



## A Study on the Genetic Literacy Levels of Prospective Teachers

Arzu Erdoğan<sup>\*</sup>, Lale Cerrah Özsevgeç & Tuncay Özsevgeç

Karadeniz Technical University, Fatih Faculty of Education, Trabzon,  
TURKEY

Received: 15.01.2014

Accepted: 09.11.2014

---

*Abstract*– This study aims at determining and comparing the genetic literacy levels of prospective teachers who study at different programs. The sample of the study consists of totally 162 prospective teachers studying at science teaching, biology, classroom teaching, and preschool teaching. “Genetics Literacy” survey was used as a data gathering tool for the research in which screening model was used. The point averages that prospective students got from the genetics literacy survey were investigated with ANOVA test and it was found out that there was a significant difference only between the points of prospective teachers who study at biology and science teaching. The difference between the prospective teachers’ average points that they got from the sub-factors of the survey was analyzed with MANOVA test according to the programs that they study. It was determined that although there are significant differences between genetic material, transmission, expression of genes, and society sub-factors, there wasn’t found any significant difference between evolution and gene regulation factors. Considering the research results, the features of basic conceptions on genetics, their relations within each other and genetics importance for living being should be presented to prospective teachers in associated with current issues. By this way, efficiency of learning can be increased as well as the students’ increasing interest towards genetics subjects in teaching-learning environment.

*Key Words:* Genetics, Genetics Education, Genetics Literacy, Prospective Teachers

*DOI No:* 10.12973/nefmed.2014.8.2.a2

### Summary

#### Introduction

Genetics which is a sub branch of biology, appears as a science drawing attention with the recent developments and playing a key role in solving people’s many problems from environment to health. Genome project, cloning (GDO,) being able to determine the gender

---

<sup>\*</sup> Corresponding author: Arzu ERDOĞAN, PhD Student In Science Education, Karadeniz Technical University, Fatih Faculty of Education, Trabzon, TURKEY.

of a baby before its birth, the developments in diagnosis and treatment of cancer are some of the studies that have been done on genetics field. By means of genetic engineering whose name has begun to be mentioned with recombinant DNA technology making its mark on today, human kind has started to have a power of creating a safer, more excellent and comfortable future in every field of life both for himself and other living things. It is not likely to think a society who is not aware of these recent developments that are a particular concern to humanity. Therefore, it is necessary to know about the developments in genetic field which is so involved in our lives and about the basic conceptions related to genetics science. This is only possible with an effective genetic education. Another concept that is used with genetic education in recent years is “genetic literacy”. Although there are lots of definitions of genetic literacy, it is generally defined as individuals’ understanding the conceptions related to genetics and being able to associate these conceptions with their lives. Genetic literacy requires having not only basic knowledge but also having critical and reflective thinking. Students’ being educated as individuals who are genetics literate is also crucial. In this regard, it is important to know the genetic literacy levels of teachers and prospective teachers who will teach the subjects on genetics to students. The data that will be obtained about prospective teachers’ genetic literacy is also important for educational planning that will be given to them.

Genetic literacy is a new term and the studies done on this field are quite limited. In this regard, investigating into prospective teachers’ genetic literacy will contribute to literature. It increases the importance of study that the sample consists of prospective teachers studying at different programs and comparisons between the programs are done. In order to fill this gap in literature, it is aimed at determining the prospective teachers’ genetic literacy levels and comparing them with each other.

### **Methodology**

Since this research intends to establish the current situation, survey model was used. The study group of the research involves totally 162 prospective teachers who study at science teaching (52), biology (26), classroom teaching (41) and pre-school teaching (43) at Fatih Educational Faculty, Karadeniz Technical University, in 2012-2013 academic year. The research data were gathered with “genetic literacy” survey having been developed by Bowling (2007). Genetic literacy test includes totally 31 multiple choice questions collected under 6 factors. The pilot scheme of the survey was carried out with 56 students studying at science teaching program. In accordance with the item analysis that was done after the pilot study, 4 questions whose reliabilities were found low were removed and the last version of the survey

including 27 questions was finalized. The face validity of the survey was also tried to be ensured via pilot schema. In the reliability analysis, Spearman-Brown reliability coefficient was counted and found as 0.61. Sub factors of the survey adhere to its original one and they were determined as the nature of genetic materials (1,4,7,8,12,14,15,20), transmission (5,6,24,26), expression of gene (2,3,16,19,21,23), gene regulation (9,11,17,18), evolution (13,22), genetics and society (10,25,27). In answering the items in the survey, correct answer was evaluated as “1” and wrong answer was evaluated as “0” point. To analyze the data SPSS 16.0 packet program was used. Prospective teachers’ average points that they got from the genetic literacy survey were compared according to the programs at which they study by using ANOVA test. In order to see the differences between the average points of sub factors according to the programs at which prospective teachers study, MANOVA multivariate variance analysis was administered. Margin of error in the significant differences between the groups was taken as 0.05.

### **Findings**

In the statistical analysis based on the findings having obtained within the scope of the research, when the point averages that they had from the genetic literacy test and the programs at which they study are compared, while no significant difference was observed between the points of prospective teachers studying at biology and science teaching, it was concluded that there was a significant difference between the points of prospective teachers who study at pre-school teaching and classroom teaching, pre-school and biology teaching, and pre-school and science teaching. It can be stated that one of the reasons of this situation is the contents of the lessons that the groups have during their undergraduate education. Since the prospective biology and science teachers study these subjects in their major area course, it might be easier for them to remember the conceptions related to genetics. It can be said that prospective teachers’ interests shaped in accordance with the programs at which they study, have an impact on this situation. According to the results of analysis that was done for the sub factors of the survey, there was a difference between genetic material, transmission, expression of genes and society sub-factors; however, there wasn’t found any significant difference between all parts for evolution and gene regulation factors.

