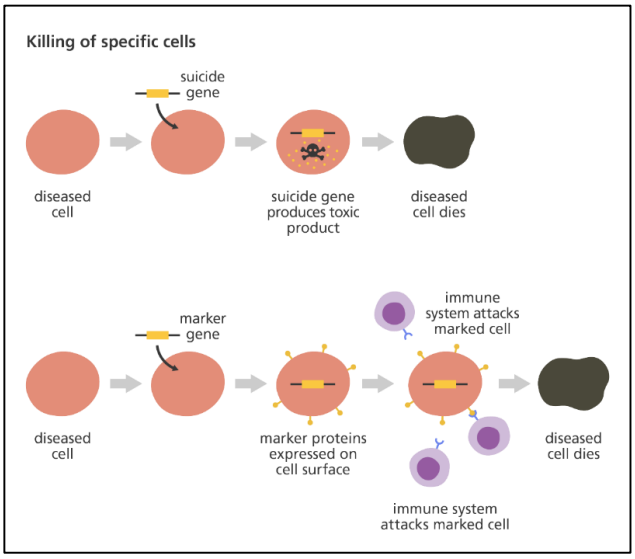
Şekil 4. 21 Gen inhibisyon tedavisini gösteren resim (metnin sunulduğu siteden alıntı).

Hedef hücrelerin öldürülmesi

Belirli hücre gruplarını yok ederek tedavi edilebilen kanser gibi hastalıklar için uygundur. Amaç, hastalıklı bir hücreye o hücrenin ölmesine neden olan DNA'yı yerleştirmektir. Bu yerleştirme aşağıda sunulan iki yoldan biriyle elde edilebilir:

a. *Eklenen DNA, hastalıklı hücreyi öldüren oldukça toksik bir ürün üreten bir "intihar" geni eklemek.*
b. *Eklenen DNA, hedef hücreleri bağışıklık sistemine tanıtan bir işaret proteinin ifadesine neden olur. Böylece hastalıklı hücreler vücudun doğal bağışıklık sistemi tarafından tanınarak saldırıya uğrar.*

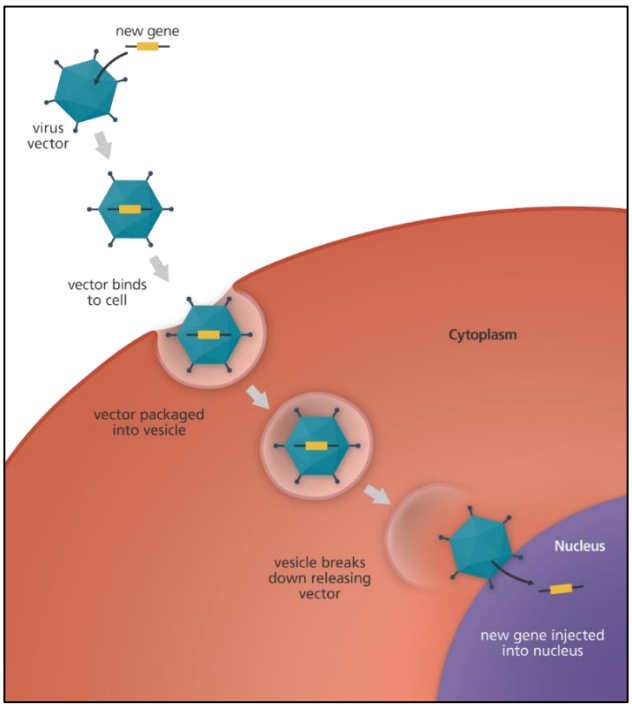
Bu yöntemle, normal işlev gören hücrelerin hedef hücrelerden ayrılması için eklenen DNA'nın uygun şekilde hedeflenmesi önemlidir (Şekil 4.22).



Şekil 4. 22 Hedef hücrelerin öldürülmesini gösteren resim. (Metnin sunulduğu siteden alıntı)

DNA transferi nasıl yapılır?

