ISSN: 2149-0848

INESJOURNAL

ULUSLARARASI EĞİTİM BİLİMLERİ DERGİSİ
THE JOURNAL OF INTERNATIONAL EDUCATION SCIENCE

Fatma ŞAHİN¹,

Filiz GÜLHAN²

SOLUNUM SİSTEMİNİ ANLAMADA SİSTEM DÜŞÜNMENİN ÖNEMİ

Kabul Tarihi: 16.11.2019 **Yayın Tarihi:** 31.12.2019

Künye (APA): Şahin, F., & Gülhan, F. (2019). Solunum sistemini anlamada sistem düşünmenin önemi. *The Journal of International Education Science*, 21 (6), 121-134. DOI:

ÖZ

Her geçen gün yaşamımızda problemler karmaşık hale gelmektedir. Çalışma hayatına başlayan bireylerden bu karmaşık problemleri çözmeleri beklenmektedir. Bu problemlerin çözülebilmesi için daha önce karşılaşmış pratik yapmış olmak gereklidir. Dolayısıyla öğretmenler eğitim sırasında öğrencilerini kompleks problemlerle karşılaştırmalıdır. Öğrencilerin düşünme becerilerini gelişimi öğretmenlerin bilgileriyle yakından ilgilidir. Buradan yola çıkılarak bu çalışma planlanmıştır. Çalışmanın amacı; Fen bilgisi öğretmenliği lisansüstü programına devam eden öğretmenlerin solunum konusunu sistem düşünme ile açıklama düzeylerini tespit etmektir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinde bulunan bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği üstü programına devam eden 16 öğretmen (6 Doktora, 10 Yüksek Lisans) oluşturmuştur. Çalışmada nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplamak için solunum sistemi sistem düşünme testi, nitel veri toplama aracı olarak da öğretmenlerin çizdikleri kavram haritaları kullanılmıştır. Nicel veriler sonucunda öğretmenlerin sistem düşünme seviyeleri %10'u uygulama- sentez, %30 sentez, %60'ı analiz düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Nitel verileri analizinde ise sistem bileşenlerini belirleme ve sistem bileşenleri arasında basit ilişki kurmada başarıyla, sistem bileşenleri arasındaki dinamik ilişkileri tanımlama ve sistem bileşenlerini etkileşimler çerçevesinde organize edebilmede başarılı olmadıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: solunum, sistem, kompleks kavram, sistem düşünme

¹ Prof. Dr. Marmara Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Bölümü, Fen Bilgisi Öğretmenliği A.B.D., fsahin@marmara.edu.tr

² Milli Eğitim Bakanlığı, Fen Bilgisi Öğretmeni. flzgulhan@gmail.com

THE IMPORTANCE OF SYSTEM THINKING IN RESPIRATORY SYSTEM

Abstract

Everyday problems become more complex in our lives. Individuals who start working life are expected to solve these complex problems. In order to solve these problems, it is necessary to encounter and practice before. Therefore, teachers should introduce their students with complex problems during education. The development of students' thinking skills is closely related to teachers' knowledge. The aim of the study is to determine graduate program science teacher' level of system thinking in the explanation of respiratory subject. The study group of the study consisted of 16 teachers (6 Ph.D., 10 Master) who are attending a science teaching program in a state university in Istanbul in 2018-2019 academic year. Quantitative and qualitative data collection tools were used in the study. Respiratory system thinking test was used to collect quantitative data, and concept maps drawn by teachers were used as qualitative data collection tools. As a result of the quantitative data, it was determined that the system thinking levels of the teachers were at the level of practice-synthesis, 30% synthesis and 60% analysis. In the qualitative data analysis, it was found that while they were successful in identifying system components and establishing simple relationships between system components, they were not successful in defining dynamic relationships between system components and organizing system components within interactions.

Key Word: respiration, system, complex concept, system thinking

GİRİŞ

Günümüzde problemler her geçen gün daha kompleks hale gelmektedir. Bunun için bilimde bu problemleri çözen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Sistem düşünme karmaşık problemlere bütüncül bakarak çözümü kolaylaştırmaktadır. Ancak öğrencilerin vücudun çalışma mekanizması, su döngüsü, yer bilimleri gibi kompleks kavramlarda bütüncül düşünmede zorlandıkları belirlenmiştir (Pekel ve Özay, 2005; Assaraf ve Orion, 2005; Hmelo-Silver ve Pfeffer, 2004). Öğrenme zorluklarının sebebi ise, kompleks olayların çoklu bileşenlerinin olması ve sistemin karmaşık olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Daniel ve ark, 2004). Ayrıca sistemlerin örgütsel düzeyleri arasında bağlantıların kurulamaması da başka bir neden olarak gösterilmektedir. Karmaşık sistemlerin yapısal ve davranışsal yönlerini anlamak, bilim insanları için bile zorlu bir süreçtir (Jacobson ve Wilensky, 2006).

