

ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research

Cilt: 14 Sayı: 77 Nisan 2021 & Volume: 14 Issue: 77 April 2021

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

ORTAK BİLGİ YAPILANDIRMA MODELİNİN SU KİRLİLİĞİ KONUSUNDA FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KAVRAMSAL ANLAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

THE EFFECT OF COMMON KNOWLEDGE CONSTRUCTION MODEL ON PROSPECTIVE SCIENCE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDINGS ON WATER POLLUTION

Hülya BALABAN*
Rabia ÖZDEMİR**

Öz

Yeryüzü suları, güneşin sağladığı enerjiyle bir döngü içerisinde. İnsanlar, suyun döngüsünde etkin bir rol oynamaktadır. Bu süreçte suya karışan maddeler suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek su üzerinde kirliliğe sebep olmaktadır. Tüm canlılar bu kirlilikten yaşamsal süreçlerinde olumsuz etkilenmektedir. Bu çalışmada, su kirliliği konusunda ortak bilgi yapılandırma modeli ile yürütülen öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Ön test-son test kontrol grupsuz yarı deneysel yöntemin kullanıldığı bu çalışma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi 4. sınıfta öğrenim gören 18 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) kullanılmıştır. Ön test ve son testteki sonuçlarını değerlendirebilmek için, anahtar kavramlara verilen cevapların her biri incelenmiştir. Hangi anahtar kavram için hangi kelimelerin kaç kez tekrarlandığını gösteren bir frekans tablosu ve kavram ağları oluşturulmuştur. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının anahtar kavramlara verdikleri kelime sayısı bakımından son test lehine bir artış olduğu görülmektedir. Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin (OBYM) su kirliliği konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. OBYM ile ilgili daha çok çalışmalara yer verilmeli, öğretmenlerin bu modeli derslerinde etkin olarak kullanmalarını teşvik edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli, Öğretmen Adaylarının Kavramsal Anlama Düzeyleri, Su Kirliliği.

Abstract

Surface waters are in a cycle with the energy provided by the sun. Humans play an active role in this cycle of water. In this process, the substances that are mixed in water change the physical, chemical and biological properties of the water and cause pollution on the water. All living organisms are adversely affected by this pollution in their vital processes. The aim of this study used of Common Knowledge Construction Model is to determine the effect of science teacher candidates on conceptual understanding of water pollution. This study was carried out with 18 science teachers' candidate in the 4th grade of Trabzon University Fatih Education Faculty in the fall semester of 2018-2019 academic years. In the study, pre-test and post-test semi-experimental method without control group was used. Word Association Test (WAT) was used as data collection tool. In order to evaluate the results of the pre-test and post-test, each of the answers given to the key concepts was examined. A frequency table and concept networks were formed. As a result, it is seen that there is an increase in the number of words given to the key concepts in favor of the post-test. It was found out that the Common Knowledge Construction Model (CKCM) had an impact on the conceptual understanding of teacher candidates about water pollution. More studies related to CKCM should be included and teachers should be encouraged to use this model effectively in their courses.

Keywords: Common Knowledge Construction Model (CKCM), Prospective Teachers' Conceptual Understanding Levels, Water Pollution.

* Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Eğitimi ABD, ORCID: 0000-0002-3656-4049, hulyadem76@hotmail.com, hulyabalaban@trabzon.edu.tr,

** Trabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi, r7zdmr@hotmail.com



1. GİRİŞ

Çevre; insan ve diğer canlıların yaşamlarını sürdürdükleri, karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları sosyal, kültürel, fiziki ve biyolojik ortamdır. Doğal dengenin sağlanması için temel unsurlar olan hava, su ve toprak üzerindeki olumsuz değişimlerle ortaya çıkan çevre sorunları, canlı hayatını olumsuz yönde etkilemektedir (Kıryak ve Çalık, 2018). İnsanların içinde bulunduğu doğal çevreyi hızla artan teknolojik gelişmelerle birlikte değiştirme hareketleri, sanayi ve kentleşme oranındaki artış çevre kirliliğine yol açmaktadır (Dinç ve Üztemur, 2016). Aynı şekilde insan faaliyetleri sonucu sudaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerde görülen olumsuz değişimlerin tümü su kirliliği olarak ele alınmaktadır. Sanayi ve evsel atıklar, bitki/böcek ilaçları, hayvansal atıklar, toksik maddeler, gübre ilaçları suyu kirleten en önemli kaynaklar olarak bilinmektedir (Yiğitkaya, 2019). Organik ve inorganik kirleticiler, alg patlamaları, mikroorganizmalar, virüsler ve bakteriler de su üzerinde kirletici olarak etkin rol oynamaktadırlar. Fiziksel, biyolojik ve kimyasal olarak ortaya çıkan kirlilik suyun rengi ve kokusunu da olumsuz yönde etkilemektedir (Demirbaş ve Pektaş, 2009).

Bilinçsiz kullanım sonucunda gittikçe tükenen su kaynakları ve suya karışan toksik maddelerin çeşitli hastalıklara ve salgınlara sebep olması, canlı hayatı ve ekosistem için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Kirliliğe sebep olan bu faktörlerin önüne geçebilmenin en önemli yollarından biri gerekli tedbirlerin alınması ve sürdürülebilir çevre eğitiminin bireylere kazandırılması ile mümkün olabilmektedir (Çiner, 2017). Çevre eğitimin temel amacı; içinde bulunduğu doğal çevreyi tanıyan, koruyan, toplumsal ve küresel sorunlara karşı çözüm arayan, çevre gelişimine gönüllü olarak katkıda bulunan, farkındalık sahibi bireyler yetiştirmektir. Bu sebeple ailede başlayan bu eğitimin okulda devam ettirilmesi, öğretmen ve öğrencilere çevre bilincinin kazandırılması büyük bir önem taşımaktadır (Dinç ve Üztemur, 2016).

Erken yaşlardan itibaren su eğitimi ve farkındalık konusunda yapılacak çalışmalar ile birlikte su bilinci sağlanabilmektedir (Özcan, 2019). Uluslararası literatür incelendiğinde, küçük yaşlardan itibaren öğretim programlarında su eğitimi konusu yer almaktadır (Massachusetts State Water Resources Authority, 1999). Su eğitimi için disiplinlerarası bir yaklaşım benimsenerek çeşitli derslerde bu konu ele alınmaktadır. Yaparak yaşayarak öğrenmenin temel alındığı etkinliklere öğretim programlarında yer verilmekte ve bu etkinliklere öğrencilerin aktif olarak katılımına fırsat sağlanmaktadır (Environmental Protection Agency, 1999). Türkiye’de ise su konusu ayrı olarak ele alınmamakta, çevre eğitimi alanında yapılan çalışmalar içerisinde yerini almaktadır. Öğretim programlarında su, su kirliliği ve su tasarrufu hakkında kazanımlar sınırlı olmakla beraber, yer alması gereken birçok kazanım verilmemektedir (Kabaş, 2004). Su kirliliği konusunda farkındalık kazandırılabilmesi için öncelikle öğretim programlarının iyileştirilmesi, su eğitimi konusuna önem verilmesi, öğretmenlerin bu konuda gerekli eğitimi almaları ve gelecek nesilleri bilinçlendirme konusunda istekli olmaları gerekmektedir (Akpınar, Küçükçankurtaran, Ünal Çoban, Yıldız, Öztürk, Yılmaz, Karadeniz ve Ergin, 2011).

Suyun korunumuna yönelik bilinç oluşturulmadığı sürece, bireylerin su kullanımına yönelik geliştirdikleri olumsuz davranışları değiştirmekte zorlanacakları kaçınılmazdır (Akpınar ve diğerleri, 2011). Bunun önüne geçebilmek için gelecek nesillerin farkındalık kazanmasında etkin rol oynayacak eğitimciler ve öğretmen adaylarının öncelikle su kirliliği konusunda farkındalık kazanmaları büyük bir önem arz etmektedir (Demirbaş ve Pektaş, 2009). Yapılandırmacı yaklaşım temel alınarak hazırlanan fen öğretim programlarında çevre eğitime önem verilmekte ve Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çevre eğitimi konusunda yeterli düzeyde bilgiye sahip olmaları; çevreye karşı olumlu davranış göstermeleri beklenmektedir (Çabuk ve Karacaoğlu, 2003). Bu nedenle çalışma, örneklem olarak Fen Bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür.

Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM), Ebenezer ve Connor (1998) tarafından geliştirilen öğrencileri araştırma ve sorgulamaya teşvik ederek bilgiyi yapılandırmalarına olanak sağlayan bir yaklaşımı benimsemektedir (Demircioğlu ve Vural, 2016). Bir öğretim ve öğrenim modeli olarak Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM), fenomenografiye ve Marton’un “Öğrenme Varyasyonu Teorisi’ne” dayanmaktadır. Fenomenografide bilgi insan ve dünya arasındaki etkileşimden ortaya çıkmakta ve birey bilgiyi bilişsel yapısına göre yapılandırmaktadır. Model aynı zamanda Piaget’in “Kavramsal Değişim Teorisi’ne” dayanmakta ve bireyin kendisinde var olan kavram yanılgılarını anlamasına yardımcı olarak, bilimsel anlamda doğru olarak kabul edilen bilgilere ulaşmalarını sağlamaktadır (Ebenezer, Chacko, Kaya, Kiran Koya ve Luke Ebenezer, 2010). Bilimin doğası ve Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) ilişkisinin



öğretim sürecinde bir bütün olarak ele alındığı bu model daha çok Fen Bilimleri ve Kimya derslerinde kullanılmaktadır. Özellikle soyut kavramların sıkça yer aldığı fen dersinin öğretim materyalleriyle desteklenerek somutlaştırılması, kavram yanlışlarının giderilmeye çalışılması konusunda OBYM tercih edilmektedir. Modelde kullanılan kavramsal değişim metinleri, kavram karikatürleri öğrencilerde var olan yanlışların nedenini ortaya çıkarmada ve bu yanlışların bilimsel bilgilerle yer değiştirmesinde etkili olmaktadır (Bakırcı ve Ensari, 2018). Ortak bilgi yapılandırma modelinin kullanıldığı bu çalışmada, su kirliliği hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları ortaya çıkarılmış ve yanlışları doğrultusunda kavramsal değişim sağlanmaya çalışılmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ortak bilgi yapılandırma modelinin su kirliliği konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini belirlemektir.

2. YÖNTEM

Çalışmada ön test-son test kontrol grupsuz yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Tek bir grup ile Ortak Bilgi Yapılandırma Modeline yönelik öğretim yapılmıştır. Bu yöntem deney ve kontrol grubunu karşılaştırmanın uygun olmadığı durumlarda kullanılmaktadır (Bakırcı ve Yıldırım, 2017).

2.1. Örneklem

Çalışma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Trabzon Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi 4. sınıfta öğrenim gören 18 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür.

2.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) kullanılmıştır. Testi oluştururken su kirliliği hakkında 5 anahtar kavram seçilmiştir. Kavramlar, konu ile ilgili kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmış ve fen bilgisi alanında uzman bir öğretim üyesinin görüşü alınmıştır. Çalışmada kullanılan KİT, EK-1’de sunulmuştur.

2.3. Uygulama Süreci

Çalışma, fen bilgisi grubu ile 4 saat yürütülmüştür. Kelime İlişkilendirme Testi, uygulamaya başlamadan hemen önce ön test, uygulama bittikten hemen sonra son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin KİT’teki soruları cevaplayabilmeleri için her bir kavram için 1 dakika olmak üzere toplam 5 dakika süre verilmiştir. Bu süre içerisinde öğrenciler, anahtar kavram ile ilişkili olabilecek kelimeleri sırayla ve alt alta yazmıştır. Burada amaç, bir anahtar kavram için aynı şeylerin yazılmasının önüne geçmektir (Bahar ve Özatlı, 2003.) Öğrencilerden ayrıca anahtar kavram ile ilgili cümle yazmaları beklenmiş ve verilerin analizi aşamasında bu cümleler incelenmiştir. Çünkü öğrencinin anahtar kavram hakkında hatırladığı kelime o kavramla ilgili çok da anlamlı olmayabilir (Nartgün, 2006). Yazılan cümlelerin bilimsel olup olmaması, kavram yanlışları içerip içermemesi gibi durumlar değerlendirmeyi etkilemektedir. Konunun her bir içeriği ile ilgili hazırlanan materyaller, Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin (OBYM) aşamaları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Bu model 4 aşamadan oluşmaktadır:

Keşfetme ve Sınıflandırma: Öğrencilerin ön bilgileri ve hazır bulunuşluklarını ortaya çıkarmak amacıyla dikkat çekici aktivitelere yer verilir. Bu aktivite gösteri, beyin fırtınası, video vb. olabilir. Ayrıca bilimin doğası hakkında öğrencilerin haberdar olmaları sağlanır. Öncelikle sınıf 6 gruba ayrılmıştır. Her bir gruba, bu aşamada “Kirlletici Kaynakları” hakkında bilgiler içeren 6 farklı kâğıt dağıtılmıştır (EK-2). Gruplardan kendilerine dağıtılan kâğıtlardaki kirlletici kaynaklarını okumaları, daha sonra diğer grup arkadaşlarıyla bu bilgileri paylaşmaları ve beyin fırtınası yapmaları beklenmiştir. Bilimin doğasından haberdar olabilmeleri için bilim adamlarının çalışma prensipleri, birbirlerinin fikirlerinden etkilenmeleri ve bilimsel bilginin değişebilirliği üzerinde durularak tartışma ortamı sağlanmıştır.

Yapılandırma ve Müzakere Etme: Programdaki kazanımlar ve öğrencilerin birinci aşamada verilen kavramla ilgili ifadeleri müzakere edilir. Yeni bilgilerin kazanılması için öğretmen-öğrenci ya da öğrenci-öğrenci görüşmeleri yapılır. Bilimin doğası hakkında konuşulur. Bu aşamada su kirliliği ile ilgili bazı



resimler dijital ortamda yansıtılarak bir tartışma ortamı sağlanmıştır. Öğrencilerin var olan kirlilik hakkında çözümler üretmeleri istenmiştir. Bilimin doğasının diğer boyutları hakkında konuşulmuştur.

Transfer Etme ve Genişletme: Öğrenciler toplumsal ve çevresel problemlere çözüm bulmaya çalışır. Bilgi, teknoloji, toplum ve çevre etkileşimini ortaya çıkarmak için eleştirel düşünce yapısını kullanır. Sosyal sorumluluk kazandırılır. Bu aşamada öğrencilere “Su Kirliliği” hakkında kısa bir video izletilmiş, kirliliğin nedenleri hakkında tartışmaları ve önlemek için yapılması gerekenler hakkında fikirlerini sunmaları beklenmiştir.