Yararlı bir protein yapmak için talimatlar içeren bir DNA/gen bölümü, genellikle bir virüs, bakteri veya plazmit olmak üzere bir vektör içinde paketlenir. Vektör, yeni DNA'yı genetik hastalığı olan bir hastanın hücrelerine taşımak için bir araç görevi görür. Hastanın hücrelerinin içine girdikten sonra, DNA/gen, hücrenin normal mekanizması tarafından ifade edilerek terapötik proteinin üretilmesine ve hastanın hastalığının tedavisine yol açar. (Şekil 4.23)



Şekil 4. 23 Viral bir vektör yoluyla yeni bir genin hücre çekirdeğine transferini gösteren bir çizim. (Metnin sunulduğu siteden alıntı)

Gen terapisinin zorlukları

Geni doğru yere ulaştırmak ve etkinleştirmek: Yeni genin doğru hücreye ulaşması çok önemlidir. Bir genin yanlış hücreye aktarılması etkisiz olacağı gibi hasta için sağlık sorunlarına da yol açabilir. Doğru hücre hedef alındıktan sonra bile genin etkinleştirilmesi gerekir. Hücreler bazen olağandışı aktivite gösteren genleri kapatarak bu süreci engeller.

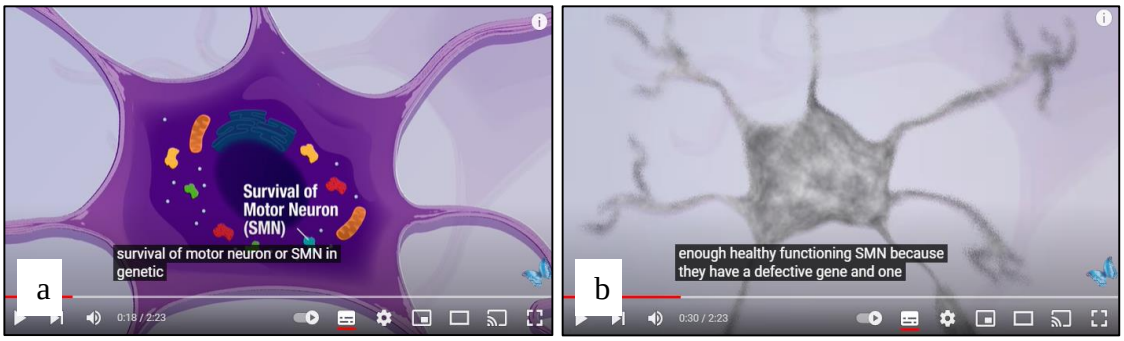
Bağışıklık tepkisinden kaçınmak: Bağışıklık sisteminin rolü, davetsiz misafirlerle savaşmaktır. Bazen gen terapisi tarafından tanıtılan yeni genler, potansiyel olarak zararlı davetsiz misafirler olarak kabul edilir. Bu, hastada kendilerine zararlı olabilecek bir bağışıklık tepkisine yol açabilir. Bu nedenle bilim adamları, bağışıklık

sistemi 'fark etmeden' genleri aktarmanın bir yolunu bulma zorluğuyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu genellikle bağışıklık tepkisini tetikleme olasılığı daha düşük olan vektörler kullanılarak yapılır.

Yeni genin diğer genlerin işlevini bozmamasını sağlamak: İdeal olarak, gen terapisi tarafından tanıtılan yeni bir gen, kendisini hastanın genomuna entegre edecek ve hayatlarının geri kalanında çalışmaya devam edecektir. Yeni genin kendisini başka bir genin yoluna sokarak onun aktivitesini bozma riski vardır. Bunun zararlı etkileri olabilir, örneğin hücre bölünmesini düzenleyen önemli bir gene müdahale ederse kansere neden olabilir.