Sistem Düşünme Modelleri

Sistem düşünme, sistemin parçaları ve parçalar arasındaki ilişkiyi açıklamaya yarayan ve resme büyük bir açıdan bakmayı sağlayan bir düşünce sistemidir (Assaraf ve Orion, 2005). Dahası, örüntüleri ve ilişkileri tanımayı ve bu ilişkileri daha etkili ve verimli bir şekilde nasıl yapılandırılacağını ele almaktadır. Son yıllarda eğitim sisteminde sistem düşüncesinin araştırılması için, fen bilgisi eğitimi araştırmacıları arasında bir fikir birliği sağlanmıştır (Brandstädter ve ark. 2012). Araştırmalar sistem düşünme seviyelerini kavramanın yararlı bir yolu olarak birçok model ortaya koymuşlardır. Bunlardan biri **Yapı-Davranış-İşlev (YDİ)** düşüncesidir. Karmaşık bir sistemin YDİ modelinin **yapı kısmı**, sistemin bileşenlerini ve aralarındaki bağlantıları ifade eden sistemin ne olduğunu belirtmektedir. **Davranışlar**, karmaşık sistemin nasıl olduğunu, içerisinde meydana gelen nedensel süreçleri belirtmektedir. **İşlevler**, sistemin “neden” inin anlaşılmasını belirtmektedir. Örneğin, diyafram insan solunum sisteminin yapılarından biridir, büzülme ve gevşetme mekanizması, diyaframın davranışına bir örnektir. Diyaframın işlevi, göğüs boşluğun içinde bir hava basıncı farkını oluşturarak havanın içeri ve dışarı çıkmasını sağlamaktadır (Brandstädter ve ark. 2012).

Sistem Düşünmenin diğer modeli ise, Assaraf ve Orion (2005) tarafından geliştirilen **Sistem Düşünme Hiyerarşi (SDH)**'dir. Bu model, sistem anlayışını değerlendirmek için kullanılan modeldir. Çünkü YDİ modelinden daha ayrıntılıdır ve bu nedenle bize daha doğru bir resim sunar. Assaraf ve Orion (2005), sistem düşünmeyi sekiz hiyerarşik özellik veya yeteneğe göre kategorize edilebileceğini belirtmiştir. Bu sekiz özellik, üç ardışık seviyede düzenlenmiştir: (A) analiz sistem bileşenleri (karakteristik 1); (B) sistem bileşenlerinin (2, 3, 4, 5) sentezlenmesi; ve (C) uygulama (6, 7, 8). Sistem düşünme yedi temel sistem düşünme becerisini içermektedir. Stave ve Hopper (2007) bunu kullanarak, Bloom'un öğrenme taksonomisine paralel sistem düşünme becerisi taksonomisi önermişlerdir (şekil 1).

Şekil 1: Sistem Düşünme Düzeyleri

Bu sistemde yer alan beceriler şunlardır: Ara bağlantıları tanıma, geribildirimleri tanıma, dinamik davranışları anlama, değişken ve akış türlerini ayırdetme, kavramsal model kullanma, simülasyon modeller oluşturma, politikaları test etme'dir.

Biyolojik Sistemlerde Sistem Düşünme

Çok çeşitli yapı ve işlevlerden oluşan insan vücudu da kompleks yapılara örnektir. Sistemler bağlamında insan vücuduna bakıldığında genel olarak üç sistem özelliği göstermektedir: (a) hiyerarşi, (b) homeostasi ve (c) dinamizm. Hiyerarşi: Bir sistem hiyerarşiler ile karakterize edilmektedir. Bu tür hiyerarşiler insan vücudunda makro ve mikro düzeylerde görülmektedir (Hmelo-Silver ve ark. 2000). Sistemler ve bileşenleri kendi aralarında ilişki içindedirler. Bu yapılar hiyerarşik bir sistem içinde çalışmakta ve birlikte homeostasis'i oluşturmaktadırlar. Bir biyosistemi anlamak için sistemin her bir hiyerarşik yapısı ve ilişkileri bilinmelidir. Bu biyosistemlerden biri homeostasisdir. Öğrenciler homeostasis gibi kompleks kavramları özümsemeye zorluk çekmektedir. Çünkü homeostasis; hem iç ortamın dengesinin korunmasını hem de bu dengeye yol açan birçok düzenleyici süreçler. Homeostasisi anlamak, insan vücudunun karmaşıklığını anlamak demektir. Homeostasis hem beden ile çevresi arasındaki etkileşimi hem de farklı organizasyonel seviyelerinde meydana gelen süreçleri açıklamaktadır (Tripto ve ark. 2013). Biyosistemde sistem dinamiklerini anlamak, olaylar arasındaki etkileşimi tanımlamamıza ve değişikliklerin sonuçlarını tahmin etmemize olanak sağlamaktadır (Sommer ve Lücken, 2010). Sistem düşünme biyo-sistemdeki kompleks kavramları anlamak için önemlidir (Jacobson ve Wilensky, 2006). Kompleks sistemleri anlamak bilimi anlamak için esastır, ancak bu tür sistemlerin karmaşıklığı onları anlamayı zorlaştırır. Çünkü dinamik şekilde etkileşime giren birbiriyle ilişkili çok sayıda kavram ve seviyeden oluşmaktadır (Sommer ve Lücken, 2010).