Yansıtma ve Değerlendirme: Öğretim sürecinde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının bilimsel bilgilerle değişip değişmediğine yönelik değerlendirme yapılır. Alternatif ölçme araçları kullanılır. Bu aşamada “Anlam Çözümleme Tablosu (AÇT)” kullanılarak öğrencilerin öz değerlendirme yapımları ve sahip oldukları bilgileri sunmaları sağlanmıştır (EK-3). Kirlilikle ilgili bazı resimler dijital ortamda yansıtılarak öğrencilerin yorumları alınmış ve öğrencilerden var olan kirlilik hakkında çözümler üretmeleri istenmiştir. Ürettikleri çözümler hakkında konuşulmuştur. Ürettikleri çözümlerin yaygınlaştırılabilmesi için dikkat çekici sloganlar ve kamu spotları oluşturmaları istenmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Ön test ve son testteki sonuçları değerlendirebilmek için, anahtar kavramlara verilen cevapların her biri incelenmiştir. Hangi anahtar kavram için hangi kelimelerin kaç kez tekrarlandığını gösteren bir frekans tablosu ve kavram ağları oluşturulmuştur. Anahtar kavramla ilişkilendirilen kelimelerin sayısı ve bilimsel niteliği o kavramın yeterli düzeyde anlaşılıp anlaşılmadığını belirlemede kullanılabilir. Kelime ilişkilendirme ile anlama arasında doğru orantı vardır (Bahar ve diğ., 2006). Kavramsal değişimi net bir şekilde göstermesi amacıyla kavram ağının oluşturulmasında Bahar vd. (1999) tarafından ortaya konulan kesme noktası (KN) tekniği kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Her bir anahtar kavram için ön test ve son testte kelime ilişkilendirme testine verilen cevap kelimelerin sayısı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Anahtar Kavramlar Verilen Cevap Kelime Sayıları

Anahtar Kavramlar	Kelime Sayısı	
	Ön Test	Son Test
Su Kirliliği	78	81
Fiziksel Kirlilik	50	79
Biyolojik Kirlilik	53	79
Organik Kirleticiler	41	67
İnorganik Kirleticiler	40	72
Toplam	266	378

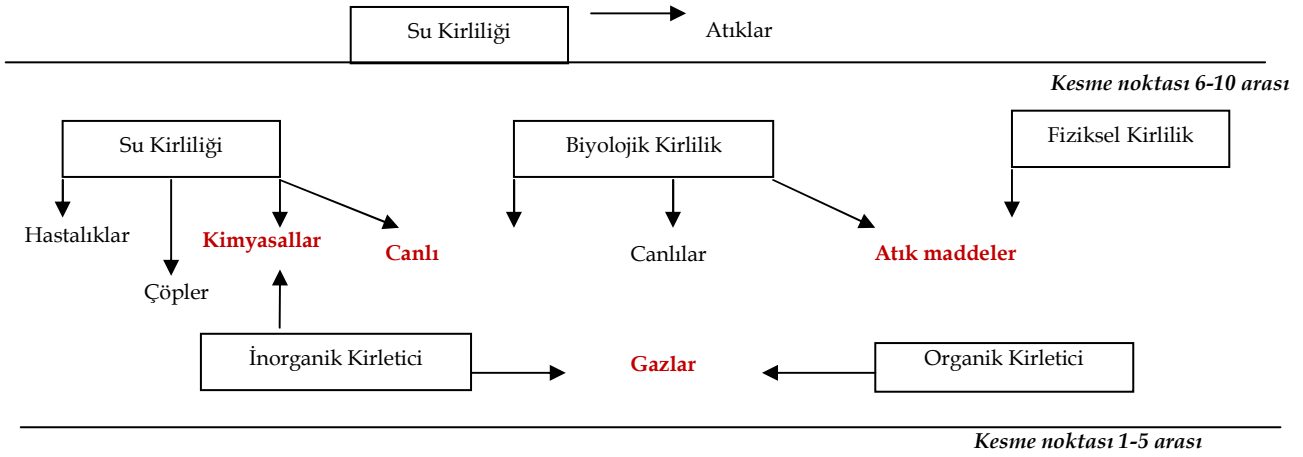
Tablo 1’de görüldüğü gibi, ön testteki toplam cevap kelime sayısı 266, son testteki toplam cevap kelime sayısı 378 olarak tespit edilmiştir. Anahtar kavramlarla ilişkilendirilen cevap kelimelerin sayısında son testte bir artış gözlenmektedir. Bu sonuç anahtar kavramların anlaşılmasında bir gelişim olduğunu göstermektedir.

Frekans tablosundaki anahtar kavram ve ilişkilendirilen kelimelerle ilgili ön test sonuçlarına göre oluşturulan kavram ağı ve bu ağa ilişkin yorumlar Şekil 1’de verilmiştir.

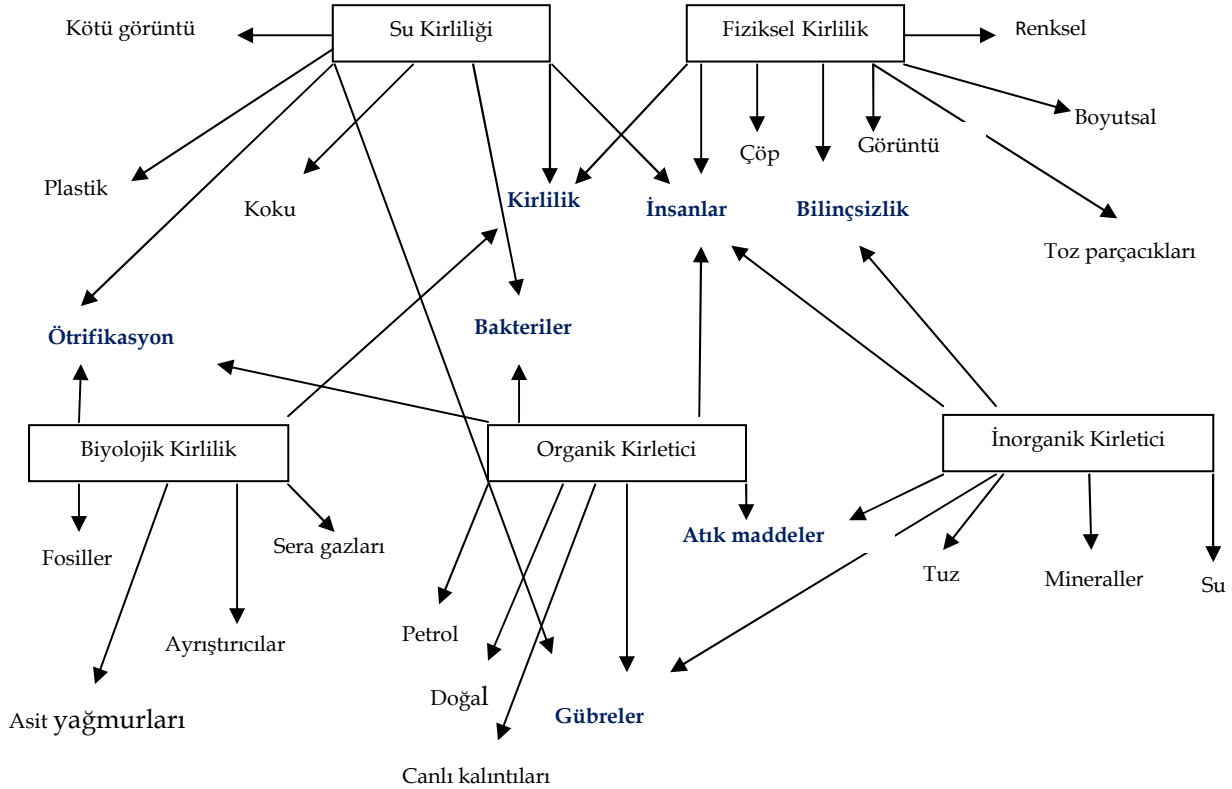


Şekil 1: Anahtar Kavramlara Göre Oluşturulan Kavram Ağı

Kesme noktası 11 ve yukarısı



Kesme noktası 1-5 arası



Şekil 1'deki sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Kesme noktası 11 ve yukarısı için öğretmen adaylarının su kirliliği anahtar kavramını atıklar ile ilişkilendirdiği ortaya çıkmaktadır.

2- Kesme noktası 6-10 arası için anahtar kavramların ve ilişkili kavramların arttığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının anahtar kavramlar için yazdıkları ilişkili kavramların bazı anahtar kavramlarla ortak olduğu görülmektedir (su kirliliği-inorganik kirleticiler: kimyasallar; su kirliliği-biyolojik kirlilik: canlı kayıpları; organik kirletici-inorganik kirletici: gazlar; biyolojik kirlilik-fiziksel kirlilik: atık maddeler).