### **Suggestions**

Main purpose of genetic teaching is to raise genetic literate individuals who know the basic conceptions about genetics, who can generally solve the problems that they may face in daily

life, who can find a clue and important information in the problem and interpret them. When the findings of the research were evaluated within this regard, it is concluded that genetic literacies of prospective teachers who will be teachers soon in various educational institutions are low. Then, by providing prospective teachers with information and resources including basic genetics conceptions and suitable for current developments, contents of the courses studied at fundamental level and that are related to genetic should be updated. Also, due to the rapid developments of gene technology in these days, it is necessary to arouse curiosity in students about this subject and make them search the events. Students' going over the basic conceptions related to genetics without associating them with each other will cause them to memorize the next subjects so, that will hinder meaningful learning. Therefore, for example, in order for students to comprehend the nature of genetic material clearly, the features of basic conceptions such as chromosome, DNA and gene, their associations with each other and their importance for living creatures should be taught together with current issues. By this way, in teaching learning environment, efficiency of courses may increase as well as students' interests towards genetic subjects.

# Öğretmen Adaylarının Genetik Okuryazarlık Düzeyleri Üzerine Bir Çalışma

Arzu Erdoğan\* , Lale Cerrah Özsevgeç & Tuncay Özsevgeç

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon, TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 15.01.2014

Makale Kabul Tarihi: 09.11.2014

*Özet* – Bu çalışmada, farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık seviyelerinin belirlenerek birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini; fen bilgisi biyoloji, sınıf ve okul öncesi öğretmenliği programlarında öğrenim gören toplam 162 öğretmen adayı oluşturmuştur. Tarama modelinin kullanıldığı araştırmada veri toplama aracı olarak “genetik okuryazarlık” anketi kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının genetik okuryazarlığı anketinden aldıkları puan ortalamaları ANOVA testi ile araştırılmış ve sadece biyoloji ile fen bilgisi öğretmenliğinde öğrenim gören öğretmen adaylarının puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. MANOVA testi ile öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri programlara göre anketin alt faktörlerinden aldıkları ortalama puanlar arasındaki farklılık incelenmiştir. Anketin genetik materyal, iletim, genlerin ifadesi, genetik ve toplum alt faktörleri arasında anlamlı bir farklılık görülmesine rağmen evrim ve gen düzenlenmesi faktörleri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Araştırma sonuçları dikkate alınarak öğretmen adaylarının genetik ile ilgili temel kavramların özellikleri, birbirleri ile olan ilişkileri ve canlılar için önemi güncel konularla birlikte verilmelidir. Böylelikle öğrenme-öğretme ortamında öğrencilerin genetik konularına karşı artan ilgileri ile birlikte dersin verimliliği de artabilir.

*Anahtar Kelimeler:* Genetik, Genetik Eğitimi, Genetik Okuryazarlığı, Öğretmen Adayları

*DOI No:* 10.12973/nefmed.2014.8.2.a2

## Giriş

Biyolojinin bir alt dalı olan genetik, son yıllardaki gelişmelerle dikkatleri üzerinde toplayan, çevreden sağlığa insanların pek çok sorununun çözümünde anahtar rol üstlenen bir bilim olarak karşımıza çıkmaktadır (Uzun ve Sağlam, 2005). İnsan Genom Projesi (Tatar ve Koray, 2005), kopyalama, (Çırakoğlu, 2001), GDO (Özdemir vd., 2010), çocuğun cinsiyetinin doğmadan belirlenebilmesi, kanser tanı ve tedavisindeki gelişmeler genetik alanında yapılan çalışmalardan bazılarıdır (Çepni, Ayvacı ve Bacanak, 2009). Genetik çalışmaların kriminal,

\* İletişim: Arzu ERDOĞAN, Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Öğrencisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon, Türkiye

*E-mail:* aerdogan@ktu.edu.tr

biyoarkeoloji ve antropoloji gibi sağlık dışındaki alanlarda da kullanıldığı görülmektedir. Genetik bilimi ışığında insanların ne zaman, nereden göç ettiği ve kimlerle akraba olduğu hakkında daha fazla bilgiye ulaşılabilecektir.

Günümüze damgasını vuran rekombinant-DNA teknolojisi ile adı duyulmaya başlayan gen mühendisliği sayesinde insanların, kendisi ve diğer canlılar için yaşamın her alanında daha güvenilir, daha mükemmel ve rahat bir gelecek oluşturabilecek bir güce sahip olmaya başlamışlardır (Kimyonşen ve Güngör, 2013). İnsanlığı yakından ilgilendiren bu yeni gelişmelerden habersiz bir toplumun düşünülmesi oldukça zordur. Bu nedenle yaşantımızla bu kadar iç içe ve hayatımızı bu denli yakından ilgilendiren genetik alanındaki gelişmelerin ve genetik bilimine ait temel kavramların bilinmesi gerekmektedir (Uzun ve Sağlam, 2003). Bir başka ifadeyle bireyler genetikle ilgili temel kavramlar arasındaki bağıntıları doğru olarak kurup gerektiğinde doğru yorumları yapabilmelidir (Çepni, Ayvaci ve Bacanak, 2009; Tatar ve Koray, 2005). Bu da ancak etkili bir genetik eğitimi ile sağlanabilir. Bu nedenle gen, DNA, kromozom ve kalıtım gibi konular ilköğretimden yükseköğretime kadar pek çok dersin kapsamına alınmıştır. Örneğin ilköğretimde ‘Fen ve Teknoloji’, ortaöğretimde ‘Biyoloji’ dersinde (MEB, 2012) ve eğitim fakültelerinde ‘Bilim, Teknoloji, Toplum ve Sosyal Değişim’, ‘Bilim Tarihi’, ‘Genel Biyoloji’ ve ‘Genetik ve Biyoteknoloji’ (URL-2, 2012) gibi derslerde yer almaktadır.

