

**ESKİŞEHİR
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ**
**BİLECİK
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik Ana Bilim Dalı**

**SORGULAMA TEMELLİ YAKLAŞIM VE LİSANS
MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ UYGULAMALARI**

**Emrah KARCI
Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Figen UYSAL**

**BİLECİK, 2019
Ref. No: : 10291335**



**ESKİŞEHİR
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ
BİLECİK
ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ**

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik Ana Bilim Dalı**

**SORGULAMA TEMELLİ YAKLAŞIM VE LİSANS
MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ UYGULAMALARI**

**Emrah KARCI
Yüksek Lisans**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Figen UYSAL**

BİLECİK, 2019



**ESKİŞEHİR
ANADOLU UNIVERSITY**



**BİLECİK ŞEYH EDEBALI
ÜNİVERSİTESİ**

**BİLECİK
ŞEYH EDEBALI UNIVERSITY**

**Graduate School of Sciences
Department of Mathematics**

**IQUIRY BASED LEARNING AND IT'S APPLICATIONS
IN UNDERGREDUATE MATHEMATICS EDUCATION**

**Emrah KARCI
Master's Thesis**

**Thesis Advisor
Asst. Prof. Figen UYSAL**

BİLECİK, 2019



BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ


FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 23/07/2019 tarih ve 40/08 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 09/08/2019 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Emrah KARCI 'nın "SORGULAMA TEMELLİ YAKLAŞIM VE LİSANS MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ UYGULAMALARI" başlıklı tez çalışması Matematik Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Dr. Öğr. Üyesi Figen UYSAL 

ÜYE: Doç. Dr. Devrim Üzel (Jüri Başkanı) 

ÜYE: Dr. Öğr. Üyesi Derya Çelik 

ONAY

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
.../.../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/ MÜHÜR

TEŞEKKÜR

Tez alıŐması baŐlangıcı olan konu seçimi, yayın hazırlığı ve tez yazımının süreci, araştırma yöntemi ve benzeri tüm aŐamalarda değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danıŐsam bana zamanını ayıran, kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile yol gösterici ve destek olan değerli hocam ve danıŐmanım Dr. Öğr. Üyesi Figen UYSAL'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yüksek Lisans eğitimim sırasında aldığım derslerde yardımcı olan tüm değerli bölüm hocalarıma, tez çalışmaları sırasında değerli görüşlerini paylaşan tüm öğretim üyelerine teşekkür ederim.

İyi ve kaliteli bir eğitim alabilmem için her türlü fedakârlığı yapmış olan annem Fatma KARCI ve babam İsmail KARCI'ya sonsuz minnet ve Őükranlarımı sunarım.

Son olarak çalıŐmalarım sırasında her zaman beni destekleyen, anlayış gösteren çok değerli arkadaşlarım Őenol AYDIN ve Halil İbrahim ARICI'ya sonsuz teŐekkürlerimi sunuyorum.

Saygılarımla

BEYANNAME

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tez içindeki tüm verileri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun olarak sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

...../...../ 2019

Emrah KARCI

SORGULAMA TEMELLİ YAKLAŞIM VE LİSANS MATEMATİK EĞİTİMİNDEKİ UYGULAMALARI

ÖZET

Fen ve matematik öğretimi ile bireylere araştırma becerileri kazandırılması toplumların gelişmesi için büyük önem taşıyan bir olgudur. Dünyadaki değişimler ve teknolojik gelişmelerin eğitime etkiler yapması kaçınılmaz bir durumdur. Eğitim yöntemleri gelişerek çağa uyum sağlamaktadırlar (Aydoğdu & Şirahane, 2012, s. 47). Sorgulama temelli öğretim yaklaşımı da bu yeni eğitim yöntemlerinden biridir. Sorgulamaya dayalı öğrenme kapsamında oluşturulan bir öğrenme sürecinde birçok aşama bir araya gelmektedir (Lederman, Lederman, & Antink, 2013, s. 141). Öğrenciler hipotez oluşturup bunu gözlemleyerek neden sonuç ilişkisine ulaşmaya teşvik edilmektedir. Lisans derecesinde fen ve özellikle matematik öğrenmesinin iyileştirilmesi için sorgulama temelli öğrenmenin kullanılması hem dünyada hem ülkemizde popüler bir konudur ve bu öğrenme yönteminin uygulamaları ve etkinliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Kaya & Yılmaz, 2016, s. 302). Matematikte sorgulama temelli öğrenme yönteminde en önemli iki unsurun matematiğe derin katılım ve öğrenciler arasındaki işbirliği olduğu belirtilmektedir (Chapman, 2011, s. 953). Bu iki unsura ek olarak, öğretmenin nasıl hareket etmesinin gerektiği de önem taşımaktadır (Handal, 2003, s. 55). Bu çalışmada sorgulama temelli öğretimin lisans matematik eğitimindeki uygulamaları değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde sorgulama temelli öğretimin kavramsal çerçevesi çizilmiştir. Bu bağlamda, kavramın tarihsel gelişimi, öğretmen ve öğrencilere düşen roller ve sorgulamaya dayalı öğrenme modelleri açıklanmıştır. İkinci bölümde ise bu yöntemlerin lisans matematik eğitimindeki uygulamaları konu alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sorgulama Temelli Öğretim, Lisans Matematik Öğretimi

INQUIRY-BASED APPROACH AND ITS APPLICATIONS IN SCIENCE AND MATHEMATICS EDUCATION

ABSTRACT

Science and mathematics education are essential for individuals to gain research skills. It is inevitable that changes and technological developments in the world will have an impact on education.. Education methods develop and keep up with the times (Aydoğdu &Şirahane, 2012, s. 47). Inquiry-based education approach is one of these new education methods. Inquiry-based learning procedure consists of various stages (Lederman, Lederman, &Antink, 2013, s. 141). Students are encouraged to form hypotheses and make observations to reach a cause effect relationship. The use of inquiry-based learning to improve science and especially mathematics learning at undergraduate level is a popular topic both in the world and in our country, and many studies have been conducted on the applications and effectiveness of this learning method (Kaya & Yılmaz, 2016, s. 302). It has been stated that two most important concepts in inquiry-based education are deep involvement and cooperation among students (Chapman, 2011, s. 953). In addition to these two, teacher's actions also hold great importance (Handal, 2003, s. 55). In this study, applications of inquiry-based education in undergraduate mathematics have been considered. In the first section of the study, conceptual framework of inquiry-based education has been drawn. In this context, development of the concept, required roles of teachers and students and inquiry-based education models have been explained. In the second part, the applications of these methods in undergraduate mathematics are discussed.

Keywords: Inquiry Based Teaching, Undergraduate Mathematics Education

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa No |
|--|------------|
| TEŞEKKÜR | |
| BEYANNAME | |
| ÖZET | I |
| ABSTRACT | II |
| İÇİNDEKİLER | III |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | V |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | VI |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ | VII |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2. SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ | 3 |
| 2.1. Sorgulama Temelli Öğretim | 3 |
| 2.2. Açık Sorgulama Temelli Öğretim İlkeleri ve Gelişimi | 5 |
| 2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modelleri | 8 |
| 2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamında Öğretmen ve Öğrenci Rollerini | 13 |
| 2.4.1. Öğrenci rolleri..... | 13 |
| 2.4.2. Öğretmen rolleri..... | 14 |
| 2.5. Sorgulamaya Dayalı Modeller..... | 17 |
| 2.5.1. J. Dewey'in sorgulamaya dayalı öğrenme modeli..... | 17 |
| 2.5.2. Yönlendirilmiş sorgulama (kılavuzlu keşfetme) modeli | 18 |
| 2.5.3. Öğrenme halkası modeli | 18 |
| 2.5.4. Sorgulamaya dayalı öğretimin 5e ve 7e modelleri | 20 |
| 2.5.5. Kavramsal değişim modeli | 22 |
| 2.5.6. Llewellyn sorgulama döngüsü | 24 |
| 2.6. Sorgulamaya Dayalı Öğretimin Avantajları ve Dezavantajları..... | 26 |
| 2.7. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar | 28 |
| 3. MATERYAL ve METOTLAR | 35 |
| 4.SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMİN LİSANS MATEMATİK ÖĞRETİMİNDEKİ UYGULAMALARI | 35 |
| 4.1. Diferansiyel Denklemlerin Uygulamaları | 36 |
| 4.1.1. Diferansiyel denklem kavramı ve gelişimi | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.2. Diferansiyel denklem öğreniminde ve öğreniminde yaşanan zorluklar | 36 |
| 4.2. Lineer Cebir..... | 39 |
| 4.2.1. Lineer cebir kavramı..... | 39 |
| 4.2.2. Lineer cebir öğretimi | 40 |
| 4.3. Diferansiyel Denklem ve Lineer Cebir Öğreniminde Sorgulamaya Dayalı Yaklaşım..... | 41 |
| 4.4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar | 43 |
| 4.4.1. Öğrencileri fikirlerini paylaşmaya teşvik etmek..... | 43 |
| 4.4.2. Öğrencilerin başkalarının düşüncelerini tartışmalarına yardımcı olmak..... | 44 |
| 4.4.3. Öğrencilere düşüncelerini derinleştirmeleri için yardımcı olmak | 45 |
| 4.4.4. Öğrencilerin fikirlerini genişletme ve onlara dayanarak ilerleme | 45 |
| 5. SONUÇ..... | 47 |
| KAYNAKLAR | 48 |
| ÖZ GEÇMİŞ ----- | |

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa No**

| | |
|---|----|
| Şekil 2. 1. Araştırma-sorgulama düzeyleri (Martin, 2009, s. 82)..... | 5 |
| Şekil 2. 2. Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Döngüsü (Justice, Warry, Cuneo, Inglis, Miller, Rice ve Sammon, 2002, s. 93)..... | 8 |
| Şekil 2. 3. Authoring Döngü Modeli (Akpullukçu, 2011, s. 62)..... | 11 |
| Şekil 2. 4. Sorgulama Döngüsü (Llewellyn, 2000, s. 129)..... | 25 |
| Şekil 4. 1. Diferansiyel denklemler örneği..... | 38 |

ÇİZELGELER DİZİNİ**Sayfa No****Çizelge 1. 2.** Sorgulamaya dayalı yaklaşımın avantaj ve dezavantajları.27

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-------|---|
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| ASDÖY | : Açık Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yöntemi |
| ASTÖ | : Açık Sorgulama Temelli Öğrenme |
| MEB | : Milli Eğitim Bakanlığı |
| NRC | : National Research Council |
| PM | : Paralel Model |
| SCIS | : Fen Müfredat Geliştirme Çalışmaları |
| SDÖ | : Sorgulamaya Dayalı Öğrenme |
| SM | : Bağlantılı Zincirleme Modeli |
| SMM | : Yarı-Zincirleme Model |
| SPM | : Yarı Paralel Model |

1. GİRİŞ

Dünyada her geçen gün yeni bilgiler ortaya çıkmakta ve bu bilgiler yapılan çalışmalarla uygulamaya geçirilmektedir. Toplumların değişen dünya düzeni içerisinde varlıklarını muhafaza edebilmeleri için bireylerin araştırma pratiklerine de önem vererek bilim yapmaları ve 21. yy becerilerini edinmeleri gerekmektedir. Burada fen eğitimi büyük bir öneme sahiptir (Aydoğdu & Şırahane, 2012, s. 47).

Son dönemde, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin önemli bir bölümünde, fen eğitimi ile ilgili olarak değişime gidildiği görülmektedir. Ülkelerin böyle bir değişim yapmalarındaki temel neden, ihtiyaçları karşılamaya yönelik nitelikli bireylerin yetiştirilmesini sağlamaktır. Bu nedenle araştırmacılar da fen öğretiminin niteliğini artırmaya yönelik ve öğrencileri birer bilim okuryazarı haline getirecek öğretimsel yaklaşımlar geliştirme gayretindedirler (Lederman, Lederman, & Antink, 2013, s. 141). Bu yaklaşımlar arasında, Araştırma-Sorgulama Temelli Öğrenme dikkat çekmektedir (ASTÖ).