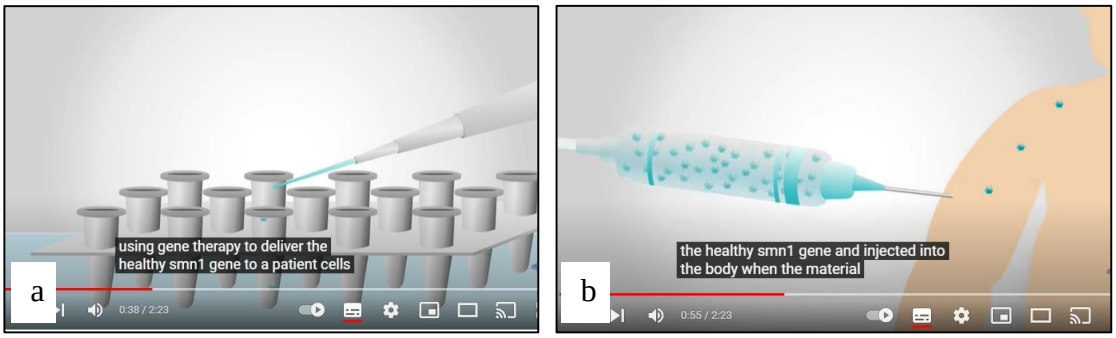
Gen tedavisinin maliyeti: Gen terapisi ile hedeflenebilen birçok genetik bozukluk son derece nadirdir. Bu nedenle gen tedavisi genellikle bireysel, vaka bazında bir yaklaşım gerektirir. Bu etkili olabilir, ancak aynı zamanda çok pahalı olabilir.

Konuyla ilgili görsel içeren web araçları arasından https://www.youtube.com/watch?v=iBmyXr_o1hU sitesi daha başarılı bulunmuş, ilgili site değerlendirme ölçütlerinden 49 puan almıştır. Bu web sitesi günümüzde oldukça güncel olan, çeşitli platformlarda sürekli karşımıza çıkan SMA tip 1 hastalığının gen tedavisi ile nasıl tedavi edildiğini video şeklinde oldukça anlaşılır bir biçimde açıkladığı için öne çıkmıştı. Bu iki buçuk dakikalık videoda öncelikle hastalığın tanımı yapılmakta ve ilgili gendeki sorun gösterilmektedir (Şekil 4.24).



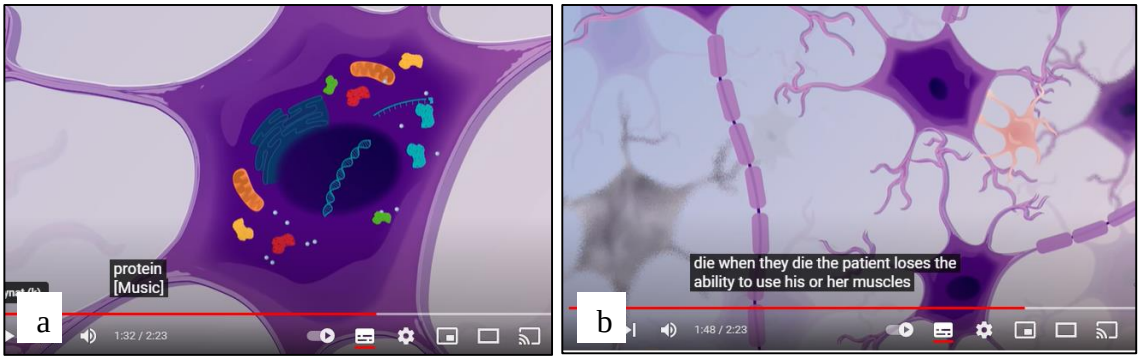
Şekil 4. 24 **a.** SMA (SMN) tanıtımı **b.** Sorunlu geni taşıyan SMN

Ardından gen terapisi ile hastaya virüs aracılığıyla sağlıklı genin aktarılması anlatılır (Şekil 4.25).



Şekil 4. 25 Sağlıklı genin hücreye aktarılması **a.** Virüs aracılığıyla Sağlıklı genin taşınması **b.** Sağlıklı geni taşıyan virüslerin hastaya enjekte edilmesi

Daha sonra sağlam genin hücreye girmesiyle istenen proteinin üretilmesi gösterilmektedir. Ancak sinir hücresinin ölmesiyle hasta istenen proteinleri üretme yeteneğini de kaybetmektedir. Bu nedenle teşhis ve tedavinin mümkün olduğunca erken yapılması gerektiği de gösterilmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4. 26 Hasta sağlam geni almamıştır. a. Sağlam gen istenen proteini üretmeye başlar. b. Sinir hücresinin ölmesiyle istenen proteinin üretilmesi durur.