Sistem Düşünmenin Değerlendirilmesinde Kavram Haritaları

“Gelecek Nesil Bilim Standartları” (NRC), (2012) raporunda, bilim ve mühendislik alanında farklı disiplinleri birbirine bağlayan kavramlara yer verilmiştir. Bu kavramlar sistem düşünmeyi yansıtmakta olup metabilşsel kavramları içermektedir. Metabilşsel öğrenmeyi ve sistem düşünmeyi değerlendirme için kavram haritalarının uygun olacağı belirtilmiştir (Ben-David ve Orion, 2012). Kavram haritalarının hem öğretmenler hem de öğrenciler için faydalı değerlendirme araçları olduğu bildirilmiştir (Ausubel, 1968; Dorrough & Rye, 1997; Ruiz-Primo & Furtak, 2004). Kavram haritaları öğrencilerin bilgi yapılarını belirli bir alanda nasıl düzenlediklerine dair görsel resimler sunmaktadır. Kavram haritalarının, sistem düşüncesini değerlendirmek için özellikle yararlı olduğu da belirtilmiştir (Boersma ve ark. 2011). Sommer ve Lücken, (2010) kavram haritalarının kavramların, bağlantıların ve çeşitliliğin artmasının öğrencilerin sistem düşüncesini ölçmek için güvenilir bir parametre olduğunu göstermiştir.

Sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin yaşamlarında sağlık, beslenme, enerji, çevre gibi kompleks konularda hem karar vermelerine yardımcı olacak hem de bu sorunlarla başa çıkabilecek araçlar sağlayacaktır. Ayrıca sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesi, çok miktarda bilgiyle başa çıkmak için yararlı araçlar sağlayacağı bildirilmiştir (Raved ve Yarden, 2014; Verhoeff, 2003; Wilensky ve Resnick, 1999; Ben-David ve Orion, 2012; Sommer ve Lücken, 2010; Shepardson ve ark., 2012; Meilinda ve ark, 2017). (NRC, 2012) tarafından yayınlanan son K-12 Bilim Eğitimi raporu da farklı yaş seviyelerindeki öğrencileri için sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesinin gerekliliğini belirtmiştir. Bu çalışma; ilköğretim öğrencilerinin sistem düşünmesini geliştirmede önemli bir yer tutan öğretmenlerin sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve literatüre katkı sağlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Çalışmanın amacı; Fen bilgisi öğretmenliği lisansüstü programına devam eden öğretmenlerin solunum konusunu sistem düşünme ile açıklama düzeylerini incelemektir.

YÖNTEM

Bu çalışma nitel araştırma desenlerinden durum çalışması olarak planlanmıştır. Mevcut literatürde durum çalışması farklı isimlerle anılmaktadır. Olay incelemesi, durum çalışması, örnek olay çalışması, örnek olay inceleme yöntemi ve vaka çalışması bu isimlerden bazılarıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Durum çalışması sosyal ve bilimsel araştırma yapmanın çeşitli yollarından biridir. Bu çalışmada Fen bilgisi öğretmenliği lisansüstü programına devam eden öğretmenlerin solunum konusunu sistem düşünme ile açıklama düzeylerini belirlemek hedeflenmiştir. Bu çerçevede çalışmaya konu olan tek bir durum söz konusudur ve “Bütüncül Tek Durum Deseni” varsayımları ve uygulama ilkeleriyle bu araştırmaya yön vermiştir. İsminden de anlaşılabileceği gibi bu desende tek bir analiz birimi (Fen Bilgisi öğretmen adayları) bütüncül ve tek bir ünite olarak ele alınacaktır.

Çalışma Grubu: Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinde bulunan bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisansüstü programına devam eden 16 öğretmen (6 Doktora, 10 Yüksek Lisans) oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bunlar; Solunum sistemi sistem düşünme testi ve öğretmenlerin çizdiği kavram haritalarıdır.

1. Solunum Sistemi Sistem Düşünme Testi

Durum çalışmasında sıklıkla yaygın olarak kullanılan veri toplama aracı açık uçlu sorulardan oluşan testlerdir (Q'Brien, 2003). Çalışmada öğretmenlerin solunum konusundaki sistem düşüncelerini belirlemek amacıyla 16 açık uçlu sorudan oluşan “Solunum Sistemi Sistem Düşünme Testi” kullanılmıştır. Test araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Test soruları sistem düşünmenin basamakları olan Uygulama-Sentez, Sentez ve Analiz düzeyindeki sorulardan oluşmaktadır.

Tablo 1: Solunum İle İlgili Sistem Düşünme Kategorileri Ve Soru Örnekleri

Kategoriler	Soru Sayısı	Örnek Soru
Uygulama ve sentez	5	Alveollerin toplam dış yüzey alanları 50-100 m ² arasında değişir. İnsanda toplam deri yüzeyi yaklaşık 1.75 m ² kadardır. Yukarıdaki bilgiye göre; eğer bazı canlılar gibi sadece deri solunumu yapsaydık neler olurdu? Alveoller ve deride oksijen karbondioksit değişimini karşılaştırın. Azot yağlarda sıvılara oranla 5 kat daha hızlı çözünür. Merkezi sinir sistemi(beyin ve omurilik) gibi yağlı dokulardır. Bu dokulardan azot nasıl atılır?
Sentez	5	Solunumun sinirsel kontrolü nasıl gerçekleşir? Hangi olaylar solunum merkezini uyarır? Ve nasıl tepki verilir? Dekompresyon(Vurgun) neden oluşur?
Analiz	6	İnspirasyon, Ekspirasyon mekanizması . Solunum Siklusunda Basınç ve Hacim İlişkileri Akciğer ve alveolar ventilasyon. Alveollerden gaz taşınması

2. Kavram Haritaları

Öğretmen adayları “Solunum Sistemi Sistem Düşünme Testi” sorularını cevapladıktan sonra, buradaki bilgilerini kavram haritasına dönüştürmeleri istenmiştir.