ASTÖ olarak kısaltılabilecek bu yaklaşımdan söz etmeden önce sorgulama ile kastedilen şeyin ne olduğunun açıklanması gerekmektedir. Sorgulama, yalnızca bir soru sorma faaliyeti olarak algılanmamalıdır. Nitekim konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde sorgulamaya ilişkin olarak birçok tanımlamaya yer verildiği görülmektedir (Kaya & Yılmaz, 2016, s. 302).

Lim (2001)'e göre sorgulama, genellikle problemleri çözüme kavuşturmak adına yapılan soruların sorulması ve karar alınması gibi unsurları içerisinde barındıran, dünyayı keşfetmede yardımcı olan bir öğrenme yaklaşımıdır. Sorgulama, öğrenme ve öğretme için ele alındığında, iki düzeyden oluşan karmaşık bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Bu iki düzey ise felsefi ve beceri düzeyleri olarak adlandırılmaktadır. Felsefi düzeyde sorgulama, dünyayı nesnelcilik geleneklerinden farklı bir şekilde görmenin yapılandırmacı bir yoludur. Beceri düzeyinde yapılan sorgulama ise problem çözme becerisi şeklinde ifade edilebilir. Bununla birlikte sorgulama, uzun yıllardan beri iyi bir fen öğretimi ve öğrenimini nitelendirmek için kullanılmaktadır (Anderson, 2007, s. 803). Nitekim dünya genelinde de birçok ülke, bilimsel sorgulama ve sorgulama öğretimini iyi bir fen eğitimi için temel basamak olarak görmektedirler. ASTÖ, temel ve sosyal bilimlerde uygulanması desteklenen öğrenci merkezli bir yaklaşım olarak dikkat çekmektedir.

Chapman (2011)'e göre sorgulama matematik öğrenimi için bir araçtır. Ancak öğretmenlerin konu bağlamında bilgi eksikleri ve ezbere dayalı matematik öğrenme algısı sorgulama tabanlı matematik öğretimi yapılmasını zorlaştırmaktadır (Handal, 2003).

Bu araştırmanın amacı sorgulama temelli öğretim ve lisans matematik eğitimindeki uygulamalarının incelenmesidir. Literatürde genellikle sorgulama temelli öğretim ve fen bilimleri üzerine yapılmış araştırmalar mevcuttur. Sorgulama temelli öğretim ve matematik uygulamaları ile ilgili yürütülen çok az sayıda çalışma olması açısından bu çalışmanın literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

2. SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1. Sorgulama Temelli Öğretim

Bilimsel okuryazar bireylerin yetiştirilmesinde, araştırmaya ve sorgulamaya dayalı öğrenme hayati öneme sahiptir. Hem uluslararası araştırma ve geliştirme projelerinde hem de fen öğretimi programlarında, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenmeye rastlamak mümkündür. Araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı denildiğinde ilk olarak Dewey, Bruner, Gagne, Piaget ve Lawson gibi önemli kuramcılar akla gelmektedir. Dewey'e göre fen öğretimi, bilgi yığınlarının öğrencilere aktarılması değil öğretilmesi gereken bir olgu ve süreçtir (NRC, 2000, s. 9). Dewey (1933), araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin birkaç önemli yönü olduğunu belirtmiştir. Bu önemli yönler ise bir problemin tanımlanması, bir hipotezin oluşturulması ve testlerin yapılması şeklinde sıralanabilir (Pedaste, Mäeots, L. A. Siiman, Jong, Riesen, & Kamp, 2015, s. 52).

Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmede öğrenciler, bilgiyi oluşturma yolunda bilim insanlarının uyguladıkları yöntemleri uygulamakta onların uygulamalarını takip etmektedirler. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin "bilim öğretiminden" çok "bilimin nasıl yapıldığını öğretmeye" yönelik süreç odaklı öğrenci merkezli bir yaklaşım olarak ele alınması gerekmektedir (Keselman, 2003, s. 893).

Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmede genel olarak soruşturma süreci, çeşitli araştırma aşamalarının bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Bu öğrenme biçiminde öğrenciler, otantik bir bilimsel keşifte bulunmaya yönlendirilmektedir. Öğrenciler hipotezi formüle etmekte ve değişkenlerle formül arasındaki ilişkiyi ortaya koymak adına deney ve gözleme başvururlardır. Bu deney ve gözlemlerle bir neden sonuç ilişkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu süreç içerisinde öğrencilerin hem tümevarım hem de tümdengelim yöntemlerine başvurdukları söylenebilir (Wilhelm & Beishuizen, 2003, s. 392). Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları "fen öğrenimi, öğrencilerin yaptığı bir şeydir, onlara yaptırılan bir şey değil" düşüncesine sahiptir. Amerikan Fen Eğitimi Geliştirme Komisyonu ve Amerikan Ulusal Araştırma Kurumu tarafından yapılan çalışmalarda, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin fen okuryazarı bireylerin yetiştirilmesinde önemli bir paya sahip olduğu ifade edilmektedir (NRC, 2000, s. 47).

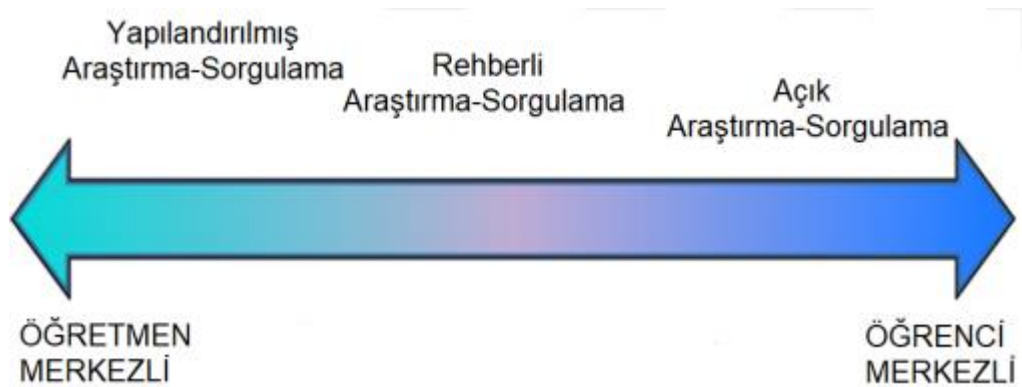
Günümüzde genel olarak hâkim olan anlayış, öğrencilerin bilgileri depolamaları değil sorgulayıcı ve araştırmacı bir anlayışla mantıklı kararlar alınmasını sağlamaktır. Yine günümüzde, fen eğitiminin temel amacının, öğrencilere mevcut bilgileri aktarmaktan çok bu bilgilere ulaşım konusunda onlara bir beceri kazandırmak olduğu söylenebilir. Öğrencilere kazandırılması hedeflenen becerilerin yalnızca öğretmen tarafından direkt olarak öğrencilere verilmesi pek mümkün değildir (NRC, 2000, s. 58). Bilgiye ulaşmak için düşünme becerilerinin üst düzeyde olması gerekmektedir. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, “Hiç kimse her şeyi öğrenemez fakat herkes öğrenmeyi öğrenebilir” anlayışının hâkim olduğu bir öğrenme biçimidir. Bu yolla öğrencilere öğrenme becerilerinin kazandırılması ve öğrenmeye yönelik olarak olumlu bir tutum geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme sayesinde öğrenciler, üst düzey düşünme becerilerini sahip olmaktadır (Martin, 2009, s. 74).

Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartlarına bakıldığında, “araştırma”; gözlem yapma, soru oluşturma, kaynaklardan bilgi toplama, verilerin yorumlanması için çeşitli araçlardan yararlanma, ve sonuçları paylaşma gibi birçok faaliyeti içerisinde barındıran önemli bir aktivitedir (Kaya & Yılmaz, 2016, s. 314). Bütün bu belirtilenler ışığında, araştırma faaliyetinin bir süreç ifade ettiği ve çok yönlü bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Araştırma için eleştirel ve mantıksal düşünmek gerekmektedir. “Sorgulama” ise öğrencilerin ve bilim insanlarının dünya hakkında çeşitli sorular sordukları ve olayları inceledikleri, birbirleriyle ilgili olan bir süreci ifade etmektedir. Sorgulama sayesinde öğrenciler bilgi edinmekte, kavramları ve prensipleri anlayabilmektedirler. Sorgulama, fen biliminin her aşamasında kritik bir öneme sahiptir (NRC, 2000, s. 52). Keller (2001), tüm insanların doğuştan sorgulama sürecini yönetmeye ilişkin gerekli beceriye sahip olduklarını ifade etmektedir. Araştırma ile sorgulama yolundan da faydalanılarak bilgi ve gerçeğin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Amerikan Ulusal Araştırma Kurumu, Ulusal Fen Eğitimi Standartları’nı yayımlanmasından dört yıl sonra 202 sayfalık ek bir monograf yayımlamıştır. Bu monograf, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin nasıl yapılması gerektiği gösterilmektedir. Buna göre araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin sahip olduğu beş temel özellik şu şekilde ifade edilebilir (Duran ve Dökme, 2018, s. 547):

- Öğrenciler, bilimsel araştırma ile cevaplayabilecekleri bir soru sorarlar,

- Öğrenciler, soruyu cevaplamaya çalışırken delillerden yararlanırlar,
- Öğrenciler, elde edilen delillere dayanarak soruyu cevaplamak için bir açıklama oluştururlar,
- Öğrenciler, alternatif açıklamalardan da yararlanarak kendi açıklamalarını değerlendirirler,
- Öğrenciler, kendi açıklamalarını sunar ve savunurlar.

Bu beş özelliğin sırasıyla gerçekleşmesi gerekmemektedir. Öğrenciler, süreç içerisinde yeni birtakım sorular üretmelerinden dolayı bazı aşamaların birkaç kez tekrar edilmesi mümkündür (Kessler & Galvan, 2003, s. 19). Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrenci ve öğretmen rollerinin değiştiği farklı düzeylerde yapılmaktadır (Martin, 2009, s. 82). Şekil 1’de araştırma-sorgulama düzeyleri yer almaktadır.



Şekil 2. 1. Araştırma-sorgulama düzeyleri (Martin, 2009, s. 82)

2.2. Açık Sorgulama Temelli Öğretim İlkeleri ve Gelişimi

İnsanların araştırmacı yapıları ve merak içerisinde olmaları, erken yaşlardan itibaren kendisini göstermektedir. Erken yaşlarda öğrenilen bilgiler çok daha kalıcı olmaktadır. Çocukların araştırmacı yapılarının sonraki dönemlere de aktarılması, ebeveynlere düşen önemli bir görevdir. Hem ebeveynler hem de eğitimciler, çocuklardaki araştırma ruhunun devam ettirilmesinin etkin bir zaman planlamasına bağlı olduğunu ifade etmektedir (Alvarado & Herr, 2003, s. 43). Bu bağlamda Açık Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yöntemi (ASDÖY)’nin öğretim sürecinde uygulanması da çocuklardaki araştırmacı ruhun korunmasında etkili olmaktadır.

Kaynaklara bakıldığında ASDÖY'ün 20. yy'dan itibaren eğitim-öğretim hayatında kendisine yer bulduğu görülmektedir. Türkiye ise yaşanan gelişmeleri biraz daha geç fark etmiştir. ASDÖY hakkında Türkiye'deki araştırmalara yeni başlandığı görülmektedir. ASDÖY Dewey, Piaget, Vygotsky, Cobern, Bruner ve Bandura'nın öğrenme teorilerinden etkilenmiş ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı kapsamında düzenlenmiştir (Degenhart, 2007). Dewey ASDÖY'ün fen bilimleri öğretim programına, öğrencilerin aktif, öğretmenin ise pasif konumda olduğunun yerleştirilmesi gerektiği önermiştir (Barrow, 2006, s. 265). Türkiye başta olmak üzere birçok ülkedeki fen bilimleri eğitim programlarının içerikleri incelendiğinde araştırma ve sorgulamanın eğitim süreci içerisinde ne kadar büyük öneme sahip olduğu bir kez daha ortaya çıkmaktadır (Bozkurt E. , 2014, s. 57). 2013 yılında Fen Bilimler Eğitim Programında bir değişikliğe gidilmiştir. Bu değişiklikle birlikte programın temeli, ASDÖY'e dayandırılmıştır (MEB, 2013, s. 11).

