

T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ

ANABİLİM DALI

BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN RNA TEKNOLOJİLERİ KONUSUNDAKİ
BİLGİ SEVİYELERİ VE SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME
YAKLAŞIMIYLA SUNULAN MATERYALİN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan

Süleyman SAĞLAM

Ankara

Ocak-2012

T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI EĞİTİMİ

ANABİLİM DALI

BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN RNA TEKNOLOJİLERİ KONUSUNDAKİ
BİLGİ SEVİYELERİ VE SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME
YAKLAŞIMIYLA SUNULAN MATERYALİN ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Süleyman SAĞLAM

Danışman: Doç. Dr. A. Eser ELÇİN

Ankara

Ocak-2012

JÜRİ ONAY SAYFASI

.....'ın.....
.....
.....
.....başlıklı tezi
.....tarihinde, jürimiz tarafından.....

Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı):

Üye :

Üye :

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bana eleştirileri, yönlendirmeleri ve deneyimiyle destek olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. A. Eser ELÇİN' e teşekkür ederim.

Çalışmamın çeşitli aşamalarındaki yardımlarından dolayı;

Değerli hocam ve bilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Mustafa YEL'e,

Kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali GÜL ve Sayın Prof. Dr. Mehmet YILMAZ'a,

Sayın Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e, Sayın Doç. Dr. Adnan KAN'a,

Sayın Doç. Dr. Necati CEMALOĞLU'na, Sayın Yrd. Doç. Dr. Melike ÖZER

KESKİN'e, İngilizce öğretmeni değerli arkadaşım Sayın Ahmet GÖÇEN'e,

Doktora öğrencisi Sayın Amine ŞENEL'e, Değerli arkadaşım bilgisayar öğretmeni

Sayın Kazım KARAGÜL'e, Sayın H. İbrahim AYNACI ve Sayın Muhammed

ERZURUM'a teşekkür ederim.

Manevi desteklerini ve dualarını eksik etmeyen değerli büyüklerime teşekkür ederim.

Beni cesaretlendiren ve bana destek olan değerli hocam Sayın S. Muhammed EROL'a teşekkür ederim.

Bana güvenen ve beni her zaman destekleyen değerli aileme teşekkür ederim.

ÖZET

LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN RNA TEKNOLOJİLERİ KONUSUNDAKİ BİLGİ SEVİYELERİ VE SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMIYLA SUNULAN MATERYALİN ETKİSİ

SAĞLAM, Süleyman

Yüksek lisans, Biyoloji Öğretmenliği Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. A. Eser ELÇİN

Ocak-2012, 181 sayfa

Bu çalışmada, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının RNA teknolojileri konusundaki bilgi seviyelerini belirlemek ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımıyla sunulan materyalin konunun öğrenilmesi üzerindeki etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Ayrıca, bu konuların öğrenilmesinde yazılı basının ve internetin rolü de araştırılmıştır.

Çalışmada kullanılmak üzere geliştirilen RNA ve Teknolojileri Başarı Testi'nin geçerlik ve güvenirlik analizi için 2010-2011 eğitim-öğretim yılı Bahar Dönemi'nde pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamaya konuyla ilgili hazırbulunuşluk düzeyleri uygun olan toplam 123 öğrenci katılmıştır. Yapılan analiz işlemleri sonucunda testte yer alması ve testten çıkarılması gereken sorular belirlenmiş, başarı testi uygulama için hazır hale getirilmiştir.

Araştırmada, ön test-son test kontrol gruplu deneysel model kullanılmıştır. Uygulama grubu olarak fen bilgisi (N=38) ve biyoloji öğretmenliği (N=38) 1. sınıf öğrencileri seçilmiştir. Gruplara ön test olarak Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) ile RNA ve Teknolojileri Başarı Testi (RTBT) uygulanmıştır. Ön test uygulamaları sonucunda grupların denkleğinin belirlenmesinin ardından *random yöntemi* ile fen bilgisi öğretmenliği sınıfı deney grubu, biyoloji öğretmenliği sınıfı ise kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney grubunda Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı (SDÖY) ve rehber materyalle ders işlenirken, kontrol grubuna geleneksel yöntem olarak bilinen Düz Anlatım Yöntemi (DAY) ile konu anlatılmıştır. Gruplara son test olarak RTBT ile birlikte RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF) uygulanmıştır. Uygulama sonrası deney grubundan seçilen 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır.

Testin geçerlik ve güvenirliği için pilot uygulamadan elde edilen veriler ITEMAN 3.50 programı ile analiz edilmiştir. Gruplara uygulanan ön test ve son testlerin analizi işlemlerinde SPSS 11.50’de yüzde ve frekans dağılımı, Shapiro-Wilk testi, İlişkisiz (Bağımsız) Örneklemeler için T-Testi (Independent Samples T-Test), İlişkili Örneklemeler için T-Testi (Paired Samples T-Test) kullanılmıştır. RTBİF’nin son kısmında yer alan açık uçlu soruların ve Yarıyapılandırılmış Görüşme Formu’nun değerlendirilmesinde nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre SDÖY ve rehber materyalle ders işlenen deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir artış gözlenmiştir. Uygulanan yöntem ve kullanılan materyaller etkili olmuştur. DAY ile ders işlenen kontrol grubunun ise ön test ve son test puanlarında gözlenen artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Son test puanlarına bakıldığında ise deney grubunun kontrol grubuna oranla daha başarılı olduğu, ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Yarıyapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçlar SDÖY ve rehber materyallerin öğrenciler tarafından faydalı bulunduğunu ortaya koymaktadır. RTBİF’den edinilen bulgulara göre ise öğrenciler RNA Teknolojileri ile ilgili haberleri öğrenmede interneti yazılı basından daha fazla tercih ettiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: RNA teknolojileri, sorgulamaya dayalı öğrenme, rehber materyal

ABSTRACT

KNOWLEDGE LEVELS OF UNDERGRADUATE STUDENTS ABOUT RNA TECHNOLOGIES AND THE EFFECT OF MATERIALS PRESENTED THROUGH INQUIRY BASED LEARNING APPROACH

SAGLAM, Süleyman

Master Degree, Department of Biology Teaching

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. A. Eser ELÇİN

January-2012, 181 pages

In this study it is aimed to determine knowledge levels of science and biology teacher candidates about RNA technologies and to study the effect of materials presented through inquiry based learning approach on learning the subject. Also, the role of internet and printed media was studied.

Pilot scheme was performed in spring term of 2010-2011 academic year to analyse validity and reliability of RNA and Technology achievement test developed to be used in the study. Total number of students having appropriate readiness level as to topic participated in the pilot scheme is 123. The questions that should be placed in or removed from the achievement test were determined according to analysis results and test was made ready for application.

In this study, experimental model was used with pre-test and post test control group. Application group was chosen among science (N=38) and biology teaching (N=38) 1st years students. Logical Thinking Ability Test (LTAT) with RNA and Technology Achievement Test (RTAT) were applied to groups as a pre-test. After the determination of the balanced numbers of the groups as a result of the pre-test applications, science teachers' class was determined to be experimental group while biology teachers' class as control group by employing random method. While lessons were taught with guiding materials and Inquiry Based Learning Approach (IBLA) in experimental group, Traditional Lecturing Method (TLM) was used in control group. RTAT together with RNA Technologies Press-Internet Form (RTPIF) were applied as post test. Upon the application, semi-structured interview was done with 5 students chosen from experimental group.

The data obtained through pilot scheme were analyzed with ITEMAN 3.50 for validity and reliability. In analysis of pre-test and post-test through SPSS 11.50, percentage and frequency distribution, Shapiro-Wilk test, Independent Samples T-Test, Paired Samples T-test were employed and qualitative analysis methods were used in evaluation of open ended questions and semi structured interview form at the last part of RTPIF.

According the data obtained, it is seen that there is a significant increase between pre-test and post-test of guide materials and IBLA assisted experimental group. Increase in pre-test and post-test of control group with TLM is not found to be significant or meaningful in terms of statistics. When post test results are examined, experimental groups are found to be more successful than control group, but this difference is not significant statistically. Semi structured interviews results show that IBLA and guide materials are found to be beneficial by students. According to results obtained from RTPIF, it is seen that students prefer internet more compared to printed media in learning RNA Technologies related issues.

Key words: RNA Technologies, inquiry based learning, guiding material

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY YAZISI.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Problem Durumu.....	1
1.2.Problem Cümlesi.....	4
1.3.Alt Problemler.....	4
1.4.Araştırmanın Amacı.....	5
1.5.Araştırmanın Önemi.....	5
1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.7.Araştırmanın Varsayımları.....	6
1.8.Tanımlar.....	7
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1.Eğitim.....	9
2.2.Öğrenme.....	10
2.3.Aktif Öğrenme.....	11
2.4.Yapılandırmacı Yaklaşım.....	12
2.5.Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı.....	15
2.5.1.Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Temelleri.....	15
2.5.2.Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Özellikleri.....	18
2.5.2.1. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğretmen ve Öğrenci Rollerini.....	18
2.5.2.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğretme-Öğrenme Süreci.....	20

2.5.3.Sorgulamaya Dayalı Öğrenmenin Üç Düzeyi.....	23
2.6.İlgili Çalışmalar.....	24
2.7.Rehber Materyal.....	33
2.8.Nükleik Asitler.....	34
2.8.1.DNA'nın Yapısı ve İşlevi.....	36
2.8.2.RNA'nın Yapısı ve İşlevi.....	42
2.8.3.Transkripsiyon.....	49
2.8.4.Protein Sentezi.....	51
2.9.RNA Teknolojileri.....	55
2.9.1. RNA İzolasyonu.....	55
2.9.1.1.Total RNA İzolasyonu.....	57
2.9.1.2.Organel (Mitokondri) RNA'sı İzolasyonu.....	66
2.9.1.3.mRNA'nın İzolasyonu.....	67
2.9.2.Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR).....	69
2.9.2.1. Polimeraz Zincir Reaksiyonunun Oluşum Mekanizması.....	72
2.9.3.Elektroforez	74
2.9.4.Antisens Teknolojisi.....	83
2.9.4.1.Antisens Oligonükleotidler.....	83
2.9.4.2.RNA'ya Dayalı Gen Baskılamanın Keşfi.....	86
2.9.4.2.1.Bitkilerde Transkripsiyon Sonrası Gen Baskılama (Post-Transcriptional Gene Silencing, Ptgs) veya Co- Supresyon.....	86
2.9.4.2.2.Funguslarda Quelling (Homoloji Bağlı Gen Baskılama).....	87
2.9.4.2.3.RNA İnterferans (RNA i).....	87
2.9.4.2.3.1.RNA İnterferansın Tedavideki Uygulama Alanları.....	91
2.9.4.2.3.2.Bitkilerde RNA i Teknolojileri.....	94
2.9.5.Promotorlar ve Kullanım Alanları.....	95
3. YÖNTEM.....	97

3.1.Araştırmanın Modeli.....	97
3.2.Evren ve Örneklem.....	98
3.3.Verİ Toplama Araçları.....	99
3.3.1.Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT).....	99
3.3.2. RNA ve Teknolojileri Başarı Testi (RTBT).....	100
3.3.3. RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF).....	104
3.3.4.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF).....	105
3.4.Verilerin Analizi.....	105
3.5.Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve Rehber Materyalle Ders İşleme.....	107
 4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	 111
4.1.Gruplara Uygulanan MDYT’ ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	111
4.2.Gruplara Uygulanan RTBT’ ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	113
4.3.Gruplara Uygulanan RTBİF’ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	123
4.4.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sonucunda Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar.....	129
 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 136
5.1.Sonuçlar.....	136
5.2.Öneriler.....	139
 KAYNAKÇA.....	 141
 EKLER.....	 150
EK 1 Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT).....	150
EK 2 RNA ve Teknolojileri Başarı Testi (RTBT).....	159
EK 3 RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF).....	163
EK 4 Yarıyapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF).....	173
EK 5 Sorgulama Kartları.....	174
EK 6 RNA Çalışma Yapağı.....	178

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. RTBT Sorularına Ait Madde Değerleri.....	103
Tablo 3.2. RTBT Sorularının Dağılımını Gösteren Belirtke Tablosu.....	104
Tablo 4.1.1. Grupların MDYT Normal Dağılım Durumuna Ait Shapiro-Wilk Testi Sonuçları.....	111
Tablo 4.1.2. MDYT Sonuçlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması..	112
Tablo 4.2.1. Grupların RTBT Ön Test Puanlarının Normal Dağılım Durumuna Ait Shapiro-Wilk Testi Sonuçları.....	113
Tablo 4.2.2. RTBT Ön Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	114
Tablo 4.2.3. Deney Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	115
Tablo 4.2.4. Kontrol Grubuna Ait RTBT Ön Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	115
Tablo 4.2.5. Deney Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumuna Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	116
Tablo 4.2.6. Kontrol Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumuna Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	117
Tablo 4.2.7. Deney ve Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Normal Dağılım Durumlarının İncelenmesi.....	118
Tablo 4.2.8. Deney Grubu RTBT Ön Test - Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	118
Tablo 4.2.9. Kontrol Grubu RTBT Ön Test - Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	119
Tablo 4.2.10. Deney ve Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	120
Tablo 4.2.11. Deney Grubu RTBT Son Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	120
Tablo 4.2.12. Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması.....	121
Tablo 4.2.13. Deney Grubu RTBT Son Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumlarına Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması...	122
Tablo 4.2.14. Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumlarına Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması...	122
Tablo 4.3.1. RTBİF'ye Katılan Öğrencilerin Bölüm ve Cinsiyete Göre Dağılımı.....	123

Tablo 4.3.2. Öğrencilerin Gazete Okuma Sıklığına İlişkin Veriler.....	124
Tablo 4.3.3. Öğrencilerin Bilimsel Dergi Okuma Sıklığına İlişkin Veriler.....	124
Tablo 4.3.4. Öğrencilerin İnternet Kullanma Sıklığına İlişkin Veriler.....	125
Tablo 4.3.5.RNA Teknolojileri İle İlgili Derlenen Haberler ve Verilen Cevaplara İlişkin Bulgular.....	125
Tablo 4.3.6. En Çok Okunan Haberler.....	127
Tablo 4.3.7. En Az Okunan Haberler.....	128

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.8.1. Nükleotit Yapısı.....	37
Şekil 2.8.2. DNA Bazları.....	38
Şekil 2.8.3. Watson-Crick DNA Modeli ve Baz Eşleşmeleri.....	39
Şekil 2.8.4. DNA Replikasyonu.....	41
Şekil 2.8.5. RNA Yapısı ve Bazları.....	42
Şekil 2.8.6. tRNA.....	45
Şekil 2.8.7. Transkripsiyon.....	50
Şekil 2.8.8. Protein Sentezi.....	54
Şekil 2.9.1. Polimeraz Zincir Reaksiyonu.....	74
Şekil 2.9.2. RNA İnterferans.....	89

KISALTMALAR LİSTESİ

X	:Aritmetik Ortalama
S	:Standart Sapma
sd	:Serbestlik Derecesi
N	:Eleman Sayısı
P	:Anlamlılık Derecesi
p_j	:Madde Güçlük İndeksi
r_{jx}	:Madde Ayıricılık Gücü İndeksi
Akt.	:Aktaran
KR-20	:Güvenirlik Değeri (Kuder Richardson)
ITEMAN	:Madde Analiz İstatistik Programı
SPSS	:İstatistik Programı (Statistic Package for Social Science)
NSES	:National Science Education Standarts (Ulusal Fen Eğitimi Ölçütleri)
NRC	:National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
DNA	:Doeksiribonükleik Asit
RNA	:Ribonükleik Asit
MDYT	:Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi
RTBT	:RNA ve Teknolojileri Başarı Testi
RTBİF	:RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu
YYGF	:Yarıyapılandırılmış Görüşme Formu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırma probleminin ne olduğuna, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, sınırlılıklarına, araştırmaya başlarken yapılan varsayımlara ve tanımların hangi anlamlarda kullanıldığına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

1.1.Problem Durumu

Teknoloji sahasında yaşamımızı etkileyen birçok yeniliğin ortaya çıkmasının diğer alanlara olduğu gibi biyoloji alanına da etki ettiği görülmektedir (Taşçı, Yaman ve Soran, 2010). Yirminci yüzyılın son çeyreğinde biyoloji alanında yaşanan gelişmelerle birlikte, insanoğlu hayatın en temel olayları hakkında geniş bilgiye ve bu alanlarda uygulama yapabilme imkanına sahip olmuştur. Moleküler biyoloji yaşanan gelişmelerin odağında yer almaktadır. Genetik mühendisliği, biyoteknoloji gibi alanların ortaya çıkması da bu gelişmelerin bir ürünüdür. Rekombinant DNA tekniklerinin kullanımı, İnsan Genom Projesinin tamamlanması ve buna bağlı olarak kromozomlar üzerindeki genlerin ve bunların nükleotid dizilerinin belirlenmesi gibi, yapılan çalışmalar gelinen noktanın düzeyini göstermektedir (Öztürk, 2007).

Nükleik asitlerden RNA üzerine yapılan araştırmalarda son yıllarda önemli gelişmeler yaşanmıştır. Biyolojik sistemlerde çeşitli görevleri tanımlanan RNA'nın bilinenin ötesinde çok farklı rollerinin olduğuna ilişkin bulgular bilim dünyasını çok heyecanlandırmıştır (Dove, 2008). Üzerinde çalışma yapan bir grup araştırmacıya 2006

yılında Nobel ödülü kazandıran RNA interferans (RNAi) bunun en etkileyici ve güncel örneklerinden birisidir. Bu alanda yapılan çalışmalar halen devam etmektedir (Bodur ve Demirpençe, 2010). RNA kaynaklı teknolojilerin gelişmesi de elbette modern biyoteknolojinin daha fazla gelişmesi anlamına gelmektedir (Figlerowicz, 2002).

Bilim dünyasında bu denli ilerlemeler kaydedilince bu sefer bunların eğitime aktarılması hususu öne çıkmaktadır. Çünkü yaşanan gelişmelerin eğitime aktarılması aynı hızda gerçekleşmemektedir. Bu bağlamda değerlendirilecek olursa, çağın gereklerine uygun, yaşanan gelişmelere paralel ve modern bir biyoloji eğitimi için birçok faktörün göz önünde bulundurulması gereği ortaya çıkmaktadır (Yeşilyurt ve Gül, 2008). Bu açıdan bakıldığında da aktif öğrenme yaklaşımlarının son zamanlarda üzerinde sıkça durulur hale geldiği görülmektedir. Çünkü günümüzde artık öğrencilerin sadece kendilerine bilgi aktarılan pasif alıcılar değil, bilgiye nasıl ulaşılacağını ve onu kullanmayı bilen aktif bireyler olması istenmektedir (Balım ve Taşkoyan, 2007).

Yapılandırmacı kuram ışığında ortaya çıkan ve John Dewey'in bilimsel öğrenme basamaklarına dayanan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrenci merkezli yöntemlerden birisidir. Bu öğrenme modeli öğrencilere bilim adamlarının araştırmalarında izledikleri yolu kullanmayı öğretir. Onların karşılaştıkları bir konuda zihinsel etkinliğe girerek 'neden' ve 'nasıl' üzerine yoğunlaşmalarını sağlar. Bu bir sorgulama sürecidir ve öğrenci önceki bilgisiyle karşılaştığı durumu ilişkilendirerek bir çıkar yol bulmak için çabalar. Yeni edindiği bilgiyi anlamlı bir şekilde zihninde uygun yere yerleştirebilir ve ihtiyacı olduğunda o bilgiyi kullanabilir. Bilgilerinin kullanılabilir olması önemlidir. Gelişmeye, üretime katkı sağlayacak olan bu tür bilgidir. Diğer türlü unutulmaya mahkumdur. Kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesi de öğretimde kullanılan yöntem ve tekniklerle doğrudan ilişkilidir (Parim, 2009; Duban, 2008; Gençtürk ve Türkmen, 2007).

Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek ve öğrenmeyi öğrenmelerini sağlamak için sorgulama yolunu kullanan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı, farklı öğretim yöntem ve modellerini kapsayan bir yapıya sahiptir (Laipply, 2004).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulanması sırasında yer alan işlemler şunlardır (Jacobsen vd., 1985):

1. Öğrencilere konuyla ilgili bir problem sunulması
2. Öğrencilerin problemle ilgili denenceler ve geçici çözümler düşünmeleri
3. Bu hipotezlerle ilgili veri toplanması
4. Toplana verilerin değerlendirilmesi
5. Sonuca ulaşma

Dikkat edilirse sorgulamaya dayalı öğrenmenin uygulanması sırasında yer alan işlemler bilimsel bir araştırma sürecinde yer alan işlemlerle aynıdır. Bu açıdan sorgulama yoluyla öğrenmenin yalnızca bir konunun öğretimi amacıyla değil öğrencilere araştırma ve problem çözme becerilerinin kazandırılması amacıyla da uygulanabilecek bir strateji olduğu söylenebilir (Akt. Açıkgöz, 2005).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin başlıca amacı bağımsız düşünmeyi teşvik etmektir. Clark ve Starr'a göre (1981) sorgulamaya dayalı öğrenmede kullanılabilecek taktikler şunlardır:

- Öğrencilerin veri toplama tekniklerini kontrol etme
- Düşünme soruları sorma
- Öğrencilerin yorum, açıklama yapması ve hipotez geliştirmesi
- Öğrencilerin topladıkları verilerden sonuç çıkarması
- Öğrencilerden ilke ve sonuçlarını başka durumlara uygulamalarının istenmesi
- Öğrencilerin düşüncelerini ve mantıklarını kontrol etmeleri
- Öğrencilere problem, çelişki vb. durumlarının sunulması ve değerlendirme yapmalarının istenmesi

Problem bir kez tanımlandıktan sonra öğretmene düşen, öğrencilere diğer aşamalarda yardım etmektir. Bu, öğrencilerin veri toplama sırasında gereksinim duyacakları kaynakların sağlanması, öğrencilerin problem üzerinde düşünmeye ve onunla ilgili olası çözümler üretmeye teşvik edilmesi biçiminde olacaktır (Akt. Açıkgöz, 2005).

Öğretim esnasında öğrencilerin sınıfta pasif bir konumda kalması istenmemektedir. Klasik yöntemlere yapılan eleştirilerin hemen hemen tümü bu noktadan kaynaklanmaktadır. Etkin bir öğretim için öğretmenin sınıf atmosferinde tüm iletişime açık olması gerekmektedir. Öğretmen-öğretmen, öğretmen-öğrenci etkileşimi yanında öğrenci-öğrenci etkileşimine de imkan hazırlamalıdır. Öğrenciler

yalnızca işittikleri şeyleri kolayca unutmaktadır. Oysa bizzat katıldıkları bir eğitim etkinliği onların konuyu daha iyi anlamalarına ve kolay kolay unutmamalarına yardım etmektedir (Küçükahmet, 2007).

1.2.Problem Cümlesi

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımıyla sunulan materyalin lisans öğrencilerinin RNA teknolojileri konusunu öğrenmeleri üzerindeki etkisi nedir?

1.3.Alt Problemler

1. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve rehber materyalle ders işlenen deney grubunun RTBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Düz anlatım yöntemiyle ders işlenen kontrol grubunun RTBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Uygulama yapılmadan önce 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ve biyoloji öğretmen adaylarının RTBT ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve rehber materyalle ders işlenen deney grubunu oluşturan 1. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile düz anlatım yöntemiyle ders işlenen kontrol grubunu oluşturan 1. sınıf biyoloji öğretmen adaylarının RTBT son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin RNA teknolojileri konusunda bilgi edinmesinde yazılı basının ve internetin rolü nedir?

1.4.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının RNA teknolojileri konusundaki bilgi düzeylerini ve aynı zamanda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve rehber materyalle ders işlenmesinin konunun öğrenilmesi üzerinde ne derece etkili olduğunu belirlemek amaçlanmıştır.

1.5.Araştırmanın Önemi

Eğitim-öğretim sürecinde kaliteli bir biyoloji eğitimi için etkin ve nitelikli öğretim yöntem-tekniklerinin kullanımına özen gösterilmelidir (Uzun, 2007). Özellikle günümüzde öne çıkan eğilimler bu süreçte, öğrencilerin aktif katılımlarıyla öğrenmelerin gerçekleştiği yöntemlerin kullanılması üzerinde durmaktadırlar. Öğretimin son aşamasında meydana gelecek olan kazanımların ve davranış değişikliklerinin öğrencilerin kendi yaşantısı yoluyla meydana gelmesi amaçlanmaktadır (Kaya ve Gürbüz, 2002). Bu bağlamda ele alınan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı, öğrenci merkezli yöntemlerden birisidir (Timur ve Kınca, 2010).

Son yıllarda hayatımızı birçok yönden etkileyen moleküler biyoloji ve biyoteknoloji alanındaki gelişmelerin de öğrencilerin üst düzeyde öğrenme becerisi kazanabilecekleri yöntem, teknik ve materyallerle işlenmesi, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur (Güran, 2005). Öğrencinin aktif katılımıyla gerçekleşen öğrenmelerin daha kalıcı ve günlük hayatta kullanılabilir olduğu göz önünde bulundurulursa, biyoloji öğretimi sürecinde kullanılacak olan yöntem-teknik ve materyallerin önemi daha da artmaktadır. Bu bakımdan halen üzerinde araştırmalar yapılan RNA teknolojileri gibi güncel bir konuya öğrencilerin ilgilerini çekerek, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve uygun materyallerle bu konuların öğretilmesi önem taşımaktadır. Burada aslında üç şey üzerine öğretmen adaylarının dikkati çekilmek istenmektedir. Birincisi kendi alanlarında yaşanan yeni gelişmelerden haberdar olmaları, ikincisi kullanılan aktif öğrenme yaklaşımı ve üçüncüsü de buna uygun olarak geliştirilen materyallerin kullanımınıdır. Yarının öğretmenleri olarak bu gibi

hususlara hassasiyet göstermeleri için, bu çalışmada bu konular işlenerek dikkat çekmek istenmiştir.

1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmanın örneklemi 2010-2011 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi'nde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıfa devam eden 76 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırma RNA ve Teknolojileri konularıyla sınırlıdır.
3. Uygulama süresi 3 hafta ile sınırlıdır.
4. Veri toplama araçları MDYT, RTBT, RTBİF ve YYGF ile sınırlıdır.
5. Geliştirilen materyaller sorgulama kartları ve çalışma yaprağı ile sınırlıdır.
6. Kullanılan yöntemler sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve düz anlatım yöntemi ile sınırlıdır.

1.7.Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmada kullanılan yöntem araştırmanın amacına, konusuna ve araştırma probleminin çözümüne uygundur.
2. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve uzmanlar tarafından incelenen ölçme araçları verileri elde etmede yeterlidir.
3. Öğrencilerin ölçme araçlarına verdiği cevaplar gerçeği yansıtmaktadır.

4. Örneklem grubu araştırma evrenini temsil etmektedir.

1.8.Tanımlar

Moleküler Biyoloji: Canlı sistemlerdeki molekülleri araştıran bilim dalıdır. Biyolojik açıdan en önemli molekül sınıfları nukleik asitler, proteinler, karbonhidratlar ve lipidlerdir. DNA ve RNA'nın moleküler temelde işlev, biyosentez ve yapısı ile ilgilenir (Kızıroğlu, 2008). Hayatı moleküler seviyede anlamaya yönelik olan moleküler biyoloji, sadece biyolojinin değil tıp, veterinerlik, ziraat ve biyokimya gibi diğer bilimlerin de ilgi alanı olmuştur (Ateş, 2002).

Biyoteknoloji: Canlıların ve canlı sistemlerin bilim ve mühendislik teknikleri uygulanarak mal ve hizmet üretmek amacıyla kullanılmasıdır. Biyoteknoloji insan, hayvan ve bitki hücrelerinin fonksiyonlarını anlamak ve değiştirmek amacıyla uygulanan çeşitli teknikleri ve işlemleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Canlıların iyileştirilmesi ya da endüstriyel kullanımına yönelik ürünler geliştirilmesini, modern teknolojinin doğa bilimlerine uygulanmasını kapsar (Sarıkaya, 2008).

RNA Teknolojisi: Biyoteknolojik gelişmelerin bir ürünü olan RNA teknolojisi, biyolojik moleküllerde çok farklı görevleri tanımlanan nukleik asitlerden RNA'nın teknolojik yöntemlerle fonksiyonlarından yararlanılması anlamına gelmektedir. Üzerinde çalışma yapan bir grup araştırmacıya Nobel ödülü kazandıran RNA interferans (RNAi) bunun en etkileyici ve güncel örneklerinden birisidir. Bu alanda yapılan çalışmalar halen devam etmektedir (Bodur ve Demirpençe, 2010).

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı: Sorgulamaya dayalı öğrenme, araştırmalar yaparak, sorular sorarak, bilgileri analiz ederek öğrenme ve aynı zamanda elde edilen verileri yararlı bilgilere dönüştürme süreci olarak tanımlanmaktadır (Perry ve Richardson, 2001).

Rehber Materyal: Öğretim faaliyetlerinin etkinliğini artırmak ve üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlamak amacıyla kullanılan tüm malzemeler rehber materyal olarak adlandırılmaktadır (Yiğit, 2007).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1.EĞİTİM

Eğitim kavramı geniş bir içeriğe sahiptir. Bu kavramı biraz olsun anlayabilmek için bazı tanımlara yer vermeye gerek vardır. Eğitim bireyin kişiliğinin gelişmesine yardım eden, onu yetişkin yaşamına hazırlayan, gerekli bilgi, beceri ve davranışları kazanmasına yarayan bir süreçtir (Kemertaş, 2001). Küçükahmet (1999) eğitimi “bireyi topluma yararlı hale getirme” olarak tanımlamıştır. Ertürk’e (1993) göre eğitim, “bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla istendik yönde değişiklik meydana getirme süreci”dir. Demirel (2010) eğitimi, “bireyde kendi yaşantısı ve kasıtlı kültürleme yoluyla istenilen davranış değişikliğini meydana getirme süreci” şeklinde tanımlamıştır. Yeşilyaprak ve Uçar (2010) eğitim kavramı için “bireyin kendi yaşantısı yolu ile davranışlarında istendik değişiklik meydana getirme süreci” tanımını kullanmıştır. Taşpınar (2005), eğitimi “bireyin yaşam için sahip olması gereken davranışları kazandığı ve bu davranışların oluşumunda kendine özgü nitelikleriyle aktif rol aldığı, yaşam boyu devam eden bir süreç” olarak tanımlamıştır. Buna göre eğitimle ilgili üç önemli noktaya değinilebilir. Bunlar;

1. Kişinin yaşamda ihtiyaç duyacağı davranışları kazanması
2. Bu davranışları kazanırken kişisel özellikleriyle aktif rol alması
3. Bu durumun yaşam boyu devam eden bir süreç olarak nitelendirilmesi

Eğitim hayatın her anında devam etmekte ve kişi bu sürece bizzat dahil olmaktadır. Bu süreçte kendine yarar sağlayacak davranışları kazanma eğilimindedir. Sahip olunan farklı bireysel nitelikler, hayat boyu devam eden eğitim sürecinde doğal olarak kişisel farklılıklara da neden olabilmektedir. Yani eğitim bireyin kendine özgü olarak gerçekleşir.

2.2.ÖĞRENME

Öğrenme, kazanılan bilgi ve becerilerle davranışların değişmesi olarak ifade edilebilir. Başka bir deyişle bireyin yaşantıları yolu ile meydana gelen kalıcı değişikliklerdir. Öğrenmenin iki yolu vardır. Birincisi kendi yaşantılarımız, ikincisi eğitimidir. Bunların ikisi hayat boyu birlikte yürür. İnsan bir yandan kendi yaşantılarına göre davranışlarını değiştirirken, bir yandan da gördüğü eğitim yoluyla kazanılan bilgi, beceriler, davranışlarımızın değişmesine doğrudan doğruya etki etmektedir. Öğrendiğimizi sandığımız bilgiler her zaman davranışlarımızı değiştirmez. O zaman bu öğrenme değildir. Öğrenmenin olabilmesi için bilgi ve becerilerin davranışlarımızı değiştirmeleri gereklidir (Kemertaş, 2001).

Wittrock (1977) öğrenme için “anlama, tutum, bilgi, yetenek ve beceride yaşantı yoluyla meydana gelen ve belli bir süre kalıcılığı olan değişiklikler oluşturma süreci” tanımını kullanırken, Gagne (1985) öğrenmeyi “insanın durumu ya da yeterliliğinde yalnızca büyüme süreçlerinin etkisiyle meydana gelmeyen ve belli bir kalıcılığı olan değişme” olarak tanımlamıştır (akt. Açıkgöz, 2005). Demirel’e göre (2002) öğrenme, “yaşantı ürünü kalıcı izli davranış değişikliği”dir. Taşpınar (2005) öğrenmeyi “bireyin yaşamı boyunca bulunduğu her ortamda elde ettiği, belli bir sürekliliği olan davranış değişiklikleri” şeklinde tanımlamıştır. Kılıç (2010) öğrenme için, “davranışları, ihtiyaçları daha iyi karşılayacak biçimde düzene koyma ya da yeni bir durum karşısında bunları yeniden örgütleme” ifadesini kullanmıştır.

Açıkgöz (2005) öğrenmenin, yaşantı sonucu gerçekleşen, az çok kalıcı izli davranış değişikliği olarak tanımlanmasının yaygın olarak kabul gördüğüne değinmiştir. Buna göre öğrenmenin üç önemli özelliği vardır:

- a. Bireyin davranışında bir değişikliğin olması
- b. Bu değişikliğin olgunlaşma, büyüme, uyku, ilaç, yorgunluk vb. etkenlerin etkisiyle değil de yaşantı sonucu meydana gelmesi
- c. Bu değişikliğin geçici değil en azından belli bir süre kalıcı olması

2.3.AKTİF ÖĞRENME

Aktif öğrenme, öğrenenin öğrenme sürecinin, sorumluluğunu taşıdığı, öğrenene öğrenme sürecinin çeşitli yönleri ile ilgili karar alma ve öz düzenleme yapma fırsatlarının verildiği ve karmaşık öğretimsel işlerle öğrenenin öğrenme sırasında zihinsel yeteneklerini kullanmaya zorlandığı bir öğrenme sürecidir (Açıkgöz, 2007).

Aktif öğrenmede;

1. Derste düz anlatıma mümkün olduğunca kısa zaman ayrılır.
2. Öğrencinin önceki bilgisi temel alınarak öğrenme süreci geliştirilir.
3. Öğretmen öğrenci iletişiminin yanında öğrenciler arasında da iletişime olanak sağlanır.
4. Öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınır.
5. Öğrenmede grup çalışmasına önem verilir.
6. Bilginin transferi için uygun ortam sağlanır.
7. Yaratıcılığın geliştirilmesi için uygun ortam sağlanır.
8. Öğrencilerin belirli genellemelere ulaşabilmelerine katkıda bulunulur

Eğitimde hedefler belirlenirken, öğrenmenin bireysel bir süreç olduğu, öğrenme hızının bireye göre değiştiği, bireylerin ilgi alanlarının ve gereksinimlerinin birbirinden farklı olduğu unutulmamalıdır. Geleneksel yaklaşımda olduğu gibi, öğrencilere bilgiler reçeteler halinde sunulmamalı, her öğrencinin farklı gereksinim ve isteklerinin olabileceği dikkate alınmalıdır (Tatar, 2006).

2.4.YAPILANDIRMACI YAKLAŞIM

Yapılandırmacılık 20. Yüzyılın başlarından itibaren gelişmeye ve uygulamalara temel oluşturmaya başlamıştır. Bazı düşünceleri çok eski yıllarda dile getirilmiş olsa da asıl dönüm noktası 20. Yüzyılın ikinci yarısında ve son zamanlarda öne çıkan Piaget, Vygotsky, Asubel, Bruner ve Von Glasersfeld gibi araştırmacıların çalışmalarıyla gerçekleşmiştir (Açıkgez, 2007).

Yapılandırmacılık kuramını tek bir felsefeye dayandırmak mümkün değildir. Hemen hemen bütün felsefelerden etkilenmiş ve hepsinden küçük bir parça da olsa içine almıştır. 1990'larda popüler olan yapılandırmacı kuramı en çok etkileyen eğitim akımı ilerlemeciliktir (Tatar, 2006).

Bazı tartışmalara göre ilk yapılandırmacı Sokrates'tir. Yine Kant'ın felsefesinde de yapılandırmacı özellikler vardır. Ama gerçek anlamda yapılandırmacılığı Bruner getirmiştir. Bruner sarmal eğitim programda yapılandırmacı yaklaşımın kullanılması gerektiğini açıklıkla ortaya koymuştur. Ancak yapılandırmacılık süreçle ilgili bir yaklaşım bir yöntem olduğu için günümüzde pek çok eğitim programı yaklaşımında kullanılmaktadır. Jean Piaget de yapılandırmacılığın en etkili kişilerindendir. Piaget'in yapılandırmacı görüşünün ağırlık noktası, insanların kendi dünyaları hakkında ne bildiklerini açıklama yoludur (Küçükahmet, 2007).

Yapılandırmacılık yaklaşımının öğretim sürecinde uygulanması açısından yapılandırmacılıkta önemli yere sahip düşünürler bulunmaktadır. 20. Yüzyılın düşünürleri olarak nitelendirilen kişiler Jean Piaget, John Dewey, Bruner ve Vygotsky'dir (Demirel, 2010).

Günümüzde yapılandırmacılık birçok uygulama için kapsamlı bir kavramsal çerçeve oluşturmaktadır. Önceleri bir felsefi akım, bir bilgi felsefesi olarak bilinen yapılandırmacılık, son zamanlarda eğitim ortamlarından teknoloji kullanımına, aile terapisine kadar birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Yapılandırmacılık; bilgi, bilginin doğası, nasıl bildiğimiz, bilginin yapılandırılması sürecinin nasıl bir süreç olduğu, bu sürecin nelerden etkilendiği gibi konularla ilgilenmekte ve düşünceleri eğitimsel uygulamalara temel oluşturmaktadır (Açıkgez, 2007).

Yapılandırmacılık yeni bir “eğitim programı” değildir. O bir yaklaşım ya da bir yöntemdir. Bu nedenle herhangi bir programın bütün boyutlarının yapılandırmacı yaklaşıma göre ortaya konması diye bir görüş söz konusu değildir. Yapılandırmacı yaklaşım yalnızca “öğretim süreçleri” ile ilgilidir. Bu yaklaşımda öğretmen öğrencinin mevcut fikir ve bilgilerini geliştirmeye yardım eder. Öğrenci sorumluluklarını paylaşır. Öğretmen ‘öğretmek’ten çok cesaretlendirme üzerinde durur (Küçükahmet, 2007).

Yapılandırmacılığın temeli, bilişsel kuramlara dayanır. Bireyin bilgiyi algılaması, yorumlaması ve kalıcı bilgi edinmesi zihinsel süreçlerle ilgilidir. Bu süreçte bireyin geçmiş yaşantıları, deneyimleri ve değer yargıları bilgiyi anlamlandırması sürecinde önemli role sahiptir (Demirel, 2010).

Yapılandırmacılığın temel ilkeleri şunlardır (Brooks ve Brooks, 1993):

1. Temel kavramlar etrafında öğrenmeyi yapılandırmak
2. Eğitim programını tümdengelim yöntemiyle işlemek
3. Öğrencileri konuya ilgi uyandıran sorunlara yöneltmek
4. Öğrencilerin görüş açılarını ortaya çıkarmak ve bu görüşlere değer vermek
5. Öğrencilerin öngörülerine göre öğretim programlarını uyarlamak
6. Öğrencilerin öğrenmelerini sürece yönelik değerlendirmek (akt. Demirel, 2010).

Yapılandırmacılığa göre bilgi, duyularımızla ya da çeşitli iletişim kanallarıyla edilgin olarak alınan ya da dış dünyada bulunan bir şey değildir. Tersine; bilgi, bilen (öğrenen) tarafından yapılandırılır, üretilir. Bu nedenle yapılar kişiye özgüdür (Açıkgöz, 2007).

Yapılandırmacılıkta öğrenciler bilgilerini temel kavramlar etrafında yapılandırarak içselleştirir, yeni bilgileri ile var olan bilgileri arasında bağlantı kurarak anlamlı ve kullanışlı bilgi edinirler (Demirel, 2010).

Yapılandırmacılığa göre bilgiyi yapılandırma gereksinimi, bireyin çevresiyle etkileşimi sırasında geçirdiği yaşantılardan anlam çıkarmaya çalışırken ortaya çıkar. Bu süreç yaşam boyu sürer. Çeşitli zamanlarda çeşitli ortamlarda geçirdiği yaşantılar

bireyde bir dengesizlik, bir problem yaratır. Birey önceki deneyimlerine, kavramlarına ve bilgilerine dayanarak bu dengesizliği giderebilecek olası çözümler düşünür. Bu çözümlerden doğru olanlar daha sonra kullanılmak üzere saklanır. Bazı yazarlar bunlara şema demektedir. Şemalar tekrar tekrar kullanılabilir (Açıkgöz, 2007).

Olası çözümleri şemalarla düşündüğümüz için önbilgiler, kavramlar, modeller, değerler, alışkanlıklar vb. yeni oluşacak yapıları etkiler. Yapıların bireye özgü olmasının nedeni budur. Farklı özgeçmişlere sahip bireyler farklı yapılar üretir (Açıkgöz, 2007).

Appleton ve Asoko (1996)'a göre; önbilgiler yeni öğrenilenleri etkiler, ayrıca kendileri de yapılandırma sürecinden etkilenir. Yeni öğrenilenler önceki bilinenler ile uyumlu ise yeni bilgiler özümser, değilse şu üç olasılıktan biri ortaya çıkar;

- a) Öğrenci ilk olarak var olan bilgilerinin yetersiz olduğunu ve yeniden yapılandırılması gerektiğini düşünebilir
- b) Öğrenen, var olan düşünceleri yeniden yapılandırmaz, doğru yanıt bekler. Otorite tarafından verilen yanıt ezberlenir, benzer bağlamlarda hatırlanır, ancak değişik bağlamlarda hatırlanmaz
- c) Bu olasılıkların hiçbiri gerçekleşmez (Akt. Açıkgöz, 2007).

Yapılandırmacı yaklaşım öğrenci merkezlidir. Ancak bu öğretmenin kürsüsünde oturması anlamına gelmemektedir. Ülkemizde aktiviteye dayalı eğitim ve aktif yöntem hep böyle anlaşılmıştır. Bu yanlıştır. Yapılandırmacı yaklaşımda öğretmen de en az öğrenci kadar aktiftir. Bu yaklaşımda öğretmen, örneğin, bilim uzmanıdır, profesyoneldir, keşfettiricidir (Küçükahmet,2007).

Yapılandırmacı yaklaşımda öğretim, geleneksel yöntemdeki gibi öğrencilere önceden belirlenmiş içeriğin doğrudan aktarılması olarak değil, öğrenmenin kolaylaştırılması, öğrenme işinde öğrenciye dış dünyaya ilişkin kendi bireysel bilgi, anlam ya da yorumlarını yapılandırması için yardım edilmesi süreci olarak görülmektedir (Duban, 2008).

2.5.SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMI

Günümüzde, öğrenciyi merkeze alan, öğrenme sürecinde öğrenciyi aktif kılan öğrenme yaklaşımları, üzerinde önemle ve daha çok durulur hale gelmiştir. Bunun temel sebeplerinden birisi de öğrencilerin birtakım bilgileri, ezberleyerek sınav kaygısını atlattıktan sonra unutmaya yüz tutmasının yerine, bu bilgileri günlük hayatta ve karşılaşılan problemlerin çözümünde de kullanmalarını sağlamaktır. Yarının yetişkinleri olacak gençlerini bu bakış açısıyla eğitmeyi amaçlayan ülkeler bu durumun öneminin farkındadırlar. Çünkü edinilen bilgilerin öğrenci tarafından kullanılabilir olması, o bilgilerin ne şekilde elde edildiğiyle de yakından alakalıdır. Bu bakımdan, çeşitli türleri bulunan aktif öğrenme yaklaşımları giderek artan bir öneme sahip olmaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı da bunlardan biridir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, araştırmalar yaparak, sorular sorarak, bilgileri analiz ederek öğrenme ve aynı zamanda elde edilen verileri yararlı bilgilere dönüştürme süreci olarak tanımlanmaktadır (Perry ve Richardson, 2001).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerin, bilgilerini artırdığı, bilimsel düşünmeyi öğrendikleri ve bilim adamlarının doğal yaşamda nasıl çalıştıklarını anlamalarını sağlayan aktivitelerdir (NSES, 2000; akt.Parim, 2009)

Sorgulamaya dayalı öğrenme, problemlerin ya da soruların oluşturulduğu ve öğrencilerin problemleri çözmeye ya da sorulara yanıt bulmaya çalıştığı bir süreçtir (Wood, 2003; akt.Duban, 2008).