3- Kesme noktası 1-5 arası için öğretmen adaylarının tüm anahtar kavramları kendi aralarında ve her bir anahtar kavramı kendileriyle ilişkili kavramlarla birlikte verdikleri görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının anahtar kavramlar ve verdikleri ilişkili kavramlara yönelik kavram yanılgılarına sahip oldukları ortaya çıkmaktadır (asit yağmurları, sera gazları gibi hava kirliliğine ait kavramları biyolojik su kirliliği

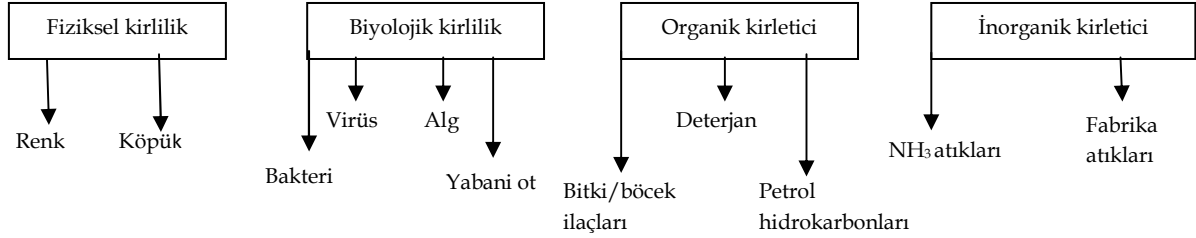


kavramıyla ilişkilendirmişlerdir; biyolojik kirliliğe sebep olan bakterileri organik kirleticiler kavramıyla ilişkilendirmişlerdir).

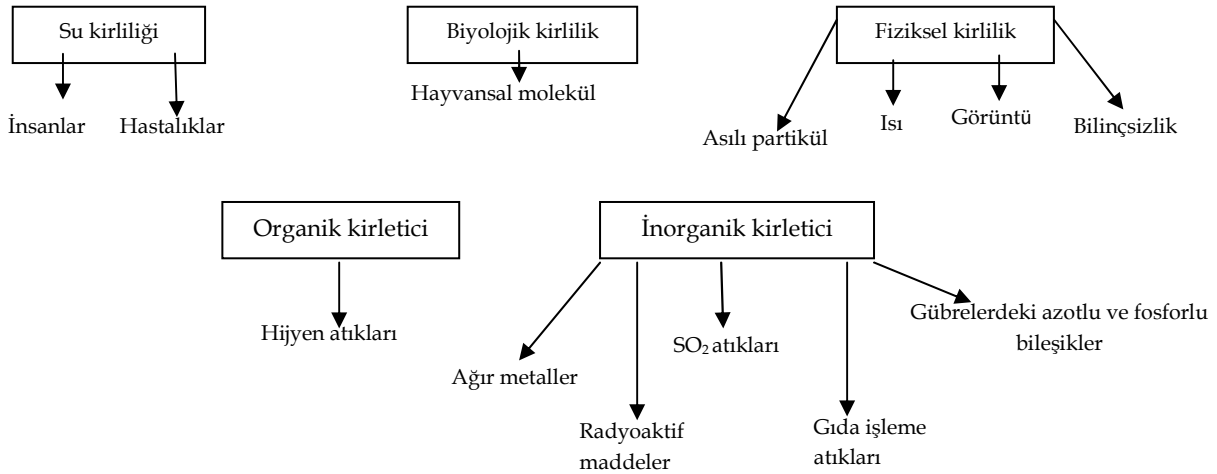
Frekans tablosundaki anahtar kavram ve ilişkilendirilen kelimelerle ilgili son test sonuçlarına göre oluşturulan kavram ağı ve bu ağa ilişkin yorumlar Şekil 2' de verilmiştir.

Şekil 2: Anahtar Kavramlara Göre Oluşturulan Kavram Ağı

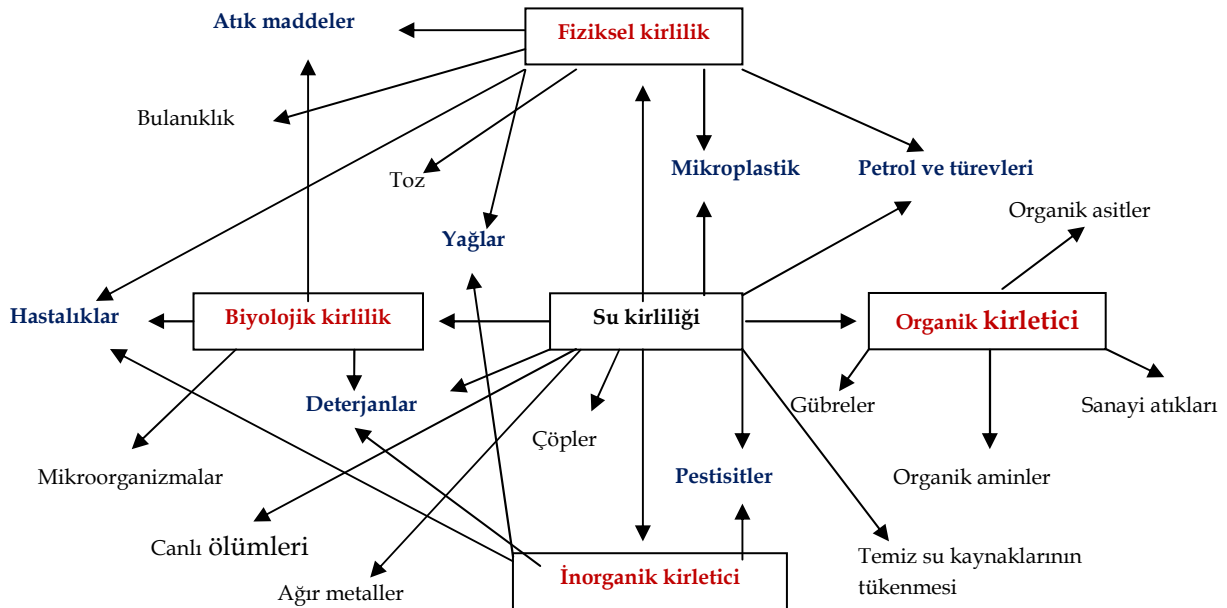
Kesme noktası 11 ve yukarısı



Kesme noktası 6-10 arası



Kesme noktası 1-5 arası





Şekil 2’deki sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1- Kesme noktası 11 ve yukarısı için ön test sonuçlarına göre anahtar kavram sayılarının arttığı ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının anahtar kavramları ve bu kavramlarla ilişkili kavramları daha net ortaya koyduğu görülmektedir.

2- Kesme noktası 6-10 arası için öğretmen adaylarının daha bilimsel ve net kavramlarla anahtar kavramları ilişkilendirdiği ortaya çıkmaktadır (*fiziksel kirlilik*: asılı partikül, ısı...; *inorganik kirletici*: SO₂ atıkları, gübrelerdeki azot ve fosforlu bileşikler...).

3- Kesme noktası 1-5 arası için anahtar kavramlar ve kendileriyle ilişkili kavramlar arasındaki tüm kavramsal ağ ortaya çıkmıştır. Ön testte anahtar kavramlarla ilişkilendirilen bazı yanlış kavramların son testte düzeltildiği ortaya çıkmaktadır (inorganik kirleticiler için mineral, tuz kavramlarının yerine deterjanlar, pestisidler kavramlarının kullanılması).

Kavram ağı son teste bakıldığında kavramsal değişim ve gelişimin olduğu, kavram yanlışlarının giderildiği görülmektedir. Anahtar kavramlar ve kendileriyle ilişkili kavramlar arasındaki bağlantının fazla ve bilimsel olması kullanılan öğretim modelinin etkili olduğunu göstermektedir.