ASDÖY'ün temelini, gerçek yaşamdaki problemlerin sunumu ve bu problemler ile ilgili olarak öğrencilerin araştırma ve sorgulama yeteneklerini geliştirmeleri oluşturmaktadır (Keys & Bryan, 2001, s. 631). ASDÖY, günlük hayatta da kullanılabilecek çeşitli çözüm yollarının öğrenciler tarafından tanınmasını sağlamaktadır (Branch & Solowan, 2003, s. 6). ASDÖY'in uygulandığı sınıflarda özellikle öğrencilerin derse gösterdikleri katılım ve dersin etkileşimli bir biçimde işlenmesi dikkat çekmektedir. Bu işleniş tarzı öğrenilen bilgilerin de daha kalıcı olmasını sağlamaktadır. Öğrenme faaliyetlerinin gerçekleştiği süreç boyunca ASDÖY'ün temel amacı, öğrencilere çeşitli sorumlulukların tanınması ve bu sorumluluklar çerçevesinde karşılıklarına çıkan problemlere çözüm getirmeleridir (Hauser, 2006, s. 39). Öğretim sürecini başarıyla tamamlayan öğrenciler, okul hayatlarında kazandıkları tecrübeleri günlük yaşantılarına da kolaylıkla uydurabilecek, karşılaştıkları problemlere çözüm getirebileceklerdir (Lim, 2001, s. 49).

Araştırma ve sorgulama süreci içerisinde öğrenciler, çevrelerinde gerçekleşen olayları anlamlandırma gayreti içerisindeyler. Karşılaşılan problemlerin çözüme kavuşturulması, yeni birtakım bilgilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bu yolla öğrencilerin bilimsel süreç yönetimi konusundaki becerileri ve fen bilgisine ilişkin anlayışlarında bir gelişim yaşanmaktadır (Duban, 2008). Buna ek olarak ASDÖY'ün uygulandığı sınıflarda yer alan öğrencilerin birbirleriyle kurdukları etkileşimlerde de

bir artış gözlemlenmektedir. Öğrenciler, fikirlerini ifade etmekte ve farklı düşünceleri öğrenme imkânı yakalamaktadırlar (Marx, Blumenfeld, Krajcik, Fishman, Soloway, Geier ve Tal, 2004, s. 1063). ASDÖY’de, senaryolar kapsamında günlük yaşam içerisinde karşılaşılan sorunların öğrencilere tanıtılması yer almaktadır. Öğrencilerden de bu sorunlara çözüm getirmeleri beklenmektedir. Öğrenciler hem ders içerisinde hem de ders dışında yapacakları sorgulama faaliyetleri neticesinde problemleri çözüme kavuşturabileceklerdir (Tatar ve Kuru, , 2006, s. 147).

Anderson’a (2007, s. 807) göre ASDÖY, özellikle fen öğreniminin nitelikli bir yapıda olması için ihtiyaç duyulan bilgi ve becerileri içerisinde barındırmaktadır. Konuyla ilgili olarak kaynaklar ele alındığında birçok araştırmacının ASDÖY’e çeşitli tanımlar getirdikleri görülmektedir. Taşlı’ya (2003, s. 69) göre ASDÖY, bir problem hakkında öğrencilerin araştırmaya geçme ve sonuçlara varma sürecidir. Moore ve arkadaşlarına (2008, s. 127) göre ise; ASDÖY öğrencilerin sahip oldukları becerileri geliştirmelerini destekleyen bir süreçtir. Demir ve Abell (2010, s. 716) ASDÖY’ü, çeşitli sorular vasıtasıyla araştırma gerçekleştiren ve yeni bilgilerin ortaya çıkarılmasını sağlayan süreç şeklinde tanımlamışlardır.

Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme için Wallace (1997), öğrencilerin fenle aktif bir biçimde ilgilenirken geliştirdikleri kavramların ve değerlerin bütünü tanımını getirmektedir. Perry ve Richardson (2001) ise araştırma sorgulamaya dayalı öğrenmeyi; sorular sorarak, araştırarak ve bilgileri analiz ederek öğrenme ve verileri yararlı bilgilere dönüştürme süreci şeklinde tanımlamıştır.

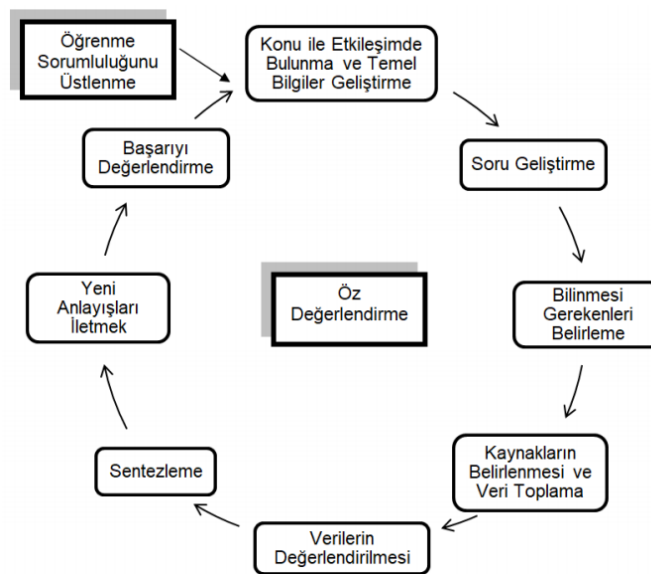
ASDÖY’ün uygulandığı sınıflarda ilk olarak bilimsel içeriğe sahip soruların öğrencilere yöneltilmesi gerekmektedir. Bu sorular öğrenciler tarafından belirleyici birtakım kanıtların oluşturulmasıyla yanıtlanacaktır. Kanıtlar ile öğrenciler, açıklayıcı formüller oluşturmaktadırlar. Öğrencilerin karşılıklı etkileşim içerisinde getirdikleri alternatif açıklamalar, herkesin kendi açıklamalarını değerlendirme fırsatı sunmaktadır (NRC, 2000, s. 11).

Babadoğan ve Gürkan’a (2002, s. 149) göre ASDÖY’ün sahip olduğu temel özellikler;

- Öğrenci merkezli bir yapıya sahip olması,
- Gerçekleştirilmesi gereken davranışların belirlenmesi,
- Sınıf kontrolünün öğretilmekte bulunması,

- Nitelikli bir öğrenme ortamının sağlandığı bir ortam oluşturması,
- Öğretmenin bütün öğrenciler ile ilgilenmesi, şeklinde sıralanabilir.

Justice ve arkadaşları (2002) de ASDÖY'ün uygulandığı sınıflarda öğrencilerin sorumluluk almaktan çekinmemeleri gerektiğini, öğrenmenin ancak bu şekilde kalıcı olabileceğini savunmuşlardır. Buna göre öğrenme bir dögüdür. Bu dögü ise aşağıda belirtilen şekilde şekillenmektedir.



Şekil 2. 2. Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Dögüsü (Justice, Warry, Cuneo, Inglis, Miller, Rice ve Sammon, 2002, s. 93).

2.3. Sorgulamaya Dayalı Öğretim Modelleri

Eğitimsel modeller araştırmanın doğasının öğrenilmesi, öğrenmedeki amaç ve bilimsel bilgi göz önünde bulundurularak oluşturulmaktadır. Özellikle doğada ve insan yaşamında karşılaşılan olayların nasıl gerçekleştiğini tespit ederken sorgulama modellerinden sıklıkla yararlanılmaktadır. Sorgulama modelleriyle öğrenimler birleştirilmekte ve anlamlı bir öğrenme sağlanmaktadır (Branch & Oberg, 2004, s. 133). Modellerin temel amacı, öğrencilerdeki bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve fen kavramlarının daha kalıcı bir biçimde öğretilmesidir (Parim, 2009, s. 62).

Eğitim sırasında sorgulama modellerinden birçok farklı amaçla faydalanılabilmektedir. Özellikle öğretmen ve öğrenci rolleri konusunda sorgulama modellerinin destekleyici bir role sahip oldukları söylenebilir (Donham, 2001, s. 99).

Bu modeller sayesinde süreç içerisinde araştırmaya nasıl başlanacağı ve araştırmanın nasıl sürdürüleceği belirlenmektedir. Araştırma süreci içerisinde geçilen aşamalar da sorgulama modelleri sayesinde açıklığa kavuşmaktadır. İzlenecek olan sürecin yalnızca bir davranış olarak ele alınması yanlış sonuçlara sebep olabilecektir. Bu süreç birbirleriyle ilişkili olan davranışlar sistemi şeklinde kabul edilmelidir (Keller, 2001, s. 114).

Konuyla ilgili olarak Massialas ve arkadaşlarının sosyal çatışmayı çözümleme amacıyla geliştirdikleri sorgulama süreci, Suchman'ın sorgulama modeli, Beyler'in sosyal eğitime yönelik sorgulama modeli, Krajcik ve arkadaşlarının proje tabanlı fen sınıfları modeli, Barrow'un probleme dayalı öğrenmesi ve Edmund'un yaratıcı problem çözme süreci gibi araştırmanın niteliğine göre değişiklik gösteren birçok sorgulama modeli bulunmaktadır (Lim, 2001, s. 61). Sorgulamaya dayalı öğretim yönteminin sınıf içerisinde uygulanması ise konuyla ilgili olarak yapılan en eski araştırmalardan birinde, Collins ve Stevens (1983) tarafından önerilmiştir. Collins ve Stevens (2013), öncelikli olarak öğretmenin hedef ve alt hedefleri belirlemesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu hedeflerin belirlenmesinin ardından da hedeflere yönelik olarak açıklamalar getirilecektir. Söz konusu açıklamalar, hedeflere ulaşma konusunda ipucu niteliğinde bilgiler taşımaktadır. Daha sonra belirlenen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için öğretmen tarafından olumlu-olumsuz örneklerin seçilmesi, karşıt örnekler verilmesi, değişik durumları düzenleme, hipotezler oluşturarak onları şekillendirme, alternatif çıkarımlarda bulunma, öğrencileri yanıltıp şaşırtma, onların çelişkili cevaplarını ayrıntılarıyla analiz etme gibi çeşitli stratejilere başvurulmaktadır. Üçüncü olarak da hedef ve alt hedeflerin belirlenip takibinin yapılması amacıyla kontrol yapılarının oluşturulması gerekmektedir. Öğrencilerin öğrenim faaliyetleri esnasında sorgulayıcı bir yapı içerisinde olmaları gerekmektedir. Öğrenciler, sorgulayarak öğrendikleri şeyleri pekiştirmek ve yeni birtakım kazanımlar elde edebilmek için on farklı strateji ile hareket edebilirler. Bir başka model de Suchman'ın sorgulayıcı öğrenme modelidir. Bu modelin temel hedefi, öğrencilere soru sorma ve problem çözme becerilerinin kazandırılmasıdır. Söz konusu model, birçok sorgulayıcı öğrenme modeline de örnek teşkil etmiştir. Bu modele göre, birbirlerinden farklı yapıda birçok sınıf içi uygulama deseni oluşturulmaktadır. Beş ana başlığa sahip modelin basamakları şu şekilde ifade edilebilir (Davis, 2005, s. 29):

1. Öğrencinin karmaşık durum, olay ve problemle yüz yüze gelmesi problemi tanıma ve tanımlama basamağında gerçekleşmektedir.

2. Öğrencinin bir durum veya olayın temel kanıt ve gerekçelerini araştırması bilgi toplama basamağında gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada öğrencilerin doğruluğunu kanıtlamak istedikleri durumlarda eğitime cevabının yalnızca “evet” ya da “hayır” olduğu sorular sorma serbestileri vardır.

3. Öğrencinin; problemi ve onun benzerleriyle ilişkisi, oluşma durumu ve çeşitliliği üzerine olan hipotezlerini sorgulaması deney kullanımı basamağında gerçekleşmektedir.