BÖLÜM 5

SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Biyoteknoloji eğitiminde görsel, işitsel ve uygulamalı eğitimin bir arada olduğu öğretimin önemi ortaya kondu. Görsel araçların ve sanal laboratuvar uygulamalarının biyoteknoloji öğretiminin daha sağlıklı ve etkin olması açısından yararlı olabileceği ortaya kondu.

Özellikle sanal laboratuvar uygulamalarıyla ve web temelli öğretim araçlarıyla, öğrencinin aktif olarak öğrenme etkinliklerine katılmaya teşvik edileceği düşünülmektedir.

Tez kapsamında araştırılan DNA parmak izi konusuyla ilgili 3 metin açıklaması içeren, 9 video içeren, 4 etkileşimli animasyon içeren, 5 sanal laboratuvar uygulaması içeren, 3 değerlendirme soruları içeren web destekli ders materyaline ulaşılmıştır. Bunlardan en başarılı olarak https://www.labxchange.org/ sitesi seçilmiş ve detaylı olarak içeriği ortaya konmuştur. Bu web sitesi DNA parmak izi konusuyla ilgili hem teorik bilgi zenginliği hem sanal laboratuvar uygulama örneği hem de değerlendirme soruları içerdiği için bulunan diğer sitelere göre öne çıkmaktadır.

Tez kapsamında araştırılan rekombinant DNA ve gen klonlama konusuyla ilgili 5 metin açıklaması içeren, çok sayıda video içeren, 2 etkileşimli animasyon içeren, 3 değerlendirme soruları içeren web destekli ders materyaline ulaşılmıştır. Bunlardan en başarılı olarak https://dnalc.cshl.edu/ sitesi seçilmiş ve içeriği detaylı olarak ortaya

konmuştur. Bu web sitesi öğrencinin rekombinant DNA elde edilmesi sürecine video üzerinden, adım adım takip ederek öğrenmesine olanak sağladığı için diğer sitelere göre öne çıkmaktadır.

Tez kapsamında araştırılan GDO'lar konusu ile ilgili 3 metin açıklaması içeren, 7 video içeren, 1 sanal laboratuvar uygulaması içeren web destekli ders materyaline ulaşılmıştır. Bunlardan en başarılı olarak https://amino.bio/ sitesi seçilmiş ve içeriği detaylı olarak ortaya konmuştur. Bu web sitesi GDO elde edilmesine olanak sağlayan sanal laboratuvar uygulama örneği içerdiği için diğer sitelere göre öne çıkmaktadır.

Tez kapsamında araştırılan gen terapisi konusunda 4 metin açıklaması içeren, 7 video içeren, 1 değerlendirme soru seti içeren web destekli ders materyaline ulaşılmıştır. Bunlardan en başarılı olarak https://www.youtube.com/ sitesi seçilmiş ve içeriği detaylı olarak ortaya konmuştur. Bu web sitesi hem gen terapisi konusunu açıklayan hem de gen terapisi kullanılarak tedavi edilmek istenen hastalıklara dair çok çeşitli örnek video içerdiği için diğer sitelere göre öne çıkmaktadır.

Araştırılan ve tez kapsamında sunulan web temelli araçlar incelenmiş ve her birinin lise düzeyindeki çocuklarda biyoteknoloji eğitimine nasıl bir katkı sunacağı konusu irdelenmiştir. Buna göre en başarılı web araçları detaylı biçimde açıklanmış ve öğrencilere yapacağı katkılar ortaya konmuştur.

Ülkemizde lise düzeyinde biyoteknoloji öğretiminin önemi son yıllarda daha çok anlaşılmıştır. Bununla birlikte öğretim materyalinin teorik düzeyde ve kısıtlı olduğu ve gereken etkiyi yapmada yeterli olmadığı gözlenmektedir. Bu nedenle öğretim araçlarının çeşitlendirilerek eğitim etkinliğinin artırılmasına gereksinim vardır. Bugüne kadar ülkemizde lise düzeyinde biyoteknoloji öğretimine yönelik web destekli araçların incelendiği başka bir çalışmaya rastlanmamıştır ve sunulan tez çalışması bu konudaki önemli boşluğu doldurmayı amaçlamıştır.

