

# ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Cilt: 13 Sayı: 69 Mart 2020 & Volume: 13 Issue: 69 March 2020  
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581  
Doi Number: <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2020.3931>

## FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ DNA REPLİKASYONU KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL DEĞİŞİMİ: KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ CONCEPTUAL CHANGE OF SCIENCE TEACHER CANDIDATES ON DNA REPLICATION: WORD ASSOCIATION TEST

Vildan BOZ\*  
Aslı GÖRGÜLÜ ARI\*\*

### Öz

Bu araştırma; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının DNA replikasyonu ile ilgili kavramsal değişim sürecini incelemek ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Öğrencilerin kavram yanılgılarını ve kavramsal değişim süreçlerini belirleyebilmek için veri toplama aracı olarak kelime ilişkilendirme testi kullanılmıştır. Bu doğrultuda, çalışmanın örneklem grubunu, İstanbul'da bir devlet üniversitesinin, Eğitim Fakültesinde, 2.sınıf fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören, 30 adet öğretmen adayı oluşturmaktadır. Kelime ilişkilendirme testi öğrencilere üç haftalık ders anlatımı öncesinde ve sonrasında ön test-son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin Kelime İlişkilendirme Testinde yazdıkları anahtar kavramlara ve cümlelere göre frekans tabloları ve kavram ağları oluşturulmuştur. Öğrencilere yapılan ön test ve son test sonuçları kıyaslandığında; son testte anahtar kavramlarla ilişkili daha çok kelime yazıldığı, kavramlar arası daha çok ilişki kurulduğu ve bazı kavramlar için kavram öğreniminin gerçekleştiği görülmüş, kavramsal değişim süreçleri detaylı şekilde incelenebilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fen Eğitimi, Kelime İlişkilendirme Testi, DNA, DNA Replikasyonu, Kavram Yanılgıları.

### Abstract

This research was done in order to examine the conceptual change process and identify the misconceptions of 2<sup>nd</sup> grade science education candidates in terms of DNA replication. Sample consisted of 30 science education teacher candidates at an education faculty at a state university in İstanbul. Word Association Test (WAT) was used as a data collection tool to identify the misconceptions and conceptual change processes of students. WAT was carried out as pre-test and post-test before and after the 3-week lessons. Frequency charts and concept maps were established according to the given key concepts and sentences by the students. When the pre-test and post-test results were compared, the post-test results were found to be better. In the post-test, it was seen that more words were written related with the key concepts, more relations were established between the concepts, for some concepts concept learning was realized, and conceptual change processes were examined in detail.

**Keywords:** DNA, DNA Replication, Misconception, Word Association Test, Science Education.

### GİRİŞ

Fen bilimlerinin eğitim ve öğretim süreci yoğun ve karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte kavram öğrenimi en önemli konulardan biridir. Fen derslerinde öğrencilere yapılan öğretimin kalitesi kavram öğretiminin etkili ve kaliteli olmasıyla doğrudan ilişkilidir (Akgün, Gönen & Yılmaz, 2005). Bunun içinde öğrencilere kazandırılmak istenen kavramın nitelikli olabilmesi gerekmektedir. Bireyler kendi fikirlerinden yola çıkarak, doğal fenomenleri anlamak için günlük hayattaki tecrübelerini kullanarak kavramları oluştururlar (Selvi & Yakışan, 2004). Kendi fikirlerinden oluşturdukları bu kavramlar genellikle gözlem ve tecrübelerle dayandığı için bilimsel olandan farklıdır. Öğretmenlerde kavramları öğretirken bu tecrübe ve

\* Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul, bozvildan@gmail.com

\*\* Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, agorgulu@yildiz.edu.tr



gözlemlerin üzerine yeni açıklamalar ve genellemeler ekler. Terry'ye (1985) göre, yapılan yanlış açıklamalar ve aşırı genellemeler kavram yanlışlarına neden olmaktadır.

Kavram yanlışları; öğrenenlerin bireysel deneyimlerine bağlı olarak meydana gelen, bilimsel yapı dışında kendilerinde geliştirdikleri yapılar olup, bilimsel kavramların öğrenilmesi sürecinde öğrenene negatif yönde etkisi olan bilgiler olarak açıklanabilir (Tekkaya, Çapa & Yılmaz, 2000; Yürük & Çakır, 2000). Diğer bir deyişle ise kavram yanlışlığı, öğrencilerin kavramları bilimsel olarak kabul edilen tanımlarından farklı algılamalarıdır (Yağbasan & Gülççek, 2003). Son yıllarda kavram öğretimi ve kavram yanlışları ile ilgili birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar fen bilimlerinde hücre, atom, ısı ve sıcaklık, çevre, karışımların yapısı gibi birçok konuda öğrencilerin kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Bozdağ & Ok, 2019; Karakırık & Kabapınar, 2019; Uzoğlu & Aktürk, 2019; Akgün ve diğerleri, 2005; Polat, 2013). Kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesindeki en önemli görev öğretmenlerindir. Bununla ilgili olarak Soylu ve İbiş (1999), öğretmenin eğitim ve öğretimdeki en önemli görevlerinin başında, öğrencilerin yanlışlarını tespit etmek ve kavramsal değişimi sağlamak olduğunu belirtmişlerdir. Yağbasan ve Gülççek'in (2003) belirttiği gibi fen öğretimindeki gelişmelere rağmen, çoğu fen öğretmeni de öğrenciler gibi kavram yanlışlarına sahiptir. Öğretmenlerdeki kavram yanlışları öğrencilerdeki kavram öğrenimini de etkileyecektir. Bu nedenle öğretmenlerin meslek hayatına atılmadan önce bu yanlışlarının tespit edilip giderilmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirleyip bu yanlışları gidererek, gelecekte yetiştirecekleri öğrencilerde de kavram yanlışları oluşmasının önüne geçilebilir.

Fen bilimlerinde geçen birçok kavramın soyut düzeyde olması, kavram yanlışlarının ve anlama güçlüklerinin oluşmasında bir etken olarak görülmektedir (Akgün ve diğerleri, 2005). DNA replikasyonu konusu da alt kavramlarının hepsinin soyut kavramlar olduğu konulardan birisidir.

Fen eğitiminde DNA replikasyonu ve benzer konulardaki kavramsal karmaşaların ortaya çıkarılması aşamasında, literatür taraması yapılmıştır.

Bozdağ ve Ok (2019), 6. sınıf düzeyindeki öğrencilerin hücre konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi farklılıklarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalarında veri toplama aracı olarak dört aşamalı test kullanmışlardır. Çalışmalarında elde ettikleri bulguların, öğrencilerin hücre konusunda düşük kavramsal bilgi düzeyine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin hücre duvarı ve hücre zarının yapısı, hücrede sindirim, solunum, boşaltım gibi faaliyetleri ve mitokondrinin görevi gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Deveci (2019), protein sentezi konusunda biyoloji öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi üzerine yaptığı araştırmasında veri toplama aracı olarak; ders planı, ders planı değerlendirme formu, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve açık uçlu alan bilgisi testi kullanmıştır. Veri analizleri sonucunda öğretmen adaylarının RNA çeşitleri, gen ifadesi, replikasyon, RNA ve nükleik asitler gibi kavramlarla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmiştir.

Howell ve diğerleri (2019), "Student Understanding of DNA Structure-Function Relationships Improves from Using 3D Learning Modules with Dynamic 3D Printed Models" adlı çalışmalarında öğrencilerin DNA replikasyon çatallarında yer alan DNA polimerinin yanlış algılanması, DNA yapısını kontrol eden enzimlerin yapısı gibi konularda kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Uzoğlu ve Aktürk (2019), beşinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesinde veri toplama aracı olarak öğrencilerin yazdığı mektupları kullanmışlardır. Çalışmalarında ısı ve sıcaklık konusunda beşinci sınıf öğrencilerinin birçok eksik bilgilerinin ya da kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir.

Ekici ve Kurt (2013a), biyoloji öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmalarında, katılımcıların osmoz konusundaki bilişsel yapılarının belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında biyoloji öğretmen adaylarından elde ettikleri verilerin analizi sonucunda katılımcıların osmoz tanımlamada bilgi yetersizliklerinin olduğu ve kavramsal yapılarının yeterli seviyede olmadığını tespit etmişlerdir.

Polat (2013), 9. sınıf öğrencilerinin çevreye yönelik bilişsel yapılarını belirlemek amacı ile çalışmasında; veri toplama aracı olarak kelime ilişkilendirme test tekniğini kullanmıştır. Araştırma sonucunda; KİT'lerin eğitimsel bir araç olarak kullanılabilirliğini, KİT'in bir tanı ve teşhis aracı olarak kullanılmasının uygun olduğunu belirtmiştir.

Ekici ve Kurt, (2013b), bakteri konusunda biyoloji öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını ve alternatif kavramlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında verilerin toplanmasında çizme-yazma tekniğini ve KİT'i kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; katılımcıların, bilişsel yapılarının yeterli



olmadığını ve bakteri konusunda alternatif kavramları bulunduğunu ve bakteri-virüs kavramlarını karıştırdıklarını belirlemişlerdir.