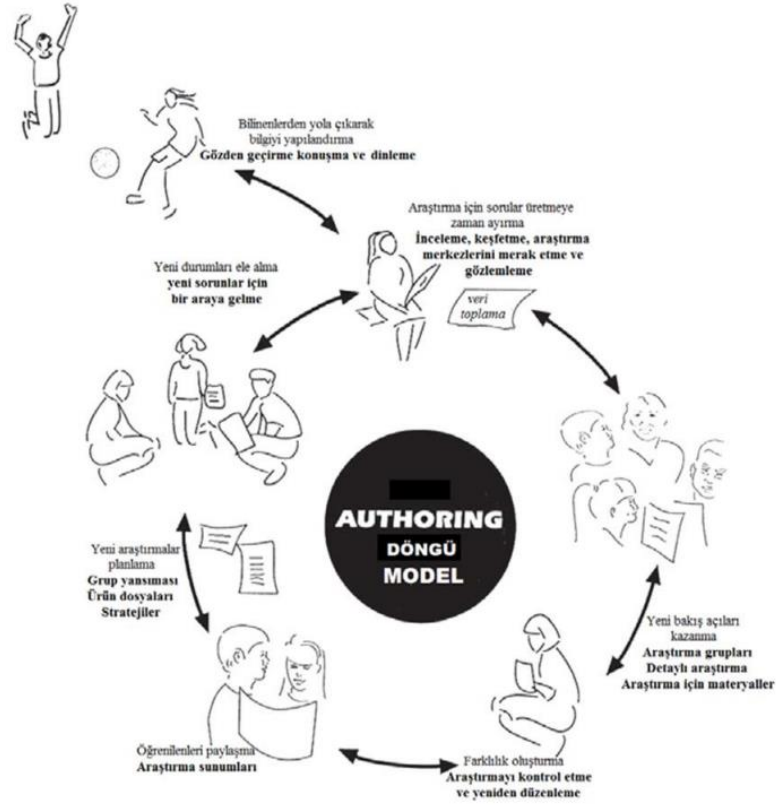
4. Öğrencinin kanıtları toplaması, derlemesi ve problemi tanımlaması düzenleme ve açıklama basamağında gerçekleşmektedir.

5. Öğrencinin sorgusunu tamamlaması ve bu süreci geliştirmesine yardımcı adımları belirlemesi analiz basamağında gerçekleşmektedir.

Short, Harst ve Burke'nin geliştirdikleri farklı bir sorgulama modeli de 'authoring döngü' modeli olarak adlandırılmaktadır (Short, Harste, & Burke, 1996, s. 67). Söz konusu model, sorgulama ve öğrenme faaliyetleri için bir benzetme olarak kullanılmaktadır. Modele göre sorgulama döngüsü, öğrencinin kendi hayat tecrübesini yapılandırmasıyla başlamaktadır. Daha sonra ise araştırmadaki arayışların cevaplandırılması için soruların yöneltilmesi gerekmektedir. Öğretmenler de çeşitli şemalar oluşturarak öğrencilere sorgulama ve araştırma konusunda fırsat tanımalılardır (Torres & Esperanza, 2007, s. 59).

Modelin çıkış noktasını bilinenler oluşturmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak bilginin yapılandırılması arzu edilmektedir. Bir başka aşama olan sorgulama içinse soruların üretilmesi ve bu sorular üzerinde tartışılması gerekmektedir. Daha sonra gelen yeni bakış açıları kazanma aşamasında da öğretmen, öğrenci ve diğer katılımcılar birbirlerine destek olmaktadır. Bu aşama, öğrencilerin birbirleriyle etkileşim kurmalarına da olanak tanımaktadır. Bu etkileşim sayesinde farklılık oluşturma aşamasında, bireyler ne öğrendiklerini, bu öğrendiklerinin yaşamlarında neyi değiştirdiğini farklı kişileri de görerek yeniden inceleme fırsatı yakalamaktadırlar. Bu aşamanın ardından da öğrenilenleri paylaşma kısmı gelmektedir. Burada araştırma sunumları gerçekleştirilmektedir. Sorgulama modelinin son aşaması ise yeni duruma uyarlama aşamasıdır. Son aşamada, sunumlardan yola çıkılarak yeni birtakım düşüncelerle farklı araştırmalar ortaya

çıkarılmaktadır (Torres & Esperanza, 2007, s. 61). Şekil 2.3.'de Short, Harst ve Burke tarafından geliştirilen ve sorgulamanın öğretim programı özelliklerinin ele alındığı alternatif bir sorgulama modeli olan Authoring Döngüsü gösterilmiştir (Short, Harste, & Burke, 1996, s. 241).



Şekil 2. 3. Authoring Döngü Modeli (Akpullukçu, 2011, s. 62).

Bir başka model ise D'Avonzo ve McNeal (1996) tarafından geliştirilen modeldir. Bu modele göre üç farklı başlık içerisinde ele alınan sorgulama temelli yaklaşım çeşitleri ayrıca bir bütünlüğe sahiplerdir (Trautman, Avery, Krasny, & Cunnigham, 2002). Bu modelde yer alan üç temel başlık ise şu şekilde sıralanabilir:

1. Öğretmenin odak soruları sağladığı öğrencilerinse sonrasında sorulara uygun yaklaşımları kullanmaları için desteklendiği ve denetlendiği sorgulama aşaması güdümlü sorgulamadır.

2. Öğrencilerin kendi sorularını ve sorgulayıcı yaklaşımlarını seçmede öğretmenin yardımını aldıkları aşama açık uçlu sorgulamadır.

3. Herkesin bilmediği soruların cevaplarını bulabilme sebebiyle soruları ve sorgulama yöntemlerini birlikte seçtikleri öğrenci ve öğretmenin de araştırmacı olduğu sorgulama aşaması ise öğretmen işbirlikli sorgulamadır

Sincero'nun sorgulamaya dayalı öğrenme modelindeki süreci başlatan, sorulan sorulardır (Sincero, 2006). Bu sorulardan yola çıkılmakta ve hipotezlerin oluşturulması amaçlanmaktadır. Araştırmayla devam edilerek toplanan veriler sonrasında bilgi yapılandırılmaktadır. Hipotezlerin kanıtlanması veya yanlış olduğu görülen hipotezlerin terk edilmesi bu aşamaya kadar gerçekleştirilmektedir. Bu aşamanın sonrasında ise elde edilen sonuçlar tartışılmakta ve öğrenilen yeni bilgilerin gündelik hayat içerisinde ne gibi sonuçlara sebebiyet verebileceği üzerinde durulmaktadır.

Zion ve Sadeh ise tabiatın doğal dengesinin, insan biyolojisi ve hücre konusunda daha kalıcı ve anlamlı öğrenmelerin gerçekleştirilmesi amacıyla İsrail'de öğrencileriyle birlikte bir çalışma gerçekleştirmiş, bu çalışma sonucunda dört farklı sorgulama modeli geliştirmişlerdir. Bu modeller şu şekilde ifade edilebilir (Zion & Sadeh, 2007, s. 162):

Bağlantılı Zincirleme Modeli (SM): Bu modelde sorgulama sürecinin henüz başında, formülleşmiş olan bir soru gerekmektedir. İlk olarak soru çözüme kavuşturulmakta gözlemlene faaliyeti ile çeşitli sonuçlar elde edilmektedir. Daha sonra ise ilk soru ile ilgili yapılacak olan işlemler tamamlanıp sıradaki soruya geçilmektedir.

Paralel Model (PM): Paralel modelde rehber olan öğretici üç tane sorgulayıcı paralel soru planlamaktadır. Bu sorular sayesinde öğrencilerin problemin temelinde yatan düşünceye farklı açılardan bakmalarını mümkün hale gelmektedir. Bunun yanında öğrencilerin her soruda yer alan bakış açılarını kavranmalarını diğer bakış açılarını anlamalarını da kolaylaştırmaktadır.

Yarı-Zincirleme Model (SSM): Yarı-zincirleme modelde formülleşen soruyla birlikte öğrenciler sorgulama sürecini başlatmaktadır. Gözlem sonucunda ilk aşamadaki sorunun sonucu elde edilmekte sonra ise iki yeni sorunun formülleştirilmesine geçilmektedir. Bu iki sorunun da sonuçlandırılmasıyla birlikte model tamamlanmaktadır.

Yarı Paralel Model (SPM): Yarı paralel modelde öğrencilerin sorgulama sürecini başlatmaları formülleşen iki paralel soruyla gerçekleştirilmektedir. Bu iki

sorudan elde edilen görüşler ve sorulara verilen yanıtlar ile birlikte üçüncü soru formüleştirilmektedir. Üçüncü sorunun yanıtı da yine gözlem ve araştırma yoluyla belirlenmektedir.

2.4. Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Ortamında Öğretmen ve Öğrenci Roller

2.4.1. Öğrenci rolleri

Hazırbulunuşluk, yeni bir öğrenme sürecinin gereklerine uygun bireysel yeterliliklerin ve özelliklerin bütünü şeklinde tanımlanabilir (Aydın, 2010, s. 57). Yeni öğrenmelerin tamamı, eski öğrenmelerden belirli ölçüde etkilenir. Nitekim yapılandırmacılıkta da öğrencinin sahip olduğu bilgi ve becerilerden yararlanarak yeni bilgiler elde etmesi için, içinde bulunacağı öğrenme yaşantılarının öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyelerine uygun olması önemli bir noktadır. Böylece, genel öğretim ilkeleri arasında yer alan ‘bilinenden bilinmeyene’ ilkesi de işletilebilmektedir. Bu ilkenin işletilmesi, öğrenmeyi daha kolay hale getirmektedir. Öğrenilenlerin sağlam bir temele oturtulması için genel öğretim ilkelerine başvurulması gerekmektedir (Ergün & Özdaş, 1997, s. 58).

Öğrenme süreci içerisinde öğrencilerin bilimsel sorular üretebilmesi büyük öneme sahiptir (Jesus, Souza, Teixeira Dias, & Watts, 2005, s. 179). Yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir biçimde öğrenciler, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu almakta, bireysel amaç ve yaklaşımları kendileri belirlemektedirler (Yapıcı, 2011, s. 549). SDÖ yalnızca bir aşamadan oluşmamaktadır. Öğrenenlerinin her birinin, gündelik hayatları içerisinde karşılarına çıkan örnek üzerinde araştırma sürecinin amacını tanımlamasını, değişkenleri tespit etmesini, geçici bir cevap veya çözüm üzerinde varsayım oluşturmasını yani hipotez kurmasını, sonrasında da hipotezlerini test etmesini ve sonuçlara ulaşmasını gerektiren, bir dizi aşamanın birleşimiyle oluşmaktadır (Lim, 2001, s. 57). Öğrencinin sorumluluğu bakımından da SDÖ yaklaşımı 4 seviyede gerçekleştirilebilir (Kaya & Yılmaz, 2016, s. 300);

Doğrulayıcı Sorgulama: Sonuçları bilinen seviyeye ulaştırma etkinliği ile öğrencilerin bir ilkeyi doğruladıkları seviyedir. Diğer seviyelere kıyasla daha basit niteliktedir. Öğrenci tarafından çözüme kavuşturulması gereken problem, süreç ve öğrencinin varacağı çözüm en baştan beri bellidir.

Yapılandırılmış Sorgulama: Öğrenci, öğretmenin verdiği problemden ve süreçten yararlanarak bir çözüme ulaşmaktadır. Doğrulayıcı sorgulamadan en temel farkı, öğrencinin başlangıçta ulaşacağı çözümü bilmemesidir.

Rehberli (yönlendirmeli) Sorgulama: Öğrenci yapılandırılmış sorgulamada olduğu gibi burada da öğretmenin verdiği bir problemi çözüme kavuşturmaya çalışmaktadır. Burada farklı olarak süreç öğrenciye verilmemiştir.

Açık Sorgulama: Burada öğrenciler, araştırmalarını gerçekleştirecekleri konuya kendi problemlerini oluşturarak başlamaktadırlar.