5.2. Öneriler

Tez kapsamında yapılan incelenmede, ülkemizde çok gereksinim olmasına karşın lise düzeyinde etkin biyoteknoloji eğitimi için kullanılabilecek web temelli uygulamalı ders materyallerine rastlanmamıştır. Oysa, görsel ve işitsel materyallerle birlikte çeşitli bilgisayar uygulamaları öğrencinin kitap bilgisi veya öğretmenin gözünden değil, yaparak yaşayarak öğrenmesine olanak sağlar. Buna ek olarak tez

kapsamında değerlendirilen özellikle ücretsiz sanal laboratuvar uygulamalarının yurtdışı kaynaklı olduğu görülmüş ve dil sorununa yol açtığı veya zaman zaman çeviri problemleri nedeniyle yanlış anlaşılmalara sebebiyet verdiği görülmüştür. Bu nedenle, biyoteknoloji konulu görsel ve işitsel öğrenme materyalleri ile bilgisayar uygulamalarının ülkemizde de yaygınlaşmasına gereksinim vardır.

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının teknolojik bilgilerinin olması, bu bilgilerini sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Mevcut yenilikçi öğretim materyalleri öğretmenler tarafından araştırılmalı ve uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Adeogün, BK. (2018). Biotechnology and its applications: A review. Application Pic. J. Biotechnol, 1 (2), 1-4.

Alanazi, F. H. (2021). Saudi students' and science teachers' knowledge of and attitudes towards biotechnology. *Journal of Biological Education*, 1-18.

Altıntaş L, Enver H, Tutun H. 2017. Rekombinant DNA Teknolojisi ve Veteriner İlaç Geliştirme Kullanımı MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg. 5(2): 193-204.

Altun, A., Çelik, S., Elçin, A.E. (2011). Genetik Mühendisliği, Biyoteknoloji ve Moleküler Biyolojiyle İlgili Rehber Materyallerin Öğrenci Başarısına Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 40:21-32

Arabi, F., Mansouri, V., & Ahmadbeigi, N. (2022). Gene therapy clinical trials, where do we go? An overview. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *153*, 113324.

Bağcı, U. (2019). Tübitak 4005 Bilim ve Toplum Yenilikçi Eğitim Uygulamaları ‘’Geleceğin Teknolojisi Biyoteknoloji-2’’ Proje Eğitimi.

Bhatia, S.C. (2005). Textbook of Biotechnology. India: Atlantic publishers and distributors

Bryant, JA ve la Velle, LB (2018). Introduction to bioethics. John Wiley and Sons.

Butler, J. (2018, Mayıs 16) Short tandem repeat typing technologies used in human identity testing. Bıotehniques Vol. 43, NO. 4 https://doi.org/10.2144/000112582 Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

Byukusenge, C., Nsanganwimana, F. ve Paulo Tarmo, A. (2022). Difficult topics in revised biology curriculum for advanced secondary schools in Rwanda: teachers' perceptions of causes and remedies. Journal of Biological Education, 1-17.

Cabe, Paul R., PhD;Capriccioso, Richard P., MD (2022).DNA fingerprinting., Salem Press Encyclopedia of Health, 2022, Research Starters

Chen, SY ve Raffan, J. (1999). Biotechnology: student's knowledge and attitudes in LJK and Taiwan. Journal of Biological Education, 34 (1), 17-23.

Cihangir, Ö. (2009) Bazı Biyolojik Olaylar, Varlıklar, Davranışlar ve Yaşam Alanları ile İlgili Kavramları Tanımlayıcı Bilimsel ve Belgesel Video Filmlere Dayalı Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Anabilim Dalı, Van

Guın, Debleena, et al. Translational biotechnology: A transition from basic biology to evidence-based research. In: *Translational Biotechnology*. Academic Press, 2021. p. 85-98.