Öğrencilerden anahtar kavramlarla ilgili bilimsel cümleler yazmaları istenmiştir. Ancak öğrencilerin ilgili anahtar kavramlara, bilimsel olmayan cevaplar verdikleri ortaya çıkmıştır. Anahtar kavramlara ilişkin öğrencilerin kurduğu ilgili cümlelerin ön test frekans tablosu Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Anahtar Kavramlara İlişkin Öğrencilerin Kurduğu İlgili Cümlelerin Ön Test Frekans Tablosu

Anahtar kavramlar	Bilimsel bilgi içeren cümle sayısı	Bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle sayısı	Boş
Su kirliliği	7	5	6
Fiziksel kirlilik	6	5	7
Biyolojik kirlilik	5	7	6
Organik kirleticiler	3	4	11
İnorganik kirleticiler	4	4	10
Toplam	25	25	40

Tablo 2’de görüldüğü gibi, öğrenciler genel olarak her anahtar kavram için cümleler yazamamışlardır ve boş bırakmışlardır. Öğrenciler, bilimsel olmayan ve yüzeysel bilgi içeren cümleler yazmıştır.

Anahtar kavramlara ilişkin öğrencilerin kurduğu ilgili cümlelerin son test frekans tablosu Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Anahtar Kavramlara İlişkin Öğrencilerin Kurduğu İlgili Cümlelerin Son Test Frekans Tablosu

Anahtar kavramlar	Bilimsel bilgi içeren cümle sayısı	Bilimsel olmayan veya yüzeysel bilgi içeren cümle sayısı	Boş
Su kirliliği	11	6	1
Fiziksel kirlilik	12	5	1
Biyolojik kirlilik	8	7	3
Organik kirleticiler	9	8	1
İnorganik kirleticiler	7	9	2
Toplam	47	35	8

Tablo 3’te görüldüğü gibi, öğrenciler genel olarak bilimsel bilgi içeren cümleler yazmışlardır ve çok az boş bırakmışlardır. Ancak öğrenciler, bilimsel olmayan ve yüzeysel bilgi içeren cümleler de yazmıştır. İnorganik kirleticilerle ilgili daha çok yüzeysel bilgi içeren cevaplar yazmışlardır.

4. TARTIŞMA

Yapılandırmacı yaklaşımın esas alındığı öğrenme ortamlarında, geleneksel değerlendirmeler yerini alternatif değerlendirme yöntemlerine bırakmaktadır. Anlamlı ve derin öğrenmenin sağlanabilmesi için



özellikle fen öğretim programlarında alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarının önemine dikkat çekilmiştir. Kelime İlişkilendirme Testi (KİT) bu çalışmada ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Bulgulardan elde edilen sonuçlar, KİT'in etkili bir alternatif ölçme ve değerlendirme aracı olduğunu göstermektedir. Literatür incelendiğinde Kelime İlişkilendirme Testi (KİT)'nin etkililiğine yönelik çalışmalara rastlanmaktadır (Bahar ve Özatlı, 2003; Nakiboğlu, 2008; Ercan, Taşdere ve Ercan, 2010).

Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM)'nin su kirliliği konusunda fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerindeki etkisini belirlemenin amaçlandığı çalışmada; öğretmen adaylarının sahip oldukları ön bilgiler, kavram yanlışları ve kavramsal değişim süreçleri hakkında bilgilere ulaşılmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, ön test ve son testte öğretmen adaylarının anahtar kavramlara verdikleri kelime sayısı ve kavram ağına göre son test lehine bir artış olduğu görülmektedir. Bu durum Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli (OBYM) ile yapılan öğretimin, kavramsal değişim üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Kıryak ve Çalık, 2017).

Modelin ilk aşaması "Keşfetme ve Sınıflandırma Aşaması"nda öğretmen adaylarının kirlenici kaynakları hakkında beyin fırtınası yapmaları sağlanarak, bilişsel yapıları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Böylelikle öğretmen adaylarının konu hakkında sahip oldukları kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır (Ebenezer ve Connor, 1998). "Yapılandırma ve Müzakere Etme Aşaması"nda dijital ortama yansıtılan resimler ile öğretmen adaylarının su kirliliğine yönelik çözüm üretmeleri beklenmiştir. "Transfer Etme ve Genişletme Aşaması"nda izletilen belgesel ile sosyal sorumluluk kazandırılmaya çalışılmıştır. Böylelikle öğretmen adaylarının bilginin sadece deney ve gözlem ile değil, eleştirel düşünme ve tartışma ile de elde edilebileceği konusunda farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır (Marton ve Tsui, 2004). "Yansıtma ve Değerlendirme Aşaması"nda bir alternatif ölçme ve değerlendirme aracı olan Anlam Çözümleme Tablosu (AÇT) ile öğretmen adaylarının öz değerlendirme yapmaları ve bilgilerini sunmaları amaçlanmıştır. Böylelikle öğrenciler konuyu anlayıp, ayırt edici özelliklerini kavrayabilme imkânı bulmuştur (Tuncel, 2012).

Tablo 1'de; öğretmen adaylarının "su kirliliği, fiziksel kirlilik, biyolojik kirlilik, organik kirlenici ve inorganik kirlenici" anahtar kavramlarıyla ilişkilendirdikleri kelime sayısında son test lehine bir artış olduğu görülmektedir. Bu durumun; modelin aşamalarında kullanılan beyin fırtınası, belgesel ve değerlendirme aşamasında kullanılan Anlam Çözümleme Tablosu (AÇT)'nden kaynaklandığı düşünülmektedir (Bakırcı ve Yıldırım, 2017).

Şekil 1'de; oluşturulan ön test bulgularına ait kavram ağları incelendiğinde, öğretmen adaylarının kesme noktası 11 ve yukarısı için sadece "su kirliliği" anahtar kavramını sadece "atıklar" kavramıyla ilişkilendirebildikleri ortaya çıkmaktadır. Kesme noktası 6-10 arası incelendiğinde, anahtar kavramlarla ilişkilendirebildikleri kelimelerin bazı anahtar kavramlarla ortak olduğu ortaya çıkmaktadır. Kesme noktası 1-5 arası incelendiğinde, anahtar kavramlarla ilişkili kelimeleri verebildikleri ancak kavram yanlışlarına da sahip oldukları görülmektedir.

Şekil 2'de; oluşturulan son test bulgularına ait kavram ağları incelendiğinde, öğretmen adaylarının kesme noktası 11 ve yukarısı için ilişkilendirebildikleri kelimeler ve anahtar kavram sayısı artmıştır (fiziksel kirlilik, biyolojik kirlilik, organik kirlenici, inorganik kirlenici). Kesme noktası 6-10 arası incelendiğinde, ön teste göre daha bilimsel kelimelerle anahtar kavramları ilişkilendirebildikleri görülmektedir. Kesme noktası 1-5 arası incelendiğinde, anahtar kavramlar ve ilişkili kelimeler arasındaki tüm kavramsal ağın ortaya çıktığı görülmektedir. Ön testte bilimsel olmayan ve yanlış içeren bazı kavramların yerini, son testte bilimsel içerikli kelimelerin aldığı ortaya çıkmaktadır. Bu durum Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli'ne dayalı öğretimin, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu göstermektedir (Bakırcı, Artun ve Şenel, 2016).

Tablo 2'de, ön test bulgularına ait anahtar kavramlarla ilişkili olarak kurulan cümleler incelendiğinde öğretmen adaylarının genel olarak boş bıraktıkları görülmektedir. Bilimsel bilgi içeren cümle sayısının en fazla "su kirliliği", en az "organik kirleniciler" anahtar kavramlarıyla; bilimsel olmayan ya da yüzeysel bilgi içeren cümle sayısının en fazla "biyolojik kirlilik", en az "organik ve inorganik kirleniciler" anahtar kavramlarıyla ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3'te, son test bulgularına ait anahtar kavramlarla ilişkili olarak kurulan cümleler incelendiğinde her bir anahtar kavramla ilgili öğretmen adaylarının cümleler kurdukları görülmektedir. Bilimsel bilgi içeren cümle sayısının en fazla "fiziksel kirlilik", en az "inorganik kirleniciler" anahtar kavramlarıyla; bilimsel olmayan ya da yüzeysel bilgi içeren cümle sayısının en fazla "inorganik kirleniciler", en az "fiziksel kirlilik" anahtar kavramlarıyla ilgili olduğu ortaya çıkmaktadır.