2.4.2. Öğretmen rolleri

Öğrencinin merkezde olduğu bir eğitim sisteminde öğretmenin öğrencilere rehber olması gerekmektedir. Öğretmenin bu rehber olma özelliği, öğrencileri yeteneklerine yönelmeleri konusunda teşvik etmesinde, öğrenci başarısına yönelik etkinlik düzenlemesinde ve farklı fikirleri verimlilik için gerekli bir unsur olarak aşılmasında saklıdır (Şahin, 2011, s. 311). Ders süreci içerisinde öğrenci ve öğretmen arasında çeşitli dönütler ortaya çıkmaktadır. Bu dönütler özellikle öğrencilerin öğretmenlerine soru yöneltmesinde teşvik edici bir unsur niteliğindedir. Öğrencinin bir konuyu anlayıp anlamadığı ancak elde edilecek dönütlerle ortaya çıkarılabilecektir. Süreç içerisinde öğretmen, öğrencilerin ders boyunca yaptıklarını ve yapamadıkları gözlemlemekte öğrencilerin dönütlerini dikkate alarak ders akışını şekillendirmektedir. Bütün bu belirtilenler de öğretmenin rehber olma görevinin birer gereğidir (Beydoğan, 2008, s. 97).

SDÖ yaklaşımının fen derslerinde kullanılması için uygulanması gereken çeşitli stratejiler ve öğrenme aktiviteleri şu şekilde sıralanabilir (Fang, Lamme, & Pringle, 2010, s. 1);

Bilimsel içerikli soruları öğrenme ortamına dâhil etme stratejisini işletmek için;

- Öğrencilere çevrelerini gözlemlemeleri ve keşfetmeleri konusunda imkan tanınmalıdır. Böylece öğrencilerin doğal çevreleri hakkında bilgi edinmeleri mümkün hale gelecektir.

- Öğrencilere konuyla alakalı çeşitli metinler okutulmalıdır. Bu metinler, öğrencilerin konuyla ilgili olarak soru üretmeleri ve tartışma ortamı hazırlamaları konusunda birer araç niteliği taşımaktadır.

- Öğrencilere, problemlere farklı yönlerden bakmaları gerektiği öğretilmelidir. Bir olaya veya probleme farklı yönden bakılması, araştırma aşamasında farklı cümlelerin kurulmasını da sağlayacaktır.

- Geleneksel bilim faaliyetlerinin hedeflerini araştırma soruları olarak düzenlemek için öğrencilerle birlikte hareket edilmelidir.

Kanıtlara öncelik verme stratejisini işletmek için;

- Öğrencilere değişkenlerin, yöntemlerin ve veri toplama stratejilerinin belirlenmesinde fırsat tanınmalıdır.

- Öğrenciler, modeller ve temalar için araştırma yoluyla veri analizine yönlendirilmelidir.

Kanıtlara dayalı açıklamalar oluşturma stratejisini işletmek için;

- Deneysel birtakım verilerden yola çıkılarak çeşitli açıklamaların oluşturulması hususunda öğrencilerin teşvik edilmeleri gerekmektedir.

- Öğrencilerle birlikte kişisel fikirlere ve inançlara dayanan açıklamaların bilimsel birtakım değer taşıyamayabileceği tartışılmalıdır.

- Açıklamaları değerlendirme stratejisini işletmek için;

Konu hakkında kullanılacak bir metinden yararlanarak öğrencilerden kendi fikirleri ile arkadaşlarının fikirlerini karşılaştırmaları bu fikirleri temel alarak bir tartışma oluşturmaları istenmelidir.

- Ortaya konulan açıklamaları gerekçelendirme ve ilişkilendirme stratejisini işletmek için;

- Öğrenciler, sorgulamaya dayalı olarak ders ortamında yaptıkları araştırmaları arkadaşlarıyla birlikte tartışmaları hususunda teşvik edilmelilerdir.

-Hem yazılı hem de sözlü sunumların paylaşılması konusunda öğrencilere fırsat tanınmalıdır.

- Öğrencilerin tamamının tartışmalara katılım gösterebilmelerini mümkün hale getirin.

Öğrenim süreci içerisinde öğrencinin derste aktif bir rol üstlenebilmesinin yolu, soru sormaktan geçmektedir. Soru sorulmasındaki amaç yalnızca öğrencinin doğru cevaba ulaşması değildir. Bazı durumlarda yanlış cevaplardan yola çıkılarak da doğruya ulaşmak mümkündür (Küçükahmet, 2011, s. 353).

Öğretmenlerin öğrencileriyle kurdukları iletişimde, sordukları soruları, çok daha detaylı yanıtlar alabilecek biçimde oluşturmaları gerekmektedir. Örneğin ders

süreci için bir çalışma yaprağında öğrencilerden sonuç yazarken verilerini çeşitli biçimlerde ifade eden sonuçlar yazmaları istenebilir (Lederman, Abell, & Akerson, 2008, s. 3).

Öğrencilere açık uçlu, neden, hangi delillerden yola çıkarak bu düşünceye vardınız gibi soruların yöneltmesi, düşünme becerisini de geliştirmektedir. Bu sorulara verilen yanıtlar, öğrencilerin kendilerini ifade etme biçimleri için de net birer göstergedir (Ayas, Çepni, & Ayvaci, 2015, s. 252). Süreç içinde öğrencilere “Nedir? Başka bir yolla açıklayabilir misin? Örnek verebilir misin? Varsayımın ne? Neyi kastediyorsun? Neden ve sonuçlarını açıklayabilir misin? Bunun doğru olup olmadığını nasıl anlarız? Bunu nasıl keşfedebilirsin?...” gibi soruların yönlendirilmesi mümkündür (Duman, 2008, s. 293).

Öğretmenin klasik anlayışın dışına çıkarak ‘bulanık mantık’ ile düşünmesi, öğrencilere olayların ve problemlerin farklı yönleri üzerinde düşünmeleri konusunda rehberlik görevi üstlenmesi ve değişik fikirlerin üretilmesini sağlaması gerekmektedir (Yapıcı, 2011, s. 561). Öğrenciler kendi fikirleri dışında da düşüncelerin olabileceği, bunların da doğru yönlerinin olduğu konusunda öğretmenleri tarafından destekleyici eğitim almalıdırlar (Lederman, Abell, & Akerson, 2008). NRC (2000) tarafından sözü edilen bir başka husus da SDÖ süreci içerisinde öğrencilerin kanıtlar kullanarak açıklamalar oluşturabilmeleridir (Lederman, Abell, & Akerson, 2008). Bu bağlamda öğretmen, SDÖ sürecinde bilimsel düşüncelerin ve deneysel birtakım verilerin bağlantılarının oluşturulmasında yine rehberlik yapmalıdır (Varelas, 1996, s. 229). Önceki öğretim dönemlerinde SDÖ’nün ele alınmaması, fen derslerine dahil edilmemesi ve öğrencilerin aynı hazırbulunuşluk seviyesinde olmamaları gibi nedenlerle SDÖ ortamında öğrencilerin sahip olmaları gereken özelliklerin tamamının tüm öğrencilerde aynı seviyede olamayacağı unutulmamalıdır (Lee & Luykx, 2006, s. 7). Bireylerin yaşantıları ve geçmişleri de birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bu nedenle bir kavramla ilgili mevcut şemalar ve karşılaştıkları uyaranlar yorumlanırken de bunların birbirlerinden farklı olabileceğine dikkat edilmesi gerekmektedir (Koç, 2016, s. 417).

SDÖ’de öğrencilerin hazırbulunuşlukları ortaya çıkarılarak öğrencilerin seviyelerine göre rehberlik faaliyetleri şekillendirilmelidir. Eksik birtakım ön becerilerin ise süreç içerisinde tamamlanması gerekmektedir. SDÖ sürecinin sağlıklı bir biçimde yürütülmesi ancak bu yolla mümkün olabilecektir (Lederman, Abell, &

Akerson, 2008, s. 13). SDÖ ile birlikte öğrenciler araştırma yapma konusunda çok daha istekli hareket eder hale gelmişlerdir. Bilimsel araştırma kavramı, öğrencilerin zihinlerinde yapılandırılmıştır (Zion, Michalsky, & Mevarech, 2005, s. 957). Öğrenme-öğretme süreci içerisinde öğretmen; teşvik edici, yönlendirici rehberlik yaparak öğrencileri üst düzey düşünme, ürün geliştirme, buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmaya çalışan bir görüntü sergilemektedir (MEB, 2017). Öğrenciler öğrenme iklimi içerisinde sorular sorarak nesnel olma gibi bir endişe içerisinde olmadan konuyla ilgili olarak tahminlerde bulunmaları konusunda cesaretlendirilmelilerdir. Yeni birtakım bakış açılarının ortaya çıkarılması da ancak bu yolla mümkün hale gelecektir (Zandvliet, 2013, s. 1). Bakış açısı ve olasılık sayısı ne kadar artarsa o ölçüde zengin bir öğrenme süreci geçirilmektedir.

2.5. Sorgulamaya Dayalı Modeller

2.5.1. J. Dewey'in sorgulamaya dayalı öğrenme modeli

Dewey (1987, s. 24)'e göre öğrenme, kişinin merakıyla başlamaktadır. Bu anlayışta öğrenme sürecinin çıkış noktasını öğrenen kişinin oluşturduğu görülmektedir. Dewey, öğrencilerin içgüdüsel anlamda, yeni bir şeyler bulma isteğine sahip olduklarını, başarılı olduklarında ödül almak istediklerini ve yapılanma süreci içerisinde aktif bir rolde olmayı arzu ettiklerini belirtmiştir (Dewey, 1987, s. 30-32). Dewey'in modeline bakıldığında ilk aşamada öğrencilerin düşüncelerini sağlayan birtakım sorularla istekli hale getirildikleri böylece merak güdülerinde de bir artışın amaçlandığı görülmektedir. İkinci aşamaya geçildiğinde, araştırma yapım süreci başlamaktadır. Bu aşamada ham bilgilerin toplanması işlemi gerçekleştirilir. Üçüncü aşamada ise ikinci aşamada toplanan ham bilgiler yapılandırılmakta ve ön bilgiler birleştirilmektedir. Ön bilgilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi, yeni birtakım fikir ve düşüncelerle gerçekleştirilmektedir. Üçüncü aşamanın sonrasında tartışma kısmı gelmektedir. Burada sahip olunan bilgilerin diğer bireylerle paylaşılması yoluna gidilmektedir. Farklı bilgiler arasında bir karşılaştırma yapılarak sonuçlar hakkında çeşitli çıkarımlarda bulunmak amaçlanmaktadır. Sürecin son aşaması ise yansıtma aşamasıdır. Bu modelin etkin bir biçimde kullanımı, yapılandırmacı anlayışa uygun, sorgulama temelli öğrenmenin gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Çepni, 2015, s. 59).

2.5.2. Yönlendirilmiş sorgulama (kılavuzlu keşfetme) modeli

Sorgulama sürecindeki yeni katılımcıların ilk başlarda güçlük çekmeleri doğaldır. Bu nedenle yeni başlayan öğrenciler, süreç boyunca kendilerine yardım edecek bir rehber arayışı içerisine girerler. Rehberin temel görevi öğrencilere bilgi sağlamaktan ziyade onları keşif sürecine yönlendirmektir. Böylece öğrenciler düşünme yollarını öğrenebilecek ve ilerleyen yıllarda bağımsız araştırmalar yapabileceklerdir (Howe & Jones, 1998, s. 187). Yönlendirilmiş sorgulama modeli öğrenenlere sorgulama becerilerinin kazandırılması için kullanılan faydalı bir model olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanında öğrencilerin pasif rolde oldukları geleneksel eğitim anlayışına tepki gösteren, bu anlayışın karşısında yer alan öğretmenler, sorgulama eğitiminin gerekleri öğrenciler tarafından benimseninceye kadar onlara rehberlik etmekte ve onlara özgürlük alanı tanımaktadır. Öğrencilerin araştırma yapmaları için gerekli olan özgürlük alanının öğretmenleri tarafından sağlanması durumunda araştırma süreci çok daha az problemle geçirilmektedir. Yönlendirilmiş keşfetme modeline göre düzenlenen araştırmalarda sürecin başlangıcını ilginç sorular oluşturmaktadır. Öğrenme somut birtakım materyallerle desteklenmekte ve sağlıklı bir keşif gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Öğrencilerin materyalleri araştırırken ve incelemelerde bulunurken tek başlarına veya gruplar halinde hareket etmeleri mümkündür. Öğrencilerin araştırma süreci içerisinde yaratıcılıklarını sınırlandırıcı faaliyetlerden uzak durulması gerekmektedir. Sorgulamanın temel amacı, öğrencilerin çevrelerinde gerçekleşen olayları ve olguları araştırmalarıdır (Carin & Bass, 2001, s. 68). Keşfetme süreci içerisinde çocuklar olasılıklar hakkında düşünmekte ve fikirlerini oluşturmaktadır. Çocuklar da bilinmeyen yeni bir şeylerin sorgulanmasından en az yetişkinler kadar heyecan duymaktadırlar.