Araştırmanın Uygulanması

Araştırmada araştırmacı öğretim elemanı tarafından Fen Bilgisi öğretmenliği lisansüstü programına devam eden öğretmenlere disiplinlerarası, kompleks problemler ve sistem düşünme ile ilgili bilgiler verilmiştir. Daha sonra öğretmenlerden “Solunum Sistemi Sistem Düşünme Testi” sorularını cevaplamaları istenmiştir. Testten sonra öğretmenlerden kavram haritası çizimleri beklenmiştir. Uygulama sırasında öğretmenlere süre ve kaynak sınırlaması koyulmamıştır.

Veri Analizi

1. Solunum Sistemi Sistem Düşünme Testi

Öğretmen adaylarının cevapladıkları anket soruları içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Açık uçlu soruların geçerliliğini sağlamak ikinci bir öğretim elemanı tarafından da analiz edilmiştir. İki araştırmacı arasındaki içerik doğrulama indeksi 0.85 olarak tespit edilmiştir.

2. Kavram Haritalarının Değerlendirilmesi

Kavram haritaları tablo 2’de belirtilen ve Raved ve Yarden(2014)’den esinlenerek araştırmacılar tarafından hazırlanan kavram haritası değerlendirme rubriğine göre değerlendirilmiştir.

Tablo 2: Kavram Haritası Değerlendirme Rubriği

Sistem düşüncesini geliştirme aşamaları	Kavram haritalarının analizi	“Biyolojide sistem düşünme becerilerini karakterize etme modeli” ile korelasyon	
		Temel Seviye	Üst Seviye
Sistemdeki bileşenleri belirleme yeteneği	Kavram sayısı, kavramların organizasyon seviyesi	Bileşenler tek bir organizasyon düzeyinde görünür(1 puan)	Bileşenler çeşitli organizasyonlar düzeyinde görünür (2 Puan)
Sistem bileşenleri arasındaki basit ilişkileri tanımlayabilme	Basit ilişkilerin sayısı, basit ilişkilerin organizasyon seviyeleri	Basit ilişkiler, tek bir organizasyon düzeyinde ortaya çıkar(3 Puan)	Basit ilişkiler çeşitli organizasyon seviyelerinde ortaya çıkar(4 Puan)
Sistem bileşenleri arasındaki dinamik ilişkileri tanımlayabilme	Dinamik ilişkilerin sayısı, dinamik ilişkilerin organizasyon seviyeleri	Dinamik ilişkiler, organizasyonun tek düzeyinde görünür(5 Puan)	Dinamik ilişkiler çeşitli organizasyon seviyelerinde görünür(6 Puan)
Sistem bileşenlerini etkileşimler çerçevesinde organize edebilme	Kavşakların sayısı (en az üç diğer kavramla bağlantısı olan kavramlar)	Zayıf bir etkileşim çerçevesi(7 puan)	Zengin bir etkileşim çerçevesi (8 Puan)

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel araştırma ölçülmesi gereken olguyu olabildiğince yansız ölçtüğü kadar bilimsel kabul görür. Araştırmanın bilimsel olarak kabul görmesi için geçerlik ve güvenirliliğinin yüksek olması gerekmektedir. Lincoln & Guba (1985) nitel araştırmanın niteliğini üst seviyeye taşıyabilecek bir takım stratejiler önermektedir. Araştırmada kullanılan iç geçerlik kavramı yerine inandırıcılık, dış geçerlik kavramı yerine aktarılabilirlik, iç güvenirlilik yerine tutarlık, dış güvenirlilik yerine teyit edilebilirlik kavramları kullanılmaktadır. Bu çalışmada araştırmanın inandırıcılığını arttırmak için araştırma konusu hakkında bilgili ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzman bir öğretim üyesi, araştırmanın tüm süreçlerini incelemiş; eleştirilerini ve yorumlarını araştırmacılara aktarmıştır. Çalışmada araştırmanın aktarılabilirliğini arttırmak ve dış geçerliliğini yükseltmek için verilerin nasıl toplandığı detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırmadaki güvenirlilik kavramı yerine Lincoln & Guba (1985) nitel araştırmada tutarlılık kavramını önermektedir. Olay ve olguların aynen taklit edilmesi mümkün olmayacağı için nitel araştırmada güvenirlilikten ziyade tutarlılık ön plandadır. Bu çerçevede araştırmanın planlanması ve gerçekleştirilmesi süreci detaylarıyla ve gerekçeleriyle birlikte açıklanmaya çalışılmıştır. Nitel araştırmalarda dış güvenirliliğin yerine geçen teyit edilebilirlik sağlanabilsin diye çalışmada araştırmacı çeşitlemesine başvurulmuştur. Araştırmadan elde edilen verilerin analizinde ikincil bir araştırmacı yer almıştır. İki araştırmacı arasındaki tutarlık teyit edilebilirlik kısacası dış güvenirlilik olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Yapılan çalışmada Fen Bilgisi öğretmenlerinin solunum sistemi ile ilgili sistem düşünme seviyelerine ait bulgular tablo ve grafikler olarak verilmiştir.