Özsoy, Keleş ve Uzun (2010), biyolojik çeşitlilik kavramına yönelik öğretmen adaylarının görüşleri ile ilgili araştırmalarında; veri toplamada kelime ilişkilendirme ve görsel ilişkilendirme etkinliklerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, katılımcıların biyolojik çeşitlilik konusunda ön bilgilerinin yetersiz olduğu ve biyolojik çeşitlilik konusunda ekosistem, tür çeşitliliği ve ekoloji kavramları üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Dikmenli, Cardak ve Kiray (2011), "Science student teachers' ideas about the 'gene' concept." adlı çalışmalarında öğrencilerin; kromozomlar genlerin birleşmesiyle oluşur, gen DNA'ların birleşmesiyle oluşur ve gen vücuttaki kodlanmış en küçük proteindir gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Krall, Lott ve Wymer (2009), "İlkokul ve Ortaokul Öğretmenlerinin Fotosentez ve Solunum Kavramları" adlı çalışmalarında öğretmen adaylarının karbondioksitin üretimi ve akciğerin işlevleri, karışımların yapısı, dolaşım sistemiyle ilgili kanın nasıl dolaştığı gibi konularda kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Saka, Cerrah, Akdeniz ve Ayas (2006), "Üç Genetik Kavramın Anlaşılmasıyla İlgili Çapraz Bir Çalışma" adlı araştırmalarında öğrencilere veri toplama amacı ile DNA, kromozom ve gen kavramlarıyla ilgili yazma ve çizme etkinlikleri vermişlerdir. Öğrencilerin DNA ve kromozomun gen ile ilişkisini açıklamada, genlerin buldukları yer ile ilgili kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Akgün, Gönen ve Yılmaz (2005); karışımların yapısı ve iletkenliği konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışları ile ilgili yaptıkları araştırmalarında katılımcıların; suyun ayrışmadaki rolü, karışım ve elektrolitler ve bileşiklerin iyonlarına ayrışması konularında kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Selvi ve Yakışan (2004), enzimler konusu ile ilgili üniversite birinci sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarını inceledikleri çalışmalarında öğrencilerin, enzim ve deneyde substratı karıştırdıklarını ve enzimin moleküler yapısının genişleyebileceği ve canlılık özelliği gösterdiği gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, (2000), genel biyoloji konuları ile ilgili biyoloji öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik araştırmalarında elde ettikleri verilerin, öğretmen adaylarının; oksijen bütün canlılar yaşamı için gereklidir, solunumun amacı karbondioksitin dışarı atılmasıdır, mitoz bölünmenin farklı safhaları farklı miktarda DNA içerir gibi kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Ercan ve Taşdere (2010)'ye göre tahmin-gözlem-açıklama ve analogi gibi çeşitli kavramsal değişim stratejileri, öğretim stratejisi olarak; yapılandırılmış grid, kelime ilişkilendirme testi (KİT) gibi kavramsal değişim stratejileri ölçme değerlendirilmede, kavram haritalarıysa hem öğretim stratejisi olarak hem de ölçme değerlendirme de kullanılmaktadır.

KİT; sadece fen bilimleri alanında değil, sosyal bilimler ve matematik gibi alanlarda da ölçme aracı olarak tercih edilebilir. Bu yönüyle, bu testler farklı eğitim ortamlarında kullanılabilme şansını araştırmacıya sağlayabilen bir tekniktir (Ercan ve diğ., 2010). Eğitim bilimleri alanında yapılmış olan çalışmalar ise; doğal afetlerle ilgili bazı kavramlar konusunda, coğrafya öğretmen adaylarının bilişsel yapılarının belirlenmesi (Bozyiğit & Kaya, 2017), KİT ile ilkökul Türkçe eğitimi (Kaya & Taşdere, 2016), öğretmen adaylarının KİT kullanılarak Atatürk ilkelerine yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi (Işıklı, Taşdere & Göz, 2011), hava kavramıyla ilgili coğrafya öğrencilerinin bilişsel yapılarının KİT ile belirlenmesi (Bilici, 2016; Kaya 2015) gibi çalışmalar örnek olarak verilebilir.

Günümüzde öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerine sahip bireyler olarak yetiştirilmesi öğretimin önemli hedeflerinden birisidir. 21.yüzyıl bireylerinin sahip olması gerektiği belirtilen özellikler arasında en çok vurgu yapılanlardan birisi de fen okuryazarı bireyler olmalarıdır. Fen okuryazarı bireyin yetiştirilmesinde kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve düzeltilmesi önemli konulardan birisidir. Fen öğretimi içerisinde de makro düzeyde en çok gözlenebilen fakat mikro düzeyde hem gözlenmesi hem de kavramsal olarak anlaşılması zor ve kavram yanlışlarına en açık olan alan biyoloji dersidir. İlköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretimde verilen biyoloji tabanlı derslerin etkin bir şekilde yapılabilmesi için biyoloji terim ve kavramlarının doğru ve tutarlı öğretilmesi, var olan eksik ve yanlışlarının düzeltilmesi gerekmektedir (İlçin, 2007). Gülay ve Özay Köse (2018) araştırmalarında biyoloji alanında yer alan kavram yanlışlarıyla ilgili yapılan çalışmalarda yaygın biçimde araştırılan konuların arasında çevre ve ekoloji, hücre, hayvan yapı ve



fonksiyonları gibi konuların baskın olduğunu belirtmişlerdir. Alanda, biyoloji konuları ile ilgili kavram yanlışlarına yönelik yapılmış olan çalışmalarda çok sayıda soyut kavram içeren DNA replikasyonu konusunda yeterli çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu durumdan yola çıkarak araştırmanın amacı; öğrencilerin DNA replikasyonu konusundaki kavram yanlışlarını belirlemek ve kavram değişimini gözlemlemektir.

#### **Araştırma Sorusu**

Öğretim süreci öğrencilerin kavramsal değişimlerini nasıl etkilenmiştir?

Öğrencilerde DNA replikasyonu konusu ile ilgili kavram yanlışları gözlemlenmiş midir?

#### **YÖNTEM**

##### **Araştırma Deseni**

Araştırma, bir devlet üniversitesinde eğitim fakültesinde eğitim gören 30 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılmıştır. Çalışma, Tek Grup Ön test-Son test deneysel desene göre yapılmıştır. Tek grup ön test-son test deseninde, tek bir grup sadece uygulama öncesinde değil uygulamadan sonra da ölçülür veya gözlenir (Fraenkel, Wallen & Hyun, 2012). Araştırma ön test-son test uygulaması ve öğretim süreci şeklinde toplamda üç hafta sürmüştür. Araştırma sürecinde, KİT’te kullanılacak anahtar kavramların seçilmesi ve belirlenmesi aşamasında literatür taraması yapılmış ve uzman görüşleri alınmıştır.

##### **Örneklem**

Araştırmanın örneklemini; İstanbul’da bir devlet üniversitesinin, eğitim fakültesinde, 2. sınıf fen bilgisi eğitimi anabilim dalında öğrenim gören, 30 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini, amaçsal örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Amaçsal örnekleme yöntemi; zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vermektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Araştırma, biyoloji dersi kapsamında yapılmıştır. Konu hakkında veri niteliğinin yüksek olması ve verilerin detaylı toplanması için biyoloji dersini alan öğrenciler gönüllülük esasına göre seçilmiştir.

##### **Veri Toplama Araçları**

Bu çalışmada; öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasındaki kavram yanlışlarını tespit etmek, kavramsal değişim süreçlerini ortaya çıkarabilmek amacıyla KİT kullanılmıştır. Kelime ilişkilendirme testinde “DNA replikasyonu” konusuyla ilgili, konunun temelini oluşturan 10 adet anahtar kavram literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda seçilmiştir. Kavramların seçimi için iki alan uzmanından yardım alınmıştır. Seçilen kavramlar, anahtar kavram alt alta 10 kez yazılarak her sayfaya bir tane gelecek şekilde düzenlenmiştir. Bahar ve Özatlı (2003) çalışmasında, anahtar kavramın her satırda tekrar ve alt alta yazılmasını zincirleme cevap riskini önleme amacı olarak açıklamışlardır. Bunun nedeni olarak da öğrenci her kavram yazımında, anahtar kavrama tekrar dönmezse, anahtar kavram yerine cevap olarak yazdığı kavramın aklına getirdiği kelimeleri yazacaktır bu da testin amacını zedeler (Bahar ve Özatlı, 2003).

Kelime ilişkilendirme testi için seçilen kavramlar; DNA, replikasyon, kesintili zincir, kesintisiz zincir, replikasyon çatalı, replikasyon orijini, azotlu baz, DNA polimeraz, primaz enzimi, ligaz enzimidir. KİT’in uygulanması sırasında öğrencilerden 30 saniyelik süre içerisinde anahtar kelimelerin çağrıştırdığı kavramları yazmaları ve bu kavramlarla ilgili bir cümle kurmaları istenmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde; her bir anahtar kavram için KİT’te verilen ortalama süre otuz saniyedir (Bahar, Johnstone & Sutcliffe, 1999; Bahar & Özatlı, 2003). KİT uygulanmadan önce 6 öğrenci ile pilot uygulaması yapılmıştır.