2.5.1.SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENMENİN TEMELLERİ

Sorular sorarak, kavrayarak doğruya ulaşma çabasına odaklanan sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının felsefi temelleri Sokrates'e dayandırılmaktadır. Sokrates herhangi bir konuda tartışma, konuşma yapacağı zaman öncelikle o konuyla ilgili temel kavramları sorgular ve tanımlamaya çalışırdı. Bir köleye bir geometri kuramını öğrettiği 'Menon Dialogu' olarak bilinen yöntemiyle özelden genele, kolaydan zora, olaydan

sonuca giderek gerçeği öğretmeye çalışıyordu (Aydın, 2007). Sokrates, öğrencilerin öğrenme sürecine sadece izleyerek değil, aynı zamanda anlayarak ve kavrayarak katılması gerektiğini savunmaktaydı. Yani bir öğretmenin sadece bilgi aktarmakla yetinmeyip öğrencilerin düşünme, sentez ve yorum yapmasına imkan tanınması gerektiği üzerinde durmaktaydı (Karakoç, 2003).

Sokrates'ten beri eğitimde soru sorma, keşfetme ve araştırmanın önemi vurgulansa da fen bilimlerinin eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenmenin kullanımı ile ilgili reform hareketleri 19. yy' da başlamıştır. İsviçreli eğitimci Johann Heinrich Pestalozzi'nin eğitim felsefesi bugünkü reform hareketlerinin pek çoğuna kaynaklık etmiştir. Pestalozzi'nin felsefesi şu şekildedir:

“Eğitim çocukların zihinsel yeteneklerinin doğal gelişimine dayalı olmalıdır. Eğitimcilerin işi, bu zihinsel yeteneklerin nasıl geliştirileceğini belirlemek ve bu yönde öğretim yapmaktır. Araştırma ve deney yapma ezberlemeye göre, aktiviteler yaparak öğrenme de pasif dinlemeye göre daha etkilidir. Dersler ezber dersi şeklinde olmamalıdır. Öğretmenin rolü de öğrencilerin ezberledikleri bilgileri dinlemek ve değerlendirmek değil, onların materyallerle ilgilenmelerini sağlamak ve zihinsel gelişimlerini değerlendirmek olmalıdır” (Keller, 2001; akt.Tatar, 2006).

Pestalozzi'nin etkilerinden sonra aktif öğrenme süreci başlamış, bunu da John Dewey'in öğrenci merkezli eğitim yaklaşımını temel alan dönem takip etmiştir. Dewey, fen derslerinde öğrencilere yeterince sorgulama ve düşünme imkanı tanınmadığını, sadece birtakım hazır materyaller kullanılarak öğrencilere bazı bilgilerin tekrarlatıldığını dile getirmiştir (O'Neill ve Polman, 2004).

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin eğitim literatüründe yer alması ise 20. yy' nin başlarında gerçekleşmiştir. Dewey, Conant, Bruner, Schwab, Suchman, Gagne, Piaget ve Lawson gibi araştırmacılar bu öğrenme yaklaşımı üzerinde durmuşlardır (akt.Tatar, 2006).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, J. Dewey'in bilimsel düşünme basamaklarına dayanmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanmıştır (Barth ve Demirtaş, 1997):

1. Problemlerin hissedilerek tanımlanması
2. Problemlerin çözümü için hipotezlerin belirlenmesi

3. Çözüm için veri toplanması
4. Toplanan verilerin analiz edilmesi
5. Sonucun formüle edilmesi (akt. Ortakuz 2006).

Sorgulamaya dayalı öğrenme fen eğitiminde Bruner ile birlikte kullanılmaya başlanmıştır (Tatar, 2006). Bruner'e göre öğretmen, öğrenciye bir takım bilgileri hazır olarak sunan değil, öğrenciyi bir takım soru veya problemlerle karşı karşıya bırakarak onları çözmeye teşvik eden ve yol gösteren kişi konumunda olmalıdır. Öğrencinin öğrenme sürecinde aktif roller alarak keşifler yapmasına imkan tanınmalıdır (Senemoğlu, 2000).

Gençtürk ve Türkmen'in (2007) ifade ettiğine göre eğitimde sorgulama metodunun kullanımı kaynağını, soruşturmalarda, özellikle adli vakalarda kullanılan sorgulama (inquiry, enquiry) yönteminden almaktadır. Öğrenci merkezli yaklaşımı esas alan sorgulamaya dayalı öğrenme, bu uygulamalardan esinlenerek özellikle fen eğitimi alanında geleneksel öğretim yöntemlerine alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

Sorgulamaya dayalı öğrenme,

- Yapılandırmacı kuram ışığında ortaya çıkmıştır.
- Ürün ortaya koyma ya da problem çözmeden daha çok sorgulama-araştırma süreci üzerinde durur.
- Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeyi ve öğrenmeyi öğrenmelerini hedefler.
- Öğrenme sürecinde öğretmen hem bir rehber hem de bir modeldir (Duban, 2008).

2.5.2.SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENME YAKLAŞIMININ ÖZELLİKLERİ

2.5.2.1. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğretmen ve Öğrenci Roller

Sorgulamaya dayalı öğrenme, soru sormaya, eleştirel düşünmeye ve problem çözmeye odaklı öğrenci merkezli bir öğrenme yaklaşımı olduğu için öğrencilerin yaşamları boyunca ihtiyaç duyabilecekleri becerileri geliştirmelerine imkan sağlar. Böylece, öğrencilerin hayatta karşılaştıkları sorunlarla başa çıkmalarına da yardımcı olur (Branch ve Solowan, 2003).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, soru sorma, bilgiyi arama, herhangi bir olguyla ilgili yeni bir şey bulma yoludur. Başka bir ifadeyle fen işlemleri olarak tanımlanan SDÖ de öğrenci neden sonuç ilişkisi ve eleştirel düşünmeyi kullanarak, bilimsel bilgi ve işlemleri birleştirerek öğrenir (Parim, 2009).

Bu yöntemin esası, öğrencilere bilim adamlarının bilimsel araştırmalarda kullandıkları teknikleri kullanarak fiziksel dünyayla uğraşırken karşılaştıkları problemlerle veya sorunlarla başa çıkmayı öğretmektir. Sorgulama yönteminde öğretmen durumları tasarlar. Böylece öğretmen öğrencilere, bilim adamlarının sorular sormak, problemleri tanımak, araştırma yöntemlerine başvurmak, tutarlı tahmin ve tanımlar yapmak ve günlük yaşamda paylaşılmış deneyimler ile bağdaştırabilir açıklamalar yapmada izledikleri yolları kullanmayı öğretir (Gençtürk ve Türkmen, 2007).

Sorgulamaya dayalı öğrenmede izlenen yol problem çözmede izlenen yolun aynısıdır. Bu yöntemde öğrencilerin araştırma ve inceleme yapmalarına ağırlık verilir. Öğretmen bu stratejiyi kullanırken yol gösterici, yönlendirici, rehber konumundadır. Böylece öğrenci sorgulama yoluyla bir problemin nasıl çözüleceğini öğrenmiş olur (Demirel, 2002).

Sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenci, konuyla kaynaştırılarak, konuyu daha derinden anlaması ve çözümler bulmak için çaba harcaması sağlanır. Böylece öğrenci öğrenme süreci boyunca, sorular sorarak, açıklama ve gözlemler yaparak, görev üstlenerek bu sürece aktif bir şekilde dahil olur (Davis, 2005).

Sorgulamaya dayalı öğrenme için öncelikle öğrencilerde sorgulama becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için de öğrenciler, bilimsel bilgiyi yapılandırabilecekleri ve değerlendirebilecekleri çeşitli etkinliklere katılmalıdırlar (Wu ve Hsieh, 2006).

Babadoğan ve Gürkan'a göre (2002) SDÖ yaklaşımının temel özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- i) öğrenciye dayalı bir düşünme çatısı oluşturma,
- ii) hedef ve hedef davranışları belirleme,
- iii) öğretmeni bir sınıf lideri olarak kontrolü elinde tutan bir yapıya sokma,
- iv) öğrencilerin konu ile ilgili tepkilerini kestirme,
- v) sınıfı bir öğrenme laboratuvarına dönüştürme,
- vi) her bir öğrenci ile birebir ilgilenerek bir tavır sergileme.

Sorgulamaya dayalı öğrenmede amaçlanan, öğrencinin problem çözme becerilerini kullanarak bilgi edinme sürecine aktif olarak katılması, yaşamın içinden bilgileri araştırması ve bu bilgileri genelleyebilecek beceri ve tutumlar geliştirmesidir (Wilder and Shuttleworth, 2005). Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamında öğrenciler birtakım sorunları çözmek için zihinsel bir etkinliğe girerler. Eşli ya da küçük gruplar halinde çalışan öğrenciler sorular sorarak ve yanıt olarak sunulan farklı açıklamalar karşısında arkadaşlarıyla fikir tartışmasına girerek etkileşimde bulunurlar. Açık uçlu sorulara verilen yanıtlar, kavram yanlışlarının belirlenmesine ve giderilmesine yardımcı olur. Tüm sınıfın elde ettiği verilerin bir araya toplanması, öğrencilerin kendi verilerini arkadaşlarınıninkiyle karşılaştırmalarını ve bu verilerin hangi bakımdan uyuşup, hangi açılardan farklılık gösterdiğini sorgulamalarını sağlar. Öğrencilerin çeşitli materyalleri kullanmaları, eski bilgileri ile yeni edindikleri bilgi ve deneyimleri arasında ilişki kurmalarına ve bilgiyi yapılandırmalarına olanak tanır (Colburn, 2007).

Bu yöntemi diğer yöntemlerden, özellikle düz anlatım ve soru-cevap metodundan ayıran, bilginin ne ölçüde aktarıldığı yerine, problemlerin, öğretmenin yönlendirmesi ile öğrenciler tarafından çözümlenmesidir. Sorgulamaya dayalı

öğrenmede öğrenciler gözlem ve deney yolu ile öğrenme sürecini direkt yaşama imkanına sahip olmaktadır. Bu sebeple kavrama açısından diğer metotlardan daha üstün tutulmaktadır (Büyükkaragöz ve Çivi, 1999; akt. Ortakuz 2006).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencileri problemlerle karşı karşıya bırakarak, onları sorular sormaya, incelemeler yapmaya ve elde ettikleri bilgileri sorgulamaya iten bir özelliğe sahiptir. Bu şekilde öğrencilere problem çözme becerisi kazandırır. Sorgulamaya dayalı öğrenme modelinde, öğrenci kendi gayreti ile öğrenmekte; öğretmen öğrenciyi araştırmaya, incelemeye yönlendirmektedir. Bu süreçte önemli olan nokta öğretmenlerin öğrencileri keşfedici sorularla yönlendirmeleridir. Bu sorular yardımıyla öğrenciler yeni keşifler ve araştırmalar için fırsatlar yakalamış olurlar. Öğretmenin sorduğu sorular öğrencileri düşünmeye sevk eder ve onların doğruyu bulmalarını sağlar. Geleneksel metotların tersine bu yaklaşımda öğretmen, soruların cevaplayıcısı değil soru soran kişi konumundadır. Öğretmen bu yaklaşımda ne tür sorular sorması gerektiğini iyi bilmelidir (Orlich vd,1990; akt. Çalışkan ve Turan, 2010).

2.5.2.2. Sorgulamaya Dayalı Öğrenmede Öğretme-Öğrenme Süreci

SDÖ, öğrencilerin bilimsel bilgi edinme işlemine sınıfça veya bireysel olarak katılmalarını sağlar. Sunulan deneyler veya problemler sayesinde ilgili veriler üzerinde çalışarak sonuca ulaşmayı öğrenmelerine aracı olur. Tümdengelim yöntemi ile bilimsel bilgi elde etmelerine, yaparak öğrenmelerine yardım eder (Gençtürk ve Türkmen, 2007). Öğrenciler katıldıkları aktiviteler sayesinde sahip oldukları yanlış kavramları çekinmeden açıklama ve analiz etme fırsatı bulurlar. Böylece hatalarıyla yüzleşip yanlışlarını düzeltebilirler (Arslan, 2007). Ayrıca öğrencilerin öğrenme durumlarına katılım durumu arttıkça, öğrenme hem anlamlı hem de kalıcı olmaktadır. Öğreticilere düşen görev ise öğrenme için gerekli ortamları hazırlama ve yönetmedir (Gençtürk ve Türkmen, 2007). Sorgulamaya dayalı öğrenme için ise ortam sadece sınıfla sınırlı değildir. Yerine göre bir atölye, laboratuvar veya okul dışı herhangi bir ortam kullanılabilir (Vural, 2004; akt. Ortakuz 2006).

Bu yaklaşım öğrencilerin kendi başlarına veya grupla yaptıkları çalışmalarda sorumluluk almalarına, kendilerini ifade etmelerine ve böylece öz güvenlerini geliştirmelerine imkan tanır. Ayrıca, öğrenenlerin sürecin içinde sürekli aktif olması, kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları ve öğrendiklerini günlük hayatta uygulayabilmeleri onların fen derslerine yönelik olumlu tutumlar geliştirmelerine yardımcı olur. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları problemleri nasıl araştırıp çözümleyeceklerini öğretir. Sorgulamaya dayalı öğrenme süreci anaokulundan üniversiteye kadar tüm eğitim düzeylerinde uygulanabilir (Tatar, 2006).

Tüm sınıf düzeylerindeki uygulamalarda, sorgulamaya dayalı öğrenme beş temel özelliğe sahiptir. Sorgulamanın beş temel özelliği şunlardır (NRC,2000):

- Öğrenciler bilimsel sorularla iç içedir.
- Dünyanın yapısı ve işleyişi ile ilgili açıklamaların temelini deneysel kanıtlar oluşturmaktadır.
- Bilimsel açıklamalar bir nedene dayandırılır.
- Alternatif açıklamalar ışığında öğrenciler bilimsel anlayışlarını yansıtarak yaptıkları açıklamaları değerlendirirler.
- Öğrenciler yaptıkları açıklamaları başkalarıyla paylaşırlar ve sundukları açıklamaları ispatlarlar.

Kullanılan öğretim yöntemleri ve materyaller sorgulamanın bu beş temel özelliğine uygun şekilde hazırlanmalıdır. Bu özellikler sorgulama sürecinde farklı biçimlerde ortaya çıkabilir. Bu farklılaşma öğretmenin etkinlikleri hazırlamada fazlasıyla işin içine girdiği durumlardan, tamamen öğrencinin etkin olduğu, çalışmayı öğrencilerin planlayıp yürüttükleri durumlara kadar uzanabilir (Duban, 2008).

Sorgulamaya dayalı öğrenmede üç ana bölüm bulunur. Birinci bölümde öğretmen konuyla ilgili sahip olunması gereken amaçları belirler. Bu amaçlar doğrultusunda öğretmen öğrencilere gerekli ayrıntıları öğreterek onların ne şekilde öğrenmeleri gerektiği konusunda yardımcı olur.

Bu yöntemde öğrencilerin sorun çözmeye yönelik inceleme ve araştırmalar yapmaları beklenmektedir. Öncelikle işlenmekte olan konu öğretmen tarafından dikkatlice analiz edilmelidir. İkinci aşamada öğretmenin dikkat etmesi gereken nokta, öğrencilere sorun çözme becerisi kazandırırken aynı zamanda öğrencilerin konuyu da öğrenmelerini sağlamaktır.

Üçüncü bölümde ise içerik kontrol altında tutularak, yanlışlar konusunda düzeltici, doğrular konusunda ise güdüleyici geri bildirim verilir (Babadoğan ve Gürkan, 2002).

Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilere konunun amaçlarını, konuyu öğrenmek için iş birliği yapmayı, düşüncelerini birlikte listeleyip tartışmaları gerektiğini öğreten ve her öğrencinin sonuca ulaşmada bir katkısının olduğunu savunan bir öğrenme yaklaşımıdır (Gençtürk ve Türkmen, 2007).

Arends'e (1998) göre sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı, üç hedef üzerine kurulmuştur:

1. Öğrencilerin problemleri anlamalarını sağlamak ve sistematik olarak sorgulama yeteneklerini geliştirmek.
2. Öğrencilerin kendi kendilerini yönlendirerek öğrenme süreçlerini kontrol etmelerini ve bu süreçlerin farkında olmalarını sağlamak.
3. Öğrenilen bilgilerin uzun süre hatırlanmasını ve diğer alanlarda da kullanılabilmesini sağlamak (akt. Kula, 2009).

Öğrencilerin elde edilen bilgileri direkt olarak kullanmaları ve bilgileri bu şekilde özümsemeleri sağlanmalıdır. Böylelikle öğrencilerde kalıcı öğrenmeler gerçekleşebilir (Gençtürk ve Türkmen, 2007).

2.5.3.SORGULAMAYA DAYALI ÖĞRENMENİN ÜÇ DÜZEYİ

Martin’e göre (1997) sorgulamaya dayalı öğrenmenin üç tipi bulunmaktadır:

1. Açıklamalı Sorgulama: Öğretmen merkezli klasik bir yöntemdir. Öğretmenin ne anlatacağına kendinin karar verdiği, öğrencilerin de öğretmenin anlattıklarını öğrendikleri bir yöntemdir. Öğretmen bilginin kaynağıdır. Fen içerikli konuların öğretiminde, yeni bilgiler sınıfta sunulurken kullanılır.

2. Rehberli Sorgulama: Öğretmen merkezli düz anlatım yöntemi ile öğrenci merkezli serbest sorgulama yönteminin birleşmesinden oluşmuştur.

3. Serbest Sorgulama: Öğrencilerin öğrenecekleri konularda neyin önemli olduğuna kendilerinin karar verdiği, öğrenci merkezli bir yöntemdir. Öğrenciler yapacakları etkinlikleri seçer ve konuyu kendileri araştırır. Öğretmen kaynak kişi ve sorgulama sürecinde yardımcı konumundadır (Timur ve Kıncal, 2010).

Bu araştırmada “Rehberli Sorgulama” yöntemi kullanılmıştır. Rehberli sorgulama, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi içerir. Öğretmen rehber, kaynak kişi ve yardımcı sorgulayıcıdır. Çalışma için uygun altyapıyı öğretmen oluşturur. Üniteyi, konuları gösterir, başlığı seçer. İlk aktiviteyi öğretmen gerçekleştirir. Soru sorar, öğrencilere çabalarında yardımcı olur. Öğrencileri dinler, daha fazla soru sorar. Sınıf aktiftir ve öğrenciler küçük gruplar hâlinde çalışır. Öğretmen dersin başlangıcında ileri düzeyde rehberlik edebilir ama ders ilerledikçe üzerindeki rehberliği azaltır. Rehberli sorgulama öğrencilerin kendi kavramlarını oluşturmalarını sağlar. Verilen başlıkları derinlemesine incelemelerine, kendi sorularını sormalarına izin verir. Başboşluk hissine kapılmadan süreç içerisinde sorgulama, araştırma yapmalarına imkan tanır (Martin vd., 1998; akt. Timur ve Kıncal, 2010).

Rehberli sorgulama, öğrencilerin bir konu hakkında daha çok şey öğrenmeleri gerektiğinde, öğretmenin rehberliğinde öğrencilerin çeşitli kaynaklardan uygun bilimsel bilgileri araştırıp kullanabildikleri bir yöntemdir. Öğretmen, öğrencilere araştırmalarına yön vermede yardımcı olur. Genellikle öğretmen, bir soru, bir durum seçer. Öğrenciler, bu araştırmaya nasıl devam edeceklerine öğretmenle birlikte karar verirler (Hansen, 2002).

Furtak’a (2006) göre rehberli sorgulamada öğrencilere, bilim adamlarının düşünce süreçleri kullandırılarak çeşitli aktivitelerle belli cevaplara, sonuçlara ulaşmaları sağlanır. Konu ile ilgili temel bilgiler ve problemler öğretmen tarafından belirlenirken öğrenciden sonuç çıkarması ya da genelleme yapması istenir. Ortamın oluşturulması, malzemelerin hazırlanması, problemlerin ortaya konulması ve yanıtların alınması gibi süreçlerde öğretmen etkin bir role sahiptir (Orlich ve diğerleri, 1998; Açıkgöz, 2003; akt. Bilgin ve Eyvazoğlu, 2010). Öğretmenler, öğrenmeleri gereken içeriği öğrencilere, zincirleme olarak devam eden kritik düşünme sorularıyla öğretmeye çalışırlar. Konunun başında, ortasında ve de ilerleyen bölümlerde öğrencilere yol gösterici ipuçları verilir. Bu ipuçları yardımıyla öğrenciler yönlendirilerek konu öğretilmeye çalışılır. Kullanılacak olan kritik düşünme soruları ve problemler basitten karmaşığa doğru giden, öğrencilerin uygulama yapmalarına ve bilgiyi derinlemesine öğrenmelerine imkan veren nitelikte olmalıdır (Bilgin ve Eyvazoğlu, 2010).

2.6.İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı (inquiry based learning approach) ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında özet bilgilere yer verilmiştir. İngilizce’deki ‘inquiry’ kelimesinin Türkçe karşılığı olarak bazı çalışmalarda ‘sorgulama’, bazılarında ‘araştırma’, bazılarında ise ‘sorgulayıcı’ ifadesinin kullanıldığı görülmektedir.

Timur ve Kincal (2010), yaptıkları çalışmada, ilköğretim 7. sınıf Fen Bilgisi dersi “Ya basınç olmasaydı?” ünitesinin sorgulamaya dayalı öğrenme ile işlenmesinin öğrenci başarısına etkisini araştırmışlardır. 8 hafta süren çalışma sonucunda araştırmacılar ilköğretim 7. sınıf Fen Bilgisi dersinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında öğrencilerin “bilgi” düzeyindeki başarılarını etkilemediği, ancak “kavrama”, “uygulama” ve “genel başarı” düzeylerini anlamlı derecede arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bilgin ve Eyvazoğlu (2010), çalışmalarında rehberli araştırma yöntemine göre hazırlanan etkinliklerin işbirlikli ve bireysel öğrenme ortamında uygulanmasının fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin kimyadaki stokiyometrik problemleri çözme başarılarına ve kimya dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini, bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünün birinci sınıfında okuyan, 55 öğrenci oluşturmuştur. Gruplar rastgele seçilerek deney grubunda rehberli araştırma yöntemine göre hazırlanmış kimyadaki stokiyometrik problemlerle ilgili etkinlikler işbirlikli öğrenme ortamında; kontrol grubunda ise, aynı etkinlikler bireysel öğrenme ortamında uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak Kimyadaki Stokiyometrik Problemleri Çözme Başarı Testi (KSPÇBT) ve 5'li likert tipi Kimyaya Karşı Tutum Ölçeği (KKTÖ) ön ve son test olarak uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucu öğrencilerin kimyadaki stokiyometrik problemleri çözme başarılarının istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte, başarı testinin alt boyutları incelendiğinde, bazı kimya konularında öğrencilerin problem çözme başarılarında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu, ancak bazılarında her iki grubun başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, her iki grubun da kimya dersine karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ortaya çıkmıştır.

Akçakın (2010), tarafından yapılan araştırmanın amacı, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik derslerinde, Geleneksel Öğrenme Yaklaşımı ile Sorgulayıcı Problem Çözme ve Öğrenme Modeline ilişkin algılarını belirlemektir. Çalışma bir ilköğretim okulunun 2. kademesinden 138 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna Sorgulayıcı Problem Çözme ve Öğrenme (SPÇÖ) Modeli ile, kontrol grubuna ise Geleneksel Öğrenme yaklaşımı ile ders işlenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin algı düzeyleri arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Sakar (2010), tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının 9. Sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve kimyaya yönelik tutumları üzerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırma bir lisede 9. sınıflardan oluşan iki sınıfta gerçekleştirilmiştir. Bir sınıfta araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı, diğer sınıfta ise geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Ölçme araçları olarak Akademik Başarı Testi ve Kimya Dersi Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçme araçları

deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak verilmiştir. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı son test ve kimya dersi tutum ölçeği son test puanlarının kontrol grubundaki öğrencilerin puanlarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bağcaz (2009), tarafından yapılan çalışmada, fen ve teknoloji dersinde fiziksel ve kimyasal değişim konusunu, yapılandırmacı yaklaşımı temel alan sorgulayıcı öğretim yöntemi ile öğrencilere sunarak bu yöntemin öğrencilerin akademik başarıları ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutum konusunda etkisini yine yapılandırmacı yaklaşımı temel alan 5E modeli ile karşılaştırarak incelemek amaçlanmıştır. 3 hafta devam eden çalışmaya 60 öğrenci katılmıştır. Deney 1 grubunda sorgulayıcı öğretim yöntemi, Deney 2 grubunda ise 5E modeli uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, sorgulayıcı öğretim yönteminin 5E modeline göre öğrencilerin akademik başarılarını daha fazla artırdığını göstermiştir. Fakat her iki yöntemin de son test puanlarına bakıldığında fen ve teknolojiye yönelik tutum üzerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışkan (2009), tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının ilköğretim yedinci sınıflar Sosyal Bilgiler dersinde kullanılmasının öğrencilerin eleştirel düşünme düzeylerine etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmada deney ve kontrol gruplu deneysel tasarım kullanılmış, öğrencilerin eleştirel düşünme düzeylerinde uygulama öncesi ve sonrasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Uygulama sonunda, deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme düzeylerinin kontrol grubundaki öğrencilerden daha fazla geliştiği görülmüştür.

Parim (2009), tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dayalı öğrenmenin, ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin fotosentez ve solunum kavramlarını öğrenmelerine, başarılarına ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada geleneksel yöntemin uygulandığı kontrol grubu (n=24), kavramların öğretmen tarafından verildiği yönlendirmeli araştırmaya dayalı öğrenmenin uygulandığı deney 1 (n= 25) ve kavramların öğrencilere verilmeyip öğrencinin aktif olarak gerçekleştirdiği deneylerden kavramları çıkarım yapması beklenen yönlendirme yapılmayan araştırmaya dayalı öğrenmenin uygulandığı deney 2 grubu (n= 23) olmak üzere toplam 3 grupla çalışılmıştır. Her iki deney grubunda 5 E öğrenme döngüsü modeli kullanılmıştır. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerindeki gelişimleri

bakımından sadece deney 2 grubunda gelişme sağlanmıştır. Başarı ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, her üç grupta anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Fotosentez ve solunum kavramlarının öğrenilmesinde kontrol grubunda anlamlı bir fark elde edilemezken deney gruplarında anlamlı bir fark elde edilmiştir. Bu fark, fotosentez kavramında deney 1 grubunun lehine iken solunum kavramında deney 2 grubunun lehine bulunmuştur.

Kula (2009), tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dayalı fen öğrenmenin, öğrencilerin, amaçlı not tutma ve bilimsel süreç becerileri, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi araştırılmıştır. Deneme modellerinden ‘ön test-son test kontrol gruplu model’ kullanılarak yapılan çalışmada, nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bir ilköğretim okulunun 6. sınıfına devam eden öğrencilerin bir şubesi deney (n=30), diğer şubesi kontrol grubunu (n=30) oluşturmuştur. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine başarı testi, tutum ölçeği, açık uçlu sorular ve bilimsel süreç becerileri testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırmaya dayalı öğrenme uygulamalarının deney grubu içinde öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiş ancak aradaki fark anlamlı çıkmamıştır. Her iki grubun başarılarında artış olmakla birlikte araştırmaya dayalı fen uygulamalarının yapıldığı deney grubu lehine anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin, öğrencilerin kavram öğrenmelerini olumlu yönde etkilediği ve kavram yanlışlarını en aza indirdiği ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı olumlu tutum geliştirmeleri açısından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin deney grubu öğrencilerinin amaçlı not tutma becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Taşkoyan (2008), tarafından yapılan çalışmada, sorgulayıcı öğrenme stratejilerine dayalı olarak yürütülen Fen ve Teknoloji ders uygulamalarının, öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri, akademik başarıları ve Fen Bilgisi dersine yönelik tutumları üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. 7 hafta süren çalışmaya 7. sınıfa devam eden 36 öğrenci katılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere 5E öğrenme modeli temel alınarak sorgulayıcı öğrenme stratejilerine uygun olarak hazırlanan deney ve uygulama etkinlikleriyle öğretim yapılırken, Kontrol grubundaki öğrencilere ise 5E öğrenme modeline uygun olarak ders planları hazırlanmış, kontrol grubundaki öğrencilerin etkinlikleri, Fen Bilgisi öğretim programına uygun ders kitaplarındaki deneyleri ve uygulamaları kapsayacak şekilde hazırlanıp uygulanmıştır.

Elde edilen verilere göre uygulama öncesi her iki gruptaki öğrencilerin başarı testleri, sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ve fene yönelik tutum puanları arasında herhangi anlamlı bir fark bulunmazken, uygulama sonunda başarı testi, sorgulama becerileri algıları ve açık uçlu soruların sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerin lehine anlamlı fark bulunmuştur. Ancak Fen’e yönelik tutumlarında ise her iki grupta anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Duban (2008), çalışmasında, Fen ve Teknoloji dersinin ilköğretim 5. sınıf düzeyinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre nasıl uygulanabileceğini belirlemeyi amaçlamıştır. On iki haftalık bir süreç içerisinde tamamlanan çalışmada araştırmacı, öğrenci günlükleri, tutum ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşmeler, fotoğraflar, video kayıtları ve el yapımı ürünlerden faydalanılmıştır. Araştırmacı çalışmasında, İlköğretim 5. sınıf Fen ve Teknoloji ders programında yer alan öğrenme alanlarına ve bu öğrenme alanlarındaki kazanımlara uygun olacak biçimde sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri düzenlemenin olanaklı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Akkuş ve diğerleri (2007) çalışmalarında, geleneksel fen öğretimi ile sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını, öğrencilerin son test puanlarını, öğrenci başarısı ve öğretmenin yaklaşımı uygulayışı ile ilişkilendirerek karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Öğretmen tarafından yapılan gözlemlerin ve öğrencilerin test sonuçlarının analizinde yöntem çeşitlemesi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, sınıfta yapılan uygulamanın niteliğinin öğrencilerin son test puanları üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nitelikli bir sorgulamaya dayalı yaklaşımın fen sınıflarındaki öğrenci başarısını önemli ölçüde artırabileceği görülmüştür.

Arslan (2007), çalışmasında, fen bilgisi dersi “Canlılarda Üreme ve Gelişme” ünitesinde araştırmaya dayalı öğretim yöntemini kullanmanın başarıya ve kavramsal öğrenmeye etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Sekiz hafta süren araştırmanın örneklemini, bir devlet okulunda 8. sınıfın iki farklı şubesinde okuyan toplam 60 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubunda konular araştırmaya dayalı öğretim yöntemiyle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemleriyle işlenmiştir. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında deney ve kontrol grubu öğrencilerine başarı testi ve açık uçlu sorular yöneltilmiştir. Araştırmaya dayalı öğretim yönteminin üreme ve gelişme konularında öğrencilerin akademik başarısında olumlu etkisi olduğu bulunmuştur. Ayrıca araştırmaya dayalı öğretim yönteminin üreme ve gelişme

konularında öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmesinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Gençtürk ve Türkmen (2007), çalışmalarında ilköğretim 4. sınıf fen bilgisi dersi ‘Canlılar Çeşitlidir’ ünitesinde öğrencilerin başarı düzeyleri açısından geleneksel öğretim metodu ile sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının etkilerini karşılaştırmışlardır. Araştırmaya 2003-2004 eğitim-öğretim yılında 4. sınıf düzeyindeki 50 öğrenci katılmıştır. Yaklaşık 7 hafta süren araştırmanın öncesinde ve sonrasında deney ile kontrol gruplarına başarı testi uygulanmıştır. Çalışma sonunda, fen bilgisi öğretiminde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanılmasının öğrencilerin başarı düzeylerinde anlamlı bir fark ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu çalışma ile ilköğretim 1. kademe düzeyinde sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen bilgisi derslerinde etkin olarak kullanılabilecek yöntemlerden birisi olduğunu belirtmişlerdir.

Tatar (2006) çalışmasında, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarını geliştirmede araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının etkililiğini incelemiştir. Deneysel olarak desenlen çalışma, 2004-2005 öğretim yılı bahar döneminde iki farklı ilköğretim okulunun 7. sınıflarından yansız olarak seçilen deney ve kontrol gruplarına uygulanmıştır. Her iki okulun da deney gruplarında araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımı, kontrol gruplarında ise öğretmen merkezli açıklamalı yöntemler kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilere uygulanan ölçek ve testlerden elde edilen nicel verilerden elde edilen bulgular, öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen nitel bulgularla desteklenmiştir. Sonuç olarak, araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, akademik başarıları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumları, kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir.

McPhedran (2006) tarafından yapılan çalışmada, sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada nitel ve nicel yöntemler kullanılmış, sorgulamaya dayalı öğrenme yoluyla işlenen bir ünitenin 11. sınıf erkek çocuklarının motivasyonlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkileri, motivasyon ölçüsü olarak kabul edilen amaçlı yönelme (goal orientation) ile ölçülmüştür. Amaçlı yönelme, sorgulamaya dayalı

öğrenme uygulamalarından önce, uygulama esnasında ve sonrasında ölçülerek değerlendirilmiştir. Öğrencilerin performans amaçlı yönelmelerinin, genel olarak uygulama sonrasında öğrenme amaçlı yönelmeye dönüştüğü görülmüştür.

Ortakuz (2006) çalışmasında, ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersinde dolaşım sistemi konusunda araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin akademik başarıları ve fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisini kurmaları üzerinde etkili olup olmadığı belirlemeyi amaçlamıştır. Örneklemi 92 öğrenciden oluşan deney ve kontrol grupları oluşturulmuş, kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle işlenirken, deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenme yöntemi ile işlenmiştir. Başarı testi ve açık uçlu sorular, uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere uygulanmıştır. Çalışmada, araştırmaya dayalı öğrenmenin, öğrencilerin akademik başarısına ve fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisini kurmaya olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Wu ve Krajcik (2006), 7. sınıf öğrencilerinin sorgulamaya dayalı öğrenme çevresinde tablo ve grafik kullanma durumlarını inceleyen bir örnek olay çalışması yapmışlardır. “Su Kalitesi ve İlişkili Kavramlar” ünitesi üzerinde çoklu veri kaynaklarının kullanımıyla yürütülen çalışma sekiz aylık bir sürede tamamlanmıştır. Öğrencilerin tablo ve grafik çizerek bunları yorumlamalarının, hangi sorgulama becerilerinin kullanılabileceğine karar vermelerine olanak sağladığı gözlenmiştir. Ayrıca tüm öğrenciler ünite sonunda, karmaşık yapıda tablo ve grafik oluşturma, yeni tablo ve grafikleri yorumlama konusunda yeterli düzeye gelmişlerdir. Sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimsel uygulamalara ilişkin süreç becerilerini ve yeteneklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Mecit (2006) yaptığı çalışmada, sorgulamaya dayalı 7E öğrenme evresi modelinin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneğinin gelişimi üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya aynı fen ve teknoloji öğretmenine sahip iki ayrı sınıfta okuyan 46 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Deney grubunda sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel alan 7E öğrenme evresi modeli kullanılırken, kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle işlenmiştir. Çalışmada, Fen ve Teknoloji dersi kapsamında yer alan ‘su döngüsü’ konusu seçilmiştir. Cornell Eleştirel Düşünme Becerisi testi deney ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Deney grubu eleştirel düşünme becerisi testi sonuçlarının, kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Wu ve Hsieh (2006), çalışmalarında, sorgulamaya dayalı bir sınıf ortamında 6. sınıf öğrencilerinin sorgulama becerilerinin nasıl geliştiğini araştırmışlardır. Araştırmada, sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri düzenlenmiş, buna bağlı olarak öğrencilerde gelişmesi beklenen ilişki kurma, karşılaştırma yapma, kanıt olarak veri kullanma ve açıklamaları değerlendirme becerilerinin gelişim durumu izlenmiştir. Uygulama, 58 öğrenciden oluşan iki fen sınıfında yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin katıldıkları sorgulamaya dayalı öğrenme etkinlikleri sonrasında, sorgulama becerilerinde anlamlı düzeyde bir artışın meydana geldiğini göstermiştir. Öğrencilerin, ilişki kurma, karşılaştırma yapma, kanıt olarak veri kullanma becerilerinde daha üst seviyede bir artış gözlenirken, açıklamaları değerlendirme becerilerinde gözlenen artış diğerlerine nispeten daha az olmuştur.

Erdoğan (2005) tarafından yapılan çalışmada, 7. sınıf öğrencilerinin atom konusundaki kavramsal değişimlerine, bilimsel süreç becerilerine ve fene yönelik tutumlarına, sorgulayıcı araştırmaya dayalı öğretim yönteminin etkisini incelemek amaçlanmıştır. Aynı zamanda, öğrencilerin ‘atom’ hakkındaki düşüncelerinin bilimsel doğruluğu ve içeriği hakkında bilgi edinmek ve öğrencilerin atom hakkında sahip oldukları yanlış kavramların alan yazın bilgileriyle uyum gösterip göstermediği araştırılmıştır. Çalışma bir ilköğretim okulunun öğretmenini aynı olan iki farklı 7. sınıf şubesinden 65 öğrenci ile yapılmıştır. 5 hafta süren çalışmada, deney grubuna sorgulayıcı araştırmaya dayalı öğretimle, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemle ders işlenmiştir. Başarı testi, kavram testi, bilimsel süreç beceri testi ve fene yönelik tutum ve algılama testi öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, sorgulayıcı araştırmaya dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal değişim, bilimsel süreç becerileri ve başarılarına anlamlı bir katkı sağladığı ancak öğrencilerin fene yönelik tutum ve algılamalarında anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir.

Çalışkan (2004), tarafından yapılan çalışmada, araştırmaya dayalı lise kimya dersinin ve cinsiyet farkının öğrencilerin atom konusunu anlamalarına, öğrenme yaklaşımlarına, motivasyonel amaçlarına, öz yeterliliklerine, ve bilimsel bilgi hakkındaki inançlarına olan etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırmaya dayalı öğretim yöntemi uygulanan deney grubu 22 öğrenciden, geleneksel yöntem kullanılan kontrol grubu ise 25 öğrenciden oluşmuştur. Veri toplama amacıyla Atom Konu Testi, Öğrenme Yaklaşımı Soru Formu, Başarı Motivasyon Soru Formu ve Bilimsel Bilgi

Soru Formu, kullanılmıştır. Araştırmaya dayalı öğretim gören öğrencilerin atom konusu ile ilgili başarılarının, geleneksel kimya anlatımı öğrenimi gören öğrencilerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Fakat araştırmaya dayalı öğretim yöntemi, öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarını, motivasyonel amaçlarını, öz-yeterliklerini, fen bilgisi hakkındaki inançlarını, ve akıl yürütme yeteneklerini etkilememiştir. Ayrıca cinsiyet bakımından öğrencilerin atom konusunu anlamaları, öğrenme yaklaşımları, motivasyonel amaçları, öz-yeterlikleri, ve bilimsel bilgi hakkındaki inançlarında bir fark gözlenmemiştir

Laipply (2004) tarafından yapılan araştırmada, bir devlet okulunda öğrenim gören öğrencilerin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımıyla işlenen biyoloji laboratuvarı derslerinin, öğrencilerin biyoloji öz yeterlilik inançlarına ve fene ilişkin tutumlarına etkisi incelenmiştir. 15 hafta devam eden araştırma bir örnek olay çalışması şeklinde düzenlenmiştir. Çalışmada veriler, gözlemci notları, yapılan görüşmeler, biyoloji öz yeterlilik inancı ölçeği ve fene yönelik tutum ölçeği yardımıyla toplanmıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının öğrencilerin biyoloji öz yeterlilik inançları ve fene yönelik tutumları üzerinde olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. Bunun neticesinde de sorgulamaya dayalı öğrenme uygulamalarının daha da kolaylaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Macaroğlu ve Özdemir (2001), tarafından yapılan çalışmanın amacı, Türk ve Pensilvanyalı ilköğretim öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğretim ortamlarında fen ve matematik öğretimi hakkındaki anlayışlarını incelemektir. Araştırma örneklemini Pensilvanya Eyalet Üniversitesi İlköğretim bölümüne devam eden yirmi altı ve Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümüne devam eden otuz beş öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma verileri; 1998 Bahar dönemi boyunca Fen Bilgisi Öğretimi metot dersi çerçevesinde Amerika-Pensilvanya'da, 1999 Bahar dönemi boyunca da Fen Bilgisi ve Matematik Öğretimi metot dersleri çerçevesinde İstanbul- Türkiye'de toplanmıştır. Her iki ülkede de öğretim üyeleri sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarını örneklemiştir. Veri kaynakları söz konusu metot derslerinde verilen ders ödevleri ve sınıf-içi aktivitelerden oluşmuştur. Araştırma verileri; kültür ve okul kültüründen bağımsız olarak, araştırmacı öğretim üyelerinin örnekledikleri sorgulamaya dayalı öğretim ortamlarının Türk ve Pensilvanyalı ilköğretim öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki geleneksel görüşlerini değil ama fen ve matematik öğretimi hakkındaki geleneksel görüşlerini değiştirmede etkili olmuştur.

2.7.REHBER MATERYAL

Öğretim faaliyetlerinin etkinliğini artırmak ve üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesini sağlamak amacıyla kullanılan tüm malzemeler rehber materyal olarak adlandırılmaktadır (Yiğit, 2007). Böylece, öğrenme-öğretme sürecinin gerçekleşmesinde en önemli katkıyı sağlayan öge öğretim materyalleridir. Çünkü öğrenme-öğretme sürecinde kaynakla alıcı arasında bilgi taşıyan her unsur öğretim materyali olarak değerlendirilebilir. Bunun için öğrenci gereksinimlerini tam olarak karşılayacak materyallerin seçilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Öğretim materyallerinin de seçimini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar başlıca; öğretim hedefleri, öğretim yöntemi, öğrenci özellikleri, öğretmen özellikleri, öğretim ortamının özellikleri, araç-gereç özellikleri ve kısıtlamalardır. Bu faktörler birbirlerini karşılıklı olarak etkiler ve birbirlerinden karşılıklı olarak etkilenir (Çelik, 2009).

Öğretim materyalleri öğretim ortamlarında çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Farklı öğretim materyallerinin öğretim ortamlarındaki işlevi ve önemi Edgar Dale'nin (1969) oluşturduğu yaşantı konisinde belirtilmiştir. Bu koninin temel aldığı ilkeler şu şekilde açıklanmıştır (Çilenti, 1984; akt. Yanpar, 2005):

1. Öğrenme işlemine katılan duyu organlarımızın sayısı ne kadar fazla ise, o kadar iyi öğrenir ve o kadar geç unuturuz.
2. En iyi öğrendiğimiz şeyler, kendi kendimize yaparak öğrendiğimiz şeylerdir.
3. Öğrendiğimiz şeylerin çoğunu gözlerimiz yardımıyla öğreniriz
4. En iyi öğretim, somuttan soyuta ve basitten karmaşığa doğru giden öğretimdir.