Su kirliliğiyle ilgili tartışma ortamında öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde, öğrenciler su kirliliği konusunda bilinç oluşturabilmek için erken yaşlardan itibaren öğretim kurumlarında bu konuyla ilgili dersler verilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Genel olarak insan kaynaklı bu kirliliğin önüne geçilebilmesi için bireylerin aktif rol alacağı ve kolayca katılabileceği sosyal sorumluluk projelerinin artırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Fabrika atıklarından kaynaklı kirlilikler için, mühendislik alanlarında iyi tasarımlar yapılması gerektiğini ve filtrelerin ona göre üretilmesinden bahsetmişlerdir. Bitki ve böcek ilaçları, gübrelerin üretimi konusunda gerekli tedbirler alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli'ne dayalı öğretimin, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede, kavramsal değişim üzerinde, öğrencilerin konu ile ilgili anlamalarını ve farkındalıklarını artırmada etkili olduğu ve akademik başarıyı artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Ortak Bilgi Yapılandırma Modeli'ne yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, OBYM'nin kalıcı bir öğrenme sağladığı (Akgün, Duruk ve Gülmez-Güngörmez, 2016); öğrencilere tartışma ortamı sunarak, eleştirel düşünme becerileri kazandırdığı (Bakırcı ve Çepni, 2016); bilimin doğası ve alt boyutları hakkında öğrencilerin bakış açılarını geliştirerek bilimsel okuyazar bireyler olmalarına katkı sağladığı (Biernacka, 2006); kavramsal anlama ve akademik başarıyı artırdığı (Wood, 2012), kavramsal değişim üzerinde etkili olduğu (Kıryak ve Çalık, 2017), öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu (Bakırcı, Artun ve Şenel, 2016) rapor edilmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların alan yazındaki çalışmaların sonuçlarıyla paralel olduğu görülmektedir.

Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin (OBYM) su kirliliği konusunda öğretmen adaylarının kavramsal anlamaları üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir çevre eğitimi gibi güncel ve küresel sorunlara karşı farkındalık oluşturmak amacıyla bu model ilköğretim kademesinden yükseköğretim kurumları dahil olmak üzere her kademede kullanılabilir.

Yeni yaklaşımlardan biri olarak öğretim sürecinde kullanılmaya başlanan OBYM ile ilgili daha çok çalışmalara yer verilmeli, öğretmenlerin bu modeli derslerinde etkin olarak kullanmaları teşvik edilmelidir.

OBYM'de yer alan bilimin doğası ve alt boyutları hakkında öğretmen adaylarının yeterli düzeyde bilgiye sahip olmadıkları ortaya çıkmıştır. Bu sebeple bilimin doğası öğretiminin gerekliliği vurgulanarak, öğretmen adaylarına bu konuda bilgiler verilmeli ve bu alandaki çalışmalar artırılmalıdır.

Alternatif ölçme araçlarına eğitim öğretim sürecinde önem verilmeli ve etkililiği göz önünde bulundurularak eğitimciler tarafından değerlendirme aşamalarında kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra, öğrencilerin eleştirel düşünme ve argüman oluşturma becerilerinin geliştirilebilmesi için OBYM gibi öğrenme ortamında daha aktif ve etkin olabilecekleri farklı yaklaşım ve modeller öğrenme ortamlarında sıklıkla kullanılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akgün, A., Duruk, Ü. & Gülmez-Güngörmez, H. (2016). Altıncı sınıf öğrencilerinin ortak bilgi yapılandırma modeline ilişkin görüşleri. *Amasya Eğitim Dergisi*, 5(1): 184-202.
- Akpınar, E., Küçükankurtaran, E., Ünal Çoban, G., Yıldız, E., Öztürk, C., Yılmaz, Y., Karadeniz, A. & Ergin, Ö. (2011). Su Okulu: Fen ve Teknoloji Dersi Öğretmenlerinde Su Farkındalığı Oluşturmaya Yönelik Bir Uygulama. *Milli Eğitim*, 192: 174-192.
- 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 ilişkilendirme testi yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5: 75-85.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. & Bıçak, B. (2006). *Geleneksel ve Alternatif Ölçme ve Değerlendirme Öğretmen El Kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bakırcı, H., Artun, H. & Şenel, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modeline dayalı fen öğretiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi (gök cisimlerini tanıyalım). *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1): 514- 543.
- Bakırcı, H. & Çepni, S. (2016). Ortak bilgi yapılandırma modelinin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi: Işık ve ses ünitesi örneği. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3): 185-202.
- Bakırcı, H. & Ensari, Ö. (2018). Ortak bilgi yapılandırma modelinin ısı ve sıcaklık konusunda lise öğrencilerinin akademik başarılarına ve kavramsal anlamalarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 43(196): 171-188.
- Bakırcı, H. & Yıldırım, İ. (2017). Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin Sera Etkisi Konusunda Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına ve Bilginin Kalıcılığına Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18 (Özel Sayı): 45-63.
- Biernacka, B. (2006). *Developing scientific literacy of grade five students: A teacher researcher collaborative effort*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, University of Manitoba, Canada.
- Çabuk, B. & Karacaoğlu, C. (2003). Üniversite Öğrencilerinin Çevre Duyarlılıklarının İncelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 36(1-2): 190-198.



- Çiner, F. (2017). Su kullanımında tüketici davranışları ve farkındalık-Niğde örneğinde bir alan araştırması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(9): 1019-1026.
- Demirbaş, M. & Pektaş, H.M. (2009). İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Sorunu İle İlişkili Temel Kavramları Gerçekleştirme Düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2): 195-211.
- Demircioğlu, H. & Vural, S. (2016). Ortak Bilgi Yapılandırma Modelinin (OBYM) Sekizinci Sınıf Düzeyindeki Üstün Yetenekli Öğrencilerin Kimya Dersine Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1): 49-60.
- Dinç, E. & Üztemur, S.S. (2016). Afiş çalışmalarıyla ortaokul öğrencilerinin çevre farkındalıkları ve sosyal katılım becerilerinin geliştirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, (USBES Özel Sayı 2): 1224-1239.
- Ebenezer, J.V. & Connor, S. (1998). *Learning to teach science: A model for the 21 century*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Simon and Schuster/A. Viacom Company.
- Ebenezer, J., Chacko, S., Kaya, O.N., Kiran Koya, S. & Luke Ebenezer, D. (2010). The Effects of Common Knowledge Construction Model Sequence of Lessons on Science Achievement and Relational Conceptual Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1): 25-46.
- Environmental Protection Agency. (1999). *Drinking water activities for students, teachers, and parents*. Washington, DC. Retrieved September 9, 2006 from ERIC database (ED449999).
- Ercan, F., Taşdere, A. & Ercan, N. (2010). Kelime İlişkilendirme Testi Aracılığıyla Bilişsel Yapının ve Kavramsal Değişimin Gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2): 136-154.
- Kabaş, D. (2004). *Kadınların Çevre Sorunlarına İlişkin Bilgi Düzeyleri ve Çevre Eğitimi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kıryak, Z. & Çalık, M. (2018). Improving grade 7 students' conceptual understanding of water pollution via common knowledge construction model. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-22.
- Marton, F., & Tsui, A.B.M. (2004). *Classroom discourse and the space of learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Massachusetts State Water Resources Authority. (1999). *Water quality: A field-based quality testing program for middle schools and high schools*. Retrieved September 9, 2006 from ERIC database (ED433223).
- Nakiboğlu, C. (2008). Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: The case of atomic structure. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9: 309-322.
- Özcan, M. (2019). *Ortaokul Öğrencilerinin Akıllı Tahta Kullanımı İle Su Eğitimi Hakkındaki Başarı ve Tutumlarının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Tuncel, G. (2012). Anlam Çözümleme Tablolarının Sosyal Bilgiler Öğretmen Adaylarının Ölçme Değerlendirme Sürecinde Kullanımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 25: 127-136.
- Wood, L.C. (2012). *Conceptual change and science achievement related to a lesson sequence on acids and bases among African American alternative high school students: A teacher's practical arguments and the voice of the other*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Wayne State University, Detroit.
- Yığıtkaya, B. (2019). *Öğretmen Adaylarının Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