Son yıllarda genetik eğitimi ile birlikte kullanılan diğer bir kavram da “genetik okuryazarlığı”dır (Acra, 2006). Genetik okuryazarlığın birçok tanımı olmasına karşın, genel olarak, bireylerin genetik ile ilgili kavramları anlayarak, bu kavramların yaşamlarıyla olan ilişkisini kurabilmesi olarak tanımlanmaktadır (Bowling vd., 2008; Bowling, 2007). Başka bir tanımda, bireyin genetik ile ilgili kavramlar hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve kişisel refah için, gerektiğinde toplumu ilgilendiren konularda alınacak kararlara etkin olarak katılabilmesi olarak ifade edilmektedir (Acra, 2006). Pearson ve Liu-Thompkins (2012)'e göre genetik okuryazarlığı, kişinin gen ifadesinin ve iletiminin ne anlama geldiğini bilmesi ve genlerin sağlığımız üzerindeki etkisini de içeren temel bilgilere sahip olmasıdır. Genetik okuryazarlık sadece temel bir bilgiye sahip olmayı değil aynı zamanda eleştirel ve yansıtıcı düşünmeye sahip olmayı da gerektirmektedir (Sidler, 2009). Yapılan tanımlar, öğrencilerin genetik okuryazarlığa sahip bireyler olarak yetiştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda öğrencilere genetik ile ilgili konuları öğretecek olan öğretmenler ile yakın zamanda öğretmen olacak adayların genetik okuryazarlık düzeylerinin bilinmesi önemlidir. İş başındaki öğretmenler bu tip çalışmalara katılmakta çok fazla istekli olmadıklarından, bu çalışma

öğretmen adayları ile yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının genetik okuryazarlıkları hakkında elde edilecek bilgiler onlara verilecek eğitimin planlanması açısından da önem taşımaktadır.

Genetik konuları, güncel ve önemli olmasına rağmen öğrenciler öğrenmekte, öğretmenler de öğretmekte zorlanmaktadır. Alan yazın incelendiğinde ilkokuldan üniversiteye kadar her kademedeki öğrencilerde bu konularla ilgili kavram yanlışlarına sıklıkla rastlanmaktadır (Şahin ve Parim, 2002, Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Temelli, 2006; Çakır ve Aldemir, 2011). Konunun soyut içeriği ve birbirine yakın pek çok Latince kavram içermesi öğrencilerde öğrenme problemi oluşmasına neden olan etkenlerden bazılarıdır (Karagöz ve Çakır, 2011). Kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri ile üniversiteden mezun olacak öğretmen adaylarının, bu konuları etkili ve doğru şekilde öğretmesi de zor olacaktır (Çakır ve Aldemir, 2011). Bu bağlamda lisans düzeyinde verilecek eğitimin önemi ortaya çıkmaktadır. GDO'nun, insan kopyalamasının, sperm bankalarının tartışıldığı günümüzde toplumdaki bireyler pek çok önemli kararı vermek zorunda kalabileceklerdir, ve bu süreçte öğrendikleri bilgileri kullanmaları gerekecektir (Uzun ve Sağlam, 2003; Tatar ve Koray, 2005; Saka ve Akdeniz, 2006; Sezen vd., 2008; Çakır ve Karagöz, 2011).

Genetik okuryazarlığın yeni bir kavramdır ve bu alanda yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (Acra, 2006; Bowling, 2007; Bowling vd., 2008; Cebesoy ve Tekkaya, 2012). Bu bağlamda öğretmen adaylarının genetik okuryazarlıklarının araştırılması literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Örneklemin farklı öğretim programında öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşması ve programlar arasında karşılaştırılmalar yapılması çalışmanın önemini artırmaktadır. Literatürdeki bu boşluğu doldurabilmek adına, mevcut çalışmada farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık seviyelerinin belirlenmesi ve bunların birbirleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

#### *Problem cümlesi*

Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık seviyeleri nedir ve bu seviyeler program bazında farklılık göstermekte midir?

#### *Alt Problemler*

Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının okudukları programa göre genetik okuryazarlığın alt faktörlerinin ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır.

## **Yöntem**

### *Araştırma modeli*

Bu araştırmada, mevcut durumu tespit etmek amaçlandığından tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Tarama modelinde, araştırmaya konu olan birey, nesne ya da durum, kendi koşulları içinde olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır ve herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası gösterilmez (Karasar, 2009). Sürece müdahale edilmeden öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri, okudukları programlara göre karşılaştırılarak betimlenmeye çalışıldığından araştırmada tarama modeli tercih edilmiştir.

### *Evren ve Örneklem*

Araştırmanın örneklemini, 2012-2013 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, fen bilgisi (52), biyoloji (26), sınıf (41) ve okul öncesi öğretmenliği (43) programlarının son sınıfında öğrenim gören toplam 162 öğretmen adayı oluşturmuştur.

