



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SOLUNUM SİSTEMİ İLE İLGİLİ ZİHİNSEL
MODELLERİNİN DEĞİŞİMİ**

Hazırlayan

Abdünnur PEKMEZCİ

Danışman

Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Yüksek Lisans Tezi

Samsun - 2017

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SOLUNUM SİSTEMİ İLE İLGİLİ ZİHİNSEL
MODELLERİNİN DEĞİŞİMİ**

Hazırlayan

Abdünnur PEKMEZCİ

Danışman

Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Yüksek Lisans Tezi

Samsun - 2017

TELİF HAKKI BİLDİRİMİ

Tezimin, Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve/veya bağı alt kurumları tarafından arşivlenmesine, kâğıt, mikroform veya elektronik formatta, internet dâhil olmak üzere her türlü ortamda tamamen veya kısmen çoğaltılmasına, ödünç verilmesine, dağıtımına ve yayımına, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere, hiçbir ücret (*royalty*) ve erteleme talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.

11/01/2017

Abdünnur PEKMEZCİ

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Hazırladığım yüksek lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, yazımda enstitü yazım kılavuzuna uygun davranıldığını taahhüt ederim.

11/01/2017

Abdünnur PEKMEZCİ

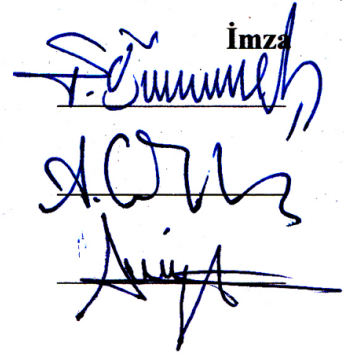
TEZ KABUL VE ONAYI

Abdünnur PEKMEZCİ tarafından hazırlanan “6. Sınıf Öğrencilerinin Solunum Sistemi ile ilgili Zihinsel Modellerinin Değişimi” başlıklı bu çalışma, 11/01/2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliğiyle başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ

Üye : Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Üye : Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN

İmza


Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

11/01/2017

Doç. Dr. Ali ERASLAN
Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

ÖZET

6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN SOLUNUM SİSTEMİ İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİNİN DEĞİŞİMİ

Abdünnur PEKMEZCİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans, 2017

Danışman: Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ

Bu çalışmanın amacı, 6. sınıf öğrencilerinin, solunum sistemi ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası zihinsel modellerini incelemek ve öğretim sürecinde zihinsel modellerinde meydana gelen değişimi açığa çıkarmaktır.

Solunum sistemi, aralarında yapısal, görevsel ve davranışsal ilişkiler barındıran çok farklı sayıdaki bileşene sahip olması bakımından karmaşık bir sistemdir. Zihinsel modeller; inançlar, dünya görüşleri, değer yargıları ve düşünme biçimleri gibi soyut mekanizmalar tarafından üretilen ve bireylerin nesneleri, olayları, olguları ve süreçleri zihinlerinde nasıl yorumladıklarını açıklayan içsel dinamik yapılar veya modellerdir. Zihinsel modeller, öğretim sürecinin planlanması ve değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilen soyut araçlardır.

Çalışma, 2012-2013 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde, Sinop il merkezindeki 15 devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, öğretim öncesi 480 ve öğretim sonrası 490 altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışma, nitel araştırma yöntemiyle bütüncül tek durum çalışmasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin, solunum sisteminin anatomik yapısı hakkındaki çizimlerini ve adlandırmalarını, solunum sistemi organlarının görevleri hakkındaki düşüncelerini, farklı problem durumundaki kişilerin solunum hızlarıyla ilişkilendirdikleri kavramları değerlendirmek amacıyla üçü çizim-yazım tekniğiyle hazırlanmış beş açık uçlu sorudan oluşan veri toplama aracı geliştirilmiştir. Ölçme aracı, araştırma örneklemine, öğretim öncesi ve sonrası olmak üzere iki hafta aralıyla uygulanmıştır. İçerik analizi tekniği, iki ayrı veri setinin analizi için kullanılmıştır. Analiz sonuçları, frekans ve yüzde dağılımlarıyla özetlenmiştir. Veri setlerine ait frekans ve yüzde dağılımları karşılaştırılarak öğrencilerin solunum sistemi hakkındaki zihinsel modellerinin değişimleri saptanmıştır.

Araştırmanın sonuçları, öğrencilerin önemli bir kısmının, özellikle öğretim öncesinde, solunum sisteminin anatomik yapısı hakkında alternatif düşüncelere sahip olduklarını göstermiştir. Bu öğrencilerin, çizimlerini ve adlandırmalarını, solunum sistemi organlarının veya diğer organların görevleri hakkındaki açıklamalarıyla da destekledikleri saptanmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, çizimlerini yanlış adlandıran öğrenciler, akciğerlerle diğer sistem organlarını (mide, böbrek veya çoğunlukla karaciğer), yutakla gırtlak veya soluk borusuyla yemek borusunu birbiriyle karıştırmışlardır. Ayrıca öğrencilerin küçük bir kısmı, solunum sistemi organlarının görevleriyle ilgili bazıları yanlış olan kendilerine özgü analogiler oluşturmuştur. Öğrencilerin solunumun amacı hakkındaki fikirlerinin altta yatan nedenlerini saptamak için öğrencilerden her biri farklı durumda (koşan, yürüyen veya uyuyan) olan üç kişinin solunum hızlarını sıralamaları istenmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun, farklı problem durumundaki kişilerin solunum hızlarını, öğretim öncesi ve sonrası doğru sıraladığı ve solunum hızlarının nedenleri hakkındaki açıklamalarının genellikle günlük yaşam deneyimlerine dayandığı belirlenmiştir. Öğrenciler, solunum hızlarının nedenleri hakkındaki açıklamalarında somut, soyut, makro, mikro ve mikro-altı varlıkları kullanmışlardır. Solunum hızları, öğretim öncesi ve sonrası, öğrencilerin, büyük bir çoğunluğu tarafından mikro varlıklardan ziyade

makro varlıklarla ve yaklaşık beşte biri tarafından enerji kavramıyla ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin küçük bir kısmı ise solunum hızlarının nedenlerini enerji tüketimi ile ilgili alternatif fikirlerle ifade etmiştir.

Solunum sisteminin, bütünüyle anlaşılması için, yapısal ve görevsel özelliklerinin yanı sıra vücuttaki diğer birimlerle (sistem, organ, hücre) olan nedensel ilişkilerinin de açıklanması önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: Solunum sistemi, sistemler, karmaşık sistemler, zihinsel modeller



ABSTRACT

THE CHANGE OF THE SIXTH GRADE STUDENTS' MENTAL MODELS REGARDING THE HUMAN RESPIRATORY SYSTEM

Abdünnur PEKMEZCİ

Ondokuz Mayıs University, Institute of Educational Sciences

Primary Education Department, MA, 2017

Advisor: Assoc. Prof. Aytekin ÇÖKELEZ

The purpose of this study was to analyse the sixth grade students' mental models regarding the human respiratory system both before and after formal instructions, and to elicit the change in their mental models in the instructional process.

The human respiratory system is a complex system with regard to having a large number of different parts that involve a structural, functional and behavioral relations between each other. Mental models are generated by abstract mechanisms such as beliefs, world views, value judgements and way of thinkings, and which are internal dynamic structures or models that explain how individuals interpret an objects, events, phenomena and processes. Mental models are abstract tools that can be used to plan and evaluate the teaching process.

The study was conducted in 15 elementary public schools in the central district of Sinop province, in the second semester of 2012-2013 academic year. The sample of the study consisted of 480 sixth grade students before formal instruction and 490 sixth grade students after formal instruction. The study was employed qualitative research method based on holistic single case study. The data collection instrument, consisting of 5 open-ended questions that three of them prepared by drawing-writing technique, and was developed in order to evaluate students' drawings and labellings about the anatomy of the human respiratory system, thoughts about the functions of the human respiratory system organs, concepts which they associate with the respiratory rates of people who were in the different problem situations. The data collection instrument was applied the research sample both before and after formal instructions two weeks apart. The content analysis technique was employed to analysis the two separate data sets. The analysis results were summarized by using frequency and percentage distributions. The change of the students' mental models about the respiratory system was determined by comparing the frequency and percentage distributions that belong to the data sets.

The results of research showed that a substantial portion of the students have a alternative thoughts about the anatomy of the human respiratory system, especially before the formal instruction. It was determined that this students also bolstered their drawings and labellings with their explanations about the functions of the human respiratory system organs and other organs. According to the findings of research, the students, who had incorrectly labelled their drawings, confused between the lungs and other system organs (stomach, kidney or mostly liver), or between the pharynx and larynx, or between the trachea and esophagus. Besides, a small part of the students generated idiosyncratic analogies (some of them were false) for the functions of the human respiratory system organs. To determine the underlying causes of the students' ideas about the purpose of respiration, they were asked to sort respiratory rates of three people that each one was in the different situation that running, walking or sleeping. It was detected that a majority of the students correctly sorted the respiratory rates of the people, that were in the different problem situations, both before and after formal instructions, and their explanations, about the causes of the respiratory rates, generally based on their daily life experiences. The students used concrete, abstract, macro,

micro and sub-micro entities in their explanations about the causes of the respiratory rates. The respiratory rates was associated with macro entities rather than micro entities by a great majority of students, and energy concept by approximately one-fifth of the students before and after formal instructions. A small proportion of the students have stated the causes of the respiratory rates with alternative ideas about energy consumption.

In order to fully understand the human respiratory system, it was recommended that the structural and functional characteristics of the human respiratory system as well as its causal relationships with other units (system, organ, cell) in the human body should be explained.

Key Words: Human respiratory system, systems, complex systems, mental models



ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin saptanması ve değişiminin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Sinop il merkezindeki tüm devlet okullarını kapsamı bakımından verilerin toplanmasından analizine kadar oldukça uzun ve yorucu bir sürecin sonunda ortaya çıkan bu çalışmanın, alanyazına önemli katkıları olacağını düşünüyorum.

Abdünnur PEKMEZCİ

Samsun, Ocak 2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Aytekin ÇÖKELEZ'e en içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bilime olan ilgimi artıran ve fen eğitimi vizyonumu değiştiren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Tohit GÜNEŞ'e, tez savunma sınavı jüri üyeliğini kabul eden ve samimi eleştirileriyle akademik gelişimime katkı sağlayan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyeleri saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Dilek ÇELİKLER, Yrd. Doç. Dr. Elif Omca ÇOBANOĞLU, Yrd. Doç. Dr. Soner ERGÜL, Yrd. Doç. Dr. Mustafa ERGUN ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet YAKIŞAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü saygıdeğer hocam Doç. Dr. Ali ERASLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim Bilimleri Enstitüsü ve Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Bölümü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Sinop İl Milli Eğitim Şube Müdürü Kenan KÖYLÜ'ye, Sinop ili Merkez ilçesi ortaokulları zümrelerime, meslektaşlarıma ve sevgili öğrencilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Lisansüstü eğitimimde tanıştığım ve bağlarımızın giderek güçlendiği saygıdeğer dostum Erkan AKDEMİR'e teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak destek ve yardımlarını esirgemeyerek her zaman yanımda olduklarını gösteren saygıdeğer babama, canım anneme, kıymetli abime ve biricik kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI BİLDİRİMİ	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
TEZ KABUL VE ONAYI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
TABLolar LİSTESİ.....	xvi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Solunum Sistemi	1
1.2. Fen Eğitiminde Karmaşık Sistemler	2
1.3. Alanyazında İncelenen Çalışmalar.....	6
1.4. Problem Durumu.....	14
1.5. Problem Cümlesi.....	15
1.6. Alt Problemler.....	16
1.7. Araştırmanın Varsayımları.....	16
1.8. Araştırmanın Amacı	16
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları	16
1.10. Araştırmanın Önemi.....	17

BÖLÜM 2

TEORİK ALTYAPI

2.1. Fen Eğitiminde Modeller ve Modelleme	20
2.1.1. Fen Eğitiminde Modeller	21
2.1.2. Fen Eğitiminde Modelleme.....	23
2.2. Zihinsel Modeller	27

BÖLÜM 3

YÖNTEM

3.1. Araştırma Yöntemi.....	32
3.2. Örneklem.....	32

3.3. İlköğretim Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar.....	33
3.3.1 İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar.....	33
3.3.1.1. İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	33
3.3.1.2. İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	34
3.3.2. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar.....	35
3.3.2.1. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	36
3.3.2.2. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	37
3.3.3. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar.....	42
3.3.3.1. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	42
3.3.3.2. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar	43
3.4. Veri Toplama Aracı.....	46
3.4. Verilerin Toplanması	48
3.5. Verilerin Analizi.....	48
3.5.1. Öğrencilerin Solunum Sisteminin Anatomik Yapısı ile ilgili Çizimlerinin Analizi	49
3.5.2. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Adlandırmalarının Analizi	50
3.5.3. Öğrencilerin Çizim ve Adlandırmaları ile ilgili Ortak Analizler	50
3.5.4. Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Düşündükleri Yapı ve Organlar ile ilgili Açıklamalarının Analizi	51
3.5.5. Öğrencilerin Problem Durumdaki Kişilerin Solunum Hızlarının Nedenleri ile ilgili Açıklamalarının Analizi	52

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Öğrencilerin Solunum Sisteminin Anatomik Yapısı ile ilgili Çizimleri.....	53
4.1.1. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri.....	53
4.1.1.1. Öğrencilerin Üst Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri.....	54
4.1.1.2. Öğrencilerin Alt Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri	56
4.1.1.2.1. Öğrencilerin Soluk Borusu ve Bronşlar ile ilgili Çizimleri	56
4.1.1.2.2. Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Çizimleri.....	60
4.1.2. Öğrencilerin Solunum Mekanizması ile ilgili Çizimleri.....	63
4.1.2.1. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimleri.....	64
4.1.2.1.1. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Biçimi.....	64
4.1.2.1.2. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Konumu	69
4.1.2.1.3. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Boyutu.....	70
4.2. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Adlandırmaları	71
4.3. Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Düşündükleri Yapı ve Organlar ile ilgili Açıklamaları	77
4.3.1. Öğrencilerin Solunum Sistemi Yapı ve Organları ile ilgili Açıklamaları.....	81
4.3.1.1. Öğrencilerin Burun ile ilgili Açıklamaları	81
4.3.1.2. Öğrencilerin Yutak ile ilgili Açıklamaları	85
4.3.1.3. Öğrencilerin Gırtlak ile ilgili Açıklamaları.....	88
4.3.1.4. Öğrencilerin Soluk Borusu ile ilgili Açıklamaları	90
4.3.1.5. Öğrencilerin Bronşlar ile ilgili Açıklamaları	92
4.3.1.6. Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Açıklamaları.....	94
4.3.1.7. Öğrencilerin Bronşçuklar ile ilgili Açıklamaları.....	102
4.3.1.8. Öğrencilerin Alveoller ile ilgili Açıklamaları	104
4.3.1.9. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Açıklamaları.....	107
4.3.2. Öğrencilerin Sindirim Sistemi Organları ile ilgili Açıklamaları.....	109
4.3.2.1. Öğrencilerin Ağız ile ilgili Açıklamaları	109
4.3.2.2. Öğrencilerin Yemek Borusu ile ilgili Açıklamaları	111
4.3.2.3. Öğrencilerin Mide ile ilgili Açıklamaları.....	112
4.3.2.4. Öğrencilerin Karaciğer ile ilgili Açıklamaları	113
4.3.3. Öğrencilerin Boşaltım Sistemi Organları ile ilgili Açıklamaları	115
4.3.3.1. Öğrencilerin Böbrekler ile ilgili Açıklamaları	115
4.3.4. Öğrencilerin Dolaşım Sistemi Yapı ve Organları ile ilgili Açıklamaları.....	116
4.3.4.1. Öğrencilerin Kalp ile ilgili Açıklamaları	116
4.3.4.2. Öğrencilerin Damarlar ile ilgili Açıklamaları	118

4.3.5. Öğrencilerin Vücuttaki Diğer Birimler ile ilgili Açıklamaları.....	120
4.4. Öğrencilerin Problem Durumdaki Kişilerin Solunum Hızlarının Nedenleri ile ilgili Açıklamaları	121
SONUÇ	135
KAYNAKÇA.....	141
EKLER.....	149
1. Ek: Sinop İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Belgesi	149
2. Ek: Veri Toplama Aracı.....	150
ÖZGEÇMİŞ	153



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Akciğerlerin öğretimi sürecinde öğrenci ve öğretmen etkileşimi sonucunda yapılandırılmış zihinsel modeller dizisinin basitleştirilmiş bir özeti	7
Şekil 2: Öğretmen ve öğrencinin birlikte oluşturduğu modelin evrim süreci.....	8
Şekil 3: Öğretmen ve öğrencinin birlikte oluşturduğu modelin evrim sürecinde dışaçekim ve analogiler.....	9
Şekil 4: Hipermedya mimarisi	10
Şekil 5: Biyoloji öğretmen adaylarının solunum hakkındaki bilişsel yapıları	12
Şekil 6: Zihinsel modeller ile kavramsal modellerin karşılaştırılması.....	28
Şekil 7: İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi ders kitabındaki akciğerler ile ilgili görsel ve okuma metni.....	35
Şekil 8: İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğrenci çalışma kitabındaki akciğerler ile ilgili alıştırma	35
Şekil 9: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme ile ilgili okuma metni.....	37
Şekil 10: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki soluk alıp verme ile ilgili okuma metni	38
Şekil 11: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki solunum modeli etkinliği	39
Şekil 12: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki “Soluk Alıp Veriyorum” etkinliği	40
Şekil 13: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme sırasında diyaframda meydana gelen değişim.....	41
Şekil 14: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp vermede görevli yapı ve organlar ve akciğerlerin içyapısı	41
Şekil 15: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki akciğerlerin içyapısı ve alveol ile kılcaldamar arasında gerçekleşen gaz değişimi.....	44
Şekil 16: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme sırasında akciğerler, diyafram ve göğüs kafesinde meydana gelen değişim.....	45
Şekil 17: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki “Nasıl Soluk Alırım?” etkinliği.....	46
Şekil 18: Öğrencilerin üst solunum yolu ile ilgili çizimleri.....	55
Şekil 19: Öğrencilerin soluk borusu ve bronşlar ile ilgili çizimleri	57

Şekil 20: Öğrencilerin akciğerler ile ilgili çizimleri	60
Şekil 21: Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimlerinin biçimi.....	66
Şekil 22: Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimlerinin konumu.....	69
Şekil 23: Öğrencilerin solunum yolu yapı ve organlarını yanlış adlandırmaları	73
Şekil 24: Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili yanlış çizimleri	75
Şekil 25: Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili yanlış adlandırmaları	76



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimlerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	54
Tablo 2: Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Biçimine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	65
Tablo 3: Öğrencilerin Çizimlerinde Adlandırdıkları Solunum Yolu Yapı ve Organlarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	71
Tablo 4: Öğrencilerin Çizimlerinde Yanlış Adlandırdıkları Solunum Yolu Yapı ve Organlarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	72
Tablo 5: Öğrencilerin Akciğerlerin İçyapısı ile ilgili Çizimlerinin ve Adlandırmalarının Değerlendirilmesine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	73
Tablo 6: Akciğerlerin İçyapısını Yanlış Çizen Öğrencilerin Çizimlerinin Kategorilerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	74
Tablo 7: Akciğerlerin İçyapısını Yanlış Adlandıran Öğrencilerin Adlandırmalarının Kategorilerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	76
Tablo 8: Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Belirttikleri Yapı ve Organlar (Kavramlar) ve Bunların Açıklamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	78
Tablo 9: Öğrencilerin Burun ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	81
Tablo 10: Öğrencilerin Yutak ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	85
Tablo 11: Öğrencilerin Gırtlak ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	88
Tablo 12: Öğrencilerin Soluk Borusu ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	90
Tablo 13: Öğrencilerin Bronşlar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	93
Tablo 14: Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	95
Tablo 15: Öğrencilerin Bronşçuklar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	103

Tablo 16: Öğrencilerin Alveoller ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	105
Tablo 17: Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	107
Tablo 18: Öğrencilerin Ağız ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	110
Tablo 19: Öğrencilerin Yemek borusu ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	112
Tablo 20: Öğrencilerin Mide ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	113
Tablo 21: Öğrencilerin Karaciğer ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	114
Tablo 22: Öğrencilerin Böbrekler ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	116
Tablo 23: Öğrencilerin Kalp ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	117
Tablo 24: Öğrencilerin Damarlar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	119
Tablo 25: Öğrencilerin Vücuttaki Diğer Birimler (Hücre/Yapı/Organ/Sistem) ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	121
Tablo 26: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Solunum Hızlarıyla ilgili Sıralamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	122
Tablo 27: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Soluk Alıp Verme Hızlarıyla İlişkilendirdikleri Kavramlara ait Seviyeler	123
Tablo 28: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Soluk Alıp Verme Hızlarıyla İlişkilendirdikleri Kavramların Seviyelerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları	124

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Solunum Sistemi

İnsan vücudu, birbirine bağlı ve tutarlı sistemlerle desteklenerek varlığını sürdüren olağanüstü biyolojik bir makinedir (Cherif, Jedlicka, Al-Arabi, Aron & Verma, 2010). Genetik kodlardan proteinlere, proteinlerden hücrelere, hücrelerden dokulara, dokulardan organlara, organlardan sistemlere kadar pek çok karmaşık ilişki içermektedir (Hester, Iliescu, Summers & Coleman, 2011). Solunum, dolaşım, sindirim, boşaltım, endokrin, sinir ve bağışıklık gibi birçok karmaşık sistemden oluştuğu için sistemlerin sistemi olarak da tanımlanmaktadır (Greek, 2015).

Karmaşık sistemler sadece fizyolojik olayların etkileşimini içermez, aynı zamanda vücuttaki hücreler, dokular ve organlar arasındaki koordinasyonu da sağlar (Saidel, DiBella & Cabrera, 2003). Bu açıdan bakıldığında, makroskobik ve mikroskobik seviyelerden oluşan karmaşık sistemlerin çoğu gizli kalmaktadır (Yu & Hung, 2014).

Solunum sistemi, çeşitli görevler içeren birçok hücre türünün bileşiminden oluşmuş karmaşık bir organ sistemidir (Pinkerton & Joad, 2000). Temel görevi gaz değişimi olan solunum sistemi, anatomik olarak üst solunum yolu (burun ve ağız boşluğu, yutak, gırtlak) ve alt solunum yolu (soluk borusu, bronş, bronşiyol, alveol kanalı, alveol) olmak üzere iki kısma ayrılabilir (Tu, Inthavong & Ahmadi, 2013).

Gaz değişimi olayı, akciğerlerin en küçük yapısı olan alveollerde gerçekleşmektedir (Warliah, Rohman & Rusmin, 2012). Üst ve alt solunum yolu, gazların atmosfer ile alveoller arasında taşınması için bir geçit rolü üstlenmiştir (George & Hlastala, 2011).

Solunum sistemine çok uzak olmasına karşın kan dolaşımı sayesinde milyarlarca doku hücresi oksijen gereksinimi karşılamaktadır (Tu vd., 2013). Dolaylı

ve nedensel ilişkiler içeren bu tür özellikler, solunum sisteminin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Liu, Marathe & Hmelo-Silver, 2005; Warliah vd., 2012).

Diyafram ve kaburgalar arası kaslar solunum mekanizmasının temel bileşenleridir (Tu vd., 2013). Akciğerlerdeki hava alış verişi, solunum mekanizmasının göğüs kafesindeki hava basıncını değiştirmesiyle gerçekleşmektedir (Liu vd., 2005). Solunum mekanizması, akciğerlerdeki hava miktarı ve solunum hızını belirlemektedir. Ancak solunum hızı cinsiyet, aktivite türü, yaş ve kilo gibi fiziksel faktörlere bağlıdır (Warliah vd., 2012).

Solunum sistemi, birçok yapısal, davranışsal ve görevsel ilişkiler içermesinden dolayı karmaşık bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Hmelo, Holton, Allen & Kolodner, 1997; Liu vd., 2005; Maury, 2013). Karmaşık sistemlerin fen eğitimindeki rolü birçok çalışmada tartışılmıştır (Frei, 2011; Jacobson & Wilensky, 2006; Goldstone, 2006; Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Lemke & Sabelli, 2008; Lesh, 2006).

1.2. Fen Eğitiminde Karmaşık Sistemler

Karmaşıklık, insan beyni ve dünya ekonomisi gibi davranışlarının tahmin ve kontrol edilmesi çok zor olan sistemlerin anlaşılması için kullanılan bir fikirdir (Ladyman, Lambert & Wiesner, 2013). Karmaşık sistem ise birçok parçadan oluşan (Arthur, 1999 & Weng, Bhalla & Iyengar, 1999), parçaların ortaklaşa (Newman, 2011) ve döngüsel (Frei, 2011; Rind, 1999) olarak birbirini etkilediği dinamik bir yapı (Mitchell, 1998; Viste & Skartveit, 2004) şeklinde tanımlanabilir.

Narayanan (2007), karmaşık sistemin özelliklerini aşağıdaki gibi sıralamıştır:

1. Karmaşık sistem, alt sistemler ve bileşenlerden oluşan hiyerarşik yapıdır.
2. Alt sistemler/bileşenler, doğal davranışlar ve düzenlenmiş görevler sergiler.
3. Alt sistem/bileşen davranışları diğer alt sistemleri/bileşenleri nedensel olarak etkiler.
4. Tüm sistemin işleyişi, nedensel etkilerin yayılmasına bağlı olarak değişir.

Birbiriyle yapısal, davranışsal ve görevsel ilişkilere sahip bileşenleri olan karmaşık sistemler, değişen koşullar altında mevcut yapılarını koruma eğilimindedir

(Narayanan, 2007). Davranış mekanizmaları birbirini tamamlayarak sistemin denge durumunun sürdürülmesini sağlar (Banathy & Jenlink, 2004). Örneğin; karmaşık bir sistem olan insan vücudu, homeostazisini korumak ve çevredeki değişikliklere uygun cevap verebilmek için hormon üretimi ve salınımını kontrol etmelidir (Hiller-Sturmhöfel & Bartke, 1998). Aynı şekilde bir alt sistemi olan destek ve hareket sisteminin aktivitesine göre kan dolaşımını düzenlemeli, solunum hızını ayarlamalıdır. Özetle, karmaşık bir sistem, alt sistemler, bileşenler ve bunlar arasındaki etkileşimler yoluyla varlığını sürdürmektedir.

Fen bilimlerinde, karmaşık sistemlerle ilgili konular önemli bir yer tutmaktadır. Bu durum, karmaşık sistemlerle ilgili çalışmaların fen bilimlerinde giderek önemli hale gelmesine neden olmaktadır (Ladyman vd., 2013). Son yıllarda yapılan çalışmalar sayesinde karmaşık sistemlerle ilgili yeni kavramsal perspektifler ve yöntemler geliştirilmiştir (Jacobson & Wilensky, 2006). Deneysel, teorik ve bilgisayar destekli yaklaşımlar, karmaşık sistemlerle ilgili çalışmaların içeriğini oluşturmaktadır (Lemke & Sabelli, 2008; Newman, 2011). Öğrencilerin, karmaşık sistemleri öğrenmelerini kolaylaştırmak amacıyla bilgisayar tabanlı modelleme ve simülasyon gibi yeni yaklaşımlar kullanılmıştır (Jacobson & Wilensky, 2006).

Karmaşık sistemlerin doğası, bileşenlerinin tek başına incelenmesiyle değil, çoklu etkileşimleriyle tahmin edilebilir (Hmelo-Silver & Azevedo, 2006). Anlaşılması genellikle zor olan karmaşık sistemler, birçok perspektiften görülebilir; analizleri günlük deneyimlerle çakışabilir veya bunun ötesine geçebilir (Hmelo, Holton & Kolodner, 2000). Karmaşık sistemlerin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından yapı-davranış-görev (Goel, Rugaber & Vattam, 2009; Hmelo vd., 2000), kendiliğinden oluşan davranışlar (Fromm, 2005; Mitchell & Newman, 2002; Ottino, 2004) gibi farklı ilkeler benimsenmiştir.

Hmelo-Silver & Pfeffer (2004), karmaşık sistemleri yapı, davranış ve görevleri açısından ele alarak acemi (ortaokul öğrencileri, öğretmen adayları) ile uzman bireylerin karmaşık sistemlerle ilgili anlayışlarını karşılaştırmışlardır. İki grubun sistemler hakkındaki açıklamaları arasında önemli farklılıklar olduğunu saptamışlardır. Öğrencilerin daha çok sistemin yapısıyla ilgili, uzmanların ise sistemin tüm bileşenleriyle (yapı, davranış ve görev) ilgili tanımlamalar yaptıklarını belirtmişlerdir.

Penner (2000), karmaşık sistemleri öğrenmeleri için ortaokul öğrencilerine farklı analogik modeller sağlamıştır. Çalışmasında, öğrencilerin karmaşık sistemlerde kendiliğinden ortaya çıkan durumlar karşısında geliştirdikleri anlayışlara odaklanmış ve bunları şu üç kritere göre değerlendirmiştir: (1) Birden fazla faktörün sistemin işleyişini etkilediğini tanımlamak, (2) mikro ve makro düzeyleri birbirinden ayırt etmek, (3) mikro düzeydeki küçük değişikliklerin bile makro düzeyde etkili olabileceğini kavramak. Araştırmacı, karmaşık sistemlerde kendiliğinden ortaya çıkan durumların öğrenciler tarafından zor anlaşıldığını saptamıştır.

Karmaşık sistemlerin anlaşılması için pek çok yapısal, davranışsal ve görevsel ilişkinin öğrenilmesi gerekmektedir (Hmelo vd., 2000; Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2007). Deneysel çalışmalar, öğrencilerin, karmaşık sistemlerin daha çok görünen yapılarına odaklandıklarını, yapıların işlevlerini ve örtük nedensel davranışlarını çok az anladıklarını göstermektedir (Vattam vd., 2011). Karmaşık sistemlerin nasıl çalıştığını keşfetmeye izin veren model tasarlama etkinlikleri, öğrencilerin karmaşık sistemler hakkında derinlemesine bir anlayış kazanmasına yardım edebilir (Hmelo vd., 2000).

Sistem kavramına, fen ve teknoloji dersi 6 ve 7. sınıf öğretim programlarında yer verilmiştir. 6. sınıfta destek ve hareket, dolaşım, solunum sistemi; 7. sınıfta ise sindirim, boşaltım, denetleyici ve düzenleyici sistem konuları işlenmektedir. Ancak insan vücudundaki tüm sistemlerin birlikte ve eş güdümlü olarak çalıştığına sadece 7. sınıf öğretim programındaki kazanımda yer verilmiştir (MEB, 2006). Sistem kavramı etrafında öğrencilerin gözlem, karşılaştırma, model oluşturma, bilgi ve veri toplama, verileri kaydetme, işlenen verileri yorumlama, sonuç çıkarma ve sunma becerilerini geliştirmeye odaklanılmıştır (MEB, 2006).

Sistemlerin bileşenleri arasında doğrudan ve dolaylı ilişkiler bulunmaktadır. Örneğin ekosistemdeki canlılar arasında doğrudan bağlantıların olduğu bir besin zinciri ve dolaylı bağlantıların olduğu bir besin ağı vardır. Kısacası bir sistemde farklı görevleri olan; ancak doğrudan bağlantısı olmayan iki yapı arasındaki ilişki, bir veya daha fazla yapı aracılığıyla sağlanabilir. Ayrıca herhangi bir yapıda meydana gelen olağandışı bir durum, tüm yapıları etkileyerek sistemin işleyişini bozabilir.

Yapıların ve yapılar arası bağlantıların sayısı ve türü arttıkça sistemler daha da karmaşık bir hal alır. Dahası sistemlerin, yapılar ve bunların görevleri olmak üzere

sabit unsurları olduğu gibi karmaşık ilişkiler barındıran ve davranış (işleyiş) mekanizmaları olarak adlandırılan dinamik unsurları da vardır. Uzmanlık alanları birbirinden farklı olan pek çok araştırmacı, öğrencilerin, sistemlerin işleyiş mekanizmalarını kavramakta çeşitli zorluklar yaşadıklarını saptamışlardır (Ben-Zvi-Assaraf & Orion, 2005; Eseryel & Law, 2012; Grotzer & Basca, 2003; Jacobson & Wilensky, 2006; Liu & Hmelo-Silver, 2009; Hmelo vd., 2000; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004; Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Hmelo-Silver vd., 2007; Penner, 2000; Raia, 2005; Sweeney & Serman, 2007).

Yüksek yapılı canlılar sırasıyla hücre-doku-organ-sistem-organizma hiyerarşisinden meydana gelir. Yani organizmayı oluşturan en küçük yapı birimi hücredir. Farklı türdeki bu küçük yapı birimlerinin birleşmesiyle çeşitli dokular, dokuların birleşmesiyle organlar, organların ise ortak bir görevi gerçekleştirmek üzere bir araya gelmesiyle sistemler oluşur. Sistemlere ait birimlerin görevleri, davranışları ve birbiriyle etkileşimleri organizma çatısı altında gerçekleşir.

İnsan vücudunda meydana gelen herhangi bir olay önce doğrudan bağlantılı olduğu sistemi daha sonra diğer sistemleri etkileyebilme potansiyeline sahiptir. Kısacası organizmanın değişen koşullar altında verdiği tepkilerin tahmin edilebilmesi ve işleyişindeki mekanizmaların saptanabilmesi için organizmadaki her bir kademenin yapı, davranış, görev ve ilişkiler ağı bilinmelidir.

Solunum sisteminin davranış mekanizmasıyla (solunum fizyolojisi) ilgili olan ve çok küçük boyuttaki yapılarda gerçekleşen (alveol-kılcaldamar ve hücre-kılcaldamar arasındaki gaz alış veriş) olaylar, öğrencilerin solunum sistemini bütünüyle kavramasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında, öğrencilerden, akciğerdeki gaz değişimini dolaşım sistemindeki küçük kan dolaşımıyla ilişkilendirmeleri beklenmektedir (MEB, 2006). Kısacası solunum sistemi; yapılarının sayısı, görevleri, birbiriyle ve diğer sistemlerle olan ilişkileri nedeniyle karmaşık bir sistemdir. Bu bağlamda öğrencilerin, sistemin bileşenleriyle ilgili bilgileri ve sistemin bileşenleri arasındaki ilişkilerin nasıl kurulduğunu öğrenmeleri oldukça önemlidir (Grotzer ve Basca, 2003).

Öğrenciler, sistemlerdeki değişikliklerin etkileri hakkında çıkarımda bulunurlarken sistem ile örtük karmaşık nedensel ilişkiler kapsamındaki bağlantıları genellikle gözden kaçırmaktadırlar (Ben-Zvi-Assaraf & Orion, 2005; Hmelo vd.,

2000; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004; Liu & Hmelo-Silver, 2009; Perkins & Grotzer, 2000; Vattam vd., 2011). Öğrencilerin, sistemin bileşenleri arasındaki etkileşimlerin, domino taşlarının birbirini devirmesi gibi zincirleme bir şekilde gerçekleştiğini düşünmeleri, sistemin işleyişi hakkında kısıtlı bir bakış açısına sahip olduklarını gösterir (Green, 1997). Bu durumun ortaya çıkmasının diğer bir nedeni de öğrencilerin sistemlerin görevinden ziyade yapısına odaklanma eğiliminde olmalarıdır (Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004).

Kılavuzlarla açıklanmasına ve diyagramlarla tasvir edilmesine karşın karmaşık sistemleri öğrenmek zor olabilir. Karmaşık sistemler, yapısal (parçalar ve ilişkileri) ve fonksiyonel (işlemler ve sonuçları) organizasyonlara sahiptirler. Yapı ve fonksiyonu birleştirerek zihinsel modellerini oluşturan bireylerin yetenek ve uzmanlığı yüksek durumdayken; yapıyı, fonksiyondan ayırarak zihinsel modellerini oluşturan bireylerin yetenek ve uzmanlığı düşüktür (Heiser & Tversky, 2010). Karmaşık sistemler fikrinin kavramsal temeli, öğrenciler için geliştirilmesi giderek önem kazanan ve yeni entelektüel görüşleri, açıklayıcı yapıları, metodolojileri (bilimsel ve profesyonel çevrelerde merkezi önem kazanan) açığa vuran perspektifteki çarpıcı bir değişimi yansıtmaktadır (Jacobson & Wilensky, 2006).

1.3. Alanyazında İncelenen Çalışmalar

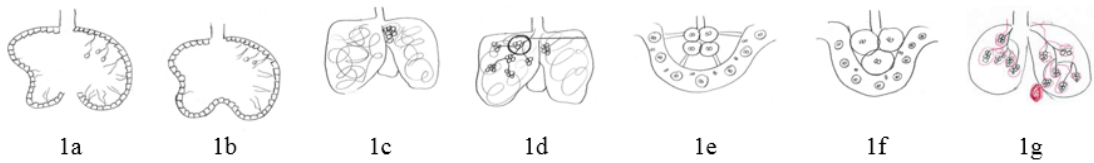
Bu bölümde, solunum sistemi ile ilgili kavramlar hakkında ulusal ve uluslararası alanyazındaki çalışmalardan bazıları sunulmuştur.

Hmelo ve diğerleri (2000), 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili anlayışlarını ölçmeyi amaçladıkları çalışmalarında, tasarlayarak öğrenme (*learning by design*) yaklaşımı ile geleneksel öğretim yaklaşımını karşılaştırmışlardır. Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerini, çizimlerine göre kodlamışlardır. Solunum sistemini, beyin ve periferik kan damarlarıyla bağlantılı çizen öğrencilerin zihinsel modellerini, kavram yanlışsız sistemik model olarak üst düzeyde tanımlamışlardır. Son test sonuçlarını karşılaştırdıklarında deney grubundaki öğrencilerin üst düzeydeki zihinsel modellere daha çok sahip olduklarını saptamışlardır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin, yapıların birbiriyle olan ilişkilerini gerçekten daha iyi anladıklarını ve soluk alıp vermeyi daha sistematik düşündüklerini belirtmişlerdir. Ancak bu öğrencilerin solunum sisteminin çeşitli

kısımlarının yapısını, görevlerinden; görevlerini de davranış nedenlerinden daha çok anladıkları sonucuna ulaşmışlardır.

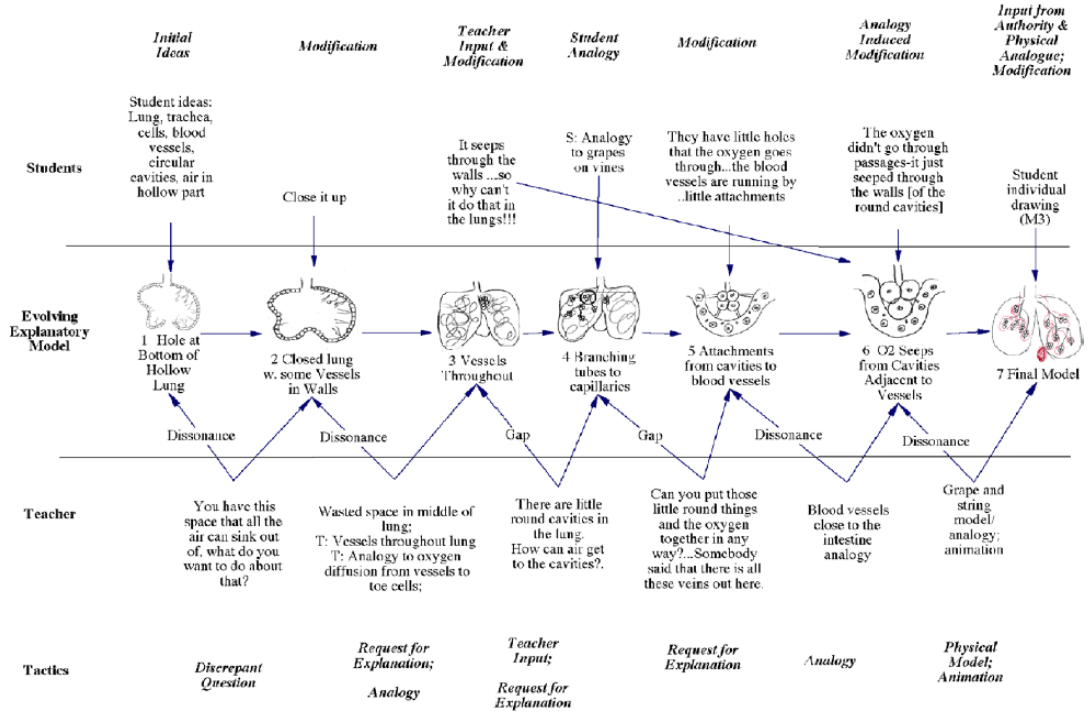
Clement ve Núñez-Oviedo (2003), ortaokul kademesindeki biyolojide yenilikçi öğretim olarak tanımladıkları çalışmalarını, 8. sınıftaki 4 öğrenciyle gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin, solunum sistemi ile ilgili kavramsal modellerini anlamak için düşüncelerini ve çizimlerini değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin, akciğerlerin içyapısıyla ilgili zihinsel modellerini iyileştirmek amacıyla gerçekleştirdikleri öğrenci-öğretmen etkileşimli zihinsel model yapılandırma sürecinin aşamalarını aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

- Uzman öğretmen;
 1. Ders sürecinin başlangıcında öğrencilerden akciğerlere ait zihinsel modellerini çizmelerini istemiştir.
 2. Çelişkili sorular yönelterek öğrencilerin zihinsel modellerini geliştirmelerini sağlamıştır.
 3. Öğrenciler, öğrenme sürecinde değişen zihinsel modelleri ile ilgili kişisel analogiler oluşturmuşlardır.
 4. Öğrencilerin kavram yanılgıları barındıran zihinsel modelleri, bilimsel hale getirilinceye kadar uzman öğretmenin çeşitli taktikleri doğrultusunda aşamalı olarak değiştirilmiştir (bkz. Şekil 1).



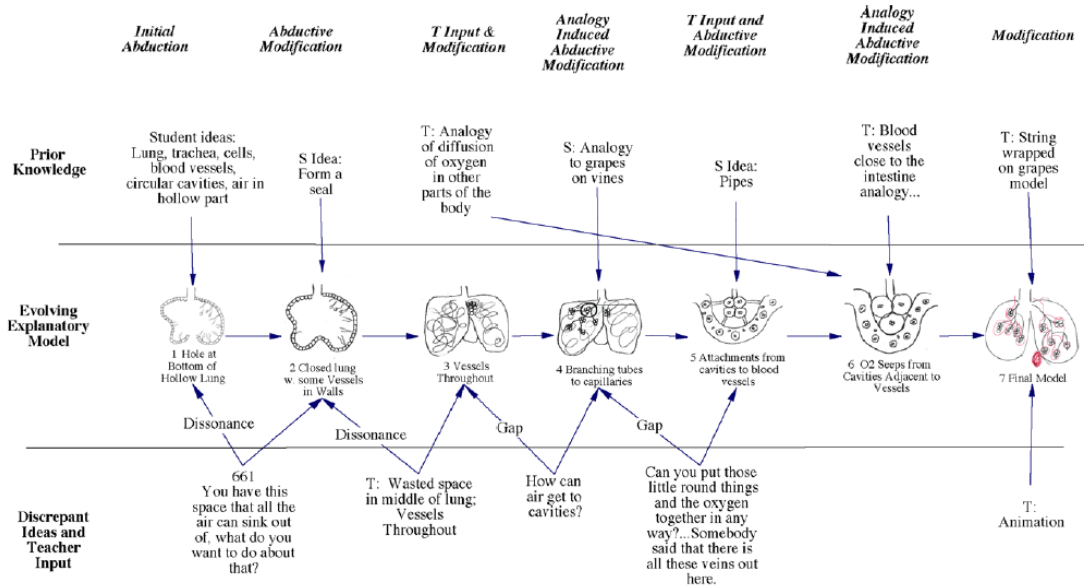
Şekil 1: Akciğerlerin öğretimi sürecinde öğrenci ve öğretmen etkileşimi sonucunda yapılandırılmış zihinsel modeller dizisinin basitleştirilmiş bir özeti. (Clement ve Núñez-Oviedo, 2003)

Clement ve Núñez-Oviedo (2003), öğretmen ve öğrencilerin birlikte çalışarak oluşturdukları modelin evrimini takip etmek için bir gösterim sistemi oluşturmuşlardır. Ayrıca mevcut bir kavramın içyapısındaki uyumsuzluğu ortaya çıkaran çelişkili soruların etkilerini modellemişlerdir (bkz. Şekil 2).



Şekil 2: Öğretmen ve öğrencinin birlikte oluşturduğu modelin evrim süreci. (Clement ve Núñez-Oviedo, 2003)

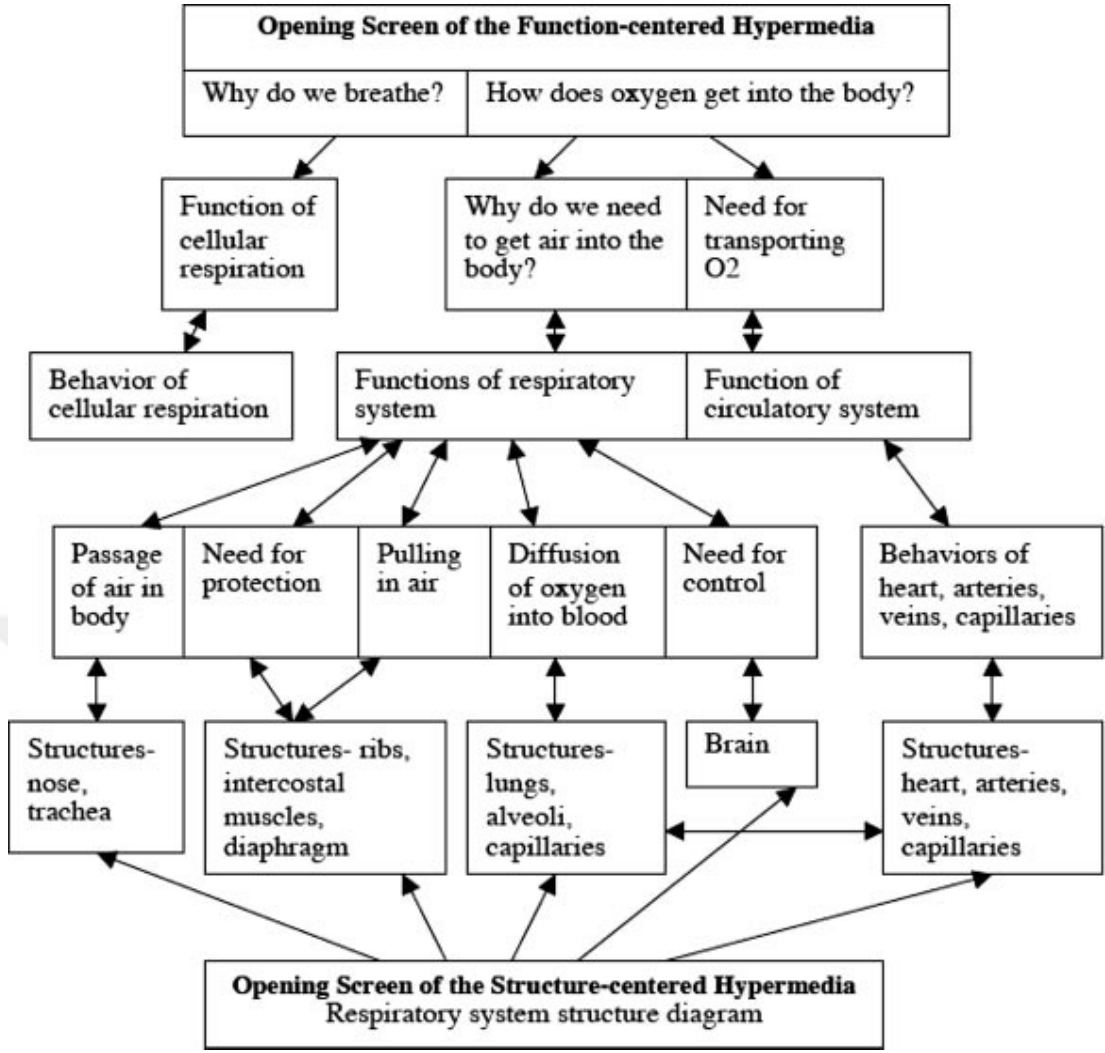
Clement ve Núñez-Oviedo (2003), uzman öğretmenin çelişkili fikirler öne sürerek yaptığı müdahaleler ve buna bağlı olarak öğrencinin önbilgilerinde meydana gelen değişimi göstermişlerdir (bkz. Şekil 3).



Şekil 3: Öğretmen ve öğrencinin birlikte oluşturduğu modelin evrim sürecinde dışaçekim ve analogiler. (Clement ve Núñez-Oviedo, 2003)

Clement ve Núñez-Oviedo (2003), öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ve soluk alıp verme olayı hakkındaki zihinsel modellerini oluştururken başarılı olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin akciğerlerin yapısı ve görevi hakkında sahip oldukları alternatif kavramların kısmen kalıcı olduğunu saptamışlardır.

Liu ve Hmelo-Silver (2009), hipermedyanın (*hypermedia*), öğretmen adaylarının ve ortaokul öğrencilerinin solunum sistemini öğrenmelerini nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Yapı-davranış-görev (YDG) kavramsal gösterimine dayalı hipermedyanın görev-merkezli hipermedya (g-hipermedya) ve yapı-merkezli hipermedya (y-hipermedya) olmak üzere iki sürümünü tasarlamışlardır. G-hipermedya, solunum sisteminin görev ve davranışına; y-hipermedya ise yapısına odaklanmaktadır (bkz. Şekil 4). Araştırmacılar, g-hipermedyadaki bağlantıların zor anlaşıldığını; ancak solunum sistemindeki nedensel ilişkilerin kavranması için zorunlu olduğunu vurgulamışlardır.



Not: Üstteki görevler ve yapılar ile düzenlenmiş görev-merkezli hipermedya alt kısma doğru ilerlerken, yapı-merkezli hipermedya alttan üste doğru ilerlemektedir.