Gürkan, G. (2013). Fen Bilgisi öğretmen adayları ve öğretmenlerinin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği bilgi düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Güneş, E., Movassaghi, H., Ünsal, F., & Güneş, NT (2021). GDO Politikaları ve Uygulamaları: Türkiye'ye Özel Odaklı Küresel Bir Bakış. *Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerde Politika Sorunları*, 29-56.

Fırat, E.A. (2015). Web 2.0 araçlarıyla desteklenen öğretimin öğretmen adaylarının biyoteknoloji okur-yazarlıklarına etkisi. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F. (2012). Multidimensional analysis of high-school students' perceptions about biotechnology. *Journal of Biological Education*, *46*(3), 129-139.

Hasancebi, S. & Konak, M. A. (2021). Biyoloji Öğretmenlerinin Biyoteknoloji ve Uygulamalarına Yönelik Bilgi ve Tutumlarının Değerlendirilmesi. Journal of Instructional Technologies and Teacher Education, 10 (1), 1-15. DOI: 10.51960/jitte.826174

Lau, HH, Gan, SU, Lickert, H., Shapiro, AMJ, Lee, KO ve Teo, AKK (2021). A chart showing the next century of cell and gene therapies and insulin replacement. *Med , 2* (10), 1138-1162.

Li, C., Samulski, RJ Engineering adeno-associated virus vectors for gene therapy.*Nat Rev Genet* **21**, 255–272 (2020).https://doi.org/10.1038/s41576-019-0205-401Ocak2023

Mandal, J., Ponnambath, D. K., & Parija, S. C. (2017). Bioethics: A brief review. *Tropical Parasitology*, *7*(1), 5.

National Research Council. 2001. Opportunities in Biotechnology for Future Military Applications. Washington, DC: National Academies Press. https://doi.org/10.17226/10142 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

Nguyen, Bach & Duc, & Bach, Nguyen & Thi, Ly & Thuy, Bich & Vjas, Viet. (2019). Vietnam Journal of Agricultural Sciences Current Research, Challenges, and Perspectives of Biotechnology: An Overview. 10.13140/RG.2.2.11282.50881.

Orta Öğretim Biyoloji Dersi Öğretim Programı. (2022, Aralık 25). Milli Eğitim Bakalnlığı.http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20182215535566Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf

Pabbati, Ranjit & Varma, Chittari & Naga Raju, Maddela & Reddy, Kondakindi. (2021). Biotechnology of Twenty-First Century. 10.1007/978-3-030-80108-3_2.

Paš, M., Vogrinc, J., Raspor, P., Udovč Kneževič, N., & Čehovin Zajc, J. (2019). Biotechnology learning in Slovenian upper-secondary education: Gaining knowledge and forming attitudes. *Research in Science & Technological Education*, *37*(1), 110-125.

Powell, C. (2015, Ağustos 9). How To make A GMO. Harvard. https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/how-to-make-a-gmo/ Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

Pray, L. (2008) Recombinant DNA technology and transgenic animals. Nature Education 1(1) :51

Shahryari, A., Saghaeian Jazi, M., Mohammadi, S., Razavi Nikoo, H., Nazari, Z., Hosseini, ES, ... & Lickert, H. (2019). Development and clinical translation of approved gene therapy products for genetic disorders. Boundaries in genetics, 10, 868.

Shimasaki, C. (Ed.) (2014). Biotechnology Entrepreneurship: Starting, Managing, and Leading Biotech Companies. Oxford: Academic Press.

Şahin,B. (2022). Fen bilimleri öğretmenlerinin biyoteknoloji öğretimi konusundaki görüşlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü,Mersin

Yilmaz, E., & Korur, F. (2021). The effects of an online teaching material integrated methods on students' science achievement, attitude and retention. International Journal of Technology in Education, 4(1), 22-45.