### *Veri toplama aracı*

Araştırma verileri, Bowling (2007) tarafından geliştirilmiş "genetik okuryazarlık" anketi ile toplanmıştır. Anketin kullanım izni araştırmacılar tarafından alınmıştır. Genetik okuryazarlık anketi, altı faktör altında toplanan toplam 31 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Anket Türkçeye çevrilmiş ve çeviri sırasında oluşabilecek hataları en aza indirgeyebilmek için dil uzmanlarına incelettirilmiştir. Kapsam geçerliliğini sağlamak için genetik ve biyoloji eğitimi alanında uzman iki öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır. Anketin pilot uygulaması fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 56 öğrenci ile yürütülmüştür. Pilot uygulamadan elde edilen veriler için yapılan madde analizi doğrultusunda güvenilirliği düşüren dört soru çıkarılarak ankete son şekli verilmiştir. Anketin geliştirildiği ülkenin yasal düzenlemelerini içerdiği için, bu dört maddenin güvenilirliğinin düşük çıktığı düşünülmektedir. Pilot uygulama sonrasında alınan öğrenci görüşleri doğrultusunda anketin görünüş geçerliliği de sağlanmaya çalışılmıştır. Anket için Spearman-Brown güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve 0,61 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu katsayı bir ölçme aracının güvenilirliğinin kabul edilebilir düzeyde olduğunu ifade etmektedir (Nunnally, 1967). Anketin alt faktörleri orijinaline bağlı kalınarak; genetik materyalin doğası (1, 4, 7, 8, 12, 14, 15, 20), iletim (5, 6, 24, 26), gen ifadesi, (2, 3, 16, 19, 21, 23), gen düzenlenmesi (9, 11, 17, 18), evrim (13, 22), genetik ve toplum (10, 25, 27) olarak belirlenmiştir. Anket sorularına öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar için, doğru yanıt



"1", yanlış yanıtı ise "0" puan verilmiştir. Anket maddelerinden bazıları örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Anketin birinci sorusunda öğretmen adayının gen, kromozom ve DNA kavramları arasındaki ilişkiyi analiz etmesi ve genetik materyalin doğası hakkındaki düşüncesi araştırılmıştır.

*S1. Gen, kromozom ve DNA arasındaki ilişki nedir?*

- A.Genler DNA'dan oluşur ve kromozomlar içerisinde bulunur.
- B.Genler, DNA ve kromozomlardan farklı varlıklardır.
- C.Genler DNA'da değil sadece kromozomlarda bulunur.
- D.Genler kromozomlarda değil sadece DNA'da bulunur.
- E. Kromozomlar DNA'dan değil genlerden oluşur.

Anketin beşinci sorusunda öğretmen adayının mayoz bölünme ile ilgili bilgi düzeyi sorgulanmıştır.

*S5. Aşağıdakilerden hangisi mayozla ilgili olarak yanlıştır?*

- A.Sadece eşeyli üreyen organizma türlerinde meydana gelir.
- B.Eşey hücrelerinde kromozom sayısı yarıya iner.
- C.Yavrularda genetik çeşitlilik sağlar.
- D.Bireyin hayatı boyunca çoğu vücut hücrelerinde meydana gelir.
- E.Nesilden nesile kromozom sayısının miktarını korur.

Anketin yirmi üçüncü sorusunda, öğretmen adayının gen kavramı ile ilgili bilgi düzeyi araştırılmıştır.

*S23. Bireylerde ifade edilen genler ve özellikleri arasındaki ilişki nedir?*

- A.Genler bireyin özelliklerinden sorumlu olan DNA'yı kodlar.
- B.Genler bireyin özelliklerinden sorumlu olan proteinleri kodlar.
- C.Genler bireyin özelliklerinden sorumlu olan kromozomları kodlar.
- D.Genler bireyin özelliklerinden sorumlu olan karbonhidratları kodlar.
- E.Bazı bireyler çevredeki değişikliklere karşı hayatta kalmak için diğerlerinden daha iyi donatılmıştır.

*Veri analizi*

Araştırmanın verilerini çözümlmek için SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin analizi ve yorumlanmasında, yüzde, frekans, aritmetik ortalama ve standart sapmadan yararlanılmıştır. "Levene Test" sonuçlarına göre grup puanlarına ait varyansları  $p > 0.05$  olduğu için sınıfların homojen olduğu kabul edilmiştir (Büyüköztürk, 2010).

Öğretmen adaylarının genetik okuryazarlığı anketinden aldıkları puan ortalamalarının öğrenim gördükleri program türüne göre karşılaştırılması için ANOVA testi kullanılmıştır. Adayların öğrenim gördükleri program türüne göre alt faktörlerin ortalama puanları arasındaki farklılık MANOVA ile analiz edilmiş ve elde edilen bulgular tablolaştırılarak okuyucuya sunulmuştur. Ayrıca MANOVA sonucunda ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi ikili gruplar arasında olduğu Scheffe testi ile belirlenmiştir. Gruplar arasındaki anlamlı farklılıklarda hata payı 0.05 olarak alınmıştır.

## Bulgular

Uygulama kapsamına alınan programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık anketi puanlarına ait betimleyici istatistik sonuçları Tablo 1'de toplu halde sunulmuştur.

**Tablo 1** Öğretmen Adaylarının Genetik Okuryazarlık Anketine ait Puanlarının Betimleyici İstatistik Sonuçları

PROGRAM	N	$\bar{X}$	Sapma
Sınıf Öğretmenliği	41	10,15	2,25
Biyoloji Öğretmenliği	26	13,35	2,64
Fen Bilgisi Öğretmenliği	52	13,29	2,56
Okul Öncesi Öğretmenliği	43	7,95	2,46

Tablo 1'de görüldüğü gibi, biyoloji ( $\bar{X} = 13.35$ ,  $S = 2.64$ ) ve fen bilgisi öğretmenliği ( $\bar{X} = 13.29$ ,  $S = 2.56$ ) programlarında öğrenim göre adayların genetik okuryazarlık anketinden aldığı puanlar birbirlerine çok yakındır. Sınıf öğretmenliği programında öğrenim gören adayların puanlarının ortalaması 10.15 iken ( $S = 2.25$ ), okul öncesi öğretmenliği programında öğrenim gören adayların puanlarının ortalaması 7.95'tir.