2.5.3. Öğrenme halkası modeli

Öğrenme halkası modelinin temelini Piaget'in zihinsel gelişim modeli oluşturmaktadır. Piaget'in modeli temel alınmış, yapılandırmacılığın prensiplerinden hareket edilerek yeni bir model oluşturulmuştur. 1970'li yılların sonlarında Fen Müfredat Geliştirme Çalışmalarının (SCIS) direktörlüğü görevini yapan Robert Karplus ve arkadaşları tarafından kılavuzlu keşfetme modeli genişletilmiş ve öğrenme halkası tasarlanmıştır. Söz konusu model, çeşitli kavramların öğrenciler

tarafından öğrenilmesinde ve kavramsal sistemlerin geliştirilmesinde oldukça yararlıdır (Tatar, 2006). Modelde üzerinde durulan en önemli nokta, öğrencilerin kavramları kendilerinin oluşturmaları ve karşılıklarına çıkan problemleri çözerken sahip oldukları öğrenme yaşantılarından yararlanmalarıdır (Ören-Şaşmaz & Tezcan, 2009, s. 103). Öğrenme halkası modeli ilk olarak ABD’de fen öğretimi için program geliştirme çalışmaları sırasında önerilmiştir. Öğrencilerin nasıl öğrendikleri göz önünde bulundurularak öğrenmelerine uyumlu bir şekilde üç aşamanın varlığından söz edilmiştir (Odom & Kelly, 1998, s. 33). Bu aşamalar, keşif/araştırma (exploration), terim tanıtımı (concept introduction) ve kavram uygulaması (concept application) aşamaları olarak sıralanabilir.

Keşif/Araştırma (Exploration): Araştırma aşamasını (bazı kaynaklarda keşif veya inceleme olarak verilmektedir), sorular ve başlangıç genellemeleri oluşturmaktadır. Bu aşamada öğrencilerden sahip oldukları bilgilerin yeni olguyu keşfetmeleri konusunda yeterli olmadığını fark etmeleridir (Kanlı, 2009, s. 44). Bu onları meraklandırmakta ve kavramları öğrenmeleri hususunda motive etmektedir. Bu aşamada öğrenciler bilgilerini yapılandırırken somut deneyim sağlayan aktiviteler gerçekleştirmektedirler. Somut deneyimlerin sonucunda öğrenciler kendi görüşlerini ifade ederlerken öğretmenlere de yanlış birtakım kavramları düzeltme imkânı tanınmaktadır (Billings, 2001, s. 74).

Terim Tanıtımı (Concept Introduction): Terim tanıtımı öğrencilerin öğretmenlerinden bilgi aldıkları aşamadır. Çocuklar ilk başlarda basit hareketleri yapabilmektedirler. Çocukların bağımsız çalışmaya başlamaları ile birlikte anlamlı birtakım bilgiler de ortaya çıkmaktadır. Öğrencilerin süreç boyunca öğretmenlerinden birçok bilgi edinmeleri mümkündür. Öğrenciler, öğretmenlerinden edindikleri bilgilerle yeni deneyimler kazanabilmekte ve konunun amacını kavrayabilmektedirler (Carin & Bass, 2001, s. 71). Genelleme yapılırken de öğretmenden edinilen yeni bilgiler, araştırma aşamasında kazanılan deneyimlerden elde edilenler ve ön bilgiler birlikte düşünülmelidir (Tatar, 2006). Bu bağlamda öncelikli olarak öğrencilerin keşif aşamasında topladıkları verileri öğretmenleri ile ve sınıflarındaki diğer arkadaşlarıyla paylaşmaları gerekmektedir. Daha sonra ise öğretmen tarafından öğrencilere kavramların terimsel açıklamaları verilmektedir. Bu açıklamaların verilmesinde geleneksel yöntemlerden hareket edilebileceği gibi teknolojik birtakım araçların kullanılması da mümkündür.

Kavram Uygulaması (Concept Application): Bu aşamada öğrenciler ilk iki aşamada öğrendikleri bilgileri ve kavramları yeni ve farklı durumlara uygulamakta ve öğrendiklerini genişletmektedirler. Yeni durumlarla ilgili sorular öğrenci veya öğretmen tarafından tespit edilmektedir. Tespit edilen bu soruların yanıtlarına ulaşıldığında, durumlar değişse bile kavramların temel özelliklerinin değişiklik göstermediği anlaşılmaktadır (Tatar, 2006).

2.5.4. Sorgulamaya dayalı öğretimin 5E ve 7E modelleri

Sorgulama en çok 3E, 5E ve 7E modellerinde kullanılmaktadır. Karplus ve çalışma arkadaşları (özellikle Atkin) tarafından öncelikle 3E modeli geliştirilmiştir. Bu model, Fen Müfredat Geliştirme Çalışmalarında (SCIS) kullanılan ve daha önce sözü edilen öğrenme halkası modelidir. Bybee tarafından da Biyoloji Bilimleri Müfredat Çalışması (BSCS) kapsamında kullanılan 5E Modelini geliştirilmiştir (Bybee, 2002, s. 560). 5E modeli, bilimsel bilgilerin öğrenilmesi ile ilgili olarak birçok süreci içerisinde barındırmaktadır. Buradaki 'E' basamaklarının her biri sınıf etkinliklerine destek olmakta, öğretim stratejilerini daha sağlam hale getirmekte ve öğrencilere ders içeriklerinin yapılandırılması konusunda daha fazla yardımcı olmaktadır. Bilimsel sorgulama sayesinde öğrenciler kendi düşüncelerini ve deneyimlerini açıklayabilme imkânına kavuşmuşlardır. Anamlı öğrenme de ancak bu yolla sağlanabilmektedir (Wilson, Taylor, Kowalski, & Carlson, 2010, s. 276). Buna göre sorgulama esaslı yapısalcı öğrenme teorisinde ve deneysel aktivitelere dayalı olan fen dersinin öğretiminde 5E modelinin kullanılması mümkündür. Bu kullanım neticesinde faydalı sonuçlar elde edilebilecektir (Özsevgeç, 2007). Buna benzer bir biçimde sorgulamaya dayalı öğrenme, fen derslerine de 5E modeli vasıtasıyla uyarlanabilmektedir (Luera & Otto, 2005, s. 241).

5E Öğretim Modeli ile birlikte öğrenciler yeni şeyleri keşfetmeye, araştırmaya yönlendirilmektedir. Öğrencilerin çok daha sorgulayıcı bir yapıya büründükleri ve yorum yapma yeteneklerince ciddi bir iyileşme yaşandığı söylenebilir (Yalçın, Açıslı, & Turgut, 2010, s. 147). Modeli oluşturan; Giriş-Katılım (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme-Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) olmak üzere beş aşama bulunmaktadır.

- Öğrencilerin her biri derslerine sahip oldukları birtakım ön bilgilerle, becerilerle ve tutumlarla birlikte gelmektedirler. Öğrencinin bir bilgiyi öğrenmesinde

bu ön bilgi, beceri ve tutumların hem pozitif hem de negatif anlamda etkisi olabilmektedir. Buna göre giriş aşamasında ders ile ilgili olarak öğrencide merak uyandıracak etkinliklere yer verilmelidir. Öğrencinin sahip olduğu bilgi birikimi ve yanılgıları ortaya çıkaracak sorgulamalar gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla bu aşamada öğrencilerin konuyla ilgili olarak sahip oldukları bilgi düzeyinin tespiti yoluna gidilmektedir. Bu ön bilgilere uygun bir problemle öğrencilerin karşı karşıya bırakılmaları amaçlanmaktadır (Carin & Bass, 2001, s. 79).

- Keşfetme aşamasında, öğrenciler bir olay veya problemi farklı yönleriyle keşfedebilmek için sorgulama yönteminden yararlanmaktadır. Öğrencilerin ilk aşamada karşı karşıya bırakıldıkları konu ile ilgili olarak probleme yönelik çeşitli tahminlerde bulunmaları ve hipotezler geliştirmeleri talep edilmektedir. Sonrasında bu kurulan hipotezler, tasarlanan çeşitli deney ve etkinliklerle test edilmektedir. Bu esnada gözlem yapma, veri toplama gibi aktiviteler de gerçekleştirilmektedir (Wilder & Shuttleworth, 2005, s. 39). Öğretmenler, bu aşamada gerçekleştirilen etkinliklerin tamamında rehber görevi üstlenmektedirler. Öğretmenler, işbirlikli öğrenmeyi teşvik etmektedirler (Metin & Özmen, 2009, s. 94).

- Açıklama aşamasına gelindiğinde öğrencilerin eksik bilgileri öğretmenler tarafından tamamlanmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları yanlış bilgiler de bu yolla düzeltilebilmektedir. Süreç içerisinde öğretmenlerin ve öğrencilerin ortak bir kavramsallaştırmada buluşmaları mümkün hale gelmiştir. Öğrencilerden talep edilen temel şey, önceki aşamada meşgul oldukları etkinliklerden elde edilen verilerden yola çıkmaları ve açıklama getirmeleridir. Sonrasında yine öğretmen anlatım, tartışma, simülasyon, video gibi yardımcı araçlardan faydalanarak kavrama/kavramlara ilişkin bilimsel açıklamayı yani etiketlemeyi yapmaktadır. Açıklama aşamasında yönlendirici konumda yer alacak olan kişi bir öğretmen olabileceği gibi ders materyalleri de bu görevi üstlenebilecektir (Keser, 2003, s. 38).

- Derinleştirme aşaması farklı kaynaklarda, genişletme aşaması olarakta ele alınmıştır. Bu aşama, 5E modelinin en yoğun sürece sahip olduğu aşamaların başında gelmektedir. Öğrenciler derinleşme aşamasında öğrendikleri kavramları genişletmekte problem çözme yaklaşımlarını da yeni olaylara uyarlamaktadırlar. Bunun gerçekleştirilebilmesi için yeni problemlerin ortaya atıldığı görülmektedir. Bu problemler genellikle günlük hayatta karşılaşılabilen olaylardan seçilmektedir. Öğrencilerin bu problemlere çözüm getirmeleri, kavramsal anlayış becerilerini de

geliştirmektedir. Böylece yeni öğrenilen bilgiler çok daha kolay bir biçimde özümsemektedir. Bu aşamada bilimsel düşünce becerileri yoğun bir biçimde kullanılmaktadır (Bilica, 2012, s. 23).