Şekil 4: Hipermedya mimarisi. (Liu ve Hmelo-Silver, 2009)

Liu ve Hmelo-Silver (2009), makro düzeydeki yapılar, davranışlar ve görevlerin anlaşılması açısından g-hipermedya ile y-hipermedya arasında anlamlı fark olmadığını; ancak g-hipermedya grubundakilerin mikro düzeydeki yapılar, davranışlar ve görevleri daha fazla anladıklarını belirtmişlerdir. Y-hipermedya kullanmış öğretmen adaylarından hiçbirinin üst düzey zihinsel modele sahip olmadığını saptamışlardır.

Liu ve Hmelo-Silver'a (2009) göre g-hipermedya sürümünü kullanan katılımcılar, y-hipermedya sürümünü kullananlara göre derinlemesine anlayış göstermiştir. Ortaokul öğrencilerinin çoğunun her iki durumda da alt düzey zihinsel modellere sahip oldukları ve üst düzey zihinsel modellere ulaşamadıklarını

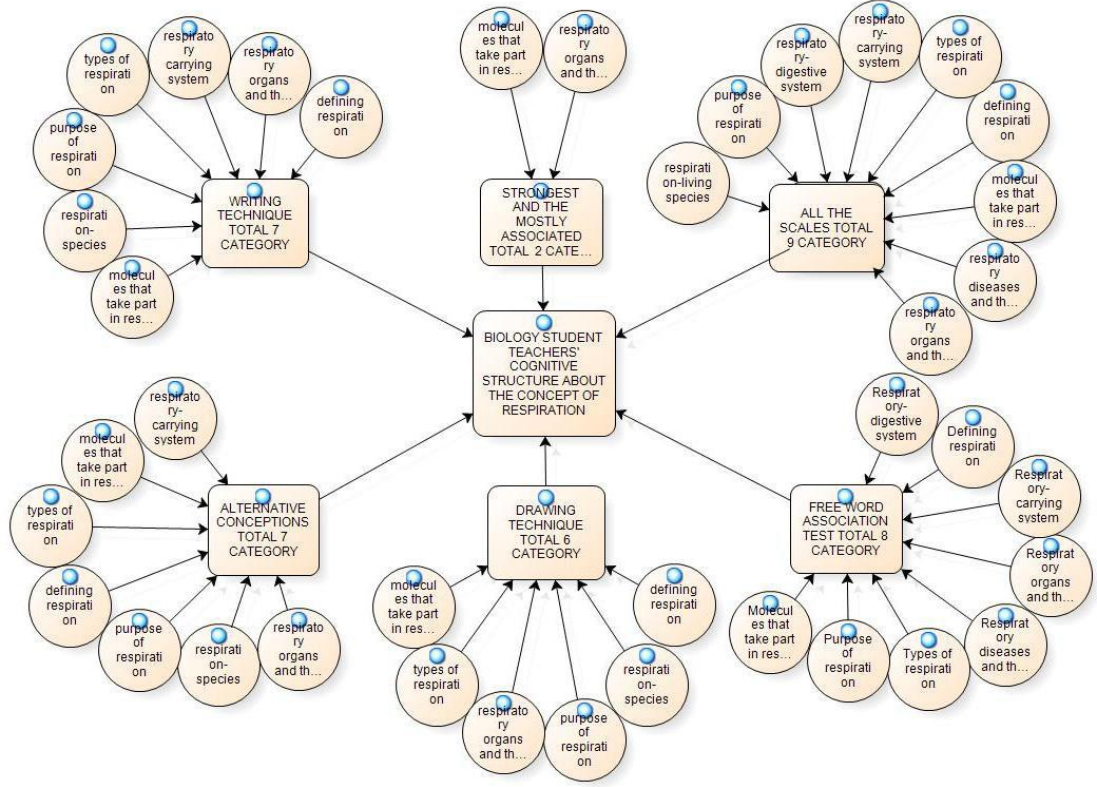
saptamışlardır. Ortaokul öğrencilerinin, aday öğretmenlere kıyasla solunum sisteminin yapı, davranış ve görevlerini daha az tanımladıklarını, alternatif hipermedya kullanımının ortaokul öğrencilerinin zihinsel modellerinin değişiminde yeteri kadar etkili olmadığını, bunun gibi öğretimsel bir yaklaşımın ortaokul öğrencileri için çok zor olabileceğini belirtmişlerdir.

Gültepe, Yıldırım ve Sinan (2008), solunum sistemi konusunun, oluşturmacı yaklaşıma dayalı öğretiminin, öğrenci başarısına etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarını, 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmişlerdir. Deney grubundaki öğrencilere oluşturmacı yaklaşıma dayalı olarak hazırladıkları ders programını, kontrol grubundaki öğrencilere ise geleneksel öğretim modelini uygulamışlardır. Tasarladıkları oluşturmacı öğretim modeli, konu anlatım metni, çalışma yaprakları, solunum sistemi modeli ve bulmacaları içermektedir. Oluşturmacı yaklaşımla tasarlanan öğretimin öğrencilerin başarılarını ve solunum sistemi konusunu anlama düzeylerini pozitif yönde etkilediğini, öğretim öncesinde belirlenen kavram yanlışlarının öğretim sonrasında ortadan kalktığını saptamışlardır.

Bacanak, Küçük ve Çepni (2004), ilköğretim 5 ve 8. sınıf öğrencilerinin, fotosentez ve solunum kavramlarını anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Fotosentez ve solunum kavramlarını içeren açık uçlu ve kısa cevaplı sorular geliştirmişlerdir. Solunum ile ilgili sorulara verilen cevapları analiz ettiklerinde ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin tamamının solunum kavramını, nefes alma, oksijen alıp karbondioksit verme şeklinde tanımladıklarını; ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin ise az bir kısmının soruya kısmen cevap verdiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre bu durumun nedeni, öğrencilerin solunum kavramını günlük yaşamlarında nefes alıp verme olarak kullanmalarıdır. Bu kademedeki öğrencilerin, somut dönemden soyut döneme geçiş aşamasında bulunmalarından dolayı böyle bir açıklama yaptıklarını ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılara göre ilköğretim 5 ve 8. sınıf kademesindeki birçok öğrenci, solunum kavramını anlamamış veya yanlış anlamıştır. Ayrıca branş öğretmenlerinin, fen konularıyla ilgili sahip oldukları yanlış anlamaları, öğrencilere aktarabileceklerini ifade etmişlerdir.

Kurt, Ekici, Aktaş ve Aksu (2013a), biyoloji öğretmen adaylarının solunum kavramı ile ilgili bilişsel yapılarını ve alternatif kavramlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bağımsız kelime ilişkilendirme testi (*free word association test*) ve

çizim-yazım tekniğini (*drawing-writing technique*) kullanarak biyoloji öğretmen adaylarının solunum kavramı ile ilgili bilişsel yapılarını hazırlamışlardır (bkz. Şekil 5). Ayrıca bilişsel yapılarını seviye grupları oluşturarak değerlendirmişlerdir.



Şekil 5: Biyoloji öğretmen adaylarının solunum hakkındaki bilişsel yapıları. (Kurt, Ekici, Aktaş ve Aksu, 2013a)

Kurt, Ekici, Aktaş ve Aksu (2013a), biyoloji öğretmen adaylarının neredeyse tamamının temsili olmayan ve alternatif kavramlar içeren çizimler yaptıklarını ve solunum kavramını çoğunlukla “solunum organları ve bunların yapıları” ile ilişkilendirdiklerini saptamışlardır. Bu durumun nedenini, biyoloji öğretmen adaylarının konu hakkında yetersiz bilgiye sahip olmalarıyla açıklamışlardır. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar, biyoloji öğretmen adaylarının solunum kavramı ile ilgili bilgilerinin yetersiz, çok kusurlu-yanlış ve alternatif kavramlarla dolu olduğunu göstermiştir. Katılımcıların neredeyse tamamının temsili olmayan veya alternatif kavramlar içeren çizimler yaptıklarını saptamışlardır. Ayrıca biyoloji öğretmen adaylarının, üniversite öğrenimi boyunca veya öncesinde kazandıkları kusurlu bilgilerin mükemmelleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Kavramların

öğretimine ve öğrenimine ilköğretim düzeyinden itibaren önem verilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Kao (2007), solunum konusunu önceden işleyen, ortaokul 7, 8 ve 9. sınıf öğrencilerinin solunumun tanımı ile ilgili sahip oldukları alternatif kavramları ve bunların oluşumuna yol açan muhtemel nedenleri saptamayı amaçlamıştır. Öğrencilerin, solunumu, soluk alıp verme olayı ile eş anlamlı olarak kabul ettiklerini belirtmiştir. Çalışmasının sonuçları, öğrencilerin önemli alternatif kavramlarının ilkökul öğretmenleri, deneyler, ders kitapları, yaşam deneyimleri, antropomorfizm (insan biçimcilik), analogi ve sezgi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığını göstermiştir. Bununla birlikte ders kitaplarındaki resimler/diyagramlar ve açıklamaların, öğrencilerin, kavramların gerçek anlamını kavramalarını engelleyebileceğini ve bu nedenle alternatif kavramların oluşmasına neden olacağını belirtmiştir. Öğrencilerin, deneyimlerini veya günlük yaşamlarında karşılaştıkları sosyal olayları kullanmalarının, öğrenmelerine veya hafızalarına yardımcı olduğunu vurgulamıştır. Ancak çalışmasında, yaşam deneyimlerinin öğrencilerin alternatif kavramlar üretmelerine neden olduğunu saptamıştır. Öğrencilerin, ortaokula geçmeden önce birçok alternatif kavrama sahip olduklarını, bu nedenle öğretmenlerin, solunum konusunun öğretimini geliştirmek için öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların yanı sıra bunların kaynaklarını da dikkate almaya ihtiyaçları olduklarını belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin, hücresel solunumu anlamaları için ilgili alt kavramlara hâkim olması gerektiğini vurgulamıştır. Dahası müfredat geliştiricilerin; öğrencilerin, solunum kavramlarını anlamada çektikleri zorlukları dikkate almasını ve öğrencilerin bakış açılarını hesaba katmasını önermiştir.

Cerrah Özsevgeç (2007), ilköğretim 6 ve 8. sınıf öğrencilerinin iç organlarıyla ilgili anlayışlarını araştırmıştır. Öğrencilerden, vücutlarındaki iç organları çizmelerini ve bunları tamamladıktan sonra her bir organın görevini açıklamalarını istemiştir. Organ çizimlerini; organların varlığı, şekil ve konumu, görevleri gibi belirli özelliklere göre analiz etmiştir. Her iki sınıf seviyesindeki öğrencilerin, organların adlarını bildiklerini; ama organların görev, konum ve şekilleri hakkında sorunlara, ayrıca kısıtlı bir anlayışa sahip olduklarını saptamıştır. Üst kademedeki öğrencilerle alt kademedeki öğrenciler arasında bir fark olmadığını ifade etmiştir. Öğrencilerin, aynı sisteme ait organların birbiriyle ilişkili oldukları hakkında az bir anlayışa sahip olduklarını ifade etmiştir.

Dempster ve Stears (2014), yedi yaşındaki Güney Afrikalı çocukların iç anatomileriyle ilgili ne anladıklarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çocukların çizimlerini, sistemler ve organlar hakkındaki bilgi düzeylerini belirlemek için kullanmışlardır. Öğrencilerin, organları, sistemlerden çok daha fazla çizdiklerini saptamışlardır. İskelet ve sindirim sistemi organlarının en fazla çizildiğini, dolaşım sistemi organlarının (genellikle kalp) ise bunları yakından takip ettiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin, sinir sistemini genellikle beyin aracılığıyla, solunum sistemini ise akciğerler veya soluk borusu aracılığıyla temsil ettiklerini ifade etmişlerdir. Boşaltım ve üreme sistemi organlarının seyrek çizildiğini buna karşın karaciğerin bunlardan daha sık çizildiğini saptamışlardır. Kasların ise en az çizilen organlar olduğunu belirlemişlerdir.

Tracana, Varanda, Viveiros ve Carvalho (2011), çizim tekniği kullanarak; ilkokul öğrencilerinin hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrası sağlıklı bir ortamda nefes alıp verme, tütün ve haşhaş içme hakkındaki kavramlarına dair sistematik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin, alternatif kavramlarını saptamayı, kavramsal değişimi izlemeyi ve öğrenme engellerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin öğretim öncesi çizimlerinin, çok çeşitli alternatif kavramlar (bağılantısız bir veya iki akciğer, bir boruya sahip bir akciğer, iki boruya sahip iki akciğer) içerdiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin (neredeyse tamamının) solunum sistemi ile ilgili çizimlerinin, öğretimden bir hafta ve bir yıl sonra çoğunlukla doğru ve kusursuz; ancak dolaşım sistemi ile bağlantısız olduğunu saptamışlardır. Tüm sınıf kademelerindeki öğrencilerin, akciğerleri koyu çizerek, tütün ve haşhaş içmenin etkilerinin sağlıklı bir ortamdaki nefes alıp vermenin etkilerinden farklı olduğunu gösterdiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin, havanın vücuda genel bir şekilde dağıldığını öğretim öncesi daha fazla çizdiklerini; ancak solunum sistemine odaklanmalarından dolayı öğretim sonrası bu oranın azaldığını saptamışlardır. Öğretmenlerin, solunum ve dolaşım sistemleri arasındaki etkileşimlere daha fazla önem vermesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca öğretmenlerin, öğretim süreçlerinde -öğrencilerin önceki veya alternatif kavramlarına ilişkin modellerini dikkate almaları durumunda- daha verimli olabileceklerini ifade etmişlerdir.

1.4. Problem Durumu

Fiziksel dünya, mikro boyuttaki kimyasal yapıların birbiriyle etkileşimi sonucunda makro boyut kazanarak gözlemleyebileceğimiz hale gelmiştir. Tek

hücrelilerden çok hücrelilere kadar birçok varlık başlangıçta fiziksel özellikleriyle algılansa da kimyasal bütünlüklerini, yapıları arasındaki örtük ilişkilerle korumaktadır. Yapılar, varlığın statik özelliklerini; yapıların görevleri ve işleyiş mekanizmaları ise varlığın dinamik özelliklerini oluşturmaktadır.

Hmelo ve diğerlerine (2000) göre öğrencilerin, soluk alıp verme olayını sistematik görmeleri için solunum sistemindeki yapıların birbiriyle olan ilişkilerini iyi anlamaları gerekmektedir. Sistemdeki organların birbiriyle yapısal ve görevsel anlamda bağlantılı olduğu öğrencilere aktarılmalıdır (Reiss & Tunnicliffe, 2001).

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programındaki “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinde yer alan “Solunum Sistemi” konusu, biyolojik sistemlerin çalışma prensiplerinin öğrenilmesine temel oluşturması açısından oldukça önemlidir. Sistem düşüncesi, sistemin çalışma prensibini anlamak için parçalara değil bütüne odaklanır. Parçaların üstlendikleri görevler, sistemin işleyişine dair ipuçları içerir. Bu sayede sistemdeki değişikliklerin olası nedenleri, sonuçları, sistemin parçalarına ve bütününe olan etkileri önceden tahmin edilebilir. Sistemler, yapı ve organlar ile organizma arasındaki hiyerarşik birimlerdir. Vücuttaki bir sistemde meydana gelen değişiklikler, sistemin kendisinden veya diğer sistemlerden kaynaklanabileceği gibi bunların sonuçları da hem sistemin kendisini hem de bağlantılı olduğu diğer sistemleri etkiler.

Bu bağlamda solunum sistemini, sadece organlarının görev ve işleyişleri kapsamında değerlendirmek yetersiz olacaktır. Soluk alıp vermenin amacının anlaşılması için solunum sistemi ile diğer sistemler (özellikle dolaşım, destek ve hareket sistemi) arasındaki nedensel ilişkilerin açıklanması gerekmektedir. Ayrıca mikro boyuttaki yapıların (örneğin; hücre) kelebek etkisiyle makro boyuttaki yapıları (örneğin; sistem veya organ) etkileyebileceği tahmin edilmelidir.

Alanyazındaki birçok çalışma, öğrencilerin yapılar arasındaki nedensel ilişkileri kavramakta zorlandıklarından dolayı sistem kavramını tam anlamadıklarını göstermektedir (Ben-Zvi-Assaraf & Orion, 2005; Grotzer & Basca, 2003; Hmelo-Silver vd., 2007; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004; Penner, 2000; Perkins & Grotzer, 2005; Reiss & Tunnicliffe, 2001).

1.5. Problem Cümlesi

Bu çalışmanın temel problem cümlesi aşağıdaki gibidir:

“İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinde öğretim sürecinde meydana gelen değişimler nelerdir?”

1.6. Alt Problemler

Araştırmada, temel problem cümlesine bağlı olarak aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organlar ile ilgili çizimleri nelerdir? Öğrencilerin çizimleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?
2. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organlar ile ilgili adlandırmaları nelerdir? Öğrencilerin adlandırmaları öğretim süresince nasıl değişmektedir?
3. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organların görevleri ile ilgili düşünceleri nelerdir? Öğrencilerin düşünceleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?
4. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermenin amacı ile ilgili düşünceleri nelerdir? Öğrencilerin düşünceleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?

1.7. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmanın temel varsayımları aşağıda verilmiştir:

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin veri toplama aracındaki soruları dürüstçe ve içtenlikle cevapladıkları varsayılmıştır.
2. Araştırmaya katılan öğrencilerin cevaplarının, solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerini saptayabilecek düzeyde olduğu varsayılmıştır.

1.8. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili öğretim öncesi ve öğretim sonrası zihinsel modellerini incelemek ve öğretim sürecinde zihinsel modellerinde meydana gelen değişimi açığa çıkarmaktır.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın bulguları, aşağıdaki sınırlılıklar dâhilinde genelleştirilebilir:

1. Araştırma, 2012-2013 eğitim öğretim yılı II. döneminde Sinop ili Merkez ilçesindeki verilerin toplanabildiği okullarda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırma, 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programındaki “Solunum Sistemi” konusu kazanımları ile sınırlıdır.
3. Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modelleri, veri toplama aracından elde edilen verilerle sınırlıdır.

1.10. Araştırmanın Önemi

Öğrenme süreci, hayat boyunca devam eden zihinsel faaliyetlerin önemli bir parçasıdır. İnsanların dünyaya, benliklerine, kapasitelerine, diğerlerinin düşüncelerine, yapmaları istenen işlere veya öğrenmeleri gereken konulara dair görüşleri, göreve getirdikleri kavramlaştırmalara fazlaca bağlıdır. İnsanlar, etkileşim içinde olduklarıyla (çevre, diğer insanlar, teknolojik ürünler, vb.) iç dünyalarını ve zihinsel modellerini oluştururlar. Bu modeller, dış dünyayla olan etkileşimi anlamak için açıklayıcı gücü ve öngörüü sağlamaktadır (Norman, 1983).

Zihinsel modeller, dış dünyayı kavramlaştıran iç dünyanın oluşturduğu bilinç ile dış dünya arasında gerçekleşen etkileşimlerin ürünleridir. Doğrudan gözlemlenemeyen ve kalıcı yapılar olmayan zihinsel modeller, varlıklarının kaynağı olan gerçek dünyayla sürekli olarak etkileşim halindedir. Dış dünyaya ait nesne ve olayların algılanma biçimleri, şemaların ve zihinsel modellerin niteliğini belirleyen öznel faktörlerdir. Fiziksel ve zihinsel açıdan uzak olan gerçek bir dünya, zihnin doğrudan hedefi olmaktan çıkar. Bu durumda dış dünyanın anlamlandırılması, hedef sisteme ilişkin kavramsal modeli oluşturan öğretmenler, tasarımcılar, bilim insanları ve mühendisler aracılığıyla gerçekleştirilir. Kavramsal model aracılığıyla oluşturulan zihinsel model(ler)in geçerliliği kavramlaştırma süreciyle belirlenmeye çalışılır (Norman, 1983).

Bilim insanları, zihinsel modellerle ilgili birçok faktörü araştırmaktadır. Bireylerin veya grupların zihinsel modellerini ölçmek ve değerlendirmek gizli anahtar değişkenleri yakalamayı ve analiz etmeyi gerektirir. Zihinsel modelleri araştırmak için ACSMM (Analysis Constructed Shared Mental Model), SMD (Surface, Matching, and Deep Structure), MITOCAR (Model Inspection Trace of Concepts and Relations), DEEP (Dynamic Evaluation of Enhanced Problem-solving) gibi farklı türde araştırma

yöntemleri kullanılmıştır (Johnson, O'Connor, Spector, Ifenthaler & Pirnay-Dummer, 2006).

Bir gruptaki bireylerin öğretim programında yer alan kazanımlar ve kavramlar hakkında kendi başlarına ve ortakça oluşturdukları zihinsel modeller, bireysel perspektiflerin özgünlüğünün korunması koşuluyla değerlendirilmelidir (O'Connor & Johnson, 2004). Bilginin yapılanma sürecinden önce mevcut zihinsel yapıların ve bunları oluşturan kavramların özellikleri, öğretim sürecinin revizyon gereksinimini belirleyen etmenler arasındadır. Öğretmenler, öğrencilerin belirli bir konuya ait öğretim öncesinde sahip oldukları zihinsel modellerini saptamakla ve bu doğrultuda öğretim sürecine ilişkin gerekli düzeltmeleri planlayıp gerçekleştirerek öğrencilerin öğretim programında belirtilen ortak kazanımları yapılandırmalarına rehberlik etmekle görevlidir. Bu bağlamda öğrencilerin öğretim öncesinde ve sonrasında sahip oldukları zihinsel modellerin belirlenmesi, öğretim sürecindeki kavramsal değişimi incelemek ve değerlendirmek açısından oldukça önemlidir.

Fen ve teknoloji dersi öğretim programları incelendiğinde, ilköğretim 2. sınıfta solunum sisteminin ana organı olan akciğerler, ilköğretim 4. sınıfta solunum sistemini oluşturan temel yapı ve organlar ve bunların görevleri ile ilgili kazanımların yer aldığı gözükmektedir. İlköğretim 6. sınıfta ise sistem kavramı vurgulanarak, sistemlerin ve sistemleri oluşturan yapı ve organların birbirleriyle uyum içinde çalıştığı, solunum sistemini oluşturan yapı ve organlar ve bunların görevleri, solunum mekanizması, solunum sistemine ait küçük yapılar, akciğerlerdeki gaz değişimi olayı ile ilgili kazanımlara yer verilmiştir.

Ulusal ve uluslararası alanyazında, solunum sistemi ve solunum kavramı ile ilgili -farklı sınıf düzeylerinde- gerçekleştirilmiş birçok çalışma bulunmaktadır (Bacanak vd., 2004; Cerrah Özsevgeç 2007; Clement & Núñez-Oviedo, 2003; Dempster & Stears 2014; Gültepe vd., 2008; Hmelo vd., 2000; Kao, 2007; Kurt vd., 2013a; Liu & Hmelo-Silver, 2009; Tracana vd., 2011). Ancak ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimine ilişkin kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

İlköğretimin ikinci kademesinde gerçekleştirilen bu araştırma, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerini ve bunların öğretim sürecindeki değişimlerini saptayarak hem ilköğretimin birinci kademesindeki hem de ortaöğretim kademesindeki öğretmenlere, ders kitabı yazarlarına, program

geliştiricilere ve akademisyenlere yeni fen programlarının oluşturulması sürecinde kaynak teşkil etmesi açısından önemlidir.



BÖLÜM 2

TEORİK ALTYAPI

Bu bölümde araştırmanın temelini oluşturan kavramlara, öğrenme yaklaşımlarına ve teorik bilgilere yer verilmiştir. Modeller ve modellemenin fen eğitimi ve öğretimindeki yeri, önemi ve etkinliği üzerinde durulmuştur. Bilimsel modellerin kullanım amaçları ve özellikleri açıklanmıştır. Analogik modellerin tipolojisi ve araştırmanın konusunu oluşturan zihinsel modellerin özellikleri ayrıntılı olarak verilmiştir. Zihinsel modellerin çalışma mekanizmalarının altta yatan etmenlerinden bahsedilmiştir.

2.1. Fen Eğitiminde Modeller ve Modelleme

Modellerin ve modellemenin merkezi bir rolünün, fen programının orijinalliğini büyük ölçüde artırmak olacağı iddia edilmektedir (Gilbert, 2004). Modeller ve modelleme süreci, öğrencilere, derslerle ilgili malzemeleri ve denklemleri, ezberlemeye ihtiyaç duymadan elde etme fırsatı sunmaktadır (Ornek, 2008). Modellerin doğasını anlamak ve modelleme uygulamalarına katılmak, fen eğitiminde vurgulanan konular arasında olmasına karşın az sayıdaki çalışma, öğrencilerin bilimsel modellere ilişkin görüşleri ile bilimsel modelleri geliştirme yetenekleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Cheng & Lin, 2015).

Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek ve Parchmann (2012), eğitimin yeniden yapılanması modelinde, öğretimin ve öğrenimin kalitesinin geliştirilmesi için öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına ve yeteneklerine eşit miktarda dikkat edilmesi gerektiğini belirterek, birbiriyle yakından ilişkili olan ve üzerinde durulması önem arz eden üç ana noktayı aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

- *Bilimin ana konularının açıklanması ve çözümlenmesi: Bu konular; evrim, enerji, parçacıklar veya yanma gibi anahtar bilimsel kavramları ve ilkeleri, bilimsel süreçler ve bilimin doğasına ilişkin görüşleri, okul içeriği dışındaki bilimin önemini içermektedir.*

- *Seçilen konulara ilişkin öğrenci ve öğretmen görüşlerinin araştırılması: Bu konular; öğretim öncesi kavramları, ilgi gibi etkili değişkenleri, bireye özgü kavramları, tutumları ve yetenekleri içermektedir.*
- *Öğrenme ortamlarının tasarlanması ve değerlendirilmesi: Bu çalışma; öğretim materyallerini, öğrenme etkinliklerini, öğretme ve öğrenme sıralamalarını içermektedir.*

Modeller ve modelleme, fen eğitiminin yeniden yapılanması sürecinde önem taşımaktadır. Öğrencilerin kendi modellerini tasarlamaları, oluşturmaları ve test etmeleri, zihinsel modellerinin başlangıçtan itibaren nasıl yapılandığını betimleyen aşamalı bir süreçtir. Öğrencilerin, bir sistem hakkında kendi dinamik modellerini oluşturmaları, sistemin bileşenleri arasındaki bağlantılarla ilgili düşüncelerini ortaya çıkarır.

Fen öğretmenleri öğretim programında yer alan tüm konularda somut ve soyut modeller aracılığıyla bilimsel bilgilerin öğrencilerin zihinlerindeki oluşum sürecini genel hatlarıyla takip edebilir. Ayrıca öğrencilerin zihinsel modellerinin temelindeki mekanizmaları da keşfetme imkânı yakalar. Sonuç olarak fen eğitiminde modeller ve modelleme, öğrencilerin zihinsel modellerinin değişimi ve dönüşümü için önemli bir etmen ve rehberdir.

2.1.1. Fen Eğitiminde Modeller

Bilimin ana ürünleri olan modeller; bilimsel olayları tanımlamak, hipotezleri test etmek, soyut teorileri görselleştirerek karmaşıklığı en aza indirmek için oldukça önemlidir (Gilbert, 1995). Model; bir fikrin, nesnenin, olayın, işlemin veya sistemin temsili olarak tanımlanabilir (Gilbert & Boulter, 1998). Modeller, insan zihninin gerçeği yapılandığı, alternatifini düşündüğü ve varsayımlarının sonuçlarını araştırıp öğrendiği doğal bir yoldur (Johnson-Laird, 1994).

Bilimsel modeller, bilimde sadece öğrenme araçları olarak değil aynı zamanda soyut kavramların gösterimi ve bilimsel teorilerin uzlaşma modelleri olarak rutin bir şekilde kullanılmaktadır. Bilimsel modeller, bilimsel sürecin bir parçasıdır (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002).

Modelin rolü ve bilimsel süreç her zaman doğrudan öğretilmemesine karşın; kavramlar, fen müfredatı boyunca birçok farklı konudaki örneklerde gösterilmektedir (Treagust vd., 2002). Bilimsel modeller, ilkökul ve ortaokul öğrencilerinin büyük bir kısmı tarafından oyuncak, gerçek hayattaki nesnelerin minyatürü (Harrison & Treagust, 1998) veya somut bir kopyası (Grosslight, Unger, Jay & Smith, 1991;

Ingham & Gilbert, 1991) olarak kabul edilmektedir. Ayrıca genç yaştaki çoğu öğrenci, modelleri gerçeğinden ayırt etme konusunda zorluklar yaşamaktadır (Harrison & Treagust, 1996). Öğrencilerin sadece az bir kısmı bilim insanlarının kavramları açıklamak için neden birden fazla model kullandıklarının (Harrison & Treagust, 1998; Treagust vd., 2002) ve modellerin fikirlerin veya soyut varlıkların bir gösterimi olduğunun (Grosslight vd., 1991; Ingham & Gilbert, 1991) açıkça farkındadır. Araştırmacılar tarafından yapılan birçok çalışma, öğrencilerin fen eğitiminde kullanılan bilimsel modellerle ilgili farklı düşüncelere sahip olduklarını göstermiştir (Al-Balushi, 2011, 2013; Cheng & Lin 2015; Krell, Upmeier zu Belzen & Krüger, 2012; Treagust vd., 2002).

Treagust vd., (2002), yaşları 13 ile 15 arasında değişen 228 öğrencinin, fen eğitiminde kullanılan modellerle ilgili anlayışlarını ölçmek ve değerlendirmek için - organik kimyanın öğretiminde kullanılan modeller hakkında yaptıkları çalışmadan (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2001) ve öğrencilerin modellerle ilgili anlayışları ve fen eğitiminde modelleri kullanmaları ile ilgili bir çalışmadan (Grosslight vd., 1991) elde ettikleri verilerle- 27 öğeden oluşan SUMS (Students' Understanding of Models in Science) olarak adlandırdıkları bir Likert ölçeği geliştirmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda öğrencilerin bilimsel modellerle ilgili anlayışları hakkında 5 tema tanımlamışlardır. Bu temalardan üçü modeller ile gerçek arasındaki ilişkileri ifade etmektedir: Modeller, (1) çoklu gösterimler, (2) birebir kopyalar ve (3) açıklayıcı araçlardır. Diğer ikisi ise modellerin, (4) kullanım amaçları ve (5) değişimlerinin doğası ile ilgilidir.

Fen eğitimindeki modellerin öneminin anlaşılmasıyla model tabanlı öğrenme ve öğretme teorilerine ihtiyaç duyulmuş (Gobert & Buckley, 2000) ve günümüzdeki bilimsel uygulamalarda kullanılan modellerin ortak özellikleri tanımlanmaya çalışılmıştır (Van der Valk, Van Driel & De Vos, 2007).

Morrison ve Morgan (1999), bilimsel modellerin kullanım amaçlarını ve özelliklerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

- *Modeller, ölçüm araçları olarak kullanılabilir.*
- *Modeller, teorilerin uygulanamaz olduğu durumlarda kullanılır.*
- *Modeller, somut durumlardaki teorilerin etkilerini araştırmak için kullanılır.*
- *Modeller; teorileri inşa etmek, araştırmak, deneye tabi tutmak ve doğrulamak için enstrüman olarak kullanılır.*
- *Modeller, teorileri ve fiziksel dünyayı anlamak için kullanılır.*

- *Modellerin yapım karakterizasyonundan biri de analogilerin kullanımudur.*
- *Model oluşturma süreci, teori ve verilerden kısmen bağımsız devam eder. Dolayısıyla modeller, kendilerine ait bir yaşama sahip olabilir ve bilimsel bilginin üretiminde benzersiz bir yer işgal edebilir.*
- *Modeller, teoriler ile fiziksel dünya arasında aracılık sağlayan otonom bir rol üstlenir.*
- *Modeller, bir şekilde teori veya fiziksel dünyadan elde edilen verilerle bağlantılı olmalıdır.*
- *Modeller, teori ve fiziksel dünya arasındaki hiyerarşik yapının arasında bulunmaz.*

Sonuç olarak modeller; fen, matematik, tıp, mühendislik, astronomi, sosyoloji gibi birçok alanda, dış dünyada gerçekleşen olayları, anlamak, açıklamak ve tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte her bir olayın bir sistem içinde doğrudan veya dolaylı olarak yer aldığı düşünülürse olayların gerçekleşme sürecinde bağlantılı olduğu sistemlerin işleyiş mekanizmaları, bileşenleri arasındaki etkileşimler ve yapılarında meydana gelen değişimler modeller aracılığıyla kurgulanabilir.

Harrison ve Treagust (1998), modelleri, açık (*explicit*) ve örtük (*implicit*) düzey olmak üzere iki sınıfa ayırmışlardır. Zihinsel modelleri, örtük düzey; analogik modelleri ise açık düzey olarak tanımlamışlardır. Analogik modelleri; ölçek, eğitimsel analogik, sembolik, matematiksel, teorik, kavram-süreç modelleri ve simülasyonlar olarak sınıflandırmışlardır. Harrison ve Treagust'a (1998) göre analogik modeller, analog modelle hedef kavramın ortak özelliklerini vurgulamak için basitleştirilmiş ve geliştirilmiştir.

Fen eğitimi ve öğretiminde (özellikle fizik alanında); zihinsel modeller, kavramsal modeller (matematiksel, fiziksel modeller ve bilgisayar modelleri) ve fizik modelleri gibi farklı türde modeller tercih edilmektedir (Ornek, 2008).

2.1.2. Fen Eğitiminde Modelleme

Morrison ve Morgan'a (1999) göre bilimsel metinler, modellerin nasıl oluşturulacağı hakkında çok az öneri sunmaktadır. Deneysel tasarım ilkelerinde veya ölçüm metotlarında detaylı yönlendirmeler bulunmasına karşın bu süreçlerde, model oluşumu için genel kuralların olmadığını belirtmiştir. Ayrıca modellemenin bir beceri olduğunu ve bireyin kendisi tarafından yapılandırılması gerektiğini iddia etmiştir.

Bilimsel araştırmalar sonucunda soyut veya karmaşık yapıdaki kavramlar oluşabilir. Fen eğitiminde gerçekleştirilen modelleme çalışmaları, anlaşılması zor olan bu kavramların somutlaştırılması ve basit hale indirgenebilmesi için başvuru

önemli bir yoldur. Modelleme, bilimsel düşünmenin temeli; modeller, bilimin yöntemleri ve ürünleridir (Harrison & Treagust, 1998).

Bilim insanları; hipotezlerini, bilimsel bulgularını ve teoremlerini paylaşırken genellikle modelleme yaklaşımını tercih etmişlerdir. Watson, Crick, Wilkins ve Franklin'in çalışmaları sayesinde DNA'nın -çift sarmallı- moleküler yapısı (fiziksel model) ortaya çıkarılmıştır. Kirchhoff, bir kesişim noktasına giren elektriksel akımların toplamının, kesişim noktasından çıkan elektriksel akımların toplamına eşit olduğunu ve elektriksel bir halkaya sağlanan gerilim ile halkada harcanan gerilimin toplamının sıfır olduğunu denklemlerle (matematiksel model) belirtmiştir. Thomson, katot ışını tüpüyle (Crookes tüpü) gerçekleştirdiği deneylerin sonucunda, protonları pudinge, elektronları da pudinge gömülmüş eriklere benzeterek (analojik model) atomun yapısını açıklamaya çalışmıştır.

Bilimin ilerlemesi, bilimsel bulguların anlaşılır ve inanılır biçimde aktarılmasına bağlıdır. Bu nedenle bilim insanlarının açıklamalarını savunmaları, kanıtlarını sağlam verilere dayandırarak formüle etmeleri, anlayışlarını diğerlerinin delilleri ve görüşleri ışığında incelemeleri ve araştırılan olayları en iyi şekilde açıklamak için diğerleriyle işbirliği içinde olmaları gerekir (Bybee, 2011).

Bilim insanları, çalışmalarının verilerini çözümlerken, sonuçlarını değerlendirirken, yeni hipotezler ve teoriler üretirken farklı akıl yürütme yöntemlerini kullanırlar. Dunbar (1999); ABD, Kanada ve İtalya'daki moleküler biyoloji ve immünoloji laboratuvarlarında çalışmalarını sürdüren bilim insanlarının, -katıldıkları haftalık bilimsel toplantıların geniş bilişsel analizini gerçekleştirerek- teorileri formülleştirme, verileri çözümleme, deneyleri tasarlama ve modelleri oluşturma sürecinde kullandıkları düşünme ve akıl yürütme türlerini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Kısacası yeni bilimsel modellerin oluşumunda, eski bilimsel modellerin değişiminde ve zor problemlerin çözümünde önemli olan modern bilimsel düşünmenin temel bileşenlerinden bazılarını belirlemiştir. Dunbar (1999), bilimsel modellerin oluşumunda önemli olan dört faaliyeti aşağıdaki gibi açıklamıştır:

1. *Analojik akıl yürütme: Bilim insanları; teori formülleştirme, deney tasarlama, verileri yorumlama veya teorilerden yola çıkarak deney gerçekleştirme sürecinde karşılaştıkları problemlere çoğu kez analogilerle cevap bulmaya çalışırlar. Analogiler, yakın (derin yapısal özellikler) veya uzak (yüzeysel) kavramlar arasında gerçekleşebilir. Örneğin; "Ebola" ile "HIV" virüsü analojisi yakın, "kofulun çalışma prensibi" ile "Hotel California şarkısı" analojisi ise uzak özellikteki*

kavramlar arasında gerçekleşmiştir. Bilim insanları; hipotez formüle etmek, deney tasarlamak, deney düzeltmek ve sonuç açıklamak olmak üzere dört farklı amaç (grup) için analogi üretmektedirler.

2. *Beklenmedik bulguları önemseme:* Deneylerin tahminlerin dışında sonuçlar içermesi, bilim insanları tarafından beklenmeyen bulgular olarak ifade edilir. Bilim insanları bu gibi durumlarda deney sonuçlarını beklenen ve beklenmeyen olmak üzere iki bölüme ayırırlar. Hangi sonuçların metodolojik hatadan, kusurlu varsayımlardan, tesadüfi olaylardan veya yeni mekanizmalardan kaynaklandığını değerlendirirler. Beklenmeyen sonuçları ise birçok farklı şekilde kullanırlar. İlk olarak bilinmeyen ve beklenmeyen işlemlerin sıklıkla yakalandığı koşulları kontrol ederek çok karmaşık deneyler oluştururlar. İkinci olarak beklenen ve beklenmeyen bulgularla uğraşırlar. Bulguları için metodolojik açıklamalar yaparlar ve bu açıklamalarını -diğer deneylerde elde edilen çok benzer sonuçlara analogiler üreterek- desteklerler. Üçüncü olarak eğer metodolojideki değişikliklere karşın benzer türdeki -beklenmeyen- sonuçları görmeye devam ederlerse daha uzak analogileri ve grup (dağılmış) akıl yürütme kullanarak yeni modeller ve teoriler oluştururlar.
3. *Deneysel tasarım:* Deneyler, fende model oluşturma'nın kritik bir bileşenidir. Araştırmacıların çoğu, deneyde kullanılan araç gereçlerin bilim insanlarının teorik varsayımlarına göre belirlendiğini, deneyin neredeyse tamamen bilim insanlarının teorik duruşuna göre önceden kararlaştırıldığını ve sadece teorinin bir uzantısı olduğunu varsaymışlardır. Deneyler genellikle teorik sorular bağlamında tasarlanırken deneyel tasarım sürecinin çoğunluğu metodolojik kaygılarla sınırlanmıştır. Deneyel tasarım süreci, bilim insanlarının sonuca ulaşmak için pek çok engeli aşmak zorunda olduğu karmaşık bir bilişsel süreçtir. Deneylerin anahtar bir yönü de istenilen şartların oluşturulabilmesidir. Bilim insanları, deney koşulları ve kontrol koşulları altında deneyleri tasarlarlar. Deney koşulları genellikle bilim insanının ilgilendiği değişkenin manipülasyonunu içermektedir. Bilinen kontroller (known controls); önceden kullanılmış, onaylanmış ve standartlaşmış koşulları içermekte olup karşılaştırmalar için de önemlidir. Bu kontroller, tekniğin işe yaradığını sağlar ve bilim insanlarının deneyin istenilen anlamda gerçekleştiği sonucuna ulaşmalarına imkân verir. Ayrıca deneylerdeki metodolojik hataların ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Bilinen kontroller, hataların tahmin edilmesinde ve sonuçların yorumlanmasında bilim insanları tarafından kullanılan ortak bir stratejidir. Temel kontroller (baseline controls) ise hipotezlerin test edilmesinde kullanılır.
4. *Dağılmış akıl yürütme (distributed reasoning):* Bu terimin (dağılmış akıl yürütme) birçok farklı kullanımı vardır. Kısaca, birden fazla kişinin katılımıyla gerçekleştirilen akıl yürütme olayı şeklinde tanımlanabilir. Bilim insanı, beklenmedik bir bulgu elde ettiğinde kendisi ve laboratuvarın diğer üyeleri, bulguyu açıklamak için yeni bir kavramın oluşumuna sebep olabilir. Laboratuvarındaki farklı üyeler, bu kavramın oluşumuna sebep olmak için farklı unsurlar sağlarlar. Başka bir deyişle, oluşumun başlatılması olayı laboratuvardaki bireylere dağıtılır. Bu sürecin önemli bir özelliği, laboratuvar üyelerinin hem beklenmedik bulgular hem de daha uzak analogilerin kullanımının sonucu için sıklıkla alternatif modeller ve açıklamalar önermesidir.

Modelleme çalışmaları, sistemdeki değişikliklerin etkilerinin önceden belirlenmesi için de kullanılmaktadır. Örneğin; teorik ekolojiye odaklanıldığında ekolojistlerin yaşamın çeşitliliğini matematik modellerle anlamak için girişimde bulundukları gözükmemektedir. Ancak matematik modeller genellikle doğal yaşamın karışıklığıyla başa çıkmak için tasarlanmış idealleştirmelerin basitleştirilmesini içerir. Kısaca, teorik ekolojideki matematiksel modelleme çalışmaları mevcut durumdaki bilgilerle sistemin geleceğinin tahmin edilmesi için kullanılmaktadır. Bu strateji, modellerin tahminlerinin yanlış olduğunu sıklıkla bildirmektedir. Dolayısıyla teorik ekoloji eleştirmenleri sadece tahmini bir şekilde doğru olan modellerin başarılı olacağını ve korumacı biyologların uygulamalı çalışmalarına katkıda bulunacağını savunmaktadırlar. Model oluşturma, en az üç nedenden dolayı tahmini olarak doğru olsa bile başarılıdır. Çünkü modeller: Bilim insanlarının (1) ekolojik sistemlerin olası davranışlarını keşfetmelerini sağlar, (2) daha karmaşık sistemleri araştırabilmelerine ve (3) gerçekleştirdikleri deneyler ve alan çalışması sayesinde kavramsal çerçeveler oluşturmalarına imkân verir (Odenbaugh, 2005).

Modelleme, bilimde çekirdek bir uygulama ve bilimsel okuryazarlığın merkezi bir parçasıdır. Bilimsel modelleme, uygulamayı motive eden ve yönlendiren üst bilgiyi (modellerin doğasını ve amacını anlamak) ve uygulamanın elemanlarını (bilimsel modelleri oluşturmak, kullanmak, değerlendirmek ve gözden geçirmek) içerir (Schwarz vd., 2009).

Fen eğitimindeki modelleme çalışmaları; bilimsel modelleme (Schwarz vd., 2009; Sins, Savelsbergh & van Joolingen, 2005), tasarımla öğrenme (Hmelo vd., 2000; Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook & Puntambekar, 1998), tasarım uygulamaları (Kolodner, 2002) ve tasarım etkinlikleri (Hmelo vd., 1997) gibi farklı terimlerle ifade edilmektedir. Hmelo vd. (2000), karmaşık bir sistem olan solunum sisteminin yapı, davranış ve görevlerinin daha iyi anlaşılması için öğrenciler arasında tasarım yarışmaları düzenlemişlerdir. Holbrook ve Kolodner (2000), öğrencilere Apollo 13 filminden bir kesit izleterek, modülün Dünya atmosferine girdiğinde nasıl yavaşlatılabileceğiyle ilgili paraşüt tasarımı yarışması düzenlemişlerdir. Bell, Urhahne, Schanze ve Ploetzner (2010), öğrencilere, modelleme için geliştirilmiş bilgisayar programları aracılığıyla çöl şartlarında enerji verimliliğine sahip bir ev, su deposu, sera gazı etkisi, diz eklemi, kasırga, gaz yasaları ile ilgili tahminlerini ve

hipotezlerini test etmelerini sağlayacak -çeşitli yarışmalar içeren- işbirlikçi sorgulamalı öğrenme yaklaşımı ortamı hazırlamışlardır.

Harrison ve Treagust (1998), öğrencilerin, öğretmenlerin beklediklerinden daha zayıf modelleyici olduklarını ve ortaöğretimdeki genç öğrencilerin çoğunlukla modellerin yüzeysel benzerliklerinden öteye bakmadıklarını belirtmiştir.

Fen eğitiminin odaklandığı ana konu, bilimin öğretilmesi ve öğrenilmesidir. Kavramsal anlamının gerçekleşmesi için verimli öğretim stratejilerine ihtiyaç duyulur (Niebert & Gropengiesser, 2013). Bu bağlamda eğitimin yeniden yapılanması gerekebilir. Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde modellemenin ve model tabanlı öğrenme yaklaşımının fen eğitiminde yaygınlığını artırdığı gözükmemektedir. Modeller ve modelleme, fen eğitiminde, gözlemlenemeyen nesne ve olaylar hakkındaki düşüncelerin, tahminlerin, hipotezlerin ve teorilerin paylaşıldığı ve değerlendirildiği ortak bir nokta olarak tercih edilmektedir.

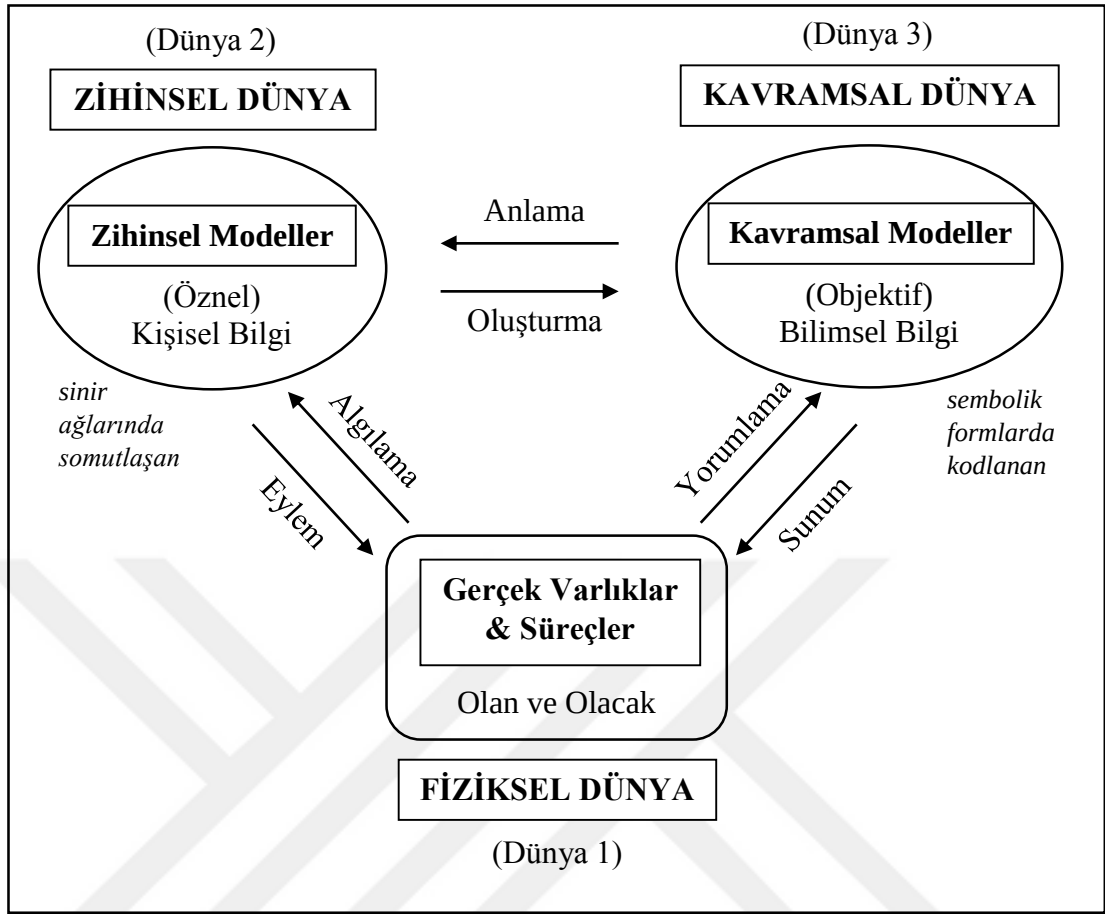
2.2. Zihinsel Modeller

İnsanların zihinsel modellerini incelemeye ilgi duyan bilim insanları olarak uygun deneysel metotlar geliştirmeliyiz ve düzgün, mükemmel zihinsel modeller bulma umutlarımızdan kurtulmalıyız; ancak bunun yerine insanların aslında sahip oldukları dağınık, özensiz, tamamlanmamış ve belirsiz yapıları anlamayı öğrenmeliyiz. (Norman, 1983)

Zihinsel modeller teorisi, kökenini, Charles Sanders Peirce'in on dokuzuncu yüzyıldaki mantığına ve Fergus Ian Muir den Craik'in İkinci Dünya Savaşı boyunca yürüttüğü psikolojik araştırmasına borçludur. Bu teorinin temel varsayımı ise "Bireyler, bildikleriyle veya inandıklarıyla uyumlu olan ihtimalleri öngörmeye çalışarak düşünürler." olarak tanımlanmıştır (Johnson-Laird, 2013).

Craik (1967), düşünmeyi, oldukça karmaşık bir makinenin bilinçli çalışması olarak ifade etmiş ve beyni, dış dünyada gerçekleşen olayları modelleyen bir hesap makinesi olarak görmüştür. Kısacası zihinsel modellerin bireyin kendisine özgü olduğunu belirtmiştir.