Adayların anketten aldıkları puanların ortalamaları, öğrenim gördükleri programlara göre karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2** Genetik Okuryazarlık Ölçeği Puanlarının Programlara göre karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	843.204	3	281.07		
Gruplarıçi	965.59	158	6.11	45.99	.000*
<i>Toplam</i>	<i>1808.79</i>	<i>161</i>			

p<.05

Tablo 2 incelendiğinde, adayların genetik okuryazarlık seviyelerinin öğrenim gördükleri program türüne göre farklılık gösterdiği ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir [ $F(3,158)=45.99, p<.05$ ]. Bu farklılığın hangi gruplar arasında olduğu Tablo 3'te ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

**Tablo 3** Programlar Arası Genetik Okuryazarlık Düzeyinin Karşılaştırılması için Kullanılan Scheffe Testi Sonuçları

Program (I)	Program (J)	Ortalama farkı (I-J)	Standart Hata	p
Sınıf Öğretmenliği	Biyoloji Öğretmenliği	-3,19*	,61	,000
	Fen Bilgisi Öğretmenliği	-3,14*	,51	,000
	Okul Öncesi Öğretmenliği	2,19*	,53	,001
Biyoloji Öğretmenliği	Fen Bilgisi Öğretmenliği	,05	,59	1,000
	Okul Öncesi Öğretmenliği	5,39*	,61	,000
Fen Bilgisi Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	5,33*	,50	,000

\*  $p<.05$

Tablo 3'te görüldüğü gibi sınıf öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri ile okul öncesi öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Biyoloji öğretmen adaylarının anketten aldıkları puanlar, okul öncesi ve sınıf öğretmen adaylarına göre manidar şekilde farklıdır. Çoklu karşılaştırma sonucunda biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik okuryazarlıkları arasında bir anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının genetik okuryazarlık düzeyleri sınıf ve okul öncesi öğretmen adaylarına göre anlamlı bir farklılık göstermiştir.

Genetik okuryazarlık anketindeki alt faktörlerden alınan puanların programlara göre karşılaştırılması MANOVA testi ile yapılmış ve elde edilen bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4** Genetik Okuryazarlık Ölçeğinin Alt Faktör Puanlarının Öğretmen Adaylarının Öğrenim Gördükleri Programlara Göre Karşılaştırılması

Varyansın kaynağı	Wilks' Lambda	Hipotez df	Hata Df	Çoklu Varyans F	P	$\eta^2$
Program	,464	18,000	433,235	7,52	,000*	,23

\*  $p<.05$

MANOVA uygulamasında genellikle Wilk's Lambda değeri tercih edilmektedir (Kalaycı, 2006). Tablo 4'te de görüldüğü gibi Lambda ( $\lambda$ )=.46,  $F_{(18,433)}=7.52$ ,  $p<.05$  olması program türünün genetik okuryazarlık ölçeğinin alt faktörleri üzerindeki etkili olduğunun bir göstergesidir. Adayların öğrenim gördükleri program türüne göre genetik okuryazarlık ölçeğinin alt faktörlerinden aldıkları puanlar arasında farklılık bulunmaktadır. Tablodaki  $\eta^2=.23$  değeri ise varyansın %23'ünün program faktörü ile ilgili olduğunu ifade etmektedir. Farkın hangi bağımlı değişkenden kaynaklandığı Tablo 5'te daha detaylı olarak verilmiştir. Genlerin düzenlenmesi ve evrim puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı için tabloda yer verilmemiştir.

**Tablo 5** Genetik Okuryazarlık Ölçeğinin Alt Faktör Puanlarının Program Türüne Göre Çok Değişkenli ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	P
Program	Genetik Materyal	82,40	3	27,46	15,20	,000*
	İletim	42,13	3	14,04	15,98	,000*
	Genlerin İfadesi	28,37	3	9,45	6,96	,000*
	Toplum	20,00	3	6,66	13,08	,000*

\*  $p<.05$

Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri program ile genetik okuryazarlığı anketinin genetik materyal, iletim, genlerin ifadesi ve toplum alt faktörlerinden aldıkları puanları arasında anlamlı bir farklılık görülmektedir. Bu farklılığın hangi ikişerli grup arasında anlamlı olduğu Tablo 6'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 6' ya bakıldığında genetik okuryazarlık anketinin alt faktörlerinden olan *genetik materyal* için sınıf ve fen bilgisi öğretmen adaylarının puan ortalamaları arasında fen bilgisi öğretmenliği lehine anlamlı bir farklılık görülmektedir. Benzer şekilde genetik materyal alt faktörü için okul öncesi ve biyoloji öğretmen adaylarının puan ortalamaları arasında biyoloji öğretmenliği lehine anlamlı bir farklılık vardır. Bir diğer alt faktör olan *iletim* için fen bilgisi ve sınıf öğretmen adaylarının puan ortalamaları arasında fen bilgisi öğretmenliği lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. *Genlerin ifadesi* alt faktörü için biyoloji ve okul öncesi öğretmen adaylarının puan ortalamaları arasında yine biyoloji öğretmenliği lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir. *Toplum* alt faktörü için sınıf ve okul öncesi öğretmen adaylarının puan ortalamaları arasında sınıf öğretmenliği lehine bir farklılık vardır. Buna karşılık tabloda verilmeyen evrim alt faktörü için alınan puanlar arasında program bazında bir farklılık bulunmamıştır.