Kullanılan materyaller, öğretimi elle tutulur, gözle görülür (somut) bir biçimde canlı tutmaya ve pekiştirmeye yardım eder. Aktif öğretimi sağlar. Y yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi meydana getirir. İş ilkesinin yerine getirilmesini sağlar. Konuya uygun olarak seçilen araçlar, öğrencilerin konuya karşı ilgi duymalarını ve öğretimin daha etkili olmasını sağlar. Eğitim ve öğretimde kullanılan araçlar önem sırasına göre şu şekilde sıralanmaktadır (Kemertaş, 2001):

1. Eşya ve olayların kendisi

2. Varlıkların üç boyutlu modelleri
3. Temsiller
4. Resimler, sergiler
5. Televizyon, video, bilgisayar
6. Sinema
7. Radyo, ses cihazları
8. Görsel araçlar (gözle kazanılan soyut semboller)
9. Sözlü açıklama
10. Yazı ile açıklama

Bu önem sırasından da anlaşılacağı üzere bireyin öğrenme sürecine bizzat dahil olması ve bunun olabildiğince fazla duyuya hitap edecek şekilde gerçekleştirilmesi, nitelikli ve kalıcı öğrenme açısından önem taşımaktadır. Nitekim, beş duyunun öğrenmeye etkisindeki oranlar şu şekilde belirtilmiştir (Küçükahmet, 2007): Görme duyusu % 75, İşitme duyusu % 13, Dokunma duyusu % 6, Koklama duyusu % 3, Tat alma duyusu % 3.

Eğitim ve öğretimde kullanılan araçlar ve eğitim-öğretim teknolojileri bilgi üretme sürecinde katkı sağlayan faktörlerdir. Bu yüzden, bilgi üretiminde önde giden eğitim sistemlerine sahip toplumlar gelişmekte, bunun dışında kalanlar ise bilgi almaya mahkum durumda kalmaktadırlar (Kemertaş, 2001).

2.8.NÜKLEİK ASİTLER

Canlı organizmalar yaşamları boyunca kendini idare edebilen ve kendini çoğaltabilen sistemlerdir. Viroidler, virüsler gibi ayrıcalıklı gruplar dışında tüm canlılar, kimyasal maddelerin yoğun solüsyonlarıyla dolu ve küçük birimler olan hücrelerden

oluşur. Buna göre canlılık olayları, hücreler içerisindeki biyolojik moleküllerin yapı ve işlevlerine bağlı olarak ortaya çıkar.

Hücreyi oluşturan temel organik moleküller başlıca iki grupta toplanabilir. Küçük moleküller hücrenin temel kimyasal yapı taşlarının sentezinde ve enerji elde edilmesinde kullanılırlar. Küçük moleküllerin polimerleri olan büyük moleküller (makromoleküller) ise biyolojik süreçlerin özgülüğünden ve biyolojik bilginin transferinden sorumludurlar. Polimerik yapıdaki büyük moleküller monomerik yapıdaki küçük moleküllerin kovalent olarak birbirlerine bağlanarak tekrarlanmasıyla oluşurlar.

Hücrelerde küçük organik moleküllere ait başlıca dört temel aile vardır. Bunlar; basit şekerler, yağ asitleri, aminoasitler ve nükleotidlerdir. Makromoleküller (proteinler, nükleik asitler ve polisakkaridler) küçük moleküllerin sınırlı bir repertuarından meydana gelmekle birlikte ilginç özelliklere sahiptirler ve kendilerini oluşturan basit yapıli kimyasal öncülleriyle aralarında çok az benzerlik vardır. Lipidler ise bazı özellikleri açısından makromoleküllere benzemekle birlikte genellikle bu molekül grubu içerisine sokulmazlar.

Makromoleküller arasında özellikle nükleik asitler ve proteinler hücrenin ve dolayısıyla bireyin yapısal oluşumu ve canlılık işlevleri açısından çok önemli rol oynarlar.

Nükleik asitler, canlılık özelliklerini yönettikleri için biyolojik açıdan en önemli makromoleküllerdir. Nükleik asitlerin temel rolü genetik bilginin (bireyin canlılıkla ilgili tüm karakterlerinden sorumlu bilginin) yaşam boyunca korunmasının ve dölden dölle geçişinin sağlanmasıdır. Genetik bilginin önemli kısmının anlatımı (gen anlatımı) proteinler biçiminde ortaya çıkar. Buna göre, genetik materyal görevini yüklenen nükleik asitler bireyin oluşumunu ve türüne özgü karakterlerini kazanmasını proteinler aracılığıyla yönetirler (Temizkan, 2008).

Nükleik asitler, deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) olmak üzere iki çeşittir.

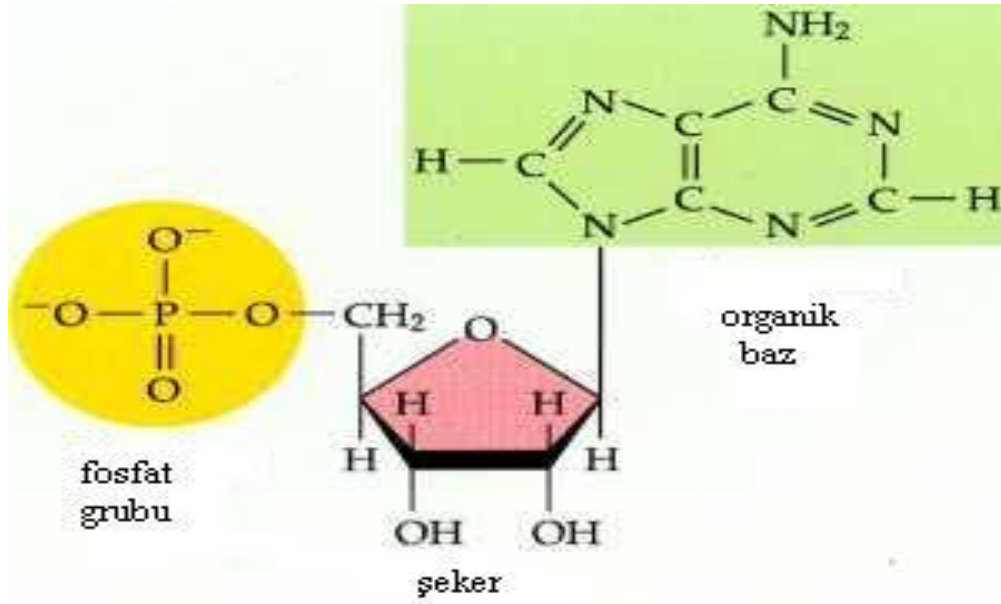
2.8.1.DNA'nın Yapısı ve İşlevi

Nükleotidler nükleik asitlerin yapı taşlarıdır. Bir hücrede bulunan her bir proteinin aminoasit dizilimi ve her bir RNA molekülünün nükleotid dizilimi, hücrenin kendi DNA'sı tarafından belirlenir. Bir protein ve RNA için gereksinim duyulan bilginin karşılığı olan nükleotid dizileri DNA'da bulunmaktadır. İşlevsel bir biyolojik ürünün (protein veya RNA) sentezi için gerekli bilgiyi içeren DNA parçası gen olarak isimlendirilmektedir. Tipik bir hücre binlerce gene sahiptir.

DNA'nın genel yapısının en önemli özelliği, kendisinin bir bileşeni olan nükleotidlerin belirli bir dizilimden bağımsız olmasıdır. DNA'daki nükleotidlerin dizilimi sadece onun yapısı nedeniyle önemli olmayıp, temsil ettiği polipeptidi meydana getirecek aminoasit dizilimini kodladığı için önemlidir. DNA'daki nükleotid dizilimi ve onun temsil ettiği protein dizilimi arasındaki ilişki genetik kod olarak isimlendirilmektedir.

Nükleotidler ayrıca enerjice zengin bileşikler olup bütün hücrelerde öncelikle biyosentez işlemlerini yürütmektedirler. Aynı zamanda nükleotidler metabolik ara bileşenlerin ve çok sayıda enzim kofaktörünün yapısal bileşenlerini meydana getirmektedir. Nikotinamid adenin dinükleotid (NAD^+) ve Flavin adenin nükleotid (FAD) bunlara örnek olarak verilebilir.

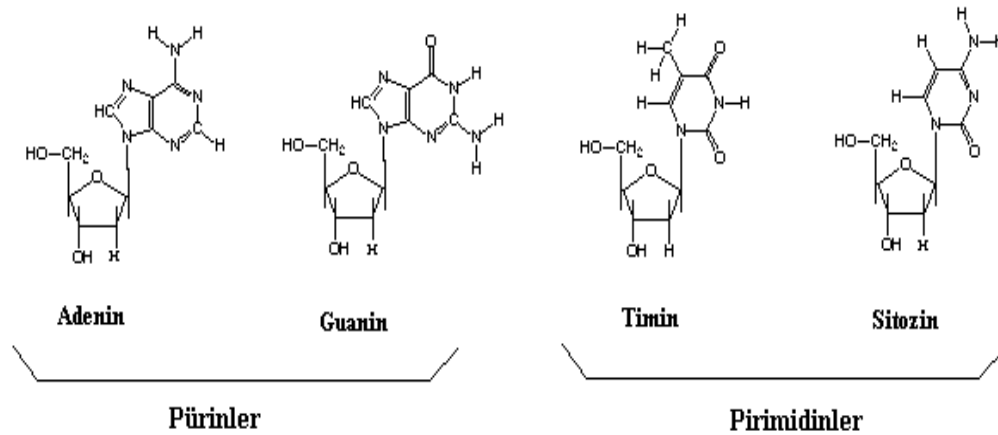
Nükleotidler; azotlu organik baz (karbon ve azot atomlarının halkası), pentoz (halkasal formda beş karbonlu şeker) ve fosfat olmak üzere üç karakteristik bileşene sahiptir. Azotlu bazlar, pürin ve pirimidin adlı iki atasal bileşenin türevleridir. Pürinler yapısında iki azot bulunan altıgen halka ile beşli imidazol halkasının bağlanmasından meydana gelmiştir. Pirimidinler ise altıgen tek bir halkaya sahiptir. Azotlu bazların ve pentozların halkasal bileşenlerini oluşturan atomlar isimlendirme ve türeyen çoğu bileşeni tanımlama amacıyla numaralandırılmıştır (Bal ve Karataş, 2007).



Şekil 2.8.1. Nükleotit Yapısı (1)

Pürinlerin 1. ve pirimidinlerin ise 9. Azotu, pentozun 1' karbonuna N-glikosil kovalent bağı ile bağlanırken, fosfat 5' karbona esterlenmiştir. N-glikosil bağı su elementlerinin (pentozdan bir hidroksil grubu ve bazdan bir hidrojen) çıkışı ile oluşur. Fosfat grubu olmaksızın molekül nükleozid olarak isimlendirilir.

Hem DNA hem de RNA, adenin (A) ve guanin (G) olmak üzere iki temel pürin bazından oluşur. DNA ve RNA ayrıca iki temel pirimidini içermektedir. Bunlardan sitozin (C) her iki nükleik asitin de yapısında bulunur. DNA'da bulunan diğer pirimidin ise RNA'dan farklı olarak timin (T)'dir.



Şekil 2.8.2. DNA Bazları (2)

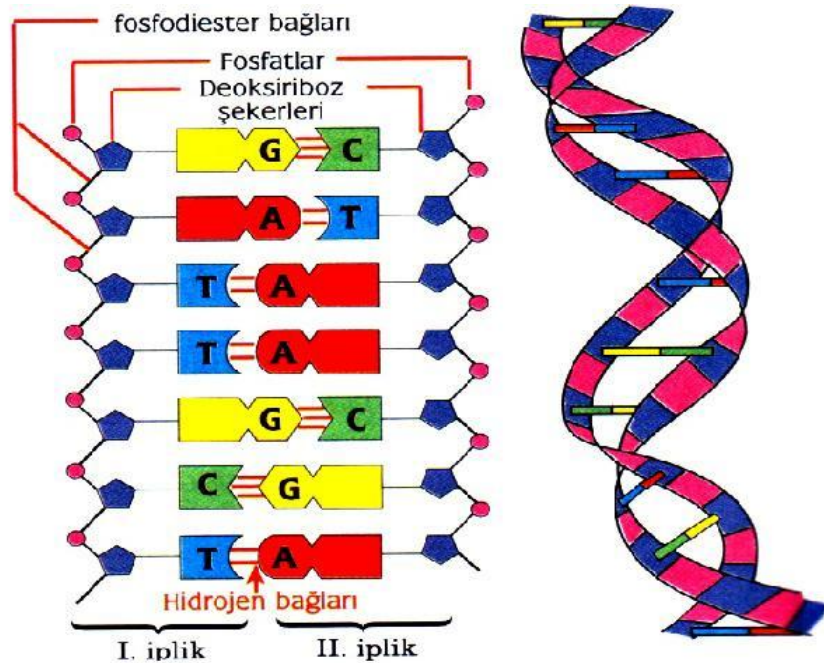
Nükleik asitlerde iki çeşit pentoz bulunmaktadır. DNA'nın deoksiribonükleotid ünitesi 2'-deoksi-D-riboz içermektedir. Deoksi-D-riboz'u D-riboz'dan ayıran en önemli kimyasal özellik 2. karbonunda hidroksil grubunun bulunmamasıdır.

DNA ve RNA yapısındaki birbirini takip eden nükleotidler kovalent özellikteki fosfodiester bağları ile birbirine bağlanmaktadır. Fosfodiester bağlarını oluşturan fosfat grupları birbirine komşu durumdaki şekerlerin 5' karbonu ve 3' karbonu arasında köprüler oluşturmaktadır. Bu nedenle nükleik asitlerin kovalent omurgası değişen fosfat ve pentoz kısımlarından oluşmaktadır ve yan grup olarak kabul edilebilen karakteristik bazlar, düzenli aralıklarla omurgaya bağlanır. Hem DNA hem de RNA omurgaları hidrofiliktir (Bal ve Karataş, 2007).

Watson ve Crick modeline göre DNA molekülü aynı eksen etrafında sağa dönük çift ve ters sarmal (antiparalel) yapıda iki uzun polinükleotid zincirinden oluşur. Bu yapı basit bir benzetişle minare merdiveni gibidir. Merdivenin sağ ve solundaki parmaklıklar polinükleotid zincirlerine, basamaklar da onları birbirine bağlayan bağlara ve bazlara örnek olarak düşünülebilir.

İki polinükleotid zincirinin birbirlerine bağlanması karşılıklı iki zincirin pürin ve pirimidin bazları arasındaki hidrojen köprüleri (-H-) ile sağlanmaktadır. Pürin ve pirimidin bazları molekülün ortasında ve DNA sarmal eksenine dik bir durumda

bulunurlar. Karşılıklı iki polinükleotid zincirinin birbirine bağlanmasında bir kural vardır. Birinci zincirdeki nükleotidin şekeri ile karşı zincirdeki nükleotidin şekeri arasındaki aralık 11 Å dur. O nedenle iki pürin bazı yan yana geldiğinde bu aralıktan büyük, ya da iki pirimidin bazı yan yana geldiğinde bu aralıktan küçük bir yer kaplayacaklarından, karşılıklı iki zincirde iki pürin veya iki pirimidin bazı birbirine bağlanamaz. Ancak birinin pürin bazı diğerinin pirimidin bazına hidrojen köprüsü ile bağlanabilir. Üstelik sadece adenin-timin ile, guanin-sitozin ile bağlanabilir. A-T arasında iki, G-C arasında üç hidrojen bağı olduğundan bu türlü bağ oluşumu A-C veya G-T çiftleşmesini önler. Böylece DNA molekülünde çiftleşen pürin-pirimidin ve pirimidin-pürin baz çiftlerinin aynı büyüklükte olması nedeniyle DNA çift sarmalında düzenli bir yapı, düzenli bir sarılma ortaya çıkar (Ozban, 1988).



Şekil 2.8.3. Watson-Crick DNA Modeli ve Baz Eşleşmeleri (3)

DNA Replikasyonu: Replikasyon iki DNA ipliğinin birbirinden ayrılması ve her bir tamamlayıcı ipliğin baz eşleşme kuralları tarafından belirlenen dizilim içinde

nükleotidlerin birbirine eklenmesi yoluyla sentezlenmesi aşamalarını içermektedir. Replikasyon esnasında birbirinden ayrılan her bir öncü iplik, tamamlayıcısı zincirin sentezi için kalıp (template) görevi görmektedir (Bal ve Karataş, 2007).

DNA molekülü hücre döngüsünün S fazında kendisini eşleyerek (replikasyon) taşıdığı genetik bilgi miktarını iki katına çıkarır. Hücre bölünmesiyle de genetik bilgi yavru hücrelere eşit olarak aktarılır. Böylece genetik bilginin dölden döle devamlılığı sağlanır.

DNA molekülünün semikonservatif (yarı koruyucu) olarak replike olduğu Watson ve Crick tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra da Meselson ve Stahl tarafından yapılan deneylerle doğruluğu deneysel olarak da ispatlanmıştır.

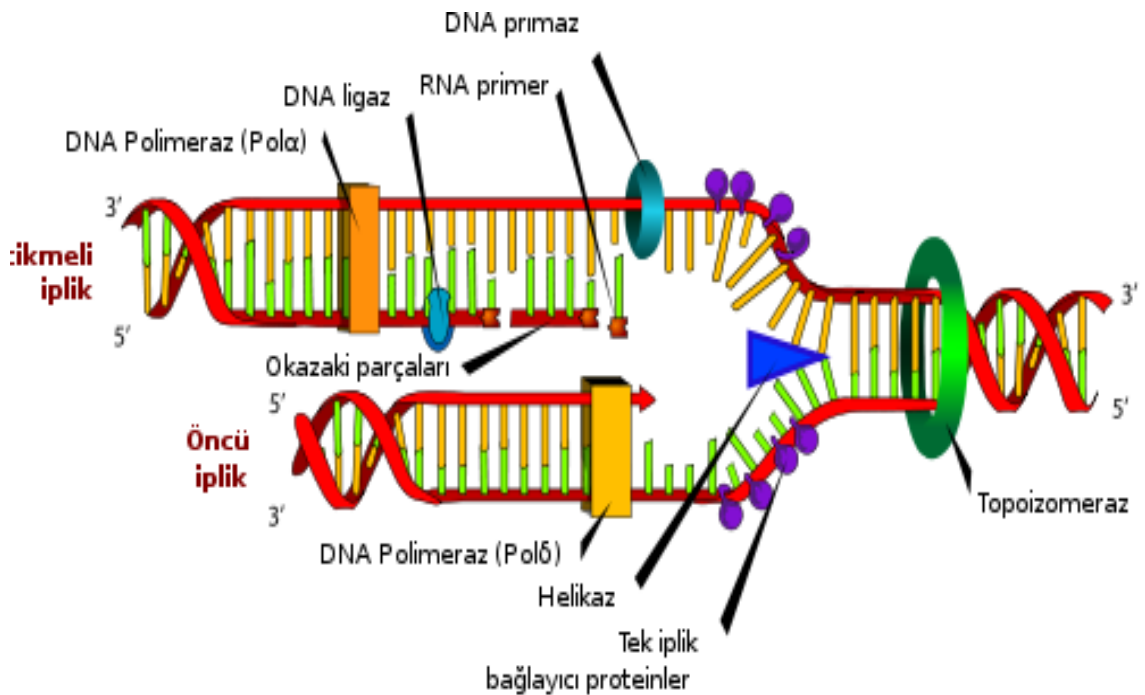
Modele göre DNA replikasyonu prensip olarak oldukça basit ancak mükemmel bir olaydır. Genel anlamda atasal DNA molekülünün 2 tamamlayıcı ipliği belirli bölgelerde birbirinden ayrılır. Ayrılan her bir DNA ipliği kalıp (template) olarak kullanılarak, DNA polimeraz enzimi katalizörlüğünde, deoksiribonükleosit trifosfatlardan her bir ipliğe yeni bir tamamlayıcı iplik sentezlenir.

Sonuç olarak bir DNA molekülünden 2 DNA molekülü meydana gelir ve genetik bilgi 2 katına çıkar. Meydana gelen 2 yeni DNA molekülünün her birinde bir atasal (orijinal) polinükleotid ipliği, bir de bunun tamamlayıcısı yeni sentezlenmiş iplik bulunur. Ana DNA molekülünün yarısının korunduğu bu replikasyon şekline semikonservatif replikasyon denir (Ateş, 2002).

DNA replikasyonu olayı şu şekilde özetlenebilir;

- DNA replikasyonu özgül nükleotid dizilerinin bulunduğu replikasyon orijinlerinde atasal DNA çift sarmalının açılmasıyla başlar. Bu açılma, başlatıcı proteinin DNA'ya bağlanmasını ve DNA helikazların atasal DNA çift sarmalındaki karşılıklı eşleşmiş bazlar arasındaki H bağlarını kırmasıyla olur.
- Birbirinden ayrılmış DNA ipliklerine, tek DNA-ipliğine bağlanıcı proteinler (SSB) bağlanarak tekrar heliks oluşumu önlenir.
- RNA primaz enzimi DNA kalıbına tamamlayıcı RNA primeri sentezler. RNA primerinin sentezlenmesiyle yeni DNA ipliklerinin sentezi başlar. Primer olmadan polimerizasyon enzimi polimerizasyona başlayamaz.

- RNA primerlerinin sentezlenmesiyle, DNA polimeraz III enzimi RNA primerinin serbest 3'-OH ucuna deoksiribonükleosit 5' trifosfat öncülerini kullanarak deoksiribonükleosit 5' monofosfatları, kalıp iplikteki bazlarla Watson-Crick baz çiftleri yapacak şekilde fosfodiester bağı ile tek tek birbirine bağlar. Yeni sentezlenmekte olan DNA ipliği 5'-3' doğrultusunda büyür.
- Replikasyonun yürümekte olduğu bölgeye replikasyon çatalı denir. Bu bölgede 20'den fazla protein ve enzim çalışmaktadır.
- Replikasyon çatalının önünde sıkışmadan dolayı meydana gele düğümleşme DNA Topoizomerazlar tarafından açılır.
- RNA primerleri, DNA polimeraz I enziminin 5'-3' endonükleaz aktivitesiyle uzaklaştırılır ve 5'-3' polimeraz aktivitesiyle oluşan boşluk uygun deoksiribonükleotidlerle doldurulur.
- DNA ligaz son bağlantıyı yapar (Ateş, 2002).

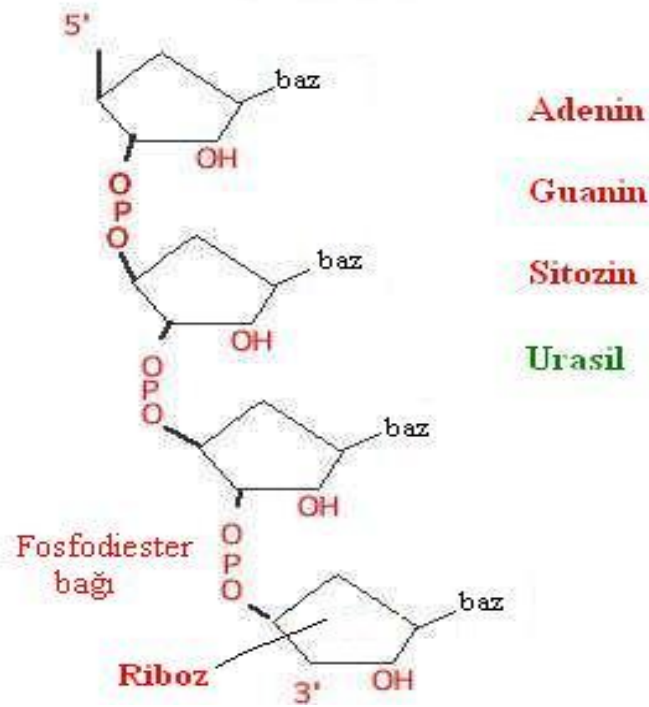


Şekil 2.8.4. DNA Replikasyonu (4)

2.8.2.RNA'nın Yapısı ve İşlevi

RNA'nın primer yapısı DNA'ya benzer ancak tek polinükleotid zincirinden yapıldır. DNA'dan farklı olarak RNA'daki şeker ribozdur ve DNA'daki timin bazı yerine RNA'da urasil bazı bulunur (Ozban, 1988).

RNA genomuna sahip bazı virüsler hariç tutulduğunda, bütün RNA molekülleri DNA içinde uzun süre depolanmış bilgidir meydana gelmektedir. Buna ilaveten RNA, bazı virüs ve fajlar hariç tutulduğunda tek zincirli bir polinükleotiddir. Hücredeki karalılığı DNA'ya oranla daha azdır. RNA molekülleri, hücrede genetik bilgi transferini sağlayan tüm aşamaları kapsayan işlemlerde öneme sahiptir.



Şekil 2.8.5. RNA Yapısı ve Bazları (5)

Genetik bilginin transfer işlemlerinde üç temel tipte RNA görev almaktadır. Bunlar, haberci RNA (mRNA); protein sentezi için kalıp görevi görerek, DNA'dan gelen bilgiyi hücresel protein sentez makinesine ulaştıranlar, taşıyıcı RNA (tRNA); bir adaptör olup, mRNA üzerindeki bilgiyi okuyarak, protein sentezi esnasında uzayan polipeptid zincirine uygun aminoasidi transfer edenler, ribozomal RNA (rRNA); protein sentez makinesi olan ribozomları meydana getirmek için proteinlerle birleşenlerdir. Buna ilave olarak, düzenleyici ve katalitik göreve sahip çok sayıda özelleşmiş RNA bulunur. Tipik bir hücre, DNA'ya göre yaklaşık 10 kat daha fazla RNA içerir (Bal ve Karataş, 2007).

Haberci RNA (mRNA): DNA' saklı genetik bilginin proteine aktarılmasında kalıp görevi gören aracı moleküldür. Hücrede mevcut total RNA miktarının yaklaşık % 5'ini oluşturur. mRNA, çekirdekte (nukleus) kromozomun ökromatin bölgesinden sentezlenir. mRNA sentezlenirken çift dallı DNA'nın sarmalı açılır ve kalıp görevi yapan DNA dalının karşısında RNA polimeraz enzimi yardımı ile mRNA molekülü şifrelenerek yazılır. Böylece mRNA zinciri, üçlü nükleotidler halinde oluşturulur. mRNA, DNA'nın karşısından ayrılır ve bu arada açılmış bulunan DNA sarmalı tekrar kapanır. Sentez sırasında RNA polimeraz enzimi dışında, aktive edilmiş öncül moleküllere ve Mg^{++} iyonlarına ihtiyaç vardır. mRNA zinciri DNA'dan ayrıldıktan sonra nukleustan çıkarak ribozomlara gelir ve ribozomun küçük alt birimine bağlanır (Ozban, 1988).

Hücre içindeki genetik bilgi akışı DNA, mRNA ve protein yönünde olmaktadır. Genetik bilginin fonksiyonel bir yapı kazanabilmesi için öncül mRNA'nın (premRNA) modifikasyonlar geçirerek olgun mRNA'yı oluşturması gerekmektedir. Bu modifikasyonlardan biri olan "splicing", gen üzerindeki intron adı verilen dizilerin çıkartılması ve protein kodlayan diziler olan ekzonların biraraya getirilmesi işlemidir. Bu işlemin doğru olarak yürütülebilmesini intronun ekzonla birleştiği bağlantı kısmında yer alan kesim bölgeleri sağlamaktadır. Bir intronun 5' ucu guanin ve urasil (GU) nükleotidleri ile başlar, 3' ucu adenin ve guanin (AG) nükleotidleri ile biter. "Splicing" sırasında intronların çıkartılması bu dizileri tanıyan "spliceosome" kompleksi tarafından gerçekleştirilir. Bu kompleks RNA ve uridin bakımından zengin olan U1-U6 proteinlerinden oluşmaktadır (Dayangaç ve Yurter, 2005).

mRNA'nın en önemli özelliği protein sentezinde kalıp ödevi görmesidir. mRNA molekülünün üzerindeki üç nükleotidin belli bir sırada yerleşmelerine kodon ya da triplet adı verilir. Bu diziliş belli bir aminoasidi belirler, kodonların belli bir sırada yerleşmeleri de özel bir proteini belirler. Örneğin, AAA ya da AAG kodonu aminoasitlerden lisini, UAU veya UAS tirozini kodlar. Her mRNA'nın bir başlangıç kodonu bir de dur (stop, terminal) kodonu vardır. Başlangıç kodonu AUG, AGU veya GUG, stop kodonu UAA, UAG ya da UGA'dır.

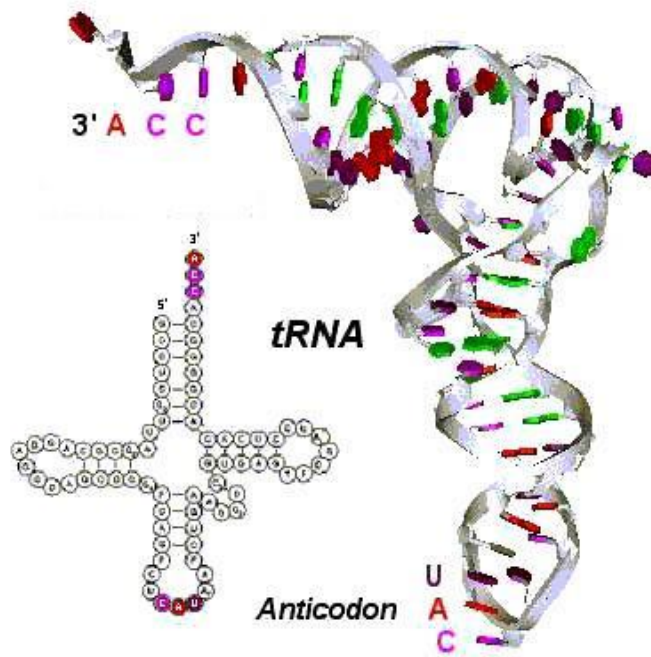
Tüm mRNA'larda üst uç olarak da bilinen 5' ucu AUG tripleti ile başlar. Sentezleri ise 5'—3' yönünde gerçekleştirilir. Prokaryotik mRNA 'Shine-Dalgadro' (SD) dizesi olarak da adlandırılan pürin nükleotidlerce zengin bir bölgeye sahiptir. Bu bölge sahip olduğu özel nükleotid dizeleri sayesinde 16S rRNA üzerindeki komplementer bölgeye bağlanarak, taşıdığı şifrenin doğru tercüme edilmesini sağlar.

mRNA molekülünün bir diğer özelliği de molekülün heterojen oluşudur. mRNA molekülünün boyu, kodunu taşıdığı polipeptid zincirinin büyüklüğüne bağlı olarak değişebilir. mRNA sistronunun ortalama büyüklüğü 300-500 arasında bir aminoasitten oluşacak bir polipeptid zinciri için 900-1500 nükleotid kadardır. mRNA bir başka özelliği de ribozomlara bağlanarak poliribozomları (polizom) oluşturmalarıdır.

E.coli'de mRNA'nın hücre içindeki ömrü 2 dakika kadardır, hemen ribonükleaz enzimi ile parçalanır. Gerçek bir nukleusu olan hücrelerde mRNA bozulmadan daha uzun bir süre kalabilir. Bu hücrelerde mRNA'nın sitoplazmaya çıplak bir mRNA molekülü şeklinde değil de mRNA + protein kompleksi şeklinde geçtiği kanıtlanmıştır. Bu de mRNA + protein kompleksine informozom adı verilir. Burada proteinin koruyucu bir rolü olduğu düşünülmektedir. Böylece embriyonik hücrelerde mRNA'nın ribonükleazlarla bozulması önlenmiş olur (Ozban, 1988).

Taşıyıcı RNA (tRNA): Sitoplazmada erimiş (soluble) bir halde bulunur. tRNA diğer iki RNA tipinden daha kısadır ve yaklaşık olarak 80 nükleotidden oluşur. tRNA, mRNA kodonundaki üçlü şifrenin tanıyıcı komplementeri ve tamamlayıcısı olan bir üçlü şifre taşır. Buna da antikodon denir. tRNA sitoplazmadan şifresine uygun olan aminoasitleri toplayarak ribozomdaki mRNA'nın uygun yerlerine yerleştirir. Aminoasil -tRNA sentetaz enzimi ile birleştirilerek proteini üretir ve antikodon taşıyan tRNA ucuna bağlar.

Her aminoasit çeşidi için ayrı bir tRNA vardır. tRNA, DNA gibi kıvrık bir heliks yapar. Bu uzun bir iplik olmaktan çok kıvrılmış bir yaprak gibidir. Her bir kıvrık zincir 70 kadar nükleotid taşır. Bir ucunda mRNA ile birleşen antikodon, diğer ucunda aminoasit bağlayan serbest-açık kesimini taşır (Deniz, 1992).



Şekil 2.8.6. tRNA (6)

Her bir aminoasit belirli bir aminoasil-tRNA sentetaz enzimi tarafından tanınır. tRNA'nın aminoasilasyonu iki özeliği sağlar. Bunlar, aminoasidi peptit bağı oluşumu için aktive etmek ve aminoasidin tRNA'ya bağlanması ile bu aminoasidin uzayan polipeptit ipliğine eklenmesini yönetmektir. Bu nedenle her bir tRNA'ya özgü aminoasidin bağlanması protein sentezinin doğruluğu için gereklidir (Bal ve Karataş, 2007).

tRNA da tıpkı mRNA gibi DNA üzerinde sentez edilir. Bir preküsör molekülün nukleusta işlenmesi ile oluşurlar. Küçük RNA'lar sınıfındandır. Molekül ağırlığı yaklaşık 25.000-300.000 dalton kadardır. Hücrede doğal olarak bulunan 20 aminoasidin

her biri için en az bir, bazı aminoasitler için birden fazla tRNA vardır. O nedenle hücrede bilinen tRNA'lar 20'den fazladır. E.coli'de 50 kadar tRNA bilinmektedir. tRNA hücrenin total RNA miktarının % 10-15 kadarını oluşturur. tRNA'lar, mRNA'nın DNA'dan aldığı mesajı (kodon) okuyabilir, aynı zamanda özel aminoasitleri tanıyabilir ve onları mRNA'ya taşırlar. tRNA'nın nükleotid zincirinin bazı kısımları bütün tRNA'lar için ortaktır. tRNA molekülünün bir başka özelliği de bazı baz sekuenslerinin A-U ve G-S biçiminde baz çiftleri oluşturmasıdır. Bunların sayıları dört-yedi kadar olabilmektedir. Baz çiftleşmeleri tRNA molekülüne dört kollu yonca yaprağı görüntüsü kazandırır (Ozban,1988).

Daha uzun tRNA'lar kısa bir beşinci ya da ekstra kola sahiptir. Bu yapı tRNA'nın ikincil yapısını oluştururken, sıkı bir şekilde ve L şeklinde katlanması üçüncül yapıyı meydana getirir. Üçüncül yapının sağlanmasında Watson-Crick baz eşleşmesi, hidrojen bağları, iki ya da fazla nükleotidi kapsayan baz etkileşimleri ve bazı proteinler önem taşımaktadır. Ayrıca bazların fosfodiester omurgası ile etkileşimi ve bazların şekerlerin özellikle 2'-OH grupları ile etkileşimi yine üçüncül yapının sağlanması için gereklidir.

Üçüncül yapıda antikodon ve aminoasit bölgeleri ayrı kısımlardadır. Bir tRNA'nın kritik adaptör görevini yerine getiren aminoasit kolu ve antikodon kolu ile birlikte iki ek kolu bulunmaktadır. Aminoasit kolu, tRNA'nın 3' ucundaki adenozinin 2'- veya 3'- hidroksil grubuna esterifikasyonunu sağlar. Antikodon kolu antikodon içerir. Dihydrouridine (DHU) kolu (aminoasidi tanıyan yer) ise, alışılmamış bir nükleotid olan dihydrouridine sahiptir. TΨC kolu (ribozomu tanıyan yer), genellikle RNA'larda bulunmayan ribothymidine (T) ve baz ile pentoz arasında alışılmamış karbon-karbon bağına sahip pseudouridine (Ψ) sahiptir. DHU ve TΨC kollarının görevleri henüz belirlenememiştir (Bal ve Karataş, 2007).

Ribozomal RNA (rRNA): Ribozomların yaklaşık % 60-65'ini oluşturur. Ökaryotik bir hücrede bulunan toplam RNA'nın % 80-85 kadarı rRNA'dır. rRNA nukleolusun özel bir bölgesi olan nukleolar organizier bölgedeki DNA'dan sentez edilir. Ribozomal RNA'lar her zaman ribozomun yapısal proteinlerine bağlı olarak bulunurlar. rRNA'lar ribozomun her iki alt biriminde de bulunurlar.

Prokaryotik hücrelerin ribozomunun büyük alt biriminde 3200 nükleotid içeren 23S RNA ve 120 nükleotid içeren 5S RNA molekülü bulunur. Bu molekül çok küçüktür. Küçük alt birimde ise 1600 nükleotidli 16S RNA molekülü bulunur.

Ökaryotik hücrelerin sitoplazmik ribozomlarının büyük alt biriminde 28S RNA, 5.8S RNA ve 5S RNA molekülleri ve küçük alt biriminde ise 18S RNA molekülü bulunur. Görüldüğü gibi prokaryotik RNA molekülleri ökaryotik hücrelerin sitoplazmik ribozomlarının rRNA'larından daha küçük moleküllerdir ve sayıları da daha azdır. rRNA'ların % 70 kadarı A-U baz çiftleşmeleri yaparak çift zincirli duruma geçebilir ve çok fazla katlanmalar yaparlar. Bu katlanmalar arasına çeşitli ribozomal proteinler yerleşir. Ribozomal RNA'lar ribozomun yapısına katıldıkları gibi protein sentezinde de görev alırlar. Örneğin 5S RNA, tRNA'nın ribozomun büyük alt birimine bağlanmasını, 16S RNA ise mRNA'nın ribozomun küçük alt birimine bağlanmasını sağlamaktadır (Ozban, 1988).

Hücrede, yukarıda yapı ve görevleri belirtilen üç temel RNA'nın dışında başka RNA tipleri de bulunmaktadır.

Heteronuklear RNA (hnRNA): Henüz transkribe olmuş ve işlenmemiş RNA'dır.

Small nuclear RNA (snRNA): Büyüklükleri 90 ila 400 nükleotit arasında olan RNA molekül çeşitleridir. Bu moleküller hücre başına 1×10^4 ila 1×10^6 kopya olarak bulunur. snRNA'lar proteinlerle ilişki kurarak snrnp'ler yada snurp'lar olarak bilinen ribonükleoprotein partiküllerini oluştururlar. Nükleoplazmada yerleşmiş 6 adet üridince zengin snRNA vardır. Bunlar, u1-u6 olarak bilinir. snRNA'lar öncü mRNA'nın işlem görmesinde ve bazı kırılma ve birleşme işlemlerinde rol alır. Spesifik proteinlerle birleşerek ribonükleoproteinleri meydana getiren bu RNA'lar, transkripsiyon sonrası RNA işlenmesine (process) katılır.

Micro RNA (miRNA): Proteine çevrilmeyen (non-coding) RNA grubundandır. Proteine çevrilebilen RNA'ların translasyonunda önemli rol oynadıkları düşünülmektedir. Kodlamayan RNA'lar gelişim, farklılaşma, hücre çoğalması ve apoptoz gibi önemli biyolojik süreçlerin düzenlenmesinde rol alır. Bunlardan siRNA'lar ekzojen veya endojen kökenli olabilecekleri halde, miRNA'lar endojen kökenlidir ve hedef mRNA'lara bağlanma özgülükleri siRNA'lar kadar yüksek değildir. Son yıllarda

yoğunlaşan çalışmalarda, başta kanser olmak üzere pek çok hastalığın etyopatogenezinde miRNA'larla ilgili işlev bozukluklarının yer aldığı gösterilmiştir. Bazı kanser türleriyle ilişkilendirilen miRNA'ların kanserli dokudaki ifade düzeylerinin ölçülmesiyle kanser prognozu ile ilgili bilgi sağlanabilmekte ve miRNA'lar bu şekilde tümör belirteci olarak kullanılabilir (Bodur ve Demirpençe, 2010).

Kısa heterokromatik RNA (shRNA): Küçük ve farklı uzunluktaki RNA'lardır.

Small interfering RNA (siRNA): Ökaryotlarda gen ekspresyonu, "RNA interference" olarak adlandırılan RNA'ya bağlı bir mekanizmayla transkripsiyon sırasında veya sonrasında kontrol edilmektedir. "small interference RNA" (siRNA) olarak adlandırılan küçük inhibe edici RNA'lar, çift zincirli RNA'nın (ds RNA) hücrel enzimlerle parçalanması sonucunda oluşur. siRNA'lar heterokromatin oluşumu, dış kökenli nükleik asitlerin parçalanması gibi önemli hücrel görev üstlenmektedirler. siRNA'nın gen susturma yeteneğinden yararlanılarak yapılan ekspresyon vektörleri gen fonksiyon analizinde kullanılan güvenli ve kullanışlı bir araçtır. Bu vektörler tipik olarak siRNA'nın yapısına benzeyen küçük hairpin RNA'nın transkripsiyonunu ve ekspresyonunu sağlayan standart bir promotor kullanılır.

Küçük nükleolar RNA'lar (snoRNA): Nükleolus bölgesinde bulunan ve preRNA'ların işlenmesinde rol oynayan küçük RNA'lardır.

Guide RNA (gRNA): Bilgi içeriğinin RNA molekülüne aktarıldığı moleküler prosestir (RNA editing).

Sinyal tanıyan partikül RNA (SRP RNA): Sekresyon için hücreden ayrılan proteinlerin mRNA'larına bağlanır.

Promotor RNA (pRNA): Promotor bölgesine bağlanır ve antisense zincirin bağlanması için uygun yapıyı oluşturur.

Efference RNA (eRNA): Genlerin intron sekanslarından oluşur, translasyonel aktivitenin regülasyonudur.

tmRNA: tRNA ve mRNA benzeri kompleks yapıdır, bazı bakterilerde bulunur, başarısız translasyondur.

Viral RNA (vRNA): Bazı virüslerde kalıtsal bilgi taşıyıcısı DNA değil RNA'dır.

2.8.3. Transkripsiyon

Genlerin ürünleri protein ve RNA'dır. Bu ürünlere ait bilgiler DNA'da şifrelenmiş durumdadır. DNA'daki protein şifrelerinin çözülmesi ve gen ürününe dönüştürülmesi olayına gen ekspresyonu ya da **gen ifadesi** denir. Gen ifadesi transkripsiyon ve translasyon olmak üzere iki basamakta gerçekleşir.

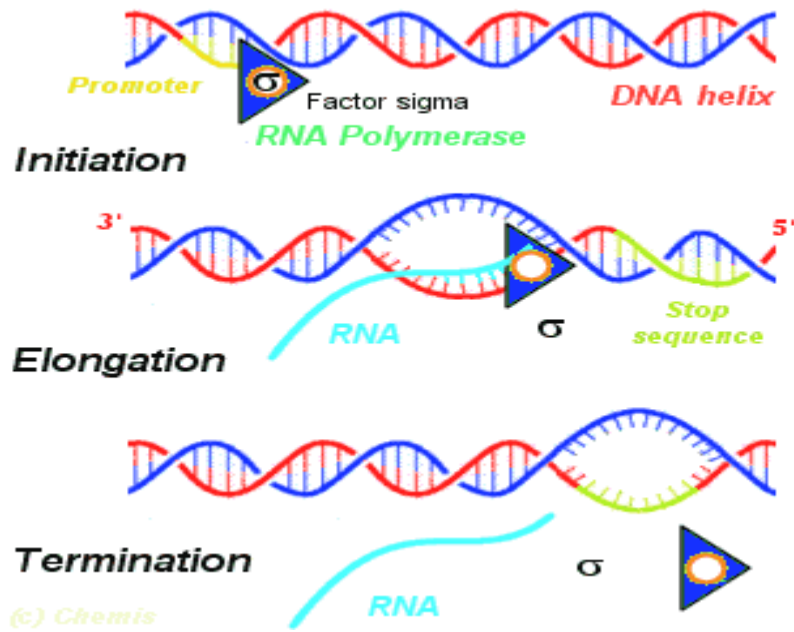
Bir genin RNA kopyasının sentezlenmesi ya da DNA'daki genetik bilginin RNA'ya aktarılması olayına transkripsiyon (yazılma) denir. DNA'dan sentezlenen ve protein sentezinde kullanılacak olan RNA'lar mRNA'lardır.