- Değerlendirme aşamasında öğretmenlerin öğrencilere çeşitli testler verdikleri ve performans değerlendirmesi amacıyla etkinlikler yaptırıldıkları görülmektedir. Değerlendirmenin konusunu öğrenciler değil süreç oluşturmaktadır. Değerlendirme ile öğrenme sürecinin kaynaştırılması amaçlanmaktadır. Yapılan test ve değerlendirme sonucunda öğrencilerin bilimsel bilgiyi nasıl yapılandırdıkları, diğer durumlara genelleyip genellemedikleri tespit edilmektedir. Öğrenciler takip edilmekte, onların bilgi ve becerileri değerlendirilmeye tabi tutulmaktadır. Öğrencilere zaman zaman doğru değerlendirme yapılması amacıyla açık uçlu sorular yöneltilmektedir (Kanlı, 2009, s. 51). Burada dikkat edilmesi gereken husus, öğrencilerin geri bildirim almak zorunda olduğu gerçeği ve öğrencilerin kendi anlama seviyelerini değerlendirmeleridir. Öğrenciler kendi yaptıkları açıklamaların yeterlilik düzeylerini yine kendileri sorgulamaktadır. Bu aşamada öğrenci davranışlarında çeşitli değişimler de gözlemlenebilmektedir (Keser, 2003, s. 40). Bütün bu belirtilenlerden hareketler değerlendirme aşamasının tüm sürece yayılmış, modelin tüm aşamalarını değerlendirmeyi içine alan bir aşama olduğu anlaşılmaktadır.

2.5.5. Kavramsal değişim modeli

Alternatif kavrama; bilinen bilimsel olgularla hakkında herhangi bir açıklama getirilemeyen, bilimsel topluluğun ortak olarak kabul ettiği kavramlarla uyumsuz olarak öğrenilen kavramlardır (Dawson, 1999, s. 49). Kavramların eksik veya yanlış bir biçimde öğrenilmesi, öğrencilerin gelecekteki öğrenmelerini de olumsuz bir şekilde etkileyecektir. Son dönemde yapılan çalışmalar ele alındığında öğrencilerin fen ile ilgili konularda çok fazla alternatif kavramaya sahip olduğunu göstermektedir. Kavramsal değişimin gerçekleştirilmesindeki en önemli aşamalardan biri, sorgulayıcı etkinliklerin düzenlenmesidir. Böylece öğrenciler ilk kavramların farkına varacak, kavramlarla ilgili olarak daha geniş kapsamlı bilgiye sahip olacaklardır. Sorgulamaya dayalı öğrenmede sınıf içi tartışma ortamı en üst düzeye yükselmektedir. Bu sayede öğrenciler alternatif kavramalarını tanımlama imkanı bulmakta, yanlış kavramlarla yüzleşmektedirler (Yağbasan & Gülçiçek, 2003, s. 102). Anlamlı bir öğrenme için

yeni öğrenilen kavramlar ve daha önceden kazanılan kavramların tekrardan düzenlenmesi gerekmektedir.

Öğrencilerin yeni bilgileri oluştururlarken aynı zamanda mevcut bilgilerinde de çeşitli değişikliklere gittikleri görülmektedir. Yeni bilginin yapılandırılması denildiğini eski bilgilerin yenileriyle değiştirilmesi veya organize edilmesi anlaşılmalıdır. Bu sürece, kavramsal değişim adı da verilmektedir (Goossen, 2002, s. 7). Bilimdeki kavramsal değişim öğrenimi, çelişkili olaylardan yararlanarak öğrencilerin ortak birtakım kavramları sorgulamaları yoluyla canlandırılacak olan bilişsel süreçlerden çok kişisel ve toplumsal süreçleri içermektedir. Carin ve Bass'e göre bu model toplam yedi aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar şu şekilde sıralanabilir (Carin & Bass, 2001, s. 85):

Tanıtım: Öğrencilerin güdülenmeleri için, dersin amacı, içeriği ve ders kapsamında yapılacak olan aktiviteler öğretmen tarafından öğrencilere sunulur.

Gözden Geçirme: Öğretmen, öğrencilerin konu ile ilgili olarak sahip oldukları bilgi düzeylerini kontrol eder ve bu bilgi düzeyine uygun olarak sınıfta bir tartışma ortamı yaratır.

Gelişim: Öğretmen öğrencilere bir bilgiyi veya problemi sunar. Bu problem veya bilgi hakkında fikir geliştirmeleri, üzerinde düşünmeleri istenir. Bu aşama, araştırılacak olgunun kavranması için ihtiyaç duyulan zihinsel şemaların oluşturulmasıyla birlikte başlamaktadır.

Araştırmalar ve Aktiviteler: Öğrenciler, fikirlerini test ederken çeşitli materyallerden yararlanırlar. Bu aşama, geniş bir sorgulama aktivitesinin yapıldığı bölümdür. Öğretmen sorular sormakta, önerilerde bulunmakta ve ipuçları vermektedir. Bütün bunlar öğretmenin bir rehber görevi üstlendiğini de kanıtlar niteliktedir.

Sunum: Öğrenciler aktivitelerin sonuçlarını sunarlar. Bu sunum işlemi hem sözlü hem de yazılı bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Bu aşamada en çok dikkat edilmesi gereken husus, iletişimin doğru bir biçimde kurulup kurulmadığıdır.

Tartışma: Aktiviteler sonucunda elde edilen çeşitli sonuçlar tartışılmaktadır. Öğrencilerin tartışmalarında zaman zaman eksik veya yanlış bilgilere rastlanması mümkündür. Öğretmenin bu eksiklikleri ve yanlışlıkları düzeltmesi, bu aşamada gerçekleştirilmektedir.

Özet: Dersin sonunda sonuçların ve bulguların özetlenmesine geçilmektedir. Kavramsal değişim sağlanırken farklı tekniklerden yararlanılabilmektedir. Bu teknikler, kavramsal değişim metinleri, analogiler, kavram haritaları, kavram karikatürleri olarak sıralanabilir. Bu tekniklerin hepsinin ortak noktası ise kavramsal değişimlerde kullanılıyor olmasıdır.

2.5.6. Llewellyn sorgulama döngüsü

İnsanlar, yaşadıkları dünyada gerçekleşen olaylara ilişkin merak duygusu içerisinde olan canlılardır. Bu merak duygusu, karşılaşılan problemlerin çözüme kavuşturulmasında çeşitli yöntemlere başvurulmasını da gerektirmektedir. Karşı karşıya kalınan bir problemle ilgili soruların oluşturulmasının ardından yeni bir sürece girilmektedir. Bu süreçte, durum detaylı bir biçimde gözlemlenmekte, çeşitli tahminlerde bulunmaktadır. Tahminlerin denenmesiyle birlikte yeni birtakım sonuçlar elde edilmekte ve yeni bilgiler keşfedilmektedir. Her bir yeni bilgi, bireyleri araştırılacak başka bir duruma yönlendirmektedir. Bu bağlamda her araştırma sonucunun yeni bir araştırmaya başlangıç teşkil ettiği söylenebilir (Llewellyn, 2002, s. 124).

Bilim insanlarının bir bilgiye ulaşım esnasında izledikleri belirli bir yol bulunmaktadır. Bu yolla öğrenilen bilgilerin çok daha kalıcı nitelikte olduğu görülmektedir. Öğrenme denilen kavram bir süreçtir. Bu süreç, hayat boyunca devam etmektedir. Bunun sağlanabilmesi için öğrenmenin öğrenilmesi büyük önem ifade etmektedir. Dolayısıyla öğrenmenin öğrenilmesi, eğitim programlarında da kendisine yer bulan esaslı bir nokta halindedir (Köseoğlu ve Bayır, 2012, s. 611).

Llewellyn'a göre öğrencilerin yeni bilgi kazanabilmeleri için izlemeleri gereken basamaklar şu şekilde sıralanabilir (Llewellyn, 2000, s. 127)

1. Sorgulama
2. Var olan bilgiyi ortaya çıkarma
3. Tahminlerde bulunma
4. Uygulamayı planlama ve gerçekleştirme
5. Yorum yapma
6. Sonuçları sunma.

İlk aşamada öğrenciler, bir olayın gözlemlenmesinden veya açık uçlu bir araştırmanın sonucundan yola çıkmakta, "Eğer böyleysene olurdu" şeklindeki

sorularla araştırmalarını başlatmaktadırlar. Beklenilmeyen bir durumla karşılaşılması halinde zihinsel bir dengesizlikle, ‘Niçin?’ sorusu yneltilebilmektedir. Bu sorunun sorulduğu an eğitimcilere göre öğrenme zamanı olarak adlandırılan zamana karşılık gelmektedir.

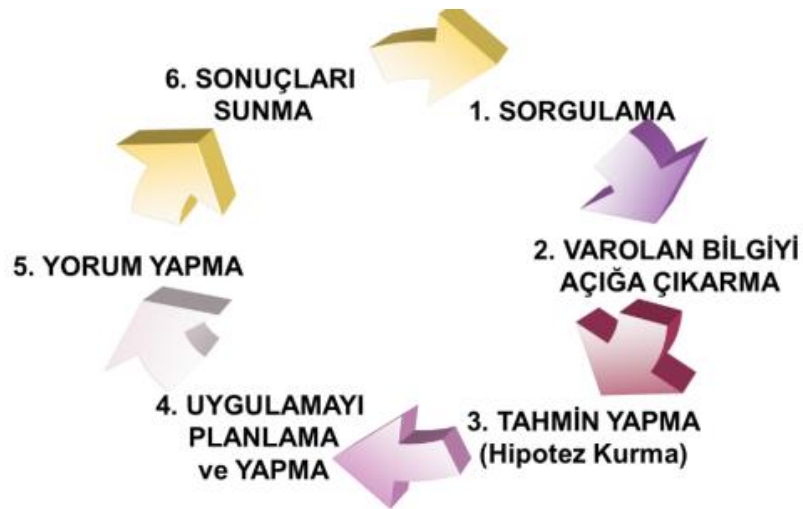
İkinci aşamada ise öğrencilerden beklenen temel Şey probleme ilişkin çözüm yollarını düşünmeleri tartışma gibi yöntemlere başvurmalarıdır.

nc aşamaya gelindiğinde öğrenciler, ‘bence’ ifadesiyle cümlelerine başlarlar ve önerdikleri bilgiyi daha sağlam hale getirirler.

Dördüncü aşamada çözüm için çeşitli planlamalar yapılmaktadır. Sonrasında bu planların uygulanmasına geçilir.

Beşinci aşamaya gelindiğinde daha önceki aşamalarda oluşturulan hipotez ve uygulama arasındaki farklılıkların gözlemlenmesi yoluna gidilmektedir. Bu farklılıklar analiz edilerek bir sonuç çıkarımı yapılmaktadır. Hipotez ve uygulama birbirlerine paralel bir seyir gösterebileceği gibi ikisi arasında bir çatışma da yaşanabilecektir. elişkinin varlığı durumunda öğrencilerden ilk aşamaya dönmeleri beklenir.

Altıncı aşamaya gelindiğinde öğrenciler bulgularını ve elde ettikleri yeni bilgileri çeşitli yollarla insanlarla paylaşmaktadırlar. Öğrencilerin araştırmaları, bu döngü çerçevesinde tamamlanmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada yer alan etkinlikler Llewellyn’in sorgulama döngüsüne göre düzenlenmiştir. Sorgulama döngüsü Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. 4. Sorgulama Döngüsü (Llewellyn, 2000, s. 129).

2.6. Sorgulamaya Dayalı Öğretimin Avantajları ve Dezavantajları

Bu konu üzerine yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen sonuçlar ele alındığında, aşağıda Çizelge 2.1'deki gibi çeşitli avantajlar ve dezavantajlar tespit edilmiştir (Alouf & Bentley, 2003, s. 139).