Tablo 3: Öğretmenlerin Sistem Düşünme Düzeyleri

Basamak	Sistem Düşünme Seviyesi	Solunum ile İlgili Sistem düşünme Beceri Göstergesi
Üçüncü Düzey (Uygulama Ve sentez) (%7.14)	Üç veya daha fazla bileşen veya süreci ve etkileşimi tanımlar	<p>Deniz seviyesinden yüksek ve alçak yerlerde solunumu etkileyen oksijenin kısmi basıncının, hemoglobine bağlanma düzeyini etkilediği, Oksijen saturasyonu, Solunum hızı, damarlar, solunum kasları, vücut sıvı oranı ve kalbin nasıl etkilendiğini açıklar</p> <p>Hız bir şekilde yükseklere tırmanıldığında (örneğin sporcular) solunum ve dolaşım sisteminin etkilenmesi ve bunun sonucunda oluşan komplikasyonlar (akciğer ödemi gibi)</p> <p>Solunumun sinirsel kontrolü</p> <p>Hangi olaylar solunum merkezini uyaran olaylar ve bunlara verilen tepkiler</p> <p>Dekompresyon(Vurgun) olayının biyolojik ve kimyasal, sağlık boyutunda açıklama</p> <p>Vurgun sırasında vücuttaki azotun farklı doku sıvılarında farklı çözünme düzeyine sahip olduğu örneğin azotun yağlarda sıvılara oranla 5 kat daha hızlı çözündüğü Merkezi sinir sistemi(beyin ve omurilik)daha çok etkilendiğini kavrar.</p> <p>Sporcuların maç öncesi yükseklere kampa götürülmesini açıklar.</p> <p>Akciğer solunumu ile deri solunumunu vücudun oksijen ihtiyacını hesaplayıp karşılaştırır(Örnek soru: Alveollerin toplam dış yüzey alanları 50-100 m² arasında değişir. İnsanda toplam deri yüzeyi yaklaşık 1.75 m² kadardır. Bu bilgiye göre; eğer bazı canlılar gibi sadece deri solunumu yapsaydık neler olurdu? Alveoller ve deride oksijen karbondioksit değişimini karşılaştırın).</p>
İkinci Düzey(sentez) (%35.71)	Tam bağlantı Bir bütünün bir kısmını oluşturan iki veya daha fazla kavram ve / veya bağlantıyı tanımlar.	<p>İnspirasyon, Ekspirasyon mekanizması .</p> <p>Solunum Siklusunda Basınç ve Hacim İlişkileri Kompliyans Alveollerin Yüzey Gerilimi ve Sürfaktanlar arasındaki ilişkilerin kurulması</p> <p>Akciğerlerde dolaşım, ventilasyon/perüzyon oranının önemini bilir</p> <p>Oksijenin hemoglobinden ayrılmasına neden olan etkenleri açıklar</p> <p>Hipoksiya, siyanoz, asfeksi ile solunum arasındaki ilişki kurulur</p>
Birinci Düzey(Analiz) (%57.14)	Kısmi bağlantı Öğrenciler hem kavramları hem de bağlantıları tanımlar ancak ilişkileri tam tanımlayamaz.	<p>Solunum Sistemi Organlarının Yapı - Fonksiyon İlişkisi kurar</p> <p>Solunum hacmi, kapasite ve tiplerini açıklar</p> <p>Akciğer ve alveolar ventilasyon. Alveollerden gaz taşınması, O₂ ve CO₂'in taşınmasını kavrar</p>

Tablo 1’de öğretmenlerin sistem düşünme düzeyleri ve örnek ifadeleri yer almaktadır. Buna göre öğretmenlerin %7.14’ü solunumu sistem düşünmenin en üst düzeyi olan uygulama ve sentez basamağında açıklayabilmiştir. %35.71’i ikinci basamak olan sentez basamağına göre, %57.14’ü ise sistem düşünmenin en alt basamağı olan analiz basamağına göre açıklamada bulunmuştur.

Grafik 1: Öğretmenlerin Solunum Konusunda Sistem Düşünme Düzeyleri(%)

Grafik 1’de Fen bilgisi öğretmenliği lisans üstü eğitime devam eden öğretmenlerin solunum konusundaki sistem düşünme seviyeleri yer almaktadır. Buna göre öğretmenler solunum organları, solunum organları arasındaki ilişki, genel gazların çözünürlüğü, solunum bozuklukları gibi temel bilgileri üst düzeyde cevaplamışlardır. Solunum gazlarının çözünürlüğü, solunumun sinirsel kontrolü gibi konuları orta düzeyde cevaplamışlardır. Alveolar solunumla deri solunumunu karşılaştırma, akciğerlerde ventilasyonla perfüzyon yüzeyi arasındaki ilişki gibi kompleks problemleri çözmede başarısız oldukları görülmektedir.