Zihinsel modelleri, bireyin zihnindeki özel yapılar olarak tanımlayan Hestenes'e (2006) göre zihinsel dünya, fiziksel dünya ve kavramsal dünya ile etkileşim halindedir (bkz. Şekil 6). Bireylerin ortak düşünceleriyle oluşturdukları kavramsal dünya, bilimin zihinlere aktarılmasını sağlamaktadır. Ancak zihinsel dünya ile kavramsal ve fiziksel dünya arasındaki etkileşim bireye özgüdür.



Şekil 6: Zihinsel modeller ile kavramsal modellerin karşılaştırılması. (Hestenes, 2006)

Öğrencilerin bilimsel modellerle olan deneyimleri, bilimsel kavramlar ile ilgili zihinsel modellerini geliştirmelerine yardım eder. Fen alanındaki birçok konu, öğrencilerin zihinsel modellerini kendilerinin oluşturmalarını istemektedir. Öğrenciler, fiziksel gösterimlerin, yeni kavramları anlamak ve kendi zihinsel modellerini oluşturmak için yardım edebileceğinin farkındadır (Treagust vd., 2002).

İnanç yenileme, zihinsel model dönüşümü ve kategorik değişim olmak üzere üç tür kavramsal değişim vardır. Zihinsel modeller, sisteme ait bazı kavramlardan yoksun olabilir; ancak bu durum zihinsel modeller ile bilimsel model arasında bir çatışma olduğunu göstermez. Bu bağlamda öğrencinin, zihinsel modelinin eksik olan kısımlarını tamamlayarak ilgili sistemin bileşenlerini bütünüyle kavramsallaştırması gerekmektedir (Chi, 2008).

Franco ve Colinvaux (2012), araştırmacıların, öğrencilerin kullandıkları zihinsel modelleri tanımlamasına ve karakterize etmesine yardım eden başlangıç setindeki anahtar özellikleri aşağıdaki gibi açıklamıştır:

- *Zihinsel modeller, üretkendir: İnsanlar, -modele-dayalı akıl yürütmede- yeni fikirler ve tahminler oluşturlar.*
- *Zihinsel modeller, örtük (söylenmeden anlaşılan) bilgiyi içerir: İnsanlar, zihinsel modellerinin tüm kurucu yönlerinin farkında değildirler.*
- *Zihinsel modeller, sentetiktir: Zihinsel modeller, oluşumunu başlangıçta motive eden hedef sistemin veya olayların -verimli olması amacıyla- basitleştirilmiş gösterimleridir.*
- *Zihinsel modeller, dünya görüşleriyle sınırlanmıştır: İnsanlar, sahip oldukları genel inanç sistemlerine göre zihinsel modellerini geliştirirler ve kullanırlar.*

Norman (1983), zihinsel modeller hakkındaki genel gözlemlerinden bazılarını aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- *Zihinsel modeller, eksik parçalar içerir.*
- *İnsanların zihinsel modellerini çalıştırma yetenekleri ciddi bir şekilde sınırlanmıştır.*
- *Zihinsel modeller, istikrarsızdır: İnsanlar, kullandıkları sistemin detaylarını veya sisteminin tamamını (özellikle bu detaylar bazı dönemlerde kullanılmadığında) unuturlar.*
- *Zihinsel modeller, mutlak sınırlara sahip değildir: Benzer cihazlar (hesap makineleri, bilgisayarlar, metin editörleri, dijital saatler ve kameralar) ve operasyonlar (hava aracına pilotluk yapmak) birbiriyle karıştırılabilir.*
- *Zihinsel modeller, bilimsel değildir: İnsanlar, batıl inançlarına ait davranış kalıplarının gereksiz olduğunu bildiklerinde bile -az fiziksel çaba harcadıklarından ve zihinsel çabalarından tasarruf ettiklerinden dolayı- bunları sürdürürler.*
- *Zihinsel modeller, aşırı tutumludur: İnsanlar, zihinsel planlamalarından (onları bu eylemlerden uzak tutmaya çalışan) daha çok ekstra fiziksel operasyonları sıklıkla yaparlar. Zihinlerindeki karmaşıklığı azaltmak için bu fiziksel eylemleri yapma isteği duyarlar. Bu, ekstra eylemlerin çeşitli cihazlara uygulanması için basitleştirilmiş bir kurala izin verdiğinde son derece doğrudur. Böylece karışıklık şansı azaltılır.*

Zihinsel model; soruları cevaplama, problemleri çözme veya diğer durumlarla başa çıkma amacıyla oluşturulan dinamik bir yapıdır. Zihinsel modeller, kavramsal yapılardan üretilmiş ve kavramsal yapıların altta yatan etmenleri tarafından sınırlanmıştır. Öğretmen, “Astronot, uzay gemisindeyken çekici düşürmüştür.” cümlesini kullanırsa öğrencinin çekicinin konumuna ait zihinsel modeli, yerçekiminin kabul edilen özellikleriyle ilişkili olan -zihinsel kavramların altta yatan- nedenleriyle sınırlanır. Sonuç olarak öğrencilerin soruları cevaplamak veya problemleri çözmek için kullandıkları zihinsel modeller, öğrencilerin bilgi tabanının altta yatan

sebeplerinin yapısı ve içeriği hakkında bilgiler sağlamaktadır (Vosniadou & Brewer, 1992).

Öğrencilerin başlangıçtaki (öğretim öncesi) zihinsel modellerinin özellikleri ile içinde yaşadıkları toplumun kabul ettiği modelin özelliklerinin birleşimiyle oluşan sentetik modeller, bilimsel modelin reddedilmesiyle ortaya çıkmaktadır (Vosniadou, 1994).

Norman'a (1983) göre belirli bir hedef sisteme ilişkin zihinsel modelin oluşumunda dikkate alınması gereken bazı unsurlar bulunmaktadır. Öğrenci, belirli bir hedef sisteme "h" ilişkin zihinsel modelini "M(h)" geliştirir. Öğrencinin, belirlenen hedef sistemle olan etkileşiminin anlaşılması için öncelikle hedef sistemin iyi bir şekilde kavramsallaştırılması gerekir. Yani hedef sistemin kavramsal modeline "K(h)" ihtiyaç vardır. Burada dikkat edilmesi gereken asıl konu, kavramsallaştırılan zihinsel model "K[M(h)]" ile öğrencinin hedef sisteme ait olduğu tahmin edilen gerçek zihinsel modelin "M(h)" birbirinden ayrılmasıdır. Bu gözlemin ve deneyin verimli bir şekilde gerçekleşmesi için temsili ve işlevsel konuların göz önünde bulundurulmasına ihtiyaç vardır. İnanç sistemi, gözlemlenebilirlik ve tahmin gücü olarak belirtilen üç işlevsel faktör, öğrencinin zihinsel modeline "M(h)" ve kavramsallaştırılan zihinsel modele "K[M(h)]" uygulanabilir. Norman (1983) bu faktörleri aşağıdaki gibi özetlemiştir:

- *İnanç Sistemi: Bireyin; gözlem, öğretim veya çıkarım yoluyla kazanmış olduğu zihinsel modeli, fiziksel sistem hakkındaki inançlarını yansıtmaktadır. Zihinsel modelin kavramsal modeli "K[M(h)]", bireyin inanç sisteminin ilgili konu hakkındaki parçalarının modelini içermelidir.*
- *Gözlemlenebilirlik: Bireye erişim imkânı sağlayan zihinsel modelinin parametreleri ve durumları ile bireyin gözlemleyebildiği fiziksel sistemin özellikleri ve durumları arasında bir ilişki olmalıdır. Zihinsel modelin kavramsal modelinin "K[M(h)]" parametreleri ve gözlemlenebilir durumları ile hedef sistemin "h" gözlemlenebilir özellikleri ve durumları arasında bir ilişki olmalıdır.*
- *Tahmin Gücü: Zihinsel modelin amacı; bireyin, fiziksel sistemi anlamasına ve fiziksel sistemin davranışlarını tahmin etmesine izin vermektir. Model, çıkarımın kurallarını uygulama veya yöntemleri türetme anlamında tahmin gücüne sahip olmalıdır (bu özellikler bireye için de söylenebilir). Diğer bir ifadeyle, insanların modellerini zihinsel olarak çalıştırması mümkün olmalıdır. Kavramsal zihinsel model, bilgiyi işleme süreci ve bilgi yapıları ile ilişkili bir model de içermelidir. Bu model, bireyin zihinsel modelini kullanmasını, fiziksel sistemi tahmin etmesini ve anlamasını mümkün hâle getirir.*

Zihinsel modeller; yerel nitel çıkarımlarda bulunabilen (çalışma yeteneğine sahip), birbirleriyle bağlantılı; ancak ayrıştırılabilir otonom nesnelerden oluşan bir

koleksiyondur. Otonom nesne, durumun ve diğer nesnelerle olan topolojik bağlantılarının açık bir gösterimiyle ve içsel parametrelerin bir kümesiyle zihinsel bir nesnedir. Çalışan bir zihinsel model, içsel kuralları ve belirtilmiş tipolojiyi kullanıp modelin parametrelerini bilgiyi yayarak değiştirir. Çalışan zihinsel model, otonom objelerin durumu değiştiğinde de ortaya çıkabilir. Durum, objenin mevcut parametre değerlerinden farklıdır. Durum değişimi, davranış kuralları grubunun, diğer bir grupta yer değiştirmesini içerir (Williams, Hollan & Stevens, 1983). Örneğin; silisyum tabakalı bir “NPN BJT” transistörün aktif moda (*forward bias*) geçebilmesi için yapısındaki P-N diyotun kutupları arasındaki potansiyel farkın belirli bir değere ulaşması gerekir (Ning & Cai, 2015). Zihinsel modellerin, fiziksel dünyadaki nesne ve olayları açıklarken tümdengelim, tümevarım gibi farklı akıl yürütme yöntemleriyle işlediği alanyazındaki birçok çalışmada belirtilmiştir (Bara & Bucciarelli, 2000; Forbus & Gentner, 1997; Goldvarg & Johnson-Laird, 2001; Johnson-Laird, 2009; Johnson-Laird, Khemlani & Goodwin, 2015; Khemlani, Barbey & Johnson-Laird, 2014).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma yöntemi, örneklem, veri toplama aracı, verilerin toplanması, verilerin analizi alt başlıklarıyla açıklanmıştır.

3.1. Araştırma Yöntemi

Bu araştırma, nitel araştırma yöntemi olan durum çalışması ile yürütülmüştür. Nitel araştırmalarda, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir süreç izlenmektedir (Yıldırım, 1999).

Durum çalışması, güncel bir olguyu gerçek yaşam çerçevesi (içeriği) içinde ele alan, olgu ile içerik arasındaki sınırların açıkça belirgin olmadığı ve birden fazla veri kaynağının olduğu durumlarda kullanılan görgül bir araştırma yöntemidir (Yin, 1984). Araştırmanın amacına uygun olarak durum çalışması desenlerinden “bütüncül tek durum deseni” kullanılmıştır. Bütüncül tek durum deseni, tek bir analiz birimini (birey, kurum, program, okul, vb.) ele almaktadır. Bütüncül tek durum deseni, iyi formüle edilmiş bir kuramın teyit edilmesi veya çürütülmesi amacıyla kullanılabilir. Örneğin; Piaget’in, bilişsel gelişim kuramının gerçek hayatta, farklı bir kültürde nasıl işlediği veya yapılandırmacılık kuramının okullardaki etkililiği açığa çıkartılabiliyorsa bu alana önemli bir katkı sağlayabilir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu bağlamda araştırmanın örneklemine oluşturan ilköğretim 6. sınıf öğrencileri tek bir analiz birimi olarak ele alınmıştır.

3.2. Örneklem

Araştırmanın örneklemine, 2012-2013 eğitim öğretim yılında Sinop ili Merkez ilçesine bağlı 17 ilköğretim kurumunda (7 merkez, 3 kırsal, 7 köy) 6. sınıfta öğrenim gören 635 öğrenci oluşturmuştur. Ancak araştırmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini olumsuz yönde etkileyecek bazı durumların saptanmasından dolayı merkezdeki

okulların birinden elde edilen veriler araştırma dışında tutulmuştur. Köy okullarından birinde ise olumsuz hava şartlarından dolayı uygulama yapılamamıştır. Sonuç olarak öğretim öncesi 563, öğretim sonrası 560 ilköğretim 6. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen araştırmada, ilgili örneklemin yaklaşık %88'ine ulaşılmıştır.

3.3. İlköğretim Öğretim Programları ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Fen bilimleri dersi öğretim programlarında yer alan kazanımlar; öğrencilerin bilgi birikimleri, sınıf düzeyleri ve kişisel gelişimleri gibi temel özellikleri dikkate alınarak önemli sınırlamalar çerçevesinde planlanmaya çalışılır. Ayrıca öğrencilerin belirli bir konu hakkında hangi kazanımlardan sorumlu olacakları net bir şekilde belirtilir. Ölçme ve değerlendirme sonucunda öğrencilerin, aynı tür kazanımlara sahip olduklarının saptanması; zihinsel dünyaları arasındaki uyumu yansıtmaktadır. Ancak öğrencilerin zihinsel dünyalarındaki -ilgili kazanımla bağlantılı olan- kavramların bütünü aynı olduğunu göstermez.

Araştırmanın örneklemini oluşturan 6. sınıf öğrencilerinin, solunum sistemi ile ilgili sahip oldukları zihinsel modellerin hangi aşamalardan geçerek yapılandığının öğrenilmesi amacıyla ilköğretim hayat bilgisi ve fen ve teknoloji dersi öğretim programları, ders kitapları detaylıca incelenmiştir. Öğretim programlarındaki kazanımlar ile bütüncül olacak şekilde konuyla ilgili kavramların öğretmen kılavuz kitaplarındaki işlenişleri, öğrenci çalışma kitaplarındaki etkinlikleri ve ders kitaplarındaki içerikleri karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Bu bağlamda araştırmanın ilköğretimin hangi kademesinde yürütüleceği belirlenmiştir. İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin, solunum sistemi konusunu işlemeden önceki zihinsel modelleri ile konuyu işledikten sonraki zihinsel modelleri karşılaştırılarak meydana gelen değişim ortaya konmuştur. Ayrıca solunum sistemi konusu kapsamında öğretim programlarının ve ders kitaplarının hedef kitleyi bilimsel bilgiye ulaştırma yolundaki etkinliği irdelenmeye çalışılmıştır.

3.3.1 İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

3.3.1.1. İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Fen ve teknoloji dersine hazırlık niteliğinde olan hayat bilgisi dersi, ilköğretim 1, 2 ve 3. sınıfları kapsamaktadır. Hayat bilgisi dersi öğretim programında insan hem biyolojik hem de sosyal bir varlık olarak bütünüyle ele alınmıştır. Bu noktadan hareketle “birey”, “toplum” ve “doğa” olmak üzere üç ana öğrenme alanı belirlenmiş ve hayat bilgisi dersi için bu öğrenme alanlarını aynı anda kuşatabilen “Okul Heyecanım”, “Benim Eşsiz Yuvam” ve “Dün, Bugün ve Yarın” olmak üzere üç tema oluşturulmuştur. Ayrıca çocukların temel yaşam becerileri ve olumlu kişisel nitelikler geliştirmeleri, fen ve teknoloji derslerine temel oluşturacak bilgiler kazanmaları amaçlanmıştır. Sonuç olarak programdaki bu öğeleri belirlenen temalarla bütünleştirecek şekilde kazanımlar oluşturulmuştur (MEB, 2009a).

Kazanımlar, çocukların doğrudan gözlemlenebilir davranışlarının yanı sıra, bilgi, beceri, tutum ve değerleri de içeren ifadelerdir. Kazanımlar belirlenirken konu bütünlüğünden çok, beceriler esas alınmıştır. Kazanımların, öğrenciler tarafından gerçekleştirilecek etkinlikler aracılığıyla elde edilmesi söz konusudur (MEB, 2009a).

Bu bağlamda ilköğretim 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğretim programındaki “Benim Eşsiz Yuvam” temasında yer alan “Organlarım Görev Başında” adlı konuya ait kazanımda (B.2.7) öğrencilerden sırasıyla mide, akciğerler ve kalp gibi başlıca organların görevleri ile sağlıklı yaşam arasındaki ilişkiyi kurmaları beklenmektedir (MEB, 2009a).

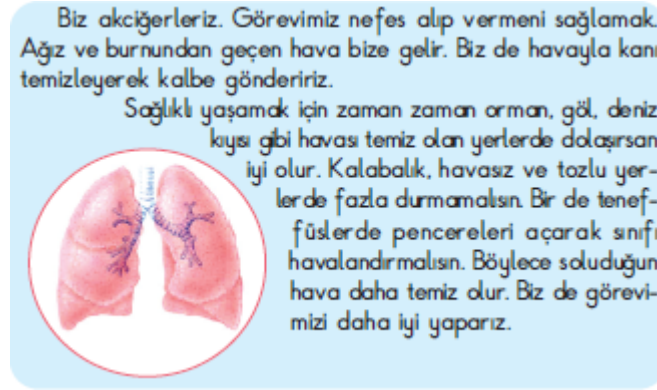
3.3.1.2. İlköğretim 2. Sınıf Hayat Bilgisi Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Öğretmen kılavuz kitabındaki ders planına göre “Organlarım Görev Başında” adlı konuya iki ders saati süre önerilmektedir. Öğretme-öğrenme sürecinin başlangıcında ilgili konuya zihinsel hazırlık için öğretmen tarafından sınıfa insan vücudu maketi getirilmesi ve öğrencilerden bu maketi inceleyerek neler gördüklerini söylemeleri istenmektedir. Bununla birlikte ilk etkinlik aşağıdaki gibi planlanmıştır:

Yazı tahtasının ortasına “organ” sözcüğünü yazınız. Öğrencilerinize bu sözcüğün neler çağrıştırdığını sorarak akıllarına gelen organ adlarını söylemelerini isteyiniz. Vücut maketini tekrar inceleyerek maket üzerinde hangi organları gördüklerini açıklamalarını sağlayınız (MEB, 2013b).

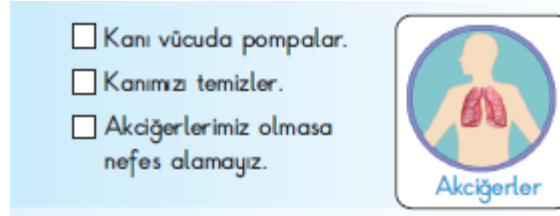
İkinci etkinlikte, öğrencilerden ders kitabındaki akciğerler ile ilgili görseli inceleyerek metni okumaları (bkz. Şekil 7) ve “Akciğerlerin vücudumuzdaki görevi

nedir?”, “Akciğerlerimiz görevini yapamazsa hangi sorunları yaşarız?” soruları hakkındaki düşüncelerini söylemeleri istenmektedir.



Şekil 7: İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi ders kitabındaki akciğerler ile ilgili görsel ve okuma metni. (MEB, 2013a)

Üçüncü etkinlikte ise öğrencilerden çalışma kitabındaki alıştırma verilen organlarla (kalp, akciğer ve mide) ilgili işaretlemeleri (bkz. Şekil 8) yapmaları, işaretledikleri doğru ve yanlışların nedenlerini açıklamaları beklenmektedir (MEB, 2013b).



Şekil 8: İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğrenci çalışma kitabındaki akciğerler ile ilgili alıştırma. (MEB, 2013c)

Genel olarak bakıldığında; ilköğretim 2. sınıf hayat bilgisi ders kitaplarında kalp, akciğer, mide organlarının görevleri tanıtılmakta ve öğrencilerin sağlıklı yaşam ile organların görevleri arasında ilişki kurmaları sağlanmaktadır (MEB, 2009a).

3.3.2. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

3.3.2.1. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar”, “Dünya ve Evren” olmak üzere dört öğrenme alanı bulunmaktadır. “Canlılar ve Hayat” öğrenme alanında bulunan ve ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji dersinin ilk ünitesi olan “Vücudumuz Bilmecesini Çözelim”, sistem kavramı kullanılmadan vücudun bir bütün olarak çalıştığı fikrini temel almaktadır (MEB, 2005).

İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi dersinde bu üniteye hazırlık niteliğindeki vücudun genel yapısı, bazı önemli organlar (kalp, mide ve akciğerler) ve bunların görevleri ile ilgili kısa bilgilere yer verilmiştir. Bu üniteye ise “Destek ve Hareket”, “Soluk Alıp Verme”, “Kanın Vücutta Dolaşımı”, “Egzersiz Yapalım” konu başlıkları altında vücudun hayat faaliyetlerini devam ettirebilmek için bütünlük halinde çalışan yapı ve organlardan oluştuğu belirtilmiştir. Öğrencinin kendi vücudunda meydana gelen değişimleri gözlemleyebildiğinden yola çıkarak kas, iskelet, soluk alıp verme, kalp, dolaşım, nabız ve tüm bunlarla bağlantılı egzersizlerle vücudunu tanıması ve günlük hayatı ile ilişki kurması sağlanmalıdır (MEB, 2005).

Öğrencilerin bu üniteye; destek ve hareket, solunum ve dolaşım sistemleri ile ilgili yapı ve organların -anatomik ayrıntılarına girilmeden- konumlarını, işlevlerini, birbirleriyle uyum içinde çalıştığını; egzersizin nabız ve soluk alıp verme hızına etkisini kavraması beklenmektedir. Bu yapı ve organların konumlarını, basit anatomik yapılarını, görevlerini tanıma ve inceleme amacıyla farklı teknikler (model oluşturma, benzeşim, tartışma) kullanılmalıdır. Öğrenciler, ilköğretim 5. sınıfta sindirim ve boşaltım sistemleri ile ilgili yapı ve organları -sistem kavramına girilmeden- öğrenmeye devam edeceklerdir (MEB, 2005). İlköğretim 6. sınıfta işlenecek olan “Vücudumuzda Sistemler” ünitesine hazırlık niteliğindeki bu üniteye “Soluk Alıp Verme” konusuyla ilgili olarak öğrenciler aşağıdaki kazanımlardan sorumludur:

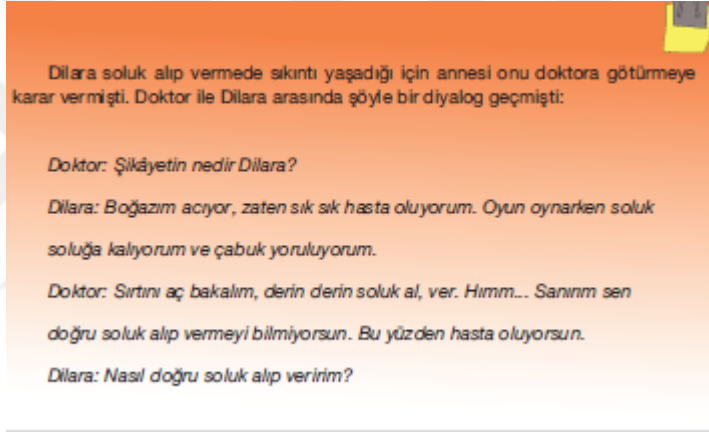
- 2.1. Soluk alıp vermede görevli yapı ve organları belirtir.
- 2.2. Soluk alıp verme sırasında havanın izlediği yolu model üzerinde gösterir.
- 2.3. Soluk alıp vermenin vücudumuz için gerekli olan oksijeni dış ortamdan alıp, zararlı olan karbondioksiti dış ortama vermeye sağladığını belirtir.
- 2.4. Doğru soluk alıp vermeyi ve önemini tartışır.

Ayrıca “Burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerin yapısı verilmeyecektir.” şeklinde bir sınırlama da bulunmaktadır. (MEB, 2005).

3.3.2.2. İlköğretim 4. Sınıf Fen ve Teknoloji Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Öğretmen kılavuz kitabındaki ders programına göre “Soluk Alıp Verme” konusuna üç ders saati süre önerilmektedir (MEB, 2009c). Konu başlangıcında öğrencilerin önbilgilerini yoklamak ve derse olan meraklarını uyandırmak amacıyla yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerler ile ilgili bildiklerini defterlerine yazmaları ve bunları sınıfta paylaşmaları istenmektedir (MEB, 2009c).

Soluk alıp vermenin öneminin kavranması amacıyla ders kitabındaki metin (bkz. Şekil 9) okutularak, öğrencilerin paragrafta yer alan “Bizler doğru soluk alıp veriyor muyuz acaba?”, “Peki, neden soluk alıp veriyoruz?”, “Soluk alıp vermemiz nasıl gerçekleşir?” sorularını tartışmaları sağlanmıştır (MEB, 2009c).



Şekil 9: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme ile ilgili okuma metni. (MEB, 2009b)

Öğrenci çalışma kitabında yer alan “Hatırlayalım, Yazalım” adlı etkinliğin amacı, öğrencilerin soluk alıp verme ile ilgili ön bilgilerini hikâye ve sorular yardımıyla yoklamaktır (bkz. Şekil 10).

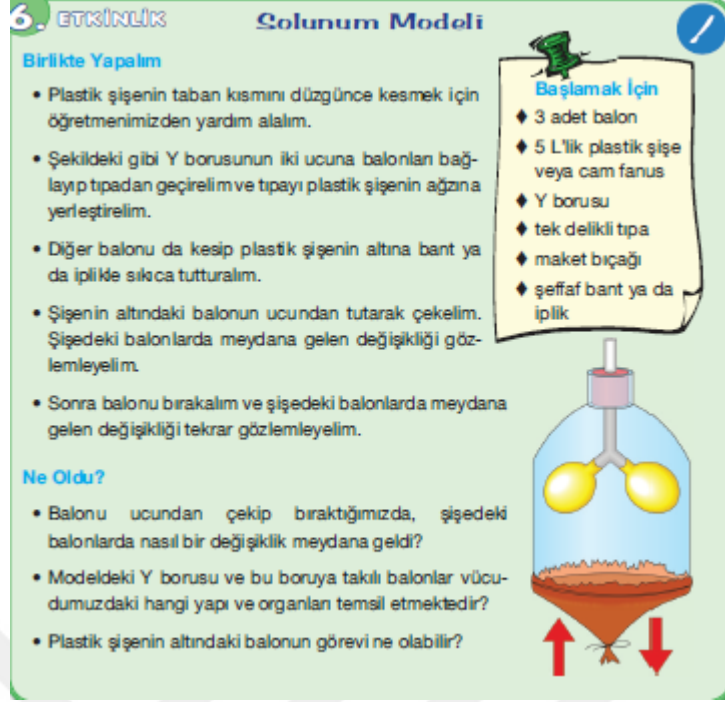
Deniz annesinin sözünü dinlemedi, havuzda çok uzun süre yüzmüş, arkadaşı Gökhan'la yarış yapmıştı. Hem çok yorulmuş hem de üşümüşü. Ateşi vardı ve burnu tıkanmıştı. Deniz tüm hafta sonunu bu nedenle evde geçirdi.

Şekil 10: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki soluk alıp verme ile ilgili okuma metni. (MEB, 2009d)

Ders kitabındaki “Şişen Balon” etkinliğinde, soluk alıp vermenin öğrenciler tarafından kavranması amaçlanmaktadır. Ayrıca soluk alıp verme sırasında hem burnun hem ağzın kullanılabileceği bilgisi üzerinde durularak yutağın işlevine odaklanılmıştır. Öğrencilerden etkinliğin sonunda ağız ve burunla soluk alıp verildiği önbilgisinden yararlanarak akciğerlerin bu sırada görev yaptığını, burun açıkken daha rahat balon şişirildiğini, burun kapandığında balon şişirmekte zorlanıldığını fark etmeleri beklenmektedir (MEB, 2009c).

Ders kitabındaki “Solunum Modeli” adlı etkinlikte, “Soluk alıp verme sırasında görev alan yapı ve organlar neler olabilir?”, “Soluduğumuz hava nereye gider?” soruları yer almaktadır (MEB, 2009b). Etkinliğin sonunda ise öğrencilerden dıştaki balon aşağı doğru çekildiğinde içerdeki balonların hava alarak şiştiğini, bırakıldığında ise balonların eski haline döndüğünü gözlemlemeleri ve bu olayı soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Ayrıca modelde kullanılan araç gereçlerin soluk alıp verme sırasında görevli olan yapı ve organları temsil ettiği söylenerek, öğrencilerden bu yapı ve organların neler olabileceğini tahmin etmeleri istenmektedir.

Solunum modelindeki (bkz. Şekil 11) Y borusunun, soluk borusunu; içerideki balonların akciğerleri ve dıştaki balonun ise diyaframı temsil ettiği söylenmektedir. Solunum modeli üzerinde soluk alıp verme sırasında havanın izlediği yol gösterilmekte ve öğrencilerden bunu defterlerine çizmeleri istenmektedir. Yutkunulduğunda gırtlak yukarı doğru hareket edip gırtlak kapağının kapanmasının soluk borusuna besin kaçmasını engellediği ve bu kısa zaman zarfında bir süre soluk alınamadığı aktarılmaktadır.



Şekil 11: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki solunum modeli etkinliği. (MEB, 2009b)

Soluk almanın burundan havanın içeri girmesiyle başladığı, havanın yutağa ve gırtlığa geçtiği; gırtlaktan soluk borusuna oradan da akciğerlere geldiği; soluduğumuz havadaki oksijenin akciğerlerden kana geçtiği ve soluk alma olayının gerçekleştiği ifade edilmektedir (MEB, 2009c).

Çalışma kitabındaki “Soluk Alıp Veriyorum” adlı etkinlikte, öğrencilerin, soluk alıp verme sırasında görevli yapı ve organlar ile soluk alıp verme sırasında havanın izlediği yolu kavramaları sağlanmaktadır (bkz. Şekil 12).

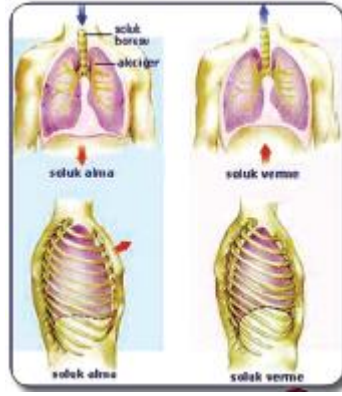
Soluk alıp verme sırasında görev yapan yapı ve organların adlarını havanın izlediği yolu dikkate alarak kutucuklara yazalım ve yerlerini oklar yardımıyla şekil üzerinde belirtelim. Soluk alma ve soluk verme sırasında havanın izlediği yolu şekil üzerinde gösterelim.



Şekil 12: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki “Soluk Alıp Veriyorum” etkinliği. (MEB, 2009d)

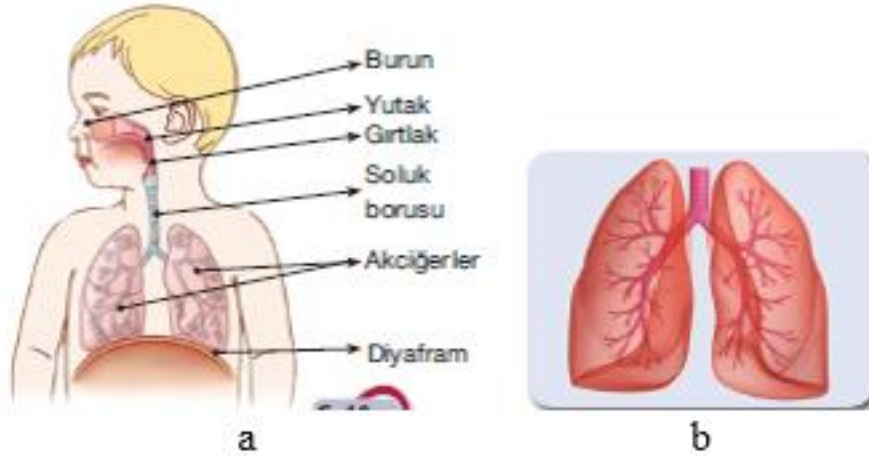
Ders kitabında akciğerlerde gerçekleşen gaz değişimi olayı, solunan havadaki oksijenin akciğerlere geçtiği ve kandaki karbondioksitin de akciğerlerden aynı yolu ters yönde izleyerek dışarı atıldığı, şeklinde belirtilmiştir (MEB, 2009b).

Solunum mekanizması ile ilgili olarak öğrencilerden diyafram kasının hareketi ve buna bağlı olarak gerçekleşen olayları belirtmesi beklenmektedir (MEB, 2009c). Bu bağlamda ders kitabında, soluk alıp verme sırasında akciğerler, diyafram, göğüs kafesi ve kaburgalar arası kaslarda meydana gelen değişimler anlatılmakta ve çeşitli görsellerle desteklenmektedir (bkz. Şekil 13). Ayrıca gırtlak kapağının görevi ve hıçkırık olayının nasıl gerçekleştiği hakkında “Bilgi Damlası” başlığı altında açıklamalar yer almaktadır (MEB, 2009b). Öğrenci çalışma kitabındaki “Şarkı Söyleyen Çocuklar” adlı etkinlikte ise öğrencilerden soluk alıp verme sırasında meydana gelen olayları yazmaları istenmektedir. (MEB, 2009d).



Şekil 13: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme sırasında diyaframda meydana gelen değişim. (MEB, 2009b)

Ders kitabında soluk alıp vermede görevli olan yapı ve organlar, akciğerlerin içyapısı kazanımlara uygun olarak verilmiştir (bkz. Şekil 14a ve 14b).



Şekil 14: İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp vermede görevli yapı ve organlar ve akciğerlerin içyapısı. (MEB, 2009b)

Genel olarak bakıldığında ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitaplarında solunum sisteminde görevli yapı ve organlar ve bunların görevleri, soluk alıp verme mekanizması, havanın vücutta izlediği yol, hıçkırma ve hapşırma gibi olayların nasıl gerçekleştiği, soluk alıp vermenin amacı, doğru soluk alıp vermenin önemi ve nasıl

olduğu, besin-oksijen-enerji-karbondioksit ilişkisi gibi konuların işlenmesi amaçlanmıştır.

3.3.3. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

3.3.3.1. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Öğrenciler, ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji dersinde sistem kavramına girmeden kendi vücutlarında gözlemleyebildiklerinden yola çıkarak kas, iskelet, soluk alıp verme, dolaşım, nabız ve bunlarla bağlantılı egzersizlerle vücutlarındaki yapı ve organları tanımaya başlamışlardı. İlköğretim 6. sınıf “Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesindeki “Hücre” konusunda ise hücrenin yapısı, hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini basit seviyede öğrenmişlerdi. “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinde ise daha önceden sistem kavramı verilmeden işlenen yapı ve organların sistemleri oluşturduğu vurgulanarak, 4. sınıfta temeli oluşturulan destek ve hareket, dolaşım, solunum sistemleri, bunların sağlığı ve sistemlerle ilgili sağlık sorunlarının düzeltilmesinde teknolojik gelişmelerin etkisi işlenmesi kararlaştırılmıştır. 7. sınıfta öğrenciler, vücutlarındaki sistemleri (boşaltım, sindirim, düzenleyici ve denetleyici sistemler) tanımaya devam ederken tüm sistemlerin birbirleriyle ilişkilerini fark edeceklerdir (MEB, 2006). İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi “Vücudumuzda Sistemler” ünitesindeki “Solunum Sistemi” konusuyla ilgili olarak öğrenciler aşağıdaki kazanımlardan sorumludur:

- 3.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organları; model, levha ve/veya şema üzerinde göstererek görevlerini açıklar.*
- 3.2. Akciğerlerin yapısını açıklayarak, alveol-kılcaldamar arasındaki gaz alış verişini şema ile gösterir.*
- 3.3. Soluk alıp verme mekanizmasını gösteren bir model tasarlar.*
- 3.4. Teknolojik gelişmelerin solunum sistemi sağlığına olumlu ve olumsuz etkilerini tartışır.*
- 3.5. Solunum sisteminin sağlığını korumak için pratik öneriler sunar.*

Bununla birlikte “Ünite Kazanımları ve Etkinlikleri” bölümündeki “Açıklamalar” kısmında, “Kazanım 3.1 ve 3.2” ile ilgili olarak sırasıyla “4. sınıf ‘Vücudumuz Bilmeceğini Çözelim’ ünitesi ‘Soluk Alıp Verme’ konusu ile ilişkilendirilir.” ve “Akciğerdeki gaz değişimi dolaşım sistemindeki küçük dolaşım ile ilişkilendirilir.” şeklinde yönergeler bulunmaktadır (MEB, 2006).

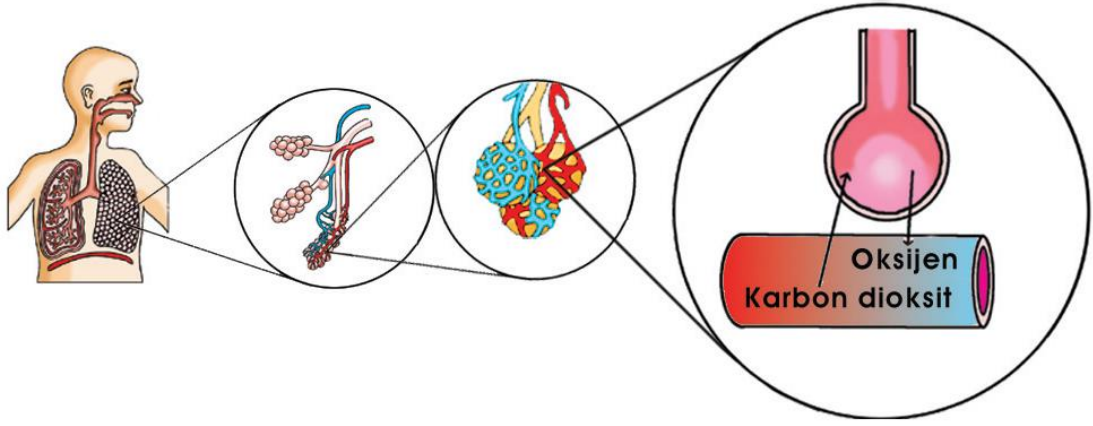
Solunum sistemi ile ilgili kavram(lar), başlangıçta ilköğretim 2. sınıf hayat bilgisi dersi öğretim programında yer almakta daha sonra ise sırasıyla ilköğretim 4 ve 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programlarında kademeli olarak derinleştirilmektedir.

3.3.3.2. İlköğretim 6. Sınıf Fen ve Teknoloji Öğretmen Kılavuz, Öğrenci Çalışma ve Ders Kitabında Solunum Sistemi ile ilgili Kavramlar

Öğretmen kılavuz kitabındaki ders programına göre “Soluk Alıp Verme” konusuna iki ders saati süre önerilmektedir (MEB, 2012c). Ders kitabında konu başlangıcında öğrencilerin önbilgilerini yoklamak ve derse olan meraklarını uyandırmak amacıyla “Hiç Düşündünüz mü?” adlı bölümde “Neden soğuk bir havada verdiğiniz nefesi daha rahat gözlemleyebiliyorsunuz? Egzersiz yaptığınızda neden daha hızlı nefes alıp veriyorsunuz?” şeklindeki sorulara yer verilmiştir (MEB, 2012a).

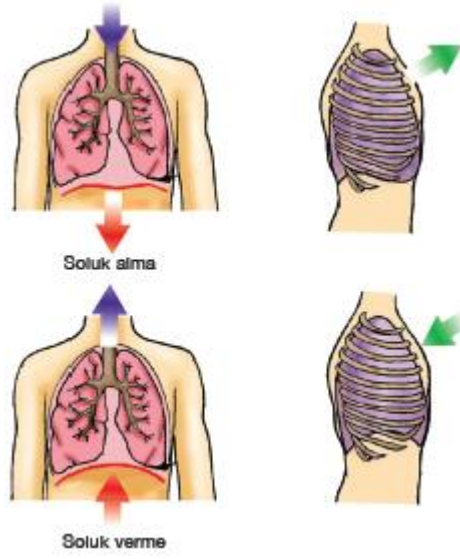
Öğrencilerden solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini açıklamaları beklenirken (Kazanım 3.1) ders kitabında burun, yutak, gırtlak, bronş ve bronşçuk gibi yapıların görevleri hakkında herhangi bir açıklama bulunmamaktadır. Üstelik bronş ve bronşçuk kavramları ilköğretim 4. sınıf ders kitabında yer almamasına karşın ilköğretim 6. sınıf ders kitabında “Hatırladınız mı?” adlı bölümdeki “4. sınıf ‘Vücudumuz Bilmecesini Çözelim’ ünitesinde solunum sisteminde görevli yapı ve organların burun, yutak, gırtlak, soluk borusu, bronş, bronşçuklar ve akciğerler olduğunu öğrenmiştiniz.” şeklindeki açıklamada bu kavramların 4. sınıfta öğrenilmiş olduğu varsayılmaktadır.

Ders kitabında akciğerler ile ilgili temel bilgiler verildikten sonra büyük ve küçük kan dolaşım sistemlerinden bahsedilerek akciğerlerdeki gaz değişimi küçük dolaşım ile ilişkilendirilmiştir. Küçük kan dolaşımı tanımlanarak alveoller ile kılcaldamarlar arasında gerçekleşen gaz değişim olayı açıklanmıştır (MEB, 2012a). Akciğerlerin içyapısı ve alveol ile kılcaldamar arasında gerçekleşen gaz değişimi ders kitabında basitçe gösterilmiştir (bkz. Şekil 15).



Şekil 15: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki akciğerlerin içyapısı ve alveol ile kılcaldamar arasında gerçekleşen gaz değişimi. (MEB, 2012a)

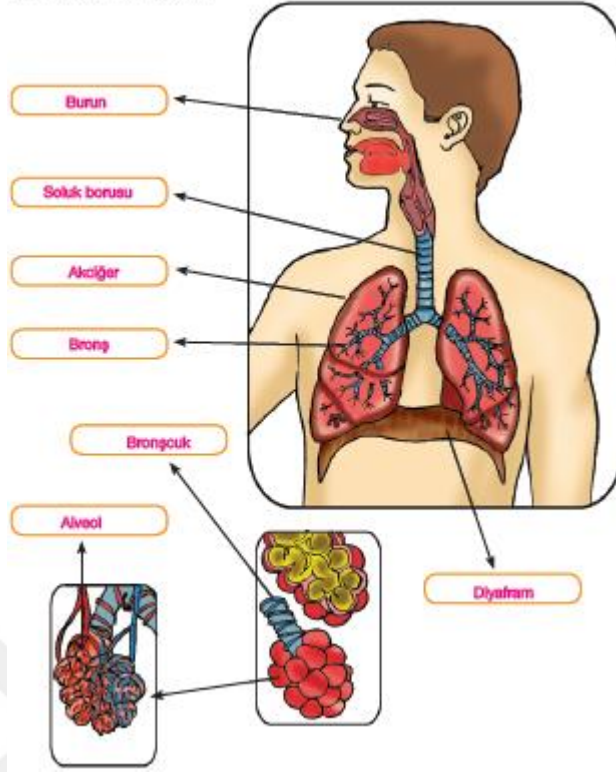
Ders kitabındaki “Akciğerlerinizin Kapasiteleri” adlı etkinlikte öğrencilerin akciğerlerinin kapasitelerini keşfetmeleri amaçlanmıştır. “Akciğerlerinizin Hareketleri” adlı etkinlikte ise öğrencilerden solunum mekanizması modeli oluşturarak modeldeki kısımların solunum sistemindeki hangi yapı ve organları nitelediği, soluk alıp verme sırasında akciğerlerdeki değişikliklerin neler olabileceğini gözlemlmeleri istenmektedir (MEB, 2012a). Yapılan etkinlikler sonunda öğrencilerden gözlem sonuçlarını çalışma kitabındaki ilgili etkinliklere not etmeleri istenmektedir (MEB, 2012b). Ayrıca diyaframın soluk alıp verme sırasında kasılıp gevşemesi ve göğüs kafesinin hacminde değişiklik meydana getirerek akciğerlerin şişip inmesine zemin hazırladığı anlatılmaktadır (MEB, 2012a). Soluk alıp verme sırasında akciğerler, diyafram ve göğüs kafesinde meydana gelen değişim ders kitabında basitçe gösterilmiştir (bkz. Şekil 16).



Şekil 16: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki soluk alıp verme sırasında akciğerler, diyafram ve göğüs kafesinde meydana gelen değişim. (MEB, 2012a)

Öğrenci çalışma kitabında yer alan “Nasıl Soluk Alırım?” adlı etkinlikte ise öğrencilerden, solunum sistemini oluşturan yapı ve organların isimlerini kutucuklara yazmaları istenmektedir (bkz. Şekil 17).

Aşağıdaki resimde solunum sisteminin oluşturan yapı ve organlar gösterilmiştir. Bu yapı ve organların isimlerini ilgili kutucuklara yazınız.



Şekil 17: İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabındaki “Nasıl Soluk Alırım?” etkinliği. (MEB, 2012b)

Genel olarak bakıldığında ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitaplarında nefes alıp vermenin önemi ve amacı, solunum sistemi yapı ve organlarının görevleri, solunum sistemi ile dolaşım sistemi arasındaki ilişki, nefes alıp verirken havanın izlediği yol, diyaframın nefes alıp verme sırasındaki hareketi, akciğerlerdeki alveoller ile kılcaldamarlar arasında gerçekleşen gaz (oksijen ve karbondioksit) değişimi, akciğerlerin soluk alma kapasitesi, solunum sisteminin sağlığının korunması gibi konular yer almaktadır.

3.4. Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili öğretim öncesi ve öğretim sonrası zihinsel modellerinin saptanması amacıyla oluşturulmuştur. Veri toplama aracının oluşturulması sürecinde öncelikle ilköğretim hayat bilgisi ve fen ve teknoloji dersi öğretim programları taranarak solunum sistemi ile ilgili kavramların ilköğretimin hangi kademesinde yer aldığı saptanmıştır. Bunun sonucunda ilköğretim hayat bilgisi dersi 2. sınıf, fen ve teknoloji dersi 4 ve 6. sınıf

öğretmen kılavuz, öğrenci çalışma ve ders kitapları incelenmiştir. Ulusal ve uluslararası alanyazında solunum sistemi ile ilgili çalışmalar araştırılmıştır. Ulaşılan çalışmalar karşılaştırılarak veri toplama aracı için taslak oluşturulmuştur. Bu süreç doğrultusunda hazırlanan açık uçlu sorular, ilköğretim 6. sınıf solunum sistemi konusu öğrenci (öğrenme) kazanımlarına göre değerlendirilmiştir. Öğrenme kazanımları, öğrencinin öğrenme dönemi sonunda ne bilmesinin, ne anlamasının ve/veya yapabilmesinin beklendiği ifadelerdir (Donnelly ve Fitzmaurice, 2005). Açık uçlu sorular, kapsam geçerliliği açısından 1 uzmana ve farklı ilköğretim okullarında görevli 4 fen ve teknoloji öğretmenine, dilbilgisi ve anlam yönüyle 2 Türkçe öğretmenine incelenmiştir. Veri toplama aracı, ilgili çalışma grubuna öğretim öncesi ve öğretim sonrası olmak üzere iki kez uygulanacağı için solunum sistemi konusunun öğretiminden önce ilköğretim 6. sınıfta okuyan 12 öğrenciye ve solunum sistemi konusunu önceden işlemiş olan ilköğretim 7. sınıfta okuyan 29 öğrenciye uygulanmıştır. Açık uçlu soruların anlaşılabilirliği, araştırmanın problemlerine cevap verebilmesi için öğrenci görüşleri açısından değerlendirilerek gözden geçirilmiştir. Pilot çalışmadan elde edilen veriler, verilerin yorumlanması ve ulaşılan sonuçlar, araştırmanın geçerliği açısından farklı kademelerden seçilen sekiz öğrenciye teyit ettirilmiştir. Solunum sistemi, veri toplama aracındaki açık uçlu sorularda “soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organlar” olarak ifade edilerek öğrencilerin solunum sistemiyle ilişkilendirdikleri diğer kavramlar da saptanmaya çalışılmıştır. Gerekli düzenlemeler ile birlikte son halini alan veri toplama aracındaki açık uçlu sorular kısaca aşağıdaki gibidir:

1. Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organları çiziniz.
2. Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organların adlarını yazınız.
3. Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organların görevlerini açıklayınız.
4. Farklı durumlardaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını sıralayınız.
5. Yaptığınız sıralamanın nedenini açıklayınız.

Yukarıda görüldüğü üzere veri toplama aracı 5 sorudan oluşmaktadır. 1 ve 2. sorular, çizim-yazım tekniğine göre hazırlanmıştır. Bu teknik, öğrencilerin zihinsel modellerinin görselleştirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Öğrencilerin solunum sisteminin anatomik yapısı ile ilgili çizimlerini ortaya çıkarmak amacıyla sorulan 1. soruda öğrencilerden, soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organları, dış hatları belirtilmiş insan şekli üzerine çizimleri istenmiştir. 2. soruda ise çizdiklerini

adlandırmaları istenmiştir. 3. soru, öğrencilerin solunum sistemiyle ilgili zihinsel modellerinin altta yatan nedenleri hakkında detaylı bilgiler edinilmesi amacıyla hazırlanmıştır. 4 ve 5. sorular ise öğrencilerin solunum sisteminin temel görevi, solunum hızının bağlı olduğu faktörler ve sistem kavramı ile ilgili düşüncelerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması

Veri toplama aracı, öğrencilerin, öğretim öncesi sahip oldukları zihinsel modellerin saptanması amacıyla, solunum sistemi konusunun öğretiminden 2 hafta önce, 15 okuldaki toplam 26 şubede görevli 18 fen ve teknoloji öğretmeni tarafından ilgili çalışma grubuna uygulanmıştır. İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji öğretmen kılavuz kitabında yer alan öğretim programına uygun ünitelendirilmiş yıllık plana göre solunum sistemi konusunun öğretimi için ayrılan süre, 4 ders saatidir (MEB, 2012c). Önerilen süre zarfında MEB TTKB kararı ile kabul edilmiş olan ders kitabı, verilerin elde edileceği okullarda kaynak kitap olarak kullanıldıktan 2 hafta sonra, mevcut veri toplama aracı, aynı çalışma grubuna -fen ve teknoloji dersi öğretmenleri tarafından- tekrar uygulanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizinden önce öğrenci cevapları (öğretim öncesi 563 ve öğretim sonrası 560) ön incelemeye alınmıştır. Ön inceleme sonucunda; tamamının veya birkaçının boş bırakıldığı veya anlamsız cevaplandığı soru kâğıtları analiz dışında tutularak öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin bütüncül bir şekilde açığa çıkartılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda öğretim öncesi 35 (%6,2) ve öğretim sonrası 23 (%4,1) öğrencinin soruları tamamen boş bıraktığı, öğretim öncesi 27 (%4,8) ve öğretim sonrası 25 (%4,5) öğrencinin soruların birkaçını boş bıraktığı, öğretim öncesi 21 (%3,7) ve öğretim sonrası 22 (%3,9) öğrencinin soruları anlamsız cevaplandığı saptanmıştır. Sonuç olarak öğretim öncesi 480 (%85,3) ve öğretim sonrası 490 (%87,5) öğrencinin cevapları analiz edilerek öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modelleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Nitel veriler frekans ve yüzde hesaplamalarıyla sayısallaştırılmıştır. Betimsel analizde özetlenen ve yorumlanan veriler, içerik analizinde daha derin bir işleme tabi tutulur ve betimsel yaklaşımla fark edilemeyen kavram ve temalar bu analiz sonucu keşfedilebilir

(Yıldırım ve Şimşek, 2011). Temel kategoriler belirlendikten sonra sürekli karşılaştırmalı metot (*constant comparative method*) ile zihinsel modellere ilişkin kodlamalar belirlenmiştir. Sürekli karşılaştırmalı metot, kodlama ve analiz işleminin birlikte yürütülmesi yoluyla verilerden elde edilen kavramları geliştirmek için kullanılmaktadır (Taylor & Bogdan, 1998).