Translasyon ise transkripsiyon ile DNA'daki şifreyi almış olan RNA'daki bilginin ribozomlarda proteine dönüştürülmesidir. Translasyon ile DNA'da depolanan genetik bilgi hücre için faydalı duruma gelir. Görüldüğü gibi DNA'nın veya bir kromozomun esas görevi RNA için kalıp (template) olmasıdır (Ateş, 2002).

Transkripsiyon olayı RNA polimeraz enzimi tarafından gerçekleştirilir. RNA polimeraz, DNA'yı kalıp olarak kullanarak RNA sentezleyen bir enzimdir. Transkripsiyon mekanizması DNA replikasyonuna çok benzerdir ancak transkripsiyon ve replikasyon arasında (RNA ve DNA arasındaki farklılıkların ötesinde) iki önemli fark vardır. Birincisi, transkripsiyonda replikasyona göre oldukça küçük bir molekül üretilir. İkincisi, transkripsiyonda DNA'nın sadece bir ipliği kopyalanır (bazı genler bir ipliği, bazıları ise diğer ipliği kullanırlar).

RNA polimeraz, DNA ile bağlantılar oluşturabilen büyük bir proteindir. RNA sentezinin doğru olarak başlaması için, RNA polimeraz ilk önce DNA üzerinde uygun bölgeyi tanımak zorundadır. DNA üzerinde RNA polimerazların bağlandığı bu özel dizilere sahip bölgeler promotor olarak adlandırılır. E.coli'de bütün genler 2 alfa, birer beta ve beta' ve sigma faktörü alt ünitelerini içeren tek bir RNA polimeraz enzimi tarafından transkribe olur. Bu beş alt ünitelerden oluşan enzim holoenzim olarak adlandırılır. Sigma faktörü alt ünitesi holoenzimin RNA sentezini başlatabilmesi için DNA üzerinde uygun bölgeyi (promotor) tanımasını sağlar. RNA polimeraz, transkripsiyonun başlaması için bir primere gereksinim duymaz, promotora bağlandığında transkripsiyon işlemi doğrudan başlar.

Transkripsiyonun başlaması başarılı olduğunda sigma faktörü alt ünitesi RNA polimerazdan ayrılır. Geriye, RNA polimeraz-DNA-yeni sentezlenen RNA'dan oluşan üçlü bir kompleks kalır. Daha sonra RNA polimeraz kalıp DNA boyunca ilerleyerek RNA zincirini ribonükleotid ilavesi ile uzatır. RNA polimeraz ilerledikçe DNA sarmalını bölgesel olarak açar ve DNA ipliklerini birbirinden ayırır. Böylece kalıp DNA ucuna ribonükleotidlerin kovalent eklenmesi gerçekleşir. Enzimin geçtiği yerlerde sarmal tekrar kapanır.



Şekil 2.8.7. Transkripsiyon (7)

Transkripsiyonun başlaması kadar sonlandırılması da önemlidir. Prokaryotlarda, RNA zincirinin uzaması, RNA polimerazın sonlandırma dizisi'ne (dur sinyali) rastlamasına kadar devam eder. Böyle dizileri içeren bir DNA bölgesinden sentezlenen RNA'daki G-C bazları kendi aralarında eşleşerek RNA'nın saç tokası adı verilen bir yapı oluşturmaya neden olurlar. Bu yapı RNA polimeraz için bir fiziksel strese sebep olur, transkripsiyon burada yavaşlar ve durur. RNA'daki saç tokası yapısını 4 veya daha fazla urasil bazı takip eder. RNA'daki bu urasil bazları ile kalıp DNA ipliğindeki adenin bazlarının karşılık gelmesiyle meydana gelen zayıf bağ eşleşmeleri RNA'nın DNA'dan

kopmasına yol açar. Ancak bütün sonlandırma bölgeleri kuvvetli bir saç tokası yapısı oluşturmayabilir. Bu durumda sentezin sonlanması, sonlanma faktörü; rho (p) adı verilen spesifik bir protein faktörüne bağlıdır. Rho, uzayan RNA zincirine bağlanan büyük bir hekzamerik proteindir. Sonlandırma bölgesinin tanınmasını ve transkripsiyonun durmasını sağlar (Tınaz, 2007).

2.8.4. Protein Sentezi

Proteinler, aminoasitlerin peptit bağı ile bağlanarak meydana getirdikleri polipeptitler olup organizmaların yapısal ve fonksiyonel en önemli makromoleküllerindendir. Enzimler, hormonlar ve antikorlar çoğunlukla protein yapısındadır (Ateş, 2002).

Bir hücredeki her bir proteinin sentezi, DNA'dan kopyalanan aracı bir mRNA tarafından yönlendirilir. DNA, protein sentezi için gerekli olan bilgiyi depo eder, RNA ise DNA'da depolanmış olan bu bilginin taşınmasında aracılık eder. Ancak biyolojik olayların çoğu proteinler tarafından gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, proteinlerin hatasız sentezi, hücre canlılığının devamlılığı için en hayati işlemlerden birisidir. Her bir proteindeki aminoasitlerin lineer sıralanışı o proteinin işlevini belirlediği için, bu dizilişi belirleyen mekanizmalar oldukça kritik önem taşımaktadır.

Protein sentezinde rol alan üç RNA molekülü farklı işlevler yerine getirmektedirler. mRNA aminoasit dizisini belirlemek için DNA'dan kopyalanmış genetik bilginin taşınmasında aracılık eder. tRNA genetik kodun (şifre) okunmasında anahtar rol oynamaktadır. mRNA'daki baz dizisine göre belirlenen aminoasitler önce spesifik bir tRNA molekülüne bağlanırlar ve sonra bu tRNA tarafından ribozomlara taşınarak polipeptitlerin uzayan sonlarına eklenirler. Her bir aminoasit için uygun tRNA seçilmekte ve tRNA, mRNA'da bulunan kodonlarla baz eşleşmesi yaparak doğru amino asidin polipeptide eklenmesini sağlar. rRNA ribozomların yapısına katılırlar ve aminoasitler arasındaki peptit bağının katalizlenmesinde rol alırlar.

Bütün canlılarda bu üç farklı RNA protein sentezinde görev almaktadırlar. Bir mRNA'daki baz dizisinin kullanılarak bir proteindeki aminoasitlerin dizilmesi ve birleştirilmesinde kullanılan işlemlerin tamamı translasyon olarak da bilinir. Translasyonun önemli bir özelliği belli bir istikamette ilerlemesidir. DNA'nın kopyalanan kolunun 3' ucundan başlanarak transkribe edilen RNA, 5'-3' yönüne doğru okunur. Protein sentezi esnasında ise her aminoasit bir önceki aminoasidin karboksil grubuna tek tek eklenir ve böylece sentez amino ucundan karboksil ucuna doğru ilerler (Yerlikaya, 2007).

Translasyon hem prokaryotlarda hem de ökaryotlarda ribozomlar üzerinde gerçekleşir. bu tercüme olayında nükleik asitlerin taşıdığı bilgi (genetik şifre) polipeptit zincirine tercüme edilir. Translasyon esnasında mRNA'daki bilgi kullanılır. Bu bilgi transkripsiyonla daha önce DNA'dan mRNA'ya aktarılmıştır. Ökaryotlarda nükleusta mRNA sentezlendikten sonra sitoplazmaya transfer olur. Prokaryotlarda ise transkripsiyon tamamlanmadan translasyon başlayabilmektedir. Oldukça karmaşık olan translasyon olayı bölümlere ayrılarak incelenebilir:

1. Aminoasitlerin aktivasyonu

- a. Aminoasil-tRNA sentetaz enzimleri
- b. tRNA'lar
- c. Aminoasitler
- d. ATP ve Mg^{++} protein sentezinin bu bölümü için gereklidir.

2. Sentezin başlaması (initiation)

Senteze başlama kompleksinin kurulması için şu elemanlar gereklidir:

- Ribozom
- Başlatma faktörleri (initiation factors = IF)
- mRNA

- fMet-tRNA
- GTP, Mg^{++}

3. Zincir uzaması (elongation)

Protein sentezine başlama kompleksinde, ribozomun büyük alt ünitesinin P bölgesine formil metionin taşıyan tRNA yerleşmiş ve ilk kodon olan AUG başlangıç kodonuyla eşleşmiş durumdadır. Ribozomun A bölgesi ve karşısında bulunan 2. Kodon boş bulunmaktadır. Bundan sonra olaylar şu şekilde ilerler:

- İkinci kodona bağlanacak aminoasil-tRNA, EF-Tu + GTP kompleksine bağlanır.
- EF-Tu, GTP enerjisiyle aminoasil-tRNA'yı ribozomun boş bulunan A (aminoasil) bölgesine bağlar.
- P bölgesinde bulunan f MET-tRNA'sındaki metioninin $-COOH$ grubu ile yeni gelen ve A bölgesindeki tRNA'nın taşıdığı aminoasidin $-NH_2$ grubu arasında, ribozomun büyük alt ünitesinde bulunan peptidil transferaz enzimi peptit bağı kurar.
- Ribozomun mRNA'nın 3' ucuna doğru 1 kodon hareket etmesiyle (translokasyon), P bölgesinde serbest kalmış olan tRNA ribozomdan ayrılır, A bölgesindeki dipeptidil tRNA, P bölgesine geçer ve A bölgesi boşaltılmış olur. A bölgesinin karşısına 3. Kodon gelir.
- Uzama reaksiyonları dizisi mRNA'nın stop kodonlarına gelinceye kadar devam eder.

4. Sentezin sonlanması (termination)

Poliipeptidin yapısında yer alacak olan aminoasitleri şifreleyen kodonların tamamı zincir uzaması safhasında okunmuş ve poliipeptidin yapısına dahil edilmiştir. Protein sentezinin tamamlanması aşamasında ise sentezi tamamlanmış olan poliipeptit ribozomdan ayrılır (Ateş, 2002).

7. Ökaryotlarda terminasyon eRF denilen tek bir GTP-bağımlı protein tarafından yapılır. Prokaryotlarda ise 2 terminasyon proteini bulunur (Ateş, 2002).

2.9. RNA TEKNOLOJİLERİ

Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji alanında yaşanan gelişmelerin bir ürünü olan RNA teknolojileri, biyolojik moleküllerde çok farklı görevleri tanımlanan RNA'nın teknolojik yöntemlerle fonksiyonlarından yararlanılması anlamına gelmektedir.

2.9.1. RNA İzolasyonu

Hücrelerdeki total RNA'nın bakterilerde toplam hücre ağırlığının % 6'sını, gelişmiş yapıli canlılarda ise % 1.1 kadarını kapsadığı bilinmektedir. Örneğin, tipik bir memeli hücresi yaklaşık 10-15 µg total RNA içerir. Bu miktarın %80-85'i rRNA'ya (28S, 18S ve 5S rRNA) aittir. Kalan % 15-20'lik miktar ise düşük moleküler ağırlıklı RNA türlerini (tRNA, nükleusa ait küçük RNA'lar) içermektedir. mRNA ise total RNA'nın %1-5'ni kapsayan, boyutları ve dizisi birkaç yüz bazdan birkaç kilo baza kadar değişen bir heterojenlik göstermektedir. Parçalanmamış ve temiz RNA izolasyonu, klonlama ve gen anlatımı analizi çalışmalarında oldukça önemli aşamalardan biridir. Herhangi bir hücre tipinden izole edilen total RNA'dan mRNA'nın izolasyonu ve bu işlemi takiben çift zincirli DNA (cDNA) elde etmek mümkündür. Böylece istenen dokudan cDNA kitaplığı oluşturulabilir ve istenen gen klonlanabilir. Ayrıca, araştırılan genin transkripsiyon düzeyinde regülasyon mekanizması incelenebilir.

RNA çalışmalarının tümünde başlıca ön koşul yapısını koruyan parçalanmamış ("intact") RNA'nın izolasyonudur. İzolasyon sırasında en fazla karıştırılan problem,

aktivitesini uzun süre koruyan, ribonükleaz (RNaz) kontaminasyonudur. Çok az miktarlarda RNaz varlığı bile RNA'nın bütün olarak eldesini engelleyebilmektedir. Bu tür sorunlardan kurtulmak için bütün çözeltiler, cam ve plastik eşyalar özel yöntemlerle hazırlanmalı ve steril edilmelidir. RNaz özellikle çalışanın ellerinden bulaştığı için RNA izolasyonu sırasında kesinlikle eldiven giyilmelidir. Kirli cam eşya veya yüzeylerle temas edilmişse eldivenler değiştirilmelidir. İzolasyonda kullanılacak çözeltiler RNaz'ın aktivitesini yok eden dietilpirokarbonat (DEPC) ile hazırlanmalıdır. Bununla birlikte, Tris, DEPC'yi inaktive ettiği için Tris içeren çözeltiler DEPC ile hazırlanmamalıdır. Çözelti hazırlanmasında kullanılan tüm kimyasalları mümkünse sadece RNA çalışmalarına ayırmak en kesin yoldur. Tartımlarda daha önce elle tutulmuş spatül gibi araçların kimyasalların içine sokulması bile RNaz kontaminasyonuna yol açtığından, bunların cam eşyalar gibi fırında steril edilmesi gerekir. Cam eşyalar 180°C'da 8 saat veya 300°C'da 4 saat tutularak, ya da kloroform ile yıkanarak RNaz'ın inaktivasyonu sağlanabilir. Bazı cam eşyalar, içinde %0.1 oranında çözölmüş DEPC bulunan su ile doldurularak 2 saat 37°C'da bekletilir. Daha sonra birkaç kez steril distile su ile yıkanır ve 15 dakika otoklavlanır. Bu işlem DEPC'nin uzaklaştırılması için gereklidir. Bu şekilde RNA'nın pürin bazlarının karbon atomlarının metillenmesi önlenir. Karboksimetilasyon DNA:RNA veya RNA:RNA melezlerini oluşumunu çok olumsuz etkilemez, fakat karboksimetillenmiş RNA düşük düzeyde anlatım yapar.

Steril ve tek kullanımlık plastik eşyalar RNaz kontaminasyonu taşımadıklarından RNA izolasyonu ve saklanması aşamalarında herhangi bir hazırlık gerektirmeden kullanılabilirler. Ancak bu malzemeleri de eldiven ile tutmak gerekmektedir. Elektroforez tanklarının da yukarıda açıklandığı gibi DEPC içeren su ile yıkanması önerilmektedir. Bununla beraber bazı araştırmacılar ise DEPC ile işlem görmüş hiçbir malzemeye gerek olmadığını, RNaz inaktivasyonu için, DEPC yerine %30'luk H₂O₂ ile yaklaşık 30 saniye yıkama ve defalarca distile su ile durulamadan sonra 6 saat 180°C'da tutmanın yeterli olacağını ileri sürmektedirler.

RNA izolasyonu protokollerinin ilk aşama hücre çeperlerinin membranın parçalanmasıdır (Lizis). Daha sonra hücre lizatının santrifüjlenmesi ile RNA diğer hücresel makromoleküllerden ayrılır. RNA izolasyonu yönteminin belirlenmesinde hücre tipi ve elde edilen RNA'nın hangi amaçla kullanılacağı oldukça önemli

ölçütlerdir. Ayrıca son yıllarda çeşitli firmalar tarafından üretilen RNA izolasyon kitlerinin kullanımı RNA'nın parçalanmadan elde edilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır.

2.9.1.1.Total RNA İzolasyonu

- **Gram (-) Bakterilerden Total RNA İzolasyonu**

Organizma: *Escherichia coli*

Gerekli Malzemer:

Protoplast tamponu,	pH 8.0
Tris-HCl	15 mM
Sukroz	0.45 M
EDTA	8 mM
Lizozim	50 mg/ml
Lizis tamponu,	ph 8
Tris-HCl	10 mM
NaCl	10 mM
Sodyum sitrat	1 mM

SDS % 1.5

DEPC'li su

DEPC 0.2 ml

Distile su 100 ml

(DEPC ve su iyice karıştırılır daha sonra otoklavlama yapılır. DEPC karsinojenik bir madde olduğundan dikkatli kullanılmalıdır).

NaCl ile doyurulmuş DEPC'li su

NaCl 40 g

(DEPC'li su ile 100 ml'ye tamamlanır.)

Yöntem

- 1) Bölüm 2.1 de belirtilen besiyeri ve üretme koşullarında üretilen 10 ml E. Coli kültürü 12.000 x g'de 4°C'da 5 dakika santrifüj edilir.
- 2) Hücre çökeltisi 10 ml protoplast tamponu içinde çözündürülür ve 80 µl lizozim (50 mg/ml) eklenerek 15 dakika buz içinde tutulur.
- 3) Protoplastlar 5.900 x g'de 4°C'da 10 dakika santrifüjlenerek çöktürülür ve 0.5 ml lizis tamponundan çözündürülür.
- 4) 15 µl DEPC eklenerek karıştırılır ce mikrosantrifüj tüpüne aktarılır. 5 dakika 37°C'da bekletilir ve daha sonra buz içinde soğutulur.
- 5) 250 µl NaCl ile doyurulmuş DEPC'li su eklenerek 10 dakika buz içinde tutulur.
- 6) 10 dakika, 4°C'da mikrosantrifüjde yüksek hızda (14000 devir/dak) santrifüj edilir.
- 7) Üst sıvı 2 mikrosantrifüj tüpüne eşit hacimde aktarılır. Her bir tüpe 1 ml soğuk (-20°C) saf etanol eklenir ve bir gece -20°C'da bekletilir.
- 8) 15 dakika yüksek hızda (14000 devir/dak) 4°C'da santrifüjleme sonucu elde edilen çökelti 500 µl soğuk % 70'lik etanol ile yıkanır ve havada kurutulur.

9) Çökelti 100 µl DEPC'li suda çözündürülür.

(Uzun süre saklamalar için % 70'lik etanol içerisinde -70°C'da bırakmak daha uygun olabilir.)

- **Gram (+) Bakterilerden Total RNA İzolasyonu**

Organizma: *Bacillus subtilis*

Gerekli Malzemeler:

Lizis tamponu,	pH 7.4	
Tris-HCl, pH 7.4	30 mM	
NaCl	100 mM	
EDTA	5 mM	
SDS	% 1	
Proteinaz-K	100 µg/ml	
Fenol/kloroform/izoamil alkol	25:24:1	(v : v : v)
Kloroform/izoamilalkol	24:1	(v : v)
NaCl	5 M	
Saf etanol		
Etanol	% 70	
DNA parçalama tamponu,	pH 8.0	

Tris-HCl, pH 8.0 20 mM

MgCl₂ 10 mM

2.5 mg/ml DNaz 1 (RNaz içermeyen)

TE tamponu, pH 8.0

DEPC'li su

Yöntem

- 1) Bölüm 2.1'de belirtilen besiyeri ve üreme koşullarında üretilen 10 ml *B. Subtilis* kültürü ile 12.000 x g'de 4°C'da 5 dakika santrifüj edilir.
- 2) Çökelti 0.5 ml lizis tamponunda çöktürülür, mikrosantrifüj tüpüne aktarılır ve kuru buz üzerinde dondurulur.
- 3) Örnek çözündürüldükten sonra 3 kez 10'ar saniye mikrotip sonikatör ile 30W'da köpürmeye izin vermeden sonşkasyon gerçekleştirilir ve 60 dakika 37°C'da bekletilir.
- 4) Eşit hacimde fenol/kloroform/izoamil alkol (24:24:1) eklenerek karıştırılır. Daha sonra karışım oda sıcaklığında 5 dakika yüksek hızda (14.000 devir/dak) santrifüjlenir. Üst faz yeni bir mikrosantrifüj tüpüne aktarılır.
- 5) Önce eşit hacimde fenol/kloroform/izoamil alkol (25:24:1) ile 1 kez, daha sonra eşit hacimde kloroform/izoamil alkol (24:1) eklenerek ekstraksiyon yapılır.
- 6) Toplam 400 µl üst faza 15µl 5 m NaCl eklenir ve tüp soğuk saf etanol ile doldurularak karıştırılır, -20°C'da bir gece bekletilir.
- 7) 15 dakika 4°C'da yüksek devirde (14.000 devir/dak) santrifüjleme sonrası oluşan çökelti 500 µl soğuk % 70'lik etanol ile yıkanır ve havada kurutulur.
- 8) Çökelti 95 µl DNA parçalama tamponunda çözündürüldükten sonra 4 µl DNaz 1 (2.5 mg/ml) eklenir ve 60 dakika 37°C'da bekletilir.

- 9) Eşit hacimde fenol/kloroform/izoamil alkol (25:24:1) eklerek ekstraksiyon yapılır. Üst faz yeni tüpe alınır. Alt faza 100 µl TE ekledikten sonra 5 dakika oda sıcaklığında satrifüjleme yapılır. Üst faz bir önceki üst faz ile birleştirilir.
- 10) Bu sıvı kloroform/izoamil alkol (24:1) ile ekstre edilir. Yeni üst faza 10 µl 5 M NaCl ve 600 µl soğuk saf etanol eklenerek bir gece -20°C'da bekletilir.
- 11) 30 dakika 4°C'da yüksek devirde (14.000 devir/dak) santrifüjleme sonucu elde edilen çökelti 500 µl soğuk % 70'lik etanol ile yıkanarak havada kurutulur. 100 µl DEPC'li suda çözündürülür.

(Uzun süre saklamalar için % 70'lik etanol içerisinde -70°C'da bırakmak daha uygun olabilir.)

- **Mayalardan Total RNA İzolasyonu**

Organizma: *Saccharomyces cerevisiae* veya *Schizosaccharomyces pombe*

Gerekli Malzemeler:

Ekstraksiyon tamponu,	pH 7.6	
Tris-HCl,	pH 7.6	0.1 M
LiCl		0.1 M
EDTA		0.01 M
SDS		0.1 M

(LiCl, EDTA ve SDS 80 ml DEPC'li suda çözündürülür ve DEPC'nin uzaklaştırılması için otoklavlanır. Daha sonra Tris eklenir.)

DEPC'li su

DEPC % 0.1

PCIA (Fenol/Kloroform/İzoamil alkol) 25:24:1 (v : v : v)

LiCl 5 M

Asitle yıkanmış cam boncuk

Etanol % 75

Yöntem

- 1) 10 ml maya kültürü ($1-2 \times 10^7$ hücre/ml) $5.000 \times g$ 'de $4^\circ C$ 'da santrifüj edilerek hücreler çöktürülür.
- 2) Çökelti 0.2 ml SDS içeren ekstraksiyon tamponu içerisinde çözündürülür ve mikrosantrifüj tüpüne aktarılır.

(Hücreler $-70^\circ C$ 'da haftalarca saklanabilir.)

- 3) 0.2 ml PCIA ve asit ile yıkanmış 0.4 g cam boncuk eklenir.
- 4) Karışım 2-5 dakika tüp karıştırıcıda karıştırılır.
- 5) 0.3 ml fenol/kloroform/izoamil alkol (25:24:1) (PCIA) ve 0.3 ml SDS içeren ekstraksiyon tamponu eklenir ve 1 dakika daha karıştırıldıktan sonra 1 saat $-20^\circ C$ 'da bekletilir.
- 6) Buz içine alınarak kendi halinde çözünmesi beklenir ve $15.000 \times g$ 'de 5 dakika $4^\circ C$ 'da santrifüj edilir. Üst sıvı yeni bir tüpe alınır.
- 7) Eşit hacimde fenol/kloroform/izoamil alkol (25:24:1) (PCIA) eklenip karıştırıldıktan sonra $15.000 \times g$ 'de 5 dakika $4^\circ C$ 'da santrifüj edilir. Üst sıvı bir tüpe alınır.
- 8) 1/10 hacim 5 M LiCl eklenip altüst edilerek karıştırılır ve $-20^\circ C$ 'da bir gece bırakılır.

($-70^\circ C$ 'da 1 saat bekletmek de yeterli olabilmektedir.)

- 9) $15.000 \times g$ 'de 20 dakika, $4^\circ C$ 'da santrifüjleme yapılır.
- 10) Çökeltinin buz içinde kuruması sağlanır.

- 11)Çökelti 100 µl DEPC’li suda çözündürülür ve küçük hacimlere bölünerek - 20°C’da saklanır.

(Uzun süre saklamalar için % 75 soğuk etanolde -70°C’da bırakmak daha uygun olabilir.)

- **Memeli Dokularından Total RNA İzolasyonu**

Materyal: Herhangi bir memeli dokusu

Gerekli Malzemeler:

Parçalama tamponu pH 7.0

Guanidin tiyosülfat 4M

Sodyum sitrat pH 7.0 25mM

2-Merkaptoetanol (2-ME) 0.1M

N-Laurilsarkosin (sarkosil) %0.05

(250g Guanidin tiyosülfat 293 ml su içinde çözündürülür, 17.6 ml 0.75 M sodyum sitrat (pH 7.0) ve 26.4 ml %10 sarkosil eklenerek 60-65°C’da karıştırılır. Bu stok çözelti 3 ay jadar oda sıcaklığında tutulabilir. Deney sırasında 50 ml stok çözeltiye 0.35 ml 2-ME eklenir. Çalışma çözeltisi 1 ay kadar saklanabilir.)

Sodyum asetat pH 4.0 2M

Fenol (su ile doyurulmuş)

Kloroform/izoamil alkol 49:1 (v : v)

İzopropanol %100

Etanol %75

SDS

%0.5

Yöntem

- 1) 100 mg doku üzerine 1 ml parçalama tamponu eklenerek el veya motor gücüyle çalışan pistonlu homojenizatör ile doku parçalanır.
- 2) Homojenat 5 ml polipropilen tüpe aktarılır ve 0.1 ml 2 M sodyum asetat eklenerek karıştırılır.
- 3) 1 ml fenol eklenir, karıştırılır ve 0.2 ml kloroform/izoamil alkl (49:1) eklenerek 15 dakika, 4°C'da bekletilir.
- 4) 10.000 x g'de 20 dakika 4°C'da SS34 rotor kullanılarak santrifüjleme yapılır.
- 5) Üst sıvı yeni bir tüpe alınır, 1 ml izopropanol eklendikten sonra 30 dakika -20°C'da bekletilir. 10 dakika 10.000 x g'de 4°C'da santrifüjlenerek RNA çöktürülür.

(RNA izolasyonu karaciğer gibi glikojen açısından zengin dokudan yapılıyorsa, çökeltideki glikojen 4 M LiCl ile yıkanarak uzaklaştırılır.)

- 6) RNA 0.3 ml parçalama tamponu içerisinde çözündürülür, mikrosantrifüj tüpüne aktarılır.
- 7) Üzerine 0.3 ml izopropanol ve 30 dakika -20°C'da bekletildikten sonra 10 dakika 10.000 x g'de 4°C'da santrifüjlenerek RNA çöktürülür.
- 8) RNA %75'lik etanolde süspansiyon haline getirilir. Tüp karıştırıcı ile karıştırılır ve 10-15 dakika oda sıcaklığında bekletilir. 10.000 x g'de 5 dakika 4°C'da santrifüjlenir.
- 9) RNA çökeltisi vakumda kurutulur. 100-200 µl DEPC'li suda çözündürüldükten sonra -70°C'da saklanır.

(RNA %75'lik alkol içerisinde -20°C'da en az 1 yıl saklanabilir.)

- **Bitkilerden Total RNA İzolasyonu**

Materyal: Soğan tipi gövde

Gerekli Malzemeler

Sodyum borat 0.2 M

Etilen glikol bis (β -Aminoetil eter) N, N, N', N' – tetraasetik asit (EGTA) 30 mM

DTT 5 mM

SDS % 1

Proteinaz K 15 mg

KCl 2 M

LiCl 4 M

LiCl 2 M

Saf Etanol

Yöntem

- 1) 35 ml parçalama tamponu 65°C'da ısıtılır.
- 2) Sıcak tampon üzerine 50 g taze ağırlıkta -20°C'da dondurulmuş bitki materyali eklenir ve hemen bıçaklı homojenizatör ile 30-90 sn süre ile parçalanır.
- 3) Özüte 15 mg proteinaz K ve son konsantrasyonu .2 M olacak şekilde KCl (5 ml 2 M KCl) eklenir ve 37°C'da 1 saat bekletilir.
- 4) Karışım buz üzerinde 1 saat tutulduktan sonra 4°C'da 10.000 x g'de 20 dakika santrifüj edilir. Üst sıvı yeni tüpe alınır.

- 5) RNA'yı çöktürmek için üst sıvı eşit hacimde 4 M LiCl eklenerek 4°C'da bir gece bekletilir.
- 6) 4°C'da 10.000 x g'de 20 dakika santrifüjleme sonucu elde edilen çökelti 2 kez 20 ml 2 M LiCl ile yıkanır.
- 7) Çökelti TE içinde çözündürülür veya 2.5 hacim soğuk saf etanol içinde aylarca -70°C'da saklanabilir.

2.9.1.2.Organel (mitokondri) RNA'sı İzolasyonu

Materyal: Patates tubeleri

Gerekli Malzemeler

Mitokondrilerin izolasyonu için gerekli malzeme ile yöntem bölüm 2.2.2'de ayrıntılı şekilde verilmiştir. Bu malzemelere ek olarak;

RNA Ekstraksiyonu tamponu,	pH 7.0
Guanidin tiyosiyonat	4 M
Sodyum sitrat, pH 7.	25 mM
Sarkosil	% 0.5
2-merkaptoetanol (2-ME)	% 0.1

(2-ME tamponu kullanmadan hemen önce eklenmelidir.)

LiCl	4 M
Sodyum asetat pH 4.0	2 M

Yöntem

- 1) Bölüm 2.2.2.'de belirtilen yöntemle elde edilen mitokondri çökeltisi 0.4-0.8 ml RNA ekstraksiyon tamponunda çözündürülür ve 65°C'da 2-3 dakika bekletilir.
- 2) 0.1 hacim 2 M sodyum asetat eklendikten sonra solusyon dikkatlice karıştırılır.
- 3) Eşit hacimde eklenen fenol/kloroform/izoamil alkol ile 5 dakika, 14.000 devir/dakika hızda ekstraksiyon yapıldıktan sonra üst sıvı yeni bir tüpe alınır.
- 4) Eşit hacimde izopropanol eklendikten sonra -20°C'da 1 saat bekletilir ve 18.000 x g'de 20 dakika santrifüj edilir.
- 5) Çökelti 0.2-0.4 ml 4 M LiCl içerisinde çözündürülür ve tekrar 18.000 x g'de 20 dakika santrifüj edilir.
- 6) Çökelti 0.3 ml RNA ekstraksiyon tamponunda çözündürülür ve 65°C'da 2-3 dakika bekletilir.
- 7) Eşit hacimde izopropanol eklendikten sonra -20°C'da 1 saat bekletilir ve 18.000 x g'de 20 dakika santrifüj edilir.
- 8) Elde edilen mtRNA çözeltisi %75 alkol ile iki kez yıkandıktan sonra hava da kurutulur ve 10-20 µl DEPC'li su içerisinde çözündürülür.

2.9.1.3.mRNA'nın İzolasyonu

Son yıllarda dokudan veya hücreden doğrudan mRNA izolasyonu sağlayan kitler geliştirilerek satışa sunulmuştur. Bununla beraber total RNA'nın parçalanmadan izolasyonu başarılıdıktan sonra, RNaz kontaminasyonuna dikkat etmek koşuluyla mRNA izolasyonu oldukça kolay bir yöntemle gerçekleştirilebilir.

Total RNA izolasyonu sonucunda elde edilen RNA karışımı en yüksek oranda rRNA'yı ve daha az miktarda tRNA ve mRNA'yı içermektedir. Karışımdan mRNA'nın izolasyonu için oligo (dT) selüloz tablet veya kolonlar kullanılabilir.

Gerekli Malzemeler:

Oligo (dT) selüloz 0.5 g

NaOH	0.1 M
Yükleme tamponu,	pH 7.5
Tris-HCl, pH 7.5	20 mM
LiCl	0.5 M
EDTA	1 mM
SDS	% 0.1
Elüsyon tamponu	
Tris-HCl pH 7.6	10 mM
EDTA	0.1 mM
SDS	% 0.05
Sodyum asetat, pH 5.2	3 M
Saf etanol	

Yöntem

- 1) Pastör pipeti ve steril cam pamuğu kullanılarak, Şekil 3.1'deki düzenek hazırlanır. Pastör pipeti sabit bir tutucu üzerine yerleştirilerek geniş ve dar kısmının birleştiği bölge cam pamuğu ile doldurulur. Cam pamuğu kolonu tıkamaması için çok sıkı ve sıvının sızmamaması için de çok gevşek olmayacak şekilde yerleştirilir. Pastör pipetinin ucuna musluklu bir lastik hortum takılır.
- 2) 0.5 g oligo (dT) selüloz 1 ml 0.1 M NaOH içinde çözündürülür ve Pastör pipetine doldurulur. Selüloz yerleştikten sonra pipetin ucundaki lastik hortuma bağlı musluk açılır ve kolon kurumayacak şekilde sıvının yavaşça geçişi sağlanır.

(Kolondan gelen fraksiyonun pH'sı 7.5 olundaya kadar yıkanır.)

- 3) Kolon 10 ml yükleme tamponu ile kolondan gelen fraksiyonun pH'sı 7.5 olundaya kadar yıkanır.
- 4) Total RNA 2 hacim yükleme ile sulandırılır ve 10 dakika 65°C'da tutulduktan sonra 5 dakika buz içinde bırakılır. Bu uygulama RNA moleküllerinin sekonder yapısının bozulmasını sağlar.
- 5) Pipetin ucundaki musluk kapatılır ve yükleme tamponu ile sulandırılmış total RNA kolona yüklenir.
- 6) Musluk çok yavaş bir şekilde (1 damla/3-5 sn) açılır. Kolondan gelen fraksiyon iki kez daha kolona yüklenir.

(Kolondan gelen fraksiyon tRNA ve rRNA içermektedir.)

- 7) Kolon daha sonra 30 ml yükleme tamponu ile yıkanır.

(Yıkama sonrası kolondan gelen fraksiyonda kolona zayıf bir şekilde tutunan rRNA ve tRNA bulunur.)

- 8) Kolon 5 ml elüsyon tamponu ile yıkanarak mRNA elde edilir.
- 9) 2.5 hacim soğuk saf etanol ile ve 0.1 hacim 3 M sodyum asetat eklenerek 1 gece -20°C'da bekletilir.
- 10) Karışım 4°C'da 20.000 devir/dak 20 dakika santrifüj edilir.
- 11) Çözelti havada kurutulur ve 50-150 µl TE tamponu içinde çözündürülür.

(Uzun süreli saklamalarda agaroz jelde kontrolü yapıldıktan sonra dokuzuncu aşamayı tekrarlayıp -20°C'da bırakmak daha uygun olabilir) (Sarıkaya, 2008).

2.9.2. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Hücrelerde DNA doğal olarak replikasyon ile çoğalır. DNA çift sarmalında birbirinden ayrılan ipliklerin tamamlayıcıları sentezlenerek bir DNA molekülünden onunla aynı olan iki yavru molekül meydana gelir. Buna göre de hücre bölünmesiyle oluşan yeni hücrelere tüm genler aynen geçerler. Her yeni hücre jenerasyonunda genlerin kopya sayılarının iki katına çıkması nedeniyle jenerasyonlar boyunca DNA

miktarı başlangıca göre üssel olarak artar. Örneğin 30 jenerasyon sonunda hücre ve gen sayısında milyarlarca kez artış olur. *In vitro* koşullarda istenilen bir genin ya da özgün bir DNA dizisinin çok sayıda kopyasının elde edilmesi için rekombinant DNA yöntemleri ile DNA klonlamasına ek olarak, 1980’li yıllardan itibaren Polimeraz Zincir Reaksiyonu (“Polymerase Chain Reaction”, PCR) da kullanılmaya başlanmıştır.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu, spesifik bir DNA parçasının kopyalarının primerler tarafından yönlendirilerek, enzimatik olarak sentezlenmesi şeklinde tanımlanan *in vitro* bir yöntemdir. Primerler birkaç baz bakımından çok ihtimalli olabilirler ancak bu sayının mümkün olduğunca az olması gerekmektedir. PCR işlemi genomik **DNA** veya bir **RNA** preparatı üzerinde yapılabilir. 1980’li yılların ortalarında Cetus firması araştırmacıları tarafından geliştirilmesinin ardından temel moleküler biyolojik araştırmalarda (klonlama, dizi analizi ve DNA haritalaması) ve birçok hastalığın (orak hücre anemisi, kistik fibrozis, “fragile X” sendromu, AIDS, lösemi vb.) DNA temeline dayalı tanısı için de klinik tıpta hızla kullanılmaya başlanmıştır. PCR ile insan genomik DNA’sı gibi kompleks DNA kalıplarından spesifik DNA parçalarının sentezinin birkaç saat içinde gerçekleştirilebilir hale gelmesi, bu teknolojinin yaygınlaşmasında başlıca neden olmuştur

PCR reaksiyonun gereksinimleri deoksिनükleotidler, DNA polimeraz primerler, kalıp ve magnezyum içeren PCR tamponudur.

PCR’ ın prensibi tekrarlanan 3 basamağa dayanır.

1. Amplifiye edilecek DNA’ nın yüksek sıcaklıkta denatürasyonu (94 C⁰)
2. Primerlerin DNA’ daki hedef bölgelerle özgül hibridizasyonuna olanak verecek sıcaklıkta annealing reaksiyonu

Primerlerin ayrılmış DNA zincirleri üzerinde komplementer oldukları bölgelere eşleşip kalıp DNA zinciri ile primer arasında hidrojen bağlarının oluşmasının sağlanacağı bir sıcaklık derecesi vardır. T_m (erime noktası) adını alan bu sıcaklık derecesi primer dizisinin baz içeriğine göre değişir. Primerdeki G ve C sayısı artıkça T_m derecesi de artar.

$T_m = 4 (G + C) + 2 (A + T)$ Annealing sıcaklığı genellikle T_m değerinin 5 C⁰ aşağısı alınarak belirlenir.

3. Taq DNA polimeraz enziminin en yüksek aktivite gösterdiği sıcaklık olan 72 C⁰ de primerlerin uzaması, tamamlayıcı zincir sentezi (Extension)

Reaksiyonun özgülüğü çok iyi tanımlanmış primer oligonükleotidlerin seçilmesiyle sağlanır. Bunlar amplifiye edilecek DNA' ya bağlanacak olan bağlanma bölgesine komplementer yapıda kısa tek sarmal DNA molekülleridir. Primerler çiftler halinde biri çift zincir DNA' yı oluşturan zincirlerinden birine, diğeri de o zincirin komplementerine eşleşecek şekilde farklı dizilimlerde tasarlanır. Amplifikasyon için DNA dizisinin bilinmesi gerekli değildir. Birleşme bölgelerinin dizisinin bilinmesi yeterlidir.

Reaksiyon için ısıya dayanıklı bir enzim Taq DNA polimeraz Klenow fragmenti kullanılırken günümüzde "Thermus aquaticus" termofilik bakterisinden izole edilen ve ısıya dayanıklı enzim Taq polimeraz kullanılmaktadır. Çünkü bu enzim 94 C⁰ de inkübe edildikten sonra bile aktivitesini kaybetmez. Oysa E-coli den elde edilen DNA polimeraz I yüksek sıcaklıkta inaktive olur ve her cycle enzimi yenilemek gerekir. Bu yol hem yavaş hem pahalıdır. O yüzden Taq polimeraz kullanılır. DNA polimeraz enzimleri bir DNA sentezleyebilmek için komplementerini sentezleyeceği bir kalıp DNA molekülüne, substrat olarak dNTP' lere ve kalıp zincirine eşleşmiş primerin 3⁰ OH grubuna ihtiyaç duyarlar. Enzim bu bileşenlerin bir araya geldiği uygun tampon sisteminde ve uygun sıcaklıkta primerin 3⁰ OH grubuna serbest dNTP' lerin 5⁰a -fosfat gruplarını 3⁰-5⁰ fosfodiester bağı ile kovalent olarak bağlar. Tamponlar, enzim için gerekli olan elektrolitleri ve koenzimleri sağlar. Yine polimeraz enzimleri aktiviteler için serbest magnezyum iyonlarına gereksinim gösterir. Bu yüzden magnezyum içeren tamponlar kullanılır.

Ayrıca günümüzde polimeraz zincir reaksiyonunu, allellik dizi varyanslarının gösterilebilmesi ile doku transplantasyonu için doku tipinin belirlenmesi, adli tıp örneklerinin genetik tiplendirilmesi (analık-babalık tayini) gibi tıbbın diğer kollarında, tarımda (tohum saflığının belirlenmesi), sistematik ve evölüsyon çalışmaları gibi birçok alanda (doğadaki çeşitli canlı türlerinin tanısı, türler arasındaki polimorfizmin belirlenmesi) kullanmak olası hale gelmiştir.

PCR için saf DNA kullanılmaya gerek yoktur. Kaba hücre özütü, total DNA preparatı, bir damla kan ya da sperm başarılı bir PCR için başlangıç materyali olabilir.

Başlangıçtaki DNA molekülü sayısı PCR' ın kaç döngü uygulanacağını belirler. 1 – 100 kopya DNA molekülü ile başlanıyorsa 30 – 45 döngü, 1.000 – 100.000 ile başlanıyorsa 20 – 30 döngü yeterlidir. Bir döngü sonucunda başlangıçta n olan DNA zincir sayısı $2n'$ e yükselir. Döngüler arka arkaya çok kez tekrarlanırken herbir döngünün ürünü, bir sonrakinde kalıp olarak kullanıldığı için her döngüde istenen DNA segmentinin miktarı 2 katına çıkar.

1 Örnek İçin Deneyin Yapılışı:

DNA 1 – 2 Mg

10 x Buffer 10 Mg

dNTP 0,6 Mg

Primer 1 1 Ml

Primer 2 1Ml

Distile Su 88 Ml

Toplam 100 Ml

Reaksiyon karışımından 85 ml kadar alınıp DNA içeren tüpe eklenir. İyice karıştırılır.

PCR aletine konur $94\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 4 dakika bekletilir. (DNA' nın denatüre olması, muhtemel proteaz kontaminasyonun önlenmesi ve ekzonükleaz aktivitesinin engellenmesi için) Geriye kalan 15 ml karışıma 2 ml Taq polimeraz eklenir ve DNA içeren tüpe ilave edilir. Gerekirse örneklerin üzeri 2 damla mineral yağ ile örtülür. PCR programı başlatılır. Daha amplifikasyon ürünleri % 1' lik agaroz jelde kontrol edilir.

2.9.2.1. Polimeraz Zincir Reaksiyonunun Oluşum Mekanizması

Polimeraz zincir reaksiyonu çift iplikli bir DNA molekülünde hedef dizilere iki oligonükleotid primerin bağlanması ve uzaması esasına dayanır. Ampilimer olarak da

adlandırılan oligonükleotid primerler, kalıp DNA molekülü yüksek sıcaklık derecelerinde denatüre edildikten sonra, tek iplikli DNA molekülü üzerinde kendilerine tamamlayıcı olan bölgelerle melezlenir. Primerlerin spesifik olarak hedef dizilere bağlanması düşük sıcaklık derecelerinde gerçekleşir. DNA polimeraz enzimi, uygun tampon ve dört çeşit deoksiribonükleozid trifosfat (dNTP) varlığında primerin 3' hidroksil ucundan uzamasını sağlar. Böylece DNA ipliğine tamamlayıcı olan yeni DNA molekülü sentezlenmiş olur. Bir PCR döngüsü denatürasyon, primerin bağlanması (annealing) ve uzama (extension) olarak adlandırılan üç aşamadan oluşur. Ardı ardına tekrarlanan denatürasyon, primerlerin bağlanması ve primerlerin uzaması evreleriyle DNA parçaları üssel olarak artar. Bu üssel artışın nedeni, bir döngü sonucu sentezlenen ürünün ardışık döngüde diğer primerler için kalıp görevi yapmasıdır. Böylece her PCR döngüsü DNA molekülü üzerinde istenilen bölgenin iki katına çıkmasıyla sonuçlanır. PCR boyunca biriken ürünlerin boyu iki primerin boyu ve hedef DNA bölgeleri arasındaki mesafelerin toplamı kadardır.