##### **Verilerin Analizi**

Ön test ve son testler değerlendirilirken anahtar kavramlara verilen cevaplar detaylandırılarak incelenmiş ve bu inceleme sonucunda, seçilen anahtar kavram için yazılan kelimelerin kaç kez tekrarlanarak yazıldığını gösteren bir frekans tablosu oluşturulmuştur. Ön test ve son testlerdeki kavramlarla ilgili yazılan cümleler Ercan ve Taşdere (2010) tarafından geliştirilen bir frekans tablosuna göre bilimsel bilgi veya kavram yanlışlığı içerme durumları göz önünde bulundurularak detaylı bir şekilde incelenmiş ve frekans tabloları oluşturulmuştur. Elde edilen verilere göre Tablo 2 ve 3 hazırlanmıştır. Cümlelerin sınıflandırılması sırasında frekans tablosu oluşturulurken Ercan ve Taşdere (2010) tarafından geliştirilmiş olan tablo dikkate alınmıştır. Cümleler bu tabloya göre; *kavram yanlışlığı içeren cümleler*, *bilimsel olmayan ve yüzeysel bilgi içeren cümleler* ve *bilimsel bilgi içeren cümleler* şeklinde sınıflandırılmıştır. Ercan ve Taşdere (2010)’ye göre; sınıflandırma yapılırken, bilimsel bilgi içeren cümlelerin sınıflanmasında öğrencilerin kurdukları cümlelerin hem bilimsel olarak doğruluğuna hem de üstte yer alan anahtar kavramla olan ilişkisine bakılmalıdır. Öğrencinin kurduğu cümle, üstteki anahtar kavramlarla ilişkilendirdiği kelimelerle cümle içinde de aynı anlama dönük olarak kullanıldıysa ve bu kurmuş olduğu cümle, bilimsellik açısından doğru olarak kurulabildiyse bilimsel bilgi içeren cümleler sınıflandırılmasına dâhil edilmelidir. Öğrencinin, bilimsel



olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümlelerin sınıflandırılmasında eğer anahtar kavramla ilişkilendirdikleri cevap kelimelerin tersine cümle içerisinde bilimsel nitelik taşımayan, kavramın genel hatlarını içeren, geçmiş bilgi ve deneyimleriyle anlamlandırılmış cümleler kurdu ise bu cümleler, bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümleler sınıfına eklenmiştir.

Oluşturulan frekans tablosundan yararlanılarak Tablo 1 ve kavram ağı oluşturulmuştur. Kavram ağının oluşturulmasında kavramsal değişimin belirgin bir şekilde görülebilmesi amacıyla Bahar ve diğerleri (1999) tarafından geliştirilen kesme noktası (KN) tekniğinden faydalanılmıştır. Bu teknikte; KİT'te yer alan herhangi bir anahtar kavram için, cevap olarak en çok yazılan kelimenin 3-5 sayı aşığı KN olarak belirlenir. Bu cevap frekansının üzerinde bulunan kelimeler kavram ağının ilk kısmındaki bölüme yazılır. Sonrasında ise, kesme noktası belirli aralıklar ile aşağıya çekilir ve bütün anahtar kelimeler kavram ağında çıkana kadar işleme devam edilir. Şekil 1 ve 2'de oluşturan kavram ağları bu tekniğe göre hazırlanmıştır.

Öğretim süreci öğrencilere ön test uygulanması ile başlamış ve öğrenciler ön testten sonra üç haftalık bir öğretim süreci geçirmişlerdir. Öğretim sürecinde öğrencilerin konunun bazı bölümlerine ait hiçbir ön bilgisi olmadığı ve birçok kavramı ilk kez gördükleri için sunuş yoluyla öğretim seçilmiştir. Öğrencilerin uygulanan KİT'te yer alan anahtar kavramların bazılarında (replikasyon orijini, DNA polimeraz, ligaz enzimi vb.) ait ön bilgilerinin bulunmadığı bilgisi, öğrencilerin daha önce aldığı fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji gibi derslerin müfredatlarının ve konu içerikleri incelenmesi ile elde edilmiştir. Öğretim sürecinin sonunda öğrencilere son test olarak tekrar kelime ilişkilendirme testi uygulanmış ve öğretim sonlandırılmıştır.

Araştırmanın geçerliliğini sağlamak amacı ile uzman incelemesi yapılmıştır. Buna nedenle çalışmanın tüm süreçleri uzmana aktararak toplanan veriler ile ulaşılan sonuçlar uzman ile birlikte değerlendirmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırmanın güvenilirliği için çalışma verilerinden elde edilen kodların söz konusu kavramsal kategorileri temsil edip etmediğini belirlemek amacıyla araştırmacıların kodları ve kodlara ilişkin kategorileri karşılaştırılmıştır ve veri analizinin güvenilirliği Miles ve Huberman (1994) güvenilirlik formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen değer % 93 olarak bulunmuştur.

## BULGULAR

Tablo 1'de Kelime İlişkilendirme Testinde ön test ve son test için yazılan her bir anahtar kavramla ilişkilendirilmiş cevap kelimelerin sayısı gösterilmektedir. Kavramın anlaşılıp anlaşılmadığını belirtmek için o kavram ile ilişkilendirilen cevap kelimelerin sayısı ve bu kelimelerin ilişki düzeyinden faydalanılabilir. Çünkü bir kavramın anlaşılma düzeyi o kavramla ilişkilendirilen diğer kavramlara ve bunların niteliğine bağlıdır. Ders anlatımı öncesinde yapılan ön testte anahtar kavramlara verilen toplam cevap kelime sayısı 223, ders anlatımı sonrasında yapılan son testte verilen cevap kelime sayısı ise 247 olarak belirlenmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi primaz enzimi ve kesintili zincir kavramları dışındaki anahtar kavramlara cevap olarak verilen kelime sayılarında artış vardır. Bu sonuca göre çoğu kavramın anlaşılmasında bir gelişme olduğu söylenebilir.

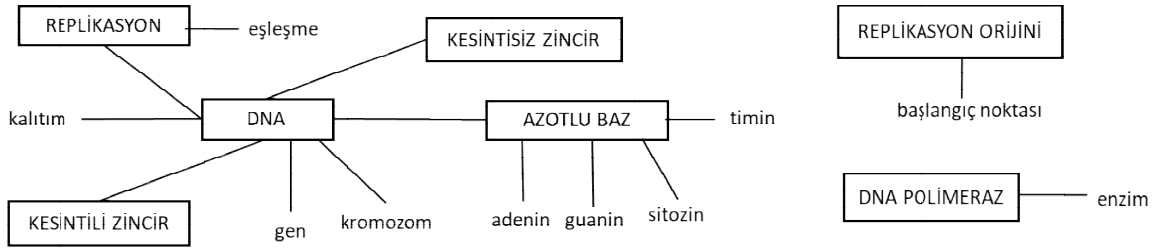
Tablo 1. Anahtar Kavramlara Cevap Olarak Verilen Kelime Sayıları

Anahtar Kavramlar	Kelime Sayısı	
	Ön-test	Son-test
DNA	31	31
Replikasyon	24	32
Azotlu Baz	20	21
Replikasyon Orijini	22	26
Replikasyon Çatalı	18	19
Primaz Enzimi	23	20
DNA Polimeraz	24	27
Ligaz Enzimi	25	29
Kesintili Zincir	20	19
Kesintisiz Zincir	16	23
<b>Toplam</b>	<b>223</b>	<b>247</b>

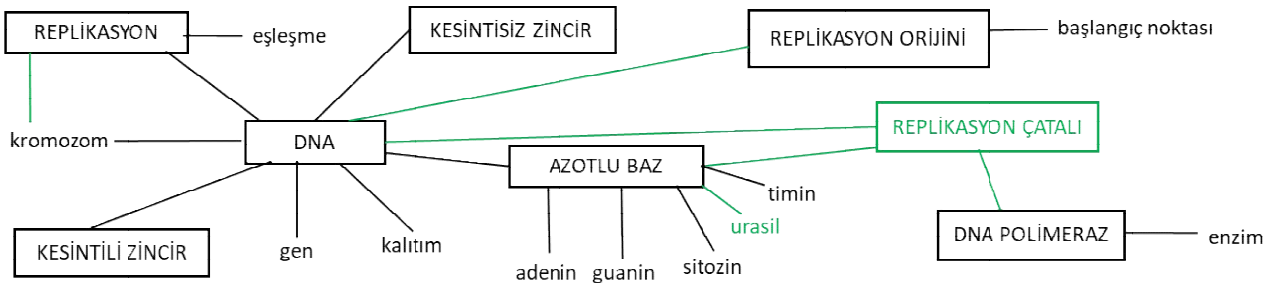
Aşağıdaki Şekil 1'de verilen kavram ağları Ek 1'de yer alan frekans tablosundaki anahtar kavramlar ve bu kavramlarla ilişkilendirilen cevapların ön-test sonuçlarına göre oluşturulmuştur. Bu ağlara ait yorumlar Şekil 1'in altında yer almaktadır.