Okullar alfabetik sıraya göre dizildikten sonra ilk sorudan elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizine başlandıktan sonra elde edilen ilk kodlamalar sonraki verilerin analizi için kullanılmıştır. Veriler analiz edildikçe yeni kodlamalar ortaya çıkmış ve bu kodlamalar da analiz tablosuna eklenerek ilk soruya ilişkin verilerin analizine devam edilmiştir. Tüm verilerin analiz edebilmesi amacıyla kodlamalar üzerinde sürekli olarak güncellemeler yapılmıştır. Veri setinin tamamını analiz edemeyecek kodlama süreçleri sonlandırılmıştır. Aynı süreç tüm veriler analiz edilinceye kadar tekrarlanmıştır.

3.5.1. Öğrencilerin Solunum Sisteminin Anatomik Yapısı ile ilgili Çizimlerinin Analizi

Öğrencilerin, solunum sisteminin anatomik yapısıyla ilgili çizimleri detaylı bir şekilde analiz edilerek “Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri” ve “Solunum Mekanizması Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri” olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir.

Öğrencilerin, solunum yolu yapı ve organları ile ilgili çizimlerinin analizi için öncelikle “üst” ve “alt” solunum yolu olmak üzere iki temel kategori oluşturulmuştur. Temel kategoriler ise kendi içinde alt kategorilere (üst: burun/ağız, yutak, gırtlak; alt: soluk borusu, bronşlar, akciğerler) ayrılmıştır. Öğrencilerin çizimlerinin, alt kategorilere göre analiz edilmesi sonucunda toplam 20 farklı çizim kodu ortaya çıkmıştır. Böylece öğrencilerin, solunum yolu yapı ve organları ile ilgili çizimleri ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur (bkz. Tablo 1).

Öğrenciler, solunum mekanizması yapı ve organları ile ilgili olarak sadece diyaframı çizmişlerdir. Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimleri; “biçim”, “konum” ve “boyut” olmak üzere 3 temel kategori (tema) altında incelenmiştir. Öğrencilerin çizimlerine göre yapılan kodlamalar sonucunda 15 alt kategori (9 şekil, 4 konum, 2 kapladığı alan) oluşturulmuştur. Böylece öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimleri, ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Yukarıdaki analiz yöntemleriyle öğrencilerin solunum sisteminin anatomik yapısı ile ilgili çizimleri tümevarımcı bir yaklaşımla açıklanmaya çalışılmıştır.

3.5.2. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Adlandırmalarının Analizi

Öğrencilerin, solunum yolu yapı ve organları ile ilgili çizimlerini adlandırırken kullandıkları kavramlar şu ölçütler dikkate alınarak değerlendirilmiştir: (i) Solunum yolunu oluşturan yapı ve organların havanın izlediği yola göre dizilimi, (ii) Çizimlerde oklarla belirtilen yerler ile adlandırmada kullanılan kavramların karşılıklı uyumu.

İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji dersinin ilk ünitesi olan “Vücudumuzun Bilmecesini Çözelim”, sistem kavramı kullanılmadan vücudun bir bütün olarak çalıştığı fikrini temel almaktadır. İlköğretim hayat bilgisi dersinde, bu üniteye temel oluşturan vücudun genel yapısı, bazı önemli organlar (duyu organları, kalp, akciğerler, mide) ve görevleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu ünite, aynı zamanda ilköğretimin ikinci kademesinde verilecek olan vücudumuzdaki sistemlere bir hazırlık niteliğindedir (MEB, 2005). İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında solunum yolu organları; burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerler olarak açıklanmıştır. Ayrıca bronş kavramı verilmeden soluk borusunun iki kola ayrıldığı belirtilmiştir (MEB, 2009b.). Bununla birlikte öğretmen kılavuz kitabında yer alan “Soluk Alıp Verme” konusundaki açıklamalar kısmında “Burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerin yapısı verilmeyecektir.” şeklinde bir sınırlama bulunmaktadır (MEB, 2009c). Solunum sisteminde görevli yapı ve organlar, ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında çeşitli resimlerle (bütüncül ve kısmi halde) gösterilmektedir. Bu resimlerde solunum sisteminde görevli yapı ve organları belirtmek için herhangi bir adlandırma yapılmamıştır (MEB, 2012a). Ancak çalışma kitabındaki “Nasıl Soluk Alırım?” adlı etkinlikte, öğrencilerden solunum sistemi resminde belirtilen yapı ve organları adlandırmaları istenmiştir (MEB, 2012b).

3.5.3. Öğrencilerin Çizim ve Adlandırmaları ile ilgili Ortak Analizler

Öğrencilerin çizimlerinde ve açıklamalarında belirttikleri yapı ve organlar iki farklı veri kümesindeki birimleri oluşturmaktadır. Veri setleri birleştirilerek solunum sistemine ait yapı ve organların doğru/yanlış ve sayıca adlandırılması ile ilgili sıklık ve yüzde hesaplamaları yapılmıştır.

Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı (bronşlar, bronşiyoller ve alveoller) ile ilgili çizimleri ve adlandırmaları, araştırmacının oluşturduğu kriterler aracılığıyla değerlendirilmiştir (bkz. Tablo 5). Ayrıca öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili yaptıkları yanlış çizimler ve yanlış adlandırmalar detaylıca sunulmuştur. (bkz. Tablo 6 ve 7).

Fen alanındaki soyut konular (atom, kimyasal değişim, fotosentez) ve sistem düşüncesi (solunum, dolaşım) hakkında yapılan çalışmalarda, öğrencilerin mikro boyuttaki olgular yerine yüzeysel olan makro boyuttaki olgulara odaklandıkları gözükmemektedir (Clement & Núñez-Oviedo, 2003; Cokelez & Dumon, 2005; Eilks, Möllering & Valanides, 2007; Hmelo vd., 2000; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004; Hmelo-Silver & Azevedo, 2006; Kurt vd., 2013a, 2013b; Raved & Yarden, 2014).

Solunum sistemi gibi karmaşık sistemlere ait mikro düzeydeki (anatomik veya fizyolojik) özellikler, konunun derinlemesine öğrenilmesinde önemli bir kısmı oluşturmaktadır (Liu & Hmelo-Silver, 2009). Bu durumun ortaya konması amacıyla akciğerlerin içyapısının yanlış çizildiği/adlandırıldığı öğrenci çizimleri, verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlamalar (Strauss & Corbin, 1990) aracılığıyla analiz edilmiştir. Toplanan verilerin analizine rehberlik edecek bir kavramsal yapı olmadığı için bu yapı, toplanan verilerin tümevarımcı bir analize tabi tutulması sonucunda araştırmacı tarafından ortaya çıkarılır (Yıldırım & Şimşek, 2011).

3.5.4. Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Düşündükleri Yapı ve Organlar ile ilgili Açıklamalarının Analizi

Organizmayı oluşturan sistemler arasında karmaşık bağlantılar ve dolaylı etkileşimler bulunmaktadır. Öğrencilerin bilişsel yapılarını oluşturan kavramlar arasındaki bağlantıları ortaya çıkarmak amacıyla solunum sistemini oluşturan yapı ve organlar, “Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organlar nelerdir?” şeklinde dolaylı yoldan sorularak öğrencilerin solunum sistemi ile ilişkilendirdikleri yapı ve organlar ve bunların görevleri ile ilgili düşünceleri saptanmaya çalışılmıştır.

Öğrencilerin solunum sistemini oluşturan yapı ve organlar ile ilgili açıklamalarında yer alan ifadeleri; görev-yapı-konum (GYK) olmak üzere 3 temel kategori altında (gerektiğinde ayrıştırılarak) değerlendirilmiştir. Öğrencilerin ifadeleri mümkün olduğunca yalın tutularak kodlanmıştır. Böylece her bir yapı/organ için öğrenci cevaplarına göre alt kategoriler ve kodlamalar oluşturulmuştur. Veriler

tamamen analiz edilinceye kadar üst ve alt birimlere ilişkin sınıflandırmalar detaylıca sürdürülmüştür. Öğrencilerin vücuttaki diğer sistemlere ait yapı ve organlar ile ilgili açıklamaları da aynı yöntem izlenerek analiz edilmiştir.

3.5.5. Öğrencilerin Problem Durumdaki Kişilerin Solunum Hızlarının Nedenleri ile ilgili Açıklamalarının Analizi

Öğrencilerin, problem durumundaki kişilerin solunum (soluk alıp verme) hızlarına ilişkin sıralamaları analiz edilmiş ve 6 sıralama olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin problem durumundaki kişilerin solunum hızlarının nedenleri ile ilgili açıklamaları içerik analiziyle seviyelere (kodlamalar) ayrılarak alt ve üst seviye grupları (kategoriler) oluşturulmuştur. Seviyeler, alt gruplar (makro, mikro ve mikro-altı boyut) altında toplanmıştır. Alt gruplar ise tekrar sınıflandırılarak iki temel üst grup (somut ve soyut) oluşturulmuştur. Her bir üst gruba ait 6 alt grup ve toplam 12 seviye elde edilmiştir. Öğrencilerin problem durumundaki kişilerin solunum hızlarının nedenleri ile ilgili açıklamaları, oluşturulan seviyelere göre değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin, problem durumundaki kişilerin solunum hızlarına ilişkin sıralamalarının altta yatan etmenleri, solunum hızlarının nedenleri ile ilgili seviyelerle ilişkilendirilerek açıklanmıştır. Böylece öğrencilerin solunumun amacı ile ilgili düşünceleri saptanmaya çalışılmıştır.

Özetle, verilerin analiz sonuçlarını içeren tablolardaki (öğretim öncesine ve öğretim sonrasına ait) frekans ve yüzde değerleri karşılaştırılarak öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili alternatif düşünceleri ve zihinsel modellerinin oluşumuna neden olan bilişsel mekanizmalar belirlenmeye çalışılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Öğrencilerin Solunum Sisteminin Anatomik Yapısı ile ilgili Çizimleri

Öğrencilerin, solunum sisteminin anatomik yapısı ile ilgili çizimleri, “Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri” ve “Solunum Mekanizması ile ilgili Çizimleri” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir.

4.1.1. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri

Öğrencilerin, solunum yolu yapı ve organları ile ilgili çizimleri, “Üst Solunum Yolu Yapı ve Organları” ve “Alt Solunum Yolu Yapı ve Organları” olmak üzere iki kategori altında incelenmiştir.

Öğrencilerin solunum yolu yapı ve organları ile ilgili çizimlerine ait analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimlerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

				Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
Solunum Yolları	Yapı/Organlar	Kategoriler		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Üst	Burun/Ağız, Yutak ve Gırtlak	U1		118	24,6	203	41,4
		U2		101	21	70	14,3
		U3		136	28,3	132	26,9
		Çizim yok		125	26	85	17,3
Alt	Soluk Borusu ve Bronşlar	S1	S1a	110	22,9	92	18,8
			S1g	91	19	72	14,7
		S2		186	38,8	277	56,5
		S3	S3a	1	0,2	1	0,2
			S3g	8	1,7	9	1,8
			S3d	-	-	2	0,4
			S3k	3	0,6	-	-
		S4		2	0,4	1	0,2
		S5		37	7,7	23	4,7
		S6		11	2,3	7	1,4
	Çizim yok		31	6,5	6	1,2	
	Akciğerler	A1	A1a	319	66,5	398	81,2
			A1b	10	2,1	13	2,7
		A2	A2b	61	12,7	35	7,1
			A2t	41	8,5	28	5,7
		A3	A3k	33	6,9	7	1,4
			A3b	5	1	4	0,8
			A3m	2	0,4	-	-
		Çizim yok		9	1,9	5	1

Not: U1=burun boşluğuyla bağlantılı, U2=ağız boşluğuyla bağlantılı, U3=burun ve ağız boşluğuyla bağlantılı; S1a=akciğerlerle bağlantılı bronşsuz soluk borusu, S1g=göğüs boşluğuyla bağlantılı bronşsuz soluk borusu, S2=akciğerlerle bağlantılı iki bronşlu soluk borusu, S3a=akciğerlerle bağlantılı üç bronşlu soluk borusu, S3g=akciğerler ve göğüs boşluğuyla bağlantılı üç bronşlu soluk borusu, S3d=akciğerler ve diyaframla bağlantılı üç bronşlu soluk borusu, S3k=akciğerler ve kalp ile bağlantılı üç bronşlu soluk borusu, S4=akciğerlerle bağlantılı dört bronşlu soluk borusu, S5=akciğerlerle bağlantılı çift soluk borusu, S6=yemek borusu olarak adlandırılan soluk borusu; A1a=ayrık akciğerler, A1b=bağlantılı akciğerler, A2b=bitişik akciğerler, A2t=tümleşik akciğerler, A3k=karaciğerle karıştırılan akciğerler, A3b=böbreklerle karıştırılan akciğerler, A3m=mideyle karıştırılan akciğerler.

4.1.1.1. Öğrencilerin Üst Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri

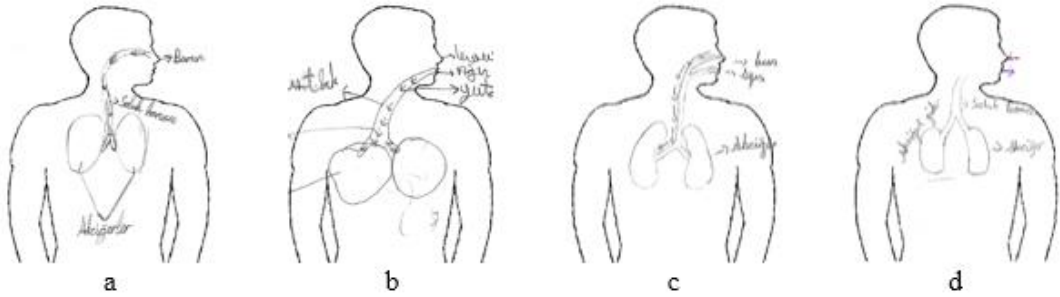
Üst solunum yolu; burun ve ağız boşluğu, yutak ve gırtlaktan oluşmaktadır. Öğretim öncesi 118 (%24,6) ve öğretim sonrası 203 (%41,4) öğrenci, üst solunum yolunu, burun boşluğuyla bağlantılı (U1) olarak çizmiştir (bkz. Şekil 18a). Öğrencilerin çoğunluğunun, ders kitabında belirtilen solunum sistemi yapı ve

organlarını baz alarak üst solunum yolunu çizdikleri anlaşılmaktadır. Nitekim öğretim sürecinden sonra sadece *U1* üst solunum yolunda artış olduğu gözükmemektedir.

Öğretim öncesi 101 (%21) ve öğretim sonrası 70 (%14,3) öğrenci, üst solunum yolunu, ağız boşluğuyla bağlantılı (*U2*) olarak çizmiştir (bkz. Şekil 18b). Bu öğrencilerin üst solunum yolunu günlük deneyimleri sonucunda edindikleri bilgileri tercih ederek çizdikleri söylenebilir.

Öğretim öncesi 136 (%28,3) ve öğretim sonrası 132 (%26,9) öğrenci, üst solunum yolunu, burun ve ağız boşluğuyla bağlantılı (*U3*) olarak çizmiştir (bkz. Şekil 18c). İlköğretim 4 ve 6. sınıf ders ve öğrenci çalışma kitabında ağız boşluğu kavramı olmamasına rağmen solunum sistemi ile ilgili çizimlerde üst solunum yolu burun ve ağız boşluğuyla birlikte gösterilmektedir. Bu öğrencilerin, ilköğretim 4. sınıftaki “Nasıl Doğru Soluk Alıp Veririm” konusundan öğrendikleriyle *U3* üst solunum yolunu çizdikleri de düşünülebilir. Bununla birlikte öğretim sürecinde öğrendikleri ile günlük deneyimleri sonucunda edindikleri bilgileri harmanlayarak üst solunum yolunu çizdikleri söylenebilir. Ayrıca *U3* zihinsel modelinin *U1* ve *U2* zihinsel modellerine göre daha tutarlı olduğu saptanmıştır.

Bununla birlikte öğretim öncesi 125 (%26) ve öğretim sonrası 85 (%17,3) öğrenci, üst solunum yolu ile ilgili herhangi bir çizim yapmamıştır (bkz. Şekil 18d).



Şekil 18: Öğrencilerin üst solunum yolu ile ilgili çizimleri

İlköğretim 6. sınıf ders kaynaklarındaki (konu testleri; konu anlatım, test ve okul ders kitapları; videolar, interaktif etkinlikler, çoklu ortam uygulamaları, vb.) içerikte, solunum yolunu oluşturan yapı ve organlar; burun, yutak, gırtlak, soluk

borusu, bronşlar, akciğerler, bronşçuklar ve alveoller olarak ifade edilmektedir. Verilerin analiz sonuçları karşılaştırıldığında burun boşluğu ile bağlantılı üst solunum yolu (U1) kategorisinde öğretim sonrası %72 oranında bir artış saptanmıştır. Üst solunum yolu ile ilgili diğer kategorilerde ise azalma [ağız boşluğu ile bağlantılı (U2) ve burun ve ağız boşluğu ile bağlantılı (U3) kategorilerde öğretim sonrası sırasıyla %30,7 ve %2,9 oranında] meydana gelmiştir. Bu durum, öğrencilerin ders kaynaklarında yer alan açıklamaları dikkate aldıklarını ve burun boşluğu ile bağlantılı üst solunum yolunu benimsediklerini göstermektedir. Üst solunum yolu ile ilgili herhangi bir çizim yapmayan öğrencilerin sayısı ise öğretim sonrası %32 oranında azalmıştır.

4.1.1.2. Öğrencilerin Alt Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Çizimleri

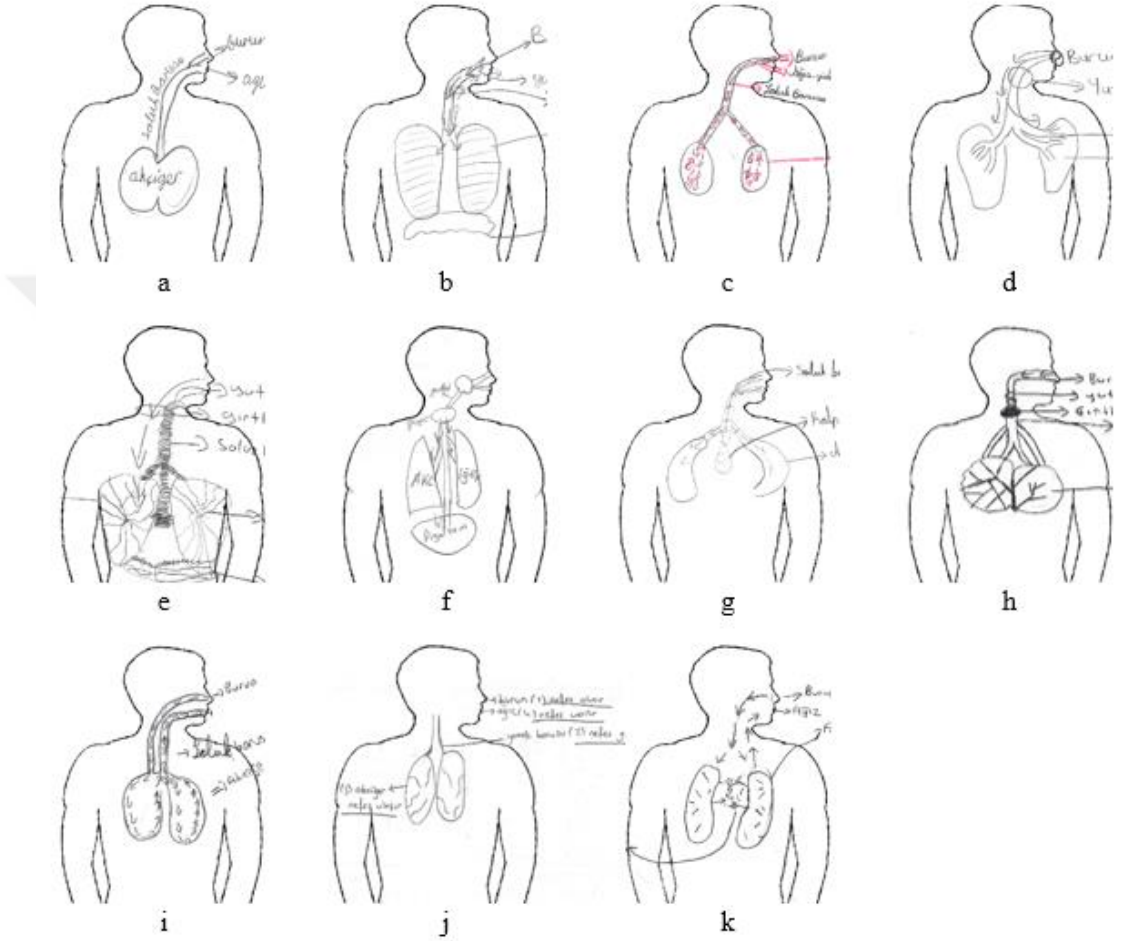
Öğrencilerin, alt solunum yolu yapı ve organlar ile ilgili çizimleri, “Soluk Borusu ve Bronşlar ile ilgili Çizimleri” ve “Akciğerler ile ilgili Çizimleri” ile ilgili olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır.

4.1.1.2.1. Öğrencilerin Soluk Borusu ve Bronşlar ile ilgili Çizimleri

Tablo 1 incelendiğinde, öğretim öncesi 110 (%22,9) ve öğretim sonrası 92 (%18,8) öğrenci, *akciğerlerle bağlantılı bronşsuz soluk borusu* (S1a) çizmiştir (bkz. Şekil 19a). Öğretim öncesi 91 (%19) ve öğretim sonrası 72 (%14,7) öğrenci ise *göğüs boşluğuyla bağlantılı bronşsuz soluk borusu* (S1g) çizmiştir (bkz. Şekil 19b). Soluk borusu ve bronşlar ile ilgili S1g çizimine sahip bir öğrenci; akciğerlerin görevini, “Nefesi süngerimsi yapısı ile içine alır.”, diyaframın görevini ise “Nefes aldığımızda şişer, verdiğimizde gevşer.” olarak açıklamıştır. Kısacası bu öğrencinin çizimi ile açıklamasının birbiriyle uyduğu ve soluk alındığında havanın göğüs boşluğuna dolduğuna dair alternatif bir düşünceye sahip olduğu gözükmektedir. Bununla birlikte S1g çizimine sahip olan öğrencilerin, bronşları çizememiş olabileceği ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Genel itibarıyla öğretim öncesi 201 (%41,9) ve öğretim sonrası 164 (%33,5) öğrencinin, *bronşsuz soluk borusu* çizdiği saptanmıştır. Bu öğrencilerin, ilköğretim 4. sınıfta soluk borusu ve bronşlar ile ilgili istenilen düzeyde öğrenme gerçekleştirmedikleri veya öğrendiklerini unuttukları söylenebilir. Dolayısıyla zihin, bilgi yetersizliğinin olduğu durumlarla karşılaştığında alternatif çizimler üretebilir. Kısacası bu öğrencilerin soluk borusunu, akciğerlere bağlamak için bilimsel olmayan

bir düşünceye sahip oldukları anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası bu oranlar azalsa da öğrencilerin zihinlerindeki kavramları görselleştirerek (çizerek) ifade etmede zayıf kalabilecekleri veya çizim yeteneklerinin yetersiz olabileceği; verilerin yorumlanması sürecinde dikkate alınması gereken diğer bir unsurdur.



Şekil 19: Öğrencilerin soluk borusu ve bronşlar ile ilgili çizimleri

Öğretim öncesi 186 (%38,8) ve öğretim sonrası 277 (%56,5) öğrencinin, bilimsel olacak şekilde, *akciğerlerle bağlantılı iki bronşlu soluk borusu* (S2) çizdikleri saptanmıştır (bkz. Şekil 19c). Öğretim öncesi ve öğretim sonrası birer (%0,2) öğrenci *akciğerlerle bağlantılı üç bronşlu soluk borusu* (S3a) çizmiştir (bkz. Şekil 19d). Soluk borusu ve bronşlarla ilgili S3a çizimine sahip olan öğrencilerin, bronşları zihinlerinde yanlış yapılandırdıkları görülmektedir.

Öğretim öncesi 8 (%1,7) ve öğretim sonrası 9 (%1,8) öğrenci, *akciğerler ve göğüs boşluğuyla bağlantılı üç bronşlu soluk borusu* (S3g) çizmiştir (bkz. Şekil 19e). Bu öğrencilerin, soluk alıp verme sırasında göğüs ve karın bölgesinde meydana gelen hacimsel değişimin nedenini açıklamaya çalışırken bilimsel olmayan çizimler ürettikleri anlaşılmaktadır.

Bununla birlikte *akciğerler ve diyaframla bağlantılı üç bronşlu soluk borusu* (S3d) zihinsel modelini, sadece öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci çizmiştir (bkz. Şekil 19f). Soluk borusu ve bronşlarla ilgili S3d zihinsel modeline sahip olan öğrencilerin, solunum mekanizmasının davranışını (işleyişini) kavrayamadıkları açıkça gözükmemektedir.

Akciğerler ve kalple bağlantılı üç bronşlu soluk borusu (S3k), sadece öğretim öncesi 3 (%0,6) öğrenci tarafından çizilmiştir (bkz. Şekil 19g). Dolaşım sistemi, ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında, solunum sisteminden önce yer almaktadır. Bu öğrencilerin, sistemler arasındaki yapısal bağlantıları tam kavrayamadıkları için sistemleri birbirine doğrudan bağladıkları düşünülebilir. Zihinsel modelleri üreten mekanizmaların, karşılaşılan problem durumuna ilişkin yetersiz bilgiye sahip olması alternatif düşüncelerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Nitekim öğretim sürecinden sonra S3k hiçbir öğrenci tarafından çizilmemiştir.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci, *akciğerlerle bağlantılı dört bronşlu soluk borusu* (S4) çizmiştir (bkz. Şekil 19h). Soluk borusu ve bronşlarla ilgili S4 çizimine sahip olan öğrencilerin, bronşları zihinlerinde yanlış yapılandırdıkları anlaşılmaktadır. Bu öğrencilerin, çevrelerindeki olgu ve olayları, günlük deneyimleri sonucunda oluşturdukları bilimsel olmayan bilgiler üreten zihinsel mekanizmalar ile açıklamaya çalıştıkları diğer bir ifadeyle yeni karşılaştıkları durumları anlamlandırabilmek için alternatif fikirler ürettikleri düşünülebilir.

Soluk alma sırasında kubbe biçimindeki diyafram kasılarak bir miktar düzleşir ve göğüs boşluğunun hacmini artırır. Böylelikle akciğerlerin iç basıncı düşer ve dış ortamdan solunum yolu aracılığıyla akciğerlere hava dolar. Diyaframın bu hareketi aynı zamanda karın boşluğunun hacmini azaltarak iç organların dışarı doğru itilmesine neden olur. Öğrencilerin bu olayı zihinlerinde farklı şekilde yorumlayabilecekleri veya bu olay hakkında yeni fikirler oluşturabilecekleri düşünülebilir. Nitekim öğrencilerin

dışarıdan alınan havanın göğüs boşluğuna, diyaframa veya kalbe dolduğuna dair fikirlere sahip oldukları; çizimlerinde ve açıklamalarında belirgin halde gözükmemektedir. Alternatif düşünceler, öğrencilerin bilgi edinme sürecindeki tutarsız parçaları uzlaştırmaya ve sentetik zihinsel modellerini üretmeye çalışırken meydana gelmektedir (Vosniadou, 1994).

Öğretim öncesi 37 (%7,7) ve öğretim sonrası 23 (%4,7) öğrenci, *akciğerlerle bağlantılı çift soluk borusu* (S5) çizmiştir (bkz. Şekil 19i). Bu öğrencilerin, yutağın görev, yapı ve konumu hakkında sahip oldukları bilgilerin yetersiz veya yanlış olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, günlük yaşam deneyimlerini (burun veya ağız yoluyla soluk alıp verilebilmesi) ve edindikleri bilgileri (burundan soluk alıp ağızdan soluk vermenin daha doğru/sağlıklı olması) yanlış yorumlamaları nedeniyle iki ayrı soluk borusu çizdikleri söylenebilir. Öğretmenlerin, öğretim sürecinde kontrol etmekte zorlandıkları en hassas konular arasında öğrencilerin eksik olan ön bilgileri sonucunda oluşturdukları alternatif düşünceleri, önyargıları ve bilişsel yapılarının altta yatan etmenleri gibi önceden tahmin edilebilmesi çok güç olan iç faktörler yer almaktadır.

Soluk borusu ile yemek borusunun birbirinin yerine adlandırılması veya görevlerinin birbiriyle karıştırılması, öğrencilerde saptanan diğer bir alternatif durumdur. Solunum sistemi veya vücuttaki diğer sistemler ile ilgili diğer çalışmalarda da buna benzer sonuçlar elde edilmiştir (Cerrah Özsevgeç, 2007; Dempster ve Stears, 2014; Gültepe vd., 2008; Rea-Ramirez, 1998).

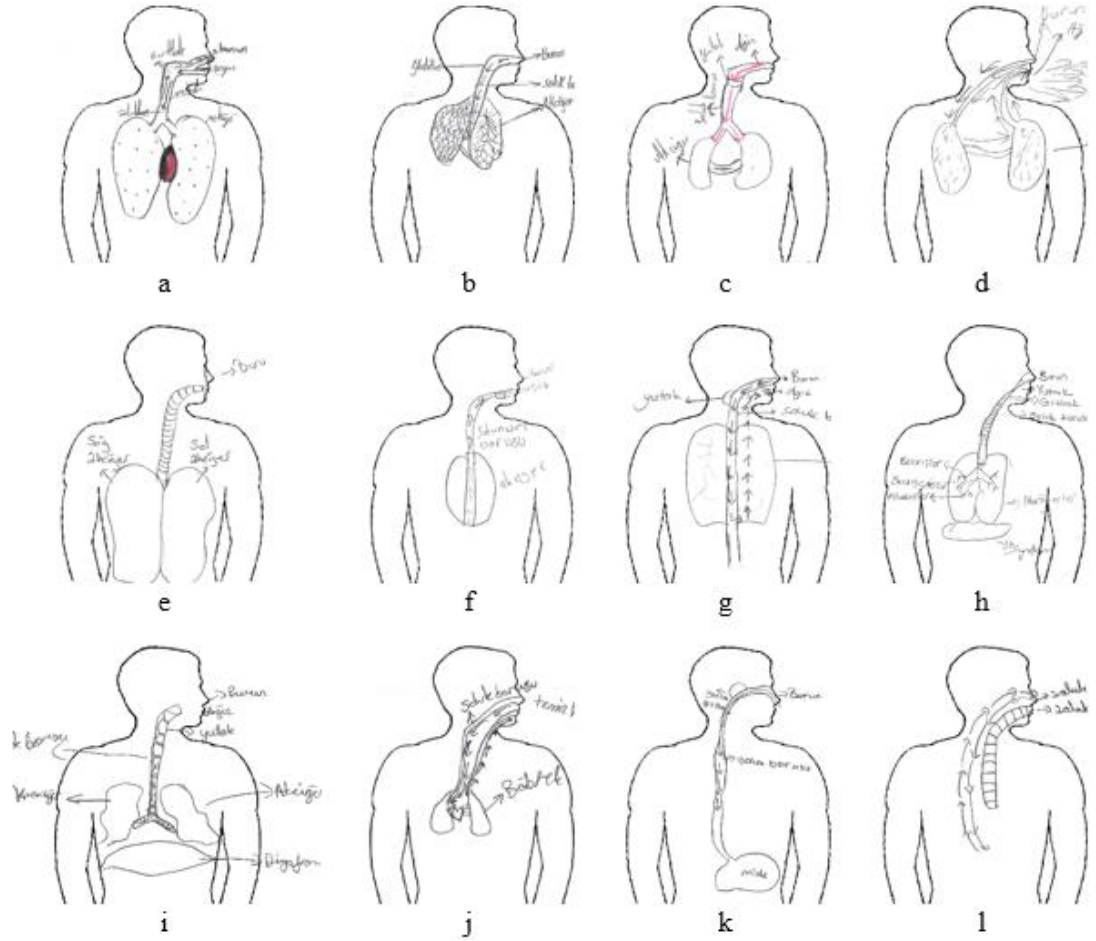
Öğretim öncesi 11 (%2,3) ve öğretim sonrası 7 (%1,4) öğrenci, *soluk borusunu, yemek borusu* (S6) olarak adlandırmıştır (bkz. Şekil 19j). Bunun temel nedeni, bu öğrencilerin soluk borusu ile yemek borusunun farklı sistemlere ait, farklı görevler gerçekleştiren, farklı türdeki yapılar olduğunu kavrayamamalarıdır. Kısacası solunum sistemini, sindirim sistemi ile karıştırarak sistemleri birbirinden ayırt edememişlerdir. Bu öğrencilerden bazıları dışarıdan alınan havanın mideye gittiğini düşünebilir. Dahası bu öğrencilerin; yutak, gırtlak ve gırtlak kapağı (*epiglottis*) gibi yapıların davranışları ve görevleriyle ilgili bilgilerinin veya bilişsel farkındalık düzeylerinin yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Öğrencilerin günlük yaşam deneyimleri sonucunda oluşturdukları alternatif düşünceler ve farklı düşünme biçimleri, öğretim sürecindeki gerçeklerin yanlış anlaşılmasına ve bilimsel olmayan zihinsel modellerin üretilmesine neden olmaktadır.

Bununla birlikte öğrencilerin, karşılaştıkları yeni olayları anlamlandırırken (özümleme yoluyla) mevcut bilgilerini yeterli görmeleri; bilişsel yapılarındaki uyum sürecini (kavramsal değişimi) engellemektedir. Son olarak öğretim öncesi 31 (%6,5) ve öğretim sonrası 6 (%1,2) öğrenci, soluk borusu ve bronşları çizmemiştir (bkz. Şekil 19k).

4.1.1.2.2. Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Çizimleri

Öğrencilerin akciğerler ile ilgili çizimleri, “ayrık veya bağlantılı akciğerler”, “bitişik veya tümleşik akciğerler”, “diğer organlar ile karıştırılan akciğerler” olmak üzere 3 temel kısma ayrılmıştır. Öğrencilerin akciğerler ile ilgili çizimleri Şekil 20’de yer almaktadır. Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili çizimleri ve adlandırmaları ayrı bir başlık altında sonraki bölümlerde incelenecektir.



Şekil 20: Öğrencilerin akciğerler ile ilgili çizimleri

Öğretim öncesi 319 (%66,5) ve öğretim sonrası 398 (%81,2) öğrenci, akciğerleri, *birbirinden ayrık (bağımsız/bağılantısız)* (A1a) çizmiştir (bkz. Şekil 20a). Diğer taraftan, öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 13 (%2,7) öğrenci, akciğerleri, -arasına hava kanal(lar)ı çizerek- *birbiriyle bağlantılı* (A1b) hale getirmiştir (bkz. Şekil 20b). Bu öğrencilerden bazılarının çizimlerinde iki bronşa ayrılan tek soluk borusu olmasına karşın akciğerleri *hava kanalıyla birbirine bağladıkları* (A1b-1) gözükmemektedir (bkz. Şekil 20c). Diğer bir kısmının ise akciğerleri *çift soluk borusu çizerek birbirine bağladıkları* (A1b-2) saptanmıştır (bkz. Şekil 20d). Bu öğrencilerin çizimlerine bakıldığında burundan alınan havanın soluk borusundan sağ akciğere, sağ akciğerden hava kanalı yoluyla sol akciğere, sol akciğerden diğer soluk borusuyla ağza ulaşip dışarı atıldığı gözükmemektedir.

Çizimler incelendiğinde akciğerleri hava kanalı ile birbirine bağlayan öğrencilerin solunum yolu ve solunum mekanizması hakkında yanlış veya yetersiz bilgilere sahip oldukları, çevrelerindeki olayları anlamlandırabilmek için bilimsel olmayan çizimler yaptıkları anlaşılmaktadır.

Öğretim öncesi 61 (%12,7) ve öğretim sonrası 35 (%7,1) öğrenci, *akciğerleri birbiriyle bitişik* (A2b) (bkz. Şekil 20e) veya *soluk borusuyla bitişik* (A2b-1) (bkz. Şekil 20f) çizmiştir. Akciğerleri soluk borusuyla bitişik çizen öğrencilerden bazıları *soluk borusunu göğüs boşluğu ile bağlantılı* (A2b-2) hale getirmiştir (bkz. Şekil 20g). Bu öğrencilerin bronşlar hakkında (yapısı, davranışı ve görevi ile ilgili özellikleri) öğretim öncesi istenilen düzeyde bilgi edinemedikleri, 4. sınıfta öğrendiklerini hatırlayamadıkları veya 6. sınıftaki öğretim sürecinde havanın akciğerlerin içine dağılmasıyla ilgili istenilen düzeyde öğrenme gerçekleştiremedikleri söylenebilir.

Akciğerlerin birbiriyle tümleşik olduğu (A2t) çizim, öğretim öncesi 41 (%8,5) ve öğretim sonrası 28 (%5,7) öğrencide saptanmıştır (bkz. Şekil 20h). Tümleşik akciğerler, bütüncül (tek) halde gözükmemektedir. Yukarıda açıklandığı gibi öğrencilerin bronşlar hakkında yeterli veya herhangi bir bilgiye sahip olmamaları bu durumun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tracana vd. (2011), yaşları 5 ile 9 arasında değişen ilkökul öğrencileriyle (1, 2, 3 ve 4. sınıf) gerçekleştirdikleri çalışmada, özellikle solunum konusunu işlememiş öğrencilerin (1 ve 2. sınıf) bronşsuz soluk borusuna bağlı tek akciğer ve çift soluk borusuna bağlı ayrık akciğerler çizdiklerini saptamışlardır.

Yeni karşılaşılan (ham/işlenmemiş) veriler, bilişsel yapıyı oluşturan mevcut kavramlarla ilişkilendirilerek yapılandırılır veya ham veriler kullanılarak mevcut zihinsel yapı aracılığıyla yeni kavramlar üretilir. Kavramların sınıflandırılması (birbiriyle olan ilişkilerin belirlenmesi) ve düzenlenmesi ise bilişsel yapı aracılığıyla gerçekleştirilir. Ancak bu süreç her öğrencide farklı türde ve düzeyde meydana gelmektedir. Kısacası öğrencilerin alternatif kavramlar içerebilen zihinsel yapıları, ders sürecinde edinilen bilgilerin yetersiz veya yanlış yapılandırılması sonucunda bilimsellikten uzak karmaşık bir boyut kazanabilir.

Sistemler, farklı görevlere sahip yapı ve organların -aynı amacı gerçekleştirmek için- bir araya gelmesiyle oluşan üst gruplardır. Karmaşık bir sistemi anlamak, öncelikle sistemi meydana getiren unsurların (organlar, dokular, hücreler) ve bunlara ait özelliklerin (yapı - davranış - görev - konum) açıklanmasıyla mümkündür. Ayrıca bir sistemin anlaşılması için sistemin bileşenleri ve sistemler arasındaki görevsel özelliklerin ve nedensel etkileşimlerin açıklanması gerekmektedir (Hmelo vd., 2000).

Öğretim öncesi 33 (%6,9) ve öğretim sonrası 7 (%1,4) öğrencinin, *akciğer(ler)i karaciğer ile karıştırdıkları* (A3k) saptanmıştır (bkz. Şekil 20i). Cerrah Özsevgeç (2007), ilköğretim 6 ve 8. sınıflarla yaptığı çalışmada, bazı öğrencilerin, sağ veya sol akciğeri -akciğerler ile karaciğeri görevleri bakımından birbiriyle karıştırdıklarından dolayı- karaciğer olarak adlandırdıklarını ifade etmiştir. Buna ek olarak “akciğer ile karaciğer arasındaki isim benzerliği”, “karaciğerin sağ akciğerin altında yer alması”, “karaciğerin görevinin veya vücuttaki hangi sisteme ait olduğunun bilinmiyor olması” gibi nedenlerden dolayı öğrencilerin akciğer(ler)i karaciğer ile karıştırdıkları söylenebilir. Bu yüzden, karaciğeri solunum sisteminden ayrı bir organ olarak sınıflandırmak yerine akciğerlerden birini karaciğer olarak nitelendirmenin öğrencilere gayet kolay ve mantıklı geldiği düşünülebilir.

Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrencinin ise *akciğer(ler)i böbrekler ile karıştırdıkları* (A3b) saptanmıştır (bkz. Şekil 20j). Bu öğrencilerin açıklamalarında da akciğerlerin görevini böbreklere aktardıkları belirlenmiştir. *Akciğer(ler)i mide ile karıştıran* (A3m) sadece öğretim öncesi 2 (%0,4) öğrencidir (bkz. Şekil 20k). Sonuç olarak akciğerlerin görevini vücuttaki diğer organlara (karaciğer, böbrek, mide, kalp) aktaran bu öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili alternatif kavramlar sentezledikleri anlaşılmaktadır.

Daha da önemlisi, karaciğerin görevleri ile ilgili ilköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatında 7. sınıfa kadar herhangi bir kazanım, açıklama veya bilgi bulunmamaktadır. Ancak öğrenciler, ders kitaplarındaki iç organlarla ilgili resimlerde, fen laboratuvarındaki insan vücudu modelinde, sindirim sistemi levhalarında, günlük yaşam deneyimlerinde karaciğerle sıklıkla karşılaşmışlardır. Karaciğerin, akciğerlerin adlandırılmasında kullanılması ve görevleri hakkında açıklamalarda bulunulması; ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin günlük yaşam deneyimleri sonucunda kazandıkları bilgileri, öğretim sürecinde karşılaştıkları yeni durumlarda kullandıklarını göstermektedir. Ayrıca bilişsel yapının dış dünyadaki nesne ve olayları yanlış sonuçlar doğuracak olsa bile anlamlandırmaya çalıştığı gözükmemektedir.

Akciğer(ler)i, mide veya böbrek(ler) olarak adlandıran öğrencilerin, bu organların görevlerini de birbiriyle karıştırdıkları (transfer ettikleri) saptanmıştır. Sonuçta vücuttaki sistemlerin ve bunları meydana getiren yapı ve organların görevlerinin bazı öğrenciler tarafından ayırt edilemediği söylenebilir. Öğrencilerin, karşılaştıkları yeni nesne veya olayları, önceki yıllarda edindikleri kavram yanılgısına yol açabilecek yetersiz (mevcut) bilgileri ile akıl yürüterek anlamaya (özümsemeye) çalışmaları; kavram kargaşasının (*conceptual conflict*) oluşumuna ait başlıca nedenler arasında gösterilebilir. Son olarak öğretim öncesi 9 (%1,9) ve öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, akciğerleri çizmemiştir (bkz. Şekil 20l).

4.1.2. Öğrencilerin Solunum Mekanizması ile ilgili Çizimleri

Soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organların tümüne birden solunum (soluk alıp verme) mekanizması denilmektedir. Ancak solunum mekanizması, ilköğretim düzeyinde, diyafram ve kaburgalar arası kaslar ile sınırlandırılmıştır. İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinin ilk sayfasında yer alan bilimsel kavramlar başlığı altında “diyafram” ve “kaburga kasları” bulunmasına karşın (MEB, 2012a) “Solunum Sistemi” konusunda sadece diyafram ve özelliklerinden bahsedilmektedir (MEB, 2012a). Bu durum, öğrencilerin neden sadece diyaframı çizdiklerini veya diyaframın görevleriyle ilgili açıklamalarda bulunduklarını ispatlar niteliktedir. Ancak yine de fen ve teknoloji öğretmenlerinin ders sürecinde (önceki yılları referans alarak) kaburga kaslarından bahsetmedikleri söylenemez. Diğer bir konu ise öğrencilerin solunum sistemini öğretim sürecinde nasıl algıladıkları veya kavramsallaştırdıkları (Solunum yolunu oluşturan yapı ve organlar ve solunum

mekanizması olarak tamamen mi? Yoksa sadece solunum yolunu oluşturan yapı ve organlar olarak kısmen mi?) ile ilgilidir.

4.1.2.1. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimleri

Öğrencilerin, diyafram ile ilgili çizimleri biçim, konum ve boyut olmak üzere üç kategori altında incelenmiştir.

4.1.2.1.1. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Biçimi

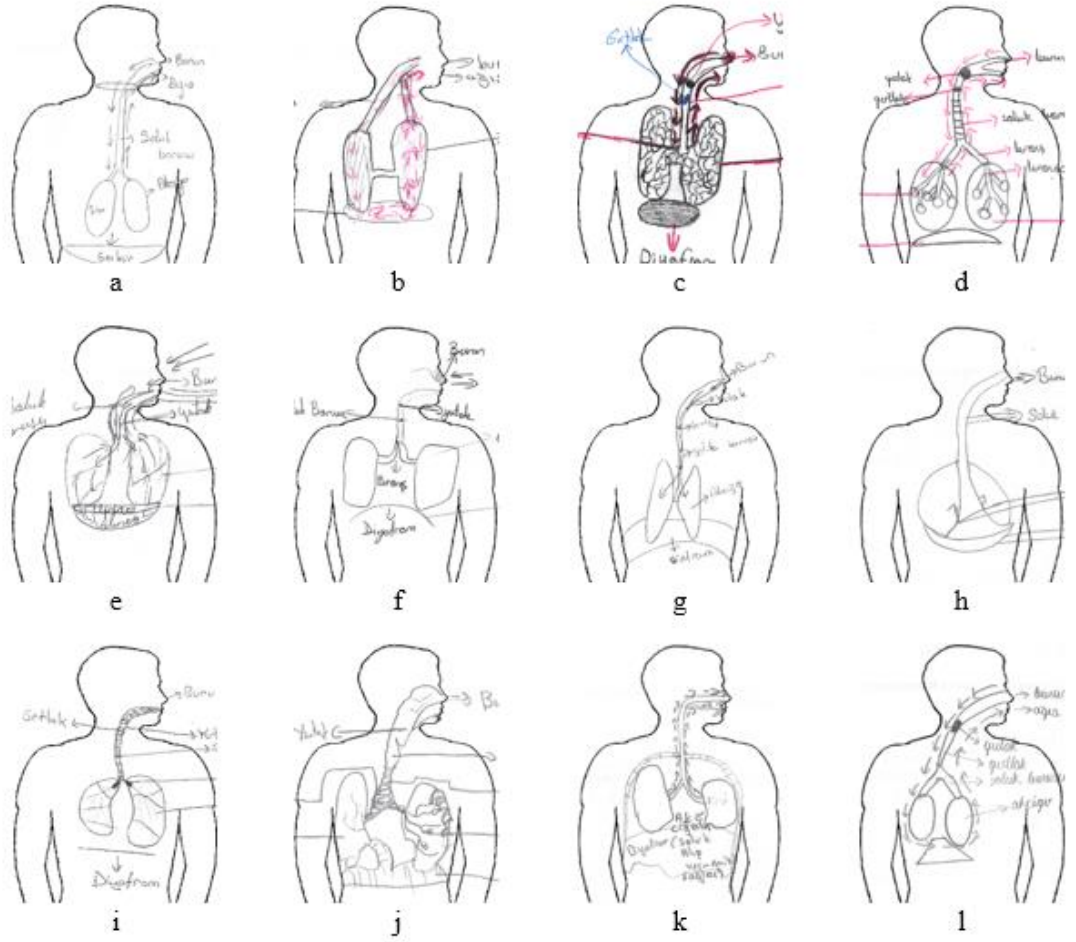
Diyafram, göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden ayıran, kas lifleri ve kırıktan oluşan bir tabakadır. Çeşitli analogik modellerle (kubbe, paraşüt, şapka) ifade edilen diyafram; önden sternumun alt ucuna, yanlardan alt kaburga kemiklerine ve arkadan bel omurlarına yapışık halde olduğundan esasında *elipsoit kubbeli eliptik silindir (elliptic cylinder with an ellipsoid dome)* biçimindedir (Yoshino, 1989). Soluk alıp verme olayının gerçekleşmesinde, diyaframın payı oldukça fazladır. Diyafram, soluk alırken kasılır (aktif süreç), soluk verirken gevşer (pasif süreç). Diyafram ve diğer kasların (dış kaburga kasları, bazı boyun kasları, vb.) kasılmasıyla göğüs kafesinin (birlikte akciğerlerin) hacmi artmaya başlar; böylece akciğerlerin iç basınç değeri atmosferik basınç değerinin altına düşer ve atmosferdeki hava akciğerlere dolar. Soluk verme olayı kasılı haldeki kasların gevşemesi ile başlamaktadır. Bu yüzden normal soluk verme olayı pasif bir süreçtir. Ancak soluk verme olayında iç kaburga kasları da kasılabilir. Normal soluk verme olayından sonra bir miktar daha havanın dışarı verilmesi isteniyorsa (ekspirasyon yedek hacmi) iç kaburga kasları, abdominal (karın) kaslar ve bazı boyun kaslarının kasılması gerekir. Kısacası soluk verme olayı her zaman pasif bir süreç değildir (Shaffer, Wolfson & Bhutani, 1981).