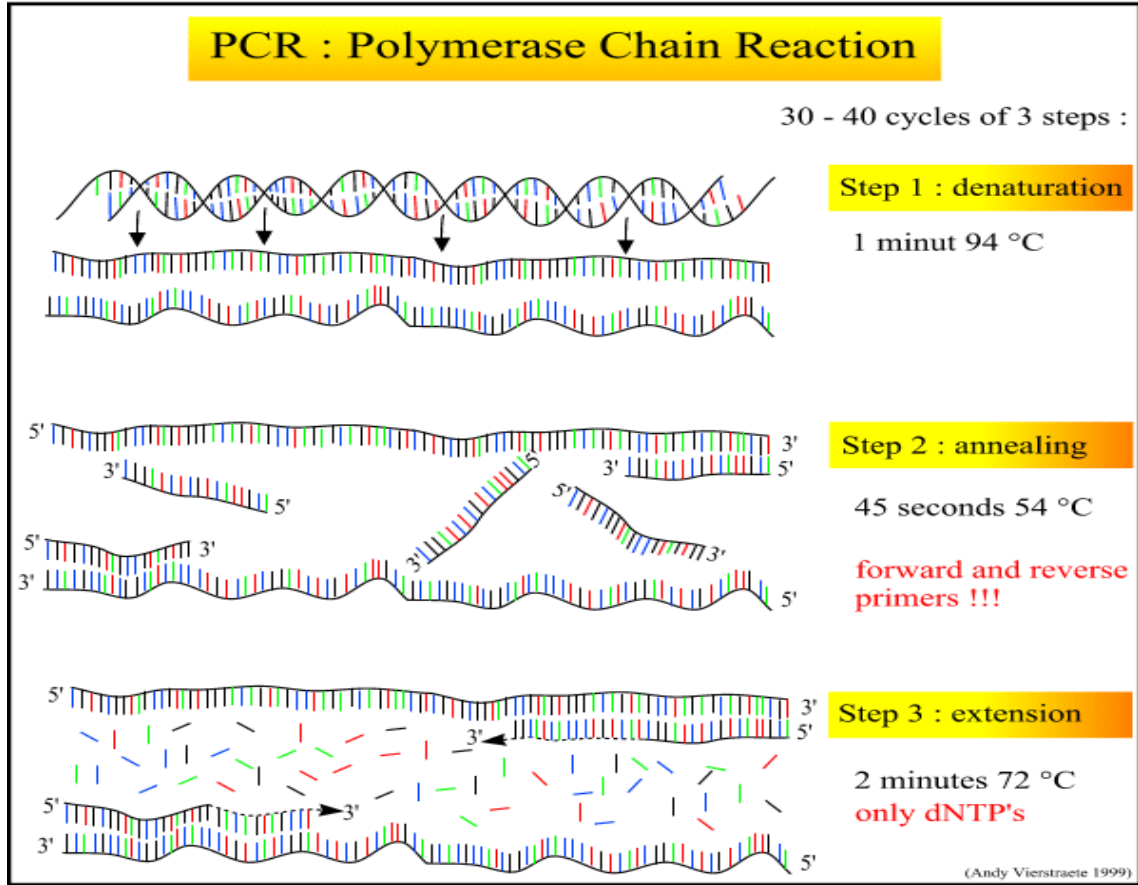
Matematiksel olarak amplifikasyon ($2^n - 2n$) X formülü ile ifade edilir.

n=döngü sayısı

2n=birinci ve ikinci döngü sonucunda oluşan boyları bilinmeyen ürünler.

X=orijinal kalıbın kopya sayısı

Potansiyel olarak her döngünün %100 verimle gerçekleştiği varsayılırsa örneğin 20 döngü sonucunda 2^{20} kat ürün meydana gelir.



Şekil 2.9.1. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (9)

PCR verimini etkileyen önemli bir faktör, DNA polimeraz enzimidir. Normalde enzim miktarı, 25-30 PCR döngüsü sonucunda hedef dizi artışı ve termal denatürasyon nedeni ile sınırlayıcı bir etken haline gelir. Verimliliği azaltan diğer faktörde konsantrasyonu artan hedef dizilerin primer ile bağlanma yarışıdır (Arı, 2008).

2.9.3. Elektroforez

Elektroforez, elektriksel bir alanın etkisi altında likid bir ortamda yüklü solüt veya partiküllerin göçüdür. Elektroforez tüm partikül türlerinin göçünü sağladığından iyontoforez terimi özellikle küçük iyonların göçünü ifade eder.

Protein çalışmalarında kullanılan ilk elektroforez yöntemi Tiselius tarafından 1937'de tanımlanan serbest solüsyon elektroforezi, frontal elektroforez veya "moving

boundary” elektroforezidir. Tiselius bir elektrolit solüsyonunda çözünmüş olan proteinleri, protein-elektrolit solüsyonunun bulunduğu ‘U’ şeklindeki kuartz bir borunun içinden elektrik akımı geçirerek ayırmıştır. pH 7.6’da albumin, α , β ve γ olarak isimlendirilen 4 serum protein fraksiyonunu saptamış ve bu bandların sınırları arasındaki absorbans değişikliğini optik olarak ölçmüştür. Bu teknik hala elektroforetik mobilite ve protein-protein etkileşimi ile ilgili araştırmalarda kullanılmaktadır; fakat, klinik laboratuvarlarda rutin çalışmalar için kullanılmaz, kompleks bir araç gerektirir, teknik zordur ve 0.5 mL örnek gerektirir.

Zonal elektroforez terimi sellüloz kağıt, sellüloz asetat veya agaroz jel gibi porlu bir destek ortamında yüklü makromoleküllerin göçünü gösterir. Zonal elektroforez, elektroforetik destek materyali üzerinde komşu zonlardan keskin sınırlarla ayrılmış bir elektroforetogram sağlar. Katı bir destek ortamında ve pH 8.6’da α fraksiyonu, α_1 ve α_2 olmak üzere iki gruba daha ayrılır. Diğer destek ortamları olarak sellüloz asetat membranı, agaroz jel, nişasta jel, poliakrilamid jel vb. kullanılmaktadır. Sellüloz asetat ve agaroz jel kullanım kolaylıkları, ucuz oluşları ve piyasadaki yaygınlıkları nedeniyle klinik laboratuvarlarda daha çok tercih edilir.

Elektroforez tamamlandıktan sonra destek ortamı bir boya ile muamele edilerek ayrılmış fraksiyonların identifikasyonu sağlanır. En yaygın kullanılan boyalar: Amido Black, Ponceau S, Fat Red 7B ve Sudan Black B’dir. Ayrılan fraksiyonların kaliteli bir profilinin elde edilmesi için dansitometri boyanmış destek ortamda gerçekleştirilir.

En yaygın elektroforez uygulamaları, serum proteinleri, hemoglobinler ve izoenzimleri içerir. İzoenzimlerden ise, CK, LDH ve ALP en yaygın olarak kullanılındır

Elektroforez Türleri:

1. Kağıt elektroforezi
2. Sellüloz asetat elektroforezi
3. Jel elektroforezi
 - a. Agaroz jel elektroforezi
 - b. Poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE)
4. Kapiller elektroforez

1. Kağıt elektroforezi

Düşük molekül ağırlıklı maddelerin ayrılmasında tercih edilir. Temel avantajı inceliği ve mekanik sağlamlığıdır. İnce destek ortamında, tespit edilebilir bir ortam oluşturmak için kalın destek ortamından daha az materyal kullanılır. Az miktarda örneğin mevcut olduğu durumlarda yararlıdır.

2. Sellüloz Asetat Elektroforezi (CAE):

Sellülozdaki hidroksil grupları asetik anhidritle etkileşirse, sellüloz, sellüloz asetat membranlarının hammaddesine dönüşmek üzere asetillenir. Sellüloz asetat, fiberler halinde ağsı bir yapı oluşturur. Bu ağsı yapının gözenek büyüklüğü, sellülozun asetilasyon miktarıyla belirlenir. Sellüloz asetat ile asetillenmemiş kısmı oluşturan sellüloz nitratin oranı, bu gözenek büyüklüğünü belirler. Serum örnekleri (0.3-2.0 µL) genellikle önceden tamponla ıslatılmış sellüloz asetat plaklarına bir “twin wire” aplikatörle uygulanır. Bu amaç için bir lamel veya mikropipet de kullanılabilir. Sellüloz asetat membranları, sellüloz asetatı çözmek için gerekli bir solvent ve bunun etkisinin gerçekleşmesi için diğer bir solvent karışımıyla muamale edilerek dansitometri için transparan hale getirilebilir. Sellüloz asetat lifleri solventin etkisiyle kısmen çözülür ve tek parça halinde birleşir. Böylece orjinal hava boşlukları elimine edilmiş olur.

Sellüloz asetat plakların avantajları vardır. Aktivite boyaması için uygundur. Ucuzdur, hazır bulunabilir. Saydam hale getirilebilir ve protein boyası ile de boyanabilir. CAE'nin diğer bir avantajı seperasyon hızı (20 dak.-1 saat) ve uzun bir süre boyunca transparan membranların saklanabilmesidir. Ancak rezolüsyon jeldeki kadar iyi değildir. En önemli dezavantajı da standardizasyonunun iyi olmamasıdır.

3. Jel Elektroforezi

DNA moleküllerinin analizinde çok çeşitli yöntemler kullanılmakla beraber tüm laboratuarlarda rutin olarak yararlanılan en basit yöntemlerden biri jel elektroforezidir. Yöntemin avantajları basit ve hızlı olması, ayrıca diğer yöntemlerle yeterli düzeyde ayıramayan DNA fragmentlerinin ayrılabilmesini sağlamasıdır. UV ışığı altında floresan etki gösteren etidyum bromür (EB) boyasının kullanımı ile çok düşük

konsantrasyonlarda (1-10 ng) olsa bile, DNA'nın jel üzerindeki yerini belirlemek mümkündür.

Poliakrilamid jel daha çok proteinler için uygundur. Agaroz jel de nükleik asitler için iyi sonuç verir. İkisinin karışımı ise izoelektrik odaklamada kullanılabilir.

a. Agaroz Jel Elektroforezi (AGE)

Agaroz bir kırmızı alg türü olan Agar agar'dan izole edilen doğrusal bir polisakkarittir. Agaroz sıcak suda çözünür ve soğutulduğu zaman polimerde karşılıklı hidrojen bağlarının oluşumu ile jel yapısı oluşur. Bu oluşum geri dönüşümlüdür.

Agaroz jel elektroforezi serum proteinleri, hemoglobin varyantları, LDH izoenzimleri, lipoprotein fraksiyonları ve diğer maddelerin analizi için başarıyla uygulanmaktadır. Gerçekte, bu jel ortamı çok yönlülüğü, uygunluğu, rutin klinik laboratuvarların taleplerini karşılamada diğer destek ortamlarına avantajları nedeniyle selüloz asetatın yerini almıştır.

Saf agar bile en az 2 fraksiyondan oluşur. Agaropektin ve agaroz. Agaropektin, anfraksiyone agarda gözlenen endozmozis ve "background" boyanmadan sorumlu olan asit sülfat ve karboksilik asit gruplarını içerir. Temel olarak, iyonize grubu olmayan agaroz çok az endozmoz gösterir ve klinik kullanıma daha uygundur. Bu yüzden, setilpiridinyum klorür ile muamele edilerek agaropektin azaltılıp, saf yakın nötral agaroz elde edilebilmektedir. Bu şekilde hazırlanan ticari preparatlar, serum proteinlerinin LDH izozimlerinin, lipoprotein fraksiyonlarının analizinde başarıyla kullanılmaktadır. Bununla birlikte piyasadaki agarozların bazı lotları hala bazı rezidiüel grupları içermektedir.

Agaroz jelin avantajları proteinlere daha düşük afinitesi, mükemmel dansitometrik okumaya olanak sağlayan kurutulduktan sonra kalan doğal saydamlığıdır. Genellikle 0.5-1.0g. agaroz/dL'lik bir tampon istenen jel dayanıklılığını ve iyi göç özelliklerini sağlar. AGE'de muamele edilmiş serum veya ısıtılmış agarda çözülmüş serum, direkt olarak applike edilebilir. Daha sonra geliştirilen tekniklerde agaroz jel plağının bir kısmı katılaştırılmıştır. Örnek kuyularına modifiye edilmemiş serumun uygulanması örneğin aplikasyon noktasında kalıp dansitometrede bir artifisyel pik

olarak izlenmesine neden olabilir. Bazı AGE prosedürleri bundan kaçınmak için modifiye bir örnek aplikasyon tekniği uygulamaktadır. Bunun için örnek aplikasyon noktalarının karşılına denk gelen küçük yarıkları içeren plastik şablonlar kullanılır. Şablon, agaroz yüzeye yerleştirilir ve 5 µL örnek her yarığa konur. Serum örneklerinin agarozda difüze olabilmesi için 5 dakika beklenir. Örneğin fazlası şablonun üzerinden kurutma kağıdına emdirilerek alınır ve şablon agarozun üzerinden yavaşça alınır. AGE tekniğinde örnek hacmi genellikle rölâtif olarak küçük tutulur (0.6-3 µL) ve elektroforez süresi rölâtif olarak kısadır (30-90 dakika).

Örnekler, jel içine yapılan küçük kesilerle oluşturulan kuyucuklar içerisine uygulanır, fakat bu işlem özellikle interferans oluşumuna yol açan bir artefakta izin verir. Bu problemi önlemek için ıslatılmış bir jelin orta hizasına konan bir “template” kullanılır. Jelin uçları daha sonra içine elektrodlar yerleştirilmiş ayırıcı tampon tankına daldırılır. Elektrodlar arasında bir akım oluşturan bir voltaj uygulanır. Jelden geçen bu akım genellikle 30 dakika civarında sürer ve istenen rezolüsyonu sağlar. Tamponun iyonik gücü akım miktarını ve sabit bir voltajda proteinlerin hareketini sağlar. Eğer iyonik güç azsa nispeten daha çok akım yüklü proteinler tarafından taşınır. İyonik güç fazlaysa daha az akım daha kısa mesafeye hareket eden proteinler tarafından taşınır. Jelin iletken tamponla teması düzensizse akım elektrodlar arasında farklı olabilir, proteinler daha fazla akım olan yöne daha çok göçer. Elektroforez süresi çok uzun tutulacak olursa proteinler jelden tampon içine göçer. Elektroforez işlemi sırasında oluşan elektrik devresinde bir kesilme olursa ve hiç akım geçmezse proteinler aplikasyon noktasından hareket etmezler.

Elektroforezden sonra jel asetik asit gibi hafif bir fiksatifle muamele edilir ve proteinler göç ettikleri yerlerde çökerler. Daha sonra boyanır, jel kurutulur ve zemini açılır. Protein paternleri, anormal proteinlerin kalitatif saptamaları için gözle incelenebilirler. Dansitometrik tarayıcılar traseleri elde etmek ve her protein fraksiyonunun rölâtif yüzdelerini saptamak için kullanılır. Bu yüzdeler daha sonra her fraksiyondaki protein konsantrasyonunu elde etmek üzere örnekteki total proteinle (ayrı olarak ölçülür) çarpılır.

b. Poliakrilamid Jel Elektroforezi (PAGE)

Akrilamid polimerlerinin sentetik olarak elde edilmesinden sonra, jel elektroforezinde yeni çıkışlar açılmıştır. PAGE ile serum proteinlerini 20'den fazla fraksiyona ayırmak olası olmuştur.

Poliakrilamid, polimerizasyondan önce akrilamid içeriği değiştirilerek porozitesi kolaylıkla değiştirilebilen inert bir destek materyalidir. PAGE nativ proteinlerin standart seperasyonu için uygulanabilir olduğundan, SDS varlığında denatüre edilerek aynı zamanda molekül ağırlığına göre de ayrılabilir. SDS-PAGE moleküler biyolojideki araştırmalar için en yaygın olarak kullanılan protein elektroforez tekniğidir. Bununla beraber, klinik laboratuvarındaki rutin kullanımdan daha farklı olarak daha iyi bir şekilde seperasyon ve çok sayıdaki subünitlerin ayrımını sağlar.

PAGE, farklı şekillerde sınıflandırılabilir:

i. Jelin biçimine göre:

- Tüp jel elektroforezi
- Tabaka jel elektroforezi

ii. Jelin konumuna göre:

- Dik jel elektroforezi
- Horizontal jel elektroforezi

iii. Jelin bileşimine göre:

- Native (doğal) jel elektroforezi
- SDS'li (sodyum dodesil sülfat) jel elektroforezi

SDS'li elektroforezde native sistemden farklı olarak, örnek hazırlama tamponuna bir miktar SDS eklenir. SDS, örnekteki protein moleküllerinin etrafında boşluk kalmayacak şekilde bir katman oluşturur. Sonuçta, her molekül, homojen bir şekilde (-)

yükle kaplanmış olur. Sonuçta ayrışma, moleküllerin kendi yükünden bağımsız olacağından, doğrudan doğruya molekül ağırlıklarına göre olur. Bu yöntem daha çok proteinlerin molekül ağırlıklarının saptanmasında kullanılır. Yine, globüler proteinler ısıtılıp, dördüncül yapıları bozularak monomerlerinin ayrıştırılmasında kullanılabilir.

iv. Jelin gözenek dağılımına göre:

- Homojen (düz) jel elektroforezi:

Bu elektroforezde, akımın uygulandığı iki elektrod arasındaki mesafe boyunca jel konsantrasyonu sabittir. Dolayısıyla, gözenek çapı homojendir.

- Gradyent jel elektroforezi:

İki elektrod arasında jel konsantrasyonu giderek artar, gözenek çapı da giderek küçülür. Başlangıçtaki büyük porlardan tüm moleküller geçerken gittikçe geçirgenlik azalır. Böylece moleküller, kendi büyüklüklerine uyan gözeneklerde takılarak molekül ağırlıklarına göre ayrışırlar. Jel konsantrasyonunda aynı gradyenti sağlamak zor olduğundan tekrarlanabilirliği düşüktür.

v. Jelin türüne göre:

- Continious (devamlı) jel elektroforezi:

Aynı konsantrasyon ve pH'da jel hazırlanır.

- Discontinious jel elektroforezi:

Farklı konsantrasyon ve pH'da jel bölgeleri hazırlanarak yapılır. Genellikle bir istifleyici, bir seperatör jel olmak üzere iki aşamalı olarak uygulanır. PAGE'nin en yaygın kullanılan şeklidir.

Sıradan elektroforetik tekniklerle ayrılan serum protein zonları, aynı elektroforetik mobiliteye izin veren bir çok proteinden oluşmaktadır, elektroforez işlemi boyunca proteinler difüze olduğundan geniş olmaya eğilimlidirler. Disk elektroforezi bu yetersizliklerin üstesinden gelmek için 1964’de geliştirilmiştir. Bu terim, elektroforetik matriksteki düzensizlikten ve ayrılan protein zonlarının diske benzer şeklienden türemiştir. Fraksiyonlar konsantre diskler halinde iyi ayrılmış olduğundan buna "disk elektroforezi" de denmektedir. Kağıt, sellüloz asetat veya agaroz jel kullanan protein elektroforezi yalnızca 5 zon verir ve albumin, α_1 , α_2 , β , ve γ globulin olarak adlandırılır. Poliakrilamid veya nişasta jel elektroforezi 20 veya daha fazla fraksiyon verebilir. Bu nedenle, serumdaki farklı proteinlerin araştırılmasında, özellikle de genetik varyantlar ve izoenzim çalışmalarında geniş ölçüde kullanılır.

PAGE; serum proteinlerinin, proteinlerin genetik varyasyonlarının ve izozimlerin analizinde en iyi sonuç veren elektroforez ortamıdır. En önemli avantajı, jel konsantrasyonunun kesin olarak belirlenip değiştirilebilmesi, ve böylece gözenek büyüklüğünün istenen şekilde saptanmasına olanak vermesidir. Jel konsantrasyonunun artırılması, gözenek çaplarının küçülmesiyle sonuçlanır. Böylece jel, bir moleküler elek görevi yaparak ayrıştırmayı sağlar.

4. Kapiller Elektroforez

Kapiller elektroforez, seperasyon tekniklerinde yeni bir girişimdir. Fiziki temelleri diğer tür elektroforezlerle aynı olmasına karşın, teknik ve gerektirdiği ekipman çok farklıdır. Duyarlılığı, test maliyetinin düşüklüğü, otomasyona uygunluğu, test çeşitliliği gibi avantajlarıyla çok yaygın kullanım alanı bulacağı şüphesizdir.

Kapiller elektroforez küçük çaplı (25-75 μm), 100 cm. uzunluğunda ‘fused’ silika bir kapiller boru kullanılarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Tipik bir sistem ince silika kapiller bir boru, iki elektrolit tampon haznesi, bir yüksek voltaj güç kaynağı ve bir veri değerlendirme birimiyle ilişkili detektörden oluşmaktadır. Dar çaplı tüplerde çalışmanın avantajları, konvansiyonel elektroforezle kıyaslandığında artmış ısı dağılımı, azalmış örnek hacmi gerektirmesi ve otomasyona daha uygunluğudur.

Düzelmış ısı dağılımı 25-30 kV’luk voltaj aralığında bir uygulamaya izin verir. Bu derecede yüksek bir voltaj daha kaliteli bir seperasyona, çok daha fazla sayıda

fraksiyonun elde edilmesine ve azalmış seperasyon zamanına neden olur. Seperasyon süresi 1 dakikadan az olabilir. Örnek hacmi pL-nL düzeyindedir.

Kapillerin sonundan yüksek bir voltaj uygulandığında örnek moleküller, iç kapiller yüzeyde aşırı (+) iyonların katoda doğru hareketinin sonucunda oluşan bir hacim akışı olan elektroozmotik akışla ayrılır. Örnekte bulunan yüke bakmaksızın bir kapillerdeki elektro-ozmotik akış normalde tüm iyonları katoda taşıyacak kadar güçlüdür. Bu nedenle örnek kapillere anodik uçtan verilir. Net hareket katoda doğru olduğundan seperasyon anoda doğru geri migrasyon hızlarındaki farklılıklara dayanır. Yüzey yükü yalnızca kapillerin duvarında olduğundan elektro-ozmotik akış profili bir piston gibi düzdür. Migrasyon süresince sölütler kolaylıkla geriye ve ileriye difüze olur. Termal etkilere bağlı olarak kapiller duvarı ile merkezi arasındaki viskozite farklılıkları bulunur. Her iki faktör tüm kapiller boyunca üniform migrasyona katkıda bulunur ve dolayısıyla zon genişlemesini önler.

Örnekteki (+) iyonlar, elektroozmotik akış ve iyon hareketinin aynı yönde olması nedeniyle kapiller çıkışa daha erken gelirler. Örnekteki (-) iyonlar, aynı zamanda kapiller çıkışa hareket ederler, ama hızları daha yavaştır. Örnek iyonları kapiller çıkışa doğru göçtüğünden optik, kondüktimetrik, elektrokimyasal, kitle spektroskopik veya radyoaktivite dedektörleri gibi farklı detektör tipleriyle saptanabilir.

Kapiller elektroforezin konvansiyonel elektroforez ve HPLC'ye üstünlükleri; kısa analitik zaman, seperasyon gücü, düşük reaktif (sadece tampon) sarfiyatı ve mikroörnek volümleridir. nL düzeylerinde örnek kullanılarak, moleküllerin kompleks karışımları teorik olarak 1 milyona yakın fraksiyona ayrılabilir. Seperasyonlar çok yüksek uygulanabilen voltajla 10 dakikadan az bir sürede tamamlanabilir. Yüksek voltajın uygulanması kapiller duvar boyunca verimli ısı değişimine izin veren kapillerin yüksek yüzey/hacim oranıyla olasıdır. Günümüzde protein, hemoglobin elektroforezleri ile immünoabstraksiyon esasına dayanan IFE uygulamaları rutin kullanıma girmiştir.

Kapiller elektroforezin enstrümental avantajları; otomasyonda kolaylık sağlaması ve detektör kullanımında çeşitliliğe izin vermesidir. Işık absorpsiyonu, floresans, elektrokimyasal, radyometrik ve kütle spektrometrik tekniklere dayalı metotlar geliştirilmiştir ve 10-20 kadar küçük madde miktarların bile saptamak olası olmaktadır (Sarıkaya, 2008; Metin, 2007).

2.9.4. Antisens Teknolojisi

Antisens teknolojisi insan, hayvan ve bitkilerdeki hastalıkların daha spesifik tedavisi ve yeni keşifleri için ayrıca, fonksiyonel genomik çalışmalar için çok güçlü silahlardan oluşan uygun tekniklerdir. Antisens teknoloji olarak bilinen yöntemde, antisens RNA moleküllerinin hedef genin RNA mesajına spesifik olarak bağlanarak gen ifadesinin moleküler düzenlenişine engel olunmaktadır. Hastalıkların oluşumunda büyük bir paya sahip olan proteinlerin üretimini durdurmak için bu teknoloji, oligonükleotidler olarak adlandırılan modifiye olmuş ya da olmamış DNA/RNA segmentlerinin kullanımını içermekte ve hücre içinde, nukleus ve protein üretim bölgeleri arasındaki genetik bilginin iletimini bloke etmektedir. Antisens nükleik asit sekanslarının hedef olacak spesifik mRNA' ya bağlanması veya hibridizasyonu, genin genetik mesajının kesilmesine yol açmaktadır. Bir genin genetik mesajının hücresel proses ile kesilmesi "Knock - Down" veya "Knock – Out" olarak isimlendirilir. Bu proses, bu genin işleyişini saptamak için araştırmacılara olanak sağlamıştır. Diğer bir önemli antisens teknolojisi ise "RNA interferens" olarak adlandırılır. Antisens alanındaki araştırmalar RNAi (RNA interferens) 'nin keşfi ile hız kazanmıştır. Doğal olarak oluşan bu mekanizma sekansa spesifik olup ilk kez *Caenorhabditis elegans* nematodunda keşfedilmiştir.

Çoğu ilaç (drug) proteinlere bağlanırken, antisens moleküller kendilerine komplementer hedef RNA ile eşleşirler. Antisens oligonükleotidler mRNA' nın translasyonunu bloke eder veya RNAaz – H ile mRNA' nın degradasyonuna neden olurlarken, ribozim ve DNA enzimleri hedef RNA' yı keserler. RNAi yaklaşımları, RISC ile etkileşen siRNA (small interfering RNA) molekülleri ile gerçekleştirilir.

2.9.4.1. Antisens Oligonükleotidler

Oligonükleotid bazlı antisens tekniklerin birçok ortak yanı vardır ve genetik mesajın eliminasyonu veya baskılanması üzerine çok başarılı yöntemler uygulanmıştır. Sentetik oligonükleotid sekansın antisens etkisi 1970 yıllarında Zamecnik ve

Stephenson tarafından gösterilmiştir. Bu araştırmacılar Rous Sarcoma virusün (RSV) 35SRNA' sının 5' ve 3' uçlu nükleotid sekansını kullanarak viral integrasyonda önemli olarak görünen 21 nükleotidlik tekrarlayıcı sekansları tanımlamışlar ve viral sekansın bir kısmına komplementer olan d(AATGCTAAAATGG)13 mer' lik oligonükleotidi sentezlemişlerdir. Bu sentetik oligonükleotid sekansı RSV ile enfekte olmuş fibroblast hücre kültürlerine verildiğinde, viral üretim büyük ölçüde inhibe olmuştur. Böylece araştırmacılar önemli sekanslara hibridize olarak onları bloke eden oligonükleotidlerin viral integrasyonu inhibe ettiği sonucuna varmışlardır. Hücreye verilen bu oligonükleotide "hibridon" adı verilir.

Sentetik oligonükleotidler, genetik proseslerde bir ajan olarak kullanılmak isteniyorsa bir takım konular aydınlatılmalıdır. Bu konuların en önemlisi "Kalıcılık"tır. Sentetik oligonükleotidler yabancı bir hücreye verildiklerinde hemen endonükleazlara yem olurlar. Onun için bu oligonükleotidlerin endonükleazlardan korunması gerekir. Mümkün olan koruma modifikasyonları 2003 yılında Kurreck tarafından 3 tip olduğu ortaya çıkmıştır.

Birinci sınıf modifikasyon, DNA ve RNA nükleotidlerindeki baz veya fosfat bağlarının değişimidir. DNA nükleotidlerinde olmayan, RNA nükleotidlerindeki 2'(OH) hidroksil grubu olan (Riboz) modifiye edilebilir. Bu modifikasyon, nükleaz degradasyonuna karşı bir tür kamuflajdır. 1969 yılında araştırmacılar fosfat bağlarında köprü oluşturmayan oksijen atomundan birini sülfür ile yer değiştirmişlerdir. Bu modifikasyon insan serumunda 10 saatin üzerinde nükleazlara karşı dayanıklı bir şekilde kalmış, aynı sekansa sahip modifiye olmamış oligonükleotid ancak 1 saat kalabilmiştir. Bu modifikasyona fosforotiat denmiştir. 1990 yıllarında başka araştırmacılar kültüre edilmiş hücrelerde HIV replikasyonuna karşı fosforotiatın etkili bir hibridon olduğunu bulmuşlardır. Diğer yandan, fosforotiatlı nükleotidler azda olsa hibridizasyon kinetiği düşük ve spesifik olmayan proteinlere bağlanarak sitotoksik etkiye neden olan özelliklere sahiptirler. İkinci sınıf modifikasyon, Riboz şekerinin 2' pozisyonundaki alkil modifikasyonlar içeren RNA nükleotidleridir. Bu modifikasyonların en önemli ikisi, 2'-O-metil (OMe) ve 2'-O-metoksi-etil (MOE)RNA' larıdır. Modifikasyona uğramış antisens oligonükleotidlerin hibridizasyon afinitesi artırılmış ve daha düşük bir toksik etki yaratmışlardır. 2'-O-alkil modifikasyonlarının en önemli eksikliği, en güçlü antisens mekanizması olan RNAaz-H kesimine elverişli olmamasıdır. Buna karşı avantajı da, istenmeyen çeşitli kesimleri baskılayarak bazı proteinlerdeki beklenen

değişik kesimlerin ifadesini arttırmasıdır. Antisens etki için, RNAaz-H kesimi, nukleazlara dayanıklılık için 2'-O-alkil modifikasyonlarının tercih edilmesi araştırmacıları yeni bir modele ihtiyaçları olduğu gerçeğini ortaya çıkarmış ve araştırmacılar, bu her iki karakteristiği bir araya getirerek antisens oligonükleotid formunda hibrid bir oligonükleotid oluşturmuşlardır. Bu oligonükleotid nukleazların degradasyonundan internal bloğu koruyan 2'-O-metil ile modifiye olmuş ribonükleotidler ile, RNAaz-H kesimini uyarmak için deoksinnükleotidlerin merkezi bloklarını içermektedir. Bu model diğer antisens konularına cevap oluşturmak için henüz gelişmemiştir. Modifiye olmamış oligonükleotidler, DNA:DNA ve DNA:RNA dublekslerini oluştururken , DNA ve RNA hedeflerinin tanınmasına yüksek afinite sağlayan çeşitli modifikasyonların sentezleri büyük çaba gerektirmektedir. Modifiye olmamış DNA:DNA ve DNA:RNA dubleksleri ile karşılaştırıldığında, DNA ve RNA'lara hibridize olduğunda termal stabilitesi yükselmiş bir çeşit nükleik asit analogu geliştirilmiştir. Bu modifikasyon üçüncü sınıf antisens oligonükleotidleri oluşturur. Bu sınıf 4'e ayrılır. Peptid nükleik asitler (PNAs), 2'-floro N3-P5'-fosforoamidler, 1', 5'- anhidroheksitol nükleik asitler (HNAs) ve locked nükleik asitler (LNA)'dır. 3.sınıf modifikasyonlar ile hibridizasyonda termal stabilite artmış ve hedefin tanınması zenginleşmiştir. Bu tipler arasında ençok bilinen PNA'dır (1991). Şeker fosfat bağları poliamid bağları ile tümüyle değişmiştir. Bu oluşumlar stabiliteyi arttırıcı ve yüksek hibridizasyon kinetiği sağlarken, hücreye verilimi ve RNAaz H kesim mekanizması için elverişli değildir. PNA'lar, fosforotiat ve 2'-O-alkil RNA'lardan sonra üzerinde çalışılmış ve başarı sağlanmış oluşumlardır (2002). Bu 3.sınıf oluşumlar arasında en yeni olan LNA'lardır. LNA'larda da termal stabilitenin arttığı ve hedef tanınmasının zenginleştiği görülmüştür (Karaboz ve Çolak, 2007).

2.9.4.2.RNA'ya Dayalı Gen Baskılamanın Keşfi

2.9.4.2.1.Bitkilerde Transkripsiyon Sonrası Gen Baskılama (Post-Transcriptional Gene Silencing, PTGS) veya Co-Supresyon

Şimdilerde RNAi olarak adlandırılan gen baskılama mekanizmasının ortaya çıkması ile ilgili ilk işaretler 1980'li yılların sonlarında bitkilerin genetik modifikasyonu üzerine yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır.

Jorgensen ve arkadaşları genetik transformasyon çalışmaları ile petunyada pigmentasyonu katalizleyen bir enzim olan chalcone syntase (chs)'ın ekspresyonundan sorumlu olan bir genin aktivitesini düzenleyerek daha mor petunyalar elde etmeye çalışmışlardır. Ancak petunya bitkisine ekzojenik transgenin aktarılması, beklenildiği gibi çiçek rengini daha koyulaştırmak yerine alacalı pigmentasyon ile daha beyaz petunyaların elde edilmesine neden olmuştur. Petunya bitkisine chs geninin ekstra kopyasının aktarılması, onun ekspresyonunda beklenen artışın aksine azalmaya neden olmuştur. Yapılan çalışmalar bu azalmanın sitozolik chs mRNA'sının transkripsiyonunun azalması ile ilgili olmadığını ve izole edilen nükleusda transkripsiyonun devam ettiğini göstermiştir. Dolayısıyla bu durum transkripsiyon sonrası RNA parçalanmasını ifade eden transkripsiyon sonrası gen baskılama (post-transcriptional gene silencing, PTGS) olarak tanımlanmıştır. Jorgensen ve arkadaşları petunyaya aktarılan transgenin sadece kendi kendisini değil aynı zamanda her nasılsa endojenik chs geninin ekspresyonunu da etkileyen bu olay sonrası hem endojenik ve hem de transgenik mRNA'nın kaybını tanımlamak için co-supresyon terimini kullanmışlardır. Daha sonra yapılan çalışmalar transgenin ekspresyonunun çift zincirli RNA (dsRNA) oluşumuna yol açtığını ve böylece PTGS'yi /cosupresyon'u başlattığını göstermiştir.

Bazı bitki laboratuvarlarında yapılan çalışmalar bu mekanizmanın biyolojik fonksiyonunun bitkilerin hedef viral RNA'nın parçalanmasını gerçekleştirerek RNA virüsleri tarafından enfeksiyona karşı verdikleri bir cevap olduğunu göstermişlerdir. Bitki sistemlerinde ekzojenik kaynaklardan gelen dsRNA'lar (bitkilerde eksprese edilen transgenlerin geniş bir kısmı, bakteriyel ya da viral diziler) gen baskılamanın potansiyel

indükleyicileridirler. Bitkilerdeki bu fenomen transkripsiyon sonrası gen baskılama (post-transcriptional gene silencing, PTGS)/co-supresyon ya da viral-indükleyici gen baskılama (viral-induced gene silencing, VIGS) olarak tanımlanmaktadır.

2.9.4.2.2.Funguslarda Quelling (Homoloji Bağlı Gen Baskılama)

Bitkilerde PTGS raporları birikirken, fungal sistemde bağımsız olarak homolojiye göre gen baskılama fenomeni gözlenmiştir. Bu olay “Quelling” olarak adlandırılmıştır. Quelling, *Neurospora crassa* fungusunun turuncu renkli pigmentasyonunu sağlayan karotenoidlerin biyosentezi için gerekli albino1 (*al1*) geninin ekspresyonunu desteklemeye çalışma sırasında meydana gelmiştir. Yabanıl tip *al1+* geni içeren *N. crassa* soyuna *al1* geni içeren bir plazmid aktarılmıştır. Birkaç transformant sabit olarak baskılanmıştır ve albino fenotipler gözlenmiştir. *al1* baskılanmış soylarda, eklenmiş *al1* mRNA düzeyi yabanıl tip soyunkine benzerken doğal *al1* mRNA’nın yüksek derecede azalmasının transkripsiyon oranının homoloji bağlı durumda olgun mRNA düzeyini etkilemesi ile ilgili değil quelling ile ilgili olduğu gösterilmiştir.

2.9.4.2.3.RNA İnterferans (RNAi)

İnsan genomunun ve birçok model organizmanın dizi analizlerinin belirlenmesi, fonksiyonu henüz bilinmeyen çok sayıda geni açığa çıkardığı için, gen susturma için etkili metodlar, fonksiyonel genomik (gen fonksiyonu) alanında dikkat çekici bir artış göstermiştir. Yıllardır çok sayıda gen susturma mekanizması ortaya çıkmıştır ve bunlar temel olarak genlerin kendisini veya onların kodladığı mRNA’ları hedef almaktadır. Doğrudan geni hedef alan bazı istisnai teknikler geliştirilmiş olmakla beraber, mRNA hedefli tekniklerde artış olduğu bu tekniklerle doğrudan bağlantılı olan çoğu tedavi amaçlı çabalardan anlaşılmaktadır. mRNA hedefli bu tekniklerde “antisense stratejileri” çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu antisense stratejileri, tamamen hedef alınan proteini kodlayan mRNA’ya revers komplementer olan bir DNA veya RNA nükleik asit

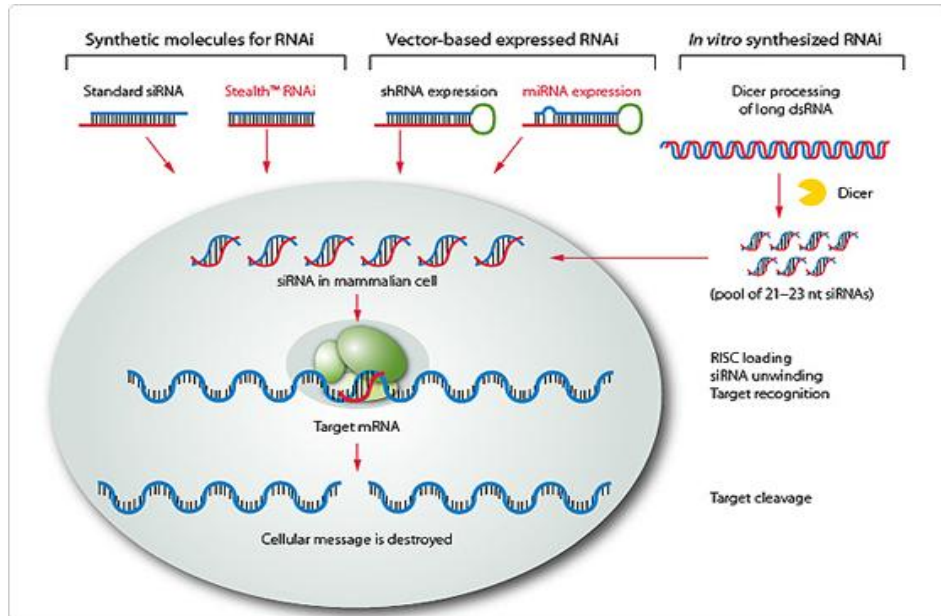
zincirini hücrelere aktarmaya dayanır. Geleneksel ilaçların çoğu proteine bağlanarak onların fonksiyonlarını değiştirirken tek zincirli DNA veya RNA antisense oligonükleotidleri, komplementer hedef mRNA'ya bağlanarak translasyonu engelleyebilir veya RNAase H gibi endojenik nükleazlar ya da ribozim, DNAzim gibi katalitik olarak aktif oligonükleotidler hedef mRNA'nın parçalanmasına yol açabilirler. Antisense oligonükleotid çalışmaları, son yıllarda gen susturma mekanizması için yüksek derecede etkili bir metod olan RNA interferansın (RNAi) keşfedilmesine yol açmıştır.

RNA interferans, çift zincirli RNA'nın (dsRNA) hücreye girdiği zaman komplementer mRNA dizisinin parçalanmasına yol açması ile sonuçlanan transkripsiyon sonrası gen susturma mekanizmasıdır. Bu mekanizma doğal bir işlem olup, canlı organizmadaki biyolojik fonksiyonu, virüs kalıtım materyali ve transpozonlar gibi hareketli genetik elementlerin istilasına karşı genomu koruyarak hücrel savunmada rol almaktır. Ayrıca ökaryotik organizmaların gelişimsel programlarının fonksiyonu için önemli olan transkripsiyon sonrası gen susturma ile gen regülasyonunda önemli rol oynamaktadır. RNAi doğal olarak meydana gelen bir yolak olduğu için bu tekniğin etki ve spesifitesi antisense oligonükleotid ve ribozimler gibi diğer nükleik aside dayalı susturma/baskılama tekniklerinden farklıdır. Böylece RNAi diğer çoğu klasik antisense teknolojilerine önemli bir potansiyel alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

mRNA seviyesinde gen ekspresyonunun durdurulması için kullanışlı bir metodun bulunması, son yıllarda moleküler biyologların rüyası olmuştur. Bugün RNA interferans, modern biyolojide ve tıpta önemli gelişmelere yol açacak bir fenomen olarak düşünülmektedir. RNAi, fonksiyonel genomik araştırmalarında üzerinde yoğun araştırmalar yapılan yeni bir alandır. RNAi, Science dergisi tarafından 2001'de "yılın molekülü" ve "2002 yılının en önemli bilimsel hamlesi" seçilmiştir. Yine 2006 yılında Andrew Z. Fire ve Craig C. Mello adlı araştırmacılar RNA interferans ile ilgili yaptıkları çalışmalarla Fizyoloji/ Tıp alanında Nobel ödülü almışlardır. Ayrıca bilim insanları RNA interferansı son yılların en heyecan verici keşfi olarak tanımlamışlardır (Gündoğdu ve Çelik, 2009).

RNA interferansı (RNAi) gen ifadesinin düzenlenmesi üzerine etkili bir mekanizmadır. Gen ifadesinin susturulmasını sağlayan RNAi yolakları, "small

interfering RNA (siRNA)” ve mikro RNA (miRNA) adı verilen küçük, protein kodlamayan ve gen ifadesinin negatif düzenleyicisi olan RNA parçacıklarının aracılığıyla gerçekleşmektedir. Kodlamayan RNA’lar gelişim, farklılaşma, hücre çoğalması ve apoptoz gibi önemli biyolojik süreçlerin düzenlenmesinde rol alır. Bunlardan siRNA’lar ekzojen veya endojen kökenli olabilecekleri halde, miRNA’lar endojen kökenlidir ve hedef mRNA’lara bağlanma özgüllükleri siRNA’lar kadar yüksek değildir. Son yıllarda yoğunlaşan çalışmalarda, başta kanser olmak üzere pek çok hastalığın etyopatogenezinde miRNA’larla ilgili işlev bozukluklarının yer aldığı gösterilmiştir. Bazı kanser türleriyle ilişkilendirilen miRNA’ların kanserli dokudaki ifade düzeylerinin ölçülmesiyle kanser prognozu ile ilgili bilgi sağlanabilmekte ve miRNA’lar bu şekilde tümör belirteci olarak kullanılabilir. Ancak transkripsiyon faktörleri gibi miRNA’lar da farklı kombinasyonlarla birçok genin düzenlenmesinde yer aldıklarından, tedavi amacıyla kullanılmaları sorun yaratabilmektedir. O nedenle, hedefe daha özgül olarak bağlanabilen siRNA’ların farklı hedefleme yöntemleri kullanılarak kanser, insan immünyetmezlik virüsü enfeksiyonu ve çeşitli nörolojik hastalıkların tedavisinde klinik uygulamaya geçişi daha umut verici gözükmektedir (Bodur ve Demirpençe, 2010).