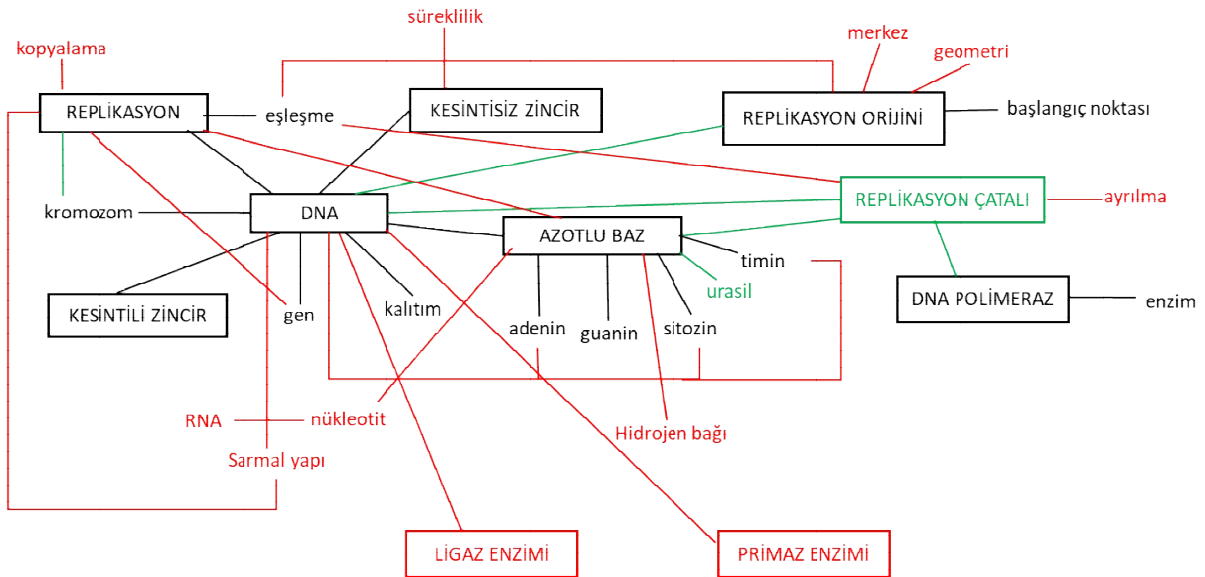
kesme noktası 20 ve yukarısı



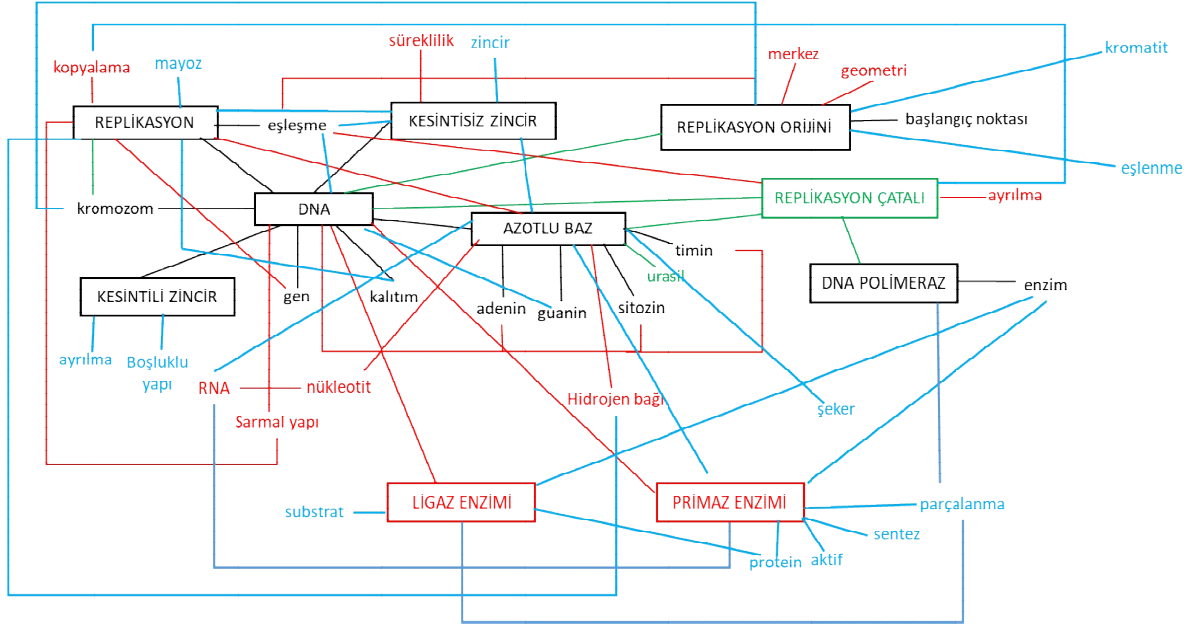
kesme noktası 15-19 aralığı



kesme noktası 10-14 aralığı



kesme noktası 5-9 aralığı



Şekil 1. Anahtar Kavramlardan Faydalanılarak Oluşturulan Kavram Ağı

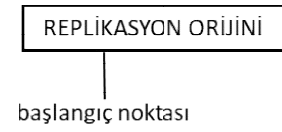
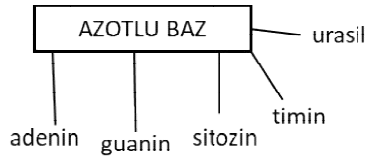
Şekil 1'de yer alan kesme noktalarına (KN) göre oluşturulmuş kavram ağı sonuçlarını şu şekilde açıklanabilir;

1. KN 20 ve yukarısında daha çok DNA, replikasyon, kesintili zincir gibi isimlerinden içerikleri tahmin edilebilecek veya lisede aldıkları biyoloji derslerinde karşılaştıkları anahtar kavramların ve önceki öğrenmelerinden hatırladıkları bu kavramlarla ilişkili olan kelimelerin kullanıldığı görülmektedir.
2. KN 15-19 aralığında anahtar kavram ve bu kavramla ilişkilendirilen kelime sayısında az miktarda artış olduğu ve yine geçmiş öğrenmelerinden hatırladıkları (DNA, azotlu baz, urasil) kavramların ortaya çıktığı görülmektedir.
3. KN 10-14 aralığında anahtar kavramların ve bu kavramlarla ilişkili cevap kelimelerin sayısında yüksek oranda bir artış olduğu görülmektedir. Tüm anahtar kavramların ortaya çıkışı bu aralıkta olmuştur. Hem anahtar kavramlar arasındaki ilişkinin ortaya çıkmaya başladığı hem de anahtar kavrama verilen cevap sayısında artış olduğu gözlenmiştir. (Örneğin, DNA, replikasyon anahtar kavramlarının ligaz enzimi, azotlu baz gibi diğer anahtar kavramlar ile arasındaki ilişki ve ayrıca nükleotid, RNA, süreklilik gibi cevap kelimeler ortaya çıkmıştır.) Ön-testte bu aralıkta anahtar kavramlar arasındaki ilişkilerin görülmesinin nedeni bazı kavramlarla daha önce karşılaşmış olmaları veya ön testin uygulanması sırasında ilk olarak karşılaştıkları anahtar kavramları sonraki kavramlara cevap olarak yazmaları olabilir.
4. KN 5-9 aralığında hem anahtar kavramların birbirleri ile olan ilişkileri hem de yalnızca kendileriyle ilişkili kelimeler daha net şekilde görülmüştür. Bunlarla beraber çeşitli kavram yanılgıları da görülmektedir. Örneğin, öğrenciler azotlu baz ile şeker kavramını ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca öğrenciler ligaz enzimi ile substrat, replikasyon orijiniyle de geometri kavramlarını ilişkilendirerek kavram yanılgılarını ortaya koymuşlardır.

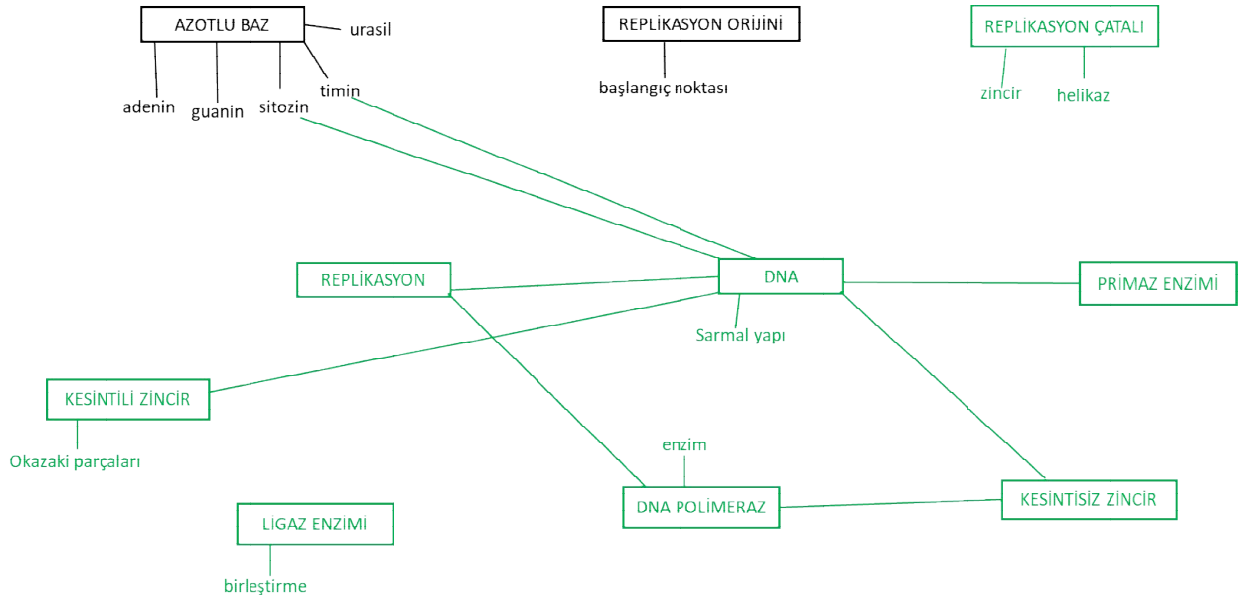
Üç haftalık ders anlatımı sonunda KİT son-test olarak tekrar uygulanmış ve buna göre aşağıda Şekil 2'de yer alan ikinci kavram ağı oluşturulmuştur.