Solunum mekanizmasının başlıca bileşenleri, diyafram ve kaburgalar arası kaslardır. İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında diyafram ve göğüs kaslarından bahsedilmektedir (MEB, 2009b). İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Solunum Sistemi” konusunda ise sadece diyaframın görevi açıklanmaktadır. Ayrıca diyafram hakkında “İstemsiz çalışan düz bir kastır.” ifadesi yer almaktadır (MEB, 2012a). Öğretim öncesi 54 (%9,6) ve öğretim sonrası 236 (%42,1) öğrenci, diyaframı çizerek belirtmiştir. Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimleri şekilleriyle ilişkili olarak 9 kategoriye ayrılmıştır (bkz. Tablo 2). Bununla birlikte sadece öğretim sonrası bir öğrenci, diyaframın görevini açıklarken kaburgalar arası kaslardan bahsetmiştir.

Tablo 2: Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Biçimine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Şekiller	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
	f	% (n=480)	f	% (n=490)
Elips	17	3,5	26	5,3
Kubbe	16	3,3	57	11,6
Yay	5	1	71	14,5
Kuşak	2	0,4	21	4,3
Hilal	-	-	3	0,6
Çizgi	2	0,4	11	2,2
Amorf	12	2,5	21	4,3
Dörtgen	-	-	8	1,6
Belirsiz	-	-	18	3,7

Öğretim sonrası bir kısım öğrencinin; diyaframın yapısı, davranışı, görevi ve konumu hakkında alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır. Nitekim bu öğrencilerden bazılarının soluk alıp verme sırasında diyaframın genişlediğine (bkz. Şekil 21a) veya içinde hava dolaştığına (bkz. Şekil 21b) dair çizimleri ve açıklamaları mevcuttur. Bu durumu destekler nitelikte olan öğretim öncesi 17 (%3,5) ve öğretim sonrası 26 (%5,3) öğrenci, diyaframı *elips* şeklinde çizmiştir (bkz. Şekil 21c). Diyaframın, bu öğrencilerin çoğunluğu tarafından yassı bir şekilde algılanmadığı ve bulunduğu bölgeyi kaplayacak şekilde çizilmediği gözükmemektedir. Öğretim öncesi 16 (%3,3) ve öğretim sonrası 57 (%11,6) öğrenci, diyaframı *kubbe* şeklinde çizmiştir (bkz. Şekil 21d). Ancak öğrencilerin, diyaframı hangi durumdaki biçimiyle (soluk almadan önceki mi, soluk verdikten sonraki mi?) çizdikleri kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte bu öğrencilerden birkaçı, çizimlerinde ve açıklamalarında diyaframın soluk alırken şişerek aşağı doğru kubbeleştiğini belirtmişlerdir (bkz. Şekil 21e). Dahası bazı öğrencilerin, diyaframın görevi ile ilgili yaptıkları açıklamalarda, soluk alıp verme sırasında diyaframın biçiminde meydana gelen değişim ile ilgili kavram kargaşası (soluk alırken kubbeleşmesi ve soluk verirken düzleşmesi gibi) yaşadıkları saptanmıştır.



Şekil 21: Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimlerinin biçimi

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Akciğerlerinizin Hareketleri” adlı etkinlikte, öğrencilerden soluk alıp verme sırasında akciğerlerin genişleyip daraldığını gösteren somut bir model oluşturmaları istenmektedir (MEB, 2012a). Bu sayede öğrenciler kısmen de olsa solunum mekanizmasının nasıl çalıştığını görmektedirler (MEB, 2012a). Öğrenciler aynı modeli ilk defa 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında bulunan “Solunum Modeli” adlı etkinlikte öğrenmişlerdir (MEB, 2009b). Ancak Boyle-Mariotte yasasına (hacim - basınç ilişkisi) göre hazırlanan bu model, “soluk alıp verme olayının yalnızca diyafram tarafından gerçekleştirildiği” şeklinde eksik bir anlatıma (içeriğe) sahiptir. Üstelik diyaframın, göğüs kafesinin benzeri olan pet şişenin altını kaplayacak şekilde düz ayarlanması ve soluk alma olayının temsili sırasında aşağı doğru -çekilerek- kubbeleşmesi; diyaframın gerçek biçimini (elipsoit kubbeli eliptik silindir) ve soluk alıp verme esnasında biçiminde

meydana gelen değişimi yansıtmamaktadır. Bu yüzden bazı öğrencilerin, ders kitabındaki etkinlikte yer alan solunum mekanizması modelini örnek alarak, diyaframın soluk alıp verme esnasında biçiminde meydana gelen değişimi çizdikleri söylenebilir. Ayrıca bu modelde kaburgalar arası kaslar yer almazken soluk alıp verme olayının gösterimi sırasında ise göğüs kafesi yerine kullanılan pet şişenin hacminde gözle görülür bir değişim meydana gelmemektedir. Bir sistemin mekaniğinin (fiziksel işleyişinin) anlaşılması için kendisini oluşturan parçaların görevlerinin, çalışma prensiplerinin ve sistemin işleyişi sırasında birbiriyle olan etkileşimlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 71 (%14,5) öğrenci, diyaframı *yay* şeklinde çizmiştir (bkz. Şekil 21f). Bu durumun, diyaframın, ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki görsellerde yay şeklinde çizilmesinden (MEB, 2012a) kaynaklandığı düşünülebilir. Sonuç olarak öğrencilerin öğretim sonrası yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü diyaframı *kubbe* veya *yay* şeklinde çizmiştir.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 21 (%4,3) öğrenci, diyaframı *kuşak* şeklinde çizmiştir (bkz. Şekil 21g). Bu öğrencilerin, diyaframı farklı ve karışık bir perspektif kullanarak çizdikleri söylenebilir. Kurtulus ve Yolcu (2013) yaptıkları çalışmada, ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin üç boyutlu yapıların resimsel (iki boyutlu) gösterimlerini zihinlerinde oluştururken ve bunlar ile ilgili sorulara cevap verirken problem yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Ders ve çeşitli kaynak kitaplarında bir konu veya kavram ile ilgili yer alan fotoğraflar, çizimler ve diğer görsel unsurlar, yapılan açıklamalar ile desteklense dahi, hiçbir zaman amacına göre kurgulanarak oluşturulmuş üç-boyutlu bir model kadar gerçekliği yansıtamaz. Yine de somut modellerin tek başına kullanılması, üç boyutlu yapıların farklı yönlerden görünümünün çizilmesinin istendiği durumlarda yeterli olmamıştır (Yolcu & Kurtulus, 2010).

Diğer taraftan, öğretmen gözetiminde sınıf ortamında incelenen gerçek bir solunum sistemi öğrenciler için oldukça faydalı olsa da özellikle kalabalık sınıflarda öğrencilerin ders sürecinde yeteri kadar etkileşimde bulunmasına izin vermemektedir. Ancak günümüzde her öğrencinin rahatça ulaşabileceği, merakını çeşitli yönlerden giderebileceği ve aklındaki sorulara cevap bulabileceği bilgisayar destekli öğretime dayalı bir uygulama, bu eksikliğin giderilmesini sağlayabilir. Sonuç olarak öğretim

programındaki kazanımların gerçekleştirilmesi için öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracak veya destekleyecek alternatif öğrenme yollarının oluşturulması ve öğrencilere -öğrenme farklılıklarından dolayı- tercih yapma imkânının verilmesi gerekmektedir.

Diyaframı, *hilâl* şeklinde çizen sadece öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrencidir (bkz. Şekil 21h). Genel olarak bakıldığında (diyaframın anatomik yapısı hakkında), öğrencilerin eğri şekilleri (kubbe, yay, kuşak, hilal) öğretim öncesi 23 (%4,8) ve öğretim sonrası 152 (%31) olmak üzere daha çok çizdikleri saptanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin zihinsel dünyalarını yapılandıran unsurların; dış dünyadaki nesne, olgu ve olayları farklı şekilde algılamalarına ve ifade etmelerine neden olduğu anlaşılmaktadır.

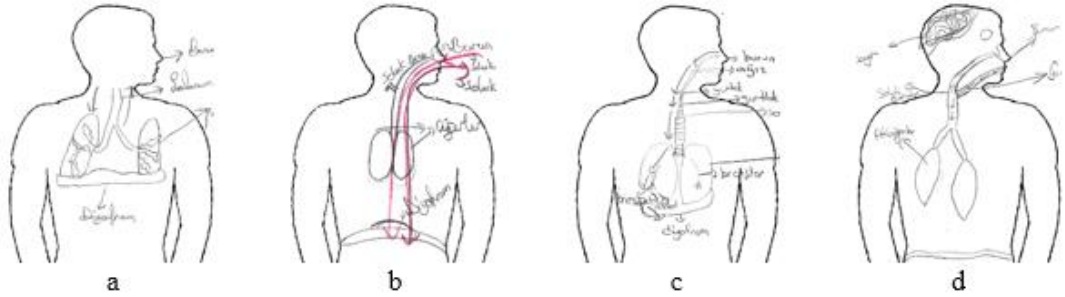
Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 11 (%2,2) öğrenci, diyaframı *çizgi* (düz/doğrusal) şeklinde belirtmiştir (bkz. Şekil 21i). Bu durum, öğrencilerin diyaframın biçimini tam anlamadıklarını dolayısıyla diyaframın vücuttaki konumunu yatay ve düz olarak düşündüklerini göstermektedir. Ayrıca bu öğrencilerin, diyaframı sadece nerede olduğunu göstermek amacıyla çizdikleri (biçimi hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları için) söylenebilir.

Bazı öğrencilerin çizimleri, belirli bir şekle (geometrik) sahip olmadığı için amorf (biçimsiz) olarak adlandırılmıştır. Diyaframı *amorf* çizen, öğretim öncesi 12 (%2,5) ve öğretim sonrası 21 (%4,3) öğrencidir. Bu öğrencilerden bazılarının diyaframın yapısı hakkında ilgisiz (alternatif) çizim yaptıkları; diğerlerinin ise diyaframı gerçeğe yakın çizmeye çalıştıkları düşünülebilir. Bu bağlamda diyaframı, bir öğrencinin sağ akciğer ile bağlantılı (bkz. Şekil 21j); diğer bir öğrencinin ise göğüs kafesinin altını kaplayacak şekilde (bkz. Şekil 21k) çizdiği gözükmektedir.

Öğrencilerin, solunum sistemini meydana getiren yapı ve organların biçimleri ile ilgili yanlış çizimler yaptıkları saptanmıştır. Buna ek olarak sadece öğretim sonrası 8 (%1,6) öğrenci, diyaframı *dörtgen* (yuvarlatılmış/köşeli dikdörtgen ve yamuk) şeklinde çizmiştir (bkz. Şekil 21l). Bu öğrencilerin öğretim sürecinde diyaframın biçimini yeteri kadar anlamadıklarından dolayı diyafram hakkında alternatif kavramlar ürettikleri söylenebilir. Bununla birlikte, sadece öğretim sonrası 18 (%3,7) öğrenci, diyaframı net çizmemiştir. Bu öğrencilerin çizimleri *belirsiz* kategorisi altında toplanmıştır.

4.1.2.1.2. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Konumu

Araştırma verileri incelendiğinde, bazı öğrencilerin çizimlerinde solunum sistemini oluşturan yapı ve organların vücuttaki hacimlerine ve konumlarına dikkat etmedikleri (yapı ve organları eksik/yanlış konumlandıkları veya bunların konumlarını birbiriyle karıştırdıkları) görülmüştür. Öğrencilerin organların boyutu (Óskarsdóttir vd., 2011) veya konumu ilgili yeterli anlayışa sahip olmadıkları farklı sınıf kademelerinde gerçekleştirilmiş birçok çalışmada saptanmıştır (Aydın, 2016; Cerrah Özsevgeç, 2007; Óskarsdóttir vd., 2011; Reiss & Tunnicliffe, 2001). Diyafram, vücuttaki konumu itibarıyla akciğerlerin hemen altında yer almaktadır. Ayrıca göğüs boşluğunda yer alan akciğerlerin, karın boşluğundaki organlar ile fiziksel temasını engeller. Öğretim öncesi 24 (%5) ve öğretim sonrası 104 (%21,2) öğrenci, diyaframı akciğerlere *bitişik* (bkz. Şekil 22a); öğretim öncesi 30 (%6,25) ve öğretim sonrası 132 (%26,9) öğrenci ise diyaframı akciğerlerden *ayrık* (bkz. Şekil 22b) çizmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ünün diyaframı akciğerlerden ayrık olarak düşündüklerini göstermektedir.



Şekil 22: Öğrencilerin diyafram ile ilgili çizimlerinin konumu

İlköğretim 4 ve 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitaplarında yer alan solunum mekanizması etkinliklerinde; göğüs kafesi olarak kullanılan pet şişenin içindeki akciğerleri ifade eden balonların, pet şişenin altını kaplayan ve diyaframı ifade eden zar biçimindeki balondan ayrık olarak tasarlandığı görülmektedir. Akciğerleri, diyaframdan ayrık olarak çizen öğrencilerin solunum mekanizması modelini benimsedikleri veya akciğerler ile diyafram arasındaki mesafeyi dikkate almadıkları söylenebilir.

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında soluk alıp verme olayında vücutta meydana gelen değişiklikler yazılı olarak açıklanmıştır. Ancak soluk alıp verme olayını ifade eden resimlerde, soluk alıp verme sürecinde diyaframın biçiminde meydana gelen değişiklikler gösterilirken akciğerlerin ve göğüs kafesinin hacminde meydana gelen değişikliklere yer verilmemiştir.

Öğretim öncesi 47 (%9,8) ve öğretim sonrası 180 (%36,7) öğrenci, diyaframı *göğüs veya üst karın bölgesine* (bkz. Şekil 22c); öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 56 (%11,4) öğrenci ise diyaframı *orta karın bölgesine* (bel bölgesi) (bkz. Şekil 22d) çizmiştir. Öğrencilerin, akciğerleri gerçek konumundan aşağıda çizmeleri, diyaframı bel bölgesine konumlandırmalarına neden olabilir. Karın boşluğunun soluk alırken dışarı doğru hareket etmesi de öğrencilerin diyaframı yanlış konumlandırmalarının (özellikle soluk alıp verme sırasında diyaframın biçiminin değiştiğini ifade eden öğrencilerin) nedenleri arasında gösterilebilir. Bununla birlikte öğrencilerin vücuttaki yapı ve organların biçimleri, boyutları ve konumları hakkındaki düşünceleri, tek başına bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.

4.1.2.1.3. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Çizimlerinin Boyutu

Bulgulara göre öğretim öncesi 46 (%9,6) ve öğretim sonrası 142 (%29) öğrenci, diyaframı bulunduğu bölgeyi kaplamamış (içinde) halde (bkz. Şekil 22c); öğretim öncesi 8 (%1,7) ve öğretim sonrası 94 (%19,2) öğrenci ise diyaframı bulunduğu bölgeyi kaplamış (yatay doğrultuda) halde (bkz. Şekil 22d) çizmiştir. Bu durum, öğrencilerin büyük bir kısmının diyaframın büyüklüğü hakkında yanlış düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir. Ancak öğrencilerin, diyaframın vücuttaki hacmine dikkat etmedikleri; diyaframın kapladığı alanı, çizdikleri akciğerleri dikkate alarak belirledikleri düşünülebilir. Daha önceden belirttiğimiz gibi öğrencilerin zihinlerindeki çizerek veya yazarak ifade etmede yaşadıkları sorunlardan veya yaptıkları kısıtlı açıklamalardan dolayı gerçek düşüncelerinin ortaya çıkarılması oldukça zordur. Bu nedenlerden dolayı öğrencilerin diyafram ve özellikleri hakkındaki fikirlerinin tamamen ve net bir şekilde ortaya konması amacıyla yazılı cevaplarının görüşmelerle desteklenmesinin yanı sıra modelleme çalışmalarıyla da somutlaştırılması gerekmektedir.

Sonuçta bazı öğrencilerin ders sürecinde diyaframın yapısını tam anlamadıkları için diyafram ve özellikleri hakkında öğretim öncesi sahip oldukları alternatif

kavramları devam ettirdikleri veya öğretim sonrası yeni alternatif kavramlar ürettikleri saptanmıştır. Ayrıca mevcut bilgilerini aynı konu hakkında öğrendikleri yeni bilgiler ile ilişkilendiremedikleri (zihinsel yapılarını geliştiremedikleri) dolayısıyla anlamlı ve derinlemesine öğrenme gerçekleştiremedikleri görülmüştür.

4.2. Öğrencilerin Solunum Yolu Yapı ve Organları ile ilgili Adlandırmaları

Öğrencilerin çizimlerinde adlandırdıkları solunum yolu yapı ve organlarına ait analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Öğrencilerin Çizimlerinde Adlandırdıkları Solunum Yolu Yapı ve Organlarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Adlandırılan Yapı/Organlar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
	f	% (n=480)	f	% (n=490)
Burun	328	68,3	384	78,4
Yutak	126	26,3	313	63,9
Gırtlak	97	20,2	295	60,2
Soluk Borusu	336	70	380	77,6
Bronşlar	18	3,8	163	33,3
Akciğerler	405	84,4	391	79,8

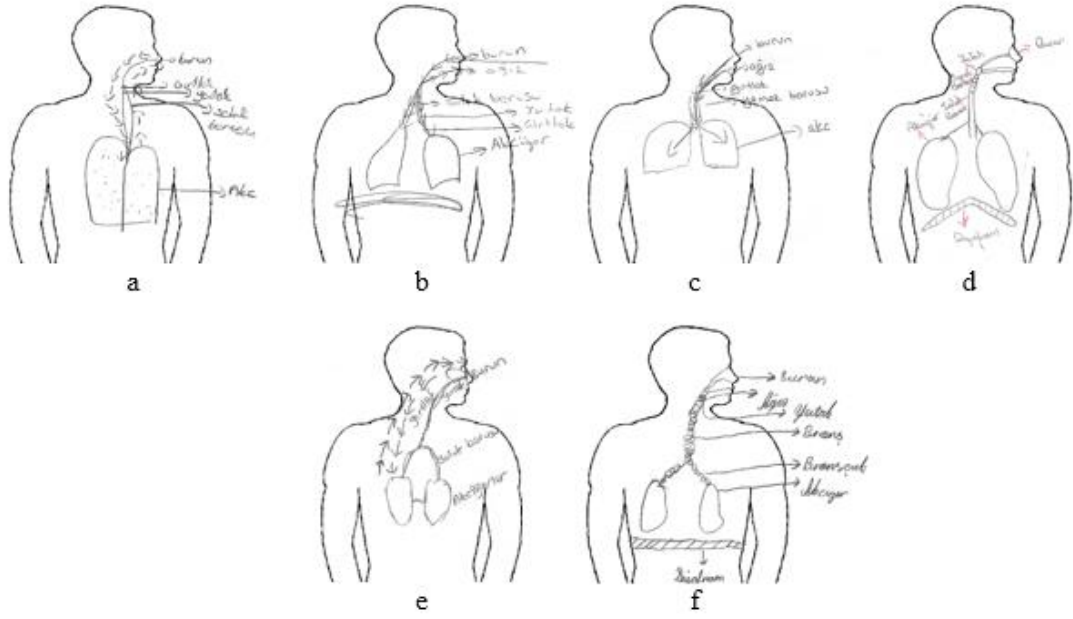
Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin çizimlerinde en çok adlandırdıkları solunum yolu yapı ve organları; burun, soluk borusu ve akciğerlerdir. Bronş kavramı, ilköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatında 6. sınıfa kadar bulunmamasına karşın öğretim öncesi öğrencilerin çok az bir kısmı tarafından adlandırmada kullanılmıştır. Öğretim sonrası bronşun adlandırmadaki kullanımı önemli oranda artmış olsa da diğer solunum yolu yapı ve organlarının adlandırmadaki kullanımından az olduğu saptanmıştır. Yutak ve gırtlak, öğretim öncesi öğrencilerin sırasıyla yaklaşık $\frac{1}{4}$ 'ü ve $\frac{1}{5}$ 'i tarafından adlandırılmıştır. Bununla birlikte yutak ve gırtlakın adlandırılma oranının (öğretim öncesi ve öğretim sonrası olmak üzere) burun, soluk borusu ve akciğerlerin adlandırılma oranından az olduğu gözükmemektedir.

Tablo 4: Öğrencilerin Çizimlerinde Yanlış Adlandırdıkları Solunum Yolu Yapı ve Organlarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Yanlış Adlandırılan Yapı/Organlar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
	f	% (n=480)	f	% (n=490)
Yutak	25	5,2	34	6,9
Gırtlak	16	3,3	28	5,7
Soluk Borusu	22	4,6	25	5,1
Bronşlar	2	0,4	16	3,3
Akciğerler	40	8,3	11	2,2

Öğrencilerin, solunum yolu yapı ve organlarının vücuttaki sıralamaları ve konumları hakkında yetersiz veya yanlış bilgilere sahip olmaları ve bazılarının görevlerini birbiriyle karıştırmalarından dolayı çizimlerinde belirttikleri yapı ve organları (solunum yolunu oluşturan) yanlış adlandırdıkları düşünülmektedir (bkz. Tablo 4).

Bu bağlamda öğrencilerin, yutak ve gırtlak, “konumlarını genellikle birbiriyle (bkz. Şekil 23a) veya vücuttaki diğer yapılarla (bkz. Şekil 23b) karıştırdıklarından dolayı” yanlış adlandırdıkları saptanmıştır. Öğrencilerin, soluk borusunu, yemek borusu olarak adlandırdıkları (bkz. Şekil 19j ve 23c), soluk borusunun konumu ve sınırları hakkında eksik veya yanlış bilgilere sahip oldukları (bkz. Şekil 23d) gözükmektedir. Öğretim öncesi bir öğrencinin, bronşu, soluk borusu olarak adlandırdığı (bkz. Şekil 23e); öğretim sonrası başka bir öğrencinin ise bronşu, bronşçuk olarak adlandırdığı (bkz. Şekil 23f) gözükmektedir. Öğretim sonrası bazı öğrencilerin, bronşu, akciğerlerin içyapısı ile ilgili kısımlarla karıştırdıkları (bkz. Şekil 25b ve 25c) veya bronşu, akciğerlerin dışına çizdikleri (bkz. Şekil 24b) saptanmıştır. Öğrencilerin solunum sisteminin ana organı olan akciğerleri; öğretim öncesi karaciğer, böbrek veya mide ile karıştırdıkları (bkz. Şekil 20i, 20j ve 20k); ancak bu durumun öğretim sonrası azaldığı gözükmektedir (bkz. Tablo 1).



Şekil 23: Öğrencilerin solunum yolu yapı ve organlarını yanlış adlandırmaları

Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili çizimleri ve adlandırmaları, araştırmacı tarafından oluşturulan kriterler aracılığıyla değerlendirilmiştir (bkz. Tablo 5).

Tablo 5: Öğrencilerin Akciğerlerin İçyapısı ile ilgili Çizimlerinin ve Adlandırmalarının Değerlendirilmesine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Çizim	Adlandırma	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Tam	Doğru	-	-	38	7,8
	Kısmen	-	-	11	2,2
	Yanlış	-	-	26	5,3
	Yok	-	-	13	2,7
Kısmen	Doğru	2	0,4	33	6,7
	Yanlış	5	1	17	3,5
	Yok	42	8,8	39	8
Yanlış		-	-	46	9,4
Yok		382	79,6	251	51,2

Not: Akciğerleri, çizmeyen veya karaciğer/böbrek/mide olarak adlandıran öğretim öncesi 49 (%10,2) ve öğretim sonrası 16 (%3,3) öğrenci çizimi değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 5 incelendiğinde, öğretim öncesi 382 (%79,6) öğrencinin akciğerin içyapısını çizmediği gözükmetedir. Bu durumun, ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında, akciğerlerin içyapısından bahsedilmemesinden dolayı kaynaklandığı düşünülebilir. Bununla birlikte ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki resimlerde akciğerin içyapısı kısmen (sadece bronşçuklar) de olsa gösterilmiş; ancak adlandırılmamıştır. Dolayısıyla öğretim öncesi 49 (%10,2) öğrenci, akciğerlerin içyapısını kısmen çizmiştir. Ayrıca bu öğrencilerin büyük bir çoğunluğu çizdikleri yapıları adlandırmamıştır. Akciğerlerin içyapısı, öğretim öncesi hiçbir öğrenci tarafından tam olarak çizilmemiştir.

Öğretim sonrası 88 (%18) öğrenci, akciğerlerin içyapısını tam çizmiştir. Bu öğrencilerin yaklaşık olarak yarısı, akciğerlerin içyapısını doğru adlandırmıştır. Akciğerlerin içyapısını kısmen çizen 89 (%18,2) öğrencinin büyük bir çoğunluğu bronşçukları, geriye kalan kısmı ise alveolleri çizmiştir. Ayrıca bu öğrencilerin yarısına yakını, çizdikleri yapıyı (bronşçukları veya alveolleri) adlandırmamıştır. Öğretim sonrası öğrencilerin neredeyse yarısı akciğerlerin içyapısını çizmemiştir. Akciğerlerin içyapısını tam çizen ve doğru adlandıran sadece öğretim sonrası 38 (%7,8) öğrencidir.

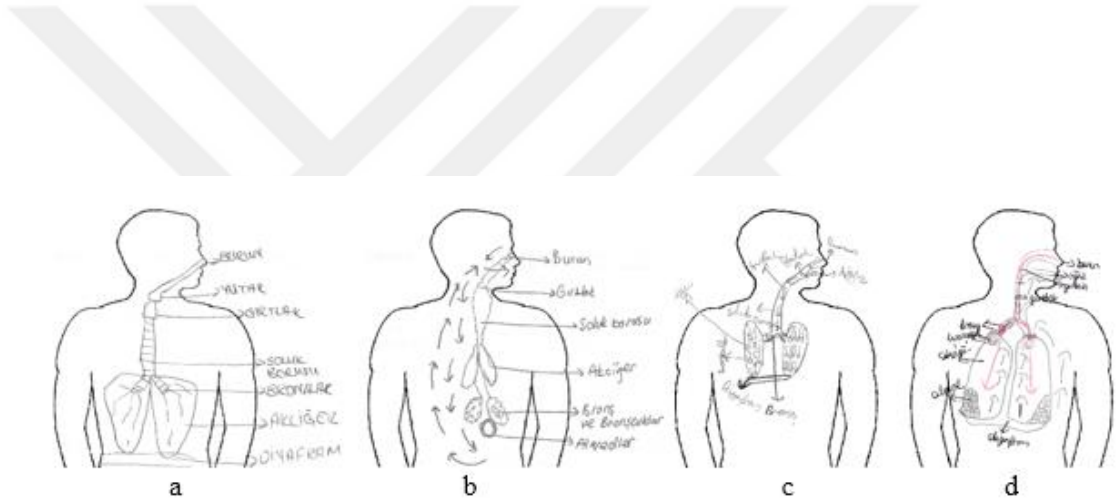
Akciğerlerin içyapısını yanlış çizen (bkz. Tablo 6) veya yanlış adlandıran (bkz. Tablo 6) öğrencilerin cevapları kategorilendirilerek analiz edilmiştir.

Tablo 6: Akciğerlerin İçyapısını Yanlış Çizen Öğrencilerin Çizimlerinin Kategorilerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Açıklamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
1	Bronşlar (tamamen) akciğerlerin içinde.	-	-	27	5,5
2	Alveol/bronşçuk/bronşlar akciğerlerin dışında.	-	-	13	2,7
3	Alveol ve bronşçuk saplı kiraz şeklinde.	-	-	5	1
4	Alveoller ile bronşçuklar birbirinden ayrık.	-	-	1	0,2

Tablo 6’da görüldüğü gibi akciğerlerin içyapısının (ilköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatında 6. sınıfa kadar yer almamasından dolayı) sadece öğretim sonrası

yanlış çizildiği saptanmıştır. Akciğerlerin içyapısını yanlış çizen öğrencilerin yaklaşık $\frac{3}{5}$ 'i, bronşları (tamamen) akciğerlerin içine çizmiştir (bkz. Şekil 24a). Bazıları ise bronş, bronşçuk veya alveolleri akciğerlerin dışına çizmiştir (bkz. Şekil 24b). Bu öğrencilerin, solunum sisteminin, kendisini oluşturan yapı ve organlar ile birlikte bütüncül bir anatomiye sahip olduğunu kavrayamadıkları düşünülebilir. Alveoller, ders kitabında ve çeşitli kaynak (konu anlatım) kitaplarda yer alan açıklamalarda üzüm salkımlarına benzetilmektedir. Buna karşın bazı öğrencilerin alveol ile bronşçuğu birleştirerek “tek saplı kiraz” şeklinde çizdikleri saptanmıştır (bkz. Şekil 24c). Bir öğrenci ise akciğerlerin içyapısındaki kısımları birbirinden ayık (alveoller en altta ve bronşçuklar en üstte olacak şekilde) çizmiştir (bkz. Şekil 24d).



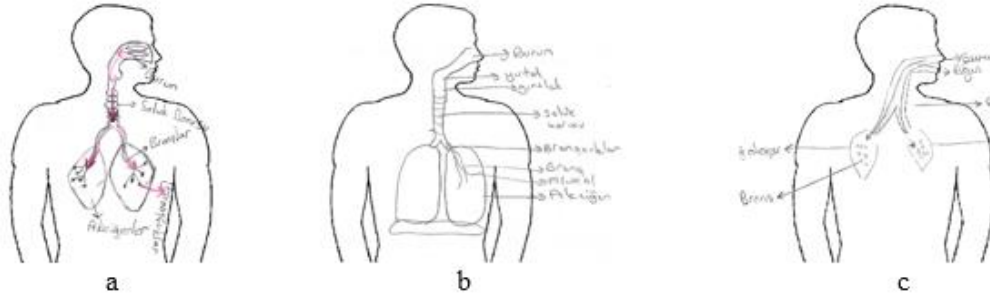
Şekil 24: Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili yanlış çizimleri

Bronşçuklar ve alveoller (akciğerlerin içyapısı), öğrencilerin en az çizdikleri ve adlandırdıkları birimler olmuştur. Bu bağlamda öğrencilerin küçük boyuttaki yapıları kavramakta zorlandıkları söylenebilir.

Tablo 7: Akciğerlerin içyapısını Yanlış Adlandıran Öğrencilerin Adlandırmalarının Kategorilerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Açıklamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
1	Alveol, bronşçuk olarak.	-	-	28	5,7
2	Bronşçuk, bronş olarak.	1	0,2	12	2,4
3	Alveol, bronş olarak.	4	0,8	3	0,6

Akciğerlerin içyapısını yanlış adlandıran öğrencilerin yarısından fazlasının alveolü bronşçuk olarak adlandırdığı (bkz. Şekil 25a) gözükmemektedir (bkz. Tablo 7). Öğretim öncesi 1 (%0,2) ve öğretim sonrası 12 (%2,4) öğrenci, bronşçuğu, bronş olarak adlandırmıştır (bkz. Şekil 25b). Öğretim öncesi 4 (%0,8) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci ise alveolü, bronş olarak adlandırmıştır (bkz. Şekil 25c). Bu öğrencilerin akciğerlerin içyapısını tam veya eksik çizdikleri; ancak akciğerlerin içyapısındaki birimleri (alveol, bronşçuk), birbiriyle karıştırmaları nedeniyle, adlandırırken ve açıklarken çeşitli sorunlar yaşadıkları saptanmıştır.



Şekil 25: Öğrencilerin akciğerlerin içyapısı ile ilgili yanlış adlandırmaları

4.3. Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Düşündükleri Yapı ve Organlar ile ilgili Açıklamaları

Öğrencilerin soluk alıp vermede görevli olarak düşündükleri yapı ve organlar ile ilgili açıklamaları sırasıyla solunum, sindirim, boşaltım ve dolaşım sistemi altında analiz edilerek sunulmuştur. Bu sistemlere ilişkin olarak belirttikleri yapı ve organlar aşağıdaki gibidir:

- Solunum sistemi: Burun, yutak, gırtlak, soluk borusu, bronşlar, akciğerler, bronşçuklar, alveoller, diyafram
- Sindirim sistemi: Ağız, yemek borusu, mide, karaciğer
- Boşaltım sistemi: Böbrekler
- Dolaşım sistemi: Kalp, damarlar

Öğrencilerin soluk alıp vermede görevli olan yapı ve organlar hakkındaki açıklamaları incelenmeden önce bilinmesi gereken hususlar şunlardır: (i) Yutak, sindirim ve solunum sisteminde görevli, besin ve havanın içinden geçtiği, çift fonksiyonlu bir yapıdır. (ii) Yutak, ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi solunum sistemi konusunda yer aldığı için öğrencilerin yutak hakkındaki açıklamaları solunum sistemine dâhil edilmiştir. (iii) Yutak gibi çift fonksiyonu olan ağız ise asıl görevli (özelleşmiş) olduğu sistem (sindirim) içinde değerlendirilmiştir.

Tablo 8 incelendiğinde;

- Öğrencilerin çizimlerinde ve açıklamalarında yazılı olarak belirttikleri yapı ve organlara ait frekans ve yüzde dağılımları, “Belirtme” sütununda,
- Öğrencilerin ilgili kavramlar (yapı ve organlar) hakkında yaptıkları açıklamalara ait frekans ve yüzde dağılımları, “Açıklama” sütununda yer almaktadır.

Tablo 8: Öğrencilerin Soluk Alıp Vermede Görevli olarak Belirttikleri Yapı ve Organlar (Kavramlar) ve Bunların Açıklamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

	Yapı ve Organlar	Öğretim Öncesi				Öğretim Sonrası			
		Belirtme		Açıklama		Belirtme		Açıklama	
		f	% (n1)	f	% (n1)	f	% (n2)	f	% (n2)
Solunum	Burun	445	92,7	430	89,6	485	99	478	97,6
	Yutak	155	32,3	109	22,7	394	80,4	328	66,9
	Gırtlak	110	22,9	80	16,7	362	73,9	301	61,4
	Soluk borusu	397	82,7	371	77,3	467	95,3	412	84,1
	Bronş	21	4,4	14	2,9	242	49,4	161	32,9
	Akciğer	468	97,5	399	83,1	482	98,4	398	81,2
	Bronşçuk	3	0,6	2	0,4	193	39,4	107	21,8
	Alveol	-	-	-	-	96	19,6	63	12,9
	Diyafram	56	11,7	37	7,7	217	44,3	127	25,9
Sindirim	Ağız	350	72,9	323	67,3	199	40,6	156	31,8
	Yemek borusu	14	2,9	11	2,3	12	2,4	10	2
	Mide	5	1	3	0,6	2	0,4	1	0,2
	Karaciğer	43	9	20	4,2	15	3,1	9	1,8
Boşaltım	Böbrek	8	1,7	6	1,3	7	1,4	4	0,8
Dolaşım	Kalp	50	10,4	40	8,3	26	5,3	18	3,7
	Damarlar	10	2,1	10	2,1	13	2,7	12	2,4
-	Diğer	19	4	14	2,9	9	1,8	2	0,4

Not: n1=480, n2=490; Diğer=alyuvar, akyuvar, kan, dalak, beyin, sinir sistemi, boğaz, göğüs kafesi, karın, bağırsaklar.

Tablo 8 incelendiğinde, öğrencilerin burun, soluk borusu ve akciğerleri solunum sistemine ait diğer yapı ve organlardan öğretim öncesi ve sonrası olmak üzere daha fazla belirttikleri (adlandırdıkları) ve açıkladıkları gözükmektedir. Yutak ve gırtlak, öğretim öncesi sırasıyla 155 (%32,3) ve 110 (%22,9) öğrenci tarafından belirtilmiş ve sırasıyla 109 (%22,7) ve 80 (%16,7) öğrenci tarafından açıklanmıştır. Bu oranlar, solunum sistemine ait diğer yapı ve organlarda da olduğu gibi öğretim sonrası artmıştır. Sonuç olarak yutak ve gırtlak, öğrencilerin soluk alıp verme olayı ile ilgili olarak sayıca belirttikleri ve açıkladıkları ikinci sıradaki yapılardır. Diyafram, öğrencilerin öğrendikleri (ilköğretim 4. sınıfta) bir organ olmasına karşın öğretim öncesi 56 (%11,7) öğrenci tarafından belirtilmiş ve bunlardan 37'si (%7,7) tarafından açıklanmıştır. Öğretim sonrası ise 217 (%44,3) öğrenci diyaframı belirtmiş ve bunlardan 127'si (%25,9) diyafram hakkında açıklama yapmıştır. Doğrudan duyu

organlarıyla algılanan makroskobik seviyedeki nesne veya olayların, öğrencilerin zihinlerinde daha kolay kavramsallaştırıldığı ve uzun süre saklandığı söylenebilir.

Öğrencilerin, akciğerlerin içyapısı ile ilgili kısımlar (bronşçuklar ve alveoller) hakkında öğretim öncesi neredeyse tamamının bilgi sahibi olmadığı anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra 21 (%4,4) öğrencinin bronşları adlandırdıkları ve bunlardan 14'ünün (%2,9) ise bronşlar hakkında açıklama yaptıkları gözükmemektedir. Bronşlar, bronşçuklar ve alveollerin solunum sistemi konusunun öğretiminden sonra da en az belirtilen ve açıklanan yapılar olduğu saptanmıştır. Öğretim öncesi alveoller hakkında öğrenciler tarafından hiçbir adlandırma ve açıklama yapılmamıştır. Öğretim sonrası ise 96 (%19,6) öğrenci alveolleri yazılı olarak belirtmiş; ancak bunlardan 63'ü (%12,9) alveoller ile ilgili açıklama yapmıştır. Sonuçta alveoller hakkında herhangi bir bilgiye sahip olan öğrencilerin öğretim sonrası örneklemdeki oranı oldukça düşüktür. Öğretilmesi planlanan içerikte (solunum sistemi konusu hakkında) makro düzeyden mikro düzeye doğru ilerledikçe (konunun derinleştirilmesi aşamasında) anlamının zorlaştığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak küçük boyuttaki yapıların (bronşiyoller, alveoller, kılcaldamarlar) öğrenciler tarafından zor yapılandırıldığı anlaşılmaktadır. Nitekim öğrencilerin önbilgileri, hazır bulunuşluk düzeyleri; bilişsel yapılarına ait sezgileri, inanışları, algılama biçimleri ve alternatif düşünceleri gibi iç faktörlerin öğretim sürecinin her aşamasında etkisini göstereceği tahmin edilebilir.

Bilindiği gibi vücuttaki sistemler ve sistemleri oluşturan yapı ve organlar birbiriyle bağlantılı (bütüncül) çalışmaktadır. Ancak sistemlerin ve parçalarının görevleri birbirinden farklıdır. Bununla birlikte yapı ve organlar (ağız, yutak, kaslar, karaciğer, akciğer, kalın bağırsak, böbrek, vb.) konumları veya özellikleri nedeniyle birden fazla sistemde görev almaktadır.

İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Nasıl Doğru Soluk Alıp Veririm?” konusunda, burundan soluk alıp ağızdan soluk vermenin daha doğru (sağlıklı) olduğu nedenleriyle birlikte açıklanmaktadır. Bu nedenle ağız, öğretim öncesi 350 (%72,9) ve öğretim sonrası 199 (%40,6) öğrenci tarafından soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerin bir kısmı ise sindirim sistemine ait bazı yapı ve organları (yemek borusu, mide ve karaciğer) soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirmiştir. Araştırmanın bulgularına göre öğrencilerin solunum sistemini en çok sindirim sistemi ile karıştırdıkları söylenebilir. Bununla birlikte bazı öğrencilerin

öğretim öncesi ve öğretim sonrası böbreklerin görevleri ile ilgili bilimsel olmayan düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır.

Solunum sistemi ile yakından ilişkili (akciğerler ile kalp arasında gerçekleşen küçük dolaşım) olan ve dolaşım sisteminin ana organı olarak kabul edilen kalbin, öğretim öncesi 50 (%10,4) ve öğretim sonrası 26 (%5,3) öğrenci tarafından belirtildiği gözükmektedir. Bununla birlikte öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 13 (%2,37) öğrenci, vücuttaki damarları solunum sistemi ile ilişkilendirmiştir. Bazı öğrenciler ise vücuttaki diğer birimler (alyuvar, akyuvar, kan, dalak, beyin, sinir sistemi, boğaz, göğüs kafesi, karın, bağırsaklar) hakkında açıklamalar yapmışlardır. Vücuttaki diğer sistemlere ait yapı ve organların solunum sistemi ve kısımları ile ilişkilendirilme oranı öğretim sonrası azalsa da bazı öğrencilerin öğretim öncesi sahip oldukları alternatif düşüncelerini değiştirmedikleri gözükmektedir.

Sistem kavramı, ilköğretim 6. sınıfa kadar fen programında yer almamaktadır. İlköğretim 6. sınıfta ise destek ve hareket, dolaşım, bağışıklık ve solunum sistemi konuları sırasıyla işlenerek öğrencilerden bu sistemleri oluşturan yapı ve organlar hakkında önceki yıllarda edindikleri bilgileri, yeni öğrenecekleri bilgiler ile sistem başlığı (kavramı) altında tekrar yapılandırmaları istenmektedir.

İlköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinde, bazı sistemlere ait (sindirim, boşaltım) yapı ve organlar görevleri ile birlikte detaylıca (önceki yıllara göre) gösterilmektedir (MEB, 2011). Aynı üniteye yer alan “Vücudumuzdaki Sistemlerin Sağlığı ve Organ Bağışı” konusu ile ilgili ilköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programındaki kazanımda (5.1. Vücudumuzdaki tüm sistemlerin birlikte ve eş güdümlü çalıştığına örnekler verir.) öğrencilerden 6 ve 7. sınıfta gördükleri tüm sistemleri birbiriyle ilişkilendirerek açıklamaları beklenmektedir (MEB, 2006). Kısacası sistemler konusu ilköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programlarında kademeli olarak verilmektedir.

Öğrencilerin soluk alıp vermede görevli olarak düşündükleri yapı ve organlar ile ilgili açıklamalarında yer alan kavramlar kodlanarak temalar (kategoriler) oluşturulmuştur. İçerik analizi sonucunda belirlenen kategoriler ve tanımlamaları aşağıdaki gibidir:

- *Görev:* Yapı ve organların görevleriyle ilgili kodlamalar
- *Yapı:* Yapı ve organların yapısal özellikleriyle ilgili kodlamalar

- *Konum*: Yapı ve organların konumlarıyla ilgili kodlamalar
- *Diğer*: Yapı ve organlarla ilgili çeşitli açıklamalar
- *Alternatif*: Yapı ve organlarla ilgili alternatif açıklamalar
- *Anlamsız*: Yapı ve organlarla ilgili anlamsız açıklamalar

Öğrencilerin alternatif düşüncelerinden bazıları çalışmada önem arz etmesi bakımından *görev* kategorisi altında kodlanmıştır. Öğrencilerin genellikle bireysel olan alternatif düşünceler içeren açıklamaları ise *alternatif* kategorisi altında toplanmıştır.

Kodlamalar, yapı ve organların türüne göre değişiklik gösterebilir. Öğrencilerden bazılarının açıklamaları birden fazla kodlamaya ait cevap içerdiği için kodlamaların frekansları toplamı açıklama sayısından fazla olabilir.

4.3.1. Öğrencilerin Solunum Sistemi Yapı ve Organları ile ilgili Açıklamaları

4.3.1.1. Öğrencilerin Burun ile ilgili Açıklamaları

Burun, solunum sisteminin en dıştaki kısmıdır. Dolayısıyla gözlemlenebilen (kısmen de olsa) bir organdır. Öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, burnun görevini, günlük deneyimler sonucunda kazanılabilen basit bilgilerle açıklamıştır. Öğretim sürecinden sonra ise öğrencilerin burnun yapısı (kılalar, mukoza, kılcaldamarlar) ve görevleri (havayı temizlemek, nemlendirmek, ısıtmak) ile ilgili spesifik açıklamalarında artış olmuştur. Öğrencilerin burun ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Öğrencilerin Burun ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim öncesi		Öğretim sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Hava almayı sağlar.	212	44,2	190	38,8
	Hava vermeyi sağlar.	10	2,1	5	1
	Hava alıp vermeyi sağlar.	123	25,6	100	20,4
	Havayı temizler.	27	5,6	115	23,5
	Havayı nemlendirir.	7	1,5	67	13,7
	Havayı ısıtır.	5	1	52	10,6
	Havayı çeker.	29	6	23	4,7

Tablo 17 (Devam): Öğrencilerin Burun ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

	Havayı (yapıya/organa) iletir.	17	3,5	19	3,9
	Koku almayı sağlar.	24	5	15	3,1
Yapı	Kıllar	13	2,7	53	10,8
	Mukoza	3	0,6	41	8,4
	Kılcaldamarlar	-	-	4	0,8
Konum		21	4,4	54	11
Diğer		6	1,3	4	0,8
Alternatif		9	1,9	-	-
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Bu bağlamda öğretim öncesi 212 (%44,2) ve öğretim sonrası 190 (%38,8) öğrenci, burun ile ilgili “*Havanın vücuda girmesini sağlayan organ.*”, “*Soluk almamızı sağlar.*”, “*Oksijen almamızı sağlar.*”, “*Havadan oksijen ve karbondioksit alır.*”, “*Nefesimizi ilk oradan alırız.*”, “*Temiz havayı alır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak, burnun görevini “hava almayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Bununla birlikte öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, burun ile ilgili “*Nefes vermemizi sağlar.*”, “*Havayı dışarı salmamızı sağlar.*”, “*Karbondioksiti dışarıya verir.*”, “*Akciğerlerden gelen karbondioksiti dışarı atar.*”, “*Karbondioksiti dışarı çıkmasını sağlayan organ.*” gibi benzer açıklamalar yaparak, burnun görevini “hava vermeyi sağlar.” şeklinde ifade etmiştir. Yukarıdaki bulgulara göre öğrencilerin burnun görevini daha çok “hava almayı sağlar.” şeklinde belirttikleri gözükmemektedir. Bunun başlıca nedeni ise doğru (sağlıklı) soluk alıp vermenin nasıl gerçekleştirileceğinin, ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Nasıl Doğru Soluk Alıp Veririm?” adlı konuda (MEB, 2009b), öğrencilere açıklanmış olmasıdır.

Öğretim öncesi 123 (%25,6) ve öğretim sonrası 100 (%20,4) öğrenci, burun ile ilgili “*Nefes alıp vermemizi sağlar.*”, “*Oksijen alır karbondioksit verir.*”, “*Soluk alıp vermemizi sağlayan en etkili ilk yapı.*”, “*Havadaki oksijeni alıp vermemizi sağlar.*”, “*Soluk alıp vermede ilk sırada alır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak, burnun görevini “hava alıp vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Sonuçta öğrencilerin büyük bir kısmı,

burnun görevleri ile ilgili öğretim öncesi ve sonrası olmak üzere basit (ilkel) açıklamalar yapmıştır.

Bunun yanı sıra öğretim öncesi 27 (%5,6) ve öğretim sonrası 115 (%23,5) öğrenci, burun ile ilgili *“Havayı temizleyerek vücuda girmesine yardımcı olur.”*, *“Havayı alırken tozları tutar.”*, *“Havanın içindeki tozları ayırır.”*, *“İçindeki kıl ve mukus tabakasıyla aldığımız nefesi temizler.”*, *“Tozları ve zararlı bakterileri süzer.”*, *“Nefes almamızı ve aldığımız havayı kıllar yardımıyla temizlenmesini sağlar.”*, *“Nefes alırız ve içindeki mukus ve kıllar sayesinde havayı temizler.”*, *“Hava solunum sistemine buradan girer ve içerdiği kıllar ve sümüksü maddeler yardımıyla tozları ve mikropları tutar ve böylelikle hava temizlenir.”* gibi benzer açıklamalar yaparak burnun görevini “havayı temizler.” şeklinde belirtmiştir.

Öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 67 (%13,7) öğrenci, burun ile ilgili *“Aldığımız oksijeni nemlendirip yutağa iletir ve tozları temizler.”*, *“Nefesi alır, nemlendirir, ısıtır.”*, *“Burada hava temizlenir ve mukusla nemlenir.”*, *“Havadan oksijeni alır ve nemlendirir.”*, *“Havayı temizler, nemlendirir, ısıtır.”*, *“... Mukus salgısı havayı nemlendirir, kıllar temizler ve kılcal damarlar ısıtır.”* gibi benzer açıklamalar yaparak burnun görevini “havayı nemlendirir.” şeklinde ifade etmiştir.

Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 52 (%10,6) öğrenci ise *“Nefes almamızı ve havayı ısıtmamızı sağlar.”*, *“Havayı ısıtır, havadaki tozları tutar.”*, *“Havayı ısıtır ve nemlendirir.”*, *“Mukus tabakasıyla havayı nemlendirir, ısıtır ve kiri tutar.”*, *“... Hava temizlenir ve ısıtılır.”*, *“... Kılcaldamarlar havayı ısıtır...”* gibi benzer açıklamalar yaparak burnun görevini “havayı ısıtır.” şeklinde belirtmiştir.

Bazı öğrencilerin burnun görevlerini (havanın temizlenmesi, nemlendirilmesi, ısıtılması) açıklarken burundaki yapılardan (burun kılları, mukozası, kılcaldamarları) bahsetmedikleri görülmüştür. Sonuç olarak öğretim öncesi 13 (%2,7) ve öğretim sonrası 53 (%10,8) öğrenci, burun kıllarından; öğretim öncesi 3 (%0,6) ve öğretim sonrası 41 (%8,4) öğrenci, burun mukozasından bahsetmiştir. Burundaki kılcaldamarlardan bahseden sadece öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrencidir.