Şekil 2.9.2. RNA İnterferans (10)

Ribozimler: Ribozimler, RNA'ya Watson – Crick modeli ile bağlanır ve fosfodiester bağlarının hidrolizini katalizleyerek, hedef RNA'yı degrade etmektedir. Ribozimler birkaç sınıf olup, en çok kullanılan “çekiç başlı“ adı ile anılan hammerhead ribozimlerdir. Hedef mRNA'ya hibridize olduğunda, tek bir sekonder yapı oluştururlar. Ribozimlerde katalitik olarak önemli parçalar, hedef RNA kesim bölgesinin içinde bulunduğu hedef – komplementer sekans ilişkisi ile bağlantılıdır. Ribozim ile kesim magnezyum gibi divalent iyonlara, hedef RNA yapısına ve hedefe ulaşılabilirliğine gereksinim duyar. Hücre içinde bu hedef RNA ile ribozimin birlikte lokalizasyonu, silencing etkinliğini artırıcı sinyaller doğurur. Hammerhead ribozimler, kimyasal olarak sentezlenmesi veya vektörlerden transkribe olabilmesi için yeteri kadar kısadır ve hücre de ribozimin devamlı üretimine olanak sağlar.

siRNA: RNAaz III (Dicer) enzimi ile dubleks RNA'nın stoplazmik prosesinden türevlenmiştir. Dicer, uzun dubleks RNA'yı keserek, 21-28 nükleotid'lik bir siRNA dubleksini oluşturur. Bu dubleks, 5' fosfat ucunda 2-nükleotid eksik iken, 3' hidoksil (OH) ucunda 2-nükleotid fazla şeklindedir. RNAi mekanizmasının bileşenleri spesifik olarak siRNA'yı tanır ve RNA-uyarıcı silencing kompleksi (RISC) olarak bilinen protein kompleksi ile siRNA'nın tek ipliği ilişkiye girer. mRNA'ları kesen RISC kompleksi, tek iplikli siRNA'nın 5' ucundaki 10 nükleotide komplementer sekanslar içerir. Ribozimler gibi, siRNA 'lar da sentetik olarak üretilebilir veya transkribe olan kısa çift iplikli hairpine benzer RNA'lar vektörlerden ifadelenip, daha sonra siRNA'ya dönüşmektedir. siRNA'lar, ODN ve ribozimler gibi memelilerde hedef pre-mRNA'nın degradasyonunda etkin değildir. Birkaç organizmanın, kromatin modifikasyonlarını ve transkripsiyonel olarak bloke edici genlerini hedef almak için, RNAi ile ilişkili mekanizmaları kullandığı hakkında deliller ortaya çıkmıştır. siRNA'lar, kod oluşturmayan RNA molekülleri olan miRNA'lara benzerler. Bu miRNA'lar, gen ekspresiyonunu regüle etmek için hücreler tarafından doğal olarak kullanılır. Olgun bir miRNA tek iplikli 21-22 nükleotid uzunluğunda ve stoplazmada, 70 nükleotid'lik hairpinden meydana gelir. Olgun miRNA 'lar, protein kompleksi (miRNP) ile ilişkiye girmekte ve bu kompleks ribozom ile ilişkili olup, miRNA'ya bir kısım komplementer sekanslar içeren mRNA'ların translasyonunu inhibe etmektedir. Mükemmel bir substrat ile sıkı bir komplementerlik oluşursa miRNA, siRNA gibi davranıp mRNA degradasyonuna aracılık etmektedir.

miRNA: miRNA'lar küçük RNA'nın ikinci sınıfıdır. Bitki ve hayvan genomlarının protein kodu oluşturmeyen bölgelerinde kodlanır ve Dicer tarafından proses edilir. miRNA'lar RISC'e benzer bir kompleks ile etkileşirler. Hedef mRNA'ya komplementerizasyon derecesine bağlı olarak translasyonel baskılama veya mRNA kesimi oluşmaktadır (7). Bu gizli genlerin çoğu kod oluşturmeyen RNA' lardır ve protein için kod veya open reading frame (ORF) içermezler. Yaklaşık 22 nükleotidlik RNA'lardır ve RNAi yol izinde gen ekspresiyonunu regüle ederler. miRNA'lar, RNA pol II tarafından (pri – miRNA) primer transkript olarak meydana gelirler. Bu transkriptler ORF içersin ya da içermesin, splice edilir, poliadenillenir ve mRNA'lara benzerler. Bir intron veya ekzonda lokalize olmuş stem loop yapısı, fonksiyonel komponenttir. Örneğin miRNA genleri olan mir -106b, mir – 93 ve mir-25 protein kodlayan genin intronunda lokalize olmuşlardır. Stem loop yapısı ribonükleaz olan Drosha ve Dicer tarafından proses edilip, olgun miRNA oluştururlar. Bu RNA, RISC kompleksi ile etkileşir ve bu kompleks mRNA'ların baskılanmasını yönlendirir. İnsanda identifiye edilmiş miRNA genlerinin sayısı 300'den yüksek olup, hücre bölünmelerinde ve gelişimsel proseslerde rol alırlar (Karaboz ve Çolak, 2007).

2.9.4.2.3.1.RNA İnterferansın Tedavideki Uygulama Alanları

İnsan genomunun ve yaygın olarak çalışılan birçok model organizmanın genomlarının belirlenmesi, fonksiyonu henüz bilinmeyen çok sayıda geni açığa çıkarmakla beraber RNAi diğer tekniklere göre daha hızlı ve ucuz bir metod olarak fonksiyonel genomik araştırmalarında çok ideal bir teknik olarak etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

RNAi tekniği kullanılarak gen ekspresyonunun baskılanması sadece gen fonksiyonunu araştırmada değil aynı zamanda gen terapisinde de önemlidir. Örneğin; eğer bir hastalık normal bir proteinin fazla miktarda ekspresyonundan ya da mutant bir proteinin ekspresyonundan kaynaklanıyorsa RNAi spesifik proteinin düzeyini azaltmak veya onun zararlı etkilerini düzeltmek için kullanılabilir. İlk uygulamalar onkogenler ve viral enfeksiyonlarda rol oynayan hedef viral genler üzerinde yapılmıştır. RNAi'nin tedavi alanındaki değeri yapılan çok sayıda in vitro çalışma ile gösterilmiştir.

Özellikle RNAi'nin, kanser hücrelerindeki hücre döngüsü için önemli olan genlerin ve/veya anti-apoptotik genlerin ekspresyonlarını baskılayarak kanserin tedavisinde ve tanısında kullanılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bununla birlikte HIV/AIDS, hepatit, SARS, influenza, insan papillomavirus enfeksiyonu gibi viral hastalıklar, Parkinson ve Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıklar, diyabet ve obezite gibi metabolik hastalıklar, malaria ve romatoid artrit üzerinde araştırmalar ve uygulamalar vardır. Yine mevcut antimalariaların tedavide yetersiz olduğu malaria için yeni antimalarial ilaç tasarım çalışmaları yapılmakla birlikte RNAi tekniğinin de vektör-parazit arasındaki ilişkinin genetik faktörlerini belirlemede etkili olabileceği ve böylece yeni ilaç geliştirilmesinde önemli rol oynayabileceği düşünülmektedir (Gündoğdu ve Çelik, 2009).

▪ Hedeflenen Viral RNA'lar

Özellikle RNAi'nin potansiyel antiviral yararları üzerine araştırmalar, HIV ve Hepatit viruslarına ışık tutmuştur. Her özelliği tanımlanmış HBV (hepatit B virusu) fare modelleri bu virüslara popüler bir hedef konsepti hazırlamıştır. Başlangıçta *in vivo*'da transfeksiyon deneyleri, fare karaciğerine HBV'ye spesifik siRNA ve HBV ekspresiyon plazmidlerinin aynı anda verilmesinin HBV'nin gen ekspresiyonunu ve replikasyonunu bloke ettiğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmaları genişletmek için, araştırmacılar fare modellerini kullanarak HBV tedavisi için, RNAi'nin ileri tedavi etkinliğini incelemişlerdir. Bazı viral RNA'lar, baskılanmaya dirençlidir ve HIV'e benzer bazı memeli virüsleri, RNAi aktivitesini engelleyen proteinlere sahiptir. HBV konusunda, RNAi efektörlerinin, viral gen ekspresiyonu ve replikasyonunu bloke ettiği görülmüştür. Aynı şekilde İnfluenza virusunun inhibisyonu, coxsackievirus B3 ve respiratör syncytial virus enfeksiyonları, farede enfeksiyon oluşumundan sonra verilen siRNA ile inhibe olmuşlardır.

▪ Konukçu Hücre Genlerinin Hedeflenmesi

Bunun nedeni, virüslerin siRNA'lar kendi genomlarını hedeflediklerinde hızlı bir şekilde kaçış mutasyonları oluşturmalarıdır; diğer bir potansiyel RNAi antiviral strateji ise, enfeksiyonu devam ettiren hücresel faktörlerin ekspresiyonunu inhibe

etmeye yöneliktir. Özellikle CD4 ve CCR5 gibi, HIV hücresele reseptörlerinden inhibisyon için yararlanılmaktadır. Viral temizlik için etkinliğe göre RNAi'nin viral RNA'ları parçalaması, viral enfeksiyonu tamamen elemine etmeye benzemez. Eğer, konukçu immün yanıt, enfeksiyon ile başarılı bir şekilde mücadele ederse, viral replikasyon ve virusun yayılması etkili bir şekilde azaltılmakta, böylece etkili bir antiviral olduğu kanıtlanmış olmaktadır. Örneğin, HBV konusunda, hatta kronik olarak enfekte olmuş hastalarda enfeksiyon süresince virusa spesifik sitotoksik T-lenfosit üretimi sürmektedir. Bu immün yanıt, virusu temizlemek için güçlü olmasa bile, HBV antijenlerini ifadeleyen hücreleri yok etmektedir.

▪ **Nörolojik Hastalıklar**

Parkinson, hungtington, amyotrophic lateral sclerosis (ALS) ve spinobulbar muscular atropi, RNAi bazlı terapilerin yararlı olduğunu kanıtlayan sinirsel hastalıkların önde gelenlerindendir. Sekansa spesifik RNAi' ler, mutant olan hedef genin ifadesini bloke etmektedir. Örneğin, siRNA' lar, ALS modelinde gösterilmiş mutant ve yabancı tip RNA'lar arasındaki farklılıkları tek nükleotidte fark eder. ALS, tedavisi olmayan letal bir motor nöronun dejenere olduğu bir hastalık olup, Cu/Zn süperoksid dismutazı (SOD1) kodlayan gende tek bir nükleotid'teki mutasyon sonucu oluşmaktadır. Diğer

bir örnek, Alzheimer, β – amiloid üretiminde artış ile tetiklenir. β amiloid , β sekretaz (BACE1) tarafından kesilir ve bu enzim, hastaların beyinlerinde yüksek seviyede regüle edilir. β -sekretazın regülasyonunu inhibe eden siRNA'lar, işleyişi bloke eder. Bunu kanıtlamak için, Kao adında bir araştırmacı primer fare nöronlarında β sekretaz ekspresiyonunu bloke etmiş ve böylece, β amiloid üretiminde azalma gözlemlemiştir.

▪ **İnflamasyon ve Apoptosis**

Bazı hastalıklarda hücresele proseslerin aktivasyonunun neden olduğu patoloji gözlemlenmiş hatta bunun gelişiminde önemli rol oynayan kilit moleküllerin hedeflenmesi ile hücresele proseslerin kontrol altına alınması anlamında RNAi tedavisi yarar sağlayabilmiştir. Örneğin, Tümör nekrozis faktör (TNF- α), rheumatoid arthritisin kronik patojenitesinde gerekli olan pro-inflatör sitokindir. TNF- α işleyişini bloke

etmede kullanılan ilaçlar, inflamasyonun azalmasında etkili olduğu ve hastalığın yavaşladığı gözlemlenmiştir. Bazı riskler tabiki mevcuttur, TNF - α bloke edicilerin kullanılması ile ilişkili ciddi infeksiyonlar, lenfoma, sistemik eritemozus gibi hastalıklarda risk unsuru bulunmuştur. Son yıllarda lokal injeksiyon ve TNF- α ' ya spesifik siRNA'ların elektroporasyonu, faredeki paw inflamasyonunu inhibe ettiği görülmüştür (Karaboz ve Çolak, 2007).

Sonuç olarak; “Yazılım sonrası gen sessizleştirilmesi (Post transcriptional gene silencing=PTGS)” veya “RNA girişimi (RNA interference = RNAi)”, gen ekspresyonunun durdurulması için kuvvetli bir vital alettir ve gen ekspresyonunun inhibisyonunda yeni bir yaklaşımdır. Bu konudaki çalışmaların bazı hastalıkların tedavisinde yeni ufuklar açması beklenmektedir (Karagüzel, Kalay ve Celep, 2007).

2.9.4.2.3.2.Bitkilerde RNAi Teknolojileri

Bitkilerde RNAi teknolojisinin kullanıldığı ilk çalışmada ters tekrarlar kullanılarak dsRNA'lar aşırı ifade edilmiş ve sonuçta çiçeği karakterize eden genler etkili bir şekilde susturulmuştur. Bu vektör esasına dayalı RNAi teknolojisi, bağlayıcı olarak bir intron aktarılacak suretiyle daha da geliştirilmiştir. Bu RNAi vektörleri hedef genlerle aynı sekansa sahip uzun dsRNA türlerini oluşturmak için spesifik olarak meydana getirilirler. Benzer şekilde, hairpin RNA'ları ifade eden vektörler de hedef genleri susturmak için başarılı bir şekilde kullanılmıştır. dsRNA veya hairpin RNA'ların temel veya yapısal ifadesi bitki büyüme ve gelişmesi üzerine beklenmeyen olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bunun sonucu olarak, kimyasalla uyarılan RNAi susturma vektörleri, geçici ve daimi gen susturulması kontrolünü sağlamak amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu tip susturma sistemlerinin bitki fonksiyonel genomiklerin çalışılmasında kullanımı önemlidir. Fakat bitkilerin iyileştirilmesinde bu şekilde yüksek miktarlarda kimyasalların kullanılması pratik değildir ve çevreye zararlıdır. Gen susturulmasının doku ve organ spesifik kontrolü bitki RNAi teknolojisini geliştirmesi için daha iyi bir seçenek olabilir.

İnsan gıdalarının besin değeri düzensiz beslenmeden kaynaklanan bir çok hastalığın önlenmesinde önemli bir etkiye sahiptir. İnsan ve hayvan beslenmesinde kullanılan gıdaların besin değerlerinin artırılması için büyük çabalar sarf edilmekte ve büyük yatırımlar yapılmaktadır. dsRNA ile tetiklenen RNAi, yüksek gen susturma özelliği ve hedeflenen bitkileri daha kısa sürede tarama şansı sağlamasından dolayı antisens ve eş baskılama yaklaşımlarına göre daha büyük avantajlara sahiptir. Normal bitki hayat döngüsünü etkilemeyen veya en az düzeyde etkileyen, doku veya organ spesifik RNAi vektörlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu vektörler kullanılarak istenilen bitki doku ve organlarında ve istenilen gelişme aşamalarında gen susturulması gerçekleştirilebilir. miRNA gen yapılarının detaylı incelenmesiyle yüksek susturma kabiliyetine sahip ve bitkilere en az yan etki yapan RNAi vektörlerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır. Yüksek besin değerine sahip gıda ürünlerinin genetik mühendisliği hem gen susturulmasını hem de susturmayı durdurucu teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. RNAi yolunu baskılayan ve transgenleri yüksek düzeyde ifade eden vektörlerin geliştirilmesi bu alanda önemli ilerlemelerin kaydedilmesine gerek olacaktır. Böyle vektörler RNA susturmanın viral baskılayıcılarından elde edilebilir. Geçici veya bütünsel olarak kontrol edilebilen RNAi temelli gen susturma vektörlerinin daha detaylı hazırlanması ve geliştirilmesi gelecekte yapılacak çalışmaların temel konularını oluşturacağı beklenmektedir (Y. Karakurt ve H. Karakurt, 2008).

2.9.5.Promotorlar ve Kullanım Alanları

Promotor, gen transkripsiyonunun düzenlenmesinde kontrol noktası görevi yapan genin 5' ucuna doğru olan DNA kısmının bir regülatör bölgesidir. Promotor, spesifik DNA sekansları ve transkripsiyon faktörü olan proteinler tarafından tanınan elementleri içerir. Bu transkripsiyon faktörleri, genin kodlanan bölümünden sentezlenen RNA polimeraz enziminin işlevini başlatan promotor sekanslarına bağlanırlar. Promotor, prokaryotlarda RNA polimeraz ve ortak bir sigma faktörü tarafından tanınır. Bu sigma faktörü, promotor DNA'ya kendi DNA sekansına bağlanan bir aktivatör protein tarafından getirilir. Bu olay, ökaryotlarda daha komplike olup RNA polimeraz-II promotorunun transkripsiyonunda en az yedi farklı faktör gereklidir.

Promotorlar, bir genin transkripsiyonunu yönetmek amacıyla diğer regülatör bölgelerle (enhancer, silencer, boundary elementleri/ insulatorler) uyum içinde çalışırlar. Bu çalışan elementler DNA spesifik değildirler ve aslında bir RNA genomunun 3' ucunda lokalize olurlar.

Promotor elementler günümüzde sağlık problemlerine ışık tutmak amacıyla birçok bilimsel çalışmada kullanılmıştır. Özellikle kanser ve kanserli hastalarda tedavi ile enfeksiyon hastalıkların tedavilerinde genetik bilimcilere yol gösterici olmuştur. Veteriner ve tıbbi parazitoloji alanında promotor elementler ile yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak protozoon parazitler üzerinde yoğunlaştığı dikkat çekicidir.

Plasmodium falciparum ile yapılan bir çalışmada GEMS (Gene Enrichment Motif Searching) adı verilen bir yöntem aracılığı ile parazitin mRNA genomunda parazitin patojenite faktörleri ve yaşam döngüsü üzerinde önemli bilgiler elde edilmiştir.

Trypanosoma brucei'nin aktif RNA polimerazı üzerine yapılan çalışmada, birçok yüzey antijeni, glikoprotein ve procyclin'in sentezlenmesinde görev alan RNA polimeraz'ın 9 farklı yapıda protein eksprese ettiği tespit edilmiştir. Bunlardan p31 ile ifade edilen protein yapısının diğerlerinden çok farklı bir yapıya sahip olduğu ortaya konmuştur.

Promotorların hem veteriner hem de tıbbi parazitoloji alanında parazitlerin yaşam döngülerinde gizli kalmış kısımların belirlenmesi, patojenitede önemli rol oynayan faktörlerin sentezlenmesinde görev alan bölgelerin keşfedilmesi ve bu yolla parazitlerin patojenitelerinin azaltılması veya ortadan kaldırılarak zararsız hale getirilmelerinde önemli olacakları öngörülmektedir (İnci ve Yavuz, 2008).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın modeli, evren ve örneklem, veri toplama araçları, verilerin toplanması, çözümlenmesi ve yorumlanmasıyla ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.1.Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi (Fen ve Teknoloji) Öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri ile yapılmıştır. Çalışma grubu olarak, RNA ve Moleküler Teknoloji içerikli dersleri henüz almamış olan 1. Sınıf öğrencileri tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımıyla (SDÖY) sunulan materyalin ve geleneksel yöntem olarak bilinen Düz Anlatım Yönteminin (DAY), öğrencilerin RNA ve Teknolojileri konusunu öğrenmeleri üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla, deneysel araştırma modeli kullanılmıştır.

Deneysel araştırmalar, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin araştırıldığı ve değişkenlerin kontrol altında tutularak değişmelerin gözlemlendiği araştırmalardır (Karakaya, 2009).

Ön test-son test kontrol gruplu model deneme modelleri arasında yer alır. Bu modelde deney ve kontrol grupları bulunur ve gruplar yansız olarak (random) atanır. Her iki gruba da uygulama öncesi ve sonrası ölçümler yapılır (Baştürk, 2009).

Bu çalışmada, iki faktörlü karışık desen ya da split plot desen olarak da tanımlanabilen ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Ön test son test kontrol gruplu desen, kendi içerisinde hem ilişkili hem de ilişkisiz olarak ele alındığından karışık desen olarak adlandırılmaktadır. Gruplar deneysel işlem öncesinde ve sonrasında bağımlı değişkenle ilgili olarak ölçüldükleri için ilişkili desen, farklı deneklerden oluşan deney ve kontrol gruplarının ölçümleri karşılaştırıldığı için ilişkisizdir (Büyüköztürk, 2001).

Çalışmada gruplar yansız atama yoluyla deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubuna Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle uygulama yapılırken, kontrol grubuna geleneksel yöntem ile konu anlatılmıştır.

3.2.Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Türkiye’deki Eğitim Fakültelerinin Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programlarında öğrenim gören 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Araştırmanın örneklemini 2010-2011 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar Dönemi’nde, Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programlarındaki 1. sınıfa devam eden 76 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Çalışmada gruplar yansız olarak belirlenmiş olup Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri deney grubunu, Biyoloji Öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri kontrol grubunu oluşturmuştur. Buna göre deney grubunda Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle ders işlenirken, kontrol grubunda geleneksel yöntem

olarak bilinen düz anlatım yöntemi ile konu anlatılmıştır. Deney ve kontrol grubu 38'er kişiden oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak şunlar kullanılmıştır:

1. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)
2. RNA ve Teknolojileri Başarı Testi (RTBT)
3. RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF)
4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)

Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi ile RNA ve Teknolojileri Başarı Testi deney ve kontrol grubuna ön test olarak uygulanmıştır. Ön testlerden 1 hafta sonra gruplara belirtilen yöntemlerle uygulama yapılmıştır. Uygulamalardan 1 hafta sonra yine RNA ve Teknolojileri Başarı Testi son test olarak kullanılmıştır. Ayrıca RNA ve Teknolojileri Basın ve İnternet Formu son test ile birlikte deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama sonrası deney grubundan seçilen 5 öğrenci ile uygulanan yöntem ve kullanılan materyallerle ilgili yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır.

3.3.1. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)

Araştırmada deney ve kontrol gruplarının zihinsel düşünme yeteneklerini belirlemek amacıyla her iki gruba da Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) uygulanmıştır. MDYT 1981'de William Capie ve Keneth G. Tobin tarafından geliştirilmiş, Ömer Geban, Petek Aşkar ve İlker Özkan (1992) tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Testte değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, olasılık hesaplama, ilişki geliştirebilme ve orantı kurabilme gibi yetenekleri ölçen 8'i çoktan seçmeli 10 soru

bulunmaktadır. Çoktan seçmeli olan ilk 8 sorunun her birinin bir doğru cevabı bir de bu cevaba götüren açıklaması vardır. Soruya verilen cevabın doğru olarak kabul edilebilmesi için hem cevap seçeneğinin hem de açıklamasının doğru olarak işaretlenmesi gerekmektedir. Çoktan seçmeli soruların dışındaki son iki soruda (9. ve 10. sorular) birtakım olasılıkların eksiksiz olarak belirtilmesi gerekmektedir. Testten alınabilecek en yüksek puan 10'dur. Testin güvenirliği 0.81 olarak hesaplanmıştır. MDYT deney ve kontrol grubuna ön test olarak uygulanmıştır.

3.3.2.RNA ve Teknolojileri Başarı Testi (RTBT)

Öğrencilerin bilişsel özelliklerini ölçmek amacıyla kullanılan testlerden biri başarı testleridir (Demirel, 2010).

Araştırmacı tarafından hazırlanan RNA ve Teknolojileri Başarı Testi uzmanların tetkikinden geçirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Test ilk aşamada her biri 5 seçenekli 33 sorudan oluşturulmuştur. Testte yer alan sorular bilişsel alanın bilgi, kavrama ve uygulama basamaklarını içermektedir.

Testin geçerlik ve güvenirlik çalışması için 2010-2011 eğitim-öğretim yılı Bahar Yarıyılı'nda ön uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamaya konuyla ilgili hazırbulunuşluk düzeyleri uygun olan Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı 2.,3., ve 4. sınıf öğrencileri ile Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi 1. Sınıf öğrencileri katılmıştır.

Konu ile ilgili içerikler;

Biyoloji Öğretmenliği 2. sınıflarda Sitoloji ve Sitoloji Laboratuvarı derslerinde,

3. sınıflarda Genetik ve Biyokimya derslerinde,

4. sınıflarda ise Moleküler Biyoloji derslerinde yer almaktadır.

Gazi Tıp Fakültesi 1. sınıf öğrencileri ise Güz Dönemi'nde Tıbbi Biyoloji ve Biyokimya derslerinde bu içerikleri görmüşlerdir.

Testin pilot çalışmasına katılan toplam öğrenci sayısı 123'tür. Testin ön uygulamasından elde edilen verilerin geçerlilik ve güvenirlik analizi için ITEMAN 3.50 madde analiz istatistik programından yararlanılmıştır.

Madde güçlük indeksi, testi alan grubun test maddelerini doğru ya da yanlış cevaplandırmalarıyla ilgili bir indekstir. Maddenin gruba göre ne kadar zor ya da kolay olduğu konusunda bilgi verir. İndeksin değeri 1.00'e yaklaştıkça maddeyi grubun çoğunun doğru cevapladığı ve kolay olduğu, 0.00'a Yaklaştıkça maddeyi grubun çoğunun yanlış cevapladığı ya da cevaplayamadığı ve zor olduğu anlamına gelir (Kan, 2010).

Walsh ve Betz (2004)'e göre bir testi oluşturan madde güçlük indeksleri 0.10 ile 0.90 arasında, Kline (1986)' a göre ise 0.20 ile 0.80 arasında dağılım göstermelidir (akt: Kan, 2010).

Madde güçlük indisi 0.50 civarında olan maddeler testin güvenirliğinin yüksek olmasında önemli bir rol oynar. Bu nedenle nihai test oluşturulurken orta güçlük düzeyine sahip maddeler seçilmeye çalışılır (Demirel, 2010).

Madde ayırıcılık gücü indisi, o maddenin, madde ile ölçülmek istenen özelliğe sahip olanlar ile olmayanları ayırıp ayıramadığının bir ölçüsüdür. Bu indis, madde geçerliği olarak da bilinir. -1.00 ve +1.00 arasında değişen değerler alır. 0.30'un üzerinde ayırıcılık gücüne sahip maddeler doğrudan nihai form için seçilebilirler.

Madde ayırıcılık gücü yüksek olan maddelerden oluşan bir testin güvenilirliği de yüksek olur (Demirel, 2010).

Güvenirlik indeksinin mükemmele yakın olması istendik bir durumdur. Güvenirlik indeksi 0.90 ve üzerinde ise testin güvenilirliği yüksek, 0.80 ve üzerinde ise orta, 0.70 ve daha altında ise düşük olarak kategorize edilmektedir (Özbek, 2010). Buna göre testin güvenilirliği açısından güvenilirlik indeksinin 0.70 değerinden büyük olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Testteki maddeler 1 (doğru) ve 0 (yanlış) şeklinde puanlandığında alfa güvenilirlik katsayısı Kuder Richardson (KR) formülüne dönüşür (Özbek, 2010). Madde ayırıcılık gücü indeksi, iç tutarlık anlamındaki güvenilirlikle (KR-20) doğrudan ilişkilidir. KR-20 güvenilirliği maddelerin birbirleriyle ilişkisine dayalı bir indekstir. Yüksek ayırıcılık gücüne sahip maddelerden oluşan bir test güvenilirirdir (Kan, 2010).

Bu çalışmada testin geçerlik ve güvenilirliği için yapılan ön uygulamalar sonucunda madde güçlük indeksi 0.20 ile 0.80 arasında olan maddeler teste alınmış diğer maddeler testten çıkarılmıştır. Test soruları içerisinde madde ayırıcılık gücü 0.30'un altında olan maddeler testten çıkarılmıştır.

İlk aşamada 33 sorudan oluşan RNA ve Teknolojileri Başarı Testi yapılan analiz işlemleri sonucunda 18 soruya indirilmiştir. Testin son hali uzmanlar tarafından incelenmiş, bu şekliyle uygulama için uygun bulunmuştur. Böylece RNA ve Teknolojileri Başarı Testi deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Testte yer alan soruların madde güçlük ve madde ayırıcılıklarına ilişkin bilgiler tablo 3.1.de verilmiştir.

Tablo 3.1. RTBT Sorularına Ait Madde Değerleri

Soru No	Madde Güçlük İndeksi (p_j)	Madde Ayırcılık Gücü İndeksi (r_{jx})	Soru No	Madde Güçlük İndeksi (p_j)	Madde Ayırcılık Gücü İndeksi (r_{jx})
1	0.50	0.60	10	0.66	0.69
2	0.78	0.32	11	0.37	0.35
3	0.30	0.34	12	0.46	0.53
4	0.67	0.39	13	0.57	0.47
5	0.42	0.59	14	0.41	0.56
6	0.22	0.53	15	0.70	0.36
7	0.22	0.56	16	0.50	0.76
8	0.49	0.50	17	0.38	0.30
9	0.38	0.39	18	0.33	0.55

Yapılan analiz işlemleri sonucunda testin KR -20 güvenirlik katsayısı 0.80, ortalama güçlüğü 0.46, ortalama ayırt ediciliği 0.48 olarak tespit edilmiştir. Belirtilen ölçütlere göre değerlendirildiğinde ölçek güvenilir bulunmuştur.

Başarı testinin hazırlanmasında bilişsel alanın bilgi, kavrama ve uygulama basamakları dikkate alınmıştır. Testteki soru dağılımının da buna uygun olmasına dikkat edilmiştir. RTBT’de yer alan soruların konu dağılımına ilişkin belirtke tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.2. RTBT Sorularının Dağılımını Gösteren Belirtke Tablosu

Konu Başlıkları	Bilgi	Kavrama	Uygulama	TOPLAM
Protein Sentezi Süreci	2	1	2	5
RNA Yapısı, Görevleri ve Birimleri	2	2	2	6
Virüsler ve RNA enzimleri	1	2	1	4
Teknik ve Yöntemler	1	1	1	3
TOPLAM	6	6	6	18

3.3.3.RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF)

Öğrencilerin RNA Teknolojileri alanında yaşanan gelişmelerden ne derece haberdar olduklarını, bu gelişmeleri takip etmelerinde yazılı basın ve internetin rolünü belirlemek amacıyla öğrencilere RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİT) uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen formu gazetelerin internet arşivlerinde yer alan RNA Teknolojileri ile ilgili 19 haber oluşturmaktadır. Gazete arşivlerinde yer alan haberler taranırken 2005 yılı ve sonrası değerlendirmeye alınmıştır. Her haberin kısa özeti ve ilgili resminin bulunduğu form son test ile birlikte deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Ayrıca formun son kısmında görüş almaya yönelik üç adet açık uçlu soru bulunmaktadır.

3.3.4.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (YYGF)

Uygulama sonrası deney grubu öğrencileri arasından beş kişi seçilerek bu öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşme türünde, hazırlanan görüşme formunda yapılandırılmış ve yapılandırılmamış kısımlar bulunur. Görüşmecinin vereceği tepkilere bağlı olarak açık uçlu ve diğer seçenekleri bulunan sorular yöneltilir (Cemaloğlu, 2009).

Öğrencilere, bir kısmı uygulamada kullanılan yöntem ve materyallere ilişkin olmak üzere çeşitli sorular yöneltilmiştir. Görüşme formunda açık uçlu ve görüş almaya yönelik sorular da bulunmaktadır.

3.4.Verilerin Analizi

Bu araştırmada, elde edilen verilerin analiz işlemlerinde; SPSS 11.50 (Statistical Package for Social Sciences), ITEMAN 3.50 (Madde Analiz İstatistik Programı) ile nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen 33 soruluk RNA ve Teknolojileri başarı testinin geçerlik ve güvenirlik işlemleri için bu konular hakkında bilgi sahibi olan Gazi Üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı 2.,3. ve 4. sınıf öğrencileri ile Gazi Tıp Fakültesi 1. sınıf öğrencilerinden oluşan 123 kişilik gruba ön uygulama yapılmıştır. Elde edilen veriler ITEMAN 3.50 madde analiz programı ile analiz edilmiştir. Analiz işlemleri sonucu testte yer alan sorulara ait madde güçlük ve madde ayırtıcılık indeksleri belirlenmiştir. Buna göre testte yer alması ve testten çıkarılması gereken sorular tespit edilmiştir. Teste ait ortalama güçlük, ortalama ayırtıcılık ve güvenirlik katsayısı değerleri incelenmiş, böylece 18 sorudan oluşan başarı testi son şekliyle uygulama için uygun bulunmuştur.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan ön test ve son test sonuçlarının analiz işlemlerinde SPSS 11.50' den faydalanılmıştır. Öncelikle kullanılacak istatistiksel yöntemin belirlenebilmesi için grupların normal dağılım durumları incelenmiştir.

Grup büyüklüğünün 50'den küçük olması durumunda Shapiro-Wilk, büyük olması durumunda Kolmogorov-Smirnov testi, puanların normalliğe uygunluğunu incelemede kullanılan iki testtir (Büyüköztürk, 2010).

Buna göre ön test ve son test sonuçlarının normal dağılım durumları Shapiro-Wilk testi kullanılarak incelenmiştir. Normal dağılım durumlarının belirlenmesi sonucu parametrik testlerden İlişkili ve İlişkisiz Örneklemeler İçin T-Testi ile analiz işlemleri yapılmıştır.

Gruplara uygulanan MDYT ile RTBT ön test puanlarının karşılaştırılmasında İlişkisiz (Bağımsız) Örneklemeler için T-Testi (Independent Samples T-Test) kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının kendi içlerinde RTBT ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında İlişkili Örneklemeler için T-Testi (Paired Samples T-Test) kullanılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının RTBT son test puanlarının karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi kullanılmıştır.

Öğrencilerin RTBT ön test ve son test puanlarının cinsiyete göre karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi kullanılmıştır.

Öğrencilerin RTBT ön test ve son test puanlarını okudukları bölümü isteyerek tercih edip etmemeleri durumuna göre karşılaştırmak için İlişkisiz Örneklem için T-Testi kullanılmıştır.

RNA Teknolojileri Basın-İnternet formu aracılığıyla toplanan verilerin analizinde yüzde ve frekans dağılımı ile birlikte nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Uygulama sonrası deney grubu öğrencilerinden seçilen 5 kişi ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu şekilde elde edilen veriler nitel analiz yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.5.Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve Rehber Materyalle Ders İşleme

Grupların yansız atama yoluyla belirlenmesi sonucu Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri deney grubunu oluşturmuştur. Ön test uygulamasından 1 hafta sonra deney grubuna Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle ders işlenmiştir.

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme yaklaşımı ile ilgili literatür taraması yapılmış, bu alanda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu öğrenme yaklaşımı ile birlikte kullanılacak materyallerin nasıl olabileceği ile ilgili bilgi toplanmıştır. Sorgulamaya dayalı öğrenme üç kısımda ele alınmaktadır. Bunlar:

1. Açıklamalı Keşfetme
2. Serbest Keşfetme
3. Rehberli Sorgulama şeklindedir.

Bu çalışmada rehberli sorgulama (guided inquiry) yöntemi kullanılmıştır. Rehberli sorgulamada yaparak ve yaşayarak öğrenme vardır. Öğretmen yöneten değil,

kaynak, sorgulamaya yardım eden, rehber kişi konumundadır. Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışırlar. Öğrencilerin konu başlıklarını incelemesine, sorular sormasına ve araştırma yapmasına izin verilir (Martin vd., 1998; akt. Timur ve Kıncal, 2010).

Bu çalışmada Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ile birlikte rehber materyal olarak sorgulama kartları, çalışma yaprakları ve powerpoint sunusu kullanılmıştır. Deney grubu öğrencileri 5-6 kişilik gruplara ayrılmıştır. Uygulama öncesinde gruplara araştırmacı tarafından hazırlanan sorgulama kartları dağıtılmıştır. Kartlarda RNA ve Teknolojileri ile ilgili farklı konu başlıkları ve anahtar kelimeler bulunmaktadır. Gruplardan, kendi kartlarında yer alan başlıklarla ilgili sorgulama, araştırma yapmaları istenmiştir. Edindikleri bilgileri daha önceki bilgileriyle ilişkilendirmeleri, grup olarak kendi aralarında tartışmaları ve derste bu şekilde hazır bulunmaları söylenmiştir.

Yöntemin uygulanacağı deney grubu öğrencilerine sorgulamaya dayalı öğrenme hakkında bilgi verilmiş konunun buna uygun şekilde işleneceği belirtilmiştir. Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının, adli vakalarda gerçekleştirilen sorgulama işleminden esinlenerek eğitime uyarlandığı (Gençtürk ve Türkmen, 2007) anlatılmıştır. Hatta öğrencilerden biri tahtaya çıkarılarak buna uygun küçük bir sorgulama sahnesi canlandırılmıştır. Öğrencilerden ders esnasında da konulara bu şekilde sorgulayıcı bir gözle ve bir bilim adamı edasıyla bakmaları istenmiştir. Dersin başında yer alan bu tanıtım sahnesi öğrencileri etkilemiş ve ilgilerini çekmiştir.

Sorgulama kartlarında bulunan konu başlıkları düzenlenirken konuların işleniş sırası göz önünde bulundurulmuş ve kartlar buna dikkat edilerek hazırlanmıştır. Powerpoint sunusu derste kullanılacak yönteme uygun şekilde düzenlenmiştir. Her grubun kartında aynı başlıklar bulunmadığından, Powerpoint sunusunda yer alan bu başlıklar sırası geldikçe projeksiyon cihazı ile ekrana yansıtılmış ve herkesin görmesi sağlanmıştır.

Ders işleme sürecinde izlenen adımlar şu şekildedir:

- ❖ Öğrenciler önceden oluşturulan 5-6 kişilik gruplar halinde yerlerini alırlar. Her grup kartları önlerinde olacak şekilde hazırdır.
- ❖ Projeksiyon cihazı ile ekrana yansıtılan slaytta ilgili konu başlığı yer alır. Başlık soru şeklinde tekrar sesli olarak ifade edilir. Her grup kendi içinde konu ile alakalı sorgulama ve tartışma yapar. Bunun için kısa bir süre beklenir.
- ❖ Daha sonra ilgili konu başlığı kartlarında bulunan grup söz alarak konu ile ilgili gerekli açıklamayı yapar. Araştırmacı ve diğer öğrenciler tarafından gruba sorular yöneltilir. Grup bunları cevaplamaya çalışır.
- ❖ Bunun üzerine sınıftaki diğer öğrencilere söz verilir. Katkıda bulunmak isteyenler teşvik edilir.
- ❖ Son aşamada slaytta açıklaması bulunan kısım ekrana yansıtılır. Eksik bilgiler tamamlanarak gerekli düzeltmeler yapılır.
- ❖ Daha sonra diğer başlığa geçilir ve sorgulama süreci aynı şekilde tekrarlanarak konu tamamlanır. Öğrencilerin sürece aktif katılımı sağlanır.
- ❖ Konunun bitiminde her öğrenciye araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yaprakları dağıtılır. Çalışma yaprakları, işlenen konunun özet tekrarı şeklinde kısa sorulardan ve ilgili resimlerden oluşmaktadır.
- ❖ Öğrencilerden çalışma yapraklarını doldurmaları istenir. Grup içi ve gruplar arası yardımlaşma serbest bırakılır. Bunun için belli bir süre tanınır.

- ❖ Süre bitiminde çalışma yaprakları ve sorgulama kartları toplanır.

Deney grubuna yapılan uygulama süreci bu şekilde tamamlandıktan 1 hafta sonra öğrencilere RTBT son test olarak uygulanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Çalışmanın bu bölümünde, deney ve kontrol gruplarına yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçlara ve bunların yorumlarına yer verilmiştir.

4.1. Gruplara Uygulanan MDYT' ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Deney ve kontrol grupları belirlenmeden önce Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerine MDYT uygulanmıştır. Bununla, yapılacak uygulama öncesi grupların mantıksal düşünme yetenekleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır.

Elde edilen sonuçların öncelikle normal dağılım durumları incelenmiştir. Bunun için normallik testlerinden Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Grupların normal dağılım durumuna ilişkin Shapiro-Wilk testi sonuçları tablo 4.1.1.de verilmiştir.

Tablo 4.1.1. Grupların MDYT Normal Dağılım Durumuna Ait Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

Gruplar	N	Shapiro-Wilk		
		Statistic	sd	p
Biyoloji Öğretmenliği	38	.954	38	.121
Fen Bilgisi Öğretmenliği	38	.951	38	.097

*p<0,05

Tablodaki değerler incelendiğinde Biyoloji Öğretmenliği (.121) ve Fen Bilgisi Öğretmenliği (.097) MDYT sonuçlarına ait p değerlerinin 0.05' ten büyük olduğu görülmektedir. Buna göre grupların MDYT ortalama puanları normal dağılım göstermektedir.

Fen Bilgisi Öğretmenliği ve Biyoloji Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerine uygulanan MDYT sonuçlarının karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler İçin T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.1.2.de verilmiştir.

Tablo 4.1.2. MDYT Sonuçlarının İlişkisiz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Gruplar	N	X	S	sd	t	p
Biyoloji Öğretmenliği	38	6.50	1.88	74	1.09	.276
Fen Bilgisi Öğretmenliği	38	6.97	1.88			

*p<0,05

Tablodaki sonuçlara bakıldığında Fen Bilgisi Öğretmenliği grubunun ortalama puanı (6,97) Biyoloji Öğretmenliği grubunun puan ortalamasından (6,50) yüksek çıkmıştır. Aradaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için p değeri incelendiğinde bu değerin 0,05'ten büyük olduğu görülmektedir. Buna göre Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği MDYT sonuçları anlamlı bir farklılık göstermemektedir, $t(74) = 1.09$, $p > .05$. Sonuçlara bakılarak iki grubun da birbirine denk olduğu söylenebilir.

4.2.Gruplara Uygulanan RTBT' ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Fen Bilgisi Öğretmenliği ile Biyoloji Öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin RNA ve Teknolojileri konusundaki ön bilgilerini tespit etmek için, daha önce geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmış olan RTBT ön test olarak uygulanmıştır. Shapiro-Wilk normallik testi ile grupların ön test puanlarının normal dağılım durumları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.1.de verilmiştir.

Tablo 4.2.1. Grupların RTBT Ön Test Puanlarının Normal Dağılım Durumuna Ait Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

Gruplar	N	Shapiro-Wilk		
		Statistic	sd	p
Biyoloji Öğretmenliği	38	.972	38	.447
Fen Bilgisi Öğretmenliği	38	.963	38	.245

*p<0,05

Tablodaki değerler incelendiğinde Biyoloji Öğretmenliği (.447) ve Fen Bilgisi Öğretmenliği'ne (.245) ait p değerlerinin 0,05' ten büyük olduğu görülmektedir. Böylece grupların normal dağılım gösterdiği söylenebilir.

Gruplara ön test olarak uygulanan RTBT sonuçlarının karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler İçin T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.2.de verilmiştir.

Tablo 4.2.2. RTBT Ön Test Puanlarının İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Gruplar	N	X	S	sd	t	p
Biyoloji Öğretmenliği	38	5.21	2.72	74	0.46	.963
Fen Bilgisi Öğretmenliği	38	5.18	2.21			

*p<0,05

Tablodaki verilere göre, grupların ortalama puanları incelendiğinde $X_{\text{Biyoloji Öğretmenliği}} = 5,21$ ve $X_{\text{Fen Bilgisi Öğretmenliği}} = 5,18$ olduğu görülmektedir. p değeri ise 0,05 değerinden büyük çıkmıştır, $t(74) = 0.46$, $p > ,05$. Bu sonuçlara göre Biyoloji Öğretmenliği ve Fen Bilgisi Öğretmenliği gruplarının RTBT ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Grupların RNA ve Teknolojileri konusundaki ön bilgilerinin birbirine denk olması sonucu random yöntemi ile Fen Bilgisi Öğretmenliği deney grubu, Biyoloji Öğretmenliği kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Deney grubunun RTBT ön test puanlarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için İlişkisiz Örneklem T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.3.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.3. Deney Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	X	S	sd	t	p
Bayan	30	5.23	2.43	36	.261	.795
Bay	8	5.00	1.19			

*p<0,05

Tabloya bakıldığında deney grubundaki bayan öğrencilerin ortalama puanları (5,23), erkek öğrencilere göre (5,00) daha yüksek çıkmıştır. P değerinin ise 0,05'ten büyük olduğu görülmektedir, $t(36) = .261$, $p > .05$. Deney grubuna ait ön test puanları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Kontrol grubuna ait RTBT ön test puanlarının cinsiyete göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla İlişkisz Örneklemeler T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.4.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.4. Kontrol Grubuna Ait RTBT Ön Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	X	S	sd	t	p
Bayan	34	5.05	2.34	36	1.00	.323
Bay	4	6.50	5.32			

*p<0,05

Tablodaki değerler incelendiğinde kontrol grubu erkek öğrencilerinin ortalama puanlarının (6,50) bayan öğrencilerden (5,05) yüksek çıktığı görülmektedir. P değeri ise

0,05'ten büyük çıkmıştır, $t(36)= 1.00$, $p>.05$. Buna göre kontrol grubu RTBT ön test puanları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Deney grubu öğrencilerinin RTBT ön test ortalama puanlarını okudukları bölümü isteyerek tercih edip etmeme durumuna göre karşılaştırmada İlişkisiz Örneklem T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.5.da gösterilmiştir.