kesme noktası 20 ve yukarısı

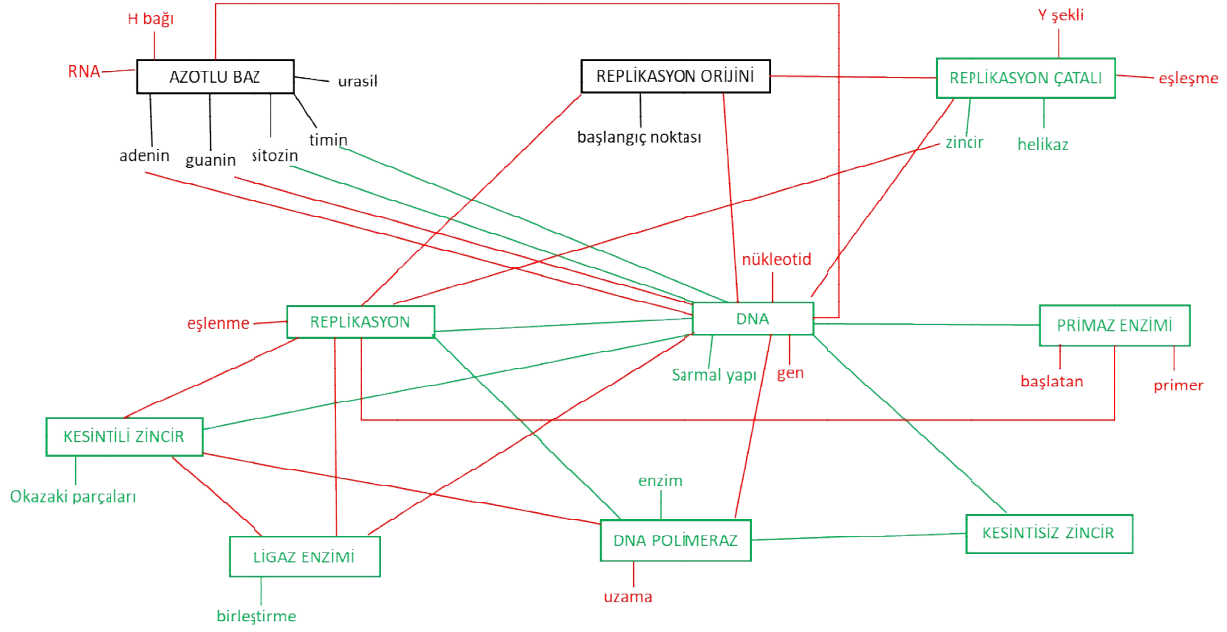


kesme noktası 15-19 aralığı

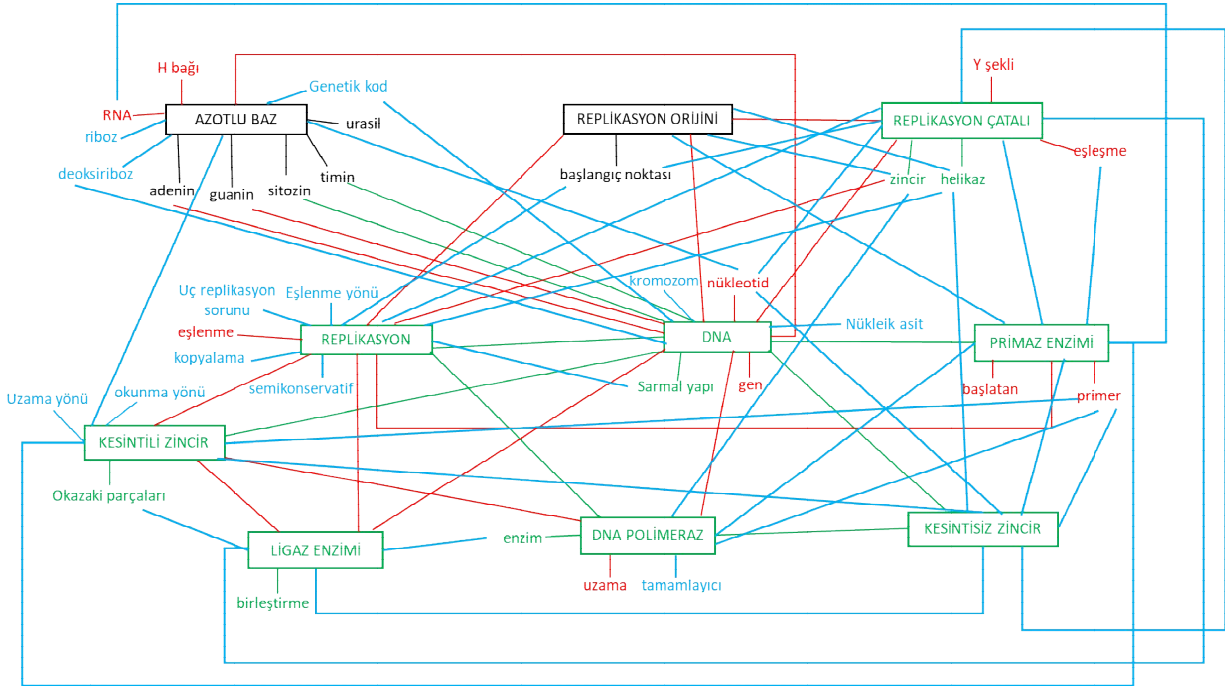


kesme noktası 10-14 aralığı





kesme noktası 5-9 aralığı



Şekil 2. Anahtar Kavramlardan Faydalanılarak Oluşturulan Kavram Ağı

Şekil 2’de yer alan kesme noktalarına (KN) göre oluşturulmuş kavram ağı sonuçlarını şu şekilde açıklanabilir:

1. KN 20 ve yukarısında ön test kavram ağına göre anahtar kavram ve cevap kelime miktarının daha az olduğu ve anahtar kavramlar arasında henüz ilişki kurulmadığı görülmektedir.
2. KN 15-19 aralığında tüm anahtar kavramların ortaya çıktığı görülmektedir. Ön testte ise tüm anahtar kavramlar KN 10-14 aralığında ortaya çıkmıştı. Bu veri öğrencilerde yeni kavram öğreniminin gerçekleştiğini ve sadece genel kelimelerin değil daha detaylı bilimsel



kelimelerinde öğrenildiğini göstermektedir. Bir başka deyişle öğrencilerde kavramsal değişim açısından pozitif bir gelişme söz konusudur. Örneğin ön testte kesintili zincir DNA ile ilişkilendirilirken son testte DNA'ya ek olarak Okazaki parçaları kavramıyla da ilişkilendirilmiştir. Buna ek olarak replikasyon çatalı ile ilgili ön testte karşımıza çıkmayan helikaz kavramı ortaya çıkmıştır.

3. KN 10-14 aralığında anahtar kavramlar arasındaki ilişkilerde ve bilimsel içerikli cevap kelimelerde artış gözlenmektedir. Örneğin, primaz enzimi anahtar kavramıyla ilişkili primer ve başlatan kavramları; DNA polimeraz anahtar kavramıyla ilişkili uzama kavramı son testte bu aşamada ortaya çıkmıştır.
4. KN 5-9 aralığında hem anahtar kavramların birbirleri arasındaki hem de anahtar kavramlarla cevap kelimeler arasındaki bütün ilişkileri gösteren kavram ağı görülmektedir. Bunun yanında ön testte yer alan DNA polimeraz ile ilişkilendirilen parçalanma kelimesi yerine uzama ve birleştirme kelimelerinin kullanılması yanlış bilgilerin düzeltildiğinin göstergesidir. Ön testte yer almayan birçok bilimsel içerikli kelime ortaya çıkmıştır. Örneğin, kesintili zincirle ilgili okunma yönü, uzama yönü; replikasyonla ilgili uç replikasyon sorunu, eşlenme yönü, semikonservatif buna örnektir.

Son test kavram ağı incelendiğinde, tüm anahtar kavramların ön teste göre daha erken oluşması, anahtar kavramlara verilen cevap kelimelerin daha bilimsel içerikli olması ve bu kelimelerdeki nicelik ve nitelik artışı kavramsal değişim ve gelişimin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, hem anahtar kavramlar arasında hem de anahtar kavramlarla cevap kelimeler arasındaki bağlantıların artışı yapılan öğretimin verimli ve etkili olduğu, kavramsal değişimin yüksek oranda gerçekleştiğini gösterebilir.

Öğrencilerin ön test ve son testte anahtar kavramlarla ilgili yazdıkları cümleler incelenmiş ve içerdikleri bilgi türüne göre sınıflandırılmışlardır. Kavram yanlışlığı bulunduran cümleler sınıflandırılırken öğrencilerin anahtar kavramlara cümle içerisinde bilimsel anlamlar yüklemeye çalıştığı fakat bu kavramları yanlış ve farklı anlamı olan ifadelerle ve kavramlarla karıştırarak kurdukları cümleler bu sınıfa alınmıştır. Buna göre aşağıdaki ön test ve son teste ait frekans tabloları oluşturulmuştur (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2. Öğrencilerin Ön Testte Anahtar Kavramlarla İlgili Kurduğu Cümlelerin Frekans Tablosu

Anahtar Kavramlar	Bilimsel Bilgi İçeren Cümle Sayısı	Bilimsel Olmayan veya Yüzeysel Bilgi İçeren Cümle Sayısı	Kavram Yanlışlığı İçeren Cümle Sayısı	Boş
DNA	4	1	1	24
Replikasyon	5	10	3	12
Azotlu Baz	0	7	1	22
Replikasyon Orijini	2	2	5	21
Replikasyon Çatalı	0	3	3	24
Primaz Enzimi	0	3	3	24
DNA Polimeraz	0	2	3	25
Ligaz Enzimi	0	2	2	26
Kesintili Zincir	0	0	3	27
Kesintisiz Zincir	0	1	2	27