Öğretim öncesi 29 (%6) ve öğretim sonrası 23 (%4,7) öğrencinin ise burun ile ilgili *“Havayı burun yardımıyla içimize çekeriz.”*, *“Oksijeni içimize çekmemizi sağlar.”*, *“Temiz havayı çekmemizi sağlar.”*, *“Soluk alırken oksijeni içine çeker.”*, *“Temiz havayı içimize çekmemizi sağlıyor.”*, *“Havayı içeri çekip temizleyen organ.”*

gibi benzer açıklamalar yaparak burnun görevini “havayı çeker.” şeklinde ifade ettikleri görülmüştür. Solunum mekanizmasını oluşturan unsurların görevlerinin bu öğrenciler tarafından öğrenilmediği söylenebilir.

Öğretim öncesi 17 (%3,5) ve öğretim sonrası 19 (%3,9) öğrenci, burnun görevini “havayı (yapıya/organa) iletir.” şeklinde açıklamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Oksijeni akciğerlere iletir.*”, “*Aldığımız oksijeni nemlendirerek gırtlığa gönderir.*”, “*Havayı soluk borusuna ileten organ.*”, “*Havanın yutağa gitmesini sağlar.*”, “*Gelen havayı temizler ve yutağa yollar.*”, “*Aldığımız nefesi yutağa iletir.*” Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılabacağı gibi bazı öğrencilerin solunum yolu organlarını eksik veya bunların dizilimlerini yanlış öğrendikleri söylenebilir.

Öğrencilerin az bir kısmı ise burnu duyu organı olarak nitelendirmiştir. Bu doğrultuda öğretim öncesi 24 (%5) ve öğretim sonrası 15 (%3,1) öğrenci, “*Koku ve nefes almamızı sağlar.*”, “*Koku almamızı sağlar.*” gibi benzer açıklamalar ile burnun görevini “koku almayı sağlar.” şeklinde açıklamıştır.

Burun, solunum sisteminin başlangıç kısmını oluşturmaktadır. Bu doğrultuda öğretim öncesi 21 (%4,4) ve öğretim sonrası 54 (%11) öğrenci, burun ile ilgili “*Solunum sisteminin başladığı yer.*”, “*Soluk alıp verme olayının başladığı organdır.*”, “*Solunumun başladığı yapı.*”, “*Havanın solunum sistemimize giriş yaptığı yerdir.*”, “*Havayı ilk aldığımız organdır.*”, “*... Havayı akciğerlerimize gönderen birinci solunum organımızdır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak burnun solunum sistemindeki konumundan bahsetmiştir.

Bazı öğrencilerin ise burun ile ilgili “*Nefes almamızı sağlayan duyu organı.*”, “*Solunum sistemine yardımcı olur.*”, “*... Burundan nefes alırsak daha sağlıklı olur.*”, “*Soluk aldığımız duyu organımızdır.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Burun hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Nefes alırken kötü havaları burada hapseder. Temiz havanın aşağıya inmesini sağlar.*
- *Burun akciğerimiz ve karaciğerimizi temizler.*
- *İçindeki kıllar sayesinde havanın nemlenmesini sağlar.*
- *... Nefes alırken karbondioksit ve kirler burun kıllarına yapışır.*

- *Burundaki kıllar sayesinde nefes alırken havadaki karbondioksiti süzer...*

Yukarıdaki açıklamalar incelendiğinde bazı öğrencilerin havadaki karbondioksit gazı gibi mikro-altı düzeydeki bir maddenin burun kılları tarafından filtrelendiğini düşündükleri söylenebilir.

4.3.1.2. Öğrencilerin Yutak ile ilgili Açıklamaları

Havanın ve besinlerin geçişini sağlayan, yapısındaki kaslar sayesinde yutkunma olayını gerçekleştiren ve solunum yolunu kapatan çift fonksiyonlu bir yapı olan yutak, hem sindirim hem de solunum sisteminde görev almaktadır. Ancak öğrencilerin çoğunluğu yutağın solunum sistemindeki görevinden bahsetmiştir. Öğrencilerin yutak ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Öğrencilerin Yutak ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	47	9,8	121	24,7
	Besini (yapıya/organa) iletir.	2	0,4	2	0,4
	Havayı/Besini yönlendirir.	7	1,5	16	3,3
	Yut(kun)mayı sağlar.	14	2,9	32	6,5
Yapı	Kapakçık	-	-	2	0,4
	Kıkırdak	-	-	1	0,2
Konum		16	3,3	109	22,2
Diğer		18	3,8	20	4,1
Alternatif		5	1	27	5,5
Anlamsız		-	-	9	1,8

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Bu bağlamda, öğretim öncesi 47 (%9,8) ve öğretim sonrası 121 (%24,7) öğrenci, “*Nefesi soluk borusuna iletir.*”, “*Oksijeni gırtlığa iletir.*”, “*Havayı gırtlığa iletir.*”, “*Oksijeni akciğere taşır.*”, “*Karbondioksiti gırtlığa iletir.*”, “*Aldığımız havayı soluk borusuna iletir.*” gibi benzer açıklamalar ile yutağın havayı solunum sistemine ait bir yapıya veya organa ilettiğini belirtmiştir. Yukarıdaki açıklamalara

bakıldığında bazı öğrencilerin solunum yolunu oluşturan yapı ve organları veya bunların dizilimini kısmen veya yanlış bildikleri söylenebilir.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, yutağın besini sindirim sistemine ait bir organa ilettiğini “*Bir maddeyi yediğimizde mideye gitmesine yardımcı olur.*”, “*Yemekler yutaktan mideye geçer.*”, “*Yemeklerin mideye gitmesini sağlar.*” gibi benzer açıklamalar ile ifade etmiştir.

Yutağın, havayı ve besini yönlendirerek ilgili yapı veya organa ilettiği öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 16 (%3,3) öğrenci tarafından “*Havayı, soluk borusuna; yemeği, yemek borusuna iletir.*”, “*Yutak, oksijen ile yemeği ayırır. Yemeği, yemek borusuna; oksijeni, soluk borusuna ayırır.*”, “*Yemeklerle havayı birbirinden ayırır.*”, “*Besinlerin yemek borusuna, havanın ise soluk borusuna iletilmesini sağlar.*” gibi benzer açıklamalarla belirtilmiştir. Öğretim sonrası bu öğrencilerden bir kısmı yutağı kavşağa benzeterek (havanın ve besinin geçişini sağladığı için) yutağın görevini “*Yollardaki kavşağa benzer. Burundan alınan havayı gırtlığa götürür.*”, “*Ağız ve burun boşluğunun soluk ve yemek borusunun birleştiği kavşak şeklinde yapıdır.*”, “*Dört yönlü kavşağa benzer. Ağız ve burnun birleşim yeridir.*”, “*Kavşak görevi görür. Havayı gerekli yere verir.*”, “*Kavşak gibidir.*” olarak açıklamıştır. Bu fonksiyonel analojinin (yutak ve kavşak arasındaki), ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında bulunmamasına karşın bazı öğrenciler tarafından ifade edilmesi, fen ve teknoloji öğretmenlerinin ders sürecinde kullandıkları analojilerden olduğunu göstermektedir.

Öğretim öncesi 14 (%2,9) ve öğretim sonrası 32 (%6,5) öğrenci, “*Yutkunmaya ve yemeklerin mideye ulaşmasını sağlar.*”, “*Yutkunmamızı sağlar.*”, “*Besinleri yutmamızı sağlar.*”, “*Yutkunduğumuz kısımdır. Havayı gırtlığa iletir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak yutağın görevini “yut(kun)mayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Bu öğrencilerden çoğunluğunun yutağın görevini solunum sistemi ile ilişkilendirmedikleri saptanmıştır.

Öğretim sonrası bir öğrenci yutağın görevini “*Yemek ve soluk borusunu ayıran kapakçıktır.*” olarak açıklamıştır. Bu öğrencinin gırtlak kapağını (epiglottis), yutak olarak nitelendirdiği anlaşılmaktadır. Öğretim sonrası yutak ile ilgili “*Kıkırdaktan oluşur.*” açıklamasını yapan başka bir öğrencinin ise yutağı, gırtlak ile karıştırdığı söylenebilir.

Yutağın konumu ile ilgili öğretim öncesi 16 (%3,3) ve öğretim sonrası 109 (%22,2) öğrenci açıklama yapmıştır. Bu öğrencilerin bir kısmı “*Ağız ve burun boşluğunun birleştiği kısımdır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak üst veya orta yutağı; başka bir kısmı “*Yemek ve soluk borusunun birleştiği yerdir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak alt yutağı ifade etmiştir. Öğrencilerin geri kalan kısmı ise “*Ağız ve burun boşluğu ile yemek ve soluk borusunun birleştiği kısım.*” gibi benzer açıklamalar yaparak yutağın konumunu bütüncül olarak belirtmiştir. Sonuçta bazı öğrencilerin yutağın bölümlerini (sınırlarını) kısmen bildikleri söylenebilir. Bazı öğrenciler ise yutak ile ilgili “*Soluğun vücuda girmesini sağlar.*”, “*Yediklerimizin gittiği yol*”, “*... Solunum sistemimizin bir organıdır.*”, “*Burundan gelen havada kalan mikropları temizler.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrası bazı öğrencilerin yutak hakkında aynı tür alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır. Bu alternatif düşünceler öğrenciler tarafından “*Yemek geldiğinde soluk borusunu kapatır. Hava geldiğinde yemek borusunu kapatır.*”, “*Nefes aldığımızda nefes kapağını, yemek yediğimizde yemek kapağını açar.*”, “*Yemek ve soluk borusunu işlevine göre kapatır.*”, “*Soluk alırken yemek borusunu kapatır.*”, “*Yemek borusunu kapatır.*”, “*Soluğun yemek borusuna gitmemesi için yemek borusunu kapatır.*” gibi benzer açıklamalar ile ifade edilmiştir. Bu öğrencilerin, yutağı, besin veya hava geçişi sırasında yemek ve soluk borusunu dönüşümlü olarak kapatabilen bir yapı veya kapak olarak düşündükleri söylenebilir.

Yutak hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Yemek yerken soluk alıp vermemizi sağlar.*
- *Besinlerin soluk borusuna kaçmamasını sağlar.*
- *Havanın yemek borusuna kaçmasını önleyen organdır.*
- *Ağızdaki havayı çekiyor.*
- *Yemekleri gırtlığa iletir.*
- *Besinleri soluk ve yemek borusuna gönderir.*
- *... Havayı başka yere oksijeni başka yere taşır.*

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bazı öğrencilerin yutağı, gırtlak kapağı olarak niteledikleri veya gırtlak kapağının görevini yutağa transfer ettikleri söylenebilir.

4.3.1.3. Öğrencilerin Gırtlak ile ilgili Açıklamaları

Alt solunum yolunu koruyan, havayı soluk borusuna ileten, yapısındaki ses telleri sayesinde sesin oluşmasını sağlayan gırtlak, kıkırdaklı bir yapıya sahiptir. Ayrıca gırtlakın üst kısmında, yutkunma sırasında besinlerin gırtlakla kaçmasını engelleyen bir kapakçık (*epiglottis*) bulunmaktadır. Öğrencilerin gırtlak ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Öğrencilerin Gırtlak ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	46	9,6	147	30
	Sesin oluşmasını sağlar.	-	-	28	5,7
Yapı	Ses telleri	2	0,4	58	11,8
	Kapakçık	-	-	4	0,8
	Kıkırdak	-	-	2	0,4
Konum		7	1,5	49	10
Diğer		7	1,5	18	3,7
Alternatif		19	4	41	8,4
Anlamsız		-	-	5	1

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 46 (%9,6) ve öğretim sonrası 147 (%30) öğrenci, “*Havayı soluk borusuna iletir.*”, “*Yutaktan gelen oksijeni soluk borusuna iletir.*”, “*Karbondioksiti yutağa verir.*”, “*Oksijeni soluk borusuna iletir.*” gibi benzer açıklamalar ile yutağın, havayı solunum sistemine ait bir yapıya veya organa ilettiğini belirtmiştir.

Sadece öğretim sonrası 28 (%5,7) öğrenci, “*Ses telleri sayesinde sesin oluşumunu sağlar.*”, “*... Gırtlaktaki ses telleri titreşir ve ses oluşur.*”, “*Ses oluşumunu sağlar.*” gibi benzer açıklamalar yaparak sesin gırtlak tarafından oluşturulduğunu

belirtmiştir. Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 58 (%11,8) öğrenci, gırtlak görevini açıklarken ses tellerinden bahsetmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Ses telleri burada bulunur.*”, “*Ses tellerini oluşturur.*”, “*Ses telleri vardır. Sesi oluşturur.*”

İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Bilgi Damlası” bölümünde (MEB, 2009b) epiglottis veya diğer adıyla gırtlak kapağından bahsedilmesine karşın ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında (MEB, 2012a) gırtlak kapağı hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Dolayısıyla sadece öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci gırtlak kapağından bahsederken 2 (%0,4) öğrenci de gırtlak kıkırdak içerdiğini belirtmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*... Gırtlak kapağı soluk borusuna lokma kaçmasını önler.*”, “*... Kıkırdaktan oluşmuş.*”

Öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 49 (%10) öğrenci, “*Soluk borusunun başlangıcıdır.*”, “*Yutaktan sonra gelir.*”, “*Yutak ve soluk borusunun ortasında bulunur.*”, “*Yutağın altındaki yerdir.*”, “*Soluk borusunun üst kısmında yer alır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak gırtlak solunum sistemindeki konumunu belirtmiştir.

Bazı öğrenciler ise gırtlak hakkında “*Havanın gittiği borudur.*”, “*Gırtlak nefes almamızı sağlar.*”, “*... Ses tellerini kontrol eder.*”, “*... Koniye benzer bir yapıdadır.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Gırtlak hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Burundaki havayı kendine çeker. Soluk borusuna gönderir.*
- *Yemek türü yiyeceklerin mideye ulaşmasını sağlar.*
- *Yutkunmamızı sağlar.*
- *Nefesimizin yemek borusuna gitmesini engeller.*
- *Kapakçığı vardır ve yemeklerin soluk borusuna, havanın yemek borusuna kaçmasını önler.*
- *Tükürüğümüzü yutmamıza yarar.*
- *Nefes alınca kapağı açılır ve kapanır...*
- *Soluk ve yemek borularında kapakçık görevi yapar.*

Yukarıdaki açıklamalara bakıldığında bazı öğrencilerin yutak ve gırtlak hakkındaki alternatif düşüncelerinin birbirine benzediği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin

yutak ve gırtlakın görev, yapı ve konumlarını tam öğrenmemeleri sonucunda yutak ve gırtlakı birbiriyle karıştırdıkları, üstelik bunların görevleri ve özellikleri ile ilgili alternatif düşünceler ürettikleri saptanmıştır. Kısacası öğrencilerin alternatif düşüncelerinin tek bir nedenden kaynaklanmadığı, birden çok nedenin harmanlanmasıyla oluştuğu ileri sürülebilir.

4.3.1.4. Öğrencilerin Soluk Borusu ile ilgili Açıklamaları

Öğrencilerin en çok adlandırdıkları yapılar arasında yer alan soluk borusunun temel görevi havanın iletilmesini sağlamaktır. Ayrıca iç yüzeyinde üzeri mukusla kaplı silyalı epitel hücreleri bulunmaktadır. Öğrencilerin soluk borusu ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: Öğrencilerin Soluk Borusu ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	22	46	27	55,5
	Hava alıp vermeyi sağlar.	98	20,4	56	11,4
	Havayı temizler.	-	-	13	2,7
	Havayı nemlendirir.	-	-	4	0,8
	Havayı ısıtır.	-	-	1	0,2
Yapı	Halkalı	-	-	24	4,9
	Kıkırdak	2	0,4	17	3,5
	Mukoza	-	-	7	1,4
	Silyalar	-	-	5	1
	Epitel doku	-	-	2	0,4
Konum		-	-	-	-
Diğer		25	5,2	45	9,2
Alternatif		23	4,8	15	3,1
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk); “hava alıp vermeyi sağlar.” kodu ise “hava almayı/vermeyi sağlar.” anlamında da kullanılmıştır.

Tablo 12’de görüldüğü üzere öğretim öncesi 221 (%46) ve öğretim sonrası 272 (%55,5) öğrenci, soluk borusunun görevini “havayı (yapıya/organa) iletir.” şeklinde açıklamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “Nefesi akciğerlere

iletir.”, “Burundan ya da ağızdan aldığımız havayı akciğerlere iletir.”, “Oksijeni akciğere gönderir.”, “Karbondioksiti alıp ağza taşır.”, “Karbondioksiti gırtlığa verir.”, “Oksijeni bronşlara doğru iletir.”, “Gırtlaktan gelen havayı akciğere iletir.”, “Havayı bronşlar yoluyla akciğere ulaştırır...”

Öğretim öncesi 98 (%20,4) ve öğretim sonrası 56 (%11,4) öğrenci, “Soluk alıp vermemizi sağlar.”, “Oksijen alıp vermemizi sağlar.”, “Soluk almamızı sağlar.”, “Oksijen almamızı sağlar.” gibi benzer açıklamalar ile soluk borusunun görevini “hava almayı ve/veya vermeyi sağlar.” şeklinde basitçe belirtmiştir.

Sadece öğretim sonrası 13 (%2,7) öğrenci, “Havayı epitel dokularıyla bir daha temizler.”, “Havanın temizlenmemiş taraflarını temizler.”, “Soluk borusu toz, vb. maddeleri tutar.”, “Bir borudur mikropları temizler.”, “Havayı temizler.” gibi benzer açıklamalar ile soluk borusunun “havayı temizlediğini” belirtmiştir. Bununla birlikte sadece öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “Havayı nemlendirir. Akciğere iletir.”, “Havayı nemlendirir ve temizler.”, “Havayı nemlendirir ve akciğerlere gönderir.” gibi benzer açıklamalar ile soluk borusunun “havayı nemlendirdiğini” ifade etmiştir. Son olarak sadece öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci ise “Burun gibi içinde tüyler vardır. Havayı ısıtır ve nemlendirir.” açıklamasını yaparak soluk borusunun “havayı ısıttığını” belirtmiştir.

Soluk borusunun kıkırdaklı bir yapıya sahip olduğunu öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 17 (%3,5) öğrenci belirtmiştir. Bununla birlikte sadece öğretim sonrası 24 (%4,9) öğrenci, “halkalardan (ay şeklinde)”;

7 (%1,4) öğrenci, “mukozadan”;

5 (%1) öğrenci, “silyalardan”;

2 (%0,4) öğrenci ise “epitel dokudan” bahsederek soluk borusunun yapısı hakkında bilgi vermiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “Yapısında üst üste dizilmiş ay şeklinde kıkırdak halkalar bulunur.”, “Havanın akciğerlere gittiği kıkırdaklı yapı.”, “Yapısında üst üste dizilmiş ay şeklinde halkalar vardır.”, “... Üzerinde yarım ay şeklinde halkalar vardır.”, “İçinde mukus vardır. Mikrobu biraz daha tutar. Kıkırdaksı yapı.”, “... Yapısındaki titrek tüyler sayesinde balgamı dışarı atar.”, “Tüylü yapıdadır.”, “... İçinde epitel doku vardır...”

Bazı öğrenciler ise soluk borusu hakkında “Toz ve balgamı dışarı atar.”, “Nefesin rahat bir şekilde geçmesini sağlar.”, “Havanın geçtiği organdır.”, “Tırtıklı

bir yapıdadır...”, “Aldığımız havanın geçtiği boru.” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Soluk borusu hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Havayı karaciğere taşır.*
- *Karaciğere kirli havayı gönderir.*
- *Yemek ve nefes almak için.*
- *Yemeklerin ve içeceklerin geçtiği yerdir.*
- *Oksijeni kalbe iletir.*
- *Oksijeni mideye yollar.*
- *Yemekleri midemize gönderir.*
- *Midemizdeki nefesi akciğere taşır.*
- *Soluk borusu yediğimiz yemekleri mideye ulaştırıyor.*
- *Havayı midemize taşır.*
- *Soluk borusu böbreklerimize havayı götürüyor.*
- *Nefes almamızı sağlar ve de gırtlaktan gelen yemek buraya gelir.*
- *Havayı içimize çekmemizi sağlar.*
- *Yemeğin geçtiği yer.*
- *Temiz havayla kirli havayı ayırır.*

Yukarıdaki açıklamalar incelendiğinde bu öğrencilerin soluk borusunu, yemek borusuyla; akciğerleri, karaciğer, mide veya böbrekler ile karıştırdıklarından ötürü soluk borusunun görevi ile ilgili alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır. Vücuttaki sistemlerin ve bunları oluşturan yapı ve organların adlarının ve görevlerinin dolayısıyla sistem kavramının, öğrenciler tarafından yetersiz düzeyde öğrenilmesi bu durumun ortaya çıkmasının başlıca nedeni olarak gösterilebilir.

4.3.1.5. Öğrencilerin Bronşlar ile ilgili Açıklamaları

Öğrencilerin en az belirttikleri yapılardan olan bronşlar, havanın her iki akciğere de iletilmesini sağlar. Bu bağlamda bazı öğrencilerin bronşları bilmemesinden dolayı akciğerleri birbirine bitişik veya tümleşik olarak çizdikleri söylenebilir. Kısacası bu öğrencilerin bilişsel yapılarının bronş kavramının eksikliğinden dolayı kusurlu zihinsel modeller ürettiği açığa çıkmıştır. Zihinsel modellerin incelenmesi sürecinde bu durumların dikkate alınması gerekmektedir.

Solunum sisteminin yapı ve organları birer değişken gibi davranarak öğrencilerin zihinsel modellerinin çeşitliliğini artırmaktadır. Sonuç olarak zihinsel modellerin altta yatan nedenleri arasında hedef sistemin değişkenlerinin sayısı da önemli bir dış etmen olarak tahmin edilebilir. Öğrencilerin bronşlar ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Öğrencilerin Bronşlar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	6	1,3	67	13,7
	Havayı (akciğerlere) bölüştürür.	-	-	10	2
Yapı		-	-	-	-
Konum		4	0,8	46	9,4
Diğer		-	-	17	3,5
Alternatif		4	0,8	22	4,5
Anlamsız		-	-	6	1,2

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Tablo 13'te görüldüğü üzere öğretim öncesi 6 (%1,3) ve öğretim sonrası 67 (%13,7) öğrenci, “Akciğerlere temiz havayı iletir.”, “Havanın bronşçuklara gitmesini sağlar.”, “Alınan havayı akciğerlere iletir.”, “Kirli havayı bronşçuklara indiriyor.”, “Havayı arındırmaya bronşçuklarla gönderir.” gibi benzer açıklamalar yaparak bronşların görevini “havayı (yapıya/organa) iletir.” şeklinde belirtmiştir. Bronşlar, solunan havanın her bir akciğere ulaştırılmasında görevlidir. Bu bağlamda sadece öğretim sonrası 10 (%2) öğrenci, “Havayı akciğerlere bölüştürür.”, “Bronşlar havayı iki ayrı şekilde akciğerlere iletir.”, “Havayı iki akciğere ayırır ve bronşçukları oluşturur.” gibi benzer açıklamalar ile bronşların görevini “havayı (akciğerlere) bölüştürür.” şeklinde ifade etmiştir. Bu öğrencilerden biri ise soluk borusunun bronşlara ayrılmasını Y harfine benzeterek (yapısal analogi) bronşların görevini “Havayı iki akciğimize de Y gibi ayırır.” olarak açıklamıştır.

Bununla birlikte öğretim öncesi 4 (%0,8) ve öğretim sonrası 46 (%9,4) öğrenci, “Bronşlar akciğerlerin baş kısmındadır...”, “Soluk borusunun ikiye ayrıldığı yer.”, “Soluk borusu akciğere girerken ikiye ayrılarak bronşları oluşturur.” gibi benzer açıklamalar yaparak bronşların konumundan bahsetmiştir. Öğretim sonrası bazı öğrenciler ise bronşlar hakkında “Akciğerin içinde dallara ayrılır.”, “Sağ ve sol akciğere gitmek üzere iki tanedir...”, “Bronşlar dallara ayrılarak bronşçukları meydana getirir.” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Bronşlar hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Akciğerin içyapısında bulunur.*
- *Akciğerlerdeki damarlar küçük dallara ayrılır. Bunlara bronşlar denir.*
- *Oksijeni içine çeker.*
- *Havayı diyaframa yaklaştırır.*

Genel olarak bakıldığında bu öğrencilerin akciğerlerin içyapısı, solunum yolu ve mekanizması hakkında istenilen düzeyde öğrenme gerçekleştirmediklerinden ötürü bronşların görevleri ile ilgili alternatif düşünceler ürettikleri söylenebilir.

4.3.1.6. Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Açıklamaları

Solunum sisteminin ana organı olan akciğerlerin yapısında kılcaldamarlar ile gaz alış verişini gerçekleştiren küçük boyuttaki hava kesecikleri (alveoller) bulunmaktadır. Öğrencilerin akciğerler ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14: Öğrencilerin Akciğerler ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Hava alıp vermeyi sağlar.	201	41,9	149	30,4
	Havayı (akciğerlerdeki) temizler.	53	11	88	18
	Havayı (kana) iletir.	24	5	34	6,9
	Havayı süzer.	22	4,6	20	4,1
	Havayı dönüştürür.	20	4,2	14	2,9
	Kanı temizler.	10	2,1	18	3,7
	Havayı depolar.	13	2,7	15	3,1
	Havayı çeker.	21	4,4	5	1
	Havayı pompalar.	3	0,6	4	0,8
	Havayı üretir.	4	0,8	1	0,2
	Havayı tazeler.	-	-	2	0,4
Yapı	Süngerimsi	5	1	10	2
	Plevra zarı/sıvısı	3	0,6	9	1,8
	Alveoller	2	0,4	13	2,7
	Bronşçuklar	-	-	6	1,2
Konum		-	-	-	-
Diğer		58	12,1	85	17,3
Alternatif		25	5,2	30	6,1
Anlamsız		3	0,6	3	0,6

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk); “hava alıp vermeyi sağlar.” kodu ise “hava almayı/vermeyi sağlar.” anlamında da kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 201 (%41,9) ve öğretim sonrası 149 (%30,4) öğrenci, “*Nefes almamıza yarayan organdır.*”, “*Soluk vermemizi sağlar.*”, “*Oksijen alıp vermeyi sağlar.*”, “*Nefes alıp vermemizi sağlar.*”, “*Temiz havayı alır, kirli havayı verir.*”, “*Pis havayı alıp temiz havayı verir.*”, “*Oksijen ve karbondioksit alış verişi yapar.*”, “*Oksijen alıp karbondioksit verir.*”, “*Oksijen yani temiz havayı alır.*”, “*Pis havayı dışarı atar.*”, “*Karbondioksiti atmamızı sağlar.*”, “*Akciğerler havayı alıp bizim için zararlı olan karbondioksit gazını verir.*” gibi benzer açıklamalar ile solunum sisteminin ana organı olan akciğerlerin görevini “hava alıp vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Ancak bu tür açıklamalarda, hava alış verişinin vücuttaki hangi yapılar arasında gerçekleştiği, pis/kirli havanın veya karbondioksit gazının kaynağı ve nasıl oluştuğu belirtilmemiştir. Bu öğrencilerden bazılarının soluk alıp verme olayı ve amacı hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olmadıkları veya öğretim sürecinde istenilen

düzeyde öğrenme gerçekleştiremedikleri dolayısıyla akciğerlerin dahası solunum sisteminin görevleri hakkında yüzeysel düşünmeye devam ettikleri söylenebilir.

Öğretim öncesi 53 (%11) ve öğretim sonrası 88 (%18) öğrenci, *“Havanın içindeki karbondioksitleri temizler.”*, *“Aldığımız havayı temizler ve dışarı atar.”*, *“Aldığımız nefesi temizler. Geriye kalan zararlı maddeleri soluk borusuna gönderir. Oradan da vücudumuzdan dışarı çıkar.”*, *“Havayı temizleyip diğer organlara gitmesini sağlar.”*, *“Aldığımız nefesin içindeki mikropları ayırarak yollar.”*, *“Havanın gelip temizlendikten sonra vücuda dağıldığı yerdir.”*, *“Havayı kılcaldamarlar sayesinde temizleyip geri gönderir.”*, *“Havayı içindeki alveoller sayesinde temizler.”*, *“Pis havayı yani karbondioksiti temizler.”*, *“Oksijeni temizleyip karbondioksiti atar.”*, *“Kirli havayı temizler.”*, *“Oksijeni alır kirli havayı temizler.”*, *“Havayı temizler, oksijeni alır, karbondioksiti verir.”* gibi benzer açıklamalar yaparak akciğerlerin görevini “havayı temizler.” şeklinde ifade etmiştir.

Bununla birlikte öğretim öncesi 22 (%4,6) ve öğretim sonrası 20 (%4,1) öğrenci, *“Karbondioksit ve oksijeni birbirinden ayırır.”*, *“Nefesimizin arındığı bölümdür.”*, *“Aldığımız nefesteki zararlı maddeleri (karbondioksit, vb.) süzer.”*, *“Aldığımız oksijenin içindeki pis havayı karbondioksiti ayırır. Temiz havayı kana, kirli havayı da geri gönderir.”*, *“Karbondioksiti ve oksijeni ayırır. Karbondioksiti soluk borusu ve burun yoluyla dışarı vermemizi sağlar. Oksijeni ise vücudumuzda tutar.”*, *“Havayı süzüp kana karışmasını sağlar. Karbondioksiti geri verir.”*, *“Havanın içindeki oksijeni ayırıp kalbe verir.”*, *“Kirli havayla temiz havayı ayırır. Oksijeni vücuda karbondioksiti dışarı almayı kolaylaştırır.”*, *“Soluk borusundan gelen havayı ayırır ve kalbe yollar.”* gibi benzer açıklamalar yaparak akciğerlerin görevini “havayı süzer.” şeklinde belirtmiştir. Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bu öğrencilerin akciğerlere, “oksijenin vücut içine alınmasını sağlayan; ancak karbondioksitin vücut içine geçişine izin vermeyen”, hücre zarı gibi seçici-geçirgen özellik yükledikleri (alternatif düşünceler içeren fonksiyonel analogi) dolayısıyla kılcaldamarlardan dışarı atılan karbondioksit gazının kaynağını atmosfer ile ilişkilendirerek hücresel solunum olayını bilişsel yapılarındaki solunum sistemi kavramıyla bağlantılı hale getiremedikleri buna ek olarak solunum sistemi konusu hakkında derinlemesine öğrenme sağlamadıkları düşünülebilir.

Bu öğrencilerin, böbreklerin kanı süzdüğü gibi akciğerlerin de havayı süzdüğü şeklinde kendilerine ait bir analogi oluşturdukları saptanmıştır. Nitekim ilköğretim 5.

sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Vücudumuz Bilmecesini Çözelim” ünitesinde yer alan “Boşaltım Nasıl Olur?” adlı konuda böbreklerin görevi hakkında “Vücudumuzdaki kan, böbreklerimizde süzülerek zararlı maddelerden arındırılır...” şeklinde bir açıklama yer almaktadır. Devamında ise “... Vücudumuzdan atılması gereken zararlı maddeler ve fazla su idrara dönüştürülür...” diye başka bir açıklama bulunmaktadır (MEB, 2009e). Bu açıklamada kullanılan “dönüştürmek” eyleminin öğrenciler tarafından farklı şekilde anlamlandırılarak akciğerlere transfer/adapte edildiği (uyarlandığı) düşünülebilir.

Bu doğrultuda akciğerlerin göreviyle ilgili olarak, “havanın bileşenlerini birbirine dönüştürür” fikrini ileri süren öğretim öncesi 20 (%4,2) ve öğretim sonrası 14 (%2,9) öğrencidir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “Oksijeni karbondioksit'e çevirir.”, “Kanı depolar ve karbondioksiti oksijene çevirir.”, “Havanın oksijen şeklinde girip vücudumuzda kullanıldıktan sonra karbondioksit'e dönüştürür.”, “Oksijenin karbondioksit'e dönüştüğü yer ve havayı geri gönderen yer.”, “Oksijeni kullanarak karbondioksit elde eder.”, “Havayı vücudumuz için yararlı hale getirir.”, “Soluk borusundan gelen havayı karbondioksit'e dönüştürür.”, “Aldığımız oksijeni karbondioksit yapıp dışarı atar.”, “Temiz havayı alır ve kirli havaya dönüştürüp geri gönderir.”, “Kirli havayı temiz havaya çevirir.”, “Dışarıdan aldığımız kötü havayı temiz şekilde dışarı vermemizi sağlar.”

İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında hücresel solunum olayının amacı aşağıdaki gibi kısmen de olsa anlatılmaktadır (MEB, 2009b).

Hayatımızı devam ettirmemiz için enerjiye ihtiyacımız vardır. İhtiyacımız olan enerjiyi besinlerden elde etmek için oksijen gerekir. Enerjiyi besinlerden elde ettikten sonra karbondioksit açığa çıkar. İşte günde defalarca soluk alıp vererek dış ortamdan oksijen alır ve dış ortama karbondioksit veririz. Böylece vücudumuz canlılığını devam ettirebilir.

Yukarıdaki açıklamada, oksijenin neden gerekli olduğu ve karbondioksitin nasıl açığa çıktığı anlatılmasına karşın bu olayın nerede gerçekleştiği belirtilmemiştir. Bu nedenle akciğerlerin görevini, “oksijeni karbondioksit'e dönüştürür.” şeklinde açıklayan öğrencilerin hücresel solunum olayı için gerekenleri eksik bir şekilde (besini dâhil etmeden) ifade ettikleri ve sonuçta hücresel solunum olayının akciğerlerde gerçekleştiğini düşündükleri söylenebilir.

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Solunum Sistemi” konusunda, oksijen ile karbondioksit arasındaki ilişkiye dair açıklama şöyledir:

“Aldığınız temiz hava vücudunuzdan kirlenmiş olarak dışarı çıkmaktadır. Soluk alırken vücuda alınan oksijen soluk verirken yerini karbondioksit bırakmaktadır.” (MEB, 2012a, s. 170).

Yukarıdaki açıklamada, temiz havanın vücutta kirlendiği devamında ise temiz hava olarak nitelendirilen oksijenin vücutta kirlendikten sonra karbondioksit dönüştüğü şeklinde bir anlatım mevcuttur. Bu tür nedenlerden dolayı öğretim sonrası bazı öğrencilerin, solunum sistemini hücrel solunum olayı ile ilişkilendirmeden zihinlerinde yapılandırdıkları ve sonuçta solunum sistemi hakkında çeşitli alternatif düşünceler ürettikleri düşünülebilir.

Bununla birlikte öğretim öncesi 4 (%0,8) ve öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci, “*Temiz hava üretir.*”, “*Akciğerlerde nefes üretiliyor.*”, “*Akciğer oksijen üretiyor.*” gibi benzer açıklamalar ile akciğerlerin görevini “havayı üretir.” şeklinde belirtmiştir. Sadece öğretim sonrası 2 (%0,5) öğrenci, “*Nefesi tazeler.*”, “*Havayı yeniler.*” gibi açıklamalar yaparak akciğerlerin görevini “havayı tazeler.” şeklinde ifade etmiştir.

Akciğerlerin görevini, “havayı temizler/süzer/dönüştürür/üretir/tazeler.” olarak belirten öğrencilerden bir kısmının akciğerlerdeki gaz değişimini ve oksijenin vücuttaki görevini bilmedikleri; başka bir kısmının ise akciğerleri, vücudun hava temizleme cihazı olarak niteledikleri yani havanın akciğerler tarafından filtrelendiğini düşündükleri söylenebilir. Ayrıca soluk verme sırasında akciğerlerden dışarı atılan karbondioksiti, alınan havadaki (atmosferde bulunan) karbondioksit olarak niteledikleri ve hücrel solunum sonucunda açığa çıkan atık maddeyi (karbondioksiti), soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirmedikleri düşünülebilir. Sonuç olarak bu öğrencilerin soluk alıp verme olayını, akciğerlerde gerçekleşen gaz değişimi (organizma düzeyinde solunum) şeklinde sınırlandırarak akciğerlerdeki gaz değişiminin amacını (hücrel solunum ile ilişkilendirilmesi gereken) ve bu doğrultuda solunum sisteminin önemini kavrayamadıkları anlaşılmaktadır.

Kao (2007), ortaokul 7, 8 ve 9. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada, öğrencilerin büyük bir kısmının, solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini açıklarken “temiz/pis/kirli hava” kavramlarını kullandıklarını belirtmiştir. Ayrıca bazılarının, “oksijeni, temiz hava; karbondioksiti, pis/kirli hava” şeklinde nitelendirerek, metafor kullandıklarını saptamıştır.

Akciğerlerin görevini “havayı temizler.” şeklinde açıklayan öğrencilerin, soluk alma sırasında akciğerlere gelen oksijen gazının, özelliği nedeniyle, akciğerlerdeki havayı temizlediğini düşündükleri söylenebilir.

İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi ders kitabındaki “Benim Eşsiz Yuvam” temasında yer alan “Organlarım Görev Başında” adlı konuda akciğerlerin görevi, “Biz akciğerleriz. Görevimiz nefes alıp vermeni sağlamak. Ağız ve burnundan geçen hava bize gelir. Biz de havayla kanı temizleyerek kalbe göndeririz...” şeklinde açıklanmaktadır (MEB, 2013a). Bununla birlikte kalbin görev tanımında, “...Akciğerlerin temizlediği kan bana gelir. Ben de kanın damarlar içinde bütün vücudu dolaşması için pompa gibi çalışırım. Vücutta kirlenen kanı temizlemesi için tekrar akciğerlere gönderirim...” şeklinde, akciğerlerin görevini onaylar nitelikte, benzer açıklamalar yapılmıştır (MEB, 2013a). Bu bağlamda öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 18 (%3,7) öğrenci, akciğerlerin (hava sayesinde) “kanı temizlediğini” ifade etmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: *“Havayı alıp kanı temizleyen organ.”*, *“Kanı temizler.”*, *“Kirli kanı temizler.”*, *“Pis kanı temizler.”*, *“Soluğu vücuda dağıtır ve kanı temizler.”*, *“Kirli kanı hava yoluyla temizler.”*, *“Havayı kullanarak kanı temizler.”*, *“Kanı temizlemeye yardımcı oluyor.”* Yukarıdaki açıklamalara bakıldığında bu öğrencilerin soluk alıp verme olayının amacını “kanı (havayla) temizlemek.” şeklinde anladıkları gözükmektedir. Nitekim fen alanyazınında mecaz anlamda kullanılan “temiz/kirli kan” kavramlarının ve “temizlemek” fiilinin öğrencilerin bilişsel yapılarında hangi anlamlara geldiği ve hangi kavramlar ile ilişkilendirildiği kesitsel bir çalışma (cross-sectional study) ile ortaya çıkarılabilir.

Akciğerlerin “havayı depoladığı” düşüncesi, *“Oksijeni depolayan yerdir.”*, *“Oksijeni depolar ve geriye karbonhidratı bırakır.”*, *“Akciğerde oksijen depolanır ve soluk borusundan geçer, burundan çıkar.”*, *“Havayı depo eder.”*, *“Nefesimiz akciğere iner orada depolanıp tekrar yukarı çıkar.”*, *“Havayı depolar. Karbondioksit ve oksijeni dışarı atar.”*, *“Havadaki maddelerin kana geçtiği ve havanın depolandığı yerdir.”*, *“Havayı depolar, kana iletir.”*, *“Temiz havayı depolar, dışarı karbondioksit salgılar.”* gibi benzer açıklamalar ile öğretim öncesi 13 (%2,7) ve öğretim sonrası 15 (%3,1) öğrenci tarafından belirtilmiştir. Bu öğrencilerin, midenin besinleri depoladığı gibi akciğerlerin de havayı depoladığı şeklinde kendilerine ait bir analogi oluşturdukları gözükmektedir. Ancak havanın akciğerlerde depolanmasını,

gerçekleşmesi uzun bir sürece (besinlerin midede depolanması) benzettikleri söylenebilir.

Hava, soluk alınca öncelikle solunum yolunda ilerlemekte daha sonra kan dolaşımına geçerek vücuttaki hücrelere kadar ulaşmaktadır. Kısacası havanın dolaşımı, solunum yolu/kanalı (vücut dışı) ve kan (vücut içi) olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla bu öğrencilerin akciğerlerde gerçekleşen gaz değişimi olayını dolaşım sistemi ile ilişkilendirmedikleri yani havanın dolaşımını sadece solunum kanalında izlediği yolla sınırlandırdıkları söylenebilir.

Bunun yanı sıra öğretim öncesi 21 (%4,4) ve öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, akciğerlerin “havayı içine çektiğini” belirtmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “Nefesi içine çeker. Oksijeni alır, karbondioksiti geri atar.”, “Akciğerler soluk borusu ile aldığı havayı içine çeker ve pis hava olan karbondioksiti dışarı yollar.”, “Oksijeni içine çeker, karbondioksiti dışarı atar.”, “Oksijeni kendine çeker, karbondioksiti verir.” Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda bu öğrencilerin, akciğerlerin içine hava dolmasını sağlayan ve hacim-basınç ilişkisine göre çalışan solunum mekanizmasını (diyafram ve kaburga kasları) tam anlamadıkları gözükmektedir.

Kılcaldamarlar ile alveoller arasındaki gaz alış verişinin (difüzyon) nasıl gerçekleştiği ilköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programında yer almamaktadır. Buna karşın öğretim öncesi iki öğrenci alveoller ile kılcaldamarlar arasında gerçekleşen gaz değişimi olayını, akciğerlerin yapısını (alveoller) da ekleyerek, “Sünger gibi havayı içine çeker.”, “Oksijeni alır ve süngerimsi yapısıyla emer...” açıklamalarıyla ifade etmeye çalışmışlardır. Bu iki öğrencinin akciğerlerdeki gaz değişiminin nasıl gerçekleştiğini, günlük yaşam deneyimleri sonucunda kazandıkları bilgilerle anlamlandırmaya çalıştıkları gözükmektedir. Bilim insanları, Higgs alanı, elektrik enerjisinin iletimi gibi halkın anlamakta güçlük çektiği karmaşık konuları modeller, analogiler gibi birtakım bilgi aktarım araçlarını kullanarak basitleştirmektedirler. Öğrencilerin bilişsel yapılarının da dış dünyadaki durumları anlamak ve problemleri çözmek için kavram depolarındaki hedef sisteme benzer özellikteki kavramları seçerek, analogiler ürettikleri anlaşılmaktadır.

Kalbin kanı pompaladığı gibi akciğerlerin de “havayı pompaladığını” ifade eden öğretim öncesi 3 (%0,6) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “Nefesimizi

pompalar.”, “*Temiz havayı pompalar.*”, “*...Oksijeni kana pompalayarak kandaki karbondioksiti dışarı atar.*”, “*Havanın pompalanmasını sağlar.*”, “*Havayı pompalar ve bronşlara iletir.*”, “*Aldığımız hava akciğerde pompalanır.*” gibi benzer açıklamalar yapmıştır. Sonuçta bazı öğrencilerin, vücuttaki diğer organların görevlerini akciğerlere uyarladıkları ayrıca vücuttaki sistemlerin veya organların çalışma prensiplerinin ve görevlerinin birbirinden farklı olduğunu ayırt edemedikleri söylenebilir.

Öğretim öncesi 24 (%5) ve öğretim sonrası 34 (%6,9) öğrenci, akciğerlerin görevini “havayı (kana) iletir.” şeklinde açıklamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Oksijeni kana verir, kandaki karbondioksiti dışarı verir.*”, “*Soluğun içindeki oksijeni kana karıştırır.*”, “*Oksijeni damarlara taşır ve karbondioksit olarak dışarı verir.*”, “*Havanın kana geçmesini sağlar.*”, “*Kirli kanı oksijen bakımından zenginleştirir.*”, “*Oksijence fakir kana oksijen vererek, oksijence zenginleşmesini sağlar.*”, “*Kan ile hava arasında gaz değişimini sağlar.*”, “*Havada olan oksijeni kana karıştırır.*”, “*Oksijeni damarlara gönderir ve kanla tüm vücuda yayılır.*” Yukarıdaki açıklamalara bakıldığında bazı öğrencilerin gaz değişimi olayını, sadece “oksijenin kana iletimi” olarak kısmen belirttikleri gözükmemektedir.

Bazı öğrencilerin açıklamalarında akciğerlerin yapısından bahsettikleri görülmüştür. Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 10 (%2) öğrenci, akciğerler ile ilgili “*Havanın içine dolduğu süngerlerdir.*”, “*Nefesi süngerimsi yapısı ile içine alır.*”, “*Pembe ve süngerimsidir...*” gibi benzer açıklamalar yaparak akciğerlerin süngerimsi yapıya sahip olduğunu belirtmiştir. Öğretim öncesi 3 (%0,6) ve öğretim sonrası 9 (%1,8) öğrenci, akciğerler ile ilgili “*Plevra zarı ve sıvısı kaygan bir ortam oluşturarak soluk alıp vermemizi sağlar.*”, “*... Akciğer plevra adı verilen bir zarla kaplıdır.*”, “*Plevra denilen kaygan bir sıvı üretir.*”, “*... İçerisinde plevra adı verilen sıvı vardır.*” gibi benzer açıklamalar yaparak plevra zarı ve/veya sıvısından bahsetmiştir. Ayrıca öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 13 (%2,7) öğrenci, alveollerden; sadece öğretim sonrası 6 (%1,2) öğrenci, bronşçuklardan bahsederek akciğerlerin içyapısı hakkında bilgi vermiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Alveollerin ve bronşçukların bulunduğu yapıdır.*”, “*Havayı içindeki alveollere alır.*”, “*... İçinde hava keseleri bulunur. Bunlara alveol denir.*”, “*... Alveoller bunun içindedir...*”, “*... Yapısı alveollerden oluşmuştur.*”, “*... İçinde bronşçuk, bronş ve alveoller vardır.*”

Bazı öğrenciler ise akciğerler hakkında “Sağ ve sol olmak üzere iki tanedir.”, “... Nefes aldığımızda akciğerler şişer.”, “Nefes alırken şişer, nefes verirken iner.”, “Solunum sisteminin ana organıdır.”, “Oksijence bol hava oraya dolar.”, “Akciğerde temiz hava bulunur.”, “... Sol akciğer, sağ akciğere göre daha küçüktür...” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Akciğerler hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Akciğer nefes alıp verirken kötü kanı kalbe iletir ve kalp pompalayarak temizler.*
- *Oksijeni hücrelere gönderir.*
- *Havanın en son geldiği kısımdır.*
- *Havayı vücudumuza uygun hale getirir.*
- *Nefes alırken karbondioksit almaz oksijen alır ve oksijen verir.*
- *Havayı temizler ve diyaframa gönderir.*
- *Nefes alıp vermeyi kontrol eder.*
- *Solunum burada biter.*
- *Kasılıp gevşeyen yer.*
- *Havanın kullanıldığı merkezdir.*
- *Havayı süzer ve kana dönüştürür.*
- *Oksijenin tüm vücuda yayılmasını ve karbondioksiti diğer organlarla dışarı atar.*
- *Havanın tamamen temizlenmesini ve kalbe yollanmasını sağlar.*

4.3.1.7. Öğrencilerin Bronşçuklar ile ilgili Açıklamaları

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabında, bronşların dallanmasıyla oluşan tüm hava kanalları (alveollere kadar) yapıları dikkate alınmadan sadece bronşçuk olarak basit bir şekilde adlandırılmaktadır. Öğrencilerin bronşçuklar ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15: Öğrencilerin Bronşçuklar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	2	0,4	43	8,8
	Havayı (kana) iletir.	-	-	7	1,4
	Kanı (havayla) temizler.	-	-	4	0,8
	Havayı kirletir.	-	-	1	0,2
	Havayı temizler.	-	-	1	0,2
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	26	5,3
Diğer		-	-	14	2,9
Alternatif		-	-	16	3,3
Anlamsız		-	-	4	0,8

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 43 (%8,8) öğrenci, “*Havayı akciğerlere taşırlar.*”, “*Bronştan gelen havayı alveollere iletir.*”, “*Havayı alveollere iletir.*”, “*Bronşçuklar alveollere kirli havayı indirir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak bronşçukların görevini “havayı (yapıya/organa) iletir.” şeklinde ifade etmiştir.

Sadece öğretim sonrası 7 (%1,4) öğrenci, bronşçuklar ile ilgili “*Bronşçuklar kılcaldamarlarla hava alış verişi yapar.*”, “*Havayı tutar sonra kılcaldamarlara getirir, kan dolaşımı başlar.*”, “*Havayı içine doldurur ve kılcaldamarlara gönderir.*”, “*Havayı kanımıza iletir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak bronşçukların görevini “havayı (kana) iletir.” şeklinde belirtmiştir. Öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “*Pis kanı temizler.*”, “*Kirli kanı havayla temizler.*”, “*Kirli kanın temizlendiği yerdir.*”, “*Kanın temizlenmesini sağlıyor.*” açıklamalarıyla bronşçukların görevini “kanı (havayla) temizler.” şeklinde belirtmiştir. Bunun yanı sıra öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci, “*Havanın kirlenip (karbondioksit dönüşüp) tekrar geri gitmesini sağlar.*” açıklamasını yaparak bronşçukların görevini “havayı kirletir.” şeklinde belirtmiştir. Başka bir öğrenci ise “*Havanın temizlenmesini sağlar.*” açıklamasını yaparak bronşçukların görevini “havayı temizler.” şeklinde ifade etmiştir.

Yukarıdaki açıklamalara genel olarak bakıldığında öğrencilerin bronşçuklar ile alveolleri birbiriyle karıştırdıklarından ötürü alveollerin görevini bronşçuklara

yükledikleri anlaşılmaktadır. Üstelik bu öğrencilerden bazılarının, alveol olarak niteledikleri, bronşçukların görevi hakkında alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır.