Grafik 2’de öğretmenlerin yaptıkları kavram haritalarının sistem düşünme açısından değerlendirilmesi görülmektedir. Buna göre öğretmenlerin kavram haritalarında üst düzey ilişki kurma düzeyleri sistem bileşenlerini belirleme (%83) ve sistem bileşenleri arasında basit ilişki kurma (%72) üst düzeyde olduğu görülmektedir. Buna karşılık sistem bileşenleri arasındaki dinamik ilişkileri tanımlama (%38) ve sistem bileşenlerini etkileşimler çerçevesinde organize edebilme (%33)’de üst düzey ilişki kurmanın daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Grafik 2: Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Solunum Sistemi İle İlgili Kavram Haritalarının Sistem Düşünme Düzeylerine Göre Değerlendirilmesi

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada fen bilgisi lisansüstü eğitime devam eden öğretmenlerin solunum konusunda sistem düşünme becerileri yaptıkları kavram haritaları değerlendirilerek ortaya çıkarılma çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin solunum organları, solunum organları arasındaki ilişki, genel gazların çözünürlüğü, solunum bozuklukları gibi temel bilgileri üst düzeyde cevapladıkları görülmüştür. Solunum gazlarının çözünürlüğü, solunumun sinirsel kontrolü gibi konuları orta düzeyde; alveolar solunumla deri solunumunu karşılaştırma, akciğerlerde ventilasyonla perfüzyon yüzeyi arasındaki ilişki gibi kompleks problemleri açıklama düzeylerinin ise çok sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu sonucun öğretmenlerin gerek hizmet öncesi gerekse hizmet içi eğitimlerinde kompleks problemlerde temel bilgilerini nasıl kullanacakları ile ilgili eğitim almamaları gelmektedir. Yine öğretmenlerin çizdikleri kavram haritalarında da sistem bileşenlerini belirleme ve sistem bileşenleri arasında basit ilişki kurma düzeyinde başarılı oldukları görülmüştür. Buna karşılık sistem bileşenleri arasındaki dinamik ilişkileri tanımlama ve sistem bileşenlerini etkileşimler çerçevesinde organize edebilme düzeylerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmenlerin karmaşık sistemler hakkında bilgi sahibi olma becerilerini etkileyen ana konulardan biri bilişsel, meta-bilişsel ve öz-düzenleme süreci olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, meta-bilişsel süreçlerin kullanımı, bilimsel akıl yürütme becerileri ve karmaşık sistemlerin anlaşılmasında motivasyon stratejilerinin incelenmesinin önemli olduğu belirtilmiştir (Hmelo-Silver ve Azevedo, 2006). Meta-bilişsel farkındalık geliştirmek, karmaşık sistemler hakkında bilgi sahibi olmada kritik öneme sahiptir. Öztürk Soytürk ve Şahin (2016) yaptıkları çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin sistem düşünme becerileri ile akademik başarı arasındaki

ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin akademik başarıları artmış ve öğrencilerin çoğu üst düzey sistem düşünme basamağına ulaşmıştır. Rieß ve Mischo, (2010) Yaptıkları çalışmalarında biyolojideki kompleks kavramların anlaşılması ve kompleks problemlerin çözümünde sistem düşünmenin önemli olduğu belirtilmiştir.

Sistem düşünme artan karmaşık ve kompleks problemlerin çözümünde önemli bir yere sahip olmasına rağmen bilim eğitiminde sınırlı çalışma bulunmaktadır (Meilinda ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda sistem düşünmenin önünde bazı engeller olduğu belirtilmiştir. Bu engeller; a. çok sayıda etkileşim ve ilişki seviyesini tanımlama, b. sistemin işlevlerini ve davranışını açıklama c. sistemin gizli boyutlarını (sistemin görünmez kısımlarını) tanımlama gerektirmesidir. Bu beceriler, daha kapsamlı bir sistem anlayışı geliştirmek için birlikte kullanılmaktadır. Örnek olarak, sistem içindeki daha ayrıntılı ilişkileri ayırt etmek ve anlamak için, bireyin sistemin yapısal boyutlarının işlevlerini ve davranışlarını kavraması ve aynı zamanda sistemin gizli boyutlarının etkisinin farkına varması gereklidir. Çeşitli araştırmacılar bu becerilerin geliştirilmesi için öğretim programlarında sistem düşünme becerilerine yer verilmesini önermektedirler (Assaraf ve Orion 2005, 2012; Evagorou ve ark. 2009; Hmelo-Silver ve Azevedo 2006; Wilensky ve Resnick 1999). Bütüncül düşünmenin önemli olduğu Bilim ve Mühendislikte sistem düşünme, amacı, süreci ve performansı entegre etmenin bir yolunu sunmaktadır. Ayrıca, sistemleri bütüncül görmeyi, kompleks problem durumlarını anlama; istenmeyen durumları ve belirsizlikleri azaltma ve risk yönetimini sağlamaktadır. Monat ve Gannon, (2015) sistem düşünmeyi birçok disiplini ilgilendiren bilim ve mühendislik alanlarının temel bir becerisi olduğunu belirtmiştir.