EK-1

Ad-Soyad:

Sınıf:

KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ

Su kirliliği ile ilgili olarak her kelimenin yanına aklınıza gelen ilk kelimeyi yazalım ve bu kelimelerle anlamlı bir cümle oluşturalım

Su Kirliliği:
Su Kirliliği:
Su Kirliliği:
Su Kirliliği:
Su Kirliliği:

Fiziksel Kirlilik:
Fiziksel Kirlilik:
Fiziksel Kirlilik:
Fiziksel Kirlilik:
Fiziksel Kirlilik:

Biyolojik Kirlilik:
Biyolojik Kirlilik:
Biyolojik Kirlilik:
Biyolojik Kirlilik:
Biyolojik Kirlilik:



Organik Kirleticiler:
Organik Kirleticiler:
Organik Kirleticiler:
Organik Kirleticiler:
Organik Kirleticiler:

İnorganik Kirleticiler:
İnorganik Kirleticiler:
İnorganik Kirleticiler:
İnorganik Kirleticiler:
İnorganik Kirleticiler:

EK-2

1. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.

BESLEYİCİ TUZLAR VE DİĞER İNORGANİK MADDELER

Evsel atıklardan, bazı kimyasal sanayi kuruluşlarından, mezbahalardan, tarımsal gübrelemelerden alıcı ortamlara bol olarak azot ve fosfor bileşiklerinden oluşmuş besleyici tuzlar gelebilir. Alıcı ortamı oluşturan deniz, akarsu ve göllere bitkisel organizmaların normal gereksinimlerinden daha fazla besin maddesi gelmesi durumunda bu fazlalık sudaki bitkisel yaşam için gübreleme etkisi yapar. Böyle durumlarda belli alg türlerinin üremesi hızlanır, işte su ortamlarında besleyici tuzların neden olduğu kirlenmeden doğan aşırı bitkisel üretim olayına Ötrofikasyon veya Fosfor Kirlenmesi adı verilir.

Deniz, akarsu ve göllerde en yaygın kirlenme çeşitlerinden birini Ötrofikasyon olayı oluşturur. Bu olaya İkincil Kirlenme de denir. Ötrofikasyon sonucu sular yeşil ve bulanık bir renk alır. Ötrofikasyonun oluşumundaki seyirde öncelikli olarak fitoplankton türlerinde çoğalma başlar, ve bu fitoplankton patlamaları, yüzeyden dibe güneş ışınının ulaşmasını engeller, derin su bölgelerinde güneş ışını elde edemeyen dip bitkilerinde ölümler gözlenir, ve bu ölümler ile dip yapısı bozulur, hareketli olan dip canlılarının bir çoğu başka bölgelere göç eder ve göç yapma imkanı olmayan hareketsiz canlıların da zamanla bölgedeki popülasyonları azalır ya da yok olur, derin olmayan bölgelerde ise güneş ışığı erişimi olduğu için dipteki bitkilerin yalnızca bir kısmında ölüm gözlenir, bölgede avantajlı konumda olan bitki kısa bir süre içerisinde hızla çoğalır ve dominant (baskın) bir konuma gelir. Aşırı ötrofikasyon sonucu bitkisel üretim çok artar; bunların dipte birikip ayrışması sonucu dip sularındaki çözünmüş oksijen tüketilir ve hidrojen sülfür gazı ortaya çıkar. Ötrofikasyon olayı daha ziyade sakin sularda görülür. Bu nedenle, sakin sulara sahip koy, körfez ve göllerde daha çok rastlanır. Ülkemizde İzmir Körfezi ve Köyceğiz Gölü'nde sık rastlanan bir olaydır.

2. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.

ORGANİK MADDELER

Evsel atık suların içerdikleri organik maddeler alıcı ortamlarda bulunan bakteriler tarafından ayrıştırılır. Bu ayrışma başlangıçta oksijenli koşullarda (aerobik) oluşur. Zira bakteriler suda çözünmüş haldeki oksijeni yaşamsal aktiviteleri için kullanırlar. Oksijenli koşullardaki ayrışma devam edebildiği sürece, organik maddeler çevresel açıdan bir sorun oluşturmazlar. Zira reaksiyon son ürünü kirliliğe neden olmaz, işte sudaki organik maddelerin biyokimyasal ayrışması için bakterilerce gereksinim duyulan oksijen miktarına Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ ya da BOD) denir. Bakteriler oksijensiz koşullarda organik maddeyi tüketmektedir, ancak biyokimyasal reaksiyonlar sonucunda amonyak, metan ve hidrojen sülfür gibi yarı stabil ürünler açığa çıkar. Bunlardan özellikle hidrojen sülfür çürük yumurtaya benzer pis kokusuyla oksijensiz ayrışmanın en belirgin göstergesidir.

Kullanılmış suların alıcı ortamlarını oluşturan göl, nehir ve denizlere verilmesi sonucunda BOİ yükü artar, buna karşın çözünmüş oksijen azalır. Bir bölgenin BOİ birimleri o bölgenin organik madde miktarını başka bir deyişle kirletici miktarını verir ve dolayısıyla çeşitli bölgelerin karşılaştırılmasına olanak sağlar. Ülkemizde organik kirlenmenin en iyi örneklerini Haliç ve İzmir Körfezi teşkil eder.

MİKROORGANİZMALAR

Evsel atıklarda, özellikle insan ve hayvanların dışkılarından karışmış bakteri ve virüslerden oluşmuş mikroorganizmalar (mikroplar) bulunur. Bunların bir bölümü hastalık yapıcı ve bulaşıcı (patojen) özelliktedir. Su ürünleri üretimi yapılan sularda, mikroorganizma yoğunluklarının artması, su canlılarının hastalık ve kötü su koşulları neticesinde toksik etkilerin gözlenmesiyle, ölümlerin oluşmasına ve büyük maddi kayıplara yol açmaktadır. Doğal popülasyonların olduğu sularda popülasyonlarda kırma ya da göçe neden olabilir ve suların verimliliklerini etkiler. Bu nedenle, alıcı ortamların devamlı kontrol edilmesi gerekir.

3. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.



DETERJANLAR

Deterjanlar evsel ve endüstriyel atıklardan alıcı ortama gelen kirleticilerdir. Bunlar düşük konsantrasyonlarda dahi yüzey gerilimini azaltan bir etki gösterdiklerinden Yüzey Aktif Maddeler olarak da tanımlanırlar. Deterjanların ana maddesini petrolden elde edilen çeşitli türevler oluşturur. Bunların başında dedosilbenzen sülfonatlar (DDB), akil benzen sülfonatlar (ABS) ve alkilaryl sülfonatlar gelir. Anyonik deterjanlar düz zincirli ya da dallanmış halkalı akil sülfonatlar veya sülfonatlar şeklinde üretilir. Bunlardan düz zincirli olanlar biyolojik ayrıştırılmaya müsait oldukları halde halkalı zincirli olan alkil sülfat ve sülfonatlar çok zor parçalanabilen ve hatta bazen parçalanamayan maddelerdir. Bu özelliklerine göre anyonik deterjanların düz zincirleri Yumuşak Deterjan, dallanmış zincirli olanları da Sert Deterjan olarak tanımlanırlar. Yumuşak deterjanlar alıcı ortama daha az zarar verir. Bu nedenle son yıllarda sert deterjanların kullanımı yasaklanmıştır.

PESTİSİDLER VE HERBİSİDLER

Pestisid ve herbisidler evsel ve endüstriyel atıklardan ve tarımsal mücadelelerden alıcı ortama karışan ve suda güç parçalanamayan maddelerdir. Bu nedenle ortamda ve dolayısıyla canlıda birikerek toksik ya da kanserojenik etki yaparlar.

4. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.

ASKIDAKİ KATI MADDELER

Evsel ve endüstriyel kökenli atık sular içinde bulunan askıdaki katı maddeler bu suların boşaltıldığı alıcı ortamlarda birikintilere ve dip çamuru oluşmasına sebep olurlar. Ayrıca alıcı ortamlara evsel ve endüstriyel kökenli askı yükünün yanında erezyonla, sahil doldurmalarıyla, yol yapımıyla ve sahillerdeki yapılaşmalardan da askı yükü gelebilir. Bunlar özellikle koy, körfez ve göllerin dolmasına ve bu kaynakların zamanla yok olmasına neden olmaktadır. Göl ve denizlerde yoğun askı yükü sonucu oluşan ve dibe çöken çamur, dip canlılarının gelişimini engeller. Ayrıca askıdaki çamur da ışık girişini azaltarak bulanıklığa neden olur. Bu nedenle de fotosentez şiddeti azalarak ortamın biyolojik verimi düşer. Biyolojik verimin düşmesi alıcı ortamdaki dengelerin bozulmasına ve bir çok farklı çeşitteki canlıların etkilenmesi ile sonuçlanır.

SICAK SULAR

Nükleer ve termik santrallerin soğutma amacıyla aldıkları suları ısınmış olarak tekrar alıcı ortama vermeleri sonucu Termal (Isıl) Kirlenme oluşur. Sıcaklık artışı sulardaki biyokimyasal reaksiyonları hızlandırır. Dolayısıyla oksijen tüketimi artar. Ayrıca suda çözülmüş oksijen miktarının düşmesine neden olur ve ortamdaki ekolojik denge bozulur.

5. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.

YAĞ, PETROL VE TÜREVLERİ

Yağlar ve petrol ürünleri evsel ve endüstriyel atıklardan, liman trafiği, tanker kazaları, sintine ve balast sularının boşaltımından özellikle alıcı ortamı oluşturan denizlere karışırlar. Ayrıca kara yollarıyla yapılan petrol, fuel-oil ve akaryakıt taşıyıcıları sırasında oluşabilecek kazalar sonucunda çevreye yayılabilirler. Yağlar ve benzeri maddeler su yüzeyini kaplayarak estetik açıdan olumsuz bir görüntü yarattıkları gibi, bunların yüzeyde oluşturdukları tabaka atmosfer ile su arasındaki oksijen alış-verişini olumsuz yönde etkiler. Ayrıca alıcı ortamdaki organik maddeler tarafından yapılan tüm etkileri yaparlar. Bitkisel ve hayvansal kökenli yağların sudaki ayrışabilirlikleri mineral kökenli yağlardan daha fazladır. Bu nedenle mineral kökenli yağların olumsuz etkisi daha uzun sürer. Ülkemizde, petrol kirliliği İstanbul, İzmir, Mersin gibi büyük limanlar başta olmak üzere pek çok sahilimizde önemli boyutlara ulaşmış durumdadır.

AĞIR METALLER

Çeşitli sanayi kuruluşlarının atık sularında bazen eser miktarlarda, bazen de yüksek miktarlarda metaller bulunabilir. Bunlar alıcı ortamdaki canlılar üzerinde konsantrasyonları ile orantılı olarak toksik etki yaparlar. Eser miktarlarda bile zararlı olabilen bu maddeler arasında en önemli grubu Ağır Metaller olarak adlandırılan Cu, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Zn gibi elementler oluşturur. Ağır metallerin sudaki konsantrasyonları ve bu konsantrasyona karşı yaptıkları etkiler canlıdan canlıya ve konsantrasyondan konsantrasyona değişmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda, özellikle göl gibi denizle ilişkisi bulunmayan su kaynaklarında, hücre ve organ bozulmaları, davranış bozulmaları, hareket kaybı, üreme gücü kaybı, duyuusal organlarda işlev bozuklukları, beslenme bozuklukları ve bir çok benzer sorun ve devamında canlıların ölümü ya da tür devamlılığını sağlayamaması gibi sonuçlarla noktalanabilen etkiler oluşturur.

6. GRUP:

Su Kirliliği "Sularda insan etkisi sonucu ortaya çıkan ve kullanımlarını kısıtlayan ya da tamamen engelleyen, ekolojik dengeleri bozan kalite değişimleri" olarak ifade edilir. Hava kirliliğinde olduğu gibi, su kirliliğinde de kirleticiler kaynakları, etkiler ve kimyasal yapıları yönünden çok değişkendirler.

RADYOAKTİVİTE

Yeryuvarında radyoaktif kirliliğe neden olan başlıca iki kaynak vardır. Bunlar doğal ve yapay radyonüklidlerdir. Doğal radyoaktivite yeryuvarını oluşturan kayaların ve denizde çökelmiş olan sedimentlerin içinde bulunan radyoaktif maddelerin kompozisyonlarından kaynaklanır. Bunlara örnek olarak U²³⁵, U²³⁸, Th²³², K⁴⁰ ve Rb⁸⁷ gösterilebilir. Doğal radyoaktivitenin diğer bir kaynağını kozmik ışınların etkisi sonucu oluşan radyoaktivite oluşturur. Günümüzde radyoaktivitenin ikinci kaynağını yapay radyoaktif maddeler oluşturur. Bu radyoizotoplar özellikle ikinci dünya savaşından sonra giderek artan miktarlarda ortama karışmaktadır. Bunlara örnek olarak atom bombası denemeleri ya da kullanımı; nükleer santrallerden çıkan atıklar ve bu santrallerdeki kazalar; denizlere bilerek ve kontrollü şekilde atılan radyoaktif atıklardır. Günümüzde nükleer kazalara ait en iyi örneği Rusya'da yaşanan Çernobil kazası oluşturur. Radyasyon değişik türleri değişik şekillerde etkileyebilir. Diğer bir deyişle türlerin radyasyona olan duyarlılıkları farklı olur. Genelde böceklerin kuş ve memelilerden daha dayanıklı oldukları; bitkilerden ise otsuların iğne ve geniş yapraklılara göre daha dayanıklı



oldukları saptanmıştır. Bu ve benzeri veriler ışığında söylenebilir ki, canlıların evolasyon sürecindeki gelişmişliği ne kadar yüksekse, radyasyona ve etkilerine karşı duyarlılığı da o kadar yüksektir. Radyasyon neticesinde kronik ve kalıtsal etkiler alınabilir ve bu etkiler nesilden nesile aktarılabilir. Bazı radyoaktifler ise canlılardan birikme yapar ve besin zinciri yoluyla canlıdan canlıya geçebilir.

EK-3. Çalışmada kullanılan anlam çözümleme tablosu

ANLAM ÇÖZÜMLEME TABLOSU

	ÖZELLİKLER				
	Su Kirliliği	Fiziksel Kirlilik	Biyolojik Kirlilik	Organik Kirleticiler	İnorganik Kirleticiler
Renk		✓			
Virüsler			✓		
Hijyen/kozmetik atıkları				✓	
Kimyasal fabrika atıkları					✓
Isı		✓			
Bulaşıcı hastalıklar	✓				
Petrol hidrokarbonları				✓	
Algler			✓		
SO ₂ gibi asidik fabrika atıkları					✓
Köpük		✓			
Gıda işleme atıklarından NH ₃					✓
Bakteriler			✓		
Gıda işleme atıkları				✓	
İnsan faaliyetleri	✓				
Hayvansal moleküller			✓		
Suyun dengesinin bozulması	✓				
Ağır metaller					✓
Radyoaktif		✓			
Temiz su kaynaklarının tükenmesi	✓				
Gübrelerdeki azot ve fosforlu bileşikler					✓
Böcek/bitki ilaçları				✓	
Yabani otlar			✓		
Asılı partiküller		✓			
Toksik etkiler	✓				
Deterjanlar				✓	