**Tablo 6.** Genetik Okuryazarlık Ölçeğinin Alt Faktör Puanlarının Program Türüne Göre Çoklu Karşılaştırılması

Bağımlı Değişken	(I) Program	(J) Program	Ortalama Farklılık (I-J)	S	P
Genetik Materyal	Sınıf Öğretmenliği	Fen Bilgisi Öğretmenliği	-1,06	,28	,001*
	Biyoloji Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	1,63	,33	,000*
	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	1,65	,27	,000*
	Okul Öncesi Öğretmenliği	Biyoloji Öğretmenliği	-1,63	,33	,000*
	Sınıf Öğretmenliği	Fen Bilgisi Öğretmenliği	-,81	,19	,000*
	Biyoloji Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	1,09	,23	,000*
İletim	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	1,20	,19	,000*
	Okul Öncesi Öğretmenliği	Biyoloji Öğretmenliği	-1,09	,23	,000*
	Biyoloji Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	,97	,28	,005*
Genlerin İfadesi	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	,95	,24	,001*
	Sınıf Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	,57	,15	,002*
	Biyoloji Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	1,03	,17	,000*
Toplum	Fen Bilgisi Öğretmenliği	Okul Öncesi Öğretmenliği	,68	,14	,000*

\* p&lt;.05

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, biyoloji, sınıf, fen bilgisi ve okul öncesi öğretmenliği programlarında öğrenim gören adayların genetik okuryazarlık seviyeleri araştırılmış ve bu seviyelerin programlara göre nasıl değiştiği incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adaylarının puanları arasında anlamlı bir fark yokken; okul öncesi ve sınıf öğretmen adayları; okul öncesi ve biyoloji öğretmen adayları ile okul öncesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark vardır. Bu duruma neden olan faktörlerden birinin, grupların lisans eğitimlerinde aldıkları derslerin içerikleri olduğu söylenebilir. Biyoloji ve fen bilgisi öğretmen adayları, programları kapsamında olan “Genetik ve Biyoteknoloji” dersinde bu konuları daha detaylı gördükleri için hatırlamaları daha kolay olmuş olabilir. Adayların okudukları programlar doğrultusunda şekillenen ilgi alanlarının da

puanların farklılık göstermesi üzerinde etkili olduğu söylenebilir (Uzun ve Sağlam, 2003; Güngör ve Öz Aydın, 2006). Anketin alt faktörleri için yapılan analiz bulgularına göre genetik materyal, iletim, genlerin ifadesi ve toplum alt faktörlerine ait puan ortalamaları arasında farklılık görülmesine karşılık, evrim ve gen düzenlenmesi alt faktörlerine puanlar arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. *Genetik materyalin doğası* adı altında gruplanan sorularda kromozom, DNA ve gen kavramlarının özellikleri, birbirleri ile olan ilişkileri ve canlılar için önemi irdelenmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplara bakıldığında DNA, kromozom ve gen kavramları arasındaki büyüklük sıralamasında hatalar yapıldığı ve DNA'nın yapısında meydana gelen mutasyonların canlılarda sadece problem olarak algılandığı tespit edilmiştir. Bu konudaki alan yazın incelendiğinde; ilk olarak 8. sınıfta öğretilen DNA, kromozom, gen gibi temel kavramlarla ilgili öğrencilerin birçok kavram yanılgısına sahip olduğu görülmektedir (Robinson ve Lewis, 2000; Saka ve Akdeniz, 2004; Saka ve Cerrah, 2004; Tatar ve Koray, 2005; Yurdatapan ve Şahin, 2013). *Gen ifadesindeki* sorularla adayların gen ile ilgili bilgisi ve genlerin çevre koşullarından etkilenip etkilenmediği hakkındaki görüşleri araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplara bakıldığında büyük bir çoğunluğunun, bireyin fenotipi belirlenirken çevre koşullarının etkisinin genlere kıyasla daha az olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ayrıca çevre koşullarının genleri sadece doğumdan sonra etkileyebileceği yönünde de yanlış inanışların olduğu tespit edilmiştir. Şahin ve Parim'in (2002) ilköğretim ikinci kademe öğrencileriyle yaptığı çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. *İletim* adı altında yer alan sorularla, adayların hastalık taşıyan ve anormal olan genlerin nesillere aktarılması ile ilgili görüşleri sorgulanmıştır. Adayların bu sorulara doğru cevap veremedikleri görülmüştür. Benzer şekilde Robinson ve Lewis'in (2000) yaptığı çalışmasında öğrencilerin genetik bilgi aktarımını anlayamadıklarını tespit etmiştir. *Toplum* sorularında, gen bilgisinin teknolojiye yansması ve toplum üzerindeki etkileri irdelenmiştir. Öğretmen adaylarının verdiği cevaplarda, gen teknolojisinin en önemli katkısının genetik hastalıkların tedavi edilmesi yönünde olduğu görülmüştür. Adaylar, hastalık riski taşıyan bireylerin tanımlanması ile ilgili bir görüş bildirmemişlerdir. Temelli (2006), ortaöğretim öğrencileriyle yaptığı çalışmasında öğrencilerin gen teknolojisi ve genetik mühendislik ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ortaya koymuştur.

Ankette yer alan bu alt faktörlerden alınan puan ortalamalarının programlar arasında farklılık göstermesinin, biyoloji ve fen bilgisi öğretmenliği lisans programlarında bu konuların ayrı bir ders olarak verilmesinden ve kavramların spesifik olarak ele alınmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. *Evrım* soruları genlerin farklılaşması konusunu, *Gen düzenlenmesi* soruları ise genlerin uğradığı değişiklikleri ve sonuçları sorgulamaktadır.