Çalışma sonucunda; öğretmenlerin solunum sistemine sadece biyolojik bir olay olarak tek bir disiplinle açıklamaya çalıştıkları, farklı disiplinler açısından bütüncül düşünemedikleri görülmüştür. Bu çalışma öğretmenlerde sistem düşünme için bir farkındalık oluşturmuştur. Çalışma için yapılan literatür çalışmasında ülkemizde sistem düşünme çalışmalarının çok sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışma sonucunda sistem düşünme çalışmalarının hem bilim hem de mühendislik alanlarında farklı konularda çalışılması ve eğitimde bir öğretim aracı olarak kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ben David, A & Orion, N.(2012). Teachers' Voices on Integrating Metacognition into Science Education. *International Journal of Science Education* 35(18):1-33 DOI: 10.1080/09500693.2012.697208
- Ben-Zvi Assaraf O, Orion N. (2005). Development of system thinking skills in the context to earth system education. *J Res Sci Teach.* 42:518–60.doi:10.1002/tea.20061
- Ben-Zvi Assaraf O, Orion N. (2012). Teachers' voices on integrating metacognition into science education. *International Journal of Science Education*, 35,3161–3193. doi:09500693.2012.697208/10. 1080

- Boersma , K., Jan Waarlo, A & Klaassen, K.(2011). The feasibility of systems thinking in biology education. *Journal of Biological Education* . 45, 4. 190-197
- Brandstädter, K., Harms, U., & Großschedl, J. (2012). Assessing system thinking through different concept- mapping practices. *International Journal of Science Education*, 34, 2147–2170.
- Daniel B, Stanisstreet M.A and Boyes E. (2004). How can we best reduce global warming? School students' ideas and misconceptions. *International journal of environmental studies* 61: 2 211-22
- Dorough, D.K. and J.A. Rye (1997). “Mapping for Understanding”, *Science Teacher* (64)1, pp. 36- 41.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: a case study with fifthgraders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655–674.
- Hmelo-Silver, C. E, Marathe S. Liu.L.(2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: expert-novice understanding of complex systems. *J. Learn. Sci.* 16:307–31. doi:10.1080/10508400701413401
- Hmelo-Silver, C.E., Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems:some corechal-lenges. *J. Learn. Sci.* 15:53–61.doi:10.1207/s15327809jls1501_7
- Hmelo-Silver C.E, Pfeffer M.G. (2004. Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cogn. Sci.* 28:127–38.doi:10.1207/s15516709cog2801_7
- Hmelo-Silver, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing learning about complex systems. *Journal of the Learning Science*, 9, 247–298. doi:10.1207/S15327809JLS0903_2
- Hogan, K. (1999). Relating students’ personal frameworks for science learning to their Cognition in collaborative contexts. *Science Education*, 83, 1–32. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199901)
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 15, 11– 34. doi:10.1207/s15327809jls1501_4
- Lincoln, YS. & Guba, EG. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Meilinda, M., Rustaman, N.Y. and Tjasyono, B. (2017). The Perceptions of Pre-Service Science Teachers and Science Teachers about Climate Change. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 6(2) 292-7
- Monat, J.P., Gannon, T.F.(2015). What is Systems Thinking? A Review of Selected Literature Plus Recommendations. *Am. J. Syst. Sci.* 4, 2
- Novak, J.D. (1995). “Concept Mapping: A Strategy for Organizing Knowledge”, in Glynn, S.M. and R. Duit (eds.), *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., pp. 229-245.

- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Özyurt Soytürk, B., Şahin, F.(2016). Ortaokul Öğrencilerinde Sistemik Düşünme Becerileri ile Akademik Başarı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *International Journal of Human Sciences*. 13(1) p. 1473-1485
- Pekel, F. O. and Özay, E. (2005). Turkish high school students' perceptions of ozone layer Depletion. *Applied Environmental Education and Communication*. 4 (2) 115-23
- O'Brien, R. (2003). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research* /online/. Retrieved on 5th September 2012 from <http://www.wb.net/robrien/papers/arfinal.html>
- Raved, L and Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system *Frontiers in public health* 1 (2) 260
- Rieß, W & Mischo, C.(2010). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education* 32(6):705-725 DOI: 10.1080/09500690902769946
- Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2004, April). Informal assessment of students' understanding of scientific inquiry. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA
- Shepardson D P, Niyogi D, Roychoudhury A and Hirsch A (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research* 18 (3) 323-52
- Sommer, C., & Lücken, M. (2010). Systemcompetence—Are elementary students able to deal with a biological system? NorDiNa—*Nordic Studies in Science Education*, 6, 125–143. Resource document <http://www.naturfagsenteret.no/c1515603/binfil/download2.php?tid=1568379>
- Stave, K. A., & Hopper, M. (2007). What Constitutes Systems Thinking? A Proposed Taxonomy. In *25th International Conference of the System Dynamics Society*. Boston
- Tripto, J., Ben-Zvi-Assaraf, O., & Amit, A. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research (AJOR)*, 3, 245–258. doi:10.4236/ajor.2013.31A022
- Wilensky, U. and Resnick, M. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the World. *Journal of Science Education and technology* 8(1) 3-19
- Verhoeff R P. (2003). *Towards systems thinking in cell biology education* (Netherland: Utrecht University)
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seckin Yayınları.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Understanding the structural and behavioral aspects of complex systems is a challenging effort for scientists (Jacobson and Wilensky, 2006). The importance of system thinking The Next Generation Science Standards (2012) report includes seven cross-concepts that connect the boundaries of discipline that birleştire combine fundamental ideas in science and engineering ". Seven of these concepts reflect system elements and system thinking: 1. patterns; 2. cause and effect; 3. scale, ratio and quantity; 4. systems and system models; 5. flows, cycles and conservation; 6. Structure and function; 7. Stability and change.