Tablo 3. Öğrencilerin Son Testte Anahtar Kavramlarla İlgili Kurduğu Cümlelerin Frekans Tablosu



Anahtar Kavramlar	Bilimsel Bilgi İçeren Cümle Sayısı	Bilimsel Olmayan veya Yüzeysel Bilgi İçeren Cümle Sayısı	Kavram Yanılgısı İçeren Cümle Sayısı	Boş
DNA	4	7	0	19
Replikasyon	5	4	0	21
Azotlu Baz	3	9	0	18
Replikasyon Orijini	17	0	0	13
Replikasyon Çatalı	9	2	0	19
Primaz Enzimi	10	3	1	16
DNA Polimeraz	9	6	0	15
Ligaz Enzimi	10	1	1	18
Kesintili Zincir	6	9	0	15
Kesintisiz Zincir	8	5	0	17

Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde, ön test ve son test arasında kavramsal değişim açısından olumlu gelişme olduğu görülmektedir. Ön testte bilimsel bilgi içeren cümle sayısının az olduğu ve her kavram için kavram yanılgısı içeren en az bir cümlenin öğrenciler tarafından kurulduğu görülmektedir. Replikasyon kavramında kurulan bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle sayısının son teste göre ön testte fazla olmasının sebebi kavram yanılgısı içermesidir. Son testte hem bilimsel bilgi bulunan cümle sayısının hem de bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi bulunan cümle sayısının arttığı ve buna bağlı olarak da kavram öğreniminin gerçekleştiği düşünülmektedir. Son testte ön teste göre, boş sayısı azalmıştır fakat hala çok fazla boş (yazılmamış cümle) olmasının sebebinin öğrencilere verilen sürenin yetmemesinden veya anlamlı cümle kuramamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, tabloda yer alan sayısal veriler öğrencilerin kavramsal değişim sürecinin bilimsel yönlü gerçekleştiğini ve kavram yanılgılarının giderildiğini göstermektedir.

Tablo 4. Ön Test Verileriyle İlgili Elde Edilen Cümlelerden Örnekler



<i>Anahtar Kavramlar</i>	<i>Bilimsel Bilgi İçeren Örnek Cümleler</i>	<i>Bilimsel Olmayan veya Yüzeysel Bilgi İçeren Örnek Cümleler</i>	<i>Kavram Yanılgısı İçeren Örnek Cümleler</i>
<b>DNA</b>	Kalıtsal materyali taşır. Nükleotidlerden oluşur. Hücrenin çekirdeğinde bulunan genetik koddur.	Anne babadan gelir.	Kalıtımı etkileyen faktörler.
<b>Replikasyon</b>	DNA'nın kendini kopyalamasına replikasyon denir. DNA'nın kendini eşlemesine replikasyon denir. Hücre bölünmesinin hazırlık sürecinde olur.	DNA sayısı iki katına çıkar. Maddenin kendini yinemesidir. Gen kopyalama	DNA aşamasıdır. DNA'da gerçekleşir. DNA'nın genlerinin ibrakç işlemle tepkimesi.
<b>Azotlu Baz</b>		Azotlu bazlar biyoloji için önemlidir. DNA'da vardır. ATP 5 Karbonlu yapıda olup azotlu baz içerir.	Genin içindeki nükleotid.
<b>Replikasyon Orijini</b>	DNA kendini eşlerken replikasyonun başladığı noktadır. Replikasyonun başladığı yer.	Tekrarlamanın başlangıcı. Kromozomun ilk ikileştiği an.	DNA replikasyonu sırasında olayın merkezidir. Replikasyon merkezidir. Mitoz ve mayozda kromozomların metafaz plağında bulunduğu bölge.
<b>Replikasyon Çatalı</b>		Çatal şeklinde ayrılma. İkiye ayrılma. Replikasyonun Y şeklindeki bölgeleri.	Replikasyonun ayrıldığı yer. DNA'nın genlerinin ayrılma yeridir. Parçaların birbirine eklenmesi.
<b>Prmaz Enzimi</b>		Birincil yapının oluşmasını sağlayan enzim. Sentezin başlamasına neden olur. DNA replikasyonunda rol oynar.	DNA'da kullanılan enzim. Bir molekülü yıkan enzimdir. Protein yapıda parçalama enzimidir.
<b>DNA Polimeraz</b>		DNA'nın kendini eşlemesi için gerekli enzim. Zinciri kopyalar.	DNA'yı hızlandıran enzim. DNA'nın oluşmasını sağlayan enzim. Parçalayıcı enzim.
<b>Ligaz Enzimi</b>		Parçaları birleştirir. Parçaların birbirine eklenmesini sağlar.	DNA'daki iki sarmalı birleştirme. DNA tamirinde rol alır.
<b>Kesintili Zincir</b>			Replikasyonda eksik kalan zincir. DNA zincirinde oluşan kopukluk. DNA zincirinde kopan kısımlar.
<b>Kesintisiz Zincir</b>		Kesintili olmayan zincir.	DNA zincirinde hata olmaması. Zincirin eksiksiz olmasıdır.

Tablo 5. Son Test Verileriyle İlgili Elde Edilen Cümlelerden Örnekler



Anahtar Kavramlar	Bilimsel Bilgi İçeren Örnek Cümleler	Bilimsel Olmayan veya Yüzeysel Bilgi İçeren Örnek Cümleler	Kavram Yanılgısı İçeren Örnek Cümleler
<b>DNA</b>	DNA şekerli deoksiriboz olan bir nükleik asittir. DNA; adenin, timin, guanin ve sitozinden oluşur. Genetik materyali taşıyan nükleik asittir.	Çift ipliklidir. Genetik özellikleri belirler. DNA eşlenir.	
<b>Replikasyon</b>	DNA'nın kalıp zincirine uygun olarak yeni zincirin eşlenmesidir. DNA'nın kopyalanma işlemidir. Replikasyon konservatif veya semikonservatif olarak gerçekleşir.	Kalıtımın temelini oluşturan bir süreçtir. Baz eşlemesi yapılır. Enzim ile başlar.	
<b>Azotlu Baz</b>	Adenin ve guanin çift halkalı bazlardır. DNA'da adenin, guanin, sitozin ve timin olmak üzere 4 tane bulunur. Adenin ve guanin pürin, timin ve sitozin pirimidin bazlardır.	Azot atomu bulundurulur. Nükleotidde bulunur. DNA bulundurulur.	
<b>Replikasyon Orijini</b>	Replikasyonun başladığı bölgedir. Kromozom üstünde ikileşmenin başladığı ilk bölge.		
<b>Replikasyon Çatalı</b>	DNA'nın iki zincirinin açıldığı yere denir. Helikazın DNA'yı ayırmasıyla açılan kısma denir. DNA'nın Y şeklinde açıldığı yer.	Helikaz enzimi kullanılır. DNA açılır.	
<b>Primaz Enzimi</b>	Replikasyon sırasında başlangıç kodunu oluşturan enzim. DNA zincirinin sentezini başlatmak için kullanılır. Primer yapımını sağlar.	Replikasyona yardım eder. Başlangıcı tanır. Görev alır.	Kesintili olan yeri primaz sarar.
<b>DNA Polimeraz</b>	RNA'yı DNA'ya çevirerek zinciri uzatır. RNA'yı DNA yapar ve zinciri uzatır. İpliğin uzamasını ve DNA ile RNA'nın yer değiştirmesini sağlar.	Yeni zincir oluşturur. DNA ipliğini kalıp olarak kullanır. Zinciri tamamlar.	
<b>Ligaz Enzimi</b>	Zincire şeker ve fosfat bağlar. Kesintili zincirdeki parçaları birleştirir. DNA zincirlerini birbirine bağlar.	Parçaları mühürleyerek sabitler.	Birbiriyle tutan enzim.
<b>Kesintili Zincir</b>	Okazaki parçalarından oluşan zincire denir. 5'-3' yönünde sentezlenir. Zincir parça parça sentezlenir.	Zincirin kesintiye uğmasıyla oluşur. DNA replikasyonunda oluşan bir zincir. Aralıklı devam eden zincir.	
<b>Kesintisiz Zincir</b>	DNA replikasyonunda 3'-5' ucuna doğru eksiksiz sentezlenen zincir. Sürekli olarak bazların eşlenmesiyle oluşur. Replikasyon çatalına doğru sentezlenir.	Bütün haldedir. Kesintisiz devam eder. Kesintiye uğramamış olan zincirdir.	

Öğrencilerin ön test ve son testte kurdukları cümlelere ait tablolar incelendiğinde, hem ön testte hem de son testte bilimsel bilgi içeren cümle kurdukları görülmüştür. Son testte, bilimsel bilgi içeren cümle sayısının arttığı ve kurulan cümlelerin daha bilimsel içerikli ve nitelikli olduğu görülmektedir. Ön teste göre son testte, yüzeysel bilgi içeren cümle sayısında ve bu cümlelerin niteliğinde artış görülmektedir. Ayrıca, son testte ön teste göre kavram yanılgısı içeren cümlelerin sayısının azaldığı görülmektedir (10 kavramdan 8'inde kavram yanılgıları giderilmiştir). Primaz enzimi ile ilgili yanılğı ön testte enzim olmasından dolayı



parçalayıcı olduğunun düşünülmesinden kaynaklanırken son testte kesintili kısmı primaz enziminin sardığı şekilde farklı bir yanılığa sahip olmuştur. Bu sonuçlara bakılarak, yeni kavram öğreniminin gerçekleştiği ve var olan yanlış öğrenmelerin düzeltildiği söylenebilir. Ayrıca, son testte ortaya çıkan farklı yanılığara bakılarak kavramsal değişimin her zaman istenilen şekilde olumlu yönde olamayabileceği görülmektedir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, konu anlatımı öncesi ve sonrasında ön test ve son test olarak Kelime İlişkilendirme Testi uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen ön test ve son test verilerinden yola çıkılarak frekans tabloları ve kavram ağları oluşturulmuştur. Oluşturulan kavram ağları kesme noktası tekniğine göre düzenlenmiştir. Frekans tabloları ve kavram ağları dikkate alındığında ön testte öğrencilerin kavramlarla ilgili yanılığara sahip oldukları ve öğrencilerin konuyla tam olarak ilgisi olmayan ve yanılığara içeren ön bilgileri olduğu görülmüştür.