Yiğit, Nevzat & Altun, Taner & Alev, Nedim & Dertlioğlu, Kübra & Bülbül, M. Şahin. (2007). Öğretim Amaçlı Web Sitelerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Ölçek Tasarımı.

http://www.bch.cuhk.edu.hk/vlab/hpv/quiz_vl.html Erişim Tarihi 26 Aralık 2022

http://www.biology.arizona.edu/human_bio/problem_sets/DNA_forensics_1/DNA_forensics.html Erişim Tarihi 26 Aralık 2022

http://www.biology.arizona.edu/human_bio/problem_sets/DNA_forensics_2/DNA_forensics.html Erişim Tarihi 26 Aralık 2022

http://www.biology.arizona.edu/molecular_bio/problem_sets/Recombinant_DNA_Technology/recombinant_dna.html Erişim Tarihi 26 Aralık 2022

http://www.dnai.org/b/index.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

http://www.dnai.org/d/index.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://agclassroom.org/matrix/lesson/598/ Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://agclassroom.org/matrix/lesson/86/ Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://amino.bio/pages/launchedvbio Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/gelelectrophoresis.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://dnalc.cshl.edu/resources/animations/pcr.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://dnalc.cshl.edu/view/15475-The-cycles-of-the-polymerase-chain-reaction-PCR-3D-animation.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://dnalc.cshl.edu/view/15915-The-first-recombinant-DNA.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://dnalc.cshl.edu/view/17044-Polymerase-chain-reaction-PCR-.html Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/microarray/ Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/ Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://learn.genetics.utah.edu/content/science/viruses Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://stories.wgbh.org/create-dna-fingerprint/ Erişim Tarihi 28 Aralık 2022

https://www.britannica.com/science/genetic-engineering/images-videos#Videos Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.fda.gov/food/consumers/agricultural-biotechnology Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/overview-dna-cloning Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:0cf7eebd:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:16e7a6a9:lx_simulation:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:20ad6668:lx_assignment:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:3432ccc2:video:1 : Erişim Tarihi 01 Ocak 2023
https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:48de007d:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:49c76182:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:5d9df04c:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:86ca9198:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:9ad2ad4e:html:1?source=%2Flibrary%2Fbooks%2Flx-book%3Aaac22bd6-b42f-3b91-9b88-5d770f506a00 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:ca916ca2:html:1 Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e/items/lx-pb:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e:lx_image:005e44bd?source=%2Flibrary%2Fclusters%2Flx-cluster%3Aabe-turkce Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e/items/lx-pb:b0fd731a-5bab-4fe2-8491-405292e5176e:lx_assignment:f333b75c?source=%2Flibrary%2Fclusters%2Flx-cluster%3Aabe-turkce Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:f977ac41-0207-4c17-8c92-6bee02ff1c5c?source=/library/clusters/lx-cluster:abe-turkce Erişim Tarihi 01 Ocak 2023

https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/gelelectrophoresis.html Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/pcr.html Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/content/plasmidcloning.html Erişim Tarihi 05 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=6mQGNDnOyH8&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=42 Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=73bAqL-2ZVI Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=KpWs7QLkAFU&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=11 Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=N-H9hHCe9-M Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=QxCoG5vuinc Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=R5EraRP3V-o&list=PL10WTjZXSIlG0rNnp3kbKS1EhyXbWCBjq&index=43 Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=vribRyVQ6G8 Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=wBrNbbAIAFo Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=y4AMgE6B5jI Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

https://www.youtube.com/watch?v=yKwEbvrFwAY Erişim Tarihi 03 Ocak 2023

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Kadriye CENGİZ TAMİR

Doğum Yeri ve Tarihi: Biga-1985

Medeni Hali: Evli

Eğitim Durumu

Diyarbakırlı Ekrem Ergün İlkokulu (ilkokul) :

Biga Anadolu İmam Hatip Lisesi (ortaokul)

Biga Mehmet Akif Ersoy Lisesi (lise)

Gazi Üniversitesi- Biyoloji Öğretmenliği (üniversite)

İş Deneyimi

Uzunköprü Mesleki ve Teknik And. Lisesi (3yıl) :

Rize İMKB Mesleki ve Teknik And. Lisesi (5 yıl)

Edirne I. Murat And. Lisesi (6 yıl -halen görevime devam etmekteyim)

Yabancı Dil Düzeyi

İngilizce-Orta