Research has shown the challenges faced by students of all ages when dealing with complex systems (Assaraf and Orion, 2005; Hmelo-Silver and Pfeffer, 2004). In order to understand complex systems, it has been suggested that there should be a focus on methods that encourage cooperative learning, discussion and reflection (Jacobson and Wilensky, 2006). It was stated that concept maps would be suitable for such metacognitive learning and evaluation (Ben-David and Orion, 2012). When considered as a system, the biological knowledge of the human body consists of a wide variety of events. Looking at the human body in terms of systems, there are generally three system features: (a) hierarchy, (b) homeostasis, and (c) dynamism. Hierarchy: To understand biological systems, students need to understand these hierarchies. A system is characterized by hierarchies. Such hierarchies are at the macro and micro levels in the human body (Hmelo-Silver et al., 2000). Systems and components are interrelated. These structures work in a hierarchical system and together they form homeostasis. To understand a biosystem, each hierarchical structure and relationship of the system must be known.

The aim of this study; The aim of this course is to examine the level of system thinking and explanation of respiration subject of the teachers attending graduate program in science teaching.

Method

In this study, a mixed pattern was used in order to examine the system thinking skills of science teachers who are continuing their graduate education.

Study Group: The study group of this research consists of 16 teachers (6 Ph.D., 10 Master) who are continuing their graduate program in Science Teaching in a state university in Istanbul in 2018-2019 academic year.

Data Collection Tools: Quantitative and qualitative data collection tools were used in the study. Respiratory system thinking test was used to collect quantitative data, and concept maps drawn by teachers were used as qualitative data collection tools.

1. Respiratory System Thinking Test: In the study, 16 open-ended questions were used to determine the teachers' thinking about the system.

The test questions consist of Application-Synthesis, Synthesis and Analysis levels which are the steps of system thinking.

2. Concept Maps: After answering questions about respiratory system, prospective teachers were asked to convert their knowledge into concept maps.

Implementation of the Study: In the study, first of all, a system thinking questionnaire was created. This questionnaire was applied to graduate students in science teaching. After the test, teachers were asked to draw a concept map. There was no time and resource limitation.

Data analysis

1. Respiratory System Thinking Questionnaire: Questionnaires answered by prospective teachers were evaluated by content analysis. The validity of the open-ended questions was also analyzed by a second instructor. Content validation index 0.85 between two researchers.

2. Evaluation of Concept Maps: Concept maps are evaluated according to the rubric of the concept map prepared by the researchers, which is inspired by Raved and Yarden (2014).

Results

In this study, 7.14% of teachers were able to explain respiration in the application and synthesis step which is the highest level of system thinking. 35.71% of them are in the second step according to the synthesis step and 57.14% of them are made according to the analysis step which is the lowest step of system thinking. The system thinking levels of the teachers in the field of respiration are given by the teachers who continue their graduate education in science teaching. Accordingly, the teachers answered the basic information such as respiratory organs, the relationship between respiratory organs, the solubility of the general gases and respiratory disorders at a high level.

They answered the issues such as solubility of respiratory gases and neural control of respiration at a moderate level. They have failed to solve complex problems such as comparing alveolar respiration with skin respiration and the relationship between ventilation and perfusion surface in the lungs.

Discussion

In this study, the concept maps of the teachers who are continuing their science graduate education on respiratory system thinking skills were evaluated and revealed. According to the findings, it was observed that the teachers answered basic information such as respiratory organs, relationship between respiratory organs, solubility of general gases, respiratory disorders at high level. The subjects such as solubility of respiratory gases and neural control of respiration are moderate; however, the level of explaining complex problems such as the comparison between alveolar respiration and skin respiration and the relationship between ventilation and perfusion surface in the lungs was found to be very limited.

It has been reported that one of the main issues affecting teachers' ability to have information about complex systems is cognitive, meta-cognitive and self-regulation process. Therefore, it is stated that the use of meta-cognitive processes, scientific reasoning skills and the study of motivation strategies are important in understanding complex systems (Hmelo-Silver and Azevedo, 2006). Developing meta-cognitive awareness is critical to gaining knowledge about complex systems. Öztürk Soytürk and Şahin (2016) examined the relationship between system thinking skills and academic achievement of secondary school students. As a result of the research, the academic achievement of the students increased and most of the students reached the level of high level system thinking.