Ön test verileri ile oluşturulan kavram ağları (Şekil 1) incelendiğinde anahtar kavram ve bu kavramla ilişkilendirilen kelime sayısındaki artışın az miktarda olduğu ve öğrencilerin geçmiş öğrenmelerinden hatırladıkları DNA, azotlu baz ve urasil gibi kavramların ortaya çıktığı görülmektedir.

Ön testin kesme aralığı daraldıkça anahtar kavramlar arasındaki ilişkinin daha net şekilde ortaya çıkmaya başladığı ve anahtar kavrama verilen cevap sayısında artış olduğu görülmektedir. Örneğin, DNA, replikasyon anahtar kavramlarının ligaz enzimi, azotlu baz gibi diğer anahtar kavramlar ile arasındaki ilişki ve ayrıca nükleotid, RNA, süreklilik gibi cevap kelimeler ortaya çıkmıştır. Ön testte bu aralıklarda anahtar kavramların ve bu kavramlarla ilişkili cevap kelimelerin sayısında yüksek oranda bir artış görülmesinin nedeni bazı kavramlarla daha önce karşılaşmış olmaları veya ön testin uygulanması sırasında ilk olarak karşılaştıkları anahtar kavramları sonraki kavramlara cevap olarak yazmaları olabilir. Ön test sonuçlarında bunlarla beraber çeşitli kavram yanılığarı da görülmektedir. Örneğin, ligaz enzimi ile substrat, replikasyon orijiniyle de geometri kavramlarını ilişkilendirerek kavram karmaşalarını ortaya koymuşlardır. Öğretmen adaylarının biyoloji alanındaki çeşitli konularda eksik ve hatalı bilgilerinin olduğu benzer çalışmalarda da (Bektaşlı, 2018; Kurt & Ekici, 2013b; Selvi & Yakışan, 2004) saptanmıştır.

Öğretim sonrası uygulanan son testte ise öğrencilerin daha bilimsel bilgilere sahip oldukları, ön testte ortaya çıkan kavram yanılığarının giderildiği, kavram öğrenimlerinin gerçekleştiği, kavramlar arası daha anlamlı ilişkiler kurulduğu ve anahtar kavramlarla ilişkilendirdikleri cevap kelimelerin daha tutarlı bir alanda dağılım gösterdiği görülmüştür.

Son test verileri ile oluşturulan kavramlar ağları (Şekil 2) incelendiğinde tüm anahtar kavramların KN 15-19 aralığında ortaya çıktığı görülmektedir. Ön testte ise tüm anahtar kavramlar KN 10-14 aralığında ortaya çıkmıştı. Bu veri öğrencilerde yeni kavram öğreniminin gerçekleştiğini ve daha detaylı bilimsel kelimelerinde öğrenildiğini göstermektedir. Örneğin ön testte kesintili zincir DNA ile ilişkilendirilirken son testte DNA'ya ek olarak Okazaki parçaları kavramıyla da ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, replikasyon çatalı ile ilgili ön testte karşımıza çıkmayan helikaz kavramı ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle öğrencilerde kavramsal değişim açısından pozitif bir gelişme olduğu görülmektedir.

Ayrıca, Tablo 1 incelendiğinde, ön testte anahtar kavramlara verilen toplam cevap kelime sayılarında primaz enzimi ve kesintili zincir kavramları dışındaki anahtar kavramlara cevap olarak verilen kelime sayılarında son testte artış olduğu görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak çoğu kavramın anlaşılmasında bir gelişme olduğu söylenebilir. Son testte kavramlar arasındaki ilişkilerde ve bilimsel içerikli cevap kelimelerde gözlenen artış buna örnektir. Örneğin, primaz enzimi anahtar kavramıyla ilişkili primer ve başlatan kavramları; DNA polimeraz anahtar kavramıyla ilişkili uzama kavramı ortaya çıkmıştır.

Ön testte yer alan DNA polimeraz ile ilişkilendirilen parçalanma kelimesi yerine uzama ve birleştirme kelimelerinin kullanılması yanlış bilgilerin düzeltildiğinin göstergesidir. Ön testte yer almayan birçok bilimsel içerikli kelime son testte ortaya çıkmıştır; kesintili zincirle ilgili okunma yönü, uzama yönü; replikasyonla ilgili uç replikasyon sorunu, eşlenme yönü, semikonservatif bu duruma örnektir.

Son test kavram ağı incelendiğinde, tüm anahtar kavramların ön teste göre daha erken oluşması, anahtar kavramlara verilen cevap kelimelerin daha bilimsel içerikli olması ve bu kelimelerdeki nicelik ve nitelik artışı kavramsal değişim ve gelişimin olduğunu desteklemektedir. Ayrıca, anahtar kavramlar ve anahtar kavramlarla cevap kelimeler arasında kurulan bağlantıların artışı yapılan öğretimin verimli ve etkili olduğu, kavramsal değişimin yüksek oranda gerçekleştiğini gösterebilir.

Ön testte bilimsel bilgi içeren cümle sayısının az olduğu ve her kavram için kavram yanılığası içeren en az bir cümlenin öğrenciler tarafından kurulduğu görülmektedir. Son testte hem bilimsel bilgi bulunan cümle sayısının hem de bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi bulunan cümle sayısının arttığı ve buna bağlı



olarak da kavram öğreniminin gerçekleştiği düşünülmektedir. Son testte ön teste göre, boş sayısı azalmıştır fakat hala çok fazla boş (yazılmamış cümle) olmasının sebebinin öğrencilere verilen sürenin yetmemesinden veya anlamlı cümle kuramamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ercan ve Taşdere (2010) de çalışmalarında yazılmamış cümlelerin öğrencilerin bu kavramları kavramsal düzeyde ve anlamlı olarak öğrenemediğini gösteren bir bulgu olabileceğini belirtmişlerdir.

Öğrencilerin ön test ve son testte kurdukları cümlelere ait tablolar (Tablo 4 ve Tablo 5) incelendiğinde, hem ön testte hem de son testte bilimsel bilgi içeren cümle kurdukları görülmüştür. Son testte, bilimsel bilgi içeren cümle sayısının arttığı ve kurulan cümlelerin daha bilimsel içerikli ve nitelikli olduğu görülmektedir. Ön teste göre son testte, yüzeysel bilgi içeren cümle sayısında ve bu cümlelerin niteliğinde artış görülmektedir. Ayrıca, son testte ön teste göre kavram yanlışlığı içeren cümlelerin sayısının azaldığı görülmektedir.

Primaz enzimi ile ilgili yanlış ön testte enzim olmasından dolayı parçalayıcı olduğunun düşünülmesinden kaynaklanırken son testte kesintili kısmı primaz enziminin sardığı şeklinde farklı bir yanlışlığa sahip olmuştur. Bu sonuçlara bakılarak, yeni kavram öğreniminin gerçekleştiği ve var olan yanlış öğrenmelerin düzeltiltiği söylenebilir. Ayrıca, son testte ortaya çıkan farklı yanlışlıklara bakılarak kavramsal değişimin her zaman istenilen şekilde olumlu yönde olamayabileceği görülmektedir.

Sonuç olarak; frekans tablolarından faydalanılarak anahtar kavramlarla ilişkilendirilen cevap kelimelerin ön test ve son test verileri kıyaslandığında; öğrencilerin öğretim sonrasında daha nitelikli kavramlara sahip olduğu görülmüş ve bu durum öğrencilerde olumlu yönde kavramsal değişim olduğunu ve konunun öğrenildiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ön test ve son testte anahtar kavramlarla ilgili kurulan cümlelerin niteliğindeki artışın çok fazla olmamasının sebebi, bulgular kısmında da bahsedildiği gibi, verilen sürenin öğrenciler için yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmada kelime ilişkilendirme testi öğrencilerin kavram yanlışlıklarını ve kavramsal gelişimlerini ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, kelime ilişkilendirme testinin benzer çalışmalardaki gibi (Bahar & Özatlı, 2003; Bilici, 2016; Tokcan & Yiter, 2017; Kaya & Akış, 2015; Polat, 2013) hem kavram yanlışlıklarının belirlenmesinde hem de kavramsal değişimin gözlemlenmesinde kullanılabilirliğini göstermiştir. Ercan ve diğerleri (2010) yaptığı çalışmada belirttiği gibi öğrencilere uygulanan ön test ile son test sonuçları kıyaslandığında; öğretim sonunda öğrencilerin kavramsal değişiminin olumlu yönde geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak; yapılan benzer çalışmalarda da (Tokcan & Yiter, 2017) belirtildiği gibi KİT'lerin; kavramsal değişimi tespit etmede, bilişsel yapıyı ortaya çıkarmada ve kavram yanlışlıklarını belirlemede etkili olduğu belirlenmiştir.