Evrin ve gen düzenlenmesi faktörleri için programlar arasında bir farklılık görülmemesinin nedeni, bu konuların yazılı ve görsel basında sıkça tartışılması olabilir. Genetik soyut ve anlaşılması zor olan bir konu olması sebebiyle, her öğretim kademesinde konunun temel kavramlarının anlaşılmasında sorun yaşandığı bilinmektedir (Özcan, 2000; Tatar ve Koray, 2005; Temelli, 2006; Keleş vd. 2006). Genel olarak değerlendirildiğinde, dört farklı programda öğrenim gören öğrencilerin genetik okuryazarlık ölçeğinden aldıkları puan ortalamalarının düşük çıkması konunun iyi öğrenilememesi ile ilgili bulguları desteklemektedir. Bu durumun sebebi olarak öğrencilerin öğrenim hayatları boyunca genetik konusu ile ilgili gördükleri derslerin içerikleri ve bu içerikleri aktarmada kullanılan öğretim yöntemleri gösterilebilir. Etkili bir öğretim ve kalıcı bir öğrenme için, kullanılacak öğretim yöntem ve tekniklerin, araç-gereç ve materyallerin seçimine özen gösterilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin öğrendikleri kavramları uygulayabilecekleri öğrenme ortamları oluşturulmadığında, yapılan öğretimin ezberden öteye geçemeyeceği düşünülmektedir (Uzun ve Sağlam, 2005; Saka ve Akdeniz, 2006; Karagöz ve Çakır, 2011). Bu sebeple öğrencilerin DNA, gen, kromozom, nükleotit, mitoz bölünme, mayoz bölünme, mutasyon ve modifikasyon gibi temel kavramları bildiği ama yorumlayıp aralarındaki ilişkiyi kuramadığı düşünülmektedir.

## Öneriler

Genetik öğretimindeki temel amaç, genetik ile ilgili temel kavramları bilen ve genel anlamda günlük hayatta karşılaşılabileceği problemleri çözebilen, problemdeki önemli bilgileri ve ipuçlarını yakalayabilen, bunları yorumlayabilen genetik okuryazarı bireyler yetiştirmektir (Karagöz ve Çakır, 2011). Bu bağlamda araştırma bulguları değerlendirildiğinde, yakın zamanda farklı öğretim kurumlarında öğretmen olacak adayların genetik okuryazarlıklarının düşük olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumda, öğretmen adayları için genetiğin temel kavramlarını da içeren güncel gelişmelere uygun bilgi ve kaynaklar sağlanıp temel düzeyde görülen genetik ile ilgili ders içeriklerinin güncellenmesi sağlanabilir. Ayrıca günümüzde gen teknolojisinin hızla ilerlemesinden dolayı bu konu ile ilgili öğrencilerde merak oluşturarak olayları araştırmaya yöneltmek gerekmektedir (Kılıç vd, 2004). Öğrencilerin genetik ile ilgili temel kavramları birbirleriyle ilişkilendirmeden anlamayıp geçmeleri sonraki konuları ezberlemelerine sebep olacak, bu da anlamlı öğrenmeyi engelleyecektir. Bu sebeple örneğin *genetik materyalin doğasını* öğrencilerin daha net kavrayabilmesi için kromozom, DNA ve gen gibi temel kavramların özellikleri, birbirleri ile olan ilişkileri ve canlılar için önemi

güncel konularla birlikte verilmelidir (Saka ve Cerah, 2004). Böylelikle öğrenme-öğretme ortamında öğrencilerin genetik konularına karşı artan ilgileri ile birlikte dersin verimliliği de artabilir.

### **Kaynakça**

- Acra, E. (2006). Assessing Genetic Literacy in Undergraduates (Master's thesis). University of Cincinnati, USA.
- Ashida, S., Goodman, M., Pandya, C., Koehly, L.M., Lachance, C., Stafford, J., Kaphingst, K.A., (2011). Age Differences in Genetic Knowledge, Health Literacy and Causal Beliefs for Health Conditions. *Public Health Genomics*, 14, 307-316.
- Atılboz, N.G. (2004). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları ile İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 3, 147-157.
- Bowling, B.V. (2007). Development, Evaluation, and Use of a Genetic Literacy Concept Inventory for Undergraduates (Doctoral dissertation). University of Cincinnati, USA.
- Bowling, B.V, Acra, E.E., Wang, L., Myers, M.F., Dean, G.E., Markle, G.C., Moskalik, C.L. and Huether, C.,A., (2008). Development and Evaluation of a Genetics Literacy Assessment Instrument for Undergraduates. *Genetics*, 178, 15-22.
- Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal Bilimler için Veri Analizi Elkitabı. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Can, H. ve Vural, R.A. (2011). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kromozom Kavramı Bilgi Düzeyleri ve Kavramın Öğretimine İlişkin Görüşleri, *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8, 2, 1-21.
- Cebesoy, Ü.B. ve Tekkaya, C. (2012). Pre-Service Science Teachers Genetic Literacy Level and Attitudes Towards Genetics. *Social and Behavioral Sciences*, 31, 56-60.
- Çakır, M., ve Aldemir, B. (2011). İki Aşamalı Genetik Kavramlar Tanı Testi Geliştirme ve Geçerlik Çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8, 16, 335-353.
- Çepni, S., Ayvacı, H.Ş. ve Bacanak, A. (2009). *Bilim Teknoloji Toplum ve Sosyal Değişim*. 4. Baskı, Trabzon.
- Çırakoğlu, B. (2001). Genom Ne Söylüyor? *Bilim ve Teknik Dergisi*. Mart Eki.1 -15.
- Gökçümen, Ö. ve Gültekin, T. (2009). Genetik ve Kamusal Alan. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 49, 1,19-31.