Bununla birlikte sadece öğretim sonrası 26 (%24,3) öğrenci, bronşçukların konumu hakkında bilgi vermiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: *“Akciğerlerin içindedir.”*, *“Akciğerlerde bulunur.”*, *“Akciğerin içindedir. Havayı alveollere iletir...”*, *“Bronşların akciğerlerin içinde dallanmasıyla oluşur.”*

Bazı öğrenciler ise bronşçuklar hakkında *“Küçük ince bir borudur...”*, *“Bronşlar dallara ayrılır. Bu dallara bronşçuk adı verilir...”*, *“Bronşların uzantılarıdır...”*, *“Alveolleri tutar.”*, *“Alveollere hava götüren kanal.”* şeklinde çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Yukarıdaki açıklamalara genel olarak bakıldığında öğrencilerin, akciğerlerin içyapısındaki birimleri birbiriyle karıştırdıklarından ötürü yanlış adlandırdıkları (alveolü, bronşçuk olarak) dahası alveollerin görevi hakkında alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır.

Öğrencilerden bazılarının akciğerlerin içyapısındaki birimler (bronşçuk ile alveol) arasında kavram kargaşası yaşadıkları gözükmemektedir. Öğrenilecek konunun zihinde eksik yapılandırılması ve kavramların bütüncül bir yapı oluşturacak şekilde ilişkilendirilmemesi, kavramlar arasındaki benzerlik ve farklılıkların dikkate alınmaması; öğrencilerdeki kavram kargaşasının oluşumuna ait nedenler arasında gösterilebilir. Bu doğrultuda öğrencilerden bazılarının bronşçuklar hakkındaki alternatif açıklamaları aşağıdaki gibidir:

- *Oksijeni vücuda dağıtır.*
- *Akciğerin içinde olan en küçük şeydir.*
- *Havayı diyaframla beraber geri verir.*
- *Nal şeklinde kesecikler halindedir.*
- *Bronşçuklar, akciğerlerin hava kesecikleridir.*
- *Akciğerde bulunan taneciktir.*

4.3.1.8. Öğrencilerin Alveoller ile ilgili Açıklamaları

Akciğerlerdeki gaz değişiminin neredeyse tamamı alveollerde gerçekleşmektedir. Alveoller; esnek, tek katlı ve yarı-geçirgen bir yapıya sahiptir.

Öğrencilerin alveoller ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16: Öğrencilerin Alveoller ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Gaz alış verişini sağlar.	-	-	18	3,7
	Havayı (kana) iletir.	-	-	9	1,8
	Havayı (alveoldeki) temizler.	-	-	4	0,8
	Kanı temizler.	-	-	1	0,2
	Havayı ($O_2 \rightarrow CO_2$) dönüştürür.	-	-	1	0,2
Yapı	Çok ince	-	-	1	0,2
Konum		-	-	5	1
Diğer		-	-	12	2,4
Alternatif		-	-	15	3,1
Anlamsız		-	-	1	0,2

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi hiçbir öğrenci alveollerden bahsetmemiştir. Öğretim sonrası 18 (%3,7) öğrenci, alveoller hakkında “Gaz alış verişini sağlar.”, “Oksijen ve karbondioksit alış verişini sağlar.”, “Etrafındaki kılcaldamarlarla karbondioksiti ve oksijeni yer değiştirir.”, “Oksijeni kana, kandaki karbondioksiti akciğere yollar.”, “Kılcaldamarlarla gaz alış verişini yapar.”, “Kılcaldamarlar ile arasında gaz alış verişini meydana gelir.” gibi benzer açıklamalar yaparak alveollerin görevini “gaz alış verişini sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Öğretim sonrası 9 (%1,8) öğrenci, “Oksijenin kana karışmasını sağlar.”, “Havayı kana karıştırır.”, “Havayı kılcaldamarlara aktarır.”, “İçine gazı alır ve onun kana geçmesini sağlar.”, “Kana oksijen verir.” gibi benzer açıklamalar yaparak alveollerin görevini “havayı (kana) iletir.” şeklinde ifade etmiştir. Ancak bu öğrencilerin alveoller ile kılcaldamarlar arasında gerçekleşen gaz alış verişini kısmen (sadece alveollerden kılcaldamarlara oksijen/hava geçişi) belirttikleri gözükmemektedir.

Bununla birlikte öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “Kirli havayı temizler.”, “Alveoller havayı temizler.”, “Akciğere gelen gaz alveollere gelerek kılcaldamarlarla

birlikte havayı temizler.” gibi benzer açıklamalar ile alveollerin görevini “havayı (alveoldeki) temizler.” şeklinde belirtmiştir. Öğretim öncesi 1 (0,2) öğrenci, “*Alveollerde hava kirlenir. Gelen kan temizlenir.*” açıklamasını yaparak alveollerin görevini “kanı temizler.” şeklinde belirtmiştir. Başka bir öğrenci ise “*Havayı karbondioksit'e dönüştürür.*” açıklamasıyla alveollerin görevini “havayı dönüştürür.” şeklinde ifade etmiştir.

Sadece öğretim sonrası bir öğrenci akciğerler ile ilgili “*Çok ince olan alveoller bulunur.*” açıklamasını yaparak alveollerin yapısından bahsetmiştir. Ayrıca öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, “*Bronşçukların uçlarında bulunur.*”, “*Bronşların ucundaki hava kesecikleridir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak alveollerin konumunu belirtmiştir.

Bazı öğrenciler ise alveoller ile ilgili “*Üzüm salkımı gibi olan yapılardır.*”, “*Hava kesecikleridir.*”, “*Soluğu akciğerin içine dağıtır.*”, “*İçinde hava vardır.*”, “*Küçük hava keseleridir...*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Alveoller hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Kan veya oksijen alış veriş*
- *Temiz ve kirli kanın yer değiştirdiği yer.*
- *Temizlenen hava kirlenir.*
- *Oksijen burada kullanılır.*
- *Havayı besine dönüştürür.*
- *İçerisinde hava ve besin bulunur.*
- *Havadaki oksijen miktarını artırmaya yarar.*
- *Oksijen ve karbondioksitin yapıldığı yerdir.*

Yukarıdaki açıklamalar sırasıyla incelendiğinde bu öğrencilerin, alveoller ile damarlar arasında gerçekleşen madde değişimi hakkında kavram kargaşası yaşadıkları; enerji metabolizması ve madde sentezi hakkında alternatif düşüncelere sahip oldukları anlaşılmaktadır.

4.3.1.9. Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Açıklamaları

Solunum mekanizmasının temel kısmını oluşturan diyafram, kas-kiriş karışımı bir organdır. Öğrencilerin diyafram ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17: Öğrencilerin Diyafram ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Hava alıp vermeyi sağlar.	10	2,1	47	9,6
	Göğüs boşluğunu genişletir/daraltır.	1	0,2	3	0,6
	Akciğerlerin kasılıp gevşemesini sağlar.	-	-	5	1
Yapı	Kasılır/Gevşer.	10	2,1	43	8,8
	Şişer/İner.	7	1,5	5	1
	Düzleşir/Kubbeleşir.	-	-	11	2,2
	Genişler/Daralır.	2	0,4	6	1,2
	Kastır.	-	-	3	0,6
Konum		-	-	-	-
Diğer		4	0,8	18	3,7
Alternatif		7	1,5	10	2
Anlamsız		-	-	1	0,2

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk); “hava alıp vermeyi sağlar.” kodu ise “hava almayı/vermeyi sağlar.” anlamında da kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 47 (%9,6) öğrenci, “*Havayı alıp vermemizi sağlar.*”, “*Nefes alıp vermemizi sağlar.*”, “*Soluk alıp vermemize yardımcı olur.*”, “*Kasılıp gevşeyerek nefes alıp vermemize yardımcı olur.*”, “*Nefes alıp verirken şişip iner ve rahat nefes almamızı sağlar.*” gibi benzer açıklamalar yaparak diyaframın görevini “hava alıp vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Öğretim öncesi 1 (%0,2) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci, “*Boşluk yaratır.*”, “*Soluk aldığımızda göğsümüzde boşluk oluşturur. Verince de göğsümüz daralır.*”, “*Nefes alırken göğüs kafesi büyüyor nefes verirken göğüs kafesi küçülüyor.*”, “*... Kasılıp gevşeyerek göğüs boşluğunu genişletir.*” gibi benzer açıklamalar ile diyaframın görevini “göğüs boşluğunu genişletir/daraltır.” şeklinde ifade etmiştir. Bununla birlikte sadece öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, diyaframın

görevini “akciğerlerin kasılıp gevşemesini sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Akciğerin kasılıp gevşemesini sağlar.*”, “*Akciğerin kasılıp gevşemesine yardımcı olur.*”, “*Akciğerlerin daha kolay kasılıp gevşemesini sağlar.*”

Bazı öğrencilerin açıklamalarında diyaframın dış yapısından bahsettikleri görülmüştür. Bu öğrencilerin bir kısmı soluk alıp verme sırasında diyaframın biçiminde meydana gelen değişimi ifade etmiştir. Bununla ilgili olarak öğretim öncesi 10 (%2,1) ve öğretim sonrası 43 (%8,8) öğrenci, diyaframın “kasıldığını/gevşediğini”; sadece öğretim sonrası 11 (%2,2) öğrenci, diyaframın “düzleştiğini/kubbeleştiğini” belirtmiştir. Bu öğrencilerin diğer bir kısmı ise soluk alıp verme sırasında diyaframın hacminde değişim meydana geldiğini ifade etmiştir. Bu bağlamda öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 5 (%1) öğrenci, diyaframın “şiştiğini/indiğini”; öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 6 (%1,2) öğrenci, diyaframın “genişlediğini/daraldığını” belirtmiştir. Yukarıdaki sonuçları içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır: “*Soluk aldığımızda kasılır, soluk verdiğimizde gevşer.*”, “*Soluk alınca düzleşir, verince kubbeleşir.*”, “*Nefes alınca şişer, nefes verince iner.*”, “*Nefes alıp verirken genişler ve daralır.*”

Soluk alıp verme sırasında diyaframın hacminin değiştiğini düşünen öğrencilerin, diyaframın içine hava dolduğu düşüncesine sahip oldukları söylenebilir. Nitekim soluk alma sırasında diyaframın içine hava dolduğu düşüncesi, Kurt ve diğerlerinin (2013a) üniversite öğrencileri (biyoloji öğretmenliğinde okuyan) ile gerçekleştirdikleri çalışmada da saptanmıştır. Bununla birlikte sadece öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci, “*Diyafram bir kastır.*” gibi benzer açıklamalar ile diyaframın yapısal özelliğinden bahsetmiştir.

Bazı öğrenciler ise diyafram ile ilgili “*Nefes organımız.*”, “*Kubbe biçiminde bir kastır...*”, “*Akciğere ortamı hazırlar.*”, “*... Diyaframdan nefes alırsak daha uzun ses çıkarabiliriz.*”, “*Karnımızın olduğu kısmı genişletir.*”, “*Soluk alınca şekil değiştirir.*”, “*Göğüs kasları ile aynı oranda çalışan organdır.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

Diyafram hakkında alternatif düşünceler içeren öğrenci açıklamalarından bazıları şunlardır:

- *Diyaframdan doğru soluk borusuna hava gider.*

- *Akciğerdeki hava diyaframa geliyor.*
- *Diyafram kası, soluğu kana taşır.*
- *Pislenen havayı yeniler.*
- *Diyaframda nefesimiz temizlenir.*
- *Oksijen karbondioksit olarak atılır.*
- *Koşarken yürürken şişer.*
- *Yürüdüğümüzde koştuğumuzda çalışır.*
- *Midenin açılıp kapanmasını sağlar.*
- *Nefes alıp almadığımızı kontrol eder.*
- *Nefes aldığımızda gevşer, verdiğimizde kasılır.*
- *Solunum sistemi organı değildir...*

Yukarıdaki açıklamalar incelendiğinde öğrencilerden bazılarının, diyaframın anatomik yapısını yanlış öğrenmeleri sonucunda, diyaframın görevi hakkında alternatif düşünceler ürettikleri anlaşılmaktadır.

4.3.2. Öğrencilerin Sindirim Sistemi Organları ile ilgili Açıklamaları

4.3.2.1. Öğrencilerin Ağız ile ilgili Açıklamaları

Sindirim sisteminin başlangıcı olan ağız, yutak aracılığıyla solunum sistemi ile bağlantılı hale gelmektedir. Önceki açıklamalarda da belirtildiği gibi öğrencilerin, günlük yaşam deneyimleri sonucunda kazandıkları ve öğretim sürecinde edindikleri bilgilerle, ağzın görevini soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirdikleri söylenebilir. Öğrencilerin ağız ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18: Öğrencilerin Ağız ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Hava almayı sağlar.	38	7,9	19	3,9
	Hava vermeyi sağlar.	170	35,4	84	17,1
	Hava alıp vermeyi sağlar.	62	12,9	10	2
	Beslenmeyi sağlar.	28	5,8	11	2,2
	Tat almayı sağlar.	9	1,9	4	0,8
	Çiğnemeyi sağlar.	5	1	4	0,8
	Konuşmayı sağlar.	5	1	3	0,6
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		44	9,2	20	4,1
Alternatif		-	-	-	-
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 38 (%7,9) ve öğretim sonrası 19 (%3,9) öğrenci, ağız ile ilgili “Soluk almamızı sağlar.”, “Oksijen almamızı sağlar.”, “Havayı içimize alır ve yutağa gönderir.”, “Havanın vücuda girmesini sağlar.” gibi benzer açıklamalar yaparak, ağzın görevini “hava almayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Bununla birlikte öğretim öncesi 170 (%35,4) ve öğretim sonrası 84 (%17,1) öğrenci, ağız ile ilgili “Nefes vermemizi sağlar”, “Karbondioksiti dışarı vermemizi sağlar.”, “Karbondioksit veririz.”, “Kirlenen havayı dışarı atar.”, “Kirli hava karbondioksit verir.”, “Kirli hava genelde buradan dışarı atılır.”, “Karbondioksitin vücuttan çıkmasını sağlar.” gibi benzer açıklamalar yaparak, ağzın görevini “hava vermeyi sağlar.” şeklinde ifade etmiştir. Yukarıdaki bulgulara göre öğrencilerin ağzın görevini daha çok “hava vermeyi sağlar.” şeklinde ifade ettikleri gözükmektedir. Doğru (sağlıklı) soluk alıp vermenin nasıl gerçekleştirileceğinin, ilköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Nasıl Doğru Soluk Alıp Veririm?” adlı konuda (MEB, 2009b) açıklanmış olması, bu durumun ortaya çıkmasının başlıca nedeni olarak gösterilebilir.

Öğretim öncesi 62 (%12,9) ve öğretim sonrası 10 (%2) öğrenci, ağız ile ilgili “Nefes alıp vermemizi sağlar.”, “Oksijen alır karbondioksit verir.”, “... Soluk alıp

vermemizi sağlar.”, “*Çok fazla olmasa da nefes alır ve verir.*” gibi benzer açıklamalar yaparak, ağzın görevini “hava alıp vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Bazı öğrencilerin açıklamalarında ağzın sindirim sistemindeki görevlerinden bahsettikleri görülmüştür. Bu bağlamda öğretim öncesi 28 (%5,8) ve öğretim sonrası 11 (%2,2) öğrenci, “*Yemek yememizi sağlar.*”, “*Hem yiyip içme hem de soluk alabilmemizi sağlar.*”, “*Yemek yeriz ve ...*”, “*Bir şey yememizi sağlar.*” gibi benzer açıklamalar ile ağzın görevini “beslenmeyi sağlar.” şeklinde ifade etmiştir. Bununla birlikte öğretim öncesi 9 (%1,9) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, ağız hakkında “*Tat almaya yarar.*”, “*Tat almamızı sağlar...*”, “*Yemek yememizi ve tatmamızı sağlar...*” gibi benzer açıklamalar yaparak ağzın görevini “Tat almayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Bu öğrencilerin dili kastettikleri de düşünülebilir. Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “*Yemekleri çiğnemeye yarar...*”, “*Besinleri öğütür.*”, “*Yemekleri çiğner ve öğütür.*” gibi benzer açıklamalar ile ağzın görevini “çiğnemeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Öğretim öncesi 5 (%1) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci ise ağzın görevini “*... Konuşmamızı sağlar.*” gibi benzer açıklamalar ile “konuşmayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir.

Bazı öğrenciler ise ağız ile ilgili “*... Burnumuz tıkanıldığında ağızdan nefes alırız.*”, “*Yediğimiz besinleri sindirmemizi sağlar.*”, “*Buruna yardım eder.*”, “*Havanın vücuda girmesini sağlayan ikinci organ*”, “*Havanın daha kolay çıkmasını sağlar.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

4.3.2.2. Öğrencilerin Yemek Borusu ile ilgili Açıklamaları

Yemek borusunu soluk alıp verme olayı ile ilişkilendiren öğrencilerin alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır. Öğrencilerin yemek borusu ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19: Öğrencilerin Yemek borusu ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Havayı (yapıya/organa) iletir.	6	1,3	3	0,6
	Besini (yapıya/organa) iletir.	2	0,4	2	0,4
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		3	0,6	4	0,8
Alternatif		-	-	-	-
Anlamsız		-	-	1	0,2

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 6 (%1,3) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci, “*Havayı gırtlaktan alıp soluk borusuna iletir.*”, “*Havayı akciğere iletir.*”, “*Havanın akciğerlere iletildiği en son yerdir.*”, “*Aldığımız nefes akciğere ulaşırken yemek borusundan geçer.*”, “*Karbondioksiti ağza yollar.*” gibi benzer açıklamalar ile yemek borusunun havayı solunum sistemine ait bir yapıya veya organa ilettiğini belirtmiştir. Yukarıdaki açıklamalara bakıldığında bu öğrencilerin, solunum ve sindirim sistemi yapı veya organlarını birbiriyle karıştırdıklarından dolayı yemek borusunun görevi ile ilgili alternatif düşünceler ürettikleri saptanmıştır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, yemek borusunun besini sindirim sistemine ait bir organa ilettiğini “*... Yemek borusundan geçen yemek mideye geçer.*”, “*Yediğimiz yemeklerin midemize gitmesine yardımcı olur.*” gibi benzer açıklamalar ile ifade etmiştir.

Bazı öğrenciler ise yemek borusu ile ilgili “*Yemekleri alır.*”, “*Yemeği yutmamızı sağlar.*” gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır. Yemek borusunun görevini doğru olarak açıklayan öğrencilerin, yemek borusunu soluk alıp vermede görevli yapı ve organlar arasında görmeleri, ayrı bir tartışma konusudur.

4.3.2.3. Öğrencilerin Mide ile ilgili Açıklamaları

Mide, öğrencilerin akciğerler ile karıştırdıkları organlar arasında yer almaktadır. Öğrencilerin mide ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20: Öğrencilerin Mide ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Soluk alıp vermeyi sağlar.	1	0,2	-	-
	Havayı süzer.	1	0,2	-	-
	Havayı ($O_2 \rightarrow CO_2$) dönüştürür.	1	0,2	-	-
	Yemeği depolar.	-	-	1	0,2
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		-	-	-	-
Alternatif		-	-	-	-
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Alınan havanın mideye gittiği düşüncesine sahip olan öğrencilerin açıklamaları şunlardır: “*Soluk alıp vermemizi sağlar.*”, “*Temiz havayla kirli havayı ayırıştırır ve kirli havayı dışarı yollar.*”, “*Oksijeni karbondioksite çevirir.*”

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda midenin görevi hakkındaki alternatif düşüncelerin, akciğerlerin görevi hakkındaki alternatif düşüncelerden bazıları ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

Öğretim sonrası bir öğrenci midenin görevini sindirim sistemi ile ilişkilendirerek “*Yemek doldurur.*” olarak açıklamıştır.

4.3.2.4. Öğrencilerin Karaciğer ile ilgili Açıklamaları

İlköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersi müfredatına kadar karaciğer hakkında herhangi bir açıklama bulunmamaktadır. Ancak karaciğer, öğrencilerin akciğerlerle en çok karıştırdıkları organdır. Öğrencilerin karaciğer ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21: Öğrencilerin Karaciğer ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Hava almayı sağlar.	2	0,4	2	0,4
	Hava vermeyi sağlar.	6	1,3	2	0,4
	Hava alıp vermeyi sağlar.	7	1,5	4	0,8
	Havayı (yapıya/organa) iletir.	2	0,4	-	-
	Havayı süzer.	2	0,4	-	-
	Havayı ($O_2 \rightarrow CO_2$) dönüştürür.	1	0,2	-	-
	Havayı temizler.	1	0,2	1	0,2
	Havayı çeker.	1	0,2	2	0,4
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		-	-	-	-
Alternatif		1	0,2	-	-
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, “*Nefes almaya yarar.*”, “*Oksijen yani temiz havayı alır.*” gibi benzer açıklamalar ile karaciğerin görevini “hava almayı sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Öğretim öncesi 6 (%1,3) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, “*Karbondioksiti veriyor.*”, “*Soluk vermemizi sağlar.*”, “*... Kirli havayı dışarı atar.*” gibi benzer açıklamalar ile karaciğerin görevini “hava vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Bununla birlikte öğretim öncesi 7 (%1,5) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, “*Nefes alıp vermemizi sağlar.*”, “*Soluk alıp vermeye yarar.*” gibi benzer açıklamalar ile karaciğerin görevini “hava alıp vermeyi sağlar.” şeklinde belirtmiştir. Önceki bölümlerde açıklandığı gibi bazı öğrencilerin, karaciğeri, isim benzerliği veya konumundan dolayı akciğerler ile karıştırmaları üstelik karaciğerin görevleri hakkında bilgi sahibi olmamaları; karaciğeri soluk alıp vermede görevli bir organ olarak düşünmelerine neden olmuştur.

Sadece öğretim öncesi 2 (%0,4) öğrenci, “*Havadaki oksijeni diğer organlara ulaştırır.*”, “*Oksijeni kalbe verir.*” açıklamalarıyla karaciğerin görevini “havayı (yapıya/organa) iletir.” şeklinde belirtmiştir. Bununla birlikte sadece öğretim sonrası

2 (%0,4) öğrenci, *“Havayı süzer.”* açıklamasını yaparak karaciğerin görevini *“havayı süzer.”* şeklinde belirtmiştir.

Öğretim öncesi bir öğrenci, karaciğerin görevini *“Oksijeni karbondioksit yapıp geri verir.”* olarak açıklamıştır.

Öğretim öncesi ve sonrası birer öğrenci, *“Aldığımız nefesi temizleyerek solunum sistemiyle (soluk borusu) dışarı atar.”*, *“Havayı temizleyip kirli havayı dışarı yollar.”* açıklamalarıyla karaciğerin görevini *“havayı temizler.”* şeklinde belirtmiştir.

Bununla birlikte öğretim öncesi 1 (%0,2) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, karaciğer ile ilgili *“Vücudumuza temiz havaları çeker.”*, *“Temiz havayı içine çekip pis havayı atar.”*, *“Kirli havayı içine çeker.”* açıklamalarını yaparak karaciğerin görevini *“havayı çeker.”* şeklinde ifade etmiştir.

Öğretim öncesi bir öğrenci, karaciğerin görevini *“Kötü havayı dışarı atması için (akciğere) yardım eder.”* olarak belirtmiştir. Öğretim sonrası başka bir öğrenci ise karaciğer ile ilgili *“Soluk borusu havayı buraya getirir.”* açıklamasını yapmıştır.

Genel itibarıyla öğrencilerin karaciğerin görevleri ile ilgili alternatif düşüncelerinin, akciğerlerin görevleri ile ilgili alternatif düşünceleriyle aynı olduğu saptanmıştır. Bu sonuç öğrencilerin karaciğer ile akciğerleri aynı bölümde (solunum sistemi) değerlendirdiklerini göstermektedir.

4.3.3. Öğrencilerin Boşaltım Sistemi Organları ile ilgili Açıklamaları

4.3.3.1. Öğrencilerin Böbrekler ile ilgili Açıklamaları

Öğrencilerden bazıları, akciğerleri, boşaltım sisteminin ana organı olan böbreklerle karıştırmıştır. Böbrekler, öğrencilerin akciğerler ile karıştırdıkları ikinci sıradaki organdır. Bu öğrencilerin böbreklerin görevlerini akciğerlere transfer ederek kavram kargaşası yaşadıkları anlaşılmaktadır. Bu öğrencilerin zihinlerindeki haritalarda vücuttaki sistemler ile bunlara ait organlar arasındaki bağlantıların yanlış kurulduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin böbrekler ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22: Öğrencilerin Böbrekler ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Kanı süzer/temizler.	2	0,4	1	0,2
	Havayı süzer/temizler.	2	0,4	1	0,2
	Besinleri eritir.	1	0,2	-	-
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		-	-	-	-
Alternatif		-	-	3	0,6
Anlamsız		1	0,2	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) öğrenci, “*Kanı süzer.*”, “*Pis kanları ve pis besinleri dışarı atar.*” açıklamaları ile böbreklerin görevini “kanı süzer.” şeklinde ifade etmiştir. Böbreğin görevini öğretim öncesi bir öğrenci, “*Temiz havayı içine hapseder ve kötü havayı yollar.*”, diğer bir öğrenci ise “*Havayı temizler.*” olarak açıklamıştır.

Öğretim sonrası bir öğrenci, böbreklerin görevini “*Kanı ve havayı temizleyip kalbe gönderir.*” olarak açıklamıştır. Böbrekler hakkında öğretim sonrası öğrencilere ait diğer açıklamalar şunlardır: “*Yediğimiz şeyleri eritme görevi yapar.*”, “*Kalbi korur.*”, “*Oksijenin olduğu yerdir.*”, “*Nefes aldığımızda bizle birlikte nefes alır.*”

Böbreklerin görevinin sadece öğretim öncesi bir öğrenci tarafından kısmen de olsa doğru şekilde açıklandığı gözükmektedir. Bununla birlikte diğer öğrencilerin, böbrekleri, akciğerler ile karıştırarak soluk alıp vermede görevli bir organ olarak düşündükleri; böbreklerin görevi ile ilgili çeşitli alternatif düşüncelere sahip oldukları gözükmektedir.

4.3.4. Öğrencilerin Dolaşım Sistemi Yapı ve Organları ile ilgili Açıklamaları

4.3.4.1. Öğrencilerin Kalp ile ilgili Açıklamaları

İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabındaki “Vücudumuzda Sistemler” ünitesinde “Solunum Sistemi” konusundan önce yer alan “Dolaşım Sistemi” konusunda, akciğerler ile kalp arasında gerçekleşen kan dolaşımı (küçük dolaşım) hakkında bilgi verilmiştir. Bu nedenle bazı öğrencilerin kalbi, soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirdikleri; ancak bu öğrencilerden bir kısmının kalbin görevi hakkında

alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır. Öğrencilerin kalp ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23: Öğrencilerin Kalp ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Yaşamayı sağlar.	13	2,7	4	0,8
	Kanı iletir/pompalar.	20	4,2	7	1,4
	Havayı pompalar.	2	0,4	1	0,2
	Kanı temizler.	2	0,4	2	0,4
	Kanı depolar.	2	0,4	1	0,2
	Hava almayı sağlar.	5	1	-	-
	Hava vermeyi sağlar.	1	0,2	-	-
	Hava alıp vermeyi sağlar.	2	0,4	-	-
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		2	0,4	4	0,8
Alternatif		-	-	-	-
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

Bazı öğrencilerin kalbin görevi hakkında basit (ilkel) açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bu doğrultuda öğretim öncesi 13 (%2,7) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, kalbin görevini “yaşamayı sağlar.” şeklinde ifade etmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Yaşamamızı sağlar.*”, “*Bizi hayatta tutar.*”, “*Kalp attıkça insanlar yaşar...*”

Bununla birlikte öğretim öncesi 20 (%4,2) ve öğretim sonrası 7 (%1,4) öğrenci, kalbin görevini “kanı iletir/pompalar.” şeklinde belirtmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: “*Akciğerlerden gelen temiz havayı damar yoluyla vücuda yayar.*”, “*Vücuda kan pompalar.*”, “*Kanı tüm vücuda yayar.*”, “*Kanı pompalar.*”, “*Kanı damarlara yollar.*”, “*Kendindeki kanı beyne pompalar.*”

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci, “*Havayı kan ile beraber vücuda pompalar.*”, “*Kalp, kanı ve havayı pompalar.*” gibi benzer açıklamalar ile kalbin görevini “havayı pompalar.” şeklinde ifade etmiştir. Bu

öğrencilerin, solunum sistemini, dolaşım sistemi ile ilişkilendirdikleri kısacası küçük kan dolaşımının önemini kavradıkları söylenebilir.

Kanın, kalp tarafından temizlendiğini ifade eden öğretim öncesi 2 (%5) ve öğretim sonrası 2 (%11,1) öğrencidir. Bu öğrencilerin açıklamaları şunlardır: *“Kanı temizler ve nefes almamızı sağlar.”*, *“Kalp, kötü kanı pompalayarak temizler.”*, *“Temiz hava kalbe ulaşır ve kalpteki kan temizlenir.”*, *“Kirli kanları temizleyip temiz kana çevirir.”*

Yukarıdaki öğrencilerin fen öğretiminde sıkça kullanılan mecaz anlamlı kavramlar ile kalbin görevini açıklamaya çalıştıkları gözükmemektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin, “temiz/kirli/pis kan” kavramlarının ve “kanın temizlenmesi” ifadesinin ne anlama geldiğini açıklamaları gerekmektedir. Örneğin; öğretim sürecinde “temiz kan” kavramının oksijence zengin kan (karbondioksit bakımından fakir); “kirli/pis kan” kavramının oksijence fakir kan (karbondioksit bakımından zengin); “kanın temizlenmesi” ifadesinin ise kanın oksijence zenginleştirilmesi anlamına geldiği öğrencilere açıklanmalıdır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 1 (%0,2) öğrenci, *“Kan depolar.”*, *“Hem kan depolar hem de hayat.”* gibi açıklamalar ile kalbin görevini *“kan depolar.”* şeklinde belirtmiştir.

Kalbin görevini öğretim öncesi 5 (1) öğrenci, *“hava almayı sağlar.”*; 1 (0,2) öğrenci, *“hava vermeyi sağlar.”* 2 (%0,4) öğrenci ise *“hava alıp vermeyi sağlar.”* şeklinde belirtmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları şunlardır: *“Nefes almamızı sağlar.”*, *“Yaşamamızı sağlar ve oksijen alır.”*, *“Kötü havayı dışarı verir.”*, *“Nefes alıp vermemizi ve hayatta kalmamızı sağlar.”*, *“Nefes alıp vermemizi kolaylaştırır.”* Bu öğrencilerden bazılarının kalbin, solunum yolu ile doğrudan bağlantısı olduğunu düşündükleri söylenebilir.

Bazı öğrenciler ise kalp ile ilgili *“Kan basıncını yapar.”*, *“Nabzımızı verir.”*, *“Nefesimizi temiz olarak tutar.”*, *“Kapakçığı açıp kanı ve havayı aşağı indirir.”* gibi çeşitli açıklamalar yapmışlardır.

4.3.4.2. Öğrencilerin Damarlar ile ilgili Açıklamaları

Öğrenciler, farklı türdeki damarlardan (kılcaldamar, toplardamar, atardamar, kalp damarı) bahsetmişlerdir. Ancak öğrencilerin farklı türdeki damarlar ile ilgili açıklamaları “damarlar” başlığı altında ele alınmıştır. Öğrencilerin damarlar ile ilgili

açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24: Öğrencilerin Damarlar ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Kategoriler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Görev	Kanı iletir/taşıır.	8	1,7	3	0,6
	Kanı pompalar.	1	0,2	-	-
	Havayı ısıtır.	-	-	1	0,2
	Havayı taşıır.	-	-	3	0,6
	Hava alış verişi (alveolle) yapar.	-	-	2	0,4
	Kanı (havayla) temizler.	-	-	1	0,2
Yapı		-	-	-	-
Konum		-	-	-	-
Diğer		-	-	2	0,4
Alternatif		1	0,2	2	0,4
Anlamsız		-	-	-	-

Not: Tablodaki “hava” kavramı, genel anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk); “damar” kavramı genel anlamda (kılcaldamar/toplardamar/atardamar/kalp damarı) kullanılmıştır.

Öğrencilerin damarlar hakkındaki açıklamalarında çoğunlukla kanın iletiminden bahsettikleri görülmüştür. Bu bağlamda öğretim öncesi 8 (%1,7) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci, “*Kanı taşıır.*”, “*Kanı vücudun farklı yerlerine taşıır.*”, “*Kanın kalbe gitmesini sağlar.*”, “*Oksijenli kan damarlar yoluyla dağılır.*”, “*Kanı iletir.*”, “*Oksijeni taşıır.*” gibi benzer açıklamalar ile damarların görevini “kanı iletir/taşıır.” şeklinde ifade etmiştir.

Öğretim öncesi bir öğrenci, atardamar ile ilgili “*Temiz kan pompalar.*”; toplardamar hakkında ise “*Kirli kanı toplar ve dışarı atmaya yardımcı olur.*” açıklamasını yapmıştır.

Öğretim sonrası bir öğrenci kılcaldamar ile ilgili “*Burundayken havayı ısıtırlar, akciğerde kanın temizlenmesini sağlarlar.*” açıklamasını yapmıştır. Bununla birlikte 2 (%0,4) öğrenci kılcaldamar ile ilgili “*Havanın tüm vücuda yayılmasını sağlar.*”, “*Kanı devamlı dolaştırır.*”; bir öğrenci ise kalp damarı ile ilgili “*Kalbe bağlı olan damar oksijenli kanı kalbe taşıır.*” açıklamasını yapmıştır.

Kılcaldamarların görevini “hava alış verişi yapar.” şeklinde belirten sadece öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrencidir. Bu öğrencilerin açıklamaları şunlardır: “*Oksijen ve karbondioksit yer değiştirip kan dolaşımı sayesinde bütün vücuda yayılır.*”, “*Alveollerle hava alış verişi yapan yapıdır.*”

Kılcaldamarlar ile ilgili açıklama yapan öğrencilerin, dolaşım sistemi ile solunum sisteminin birbiriyle yakından ilişkili olduğunu kavradıkları anlaşılmaktadır.

Öğretim sonrası bir öğrenci, damar ile ilgili “*İçinde kan olan borudur.*”; başka bir öğrenci kılcaldamar ile ilgili “*Havayı alyuvarlara iletir.*” açıklamasını yapmıştır. Bu öğrencinin oksijen veya karbondioksiti belirterek solunum gazlarının kanda nasıl taşındığını açıkladığı anlaşılmaktadır.

Öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci ise kılcaldamar ile ilgili “*Pis kanı dışarı atar.*”, “*Bronşçuktan aldığı havayı akciğere gönderir.*” gibi alternatif düşünceler içeren açıklamalar yapmışlardır.

4.3.5. Öğrencilerin Vücuttaki Diğer Birimler ile ilgili Açıklamaları

Öğrencilerden bazıları vücuttaki diğer birimler (hücre/yapı/organ/sistem) ile ilgili açıklamalar yapmışlardır. Soluk alıp verme olayı ile ilişkilendirdikleri birimler doğrudan/dolaylı ilişkili veya ilişkisiz olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca bu açıklamalardan bazıları alternatif düşünceler içermektedir. Öğretim öncesi sadece bir öğrenci beyin görevini, “*Organların çalışmasını kontrol eder.*” olarak açıklamıştır. Bu öğrencinin solunum sisteminin beyin tarafından kontrol edildiği bilgisine sahip olduğu söylenebilir. Öğrencilerin vücuttaki diğer birimler ile ilgili açıklamalarındaki kavramlardan oluşturulan kodlamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 25: Öğrencilerin Vücuttaki Diğer Birimler (Hücre/Yapı/Organ/Sistem) ile ilgili Açıklamalarının Kodlamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Birimler	Kodlamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
		f	% (n=480)	f	% (n=490)
Alyuvar	Oksijeni kana aktarır.	1	0,2	-	-
Beyin	Organların çalışmasını kontrol eder.	1	0,2	-	-
	Kendindeki kanı sinir sistemlerine iter.	1	0,2	-	-
Boğaz	Havayı (soluk borusuna) iletir.	1	0,2	-	-
	Soluk almayı sağlar.	1	0,2	-	-
	Havayı kalbe yollar.	1	0,2	-	-
Göğüs Kafesi	Soluk almayı sağlar ve organları korur.	2	0,4	-	-
Karın	Havayı çeker.	1	0,2	-	-
	Soluk alıp vermeyi sağlar.	1	0,2	-	-
Kan	Oksijeni vücuda dağıtır.	2	0,4	-	-
Dalak	Yorulursak dalaklar şişer.	1	0,2	-	-
Sinir Sistemi	Hareket etmeyi sağlar.	1	0,2	-	-
Bağırsaklar	Besinleri kana karıştırır.	-	-	1	0,2

Not: Tablodaki “hava” kavramı, geniş anlamda (temiz/kirli/pis hava, oksijen/karbondioksit gazı, nefes/soluk) kullanılmıştır.

4.4. Öğrencilerin Problem Durumdaki Kişilerin Solunum Hızlarının Nedenleri ile ilgili Açıklamaları

İlköğretim 6. sınıf fen ve Teknoloji dersi öğretim programında yer alan “Canlılarda Büyüme, Üreme ve Gelişme” ünitesindeki “Hücre” konusuyla ilgili kazanımda (1.7. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar.) öğrencilerden sistemlerin bir araya gelerek organizmayı oluşturduğu gerçeğini kavramaları istenmektedir. Dolayısıyla öğrencilerden, tek bir sistemde (destek ve hareket sistemi) meydana gelen değişimin organizmadaki diğer sistemleri (solunum sistemi, dolaşım sistemi, vb.) de etkileyeceğini anlamaları beklenmektedir. Bu bağlamda ölçme aracındaki dördüncü ve beşinci sorular, öğrencilerin, sistemler ve/veya sistemlerin bileşenleri arasındaki ilişkileri ne düzeyde kavradıklarını belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçme aracındaki dördüncü ve beşinci soru birbiriyle bağlantılı olduğu için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Veri toplama aracındaki dördüncü soruda; öğrencilerden, fiziksel aktivitenin metabolizma hızına olan etkisinin değerlendirilmesi amacıyla farklı durumlardaki kişilerin solunum (soluk alıp verme) hızlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin, üç farklı durumdaki (koşan, yürüyen, uyuyan) kişinin solunum hızı ile ilgili yaptıkları sıralamalara ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Solunum Hızlarıyla ilgili Sıralamalarına ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

Sıralamalar	Öğretim Öncesi		Öğretim Sonrası	
	f	% (n=480)	f	% (n=490)
K>Y>U	411	85,6	425	86,7
K>U>Y	46	9,6	49	10
U>K>Y	9	1,9	3	0,6
U>Y>K	9	1,9	7	1,4
Y>K>U	2	0,4	4	0,8
Y>U>K	3	0,6	2	0,4

Not: K=koşan kişi, Y=yürüyen kişi, U=uyuyan kişi

Tablo 26 incelendiğinde, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, farklı problem durumundaki kişilerin solunum hızlarını aynı şekilde (K>Y>U) sıralamıştır. Solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin sembolik bir çıktısı olan “K>Y>U” sıralaması, öğrencilerin zihinsel modellerinin altta yatan etmenlerinin birbiriyle aynı olduğunu göstermez. Nitekim bu öğrencilerin solunum hızlarının nedenleri ile ilgili her seviyede açıklama yaptıkları saptanmıştır.

Problem durumundaki kişilerin solunum hızlarını; “K>U>Y” şeklinde sıralayan öğrenciler 1, 2, 3, 4 ve 7. seviyede, “U>K>Y” şeklinde sıralayan öğrenciler ise 1, 2 ve 3. seviyede açıklama yapmışlardır. Diğer sıralamalara sahip öğrencilerin ise sadece 1. seviyede açıklama yaptıkları belirlenmiştir.

Veri toplama aracındaki beşinci soruda; öğrencilerden, problem durumundaki kişilerin solunum hızları ile ilgili sıralamalarının nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin açıklamaları kodlanarak zihinsel modellerinin altta yatan etmenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin, solunum hızlarının nedenleri ile ilgili ilişkilendirdikleri kavramlara ait seviye grupları ve seviyeler Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Soluk Alıp Verme Hızlarıyla İlişkilendirdikleri Kavramlara ait Seviyeler

Seviye Grupları		Seviyeler	Açıklamalar
Somut	Makro boyut	Seviye 1	Açıklamada soluk alıp verme hızıyla ilişkilendirilmiş herhangi bir kavram yok.
	Makro boyut	Seviye 2	Vücuttaki organlarla, yüzeysel olaylarla veya hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirilmiş; ancak alternatif düşünceler içeriyor.
	Makro boyut	Seviye 3	Fiziksel aktiviteyle ilgili yüzeysel (dışarıdan gözlenebilir) olaylarla ilişkilendirilmiş.
	Makro boyut	Seviye 4	Vücuttaki organlarla ilişkilendirilmiş.
	Mikro-altı boyut	Seviye 5	Hücresel solunumdaki maddelerle (besin, oksijen, karbondioksit) ilişkilendirilmiş.
	Makro ve Mikro-altı boyut	Seviye 6	Vücuttaki organlarla ve hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirilmiş.
Soyut	Makro boyut	Seviye 7	Enerjiyle ilişkilendirilmiş; ancak alternatif düşünceler içeriyor.
	Makro boyut	Seviye 8	Enerjiyle ilişkilendirilmiş.
	Makro boyut	Seviye 9	Enerji ve vücuttaki organlarla ilişkilendirilmiş.
	Mikro-altı boyut	Seviye 10	Enerji ve hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirilmiş.
	Makro ve Mikro-altı boyut	Seviye 11	Enerji, vücuttaki organlar ve hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirilmiş.
	Mikro ve Mikro-altı boyut	Seviye 12	Enerji, hücre ve hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirilmiş.

Öğrencilerin problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarıyla ilişkilendirdikleri kavramların seviyelerine ait frekans ve yüzde dağılımları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28: Öğrencilerin Problem Durumundaki Kişilerin Soluk Alıp Verme Hızlarıyla İlişkilendirdikleri Kavramların Seviyelerine ait Frekans ve Yüzde Dağılımları

	Öğretim öncesi		Öğretim sonrası	
	f	% (n=480)	f	% (n=490)
Seviye 1	140	29,2	174	35,5
Seviye 2	19	4	5	1
Seviye 3	151	31,5	128	26,1
Seviye 4	65	13,5	67	13,7
Seviye 5	13	2,7	18	3,7
Seviye 6	3	0,6	6	1,2
Seviye 7	24	5	20	4,1
Seviye 8	49	10,2	64	13,1
Seviye 9	5	1	2	0,4
Seviye 10	8	1,7	6	1,2
Seviye 11	2	0,4	-	-
Seviye 12	1	0,2	-	-

Öğretim öncesi 411 (%85,6) ve öğretim sonrası 425 (%86,7) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “K>Y>U” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrenci grubunda her seviyede açıklama yapıldığı saptanmıştır. Problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “K>Y>U” şeklinde sıralayan bazı öğrencilerin açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir.

Seviye 1

- *Koşarken nefes almamız hızlanır. Yürürken nefes almamız orta olur. Uyurken ise azalır.*
- *Çünkü koşarken hızlı nefes alırız, yürürken biraz daha az. Uyurken daha az nefes alırız.*
- *Koşan kişi hızlı nefes alır. Yürüyen kişi normal nefes alır. Uyuyan kişi biraz yavaş nefes alır.*

Bu öğrencilerin, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını herhangi bir kavramla ilişkilendirmedikleri, günlük yaşam deneyimlerinin sonuçlarına göre açıklama yaptıkları anlaşılmaktadır.

Seviye 2

- *Koşan kişi hızlı hareket eder. Bunun için kalp hızlı kan pompalar. Bu yüzden akciğerler kalbe oksijen göndermesi gerekir. Bu yüzden hızlı soluk alırız. Yürüyen kişi daha yavaş hareket eder. Bu yüzden kalp yavaş atar.*

Akciğerin çok hava pompalaması gerekmez. Uyuyan kişi hareket etmez. Bu yüzden en yavaş soluk alıp veren odur.

- *Koşarken akciğerler yorulduğu için hızlı nefes alırız.*
- *Çünkü koşan kişinin yüzüne daha fazla hava geldiği için dolayısıyla soluk alıp vermesi hızlanır. Yürüyen kişinin, koşan kişiden daha az yüzüne hava geldiği için koşan kişiden daha az soluk alıp verir. Uyuyan kişi de en sona kalır zaten.*

Bu öğrencilerden bir kısmı, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını, organlar hakkında ürettikleri alternatif düşüncelerle ilişkilendirmişlerdir. Diğer bir kısmı ise yüzeysel olaylarla ilişkilendirerek alternatif açıklamalar yapmışlardır.

Seviye 3

- *Çünkü canlılar hareket ettikçe soluk alıp vermeleri hızlanır.*
- *Koşan bir kişi yorulduğu için nefes alıp vermesi hızlıdır. Yürüyen kişi koşan bir kişiye göre daha az nefes alır. Uyuyan kişi normal nefes alır.*
- *Çünkü insan koştuğunda çok yorulur ve hızlı nefes alır. Yürüyen insan daha yavaş nefes alır. Çünkü az yorulur. Uyuyan insan çok yavaş nefes alır. Çünkü hiçbir hareket yapmaz yani yorulmaz.*
- *Koşan insan daha hızlı nefes alır çünkü bir efor sarf ettiği için. Yürüyen insan koşandan az alırdır ama o az da olsa yine bir efor sarf eder. Uyuyan kişi ise bir iş yapmadığı için veya bir efor sarf etmediği için en az o alır.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; hareket hızı, yorgunluk, efor gibi kavramlarla ilişkilendirmişlerdir.

Seviye 4

- *Çok hareket ederken nabzımız hızlanır ve çabuk ve hızlı soluk alıp veririz; ama uyuyan kişinin nabızı hızlı değil ve yavaş soluk alıp verir.*
- *Koşan kişinin diyaframı daha hızlı kasılıp gevşer. Diyafram, uyuyan da daha yavaş kasılıp gevşer.*
- *Koşan kişinin, yürüyen ve uyuyana göre kalbi daha hızlı atar.*
- *Çünkü uyurken kalp yavaş atar, koşarken hızlı atar.*

- *Çünkü koşan kişinin kalbi diğerlerinden çok daha hızlı olur. Kalbimiz de soluk alıp vermede daha çok neden olur. Bu uyuyan kişiye göre daha hızlı olur.*
- *Koşan kişi; hızlı hareket eder. Bu yüzden organları hızlı çalışır. Bunun için hızlı nefes alır. Yürüyen kişi; bir faaliyettedir. Uyuyan kişiye oranla fazla nefes alır. Uyuyan kişi; Organlarının hızlı çalışmaya ihtiyacı yoktur.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; organların çalışma hızıyla ilişkilendirmişlerdir.

Seviye 5

- *Koşan kişi daha fazla oksijene gereksinim duyar. Yürüyen kişi de uyuyan kişiden fazla gereksinim duyar.*
- *Koşan kişinin daha çok oksijene ihtiyacı olduğu için.*
- *Koşarken vücut daha fazla oksijene ihtiyaç duyar, yürürken biraz daha az, uyurken az ve düzenli soluk alıp veririz.*
- *Koşan kişinin daha çok oksijene ihtiyacı vardır. Yürüyen kişi ise yürüdükçe daha hızlı nefes almaya başlar. Uyuyan kişi ise daha yavaş nefes alır.*
- *Çünkü koşan ve yürüyen kişinin oksijen ihtiyacı arttığından daha hızlı nefes alır.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; oksijen gibi hücresel solunumda kullanılan maddelerle ilişkilendirmişlerdir.

Seviye 6

- *Koşan bir kişinin kalbi daha hızlı atar. Yürüyen kişi ise fazla vücudunu yormayıp kalp ritmi düzenlidir. Uyuyan bir kişi ise vücudu fazla oksijene gereksinim duymadan kalbi ritmini korur.*
- *Koştığımızda vücudumuz daha fazla oksijene ihtiyaç duyar. Çünkü kalbimiz de hızlanır. Kanımızın oksijen ihtiyacı artar.*
- *Daha çok yorulan kişinin daha fazla oksijene ihtiyacı vardır. Bu yüzden daha hızlı kan pompalanır.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; organlarla ve hücresel solunumda kullanılan maddelerle ilişkilendirmişlerdir.

Seviye 7

- *Koşarken fazla enerji tüketiriz. Kalbimiz hızlı çarpar. Yürürken normal nefes alırız. Uyurken enerji sarf etmediğimiz için yavaş nefes alırız.*
- *Koşan kişi enerji harcadığı için enerjisi bitince fazla soluk alır. Yürüyen kişi de enerji harcadığı için enerjisi bitince fazla soluk alır. Uyuyan kişi az enerji harcadığı için az soluk alır.*
- *Çünkü insanlar enerjilerini kullanınca daha fazla nefes alma ihtiyacı duyarlar. Uyuyan kişi kendisi isteyerek nefes almadığı için yavaş yavaş nefes alır. Yürüyen kişi, uyuyan kişiye göre daha fazla yorulur. Enerji tüketir. Kalbi de daha hızlı atar. Koşan kişi ise yürüyen ve uyuyan kişilere göre daha fazla enerji harcar.*
- *Koşan kişi kaybettiği enerjiye kalbinde ayak uydurabilmesi için hızlı soluk alır. Yürüyen kişi normal yürüdüğü için daha yavaş soluk alıp verir. Çünkü kalp orta derecede bulunduğundan hızlı atmasına gerek yok. Uyuyan kişi enerji harcamadığı için daha yavaş atar.*
- *Koşan kişinin kalbi daha hızlı atar ve oksijen alımı artar. Yürüyen kişinin kalbi biraz daha yavaş, oksijen alımı az daha yavaş. Uyuyan kişinin kalbi yavaş, çünkü enerji sarf etmiyor. Oksijeni de daha az alır.*
- *Koşan bir kişi çok enerji harcar. Nefessiz kalmamak için de çok sık nefes alır. Yürüyen bir kişi yavaş hareket ettiği için çok hızlı nefes alıp vermez. Hızına göre ayarlar. Uyuyan bir kişi hareket etmediği için enerji harcamaz. Bu yüzden yavaş yavaş nefes alıp verir.*
- *Koşan insan enerjiyi en fazla harcayan olduğu için o hızlı nefes alıp verir. Yürüyen insan ise az enerji sarf ettiği için ikinci sırada olur. Ama uyuyan insan hiç enerji sarf etmediği için üçüncü sırada olur.*
- *Çünkü koşan bir kişi enerji sarf eder ve nefes nefese kalır. O yüzden nabızı çok atar. Bu yüzden koşan kişi birinci sıradadır. Sonra yürüyen kişi olur. Yürüyen kişinin sarf ettiği enerji azdır. Sonuncu uyuyan kişi, soluk alıp vermesi yavaştır. Çünkü hiç enerji sarf etmez.*
- *Koşan kişi, koştuğu için daha fazla enerji harcıyor. Yürüyen kişi yavaş yürüdüğü için fazla enerji kaybetmez. Uyuyan kişi ise hiç enerji harcamaz.*
- *Çünkü koşan kişi çok fazla enerji harcar. Ama yürüyen kişi ondan biraz daha az enerji harcar. Ama uyuyan kişi hiç enerji harcamaz sabit olduğu için.*

- *Koşan kişiye çok enerji gerektiği için bol nefes alır. Yürüyen kişi ise koşan kişiye göre daha az nefes alır. Uyuyan kişiye, hareket edip enerji sarf etmediği için nefes daha da az gerekir.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; enerji kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Ancak açıklamaları, enerji kavramıyla ilgili alternatif düşünceler içermektedir. Bu alternatif düşüncelerin kaynağı çoğunlukla uyuyan kişinin durumuyla ilgilidir. Kısacası öğrenciler, enerji gereksinimini, sadece hareket kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Bu öğrencilerin bir kısmı ise enerjinin vücutta depolanabildiğiyle ilgili alternatif düşüncelere sahiptir. Öğrencilerin enerji metabolizması ile ilgili düşünceleri, ayrı bir çalışma konusu olabilir.