Tablo 4.2.5. Deney Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumuna Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Tercih Durumu	N	X	S	sd	t	p
İsteyerek	20	5.55	2.28	36	1.07	.288
İstemeyerek	18	4.77	2.12			

* $p<0,05$

Tablodaki verilere bakıldığında deney grubu öğrencilerinin 20'si (% 53) bölümlerini isteyerek tercih etmiş, 18'i (% 47) ise istemeyerek tercih etmiştir. İsteyerek tercih edenlerin ortalama puanı 5,55 iken istemeyerek tercih edenlerin ortalama puanı 4,77'dir. P değerinin ise 0,05'ten büyük olduğu görülmektedir. Yani bölümlerini isteyerek veya istemeyerek tercih eden deney grubu öğrencilerinin RTBT ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark yoktur, $t(36)= 1.07$, $p>.05$.

Kontrol grubu öğrencilerinin RTBT ön test ortalama puanlarının okudukları bölümü isteyerek tercih edip etmemelerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla İlişkisiz Örneklem T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.6.da gösterilmiştir.

Tablo 4.2.6. Kontrol Grubu RTBT Ön Test Puanlarının Bölümlerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumuna Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Tercih Durumu	N	X	S	sd	t	p
İsteyerek	27	5.33	2.74	36	.429	.673
İstemeyerek	11	4.90	2.77			

* $p < 0,05$

Tablodaki verilere göre kontrol grubu öğrencilerinin 27'si (% 71) bölümlerini isteyerek tercih etmiş, 11'i (% 29) ise istemeyerek tercih etmiştir. İsteyerek tercih edenlerin ortalama puanı 5,33 iken istemeyerek tercih edenlerin ortalama puanı 4,90'dır. P değeri ise 0,05'ten büyük çıkmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumu RTBT ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark oluşturmamıştır, $t(36) = .429$, $p > .05$.

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle uygulama yapılan deney grubu ile geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunun RTBT son test ortalama puanlarının normal dağılım durumlarını incelemeye Shapiro-Wilk Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.7.de verilmiştir.

Tablo 4.2.7. Deney ve Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Normal Dağılım Durumlarının İncelenmesi

Gruplar	N	Shapiro-Wilk		
		Statistic	sd	p
Deney	38	.962	38	.221
Kontrol	38	.952	38	.100

*p<0,05

Tabloda verilen deney ve kontrol grubuna ait p değerleri incelendiğinde iki grup için de bu değerin 0.05'ten büyük olduğu görülmektedir, $t_{\text{deney}}(38) = .221$, $p > .05$ ve $t_{\text{kontrol}}(38) = .100$, $p > .05$. Buna göre deney ve kontrol grubu RTBT son test puanları normal dağılım göstermektedir.

Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle uygulama yapılan deney grubunun ön test ve son test puanlarını karşılaştırmada İlişkili Örneklemeler için T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.8.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.8. Deney Grubu RTBT Ön Test - Son Test Puanlarının İlişkili Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Test	N	X	S	sd	t	p
Ön Test	38	5.18	2.21	37	2.38	.023*
Son Test	38	6.36	1.92			

*p<0,05

Tablodaki değerler incelendiğinde, Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle yapılan uygulama sonrası deney grubu puan ortalamasının 5,18'den 6,36'ya yükseldiği görülmektedir. Bu artış yaklaşık olarak % 23'lük bir değere tekabül etmektedir. P değeri incelendiğinde bu değer 0,05'ten küçük olduğu görülmektedir, $t(37) = 2.38$, $p < .05$. Bu durumda deney grubunun RTBT ön test – son test puanları arasında anlamlı bir fark meydana gelmiştir. Grubun puanında gözlenen artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ve rehber materyalle yapılan uygulama, deney grubunun RTBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir artışın meydana gelmesine sebep olmuştur.

Geleneksel Öğretim Yöntemi ile uygulama yapılan kontrol grubunun ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasında İlişkili Örneklem için T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 4.2.9.da verilmiştir.

Tablo 4.2.9. Kontrol Grubu RTBT Ön Test - Son Test Puanlarının İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Test	N	X	S	sd	t	p
Ön Test	38	5.21	2.72	37	1.05	.299
Son Test	38	5.89	2.44			

* $p < 0,05$

Tablodaki değerler incelendiğinde kontrol grubunun puan ortalamasının 5,21'den 5,89'a yükseldiği görülmektedir. Bu değer yaklaşık % 13'lük bir artışa karşılık gelmektedir. P değerinin ise 0,05'ten büyük olduğu ortaya çıkmıştır, $t(37) = 1.05$, $p < .05$. Buna göre kontrol grubunun RTBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Geleneksel Öğretim Yöntemi ile yapılan uygulama sonucu kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

Deney ve kontrol grubunun RTBT son test ortalama puanları İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler tablo 4.2.10.da gösterilmiştir.

Tablo 4.2.10. Deney ve Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının İlişkisiz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Gruplar	N	X	S	sd	t	P
Deney	38	6.36	1.92	74	.938	.351
Kontrol	38	5.89	2.44			

*p<0,05

Tablodaki veriler incelendiğinde Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının uygulandığı deney grubu RTBT son test puan ortalamasının (6,36) Geleneksel Öğretim Yönteminin uygulandığı kontrol grubundan (5,89) daha yüksek olduğu görülmektedir. P değeri ise 0,05'ten büyük çıkmıştır, $t(74) = .938$, $p > .05$. Bu durumda deney ve kontrol grubu RTBT son test ortalama puanları arasında anlamlı fark yoktur.

Deney grubu öğrencilerinin RTBT son test puanlarının cinsiyete göre karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler tablo 4.2.11.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.11. Deney Grubu RTBT Son Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	X	S	sd	t	P
Bayan	30	6.43	1.99	36	.434	.672
Bay	8	6.12	1.72			

*p<0,05

Tablodaki verilere göre deney grubu bayan öğrencilerinin RTBT son test ortalama puanının (6,43) erkek öğrencilere göre (6,12) daha yüksek çıktığı görülmektedir. P değerine bakıldığında, bu değer 0,05'ten büyük çıktığı için aradaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülür, $t(36) = .434$, $p > .05$.

Kontrol grubu öğrencilerinin RTBT son test puanlarının cinsiyete göre karşılaştırılmasında İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler tablo 4.2.12.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.12. Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Cinsiyete Göre İlişkisiz Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılması

Cinsiyet	N	X	S	sd	t	p
Bayan	34	5.91	2.55	36	.186	.859
Bay	4	5.75	1.50			

* $p < 0,05$

Tablodaki veriler incelendiğinde kontrol grubu erkek öğrencilerinin RTBT son test ortalama puanının (7,25) bayan öğrencilere göre (5,62) daha yüksek çıktığı görülmektedir. P değeri 0,05'ten büyük olduğu için kontrol grubu öğrencilerinin RTBT son test puanları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir, $t(36) = .186$, $p > .05$.

Deney grubu öğrencilerinin RTBT son test puanları bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumlarına göre İlişkisiz Örneklemeler için T-Testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler tablo 4.2.13.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.13. Deney Grubu RTBT Son Test Puanlarının Bölümelerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumlarına Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Tercih Durumu	N	X	S	sd	t	p
İsteyerek	20	6.20	2.37	36	.564	.576
İstemeyerek	18	6.55	1.29			

*p<0,05

Tablodaki sonuçlara bakıldığında, bölümlerini isteyerek tercih edenlerin RTBT son test ortalama puanı 6,20 istemeyerek tercih edenlerin ortalama puanı ise 6,55 bulunmuştur. P değeri ise 0,05'ten büyük çıkmıştır. Bölümelerini tercih etme durumlarının, deney grubu öğrencilerinin RTBT son test puanlarında anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmektedir, $t(36) = .564$, $p > .05$.

Kontrol grubu öğrencilerinin RTBT son test puanları bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumlarına göre İlişkisiz Örneklem için T-Testi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler tablo 4.2.14.de gösterilmiştir.

Tablo 4.2.14. Kontrol Grubu RTBT Son Test Puanlarının Bölümelerini İsteyerek Tercih Edip Etmeme Durumlarına Göre İlişkisiz Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılması

Tercih Durumu	N	X	S	sd	t	p
İsteyerek	27	5.96	2.53	36	.276	.786
İstemeyerek	11	5.72	2.32			

*p<0,05

Tablodaki verilere bakıldığında, bölümlerini isteyerek tercih edenlerin RTBT son test ortalama puanı 5,96 istemeyerek tercih edenlerin ortalama puanı ise 5,72 bulunmuştur p değerinin 0,05'ten büyük çıktığı görülmektedir, $t(36) = .276$, $p > .05$. Buna göre kontrol grubu RTBT son test ortalama puanları öğrencilerin bölümlerini tercih durumlarına göre anlamlı bir biçimde değişmemektedir.

4.3.Gruplara Uygulanan RTBİF'ye İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine RTBT son testi ile birlikte RTBİF uygulanmıştır. Uygulamaya katılan öğrencilerin bölüm ve cinsiyete göre dağılımları tablo 4.3.1.de verilmiştir.

Tablo 4.3.1. RTBİF'ye Katılan Öğrencilerin Bölüm ve Cinsiyete Göre Dağılımı

Bölüm	Cinsiyet		%	Toplam
	Bayan	Bay		
Biyoloji Öğretmenliği	19	1	47.6	20
Fen Bilgisi Öğretmenliği	21	1	52.4	22
Toplam	40	2	100	42

Tabloda görüldüğü gibi uygulamaya Biyoloji Öğretmenliği'nden 19 bayan, 1 bay olmak üzere toplam 20, Fen Bilgisi Öğretmenliği'nden 21 bayan, 1 bay olmak üzere toplam 22 kişi katılmıştır. Biyoloji Öğretmenliği'nden katılanlar % 47,6'lık bir dilimi oluştururken, Fen Bilgisi Öğretmenliği'nden katılanların yüzdesi 52,4'tür. Uygulamaya katılan toplam öğrenci sayısı 42'dir.

Öğrencilere hangi sıklıkta gazete, bilimsel okudukları ve internet kullandıkları sorulmuştur. Buna ilişkin elde edilen veriler tablo 4.3.2., tablo 4.3.3. ve tablo 4.3.4.de gösterilmiştir.

Tablo 4.3.2. Öğrencilerin Gazete Okuma Sıklığına İlişkin Veriler

Gazete Okuma Sıklığı	N	%
Çok Az, Hiç	11	26.2
Orta	22	52.4
Çok sık, Her Zaman	9	21.4

Tablodaki veriler incelendiğinde öğrencilerden 11'i (% 26,2) çok az gazete okuduğunu ya da hiç okumadığını, 22'si (% 52,4) orta sıklıkta okuduğunu, 9'u (%21,4) ise çok sık veya sürekli okuduğunu belirtmiştir.

Tablo 4.3.3. Öğrencilerin Bilimsel Dergi Okuma Sıklığına İlişkin Veriler

Bilimsel Dergi Okuma Sıklığı	N	%
Çok Az, Hiç	26	61.9
Orta	13	31.0
Çok sık, Her Zaman	3	7.1

Tablodaki verilere göre öğrencilerin 26'sı (% 61,9) hiç bilimsel dergi okumamakta ya da çok az okumakta, 13'ü (% 31) orta sıklıkta okumakta, 3'ü de (% 7,1) çok sık veya her zaman okumaktadır.

Tablo 4.3.4. Öğrencilerin İnternet Kullanma Sıklığına İlişkin Veriler

İnternet Kullanma Sıklığı	N	%
Çok Az, Hiç	9	21.4
Orta	12	28.6
Çok sık, Her Zaman	21	50.0

Tabloya bakıldığında öğrencilerin 21'inin (% 50) interneti çok sık - her zaman kullandığı, 12'sinin (% 28,6) orta sıklıkta kullandığı, 9'unun (% 21,4) ise çok az kullandığı ya da hiç kullanmadığı görülmektedir.

Yukarıda verilen üç tablodaki sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin verilen seçenekler arasında 1. sırada interneti, 2. sırada da gazeteyi tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bilimsel dergi ise tercihler arasında son sıradadır. Öğrenciler arasında gazete ve bilimsel dergi okuma oranının düşük olduğu, internetin daha çok tercih edildiği gözlenmiştir.

Öğrencilere RNA Teknolojileri ile ilgili gazete arşivlerinden derlenen 19 adet haberle ilgili sorular sorulmuştur. Elde edilen veriler tablo 4.3.5.de gösterilmiştir.

Tablo 4.3.5.RNA Teknolojileri İle İlgili Derlenen Haberler ve Verilen Cevaplara İlişkin Bulgular

Haber Başlığı	Frekans-Yüzde	Okudu m	Okumad ım	Haber Doğru	Kısmen Doğru	Haber Yanlış	Gazetede Okudum	İnternette Okudum
1. Kanserde Yeni Umut	N	12	30	11	25	2	4	8
	%	28,6	71,4	26,2	59,5	4,8	9,5	19,0
2. Uzun Yaşamın Sırrı Enzimde Gizli	N	7	35	10	21	4	2	5
	%	16,7	83,3	23,8	50,0	9,5	4,8	11,9
3. Daha Güçlü İlaçlar	N	13	29	16	18	1	4	9
	%	31,0	69,0	38,1	42,9	2,4	9,5	21,4
4. Bu Robot Kanseri	N	17	25	10	19	7	6	10

Önleyecek								
	%	40,5	59,5	23,8	45,2	16,7	14,3	23,8
5. Bilim Adamları Kalp Hastalığını Durdurmayı ve Geriletmeyi Başardı	N	13	29	15	18	2	6	7
	%	31,0	69,0	35,7	42,9	4,8	14,3	16,7
6. Gen Tedavisinde Hangi Umutlar Var?	N	9	33	13	21	1	3	6
	%	21,4	78,6	31,0	50,0	2,4	7,1	14,3
7. Hastalıklı Genleri Öldürecek İlaç	N	14	28	15	20	1	5	9
	%	33,3	66,7	35,7	47,6	2,4	11,9	21,4
8. Su, Her Yerde Su, Üstelik Artık Güvenle İçilebilir	N	12	29	10	19	6	5	4
	%	28,6	69,0	23,8	45,2	14,3	11,9	9,5
9. Kemoterapinin Kanserli Hücrelerdeki Etkisini Denetleyen Kilit Genler Saptandı	N	13	28	15	19	2	6	7
	%	31	66,7	35,7	45,2	4,8	14,3	16,7
10. Tükürükteki Gizli İşaretler Hastalıkları Gösterecek	N	9	32	16	17	2	3	6
	%	21,4	76,2	38,1	40,5	4,8	7,1	14,3
11. AIDS İle Mücadelede Yeni Yöntem Bulundu	N	14	27	13	18	3	7	5
	%	33,3	64,3	31,0	42,9	7,1	16,7	11,9
12. Kanserde Devrime Türk İmzası	N	15	26	17	16	3	6	7
	%	35,7	61,9	40,5	38,1	7,1	14,3	16,7
13. AIDS Kendi Kendini Yok Edecek	N	4	37	5	17	11	2	1
	%	9,5	88,1	11,9	40,5	26,2	4,8	2,4
14. Alzheimer ve Kanser İçin 'Beyin Aşısı'	N	13	28	13	19	3	4	7
	%	31,0	66,7	31,0	45,2	7,1	9,5	16,7
15. İlkbahar Mucizesinin Gizi Çözüldü	N	6	35	12	17	2	3	2
	%	14,3	83,3	28,6	40,5	4,8	7,1	4,8
16. Tek İşlemle Kanser, Virüs ve Patolojik Hastalıkları Tedavi	N	7	34	11	20	4	3	4
	%	16,7	81,0	26,2	47,6	9,5	7,1	9,5
17. Sağlıklı Genleri Yedekleyen Bitki	N	5	36	9	21	2	1	4
	%	11,9	85,7	21,4	50,0	4,8	2,4	9,5
18. Hastalıklı Genler 'Devre Dışı' Bırakılacak	N	15	26	17	16	4	5	10
	%	35,7	61,9	40,5	38,1	9,5	11,9	23,8
19. Tıp Dünyasında Devrime Doğru	N	8	33	15	11	7	5	2
	%	19,0	78,6	35,7	26,2	16,7	11,9	4,8

Tablodaki veriler dikkate alınarak en çok okunan 3 haberle en az okunan 3 haber tespit edilmiştir. Bu haberler ve haberlere verilen cevaplarla ilgili bilgiler tablo 4.3.6.ve tablo 4.3.7.de gösterilmiştir.

Tablo 4.3.6. En Çok Okunan Haberler

Haber Başlığı	Frekans-Yüzde	Okudum	Okudum	Haber Doğru	Kısmen Doğru	Haber Yanlış	Gazetede Okudum	İnternette Okudum
1. Bu Robot Kanseri Önleyecek	N	17	25	10	19	7	6	10
	%	40,5	59,5	23,8	45,2	16,7	14,3	23,8
2. Kanserde Devrime Türk İmzası	N	15	26	17	16	3	6	7
	%	35,7	61,9	40,5	38,1	7,1	14,3	16,7
3. Hastalıklı Genler ‘Devre Dışı’ Bırakılacak	N	15	26	17	16	4	5	10
	%	35,7	61,9	40,5	38,1	9,5	11,9	23,8

Tabloda görüldüğü gibi en çok okunan haberlerin başında “Bu Robot Kanseri Önleyecek” başlıklı haber gelmektedir (% 40,5). Öğrencilerin % 23’ü bu haberin doğru olduğunu, % 45,2’si kısmen doğru olduğunu düşünürken % 16,7’si haberin yanlış olduğunu düşünmektedir. Bu haberi öğrencilerin 23,8’i internetten, % 14,3’ü gazeteden okuduğunu belirtmiştir.

Öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda en az okunan 3 haber tablo 4.3.7.de gösterilmiştir.

Tablo 4.3.7. En Az Okunan Haberler

Haber Başlığı	Frekans -Yüzde	Okudu m	Okuma dım	Haber Doğru	Kısmen Doğru	Haber Yanlış	Gazetede Okudum	İnternette Okudum
1. AIDS Kendi Kendini Yok Edecek	N	4	37	5	17	11	2	1
	%	9,5	88,1	11,9	40,5	26,2	4,8	2,4
2. Sağlıklı Genleri Yedekleyen Bitki	N	5	36	9	21	2	1	4
	%	11,9	85,7	21,4	50,0	4,8	2,4	9,5
3. İlkbahar Mucizesinin Gizi Çözüldü	N	6	35	12	17	2	3	2
	%	14,3	83,3	28,6	40,5	4,8	7,1	4,8

Tabloya göre en az okunan haberlerin başında “AIDS Kendi Kendini Yok Edecek” başlıklı haber gelmektedir. Öğrencilerin % 9,5’i bu haberi okurken % 88,1’i haberi okumamıştır. % 11,9’luk kısım haberin doğru olduğunu, % 40,5’lik kısım kısmen doğru olduğunu, % 26,2’lik kısım ise haberin yanlış olduğunu düşünmektedir. Haberi gazeteden okuyan öğrenciler % 4,8 iken internetten okuyanlar % 2,4’lük dilimi oluşturmaktadır.

RTBİF’nin son kısmında, üç adet açık uçlu soru yer almaktadır. Bu sorular ve öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplara ilişkin bulgular şu şekildedir:

a. Eğer yukarıdaki bilimsel haberlerin 9’dan fazlasını okumadığınızı işaretlemiş iseniz, sizce neden?

Bu kısmı dolduran öğrencilerin büyük çoğunluğu bilimsel içerikli haber, yayın takip etmediğini ve böyle konulara fazla ilgi duymadığını belirtmiştir. Öğrencilerin bir kısmı haberlerde bu şekilde bilimsel gelişmelere çok fazla yer verilmediğine değinirken, diğer bir kısmı da imkanları kısıtlı olduğu için ve vakit ayıramadıkları için takip edemediklerini belirtmişlerdir.

b. Yukarıdaki bilimsel haberleri okumadığınızı işaretlemiş olmanıza rağmen, haberin gerçeği yansıttığını düşünüyorsanız, sizce neden?

Bu kısımda öğrencilerin bir kısmı çalışmalar mantıklı geldiği, akıllarına yattığı için doğru olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Büyük bir kısım öğrenci grubu da bilime, bilim adamlarına güvendiklerini, bilim ve teknoloji çok ileri düzeyde olduğu için böyle gelişmelerin mümkün olabileceğini ifade etmiştir. Bu tür çalışmaların gelecekte gerçekleşebileceğini düşünen öğrenciler de bulunmaktadır. Bunların yanında bazı öğrenciler bazı haberlerin gerçeği yansıttığını bazılarının ise yansıtmadığını düşünmektedirler.

c. Ekleme İstedikleriniz:

Bu kısma eklenen bir yorum bulunmaktadır. Bu yorumda, yapılan çalışmaların insanların geleceğini etkileyeceği düşüncesi ifade edilmiştir.

4.4.Yarı Yapılandırılmış Görüşme Sonucunda Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Uygulama sonrasında deney grubu öğrencilerinden seçilen 5 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşme Formu'nda yer alan sorular ve öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplara ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir:

❖ Bu Bölüme İsteyerek mi Geldiniz ?

Öğrencilerden 4'ü bölümünü isteyerek tercih etmiş, 1 tanesi ise isteyerek tercih etmemiştir. Bu öğrenci tekrar sınava hazırlanıp istediği bölüme gitmeyi hedeflemektedir. Ancak istediği bölüme giremezse bu bölüme devam etmeyi düşünmektedir.

❖ **Biyoloji Dersi Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir ?**

- *Olumlu, biyolojiden hoşlanıyorum.*
- *Kolay anlaşılabilir, sevdiğim bir ders.*
- *Ezbere dayalı, zorluyor, sorun oluyor, çabuk öğreniyoruz ama çok çabuk unutulabiliyor, tekrar etmek öğrencilerin genel sorunu.*
- *Bazı konuları hoşuma gidiyor ama bazılarını pek sevmiyorum.*
- *Genel olarak sevdiğimi söyleyebilirim.*

Cevaplara bakıldığında öğrencilerin genelde biyoloji dersi ile alakalı olumlu görüş belirttiği görülmektedir. Bir öğrenci ezbere dayalı ve çabuk unutilan bir ders olduğunu düşünürken bir öğrenci de biyolojinin bazı konularından hoşlanmadığını belirtmiştir.

❖ **Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımını Nasıl Buldunuz ?**

- *Yöntem ilginç ve etkili.*
- *Daha iyi olabilirdi, ama önceki dersin yorgunluğu vardı.*
- *Yöntem güzeldi ama tam ilgimi veremedim, çünkü bir taraftan da sizden sonraki dersi düşünüyordum.*

- *Yöntem eğlenceli, daha akılda kalıcı gibi, aktif olmayı, araştırmayı gerektiriyor ama değer.*
- *Yöntem gayet hoş bence, öğrenci iyi örgütleyip iyi kontrol etmek gerekiyor, yöntemin mantığı güzel, sorguluyorsun, mantığını anlıyorsun.*

Bu kısımda SDÖY'nin genel itibariyle öğrenciler üzerinde olumlu izlenimler bıraktığı görülmüştür. Bazı öğrenciler önceki dersin yorgunluğu ve bir sonraki dersin telaşı, stresiyle gerektiği gibi ilgi gösteremediklerini belirtmişlerdir. Bu aksaklıklara rağmen yöntem etkili ve eğlenceli olarak nitelendirilmiştir.

❖ **Kullanılan Materyaller Nasıldı, Sizce İşe Yaradı mı ?**

- *Evet konuya hazırlanıp gelmede ve pekiştirmede etkili.*
- *Şu an düşününce...,çok daha faydalı olabilirdi. Ben aslında pek o gözle bakamadım, çünkü anlattığınız ders sınav, puan kaygımız olan bir ders değildi, o yüzden.*
- *Aslında kendimi tam verebilseydim çok daha iyi olabilirdi. Bir de siz normalde bizim işlediğimiz bir konuyu gelip bu şekilde anlatmış olsaydınız çok daha verimli olabilirdi diye düşünüyorum. Ama genel olarak ben yine de beğendim.*
- *Materyallerle alakalı düşüncem, bence faydalıydı.*
- *Yararlı olduğunu düşünüyorum.*

Kullanılan materyaller öğrenciler tarafından beğenilmiş ve etkili bulunmuştur. Bunun yanında bazı öğrenciler derse gerekli ilgiyi gösterememesinden ya da not kaygısı

taşınmamasından dolayı verimin düşebileceğine değinmişlerdir. Eğer gerçekten de normalde işledikleri bir ders olsaydı çok daha üst düzeyde faydalanılabileceğini belirtmişlerdir. Burada belirtilen sorunun materyallerden değil, işlenen konudan sorumlu olunmamasından kaynaklandığı görülmektedir. Dolayısıyla da öğrencilerin motivasyon ve derse karşı ilgisinde bir düşünün olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte kullanılan materyallerin amaca hizmet ettiği, belirtilen şartların sağlanması durumunda çok daha üst düzeyde faydalanılabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

❖ **Ders Öncesinde Bu Yöntemle İlgili Verilen Bilgi ve Örnek (Sorgulama) Yeterli miydi ?**

- *Evet yöntemi anladık.*
- *Evet derste yöntemi anlamıştım.*
- *Verdiğiniz örnekle yöntem anlaşılyordu, evet.*
- *Yöntem anlaşılyordu evet.*
- *Evet anlamıştım.*

Öğrenciler SDÖY ile ilgili yapılan açıklamayı ve verilen örneği yöntemi anlamaları için yeterli bulmuşlardır.

❖ **İlerde Öğretmen Olursanız Bu Yöntemi Kullanmayı Düşünür müsünüz?**

- *Evet çünkü ilgi çekici bir yöntem ve öğrencileri işin içine katıyor, mantıklı.*
- *Uygun şartlar olursa belki kullanabilirim.*

- *Düşünürdüm çünkü diğer yöntemlerden farklı, öğrencilerin ilgisini çekebilirim, bir de onlara kendimi sevdiresem çok daha eğlenceli ve güzel olurdu.*
- *Evet düşünürüm.*
- *Yöntem gayet güzel ama hazırlık gerektirir herhalde, öğretmen olsam kullanır mıyım, düşünebilirim.*

Öğretmen adayları çoğunlukla, ilerde öğretmen oldukları taktirde bu yöntemi kullanabileceklerini belirtmişlerdir. İki öğretmen adayı kesin cevap vermemiş ancak kullanabilecekleri yönünde açık kapı bırakmışlardır. Biri uygun şartlar olursa kullanmayı düşünmekte, diğeri de kararını o günlere bırakmaktadır.

❖ RNA Teknolojileri Konusuna İlgi Duyuyor musunuz ?

- *Ortaokul ve liseden biraz biliyoruz o konuları ama derste anlattığınız kadarıyla zevkli buldum.*
- *Teknoloji olarak çok fazla bilmiyorum, derste gördüğüm kadarıyla ilgilenirim, fazlasıyla araştırıp gözlemlemem.*
- *Evet, araştırmayı seviyorum, internette olsun ya da bir dergi gördüğümde alıp okumayı deniyorum.*
- *Hoşlandığımı söyleyebilirim, ama ileri seviyede bilmiyorum.*
- *Evet, ama özellikle araştırmadım.*

Öğretmen adaylarından bir tanesi genel anlamda okumaktan, araştırmaktan hoşlandığını belirtmiştir. Bunun dışında diğer öğretmen adayları konuya ilgi duysa da fazlasını araştırıp öğrenme yoluna gitmemiştir, bildikleri kadar ilgi duymaktadırlar. Öğrencilerin konuyla ilgili yaklaşımları olumlu yöndedir ancak alanlarında yaşanan gelişmeleri pek de yakından takip etmedikleri görülmektedir.

❖ **Uygulama Süreci İle İlgili Olarak Gördüğünüz Eksiklikler ve Eklemek İstedikleriniz.**

- *Sunum yaptığınız konuyu en son gördüğümüzden beri uzun zaman geçmişti, eski bilgilerimizde unutulmalar olmuş olabilir. Asıl önemlisi de yoğun bir ders dönemi geçiriyorduk, o yüzden bence tam odaklanamadık. Bunun dışında genel olarak iyiydi.*
- *Siz sunum yapmadan önce başka bir ders vardı, onun yorgunluğu üzerimdeydi, onun üzerine biyoloji dersiyle ilgili bir şey gelince o yorgunluk, stresle kaldırmamız zor oldu. Yani daha güzel olabilirdi.*
- *Anlattığınız konu sınav ya da not kaygımız olan bir konu değildi. Eğer sorumlu olsaydık çok daha başarılı olabilirdik diye düşünüyorum. Ayrıca bize bu dönem çok aşırı anket uygulandı, sıkılmıştık, biz de ilk aşamada o gözle baktık, ilk başta dinlemeye hevesli değildik. Ama sonra daha iyi oldu. Yöntem güzeldi, materyaller faydalıydı bence.*

Öğretmen adaylarından 3'ü bu kısım ile ilgili yorumda bulunmuştur. Yukarıda da görüldüğü gibi belirtilen hususlar uygulama esnasında karşılaşılan zorlukları ortaya koymaktadır. Öğretmen adayları genel olarak olumlu görüş belirtmişler bir taraftan da başarının daha üst seviyeye çıkarılabilmesinin yollarını çok güzel özetlemişlerdir. Buna göre;

- Uygulamalar için ayrı bir ders saatinin bulunmaması,
- Öğrencilerin uygulamadaki ciddiye durumları

- Öğretmen adaylarına sık uygulanan anketler neticesinde bıkkınlık ve isteksizlik durumları gözlenebilmesi
- Anlatılan konudan sorumlu olunmamasının neticesinde sınav ve not kaygısı taşınmaması, genelde karşılaşılan sorunların başlıcalarıdır.

Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerine anlatılan RNA ve Teknolojileri konusu hem Fen Bilgisi hem de Biyoloji Öğretmenliği 1. sınıf müfredatında yer almamaktadır. Bu yüzden uygulama grubu olarak 1. sınıflar tercih edilmiştir. Ancak görüldüğü gibi bu durumun birtakım avantajlarının yanında bazı zorlukları da olabilmektedir.

Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre uygulanan yöntem ve materyaller öğrenciler tarafından beğenilmiş, etkili bulunmuştur. Karşılaşılan sorunların giderilmesi halinde verimin daha da artacağı belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının değindikleri bu noktalar başarı testinden elde edilen sonuçları da destekler niteliktedir. Çünkü deney grubunun son test puanlarında anlamlı bir artış gözlenmiştir ancak genel anlamda başarının daha üst düzey olması beklenmektedir.

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmada elde edilen bulgulara dayanarak ulaşılan sonuçlara ve buna ilişkin önerilere yer verilmiştir.

5.1.Sonuçlar

Bu çalışmada lisans öğrencilerinin RNA ve teknolojileri konularındaki bilgi seviyeleri araştırılmış, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ve rehber materyallerle konunun işlenmesinin öğrenci başarısı üzerinde ne derece etkili olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygulama grubu olarak bu konuları henüz üniversitede görmemiş olan biyoloji öğretmenliği ile fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencileri seçilmiştir.

Araştırmada deneysel model kullanıldığı için grupların homojenliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden öncelikle gruplara ön test olarak mantıksal düşünme yeteneği testi (MDYT) uygulanmıştır. Testte değişkenleri tanımlama ve kontrol etme, olasılık hesaplama, ilişki geliştirebilme ve orantı kurabilme gibi yetenekleri ölçen sorular bulunmaktadır. MDYT ön test sonuçlarına göre biyoloji öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Deneysel araştırmalarda yapılacak uygulama öncesi grupların konu ile ilgili ön bilgileri bakımından birbirine denk olması beklenmektedir. Onun için araştırmacı tarafından geliştirilen ve daha önce geçerlik-güvenirlik analizi yapılmış olan RNA ve Teknolojileri Başarı testi (RTBT), gruplara ön test olarak uygulanmıştır. RTBT ön test sonuçlarına göre biyoloji öğretmenliği ve fen bilgisi öğretmenliği grupları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Grupların homojenliğinin belirlenmesinin ardından

random yöntemi ile fen bilgisi öğretmenliği sınıfı deney grubunu, biyoloji öğretmenliği sınıfı ise kontrol grubunu oluşturmuştur.

Deney grubuna SDÖY ve materyallerle, kontrol grubuna DAY ile uygulama yapıldıktan sonra RTBT gruplara son test olarak verilmiştir. Deney ve kontrol grubu RTBT son test sonuçları gruplar arası bağımsız olarak karşılaştırılırken, ön test ve son test puanları grupların kendi içlerinde karşılaştırılmıştır.

Deney grubunun RTBT ön test ve son test sonuçlarına göre grubun puanında anlamlı derecede bir artış gözlenmiştir. Yani SDÖY ve rehber materyalle yapılan uygulama deney grubunun puanlarında istatistiksel açıdan anlamlı bir artışa sebep olmuştur. Buna göre de uygulanan yöntem ve kullanılan materyallerin konunun öğrenilmesinde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. SDÖY ile daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır; Timur ve Kıncal (2010), Sakar (2010), Kula (2009), Akkuş vd. (2007), Arslan (2007), Gençtürk ve Türkmen (2007), Tatar (2006), Ortakuz (2006), Mecit (2006), Erdoğan (2005), Çalışkan (2004). Bu çalışmalar, ilköğretim ve ortaöğretim kademelerinde yapılmıştır.

Kontrol grubunun RTBT ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında ise grubun puanında artış olduğu gözlenmiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Deney ve kontrol grubunun RTBT son test puanları karşılaştırıldığında deney grubuna ait puanın daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak aradaki puan farkı anlamlı ölçüde değişmemiştir.

Deney grubu ve kontrol grubu RTBT ön test puanları cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Hem deney grubu hem de kontrol grubunun ön test puanlarının cinsiyete göre farklılaşmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Cinsiyet faktörü öğrencilerin RTBT ön test puanlarında etkili bir faktör olmamıştır.

Deney grubu ve kontrol grubu RTBT ön test puanları öğrencilerin bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumlarına göre karşılaştırıldığında bu değişkenin test puanlarına anlamlı bir etki yapmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney grubu ve kontrol grubu RTBT son test puanları cinsiyet değişkenine göre karşılaştırılmıştır. Hem deney grubu hem de kontrol grubunun son test puanlarında

cinsiyete göre anlamlı bir fark meydana gelmemiştir. Çalışma bu bakımdan, Çalışkan'ın (2004) araştırmasında elde ettiği sonuç ile örtüşmektedir.

Deney grubu ve kontrol grubu RTBT son test puanları öğrencilerin bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumlarına göre karşılaştırılmıştır. Bölümlerini isteyerek tercih edip etmeme durumları hem deney hem de kontrol grubunun RTBT son test puanlarında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır.

Deney ve kontrol gruplarının RNA teknolojileri ile ilgili haberleri öğrenmelerinde yazılı basın ve internetin rolünü belirleyebilmek amacıyla RNA Teknolojileri Basın-İnternet Formu (RTBİF) son test olarak uygulanmıştır. Sonuçlara göre öğrenciler gazete, internet ve bilimsel dergi arasından en çok interneti, ikinci sırada da gazete tercih etmektedir. Bilimsel dergi ise tercihler arasında son sıradadır. Derlenen 19 adet haber arasında en çok okunan haber “Bu Robot Kanseri Önleyecek” başlıklı haberdır. Bu haberi öğrencilerin 23,8'i internetten, % 14,3'ü gazeteden okuduğunu belirtmiştir. Burada da internet tercihinin daha önde geldiği görülmektedir. Ancak en çok okunan haber olmasına karşın haberin okunma oranı % 40,5 olarak tespit edilmiştir. Bu oran en çok okunan bir habere göre oldukça düşük kalmaktadır. Buradan öğrencilerin kendi alanlarıyla ilgili yaşanan gelişmeleri çok fazla takip etmedikleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Dede ve Elçin (2008) tarafından yapılan çalışmada, lise öğrencilerine ‘İnsan Genom Projesi’ ile ilgili yöneltilen bir soruya verilen cevaplarda da benzer bir durum ortaya çıkmıştır. RTBİF'nin son kısmında yer alan açık uçlu sorulara verilen cevaplar, elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Çünkü öğrenciler bu kısımda, çok fazla bilimsel içerikli yayın ya da haber takip etmediklerini, böyle konulara da çok fazla ilgi duymadıklarını belirtmişlerdir. Bir kısım öğrenci de imkan ve vakitleri kısıtlı olduğu için ilgilenemediklerini dile getirmiştir.

Uygulamalar yapıldıktan sonra SDÖY ve rehber materyalle ders işlenen deney grubu öğrencilerinden 5'i ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmelerden elde edilen bilgilere göre öğrencilerin çoğunlukla kullanılan yöntem ve materyalleri beğendiği söylenebilir. Burada önemli bir nokta da öğrencilerin ‘eklemek istedikleriniz’ kısmında yaptığı açıklamalardır. Bu kısımda öğrencilerden bazıları işlenen konu ile sınav ve not kaygısı taşımadıkları için başlangıçtaki durumlarındaki ciddiyet eksikliğine dikkat çekmiştir. Bu açıdan üzerine uygulama yapılan konunun henüz o dönemki müfredatta bulunmuyor olması ders ciddiyeti açısından bir dezavantaja

dönüşebilmektedir. Diğer taraftan öğretmen adayları kendilerine çok sık anket, uygulama yapıldığına dair rahatsızlıklarını dile getirmişlerdir. Şartların daha da güzelleştirilmesi ile yapılacak olan uygulamalardan daha üst düzey neticelerin alınabileceği görülmektedir. Deney grubunun RTBT ön test ve son testleri karşılaştırıldığında anlamlı artış gözlenmiştir. Ancak deney ve kontrol gruplarının RTBT son testleri karşılaştırıldığında deney grubu lehine bir sonuç alınsa da aradaki fark anlamlı değildir. Bu sonuç da görüşmeler sonucunda yapılan tespitleri doğrulamaktadır.

5.2.Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde şu önerilerde bulunulabilir:

Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı ile ilköğretim ve ortaöğretim kademelerinde, farklı alanlarda çalışmalar yapılmış, olumlu sonuçlar alınmıştır. Lisans düzeyinde yapılan bu çalışmadan da olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu öğrenme yaklaşımı ile lisans düzeyinde daha fazla araştırmalar yapılması faydalı olabilir. Özellikle öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinde bu tür uygulamaların yapılması, öğretmen adaylarına ileriye dönük, aktif eğitim uygulamalarına bakış açısını geliştirmede ve tecrübe edinmede katkı sağlayabilir.

Öğrenme sürecinde bireyin bizzat katılımıyla gerçekleşen öğrenmeler daha kalıcı ve etkili olmaktadır. Eldeki imkanlar en güzel şekilde kullanılarak, öğretim daha fazla duyuya hitap edecek şekilde zenginleştirilmelidir. Çeşitli materyaller kullanmak, öğretimi tekdüzelikten çıkararak öğrencileri daha etkin kılması ve üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesi bakımından önemlidir.

Sorgulamaya dayalı öğrenme bir öğrenme yaklaşımı olduğu gibi, ‘sorgulama’ olarak ifade edilen şey, bir bakış açısı, bir tarz ve aynı zamanda bir beceridir. Birey kendi başına bir şeyler öğrenirken bile, bu şekilde bir beceri kazanmışsa, daha kalıcı ve anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilir. Grupla yapılan uygulamaların birçok bakımdan faydaları bir yana, öğrencilerin bireysel olarak da sorgulama kabiliyeti kazanmalarını

sağlamak eğitim açısından çok önemlidir. Çünkü bilgilerin yararlı ürünlere dönüştürülebilmesi istenmektedir.

Lisans öğrencileri ile yapılan çalışmalar için ayrıca bir ders ya da uygulama saati bulunmamaktadır. Anketler veya çeşitli ölçme araçları, ya ilgili öğretim üyesinin müzadesi ile normal ders süresi içerisinde, ya da ders aralarında yapılabilmektedir. Bu durum çeşitli zorluklara sebep olabilmektedir. Ayrıca, henüz bilgi sahibi olmadıkları bir konu ile ilgili belli bir gruba uygulama yapılacağı zaman da benzer bir durumla karşı karşıya kalınabilmektedir. Üniversite bazında daha ciddi, verimli uygulamalar yapılabilmesi ve daha doğru, güvenilir sonuçlar alınabilmesi için böylesi durumların gözden geçirilmesi gerektiği kanaati doğmaktadır.

Yapılan çalışmada, fen bilgisi ve biyoloji öğretmen adaylarının, bilimsel ve teknolojik açıdan, alanlarında yaşanan gelişmelerden pek fazla haberdar olmadıkları sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun yanında öğretmen adayları böylesi konulara pek fazla ilgi duymadıklarını ve dolayısıyla takip de etmediklerini belirtmişlerdir. İlgi gösteren öğrenci sayısı çok azdır. Bunun için, akademisyenler ve bu alanlarda yetkin kimselerce, panel, kongre ve sempozyum gibi etkinlikler ücretsiz olarak düzenlenebilir ve öğrencilerin katılımı teşvik edilebilir. Ayrıca bilim dünyasında çok hızlı yaşanan gelişmeler, eğitim müfredatlarına çok geç yansiyabilmektedir. Onun için ilgili ders hocalarının, alanlarında yaşanan gelişmeleri yakından takip ederek öğrencileri bilgilendirmeleri, onlarda ilgi uyandırmaları ve onları araştırmaya teşvik etmeleri, bu sorunun çözümüne katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz, K. Ü. (2005). *Etkili öğrenme ve öğretme*. (6. baskı). İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Açıkgöz, K. Ü. (2007). *Aktif öğrenme*. (9. baskı). İzmir: Biliş Yayıncılık.
- Akçakın, V. (2010). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin geleneksel öğrenme yaklaşımı ile sorgulayıcı problem çözme ve öğrenme yaklaşımına ilişkin algıları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akkuş, R. Günel, M. ve Hand, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: are there differences?. *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745-1765.
- Arı, Ş. (2008). DNA'nın polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile çoğaltılması., G. Temizkan ve N. Arda. (Editörler). *Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler*. 3. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Arslan, A. (2007). *Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğretim yönteminin kavramsal öğrenmeye etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ateş, A. (2002). *Moleküler biyoloji*. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Aydın, M. Z. (2007). Aktif öğretim yöntemlerinden buldurma (sokrates) yöntemi. Web: <http://ilahiyat.cumhuriyet.edu.tr/dergiler/der51/04.htm> adresinden 24 Aralık 2011 tarihinde alınmıştır.
- Babadoğan, C. ve Gürkan, T. (2002). Sorgulayıcı öğretim stratejisinin akademik başarıya etkisi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 1(2), 147-160.
- Bağcaz, E. (2009). *Sorgulayıcı öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarıları ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumuna etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

- Bal, B. E. B. ve Karataş, M. (2007). Nükleik asitler., A. Yıldırım., F. Bardakçı., M. Karataş. ve B. Tanyolaç. (Editörler). *Moleküler Biyoloji – Protein Sentezi ve Yıkımı*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Balım, A. G. ve Taşkoyan, S. N. (2007). Fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algısı ölçeği'nin geliştirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 58-63.
- Baştürk, R. (2009). Deneme modelleri., A. Tanrıöğen. (Editör). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Bilgin, İ. ve Eyvazoğlu, S. (2010). Rehberli araştırmanın işbirlikli ve bireysel öğretim yönteminin uygulandığı ortamda üniversite öğrencilerinin kimya başarılarına ve kimya dersine karşı tutumlarına etkisi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(38), 65-80.
- Bodur, E. ve Demirpençe, E. (2010). Kodlamayan RNA'lar ve gen susturumu. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 41, 82-89.
- Branch, J. L. and Solowan, D. G. (2003). In inquiry-based learning: the key to student success. *Library Skills School Libraries in Canada*. 22(4), 6-12.
- Büyüköztürk, Ş. (2001). *Deneyisel Desenler*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (11. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Cemaloğlu, N. (2009). Veri toplama teknikleri: nicel-nitel., A. Tanrıöğen. (Editör). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Colburn, A. (2007). Constructivism and conceptual change, part 2. *The Science Teacher*, 74(8).
- Çalışkan, H. (2009). Sosyal bilgiler öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının eleştirel düşünme becerisine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 57-70.