- Güngör, B. ve Öz Aydın, S. (2006). "Nükleotid-Gen-DNA-Kromozom": İlköğretim Fen Bilgisi ve Matematik Öğretmen Adaylarının Genetik Kavramları Hakkındaki Bilgi Düzeyleri. VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Hazar, Ç. M. (2003). Genetik, Klonlama ve Etik. Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, 17, 201-221.
- Jennings, B. (2004). Genetic Literacy and Citizenship: Possibilities for Deliberative Democratic Policymaking in Science and Medicine. *The Good Society*, 13, 1, 38-44.
- Kalaycı, Ş. (2006). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Ankara, Asil Yayın Dağıtım.
- Karagöz, M. ve Çakır, M. (2011). Genetikte Problem Çözme: Kavramsal ve Süreçsel Zorluklar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11, 3, 1651-1674.
- Karasar, N. (2009). Bilimsel Araştırma Yöntemi. Ankara: Nobel Yayınları.
- Kazancı, M., Atılboz, N.B., Bora, N. D., ve Altın, M. (2003). Kavram Haritalama Yönteminin Lise 3. Sınıf Öğrencilerinin Genetik Konularını Öğrenme Başarısı Üzerine Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 135-141.
- Keleş, Ö., Uşak, M. ve Aydoğdu, M. (2006). İlköğretim 8. Sınıf Fen Bilgisi Dersi "Genetik" Ünitesi DNA Watson Crick Modelinin Sınıf İçi Uygulamalarla Kavratılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1, 1, 53-64.
- Kılıç, S., Kurt, H., Kaya, B., Ateş, A. ve Korkmaz, T. (2004). Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Kimyonşen, E. ve Güngör, G. (2013). Genetik Bilimde Gerçekleşen Bireyler Üzerindeki Hukuki Kısıtlamaları. *Istanbul Lisesi Model Nations*, 31 August-4 September.
- MEB, (2013). İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory* (1st ed.). New York: McGraw-Hill.
- Özcan, Ö. (2000). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Canlılarda Çoğalma ve Kalıtım Ünitesindeki Temel Kavramları Anlama Seviyeleri. *KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon.
- Özdemir, O., Güneş, M. H. ve Demir S. (2010). Üniversite Öğrencilerinin Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO'lara) Yönelik Bilgi Düzeyleri Tutumları ve

- Sürdürülebilir Tüketim Eğitimi Açısından Değerlendirilmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 29(1),53-68.
- Pearson, Y.E., ve Liu-Thompkins, Y. (2012). Consuming Direct-to-Consumer Genetic Tests: The Role of Genetic Literacy and Knowledge Calibration. *Journal of Public Policy & Marketing*, 31, 1, 42-57.
- Robinson, C. W. ve Lewis, J. (2000). Genes, Chromosomes, Cell Division & Inheritance-Do Students See Any Relationship? *International Journal of Science Education*, 22, 2, 177-195.
- Saka, A. ve Akdeniz, A.R. (2006). Genetik Konusunda Bilgisayar Destekli Materyal Geliştirilmesi ve 5E Modeline Göre Uygulanması. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5, 1, 129-141.
- Saka, A. ve Cerrah, L. (2004). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Genetik Kavramları Hakkındaki Bilgilerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 27, 46-51.
- Sezen, G., Bahçekapılı, T., Özsevgeç, L. C. ve Ayas, A. (2008). Genetik Ünitesine Yönelik Bilgisayar Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi. VIII. International Educational Technology Conference, 430-434.
- Sidler, M. (2009). Bio-Pedagogy: Genetic Literacy and Feminist Learning. *Feminist Teacher*, 19, 3, 216-226.
- Şahin, F. ve Parim, G. (2002). Problem Tabanlı Öğretim Yaklaşımı İle DNA, Gen Ve Kromozom Kavramlarının Öğrenilmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Tatar, N. ve Koray, C.Ö. (2005). İlköğretim Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin “Genetik” Ünitesi Hakkındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*,13, 2, 415-426.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 37-44.
- Temelli, A. (2006). Lise Öğrencilerinin Genetikle İlgili Konulardaki Kavram Yanılgılarının Saptanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14, 1, 73-82.
- Tsui, C.Y. ve Treagust, D.F. (2010). Evaluating Secondary Students Scientific Reasoning in Genetics Using a Two-Tier Diagnostic Instrument. *International Journal Of Science Education*, 32, 8, 1073-1098.
- Tuğ, A., Hancı, H.İ. ve Balseven, A. (2002). İnsan Genom Projesi: Umut mu, Kabus mu? *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 11, 2, 56-57.

URL- 1 <http://www.genetikbilimi.com/genbilim/genom.htm>.

URL-2.[http://www.yok.gov.tr/web/guest/icerik//journal\\_content/56\\_INSTANCE\\_rsRqRmHtxKK6/10279/49875](http://www.yok.gov.tr/web/guest/icerik//journal_content/56_INSTANCE_rsRqRmHtxKK6/10279/49875).

Uzun, N. ve Sağlam, N. (2005). Genetik Konularının Öğreniminde Deney Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 196-200.

Uzun, N. ve Sağlam, N. (2003). Orta Öğretim Biyoloji Programında Genetik Konularının Değerlendirilmesi ve Öğrencilerin Genetiğe Karşı İlgisinin Saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 29-136.

Yurdatapan, M. ve Şahin, F. (2013). DNA Kavramları ile İlgili Animasyon ve Model Kullanılmasının Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Öğrenmelerine Etkisi. International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, 8, 8, 2303-2313.