## **ÖNERİLER**

KİT; derslerin başında öğrencilerin ön bilgilerini ölçmek, ders sonlarında konuların ne oranda anlaşıldığını belirlemek gibi amaçlarla da kullanılabilir. Bu gibi yönleriyle KİT; daha çok fen bilimlerindeki farklı konu alanlarında kullanılmış olsa da; sosyal bilimler gibi farklı öğrenme alanlarında da öğretmenler, akademisyenler ve eğitimciler tarafından işlenen konuların öğrenilme düzeylerini, kavramsal değişimi veya kavram yanlışlıklarını tespit etmek amacıyla kullanılabilir.

Öğrencilerde yerleşen ve kalıcı hale gelen kavram yanlışlıklarında öğretmenlerin de rol oynadığı ifade edilmektedir (Yağbasan & Gülçiçek, 2003). Bu nedenle öncelikle öğretmen adaylarının eğitim sürecinde kavramsal gelişimin ve yanlışlıkların tespiti yapılmalıdır. Ayrıca öğretmenlere meslek öncesi eğitimlerinde kavram yanlışlıklarını nasıl tespit edecekleri ve öğrencilerinde ortaya çıkan yanlışlıkları nasıl düzeltebilecekleri de öğretilmelidir. Bu şekilde yetiştirilecek öğrencilerinde yanlış öğrenmeleri en aza indirgenebilir, önlenabilir.

Çalışmalar, geleneksel öğretim yöntemleriyle kavram yanlışlıklarının giderilmesinin güç olduğunu; aynı zamanda öğrencinin doğru kavramları geliştirmesinde de yeterli olmadığını göstermiştir (Tekkaya & Balcı, 2003). Öğretmenler KİT'i geleneksel ve farklı öğretim yöntemleri kullanarak anlatım yaptıkları dersler sonrasında uygulayarak; kavram yanlışlığı oluşumunu önlemede etkili olan öğretim yönteminin hangisi olduğunu tespit edebilir ve derslerini işlemeye o yöntemle devam edebilirler.

DNA replikasyonunun; diğer kavramlarıyla da ilgili konuyu daha detaylı şekilde kapsayacak ve genel olarak öğrenmenin ne düzeyde olduğunu tespit etmeye yönelik bir çalışma yapılabilir.

Ortaya çıkan yanlışlıklarla ilgili öğrencilerle görüşme yapılarak daha detaylı veriler elde edilmesi sağlanabilir.



Bu araştırma, İstanbul ilinde bir devlet üniversitesindeki 2. sınıf öğrencileri üzerine yapılmıştır. Uygulama alanı ve üniversite sayısı genişletilerek daha çok veri elde edilecek bir çalışma şeklinde de uygulanabilir.

Araştırma; uygulama yapılan öğrenciler mezun olduktan ve mesleğe başladıktan sonra tekrar onlara ve öğrencilerine uygulanarak bu konularla ilgili bilgilerini öğrencilerine ne düzeyde aktardıkları veya öğrencilerinde kavram yanlışlığı olup olmadığına bakılabilir.

#### KAYNAKÇA

- Akgün, A., Gönen, S., & Yılmaz, A. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının karışımların yapısı ve iletkenliği konusundaki kavram yanlışlıkları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 1-8.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Sutcliffe, R. G. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education*, 33, 134-141.
- Bahar, M., & Özatlı, S. (2003). Kelime iletişim testi yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5, 75-85.
- Bektaşlı, F. (2018). Fen ve biyoloji öğretmen adaylarının arkebakteri, bakteri ve protista âlemleri hakkındaki bilgi düzeyleri ve kavram yanlışlıkları. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Bilici, S. C. (2016). An examination of science teachers' knowledge structures towards technology. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(5), 571-586.
- Bozdağ, H. C., & Ok, G. (2019). Altıncı sınıf öğrencilerinin hücre konusundaki bilgi farkındalıkları ile kavram yanlışlıklarının dört aşamalı test ile belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 200-226.
- Bozyiğit, R., & Kaya, B. (2017). Coğrafya öğretmen adaylarının doğal afetlerle ilgili bazı kavramlar hakkındaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *Marmara Geographical Review*, 35, 55-67.
- Deveci, E. (2019). Biyoloji öğretmen adaylarının protein sentezi konusundaki teknolojik pedagojik alan bilgisi. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Dikmenli, M., Cardak, O., & Kiray, S. A. (2011). *Science student teachers' ideas about the 'gene' concept*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2609-2613.
- Ercan, F., & Taşdere, A. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TÜFED)*, 7(2).
- Ercan, F., Taşdere, A., & Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 136-154.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Howell, M. E., Booth, C. S., Sikich, S. M., Helikar, T., Roston, R. L., Couch, B. A., & van Dijk, K. (2019). Student Understanding of DNA Structure-Function Relationships Improves from Using 3D Learning Modules with Dynamic 3D Printed Models. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(3), 303-317.
- Kalın, B., & Arıkal, G. (2010). Misconceptions possessed by undergraduate students about the topic solutions. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 177-206.
- Karakırık, G., & Kabapınar, F. Kavram karikatürü temelinde tasarlanan öğretimin 9. Sınıf öğrencilerinin atom yarıçapı kavramını öğrenmelerine etkisi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 4(2), 113-144.
- Kaya, B., & Akış, A. (2015). Coğrafya öğrencilerinin "hava" kavramıyla ilgili bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi ile belirlenmesi. *Turkish Studies International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(7), 557-574.
- Kaya, M. F., & Taşdere, A. (2016). İlkokul Türkçe eğitimi için alternatif bir ölçme değerlendirme tekniği: Kelime ilişkilendirme testi (KİT). *Electronic Turkish Studies*, 11(9).
- Krall, R. M., Lott, K. H. & Wymer, C.L. (2009). Inservice elementary and middle schoolteachers' conceptions of photosynthesis and respiration. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 41-55.
- Kurt, H., & Ekici, G. (2013a). Biyoloji öğretmen adaylarının bağımsız kelime ilişkilendirme testi ve çizme-yazma tekniğiyle osmoz kavramı konusundaki bilişsel yapılarının belirlenmesi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(12), 809-829.
- Kurt, H., & Ekici, G. (2013b). Biyoloji öğretmen adaylarının bakteri konusundaki bilişsel yapılarının ve alternatif kavramlarının belirlenmesi. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(8), 885-910.
- Kurt, H., & Ekici, G. (2013). What is a virus? Prospective biology teachers' cognitive structure on the concept of virus. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(3), 736-756.
- Işıkli, M., Taşdere, A., & Göz, N. L. (2011). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla öğretmen adaylarının Atatürk ilkelerine yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 50-72.
- İçin, M. (2007). *Yabancı-yeni biyolojik kavramların Türkçeleştirilmesinde uygulanan yöntemler, kurallar ve mantık sistemleri* (Yayımlanmamış Y. Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özatlı, N. S., & Bahar, M. (2010). Öğrencilerin boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konulması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Dergisi*, 10 (2), 9-26.
- Özay Köse, E., & Gül, Ş. (2016). Biyoloji öğretmen adaylarının Türkçe ve yabancı biyoloji terimlerini kullanım tercihleri, *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7 (3), 2016,1-10, DOI: 10.19160/e-ijer.71682.
- Pelaez, N.J., Boyd, D.D., Rojas, J.B., & Hoover, M.A. (2005). Prevalence of blood circulation misconceptions among prospective elementary teachers. *Advances in Physiological Education*, 29, 172-81.
- Polat, G. (2013). 9. sınıf öğrencilerinin çevreye ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme test tekniği ile tespiti. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(1), 97-120.
- Saka, A., Cerrah, L., Akdeniz, A. R., & Ayas, A. (2006). A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they image the gene, DNA and chromosome?. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 192-202.
- Selvi, M., & Yakışan, M. (2004). Üniversite birinci sınıf öğrencilerinin enzimler konusu ile ilgili kavram yanlışlıkları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 173-182.





- Soylu, H., & İbiş, M. (1999, 23-25 Eylül). Bilgisayar destekli fen bilgisi eğitimi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu bildiriler kitabı içinde (ss. 220-227). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fak. Dergisi*, 24, 101-107.
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- Terry, C. (1985). Children's conceptual understanding of forces and equilibrium. *Physics Education*, 20(4), 162-165.
- Tokcan, H., & Yiter, E. (2017). 5. sınıf öğrencilerinin doğal afetlere ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla incelenmesi. *Ali Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)* 18(1), 115-129
- Uzoğlu, M. & Aktürk, F. (2019). Beşinci sınıf öğrencilerinin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesinde mektup yazma aktivitesinin kullanılması. *Kastamonu Education Journal*, 27(5), 2043-2055. doi:10.24106/kefdergi.3281
- Uzun, N., Özsoy, S., & Keleş, Ö. (2010). Öğretmen adaylarının biyolojik çeşitlilik kavramına yönelik görüşleri. *Biyoloji Bilimler Araştırma Dergisi*, 3(1), 85-91.
- Ünlü, A., & Öztaş, H. (2015). İlköğretim öğrencilerinde kalıtımla ilgili kavram yanlışları. Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, G. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 110-128.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yüce, Z., & Önel, A. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının biyoçeşitliliğe ilişkin kavramsal ilişkilendirme düzeyleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 326-341.
- Yürük, N., & Çakır, Ö. S. (2000). Lise öğrencilerinde oksijenli ve oksijensiz solunum konusunda görülen kavram yanlışlarının saptanması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 185-191.