- Çalışkan, İ. S. (2004). *Araştırmaya dayalı kimya dersinin öğrencilerin atom konusunu anlamalarına, öğrenme yaklaşımlarına, motivasyonlarına, öz-yeterliklerine ve bilimsel bilgi inançlarına olan etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çelik, L. (2009). Öğretim materyallerinin hazırlanması ve seçimi.,Ö. Demirel ve E. Altun. (Editörler). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı*. 3. Baskı. Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Davis, S. A. (2005). *Inquiry-based learning templates for creating online educational paths*. Unpublished Master of Science Thesis, Texas A&M University, United States.
- Dayangaç, D. H. ve Yurter, E. (2005). RNA “splicing” hataları sonucu ortaya çıkan kalıtsal hastalıklar. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 36, 9-12.
- Dede, Ö ve Elçin, A. E. (2008). Lise öğrencilerinin ve biyoloji öğretmenlerinin biyoloji alanındaki yeni gelişmelerden haberdar olmasında basının rolü. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 113-127.
- Demirel, Ö. (2002). *Plandan değerlendirmeye öğretme sanatı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Demirel , Ö. (2010). *Öğretim ilke ve yöntemleri-öğretme sanatı*. (16. baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Deniz, E. (1992). *Tıbbi biyoloji*. Ankara: Özkan Matbaacılık
- Dove, A. (2008). Hotter than hot: combining RNAi and stem cells. *Life Science Technologies*, 1361-1365.
- Duban, N. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: bir eylem araştırması, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ekici, G. (1996). *Biyoloji öğretmenlerinin öğretimde kullandıkları yöntemler ve karşılaştıkları sorunlar*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ekici, G. (2001). *Öğrenme stiline dayalı biyoloji öğretiminin analizi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Erdoğan, M. N. (2005). *İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin atomun yapısı konusundaki başarılarına, kavramsal değişimlerine, bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına sorgulayıcı araştırma (inquiry) yönteminin etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ertürk, S. (1993). *Eğitimde program geliştirme*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Basımevi.
- Figlerowicz, M. (2002). RNA in biotechnology, *Biotechnologia*, 4, 23-29.
- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulated experiments and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86(1), 5-10.
- Gençtürk, H. A. ve Türkmen, L. (2007). İlköğretim 4. sınıf fen bilgisi dersinde sorgulama yöntemi ve etkinliği üzerine bir çalışma. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 277-292.
- Gündoğdu, R. ve Çelik, V. (2009). RNA interferans (RNAi). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1-2), 34 – 47.
- Güran, Ş. (2005). Ulusal savunmada moleküler biyoloji ve biyoteknolojinin önemi. *Gülhane Tıp Dergisi*, 47, 153-155.
- Hansen, M. L. (2002). Defining inquiry: exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher*, 69(2), 34 –37.
- İnci, A. ve Yavuz, A. (2008). Promotorlar ve Parazitolojide Kullanımları. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(1) 35-39.
- Kan, A. (2010). Ölçme aracı geliştirme., S. Tekindal. (Editör). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. 2. Baskı. Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Karaboz, İ. ve Çolak, C. (2007) Antisens teknolojisi. Orlab on-line mikrobiyoloji dergisi, 5(2), 14-37. Web: www.mikrobiyoloji.org/pdf/702070203.pdf adresinden 12 Aralık 2011 tarihinde alınmıştır.
- Karagüzel, A., Kalay, E. ve Celep, F. (2007). RNA interferans (RNAi): gen sessizleştirilmesi ve tedavi edici uygulamaları. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 33(1), 41-44.

- Karakaya, İ. (2009). Bilimsel araştırma yöntemleri., A. Tanrıöğen. (Editör). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara. Anı Yayıncılık.
- Karakoç, Ş. (2003). *Öğretme stratejilerinin öğrenme stratejileri kullanımına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakurt, Y. ve Karakurt, H. (2008). RNAi'nin bitki besin değerine potansiyel katkıları (The potential contribution of RNAi to plant nutritional value). *Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, 1, 39-44.
- Kaya, E. ve Gürbüz, H. (2002). Lise ve meslek lisesi öğrencilerinin biyoloji öğretiminin sorunlarına ilişkin görüşleri. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2).
- Kemertaş, İ. (2001). *Uygulamalı genel öğretim yöntemleri-öğretimde planlama ve değerlendirme*. (4. baskı). İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Kılıç, M. (2010). Öğrenmenin doğası., B. Yeşilyaprak. (Editör). *Eğitim Psikolojisi Gelişim-Öğrenme-Öğretim*. 6. Baskı. Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Kızıroğlu, İ. (2008). *Genel biyoloji – canlılar bilimi*. (6. baskı). Ankara: Okutman Yayıncılık.
- Kula, Ş. G. (2009). *Araştırmaya dayalı fen öğrenmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, başarıları, kavram öğrenmeleri ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Küçükahmet, L. (1999). *Öğretimde planlama ve değerlendirme*. İstanbul: Akım Yayınevi.
- Küçükahmet, L. (2007). *Program geliştirme ve öğretim*. (20. baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Laipply, R. S. (2004). *A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquiry-based biology laborator*, Unpublished PhD Thesis, University of Akron, United States.

- Macaroğlu, E. ve Özdemir, A. (2001). Farklı kültürlerde oluşturulan sorgulamaya dayalı öğretim ortamlarının ilköğretim öğretmen adaylarının öğretim anlayışlarına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14, 99-106.
- McPhedran, L. J. (2006). *An investigation of inquiry-based teaching and its influence on boys' motivation in science*. Unpublished Master of Arts Thesis, University of Toronto, Canada.
- Mecit, Ö. (2006). *7E öğrenme evresi modelinin 5. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneği gelişimine etkisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Metin, K. (2007). Moleküler biyoloji teknikleri II: protein analiz teknikleri., A. Yıldırım., F. Bardakçı., M. Karataş. ve B. Tanyolaç. (Editörler). *Moleküler Biyoloji*. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- O'Neill, D. K. and Polman, J. L. (2004). Why educate “little scientists?” examining the potential of practice-based scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 234-266.
- Ortakuz, Y. (2006). *Araştırmaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin fen-teknoloji- toplum-çevre ilişkisini kurmaya etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ozban, N. (1988). *Hücre-sitoloji ders kitabı*. (2. baskı) İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Özbek, A. Y. (2010). Ölçme araçlarında bulunması istenen nitelikler., S. Tekindal. (Editör). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. 2. Baskı. Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Öztürk, E. (2007). Genetik determinizm, insan davranışları ve eğitim. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Parim, G. (2009). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Perry, V. R. and Richardson, C. P. (2001, 10-13 October). *The new mexico tech master of science teaching program: An exemplary model of inquiry-based learning*. Presented at 31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno.
- Sakar, Ç. (2010). *Araştırmaya dayalı kimya öğretiminin öğrencilerin akademik başarı ve tutumları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sarıkaya, A. T. (2008). DNA - RNA'nın izolasyonu ve analizi., G. Temizkan ve N. Arda. (Editörler). *Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler*. 3. Baskı. İstanbul. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Senemoğlu, N. (2000). *Gelişim, öğrenme ve öğretim- kuramdan uygulamaya*. Ankara: Gazi Yayıncılık.
- Taşçı, G., Yaman, M. ve Soran, H. (2010). Biyoloji öğretmenlerinin öğretimde yeni teknolojileri kullanma durumlarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 267-278.
- Taşkoyan, S. N. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde sorgulayıcı öğrenme stratejilerinin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri, akademik başarıları ve tutumları üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Taşpınar, M. (2005). *Kuramdan uygulamaya öğretim yöntemleri*. (2. baskı). Elazığ: Üniversite Kitabevi.
- Tatar, N. (2006). *İlköğretim fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temizkan, G. (2008). Moleküler biyolojide kullanılan yöntemler: genel bakış., G. Temizkan ve N. Arda. (Editörler). *Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler*. 3. Baskı. İstanbul. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Tınaz, G. B. (2007). Genetik bilginin ifade edilmesi: transkripsiyon., A. Yıldırım., F. Bardakçı., M. Karataş. ve B. Tanyolaç. (Editörler). *Moleküler Biyoloji – Protein Sentezi ve Yıkımı*. Ankara. Nobel Yayıncılık.

- Timur, B. ve Kıncal, R. Y. (2010). İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersinde sorgulamalı öğretimin (inquiry teaching) öğrenci başarısına etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi* 8(1), 41-65.
- Uzun, G. (2007). *Biyoloji öğretmen adaylarına laboratuvar ortamında bakteriler ve mayalar arasındaki farkı kavratmada rehber materyalin etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Wilder, M. and Shuttleworth, P. (2005). Cell inquiry: a 5E learning cycle lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Wu, H. K. and Hsieh, C. E. (2006). Developing sixth graders' inquiry skills to construct explanations in inquiry-based learning environments. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1289-1313.
- Wu, H. K. and Krajcik, J. S. (2006). Inscriptional practices in two inquiry-based classrooms: a case study of seventh graders' use of data tables and graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(1), 63-95.
- Yanpar, T. (2005). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yerlikaya, A. (2007). Protein sentezi ve yıkımı., A. Yıldırım., F. Bardakçı., M. Karataş. ve B. Tanyolaç. (Editörler). *Moleküler Biyoloji – Protein Sentezi ve Yıkımı*. Ankara. Nobel Yayıncılık.
- Yeşilyaprak, B ve Uçar, E. (2010). Öğrenmeden öğretme., B. Yeşilyaprak. (Editör). *Eğitim Psikolojisi Gelişim-Öğrenme-Öğretim*. 6. Baskı. Ankara. Pegem A Yayıncılık.
- Yeşilyurt, S. ve Gül, Ş. (2008). Ortaöğretimde daha etkili bir biyoloji öğretimi için öğretmen ve öğrenci beklentileri, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 145-162.
- Yiğit, N., Alev, N., Özmen, H., Altun, T. ve Akyıldız, S. (2007). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Trabzon: Akademi Kitabevi.

İnternet Kaynakları

1. <http://giangleblog.wordpress.com/2011/05/02/edit-5-dna-structure-group-b/> adresinden 17 Aralık 2011'de alınmıştır.
2. <http://www.daviddarling.info/encyclopedia/N/nucleotide.html> adresinden 17 Aralık 2011'de alınmıştır.
3. http://www.biyolojisesi.net/tum%20uniteler/Genetik%20Bilgi%20Tasiyan%20Molekuller/dna27n131n_kendini_eslemesi.php adresinden 17 Aralık 2011'de alınmıştır.
4. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Replikasyon> adresinden 19 Aralık 2011'de alınmıştır.
5. <http://yunias19ocean.blogspot.com/2011/04/rna-asam-ribonukleat.html> adresinden 19 Aralık 2011'de alınmıştır.
6. <http://rnavirus.blogspot.com/2011/01/trna.html> adresinden 22 Aralık 2011'de alınmıştır.
7. <http://www.ocf.berkeley.edu/~edy/intro/intro1.html> adresinden 22 Aralık 2011'de alınmıştır.
8. <http://www.biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/k/Prot/pages/Protein%20Sentezi.jpg.htm> adresinden 24 Aralık 2011'de alınmıştır.
9. <http://users.ugent.be/~avierstr/principles/pcr.html> adresinden 24 Aralık 2011'de alınmıştır.
10. <http://www.invitrogen.com/site/us/en/home/Products-and-Services/Applications/rnai/RNA-Interference-Overview.html> adresinden 24 Aralık 2011'de alınmıştır.

EKLER

EK 1

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT)

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

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

Soru 12

a	b	c	d	e
---	----------	---	---	---

Açıklaması

1	2	3	4	5
---	----------	---	---	---

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

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

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

Açıklaması:

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

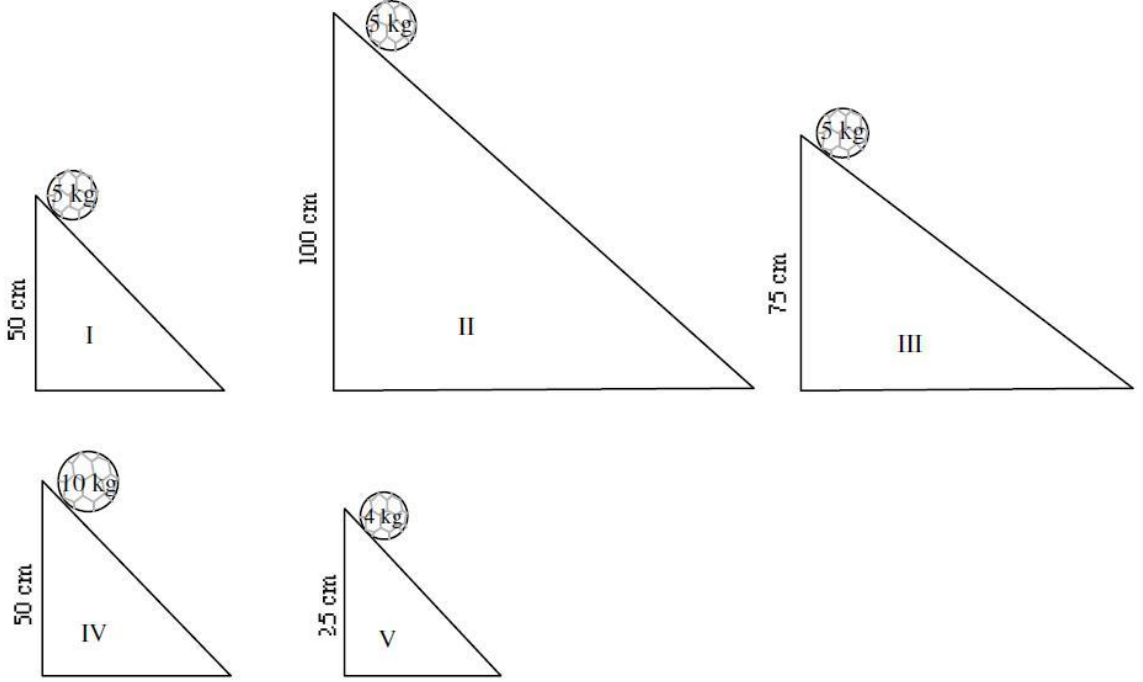
SORU 2: Onbir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız).

- a. $11/2$ b. 7 kutu c. $22/3$ d. 9 kutu e. Hiçbiri

Açıklaması:

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

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



a. I ve IV

b. II ve IV

c. I ve III

d. II ve V

e. Hepsi

Açıklaması:

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

SORU 4: Tepeden yuvarlanan bir topun eğik düzlemde (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız? (Üçüncü sorudaki şekle bakınız).

- a. I ve IV b. II ve IV c. I ve III d. II ve V e. Hepsi

Açıklaması:

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

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

- a. 2 de 1 b. 3 de 1 c. 4 de 1 d. 5 de 1 e. 6 da 1

Açıklaması :

1. Ardarda üç Fransızca bilen kişi çıkabildiği için dört seçim yapılması gerekir.
2. Mevcut altı kişi arasından İngilizce bilen bir kişi seçilmelidir.
3. Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
4. Kompartımandakilerin yarısı İngilizce bilmektedir.
5. Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanısıra, üç tane de Fransızca bilen kişi seçilebilir.

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

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

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesneler arasından bir altın nesne seçilmelidir.
2. Paraların 1 / 4'ü ve yüzüklerin 4 / 9'u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para veya yüzük olması önemli olmadığı için, toplam 7 altın nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam yirmibir nesneden bir altın nesne seçilmelidir.
5. Torbadaki 21 nesnenin 7'si altından yapılmıştır.

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

- a. Evet b. Hayır

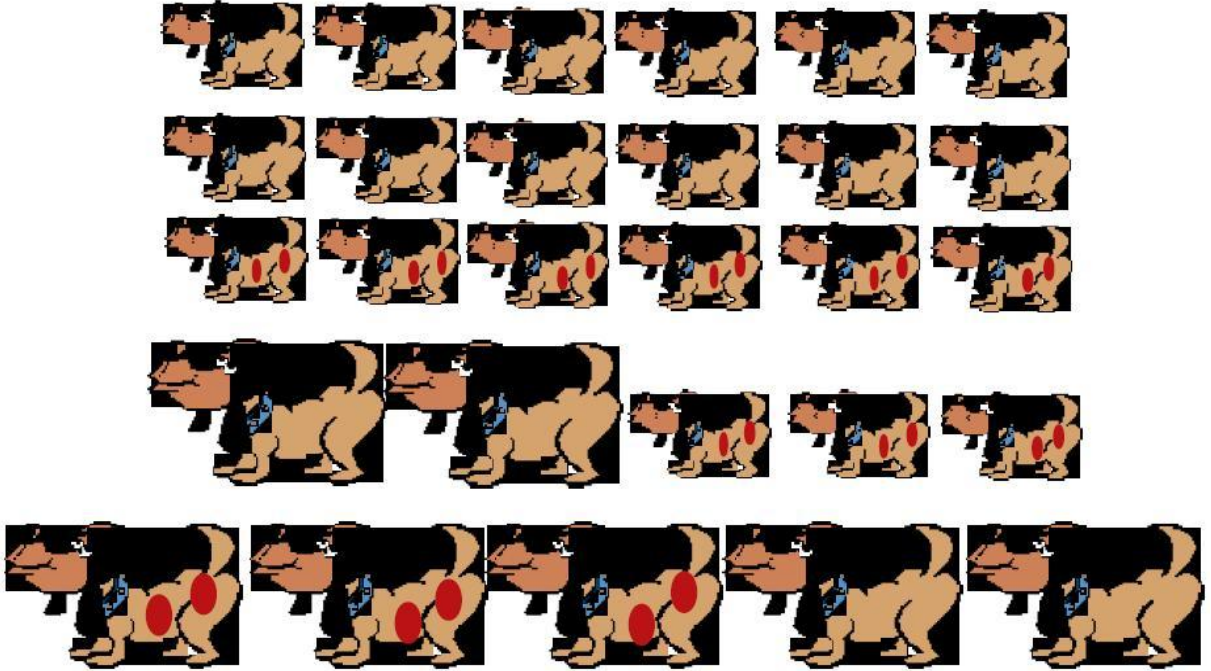
Açıklaması:

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

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

a . Evet

b. Hayır



Açıklaması:

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

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

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

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

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

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

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

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

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

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Bitirme sıralamalarını gösterirken, arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

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

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT) CEVAP KAĞIDI**ADI VE SOYADI :****NUMARASI:****SINIFI:****SÜRE:** 40 dakika**Cevaplarken ilgili kutucuğu tamamen karalayınız.****Örnek Cevaplama :**

Soru x	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 1	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 2	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 3	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 4	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 5	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 6	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 7	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5
Soru 8	a	b	c	d	e	Açıklaması	1	2	3	4	5

9. ve 10. sorulardaki olası tüm kombinasyonları yazınız.

9.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EK 2

RNA TEKNOLOJİLERİ BAŞARI TESTİ ve ANKETİ

Bu anket yüksek lisans tezi için bilgi toplamak amacıyla yapılan bir çalışmadır. Verilen bilgiler sadece bu araştırma için kullanılacak ve cevaplar gizli tutulacaktır. Ankette kimliğinizi ortaya çıkartacak herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Anket iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım kişisel bilgilerden oluşmaktadır. Bu kısımda soruların altında yer alan cevap kutucukları (X) işareti ile doldurulacaktır. İkinci kısımda RNA Teknolojilerine ilişkin bilgiler istenmiştir. Bu kısım da çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Anketi tamamlamanız yaklaşık 10 dakikanızı alacaktır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

BÖLÜM I

KİŞİSEL BİLGİLER

Aşağıda kişisel bilgilerinize yönelik sorular yer almaktadır. Size uygun olan kategoriye seçerek işaretleyiniz. Lütfen yanıtlanmamış soru bırakmayınız.

Cinsiyetiniz ☐ Bayan

☐ Bay

Yaşınız:

Okuduğunuz Bölüm: ☐ Biyoloji Öğretmenliği

☐ Fen Bilgisi (Fen ve Teknoloji)

Öğretmenliği

☐ Diğer.....

Sınıfınız ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Üniversite Sınavında isteyerek mi bu bölümü tercih etiniz?

☐ Evet

☐ Hayır

Mezun olduğunuz Lise ☐ Anadolu Lisesi

☐ Devlet okulu

☐ Özel okul

☐ Diğer.....

Babanızın eğitim seviyesi: ☐ İlköğretim

☐ Lise

☐ Üniversite

☐ Lisans Üstü-Doktora

Annenizin eğitim seviyesi: ☐ İlköğretim

☐ Lise

☐ Üniversite

☐ Lisans Üstü-Doktora

BÖLÜM 2

RNA ve TEKNOLOJİLERİ BAŞARI TESTİ

1) mRNA ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır ?

- a) Ökaryotlarda m-RNA belirli bir protein sentezi için özelleşmiştir
- b) RNA çeşitleri içinde oran olarak (%5) en az olanıdır
- c) Okunması AUG ile başlar
- d) Bazı virüslerde kalıtsal bilginin saklanması ve yeni nesillere taşınmasını sağlar
- e) RNA üzerinde sentezlenir

2) Proteine çevirisi yapılmayan RNA moleküllerine kodlamayan RNA (non-coding RNA) denilir. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi değildir ?

- a) mRNA
- b) rRNA
- c) tRNA
- d) siRNA
- e) snoRNA

3) Revers transkriptaz enzimi RNA'yı kalıp olarak kullanan DNA sentezinden sorumlu bir enzimdir. Bu enzimle ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi doğru bir bilgidir ?

- a) Fungus hücrelerince sentezlenir
- b) Hayvan hücrelerince sentezlenir
- c) Bazı DNA virüslerince sentezlenir
- d) Bakteriofajlarca sentezlenir
- e) Bazı RNA virüslerince sentezlenir

4) Aminoasit şifrelemeyen ve polipeptit zincirinin tamamlanmasında dur (stop) görevi yapan kodonlara anlamsız kodon denir. Aşağıdakilerden hangisi anlamsız kodondur?

- a) AUG
- b) GCU
- c) CUA
- d) GAU
- e) UAG

5) İki farklı özellikteki protein sentezi esnasında hangisi farklılık göstermez?

- a) Sentezde kullanılan mRNA'daki nükleotid dizilişi
- b) Amino asit dizilişi
- c) Protein zincirinin uzunluğu
- d) Amino asitlerin kullanılma miktarı
- e) Belli bir amino asiti taşıyan tRNA çeşidi

6) Nukleik asitlerin uygun koşullarda çoğaltılması esasına dayanan bir yöntemle tıbbi ve biyolojik araştırma laboratuvarlarında kalıtsal hastalıkların teşhisi, genetik parmak izlerinin tanımlanması, bulaşıcı hastalıkların teşhisi, genlerin klonlanması, babalık testi ve DNA hesaplaması gibi değişik konularda yaygın bir şekilde kullanılan teknolojik cihaz aşağıdakilerden hangisidir ?

- a) PCR makinesi
- b) Flow sitometre
- c) Mikroarray makinesi
- d) Spektrofotometre
- e) Laminar flow

7) tRNA molekülü ile ilgili olarak aşağıdaki bilgilerden hangisi doğru değildir ?

- a) Herhangi bir tRNA molekülü sadece bir adet özgül amino asit ile birleşebilir
- b) Yirmi amino asitin her biri için en az bir adet tRNA molekülü vardır
- c) tRNA molekülünde modifiye bazlar da bulunur
- d) tRNA'daki antikodonun ilk bazı, her zaman adenoindir
- e) Amino asit her zaman tRNA molekülünün 3' ucundaki adenin molekülüne birleştirilir

8) Aşağıdakilerden hangisi DNA ve RNA arasındaki farklardan değildir ?

- a) RNA'da bulunan beş karbonlu şeker DNA'dakinden bir oksijeni atomu eksiktir
- b) DNA'nın yapısında timin bazı bulunur
- c) Hücre içinde RNA genelde tek zincirli, DNA ise çift zincirlidir
- d) RNA ipliği DNA ipliğine göre daha kısadır
- e) RNA'da fazladan bulunan hidroksil grupları, hidroliz nedeniyle onun DNA'dan daha az dayanıklı olmasına neden olur

9) mRNA'lardaki koda uygun olarak ribozomlarda gerçekleştirilen amino asit zinciri veya polipeptit sentezi süreci hangi şekilde adlandırılmaktadır ?

- a) Replikasyon b) Translokasyon
- c) Transversiyon d) Transkripsiyon
- e) Translasyon

10) Ökaryotik bir hücrede protein sentezi esnasında aşağıdaki yapıların işlev sırası hangi şekildedir ?

- a) Çekirdekçik → DNA → rRNA → lizozom
- b) Çekirdek → DNA → mRNA → düz endoplazmik retikulum
- c) Çekirdekçik → DNA → tRNA → mitokondri
- d) Çekirdek → DNA → mRNA → granüllü endoplazmik retikulum
- e) Çekirdek → DNA → mRNA → Golgi aygıtı

11) Aşağıdakilerden hangisi ökaryotlarda bulunan RNA alt birimlerindendir ?

- a) 5S b) 40S c) 23S
- d) 16S e) 50S

12) RNA' lardan cDNA aracılığı ile DNA' ya aktarılmış olan diziler aşağıdakilerden hangisidir ?

- a) İnversiyonlar b) Transpozonlar
- c) Mikrosatellidler d) Retropozonlar
- e) Delesyonlar

13) Aşağıda verilen enzimlerden hangisi aminoasitlerin tRNA'ya bağlanmasını sağlar ?

- a) Metil transferaz
- b) Aminopeptidaz
- c) Peptidil transferaz
- d) Peptid sintetaz
- e) Aminoasil tRNA-sentetaz

14) RNA polimeraz enzimi aşağıda verilen DNA bölgelerinden hangisine bağlanır ?

- a) Promotor bölge b) Okunan bölge
- c) Aktivatör bölge d) Enhancer bölge
- e) Regülatör bölge

15) 1. Hayvan virüsü

2. Bitki virüsü

3. Bakteri virüsü

Yukarıda verilen virüs çeşitlerinden hangisi ya da hangilerinin bütün formlarında yalnızca RNA bulunur ?

- a) 2 ve 3 b) 1 ve 3
- c) Yalnız 3 d) Yalnız 2 e) Yalnız 1

16) Aşağıdakilerden hangisi

transkripsiyon olayını doğru ifade eder ?

- a) RNA'daki genetik bilginin ribozomlarda proteine dönüştürülmesidir
- b) DNA'nın yapısından birkaç nükleotidin çıkmasıdır
- c) Bir baz çiftinin başka bir baz çiftine değişmesidir
- d) DNA'nın nükleotid dizisinde meydana gelen ve gelecek nesillere aktarılan hatalardır
- e) DNA'daki genetik bilginin RNA'ya aktarılmasıdır

17) RNA sentezi genelde DNA'yı bir şablon olarak kullanarak,..... enzimi tarafından katalizlenir.

Yukarıda ifadedeki verilen boşluğa hangi enzim getirilmelidir ?

- a) Helikaz b) Telomeraz
- c) DNA ligaz d) RNA polimeraz
- e) RNA transferaz

18) DNA'daki bilgiyi translasyon için ribozomlara taşıyan RNA türü aşağıdakilerden hangisidir ?

- a) rRNA b) siRNA c) tRNA
- d) mRNA e) miRNA

EK 3

RNA TEKNOLOJİLERİ BASIN-İNTERNET FORMU

Bu anket fen bilgisi (fen ve teknoloji) ile biyoloji öğretmen adaylarının “RNA Teknolojileri” ile ilgili gelişmeleri yazılı basından (gazete) ve internetten ne ölçüde takip ettiklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışmada sizlerin görüşleri büyük önem taşımaktadır. Ekteki formda yer alan kısımları içtenlikle cevaplamanız çalışmanın güvenilirliği açısından çok önemlidir.

Sağlayacağınız katkılar için şimdiden teşekkür ederiz.

A. KİŞİSEL BİLGİLER:

Cinsiyetiniz: Bay ☐ Bayan ☐

Yaş:

Bölüm:

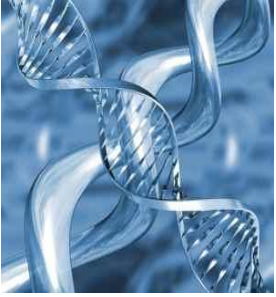
Gazete okuma sıklığınız:

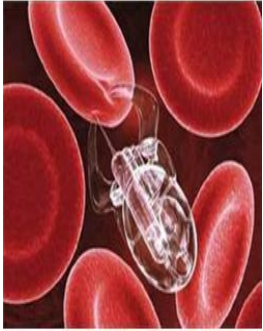
Bilimsel dergi okuma sıklığınız:

İnterneti kullanma sıklığınız:.....

B. RNA TEKNOLOJİLERİ BASIN - İNTERNET FORMU

1.HABER <b style="color: red;">Kanserde yeni umut  Uluslararası bir araştırma ekibince gerçekleştirilen bir çalışma sayesinde kanseri iyileştirebilecek yeni bir molekül keşfedildi. Araştırmacılar yeni molekülle farelerin akciğerlerindeki metastazları tedavi edebildiler. İlaç olarak kalıtım molekülü DNA'nın yakın akrabası olan RNA'dan yararlanıldığı bildirildi.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐ Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
2.HABER <b style="color: red;">Uzun yaşamın sırrı enzimde gizli  Yapılan araştırmada, neredeyse yüz yıl yaşayanlarda ve onların çocuklarında telomeraz seviyesinin kontrol grubundakilerinden daha yüksek seyrettiği, önemli ölçüde daha uzun telomeraza sahip oldukları ve bu özelliğin güçlü biçimde kalıtsal olduğu gözlemlendi. Telomeraz, telomerleri sentezleyen ve koruyan bir ters transkriptaz enzim olarak biliniyor	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐ Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
3.HABER <b style="color: red;">Daha güçlü ilaçlar  Verem mikrobu gibi tedaviye direnç gösteren hastalık yapıcılara karşı daha etkili yeni sınıf antibiyotiklerin geliştirilmesinin yolunu açan bir antibiyotik mekanizması bulundu. Araştırmacılar, 3 antibiyotiğin (miksopronin, korallopironin ve ripostatin)bakterileri yok ederken nasıl "hareket ettiğini" ortaya çıkardı	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐ Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐

4.HABER Bu robot kanseri önleyecek  Amerikalı araştırmacılar, kanda yaptığı yolculukla kanserli tümörü bularak içine giren ve hastalığa yol açan geni bloke edebilen bir "nanoparçacık robot" geliştirdi. Araştırmaya göre, insanda kullanılması mümkün olabilecek bu yeni kanser tedavi türüne RNA müdahalesi (RNAi) adı veriliyor	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
5.HABER Bilim adamları kalp hastalığını durdurmayı ve geriletmeyi başardı  Bilim adamları farelerde kalp rahatsızlığının ilerlemesini durdurmayı ve hatta bazı negatif etkilerini tersine çevirmeyi başardı. Bu yöntemin yakın gelecekte insanlar üzerinde deneneceği de söyleniyor. Geliştirilen tedavi yöntemi kalp hücrelerindeki mikro RNA'ları hedefleyerek engelliyor.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
6.HABER Gen tedavisinde hangi umutlar var?  Gen tedavisi, genlerin, küçük DNA ve RNA moleküllerinin insan hücrelerine, organ ve dokularına transfer işlemini içeren yeni bir tedavi şekli. Bir grup araştırmacı ADA-SCID hastalarında gerçekleştirmiş olduğu retrovirus aracılı ADA gen transferinin uzun süreli takibi bu yöntemin hastalarda oldukça güvenilir ve oldukça yararlı bir tedavi yöntemi olduğunu kanıtladı.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐

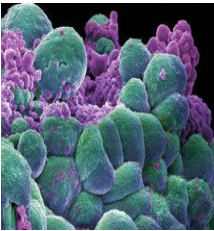
7.HABER Hastalıklı genleri öldürecek ilaç  Avustralyalı araştırmacılar, hastalık yapan genleri "moleküler katil" gibi yok edecek yepyeni bir ilaç geliştirdi. Araştırma ekibi ilacın "tıpta devrim" anlamına geldiğini söyledi ve ilacı DNA ve RNA'dan ürettiklerini kaydetti. İlacın, hastalıklara yol açan genleri bulup imha etmek üzere tasarlandığını belirten araştırmacılar, ilk denemeleri cilt kanseri konusunda yapmayı tasarlıyor	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
8.HABER Su, her yerde su, üstelik artık güvenle içilebilir  Tsunamiler ve taşkınların geride bıraktığı zararlı bakterilerle kirlenmiş su kaynaklarını temizlemek artık kolay. Yeni geliştirilen yöntemde çok küçük mıknatıslara tutturulan antikorlar bu işlevi yapıyor. Ortamda çok az bakteri olsa bile elektrokimyasal sensör ile RNA'lar saptanabiliyor.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ YANLIŞ ☐	

9. HABER Kemoterapinin kanserli hücrelerdeki etkisini denetleyen kilit genler saptandı  Bilim adamlarının, kanserin tedavisiyle ilgili çalışmalarında, kemoterapinin kanserli hücreler üzerindeki etkisini denetleyen kilit öneme sahip genleri saptadığı bildirildi. Araştırmada bir genin faaliyetini engellemek için "küçük müdahaleci RNA'lar kullanıldığı belirtiliyor.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
10. HABER Tükürükteki gizli işaretler hastalıkları gösterecek  Kaliforniya'da bir ekibin yaptığı araştırmada, tıpkı kanda olduğu gibi tükürükte de genler tarafından kodlanan birçok protein ve RNA molekülleri bulunduğu ve bir damla tükürükten hastalıkların tanısının koyulabileceği üzerinde duruluyor.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
11. HABER Aids ile mücadelede yeni yöntem bulundu  Fransa'da bilim adamları, laboratuvar deneyleri sırasında AIDS virüsünün çoğalmasını engelleyen yeni bir yöntem buldu. Bu yaklaşımın, arka arkaya mutasyon-adaptasyon süreci boyunca, HIV'in, kendisini hedefleyen ilaca direnme olanağı bulmasına engel olduğu belirtildi.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐

12. HABER Kanserde devrime Türk imzası  Danimarka'da bir üniversite hastanesi'nin kanserle mücadelede devrim niteliğinde bir çalışma gerçekleştirildi. 15 kişilik ekipte bir Türk akademisyen de var. Moleküler Tıp Bölümü'nden bir Türk araştırmacı , mikro RNA'ları görüntüleme yöntemini bularak, kanser araştırmasına damga vurdu.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
13.HABER AIDS kendi kendini yok edecek Bilim adamları, AIDS virüsünün kendini yok etmesini sağlayan bir enzim geliştirdi.  İsviçreli bilim adamları, dünyadaki milyonlarca AIDS hastasının derdine "derman" olabilecek bir yöntem buldu. Bilim adamları, buldukları yeni yöntemle AIDS virüsünün kendini yok etmesini sağladılar. İnsan vücudundaki genetik yapının gereksiz gördüğü RNA'yı yok eden "H" adlı enzim keşfedildi.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ ☐ YANLIŞ ☐	

14.HABER Alzheimer ve kanser için 'beyin aşısı'  Bilim adamları nörolojik hastalıkların tedavisinde devrim sayılacak bir buluşa imza attılar. Araştırmacılar, RNA müdahalesi adını verdikleri yeni yöntemle beyin hastalıklarına yol açan hatalı gen ve virüslerin yok edilmesini amaçlıyor. Geni etkisiz hale getirmenin prensibi oldukça basit: Yapay olarak üretilen RNA'lar beyne enjekte edilecek ve bu RNA'lar, sorunlu genleri etkisiz hale getirecek.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
15.HABER İlkbahar mucizesinin gizi çözüldü  İlkbaharda çiçekler ve yapraklarda yaşanan biyolojik gizler çözüldü. Üç farklı bitki biyoloğu ekibi çiçeklerin mevsimlere göre gelişimini etkileyen bir uyarı maddesi olan geni buldu. Sinyal belli bir genin RNA'sı. Günler yeterince uzadığında bu RNA bitkinin büyüme uçlarına ulaşıyor. Bu buluş ekinlerin daha verimli kılınmasında yararlı olacak.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ YANLIŞ ☐	

16.HABER Tek işlemle kanser, virüs ve patolojik hastalıkları tedavi  Bir hayal gibi, ama viral enfeksiyonları, kanser vakalarını ya da patolojik rahatsızlıkları tek bir işlemle tedavi etmek gerçek olabilecek. DNA'larımızdan aldıkları komutları hücrelere ve bedene ileten RNA'lar, bu tedavinin anahtarı. RNA'lar kullanılarak, tüm bu hastalıklarda ortaya çıkan protein üretimi engellenecek. Bu yeni stratejinin hayvanlar üzerindeki testleri başarıya ulaştı.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
17.HABER Sağlıklı genleri yedekleyen bitki  Amerikalı bilim adamları bir hardal otu türü olan 'Arabidopsis thaliana' bitkisinin RNA'sının tıpkı bilgisayarlarda olduğu gibi DNA'daki genleri yedeklediği ve en az dört kuşak sakladığı yolunda bulgulara ulaştılar. Bu bitki için söz konusu olan bu 'gen yedekleme sisteminin insanlar için de geçerli olabileceği belirtiliyor.	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ YANLIŞ ☐	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ YANLIŞ ☐

18.HABER Hastalıklı genler 'devre dışı' bırakılacak Moleküler biyologlar sevinç içinde, çünkü hastalık genlerini devre dışı bırakan oldukça basit bir yöntem bulundu. Bu sayede bir çok kalıtsal hastalığa yol açan 'gen' çalışmaz hale getirilebilecek ve hastalıktan kurtulmak mümkün olacak.. Yeni buluş, öncelikle kanser, Aids ve obezite gibi hastalıkların tedavisinde önemli gelişmeler vaat ediyor. 	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
19.HABER Tıp dünyasında devrime doğru Kanser hücreleri 24-48 saat içinde yok edilecek! Danimarkalı bilim insanları kanserle mücadelede önemli bir tedavi yöntemi geliştirdi. RNA 129 adlı mikromolekülün şırıngayla kanser hücrelerine aktarılması durumunda bu hücrelerin 24 ila 48 saat içinde yok olduğu tespit edildi. 	Bu haberi okudunuz mu? EVET ☐ HAYIR ☐	Cevabınız evet ise nereden ? GAZETE ☐ İNTERNET ☐
	Sizce bu haber gerçeği yansıtıyor mu? DOĞRU ☐ KISMEN ☐ YANLIŞ ☐	

Eğer yukarıdaki bilimsel haberlerin 9'dan fazlasını okumadığınızı işaretlemiş iseniz, sizce neden?

Yukarıdaki bilimsel haberleri okumadığınızı işaretlemiş olmanıza rağmen, haberin gerçeği yansıttığını düşünüyorsanız, sizce neden?

Ekleme İstedikleriniz:

EK 4**YARIYAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU**

- ❖ Bu Bölüme İsteyerek mi Geldiniz ?
- ❖ Biyoloji Dersi Hakkındaki Düşünceleriniz Nelerdir ?
- ❖ Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımını Nasıl Buldunuz ?
- ❖ Kullanılan Materyaller Nasıldı, Sizce Faydalı Oldu mu ?
- ❖ Ders Öncesinde Bu Yöntemle İlgili Verilen Bilgi ve Örnek (Sorgulama) Yeterli miydi ?
- ❖ İlerde Öğretmen Olursanız Bu Yöntemi Kullanmayı Düşünür müsünüz ?
- ❖ RNA Teknolojileri Konusuna İlgi Duyuyor musunuz ?
- ❖ Uygulama Süreci İle İlgili Olarak Gördüğünüz Eksiklikler ve Ekleme İstedikleriniz.

EK 5

SORGULAMA KARTLARI



Grup:

- RNA alt birimleri
- Protein sentezi
- Virüslerde (bitki, hayvan, bakteri) yönetici moleküller
- Kodlamayan RNA'lar

Grup:

- RNA polimeraz
- mRNA
- tRNA
- rRNA

Grup:

- DNA-RNA farkları
- Kodon
- Antikodon
- Başlangıç kodonu

Grup:

- PCR
- Revers (ters) transkriptaz
- Komplementer DNA (cDNA)
- Retropozonlar

Grup:

- Dur (stop) kodonları
- Aminoasitlerin tRNA'ya bağlanması
- Promotor bölge
- Aminoasil tRNA sentetaz

EK 6

RNA ÇALIŞMA YAPRAĞI

Adı:

Bölüm:

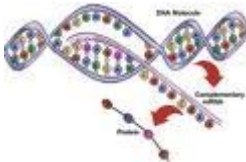
Soyadı:

Grup:

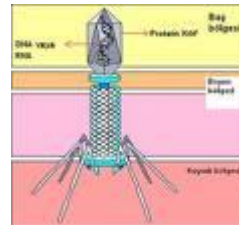
- Translasyon nedir ?



- Transkripsiyon nedir ?



- *Bitki, hayvan ve bakteri virüsleri* yönetici molekül olarak hangi nükleik asidi bulundurur ?



- Görevleri nelerdir ?



mRNA:

tRNA:

rRNA:

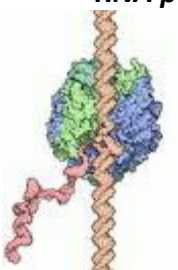
- RNA alt birimleri ?

Prokaryotlarda



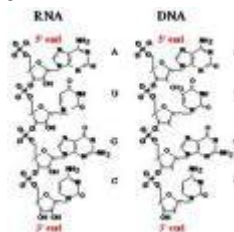
Ökaryotlarda

- *RNA polimeraz enzimi ne iş yapar ?*



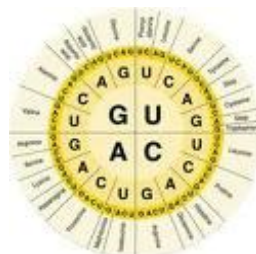
- RNA ve DNA arasındaki farklar

RNA



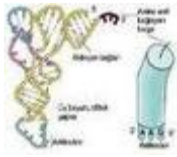
DNA

- Başlangıç kodonları

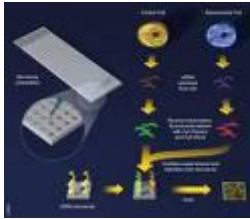


Dur (stop) kodonları

- Aminoasitleri tRNA'ya bağlayan enzimler ???

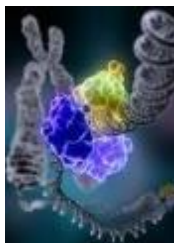


PCR nedir, hangi alanlarda nasıl faydalanılmaktadır ?



Complementer DNA (cDNA) ve retropozonlar ???

- Protein sentezinde bu yapıların işlev sırası nasıldır ?
DNA, Çekirdek, Granüllü endoplazmik retikulum, mRNA



Kodlamayan (non-coding) RNA ne demektir, hangi tipler bu gruptandır ?

- **Revers Transkriptaz ne iş yapar ?**



- **mRNA nerede sentezlenir, özellikleri nelerdir ?**