Seviye 8

- *Çünkü koşan kişi yürüyen kişiden, yürüyen kişi de uyuyan kişiden fazla enerji harcar. Bu yüzden de fazla nefes alıp verir.*
- *Koşan kişi çok enerji harcadığından çok soluk alıp verir. Yürüyen kişi ise daha küçük bir enerji harcadığından fazla hızlı soluk alıp vermez. Uyuyan kişi ise çok az enerji harcadığından çok az bir sayıda soluk alıp verir.*
- *Koşan kişi daha çok enerji harcadığından hızlı soluk alıp verir. Yürüyen kişi biraz enerji harcadığından orta hızlı soluk alıp verir. Uyuyan kişi çok az enerji harcadığından dolayı yavaş soluk alıp verir.*
- *Çünkü aktivite yaptığımız zaman daha fazla enerji harcarız. Bunun için daha hızlı solunum yaparız.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; enerji kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Ancak açıklamalarında enerji kavramıyla ilgili yüzeysel ifadeler (enerjinin harcanması) kullanmışlardır. Dolayısıyla bu öğrencilerin, enerji kavramıyla ilgili alternatif düşüncelere sahip olmadıkları söylenemez.

Seviye 9

- *Koşan kişi enerji azaltır ve yorulur. Kalbi çok hızlı atar ve hızlı nefes alır. Yürüyen, uyuyan kişiden fazla enerji sıraladığı için böyle yaptım.*
- *Koşarken çok enerji gerekir ve kalp de çok hızlı kan yayarak sağlar. Yürüyen kişi sadece uyuyandan hızlı çalışır. Uyuyan kişi yavaş çalışır.*

- *Koşan kişi daha fazla enerji harcadığı için daha hızlı nefes alır. Yürüyen kişi daha az enerji sarf ettiği için daha yavaş nefes alır. Uyuyan kişinin bazı organları daha yavaş çalıştığı için hepsinden daha az nefes alır.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; organlarla ve enerji kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Soluk alıp verme hızının altta yatan etmenleri, organlarla ve enerji kavramıyla ilişkilendirerek açıklayan bu öğrencilerin, enerji gibi soyut bir kavramı makro boyuttaki yapılarla ilişkilendirerek düşündükleri anlaşılmaktadır.

Seviye 10

- *İnsanlar ne kadar az yorulurlarsa o kadar hızlı nefes alıp verirler. Çünkü vücudun daha fazla oksijene ve enerjiye ihtiyacı vardır.*
- *Koşan kişi daha çok efor (enerji) sarf eder. Enerji üretmek için de daha çok oksijen ve besine ihtiyaç duyar. Yürüyen kişi ise biraz daha az enerji harcar; ancak uyuyan kişi bunlardan daha az enerji harcar.*
- *Çünkü hareket halinde olan kişi fazla enerji kaybeder. Enerjinin oluşması için de oksijen gereklidir. Bu nedenle soluk alıp verme hızları fazla olur.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Soluk alıp verme hızının altta yatan etmenleri, hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla ilişkilendirerek açıklayan bu öğrencilerin, enerji gibi soyut bir kavramı mikro-altı boyuttaki yapılarla ilişkilendirerek düşündükleri anlaşılmaktadır.

Seviye 11

- *Koşan kişi, koştuğu için çok enerji harcar ve vücudundaki organizmalar çalıştığı için çok oksijen alır. Yürüyen kişi, koşan kişiden daha az enerji sarf ettiği için daha az oksijen alır. Uyuyan kişi normal nefes alır.*
- *Koşan kişinin, kalbi daha hızlı atar ve daha çok oksijen ihtiyacı duyar ve böylece daha hızlı nefes alıp vermesi gerekir. Yürüyen kişi koşan kişiden biraz daha yavaştır. Uyuyan kişinin kalbi biraz daha yavaş atar, uyurken pek enerji ihtiyacı hissetmez. Bu nedenle en az nefes alır.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; organlarla, hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla

ilişkilendirmişlerdir. Soluk alıp verme hızının altta yatan etmenleri, organlarla, hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla ilişkilendirerek açıklayan bu öğrencilerin, enerji gibi soyut bir kavramı makro ve mikro-altı boyuttaki yapılarla ilişkilendirerek düşündükleri anlaşılmaktadır.

Seviye 12

- *Koşan kişinin, hızlı koştuğu için hücrelerindeki oksijen kısa sürede tükeniyor. Bu yüzden daha hızlı soluk alıp vermesi gerekiyor. Yürüyen kişi de yürüdüğü için koşan kişi kadar olmasa da onun da hücrelerindeki oksijen tükendiği için onun da soluk alıp vermesi hızlıdır. Uyuyan kişi hareket etmediği için hücreleri daha az enerji üretiyor. Bu yüzden en az uyuyan kişi enerji harcar.*

Bu öğrenciler, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; hücrelerle, hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla ilişkilendirmişlerdir. Soluk alıp verme hızının altta yatan etmenleri, hücrelerle, hücresel solunumdaki maddelerle ve enerji kavramıyla ilişkilendirerek açıklayan bu öğrencilerin, enerji gibi soyut bir kavramı mikro ve mikro-altı boyuttaki yapılarla ilişkilendirerek düşündükleri anlaşılmaktadır.

Öğretim öncesi 46 (%9,6) ve öğretim sonrası 49 (%10) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “K>U>Y” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir:

Seviye 1

- *Çünkü koşan kişi çok nefes alıp verir. Uyuyan kişi ise biraz daha az nefes alıp verir. Yürüyen kişi ise yavaş yürüdüğü için az nefes alıp verir.*
- *Koşan kişi koştuğunda daha fazla soluk alıp verir. Uyuyan kişi hızlı nefes alır. Yürüyen kişi yavaş nefes alıp verir.*
- *Koştuğunda daha hızlı bir şekilde nefes alıp verir. Uyuyan kişinin de sürekli nefes alıp vermesi devam eder. Fakat yürüyen kişinin o kadar da nefes alıp vermesi o kadar da hızlı değildir.*

Seviye 2

- *Koşan kişi; yorulduğu ve kalbi hızlı attığı için hızlı soluk alıp verir. Uyuyan kişi; sabah yorulduğumuz için akşam yatınca yorulduklarımızı dışarı veriyoruz, hızlı soluk alıp veriyoruz. Yürüyen kişi; yavaş yürüdüğü için.*
- *Uyuyan kişinin organları daha hızlı çalıştığı için daha fazla nefes alıp verir.*

Seviye 3

- *Çünkü koşan kişi daha fazla soluk alıp verdiği için, hani bun alıyor ya daha fazla... Uyuyan kişi ise onun bir düşüğünde, yürüyen kişi ise normal.*
- *Çünkü hızlı koşan kişinin yorulduğu için soluk alması hızlı olur. Sonra uyuyan kişi nefes alırken ayrıca horluyorsa nefes alması daha da hızlanır. Ama yürüyen kişi normal yürüdüğü için nefes alması normal olur.*
- *Koşan insan çok çabuk yorulur ve de burnundan solur. Uyuyan kişi biraz hızlı solur; ama çok da hızlı solumaz. Yürüyen kişi çok normal solur.*

Seviye 4

- *Çünkü koşan kişinin kalbi daha çok atar ve daha çok nefes almak ister, uyuyan kişinin de koşan kişiden bir farkı yoktur; ama yine de koşan kişiden biraz daha kalbi az atar ve nefes almak ister. Yürüyen kişinin ise kalp atışları gayet yerindedir.*
- *Koşan kişi daha fazla soluk alır. Çünkü o orada koştuğu için vücut yorulduğunda nefes nefese kalır. Uyuyan kişi uyuduğu için bazı organlarımız durduğundan hızlı nefes alırız.*
- *Koşan kişi, koştuğundan dolayı soluk alıp verme hızlı olur. Uyuyan kişi, uyuduğu zaman hızlı nefes alıp verir. Yürüyen kişi kalp atışları hızlı olmadığı için normal nefes alır.*

Seviye 7

- *Koşan kişi daha çok enerjisi oluyor. Uyuyan kişi uyuduğu için enerjisi bitiyor. Yani dinleniyor. Yürüyen kişi hiç enerjisi bitmiyor. Kalp çok hızlı atmıyor. Bu yüzden böyle bir sıralama yaptım.*
- *Çünkü koşarken soluk alıp vermemiz daha vermemiz daha fazladır. Bir de uyuyan kişi çok enerji harcar; ama yürüyen kişi normaldir.*

- *Çünkü uyurken harcadığımız enerjiyi yürüyen kişiden fazla nefes alıp verir.*
- *Hıza göre enerji ihtiyacımız vardır. Bu yüzden enerjiye en fazla ihtiyacı olandan en az olana doğru sıralama yaptım.*

Bu öğrencilerin, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; genellikle somut kavramlarla ve makro boyuttaki yapılarla ilişkilendirerek açıkladıkları saptanmıştır. Açıklamalarını doğru kavramlarla desteklemiş olsalar dahi sıralamalarının yanlış olması; bu öğrencilerin zihinsel modellerinin altta yatan etmenlerinin, bilimsel gerçeklerle uyuşmadığı gözükmemektedir. Öğrencilerin diğer bir kısmı ise soluk alıp verme hızını, enerji kavramıyla ilişkilendirmiştir. Ancak bu öğrencilerin açıklamaları, enerji kavramıyla ilgili alternatif düşünceler içermektedir.

Öğretim öncesi 9 (%1,9) ve öğretim sonrası 3 (%0,6) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “U>K>Y” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir:

Seviye 1

- *Uyuyan kişi daha çok nefes alır. Koşan kişi de nefes alıp veriyor. Yürüyen kişi de ağırdan nefes alıyor.*

Seviye 2

- *Çünkü uyurken insanın en çok ihtiyaç duyduğu oksijendir. Bu nedenle hızlı soluk alıp verir. Koşan kişi ise koştuğu ve direncini kaybettiği için soluk alıp vermeye ihtiyacı vardır. Yürüyen kişi ise kendini yoracak bir neden olmadığı için normal soluk alıp verir.*
- *Çünkü en hızlı uyuyan kişi soluk alır. Nedeni de gece uyuduğumuzda oksijeni çok alıp veririz. Koşan kişi çok hız yaptığı için oksijeni hızlı alır. Yürüyen kişi ise daha az solunum yapar.*

Seviye 3

- *Çünkü uyuyan kişi, koşan kişiden; koşan kişi, yürüyen kişiden daha fazla nefes alır. Eğer böyle bir sıralama olmasaydı, yanlış bir sıralama olurdu. Nedeni; Uyuyan kişi daha fazla alır. Çünkü yorgundur. Koşan kişi, uyuyan kişiden sonra daha fazla nefes alır. Çünkü koşuyordur. Yürüyen kişi daha az nefes alır. Çünkü o yavaş yavaş yürüyor.*

Bu öğrencilerin, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; alt seviyedeki kavramlarla ilişkilendirdikleri gözükmemektedir. Bununla birlikte açıklamaları, özgün alternatif düşünceler içermektedir.

Öğretim öncesi 9 (%1,9) ve öğretim sonrası 7 (%1,4) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “ $U > Y > K$ ” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir:

Seviye 1

- *Çünkü uyurken soluk almayı daha iyi yaparız.*
- *Uyuyan kişi daha rahat nefes alır. Yürüyen kişi ise uyuyan kişiden daha zor nefes alır. Koşan kişi ise en zor nefes alandır.*
- *Uyuyan kişi yürüyen kişiden daha iyi soluk alıp verir. Çünkü uyuyan kişi yürüyüp koşmadığı için daha iyi soluk alıp verir. Yürüyen kişi biraz daha zor soluk alır. Yürüyen kişi yürüdüğü için nefesi daralır. Koşan kişi ise koştuğu için nefesi daralır ve zor nefes alıp verir.*

Bu öğrencilerin, soluk alıp verme hızı ile vücudun oksijen gereksiniminin karşılanamaması durumunu ifade eden nefesi kesilmek kavramını birbiriyle karıştırdıkları açıklamalarından anlaşılmaktadır.

Öğretim öncesi 2 (%0,4) ve öğretim sonrası 4 (%0,8) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “ $Y > K > U$ ” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir:

Seviye 1

- *Çünkü ben bu etkinliğin hepsini her gün yapıyorum. Bu nedenle sıraladım.*
- *Uyuyan kişi daha az nefes alır, koşan kişi azıcık nefes alır, yürüyen kişi daha fazla nefes alır.*

Bu öğrencilerin de soluk alıp verme hızı ile vücudun oksijen gereksiniminin karşılanamaması durumunu ifade eden nefesi kesilmek kavramını birbiriyle karıştırdıkları açıklamalarından anlaşılmaktadır. Ancak uyuyan kişi, bu öğrencilerin sıralamalarında sonda yer almaktadır.

Öğretim öncesi 3 (%0,6) ve öğretim sonrası 2 (%0,4) öğrenci, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını “ $Y > U > K$ ” şeklinde sıralamıştır. Bu öğrencilerden bazılarının açıklamaları seviyeleriyle birlikte aşağıda verilmiştir:

Seviye 1

- *Yürüyen daha derin nefes alır. Koşan daha hızlı nefes verir. Uyuyan biraz daha az nefes vererek nefes verir.*
- *Yürüyen kişi temiz hava nefesi alıyor. Koşan kişi çok hızlı nefes alamaz. Uyuyan kişi rahat rahat nefes alabilir.*

Bu öğrencilerin; problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızını; zihinsel modellerinin oluşumuna neden olan alternatif düşünceleriyle açıkladıkları anlaşılmaktadır.



SONUÇ

Bu bölümde, araştırmanın temel problemine (İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinde öğretim sürecinde meydana gelen değişimler nelerdir?) cevap aranması için oluşturulan dört alt probleme ait bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar ve bu bağlamda geliştirilen öneriler yer almaktadır.

Araştırmanın birinci alt problemine (İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organlar ile ilgili çizimleri nelerdir? Öğrencilerin çizimleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?) ait bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerine ait “çizimleri” incelendiğinde;

- Solunum sisteminin büyük bileşenleri (burun, yutak, gırtlak soluk borusu, bronşlar, akciğerler, diyafram), küçük bileşenlerine (bronşçuklar, alveoller) oranla daha fazla çizilmiştir. Öğretim sonrası, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu solunum sisteminin büyük bileşenlerini çizebilecek seviyeye ulaşmıştır. Solunum sisteminin yaygın olarak bilinen organlarının (burun, soluk borusu, akciğer) daha fazla çizildiği saptanmıştır.
- Solunum mekanizmasının ana organı olan diyafram, en az çizilen büyük bileşen olmuştur. Diyafram, öğretim sonrası öğrencilerin neredeyse yarısı tarafından çizilmiştir. Ancak hiçbir öğrenci göğüs kafesini ve kaburgalar arası kasları çizmemiştir.
- Solunum sisteminin en küçük bileşeni olan alveoller, öğretim öncesi hiçbir öğrenci tarafından çizilmemiştir. Öğretim sonrası ise en az oranda çizilen bileşen olmuştur. Bazı öğrenciler ise akciğerlerin içyapısı (bronşçuklar, alveoller) ile ilgili alternatif düşüncelerini yansıtan özgün çizimler yapmışlardır.
- Öğrencilerin küçük bir kısmı, solunum sistemi yapı ve organları ile ilgili alternatif çizimler yapmıştır. Bu öğrencilerin çizimleri incelendiğinde bir

kısının diyaframın biçimi, konumu ve boyutuyla ilgili alternatif düşüncelere sahip olduğu anlaşılmıştır. Bazıları ise akciğerleri -arasına hava kanal(lar)ı- çizerek birbirine bağlamıştır. Soluk borusu ile ilgili alternatif çizimler yapan öğrencilerin özellikle soluk borusunun üst ve alt komşularından olan yutak ve bronşun özelliklerini tam anlayamadıkları, soluk borusunu üç bronşa ayırarak vücuttaki diğer kısımlara (diyafram, göğüs boşluğu, kalp) bağladıkları, havanın solunum kanalında izlediği yol hakkında alternatif düşüncelere sahip oldukları belirlenmiştir.

- Öğrencilerin önemli bir kısmı, akciğerlerin yerine sindirim ve boşaltım sistemi organlarını (mide, karaciğer ve böbrek) çizmiştir.
- Solunum sisteminin anatomik yapısı ile ilgili alternatif çizimler yapan öğrencilerin kusurlu (bilimsel olmayan) zihinsel modellere sahip oldukları saptanmıştır. Öğretim sürecinden sonra mevcut alternatif çizimlerin neredeyse tamamının azaldığı veya yok olduğu; ancak yeni alternatif çizimlerin ortaya çıktığı saptanmıştır.

Araştırmanın ikinci alt problemine (İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organlar ile ilgili adlandırmaları nelerdir? Öğrencilerin adlandırmaları öğretim süresince nasıl değişmektedir?) ait bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerine ait “çizimlerinin adlandırmaları” incelendiğinde;

- Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu solunum yolu yapı ve organlarını belirtip adlandırmada başarılı olmuştur. Diğerleri ise solunum sistemi yapı ve organlarını birbiriyle veya vücuttaki diğer sistemlere ait yapı ve organlarla karıştırmıştır.
- Öğrencilerden bir kısmı, yutak ile gırtlak, konumlarını kesin olarak bilmediklerinden dolayı birbirinin yerine adlandırmıştır. Diğer bir kısmı ise soluk borusunu, yemek borusu olarak adlandırmıştır.
- Öğretim öncesi akciğerler; karaciğer, böbrek ve mide ile karıştırılarak öğrencilerin en fazla yanlış adlandırdıkları organlar olmuştur. Öğretim sonrası akciğerlerin yanlış adlandırılma oranı azalmış; ancak yutak, gırtlak, soluk borusu ve bronşların yanlış adlandırılma oranları artmıştır.

Öğrencilerden bazıları ise akciğerlerin içyapısını (bronş, bronşçuk ve alveolü birbiriyle karıştırdıklarından dolayı) yanlış adlandırmıştır.

- Genel olarak bakıldığında bu öğrencilerin, birbiriyle karıştırdıkları yapı ve organların görevlerini tam bilmedikleri dolayısıyla bunların görevlerini birbirine transfer ettikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca belirli bir görevi gerçekleştirmek için bir araya gelmiş, birbiriyle uyumlu, özelleşmiş yapı ve organlar olarak tanımlanan sistem kavramını da bütünüyle anlamadıkları saptanmıştır.

Araştırmanın üçüncü alt problemine (İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermeyi sağlayan yapı ve organların görevleri ile ilgili düşünceleri nelerdir? Öğrencilerin düşünceleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?) ait bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerine ait “yapı ve organların görevleri” incelendiğinde;

- Öğretim öncesi ve sonrası öğrencilerin büyük bir çoğunluğu solunum sistemi yapı ve organlarının görevleri ile ilgili günlük deneyimler sonucunda kazanılabilen basit açıklamalar yapmışlardır. Öğretim sürecinden sonra öğrencilerin solunum sistemi yapı ve organlarıyla ilgili spesifik açıklamalarında (yapısal ve görevsel özellikleri hakkında) artış olmuştur.
- Öğrencilerin, soluk alıp vermede görevli olarak düşündükleri yapı ve organlar ile ilgili açıklamaları, solunum sistemi ile ilgili çizimleriyle paralellik göstermiştir. Bilimsel olmayan çizimler yapan öğrencilerin, çizdikleri yapı ve organların görevleriyle ilgili alternatif düşüncelere sahip oldukları saptanmıştır.
- Öğrencilerin, öğretim öncesi ve sonrası vücuttaki yapı ve organların görevleriyle ilgili (solunum sistemi yapı ve organlarının tamamı) alternatif düşüncelere sahip oldukları anlaşılmıştır. Alternatif düşüncelere sahip olan öğrencilerin bir kısmının öğretim süreci sonunda bilimsel gerçeklerle tutarlı kavramsal değişim gerçekleştirdiği; ancak diğer bir kısmının öğretim sürecinden kaynaklı olduğu kabul edilen yeni alternatif kavramlar ürettikleri ortaya çıkmıştır.

- Bazı öğrencilerin, solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini kendilerine özgü analogiler ile açıkladıkları belirlenmiştir.

Araştırmanın dördüncü alt problemine (İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve sonrası soluk alıp vermenin amacı ile ilgili düşünceleri nelerdir? Öğrencilerin düşünceleri öğretim süresince nasıl değişmektedir?) ait bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur:

Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerine ait “soluk alıp vermenin amacı” hakkındaki düşünceleri incelendiğinde;

- Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu, problem durumundaki kişilerin soluk alıp verme hızlarını, öğretim öncesi ve sonrası doğru sıralamıştır.
- Soluk alıp verme hızıyla ilgili sıralamaların zihinsel kaynağının çoğunlukla günlük deneyimler sonucunda kazanılan bilgilerden oluştuğu saptanmıştır. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu ise açıklamasında soluk alıp verme hızıyla ilgili herhangi bir kavram belirtmemiştir.
- Öğrencilerin küçük bir kısmı soluk alıp verme hızını vücuttaki organlarla, çok az bir kısmı ise hücresel solunuma katılan maddelerle ilişkilendirmiştir. Genel olarak bakıldığında soluk alıp verme hızı, öğrencilerin yarısından fazlası tarafından somut özellikteki makro yapı ve olaylarla açıklanmıştır.
- Öğrencilerin küçük bir kısmı ise soluk alıp verme hızını enerjiyle ilişkilendirmiştir. Ancak bu öğrencilerden bazılarının enerji ile ilgili alternatif düşüncelere sahip olduğu saptanmıştır.
- Soluk alıp verme hızını enerji kavramıyla birlikte vücuttaki organlarla veya hücresel solunuma katılan maddelerle ilişkilendiren öğrencilerin sayısı oldukça azdır. Bununla birlikte sadece öğretim öncesi bir öğrenci, soluk alıp verme hızını; enerji kavramı, hücre ve hücresel solunumdaki maddelerle ilişkilendirerek açıklamıştır.
- Sonuç olarak sadece birkaç öğrenci soluk alıp verme hızını enerji ile birlikte mikro veya mikro-altı yapılarla ilişkilendirmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun soluk alıp vermenin amacını yüzeysel olarak kavradıkları saptanmıştır.

Araştırmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, öğrencilerin önemli bir kısmının, solunum sistemi ile ilgili yetersiz veya bilimsel olmayan (kusurlu)

zihinsel modellere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin büyük bir kısmı, solunum sisteminin yapısal ve görevsel özelliklerine yoğunlaşmıştır. Bu öğrencilerin solunum sisteminin vücuttaki diğer yapılarla (makro: sistem, organ; mikro: hücre) olan ilişkilerini tam kavrayamadıkları saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

Araştırmanın birinci problemi doğrultusunda ulaşılan sonuçlara ait öneriler;

- Sistemlerin yapısal, görevsel ve davranışsal özellikleri bulunmaktadır. Solunum sisteminin yapısal özelliğinin (anatomisinin) öğrencilerin zihinsel modellerindeki karşılığı, çizim tekniğiyle somutlaştırılarak ortaya çıkarılabilir. Yapısal özelliği kusurlu olan bir zihinsel model, yapılarının görevleri ile ilgili yanlış düşünceler oluşturabilme potansiyeline sahiptir. Bu durumun engellenebilmesi amacıyla öğrencilerin solunum sisteminin anatomik yapısı ile ilgili çizimleri öğretim sürecinden önce ve sonra analiz edilmelidir.
- Solunum sisteminin küçük boyuttaki yapılarına ve solunum mekanizmasına biraz daha önem verilmelidir.

Araştırmanın ikinci problemi doğrultusunda ulaşılan sonuçlara ait öneriler;

- İnsan vücudundaki yapı ve organların farklı sistemlere ait özelleşmiş bileşenler oldukları öğrencilere kazandırılmalıdır. Bu bağlamda sistemlerin birbirinden yapısal anlamda ayrı olduklarının sadece solunum sisteminin gösterimiyle açıklanması yetersiz olacaktır. Organları birbiriyle karıştıran öğrencilere, solunum sistemi ile birlikte vücuttaki diğer sistemleri de yapısal olarak öğrenmeleri için fırsat tanınmalıdır.

Araştırmanın üçüncü problemi doğrultusunda ulaşılan sonuçlara ait öneriler;

- Fen laboratuvarlarında yaygın olarak bulunan insan vücudu modeli gibi statik modeller, sistemlerin yapısal gösterimleridir. Bu modeller sadece bir sistemin bileşenlerinin yüzeysel özelliklerini ve sıralamasını içermektedir. Öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarını sağlamak amacıyla sistemlerin bileşenleri arasındaki davranışsal ve görevsel ilişkileri açıklayan dinamik modeller kullanılmalıdır.

- Ders sürecinde kullanılan terimlere dikkat edilmelidir. Terimler öğrencilerin anlayabileceği düzeyde açıklanmalıdır.

Araştırmanın dördüncü problemi doğrultusunda ulaşılan sonuçlara ait öneriler;

- Öğrencilerin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin öğretim öncesinde ortaya çıkarılması ders sürecinin planlanmasına ve verimli geçmesine yardım edebilir. Ayrıca öğrencilerin zihinsel modellerinin oluşumuna neden olan soyut mekanizmalar saptanabilir.
- Mikro boyutta gerçekleşen olayların makro boyutu etkileyebileceği vurgulanmalıdır. Solunum sistemi ile vücuttaki diğer yapılar (sistem, organ, hücre) arasındaki nedensel ilişkiler gösterilmelidir.
- Öğrencilerin alternatif düşünceler üretmelerine neden olabilecek kavramlar (enerji, enerji tüketimi) dikkate alınarak öğretim süreci planlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Al-Balushi, S. M. (2011). Students' evaluation of the credibility of scientific models that represent natural entities and phenomena. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(3), 571-601. doi:510.1007/s10763-10010-19209-10764.
- Al-Balushi, S. M. (2013). The relationship between learners' distrust of scientific models, their spatial ability, and the vividness of their mental images. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 707-732. doi:10.1007/s10763-012-9360-1
- Arthur, W. B. (1999). Complexity and the economy. *Science*, 284(5411), 107-109. doi:10.1126/science.284.5411.107
- Aydın, S. (2016). To what extent do Turkish high school students know about their body organs and organ systems? *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1094-1106. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3498
- Bacanak, A., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). İlköğretim öğrencilerinin fotosentez ve solunum konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi: Trabzon örnekleme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 67-80.
- Banathy, B. H., & Jenlink, P. M. (2004). Systems inquiry and its application in education. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (2nd ed., ss. 37-57). New York, NY: Macmillan Library Reference.
- Bara, B. G., & Bucciarelli, M. (2000). Deduction and induction: Reasoning through mental models. *Mind & Society*, 1(1), 95-107.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377. doi:10.1080/09500690802582241
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education. *The Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Cerrah Özsevgeç, L. (2007). What do Turkish students at different ages know about their internal body parts both visually and verbally. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 31-44.
- Cheng, M. -F., & Lin, J. -L. (2015). Investigating the relationship between students' views of scientific models and their development of models. *International Journal of Science Education*, 37(5), 2453-2475. doi:10.1080/09500693.2015.1082671
- Cherif, A. H., Jedlika, D. M., Al-Arabi, A., Aron, R., & Verma, S. (2010). Effective understanding of the human body organs: A role-playing activity for deep learning. *The American Biology Teacher*, 72(7), 447-450. doi:10.1525/abt.2010.72.7.11
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental models transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (ss. 61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Clement, J., & Núñez-Oviedo, M. C. (2003). *Abduction and analogy in scientific model construction. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching Conference*, Philadelphia, PA.
- Cokelez, A., & Dumon, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school French students' representations in long-term memory. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 6(3), 119-135.
- Craik, K. J. W. (1967). *The nature of explanation* (1st Updated Edition). Cambridge: Cambridge University Press.
- Dempster, E., & Stears, M. (2014). An analysis of children's drawings of what they think is inside their bodies: A South African regional study. *Journal of Biological Education*, 48(2), 71-79.
- Donnelly, R., & Fitzmaurice, M. (2005). Designing modules for learning. In G. O'Neill, S. Moore & B. McMullin (Eds.), *Emerging issues in the practice of university learning and teaching* (ss. 99-110). Dublin: AISHE.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction - A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *The World of Science Education: Science education research and practice in Europe* (ss. 13-37). Rotterdam: Sense Publishers. doi:10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Dunbar, K. (1999). How scientist build models in vivo science as a window on the scientific mind. In L. Magnani, N. J. Nersessian & P. Thagard (Eds.), *Model-based reasoning in scientific discovery* (ss. 85-99). Boston, MA: Springer US. doi:10.1007/978-1-4615-4813-3_6
- Eilks, I., Möllering, J., & Valanides, N. (2007). Seventh-grade students' understanding of chemical reactions - Reflections from an action research interview study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 271-286.
- Eseryel, D., & Law, V. (2012). Effect of cognitive regulation in understanding complex science systems during simulation-based inquiry learning. *Technology, Instruction, Cognition & Learning*, 9(1-2), 111-132.
- Forbus, K. D., & Gentner, D. (1997). Qualitative mental models: Simulations or memories. *Proceedings of the Eleventh International Workshop on Qualitative Reasoning* (ss. 1-8). Cortona, Italy.
- Franco, C., & Colinviaux, D. (2012). Grasping mental models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (ss. 93-118). New York, NY: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-010-0876-1
- Frei, R. (2011). A complex system approach to education in Switzerland. In T. Lenaerts, M. Giacobini, H. Bersini, P. Bourguin, M. Dorigo & R. Doursat (Eds.), *Advances in artificial life, ECAL 2011: Proceedings of the Eleventh European Conference on Synthesis and Simulation of Living Systems* (ss. 242-249). Cambridge, MA: MIT.
- Fromm, J. (2005). Types and forms of emergence. *Complexity Digest*, 25(3).
- George, S. C., & Hlastala, M. P. (2011). Airway gas exchange and exhaled biomarkers. *Comprehensive Physiology*, 1(4), 1837-1859.
- Gilbert, J. K. (1995). Studies and fields: Directions of research in science education. *Studies in Science Education*, 25(1), 173-197. doi:10.1080/03057269508560053
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning sciences through models and modelling. In B. J. Fraser, & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (ss. 53-66). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gobert, J. D., Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894. doi:10.1080/095006900416839
- Goel, A., Rugaber, S., & Vattam, S. (2009). Structure, behavior & function of complex systems: The structure, behavior, and function modeling language. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 23(1), 23-35. doi:10.1017/S0890060409000080
- Goldstone, R. L. (2006). The complex systems see-change in education. *Journal of the Learning Science*, 15(1), 35-43. doi:10.1207/s15327809jls1501_5
- Goldvarg, E., Johnson-Laird, P. N. (2001). Naive causality: A mental model theory of causal meaning and reasoning. *Cognitive Science*, 25(4), 565-610. doi:10.1207/s15516709cog2504_3
- Greek, R. (2015). Systems biology. *Biological Systems: Open Access*, 4(1), 1. doi:10.4172/2329-6577.1000e112
- Green, D. W. (1997). Explaining and envisaging an ecological phenomenon. *British Journal of Psychology*, 88(2), 199-217. doi:10.1111/j.2044-8295.1997.tb02630.x
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Grotzer, T. A., & Basca, B. B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16-29.
- Gültepe, M. B., Yıldırım, O., & Sinan, O. (2008). Solunum sistemi konusunun oluşturmacı yaklaşıma dayalı öğretiminin 6. sınıf öğrenci başarısına etkisi. *İlköğretim Online*, 7(2), 522-536.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429. doi:10.1111/j.1949-8594.1998.tb17434.x
- Heiser, J., & Tversky, B. (2010). *Mental models of complex systems: Structure and function*. Manuscript submitted for publication.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a modeling theory of science, cognition and instruction. *Proceedings of the 2006 GIREP Conference: Modelling in Physics and Physics Education*. Amsterdam, Netherlands.
- Hester, R. L., Ilescu, R., Summers, R., & Coleman, T. G. (2011). *Systems biology and integrative physiological modelling*, 589(5), 1053-1060.
- Hiller-Sturmhöfel, S., & Bartke, A. (1998). The endocrine system. *Alcohol Health & Research World*, 22(3), 153-164.
- Hmelo, C. E., Holton, D. L., Allen, J. K., & Kolodner, J. L. (1997). Designing for Understanding: Children's Lung Model. In M. G. Shafto & P. Langley (Eds.), *Proceedings of the Nineteenth Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (ss. 313-318). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.
- 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. *Cognitive Science*, 28(1), 127-138.
- Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 53-61.
- Hmelo-Silver, C. E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert-Novice understanding of complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 307-331.
- Holbrook, J., & Kolodner, J. L. (2000). Scaffolding the development of an inquiry-base (science) classroom. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (ss. 221-227). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ingham, A. I., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 203-215.
- 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(1), 11-34.
- Johnson-Laird, P. N. (1994). Mental models, deductive reasoning, and the brain. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences* (ss. 999-1008). Cambridge, MA: MIT Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2009). *How we reason* (1st Edition). Don Mills, ON: Oxford University Press Canada.
- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental model and cognitive change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131-138. doi:10.1080/20445911.2012759935.
- Johnson-Laird, P. N., Khemlani, S. S., & Goodwin, G. P. (2015). Logic, probability, and human reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(4), 201-214. doi:10.1016/j.tics.2015.02.006
- Kao, H. L. (2007). A study of aboriginal and urban junior high school students' alternative conceptions on the definition of respiration. *International Journal of Science Education*, 4(19), 517-533.
- Khemlani, S. S., Barbey, A. K., & Johnson-Laird, P. N. (2014). Causal reasoning with mental models. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(849), 1-15. doi:10.3389/fnhum.2014.00849
- Krell, M., Upmeyer zu Belzen, A., & Krüger, D. (2012). Students' understanding of the purpose of models in different biological contexts. *International Journal of Biology Education*, 2(2), 1-34.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. *Proceedings Third International Conference of the Learning Sciences* (ss. 16-22). Atlanta, GA.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- Kurt, H., Ekici, G., Aktaş, M., & Aksu, Ö. (2013a). On the concept of "Respiration": Biology student teachers' cognitive structures and alternative conceptions. *Educational Research and Reviews*, 8(21), 2101-2121.
- Kurt, H., Ekici, G., Aktaş, M., & Aksu, Ö. (2013b). The concept of the photosynthesis which is an indicator of life in plants: A cognitive structure study. *American-*

- Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 13(9), 1207-1231.
- Kurtulus, A., & Yolcu, B. (2013). A study on sixth-grade turkish students' spatial visualization ability. *The Mathematics Educator*, 22(2), 82-117.
- Ladyman, J., Lambert, J., & Wiesner, K. (2013). What is a complex system?. *European Journal for Philosophy of Science*, 3(1), 33-67. doi:10.1007/s13194-012-0056-8
- Lemke, J. L., & Sabelli, N. H. (2008). Complex systems and educational change: Towards a new research agenda. *Educational Philosophy and Theory*, 40(1), 118-129. doi:10.1111/j.1469-5812.2007.00401.x
- Lesh, R. (2006). Modelling students modelling abilities: The teaching and learning of complex systems in education. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 45-52. doi:10.1207/s15327809jls1501_6
- Liu, L., Marathe, S., & Hmelo-Silver, C. E. (2005). *Function before form: An alternative approach to learning about complex system*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, QC.
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023-1040.
- Maury, B. (2013). *The respiratory system in equations* (1st edition). Milan: Springer-Verlag Mailand. doi:10.1007/978-88-470-5214-7
- MEB. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4 ve 5. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2009a). *İlköğretim 1, 2 ve 3. sınıflar hayat bilgisi dersi öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2009b). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı (3. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2009c). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğretmen kılavuz kitabı (3. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2009d). *İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabı (3. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2009e). *İlköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı*. Ankara: S. E. K. Yayınları.
- MEB. (2011). *İlköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı (5. Baskı)*. Ankara: Evren Yayıncılık.
- MEB. (2012a). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji ders kitabı*. Ankara: Pasifik Yayınları.
- MEB. (2012b). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji öğrenci çalışma kitabı*. Ankara: Pasifik Yayınları.
- MEB. (2012c). *İlköğretim 6. sınıf fen ve teknoloji öğretmen kılavuz kitabı*. Ankara: Pasifik Yayınları.
- MEB. (2013a). *İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi ders kitabı (4. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2013b). *İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi öğretmen kılavuz kitabı (4. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- MEB. (2013c). *İlköğretim 2. sınıf hayat bilgisi öğrenci çalışma kitabı (4. Baskı)*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

- Mitchell, M. (1998). A complex system perspective on the “computation vs dynamics” debate in cognitive science. In M. A. Gernsbacher & S. J. Derry (Eds.), *Proceedings of the 20th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (ss. 710-715). Madison, WI: University of Wisconsin.
- Mitchell, M., & Newman, M. (2002). Complex systems theory and evolution. In M. Pagel (Ed.), *Encyclopedia of evolution*. New York, NY: Oxford University Press.
- Morrison, M., & Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. In M. Morrison & M. S. Morgan (Eds.), *Models as Mediators. Perspectives on Natural and Social Science* (ss. 10-37). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511660108.003
- Narayanan, N. H. (2007). The impact of cognitively based design of expository multimedia. In D. Alamargot, P. Terrier & J. M. Cellier (Eds.), *Written Documents in the Workplace* (ss. 243-260). Amsterdam: Elsevier Science.
- Newman, M. E. J. (2011). Complex systems: A survey. *American Journal of Physics*, 79(8), 800-810. doi:10.1119/1.3590372
- Niebert, K., & Gropengiesser, H. (2013). The model of educational reconstruction: A framework for the design of theory-based content specific interventions. The example of climate change. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research - Part B: Illustrative cases* (ss. 511-531). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Ning, T. H., & Cai, J. (2015). A perspective on symmetric lateral bipolar transistor on SOI as a complementary bipolar logic technology. *IEEE Journal of Electron Devices Society*, 3(1), 24-36.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (ss. 7-14). New York, NY: Psychology Press.
- O'Connor, D. L., & Johnson, T. E. (2004). *Measuring team cognition: Concept mapping elicitation as a means of constructing team shared mental models in an applied setting*. First International Conference on Concept Mapping, September 14-17, 2004, Pamplona, Spain.
- Odenbaugh, J. P. (2005). Idealized, inaccurate but succesful: A pragmatic approach to evaluating models in theoretical ecology. *Biology and Philosophy*, 20(2), 231-255.
- Ornek, F. (2008). Models in science education: Applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 35-45.
- Óskarsdóttir, G., Stougaard, B., Fleischer, A., Jeronen, E., Lützen, F., & Kråkenes, R. (2011). *Nordic Studies in Science Education*, 7(2), 179-189.
- Ottino, J. M. (2004). Engineering complex systems. *Nature*, 427(6973), 399.
- Penner, D. E. (2000). Explaining systems: Investigating middle school students' understanding of emergent phenomea. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 784-806.
- Perkins, D. N., & Grotzer, T. A. (2000). *Models and moves: Focusing on dimensions of causal complexity to achieve deeper scientific understanding*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- Perkins, D. N., & Grotzer, T. A. (2005). Dimensions of causal understanding: The role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 41(1), 117-165. doi:10.1080/03057260508560216

- Pinkerton, K. E., & Joad, J. P. (2000). The Mammalian respiratory system and critical windows of exposure for children's health. *Environmental Health Perspectives*, 108(3), 457-462.
- Raia, F. (2005). Students' understanding of complex dynamic systems. *Journal of Geoscience Education*, 53(3), 297-308.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Front Public Health*, 2, 260. doi: 10.3389/fpubh.2014.00260
- Rea-Ramirez, M. A. (1998). *Models of conceptual understanding in human respiration and strategies for instruction*, Unpublished Doctoral Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.
- Reiss, M. J., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31(3), 383-399.
- Rind, D. (1999). Complexity and climate. *Science*, 284(5411), 105-107. doi:10.1126/science.284.5411.105
- Saidel, G. M., DiBella J. A., & Cabrera, M. E. (2003). Metabolic system dynamics: Lumped and distributed models. In Z. M. Arnez (Ed.), *Transactions on Biomedicine and Health* (ss. 101-110). Billerica, MA: WIT Press.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modelling: Making scientific modelling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Shaffer, T. H., Wolfson, M. R., & Bhutani, V. K. (1981). Respiratory muscle function, assessment, and training. *Physical Therapy*, 61(12), 1711-1723.
- Sins, P. H. M., Savelsbergh, E. R., & van Joolingen, W. R. (2005). The difficult process of scientific modelling: An analysis of novices' reasoning during computer-based learning. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695-1721.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2007). Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 285-311.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1998). *Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource*. (3rd edition). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Tracana, R. B., Varanda, I., Viveiros, S., & Carvalho, G. S. (2012). Children's conceptions about respiration before and after formal teaching: Identification of learning obstacles. *XV IOSTE Symposium, Science & Technology Education for Development, Citizenship and Social Justice - Teacher Training and Teaching Practices* (ss. 1-11). Hammamet, Tunisia.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2001). Learning introductory organic chemistry: Secondary students' understanding of the role of models and the development of scientific ideas. *Paper presented at American Educational Research Association*, Seattle, WA.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Tu, J., Inthavong, K., & Ahmadi, G. (2013). *Computational fluid and particle dynamics in the human respiratory system*. Dordrecht: Springer Netherlands.

- Van Der Valk, T., Van Driel, J. H., & De Vos, W. (2007). Common characteristics of models in present-day scientific practice. *Research in Science Education*, 37(4), 469-488.
- Vattam, S. S., Goel, A. K., Rugaber, S., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Gray, S., & Sinha, S. (2011). Understanding complex natural systems by articulating structure-behavior-function models. *Educational Technology & Society*, 14(1), 66-81.
- Viste, M., & Skartveit, H. (2004). Visualization of complex systems – the two-shower model. *Psychology Journal*, 2(2), 229-241.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. doi:10.1016/0959-4752(94)90018-3
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535-585.
- Warliah, L., Rohman, A. S., & Rusmin, P. H. (2012). Model development of air volume and breathing frequency in human respiratory system simulation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 67, 260-268. doi:10.1016/j.sbspro.2012.11.328
- Weng, G., Bhalla, U. S., & Iyengar, R. (1999). Complexity in biological signaling systems. *Science*, 284(5411), 92-96. doi:10.1126/science.284.5411.92
- Williams, M. D., Hollan, J. D., & Stevens, A. L. (1983). Human reasoning about a simple physical system. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (ss. 131-153). New York, NY: Psychology Press.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim*, 23(112), 7-17.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (1984). *Case study research: Design and methods* (1st edition). Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Yolcu, B., & Kurtuluş, A. (2010). 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Yoshino, K. (1989). New clinical method to evaluate the ventilatory and non-ventilatory functions of respiratory muscles. *Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi*, 27(12), 1418-1426.
- Yu, Y., & Hung, J. (2014). An Investigation of students' mental models of the human body through drawing assessments. *US-China Education Review B*, 4(6), 401-406.

EKLER

1. Ek: Sinop İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Belgesi

T.C.
SİNOP VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

20 ŞUBAT 2013

Sayı : 57129451-200/

Konu: Yüksek Lisans
Tez Çalışması.

001777

VALİLİK MAKAMINA
SİNOP

İlgi : Abdünnur PEKMEZCİ'nin 18/02/2013 tarihli dilekçesi.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Abdünnur PEKMEZCİ'nin, İlimiz Merkez ortaokullarında 18 Mart-10 Mayıs 2013 tarihleri arasında yüksek lisans tezi için çalışma istediği ile ilgili dilekçesi ekte gönderilmiştir.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Abdünnur PEKMEZCİ'nin, İlimiz Merkez ortaokullarında 18 Mart-10 Mayıs 2013 tarihleri arasında yüksek lisans tezi için çalışma yapması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

M. Emin AKKURT
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
19/02/2013

Hıdır KATİP
Vali a.
Vali Yardımcısı



Ayrıntılı Bilgi : Kenan KÖYLÜ Şube Müdürü
Hükümet Konakı 57000 SİNOP
Tel : 368 261 19 87 – 260 51 68
Faks : 368 261 15 07
E-Posta : sinopmem@meb.gov.tr
Web Adresi : www.sinop.meb.gov.tr



2. Ek: Veri Toplama Aracı

<<< İLKÖĞRETİM 6. SINIFLAR ANKET FORMU >>>

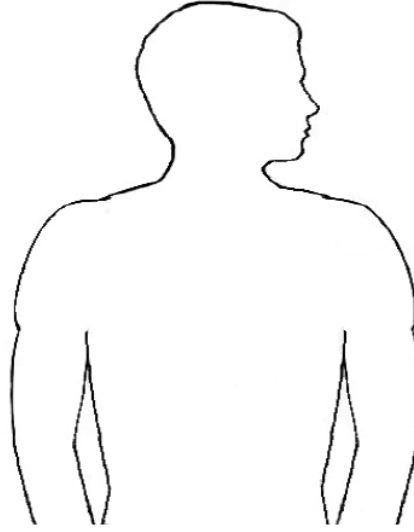
Okulunuz :
Sınıfınız :
Yaşınız :
Cinsiyetiniz :

Değerli Öğrenciler,

Bu anket, solunum sistemi konusu ile ilgili düşüncelerinizi ifade etmeniz amacıyla hazırlanmış olup bilimsel çalışmalarda kullanılacaktır. Bu kapsamda sizler için geliştirdiğimiz 5 (beş) soru bulunmaktadır. Sorulara vereceğiniz cevaplar gizli tutulacak ve ders notu olarak değerlendirilmeyecektir. Lütfen vereceğiniz cevapların açık ve anlaşılır olmasına dikkat ediniz.

Düşüncelerinizi bizimle paylaştığınız ve soruları samimiyetle cevaplandığınız için şimdiden teşekkür ederiz.

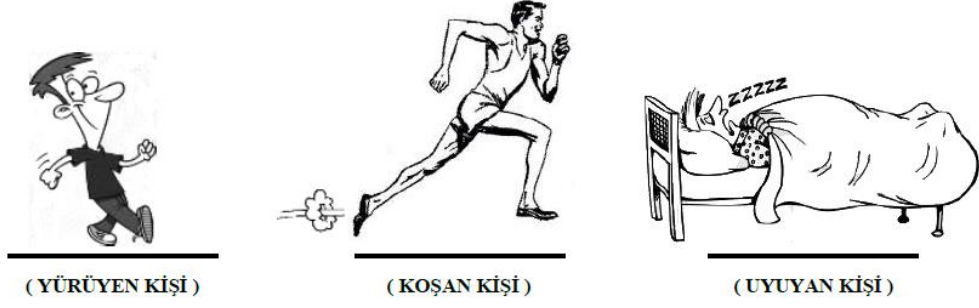
Abdünnur PEKMEZCİ
Fen ve Teknoloji Öğretmeni



<<< 1. 2. ve 3. SORULARI YUKARIDAKİ ŞEKLİ KULLANARAK SIRASTIYLA CEVAPLANDIRINIZ. >>>

1. SORU) Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organları yukarıdaki seklin üzerine ciziniz.
2. SORU) Cizdiğiniz bu yapı ve organların isimlerini yanlarına yazınız.
3. SORU) Soluk alıp vermemizi sağlayan yapı ve organların adlarını ve görevlerini aşağıdaki boşluklara yazınız.

(YAPI / ORGAN ADI)	(YAPININ / ORGANIN GÖREVLERİ)
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	



<<< 4. ve 5. SORULARI YUKARIDAKİ ŞEKİLLERE GÖRE SIRA SIYLA CEVAPLANDIRINIZ. >>>

4. SORU) Yukarıdaki resimlerde bulunan kişilerin soluk alıp verme hızlarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

5. SORU) Yukarıdaki sıralamayı neden böyle yaptığınızı açıklayınız.

ÖZGEÇMİŞ

Abdünnur PEKMEZCİ 14/06/1986 tarihinde Bakırköy’de doğdu. Sinop Anadolu Lisesi’ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Eğitim Fakültesi’nden 2009 yılında mezun oldu. İkinci lisans eğitimini 2013 yılında Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Uluslararası İlişkiler Bölümü’nde tamamladı. Mezuniyetinden bu yana fen bilgisi öğretmeni olarak görev yapan Pekmezci, orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

E-mail : pekmezci57@hotmail.com

Telefon : +90 (505) 881 75 12

Bildiriler

Pekmezci, A., & Çökelez, A. (2014). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı* (ss. 439-440). Adana, Türkiye: Çukurova Üniversitesi.