Çizelge 2. 1. Sorgulamaya dayalı yaklaşımın avantaj ve dezavantajları

| Avantajları | Dezavantajları |
|--|--|
| Akademik başarıları, bilişsel gelişimleri, laboratuvar becerileri, bilimsel süreç becerileri ve fen kavramlarını anlamada daha olumlu etkileri bulunmuştur. | Sınıftaki otoriter rolünün değişmesi öğretmenlerin kendilerini huzursuz hissetmelerine neden olabilir. |
| Bilimsel okuryazarlığı arttırmada ve bilimsel süreçleri anlamada, bilgi dağarcığı ve kavramsal anlamayı arttırmada, eleştirel düşünmede, fene yönelik olumlu tutumu arttırmada, akademik başarı testleri için daha yüksek başarıları elde etmede ve mantıksal-matematiksel bilginin yapılandırılmasında etkilidir. | Eğitim programının yoğunluğundan dolayı konuların yetiştirilemeyeceği düşünülmektedir |
| Fene yönelik tutumlarını olumlu olarak artırmıştır. | Birçok öğretmen fen biliminin süreçlerini nasıl öğretecekleri ile mücadele eder. |

Çizelge 2. 1 (Devam Ediyor). Sorgulamaya dayalı yaklaşımın avantaj ve dezavantajları.

| | |
|---|---|
| Öğrenciler sorgulamaya dayalı öğretim yapılırken nesnelere ve olayları tanımlar, sorular sorar, tanımlar oluşturur ve bu tanımları bilimsel bilgilerle test ederek kendi fikirlerini başkalarıyla paylaşır. | Sorgulama materyallerinin hazırlanması daha zaman alıcıdır ve sorgulamaya dayalı öğrenim öğretmenin daha fazla enerji kullanmasını gerektirir. |
| Tüm yaş gruplarındaki bireylere uygulanabilir. | Öğretmenler sınıfta doğru sorgulama gerçekleştirmede özgüven ve eğitimden yoksundur. |
| Öğrenme esnektir. Bu sebeple çeşitli projelere adapte edilebilir. | Öğretmenin bilimsel bilgi içeriği zayıf olduğunda, bir sorgulama temelli öğrenme yaklaşımını bir sınıf yürütmek zordur. |
| İşbirlikçi öğrenme ortamının oluşmasına zemin hazırlar. | Öğrencilerin sınıfta kendi öğrenimleri için sorumluluğun paylaşılmasına izin vermek birçok öğretmen için bir engel olabilir. |
| Öğrencilerin problemlere somut öneriler getirebilmesini sağlar. | Sorgulama projeleri planlamak ve uygulamak için gerekli zaman miktarı, standartlaştırılmış test ortamındaki bir başka engelleyicidir. |
| Öğrenci eğlenirken aynı zamanda öğrenir. | Öğrenciler deneysel süreç ile deneylerin ilişkili olduğu önemli fen kavramları arasında bağlantı kuramadığı zaman sorgulamalı öğretim karışıklığa götürebilir |

2.7. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Sorgulamaya dayalı öğrenme ile ilgili yapılan araştırmaların sayısı her geçen gün daha da artmaktadır. Bu araştırmalarda incelenen değişkenler ve çalışma grupları genellikle birbirlerinden farklılık göstermektedir. Ancak araştırmalarda elde edilen sonuçlar ele alındığında ortak sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Araştırmaların hemen hemen hepsi, öğrenme süreci içerisinde hangi aşamalarda sorgulamaya dayalı öğrenmeye ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmalar sonucunda, ğretim süreci daha nitelikli hale getirilmeye çalışılmaktadır.

Yapılan alışmalar, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin tek grup üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalar ve sorgulamaya dayalı öğrenmenin diğer yaklaşımlar ile karşılaştırıldığı çalışmalar şeklinde ikili bir ayrıma tabi tutulabilir. Sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkilerinin tek grup üzerinde incelendiği çalışmaların bir bölümünde, bu tek gruba yönelik deneysel birtakım işlemlerin sonuçları, çeşitli değişkenlerle birlikte ele alınmaktadır.

Basağa, Geban ve Tekkaya (1994, s. 29), fen bilgisi 2. sınıf ğretmen adayları ile birlikte yürüttükleri çalışmalarında geleneksel laboratuvar etkinlikleri ile araştırmaya dayalı laboratuvar etkinliklerini karşılaştırma yoluna gitmişlerdir. 12 hafta süren araştırmada toplam 85 ğretmen adayıyla birlikte çalışılmıştır. Bu 85 ğretmenin 42'si deney, 43' ise kontrol grubunda yer almaktadırlar. Deney grubunda araştırmaya dayalı laboratuvar etkinlikleri kullanılırken kontrol grubunda geleneksel laboratuvar etkinlikleri uygulanmıştır. Grupların ikisinde de teorik derslerin yanında 6 adet de laboratuvar etkinliğine yer verilmiştir. Uygulama sürecinin sonuna gelindiğinde ğretmen adaylarının derse ilişkin kuramsal bilgileri ve bilimsel süreç becerileri bakımından deney grubunda yer alan öğretmenlerin kontrol grubuna kıyasla istatistiki anlamda daha iyi bir konumda oldukları görülmektedir.

Sorgulamaya dayalı yürütülen laboratuvarlara yönelik bir durum çalışması yapan Laipply (2004), araştırma temelli biyoloji laboratuvarlarında fene karşı tutum ve biyoloji öz-yeterliliğine ilişkin laboratuvar temelli uygulamalar gerçekleştirmiştir. Bu uygulamalar, toplam 15 hafta sürmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, öğrencilerin uygulamalar sonrasında fene karşı yaklaşımlarının olumlu bir biçimde değişiklik gösterdiğini ve biyoloji öz yeterliliklerinin arttığını ortaya koymaktadır.

Sorgulamaya dayalı öğrenmenin ortaokul seviyesinde geleneksel yaklaşım ile karşılaştırıldığı bir çalışmada Ortakuz (2006), araştırmaya dayalı öğrenme ile geleneksel öğretimi karşılaştırdığı araştırmasını altıncı sınıf düzeyinde toplam 92 öğrenci ile yürütmüştür. Deney grubunda araştırmaya dayalı öğrenme süreci, kontrol grubunda ise geleneksel öğretimin uygulandığı görülmektedir. Uygulama ile ilgili olarak “Dolaşım sistemi” konusu belirlenmiş ve toplam 3 hafta süren uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Açık uçlu sorulara verilen cevaplar ile akademik başarı test sonuçları incelendiğinde deney grubunda yer alan öğrencilerin akademik anlamdaki başarılarının kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Duban (2008), eylem araştırmasında, ilköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı yaklaşımla nasıl yürütülebileceğini incelemiştir. Araştırma kapsamında, ilköğretim 5. sınıf düzeyinde bir sınıf ile çalışılmıştır. İlk olarak öğrencilere tutum ölçeği uygulanmıştır. Buradan alınan puanlara göre düşük, orta ve yüksek seviyelerde ikişer öğrenci seçilerek toplam 6 öğrenciden oluşan bir odak grup oluşturulmuştur. Analiz, bu altı kişilik odak grup üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde ilköğretim 5. sınıf fen ve teknoloji dersinde sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin düzenlenmesinin mümkün olduğu görülmektedir. Sorgulamaya dayalı etkinlikler buna ek olarak öğrencilerde bilimsel süreç becerilerini de geliştirmektedir.

Brickman, Gormally, Armstrong ve Hallar (2009), çalışmalarında, geleneksel öğrenme ortamları ve sorgulamaya dayalı laboratuvar ortamlarının karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma kapsamında deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve toplam 395 lisans öğrencisi ile birlikte hareket edilmiştir. Kontrol grubunda geleneksel yaklaşıma uygun nitelikte laboratuvar uygulamalarına yer verilirken, deney grubunda günlük hayattaki örneklerden yola çıkılmış ve sorgulamaya dayalı yaklaşıma göre hazırlanan bir laboratuvar süreci öngörülmüştür. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin uygulamalar sonrasında bilimsel süreç becerilerini kontrol grubundakilere kıyasla daha fazla geliştirdikleri görülmektedir (Brickman, Gormally, Armstrong, & Hallar, 2009, s. 1).

Özdilek ve Bulunuz (2009, s. 24) rehberli sorgulamamanın öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inançlarına etkisini inceledikleri çalışmada örneklem olarak lisans düzeyindeki öğrencileri ele almışlardır. Çalışma, ön test- son test tek gruplu desende tasarlanmıştır. Araştırma kapsamında 101 öğretmen adayı ile

birlikte bir yarıyıl süresince fen laboratuvarı dersi kapsamında uygulamalar yapılmıştır. 14 hafta süren bu uygulama neticesinde öğretmen adaylarının öz-yeterlilik inançlarının ön teste göre çok daha yüksek seviyelere ulaştığı anlaşılmıştır.

Sorgulamaya dayalı fen öğretimine ayrılan zaman ile öğrencilerin akademik başarıları arasındaki ilişkinin ele alındığında Suarez (2011) tarafından yapılan çalışmada, K-8 düzeyindeki okullarda görev yapan toplam 204 fen bilimleri öğretmeninden anket yöntemiyle veriler toplanmıştır. Bu verilerin yanına, söz konusu öğretmenlerin sınıflarında sorgulamaya dayalı öğretimi uygulamaya ayrılan zamanlar ve okulların başarı durumuna ilişkin istatistikî bilgiler de dâhil edilmiştir. İncelemeler sonucunda, öğretmenlerin sınıflarında sorgulamaya dayalı fen öğretimine ayırdıkları süre ile öğrencilerin başarı düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Buna göre sorgulamaya dayalı öğretime ayrılan zaman arttıkça öğrencilerin başarı düzeylerinde de bir artış yaşanmaktadır. Öğretmenlere göre öğrencilerin istenilen başarı düzeyine ulaşamamalarının nedenlerinin başında, sorgulamaya dayalı öğretime önem verilmemesi gelmektedir.

Bozkurt (2012), sınıf öğretmenliği öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada, araştırmaya dayalı öğrenmenin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisini ele almıştır. Çalışmada ön test ve son test kontrol gruplarına yer verilmiştir. Çalışmanın deneysel desende olduğu söylenebilir. Deney ve kontrol gruplarında toplam 50 adet öğretmen yer almaktadır. Çalışmaya katılım gösteren öğretmenlerden, Fen ve Teknoloji Laboratuvar dersi kapsamında belirlenen “Hücrede madde alışverişi” konusu ile ilgili olarak çeşitli deneyler tasarlanması istenmiştir. Deney grubundaki uygulamalar araştırmaya dayalı bir biçimde gerçekleştirilirken kontrol grubunda ise geleneksel yöntemden yararlanılmıştır. Uygulama sonucunda, deney grubundaki öğretmen adaylarının akademik başarılarının kontrol grubuna göre daha yüksek seviyede bir artış kaydettiği görülmektedir.

Artigue ve Blomhoj (2013) çalışmalarında matematik eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenmeyi kavramsallaştırmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada çeşitli sorgulamaya dayalı öğrenme teorileri ele alınmış ve sorgulamaya dayalı matematik öğrenimi için önemli noktalar tespit edilmiştir. Üzerinde durulması gereken başlıca konular; soruların ve öğrencilerin etkinliklerinin, öğrencilerin gerçek yaşamlarıyla ve okul dışı sorular ve faaliyetlerle bağları yönünden özgünlüğü,

soruların matematiksel açıdan epistemolojik alakası ve matematiğin kümülatif boyutu, müfredatta belirtildiği şekli ile bilginin genişletilmesi, ekstra-matematiksel sorular ve sorgulama sürecinin modelleme boyutu, matematiğin deneysel boyutu, problem çözme yeteneklerinin gelişimi ve aklın sorgulama alışkanlıkları, öğrencilere verilen özerklik ve sorumluluk, öğretmen-öğrenci diyalog etkileşimlerinin yönlendirici rolü, sorgulama sürecinin işbirliği boyutu ve sorgulamaya dayalı matematik öğreniminin eleştirel ve demokratik boyutu olarak ifade edilmiştir.

Matematik dersi özelinde sorgulamaya dayalı öğrenme, iyi yapılandırılmamış problemleri keşfederek öğrencilerin eleştirel düşünme geliştirmelerine yardımcı olan aktif, öğrenci merkezli bir öğretim şeklidir. Yoshinobu ve Jones (2013)'a göre sorgulamaya dayalı öğrenme Moore Yöntemini de kapsamaktadır ve öğrenci sorgulamasının özünde iki etken bulunmaktadır. Bu etkenler; (1) matematik ile köklü bir angajman ve (2) sınıf arkadaşları ile işbirliği olarak sıralanmıştır. Bu etkenler sayesinde öğrenciler matematiksel kavramları daha kolay kavrayabilmektedir. Matematik öğrenimi ve matematikte problem çözümü için gerekli olan pozitif tutum, inanç ve kapasiteler böylece öğrenciye aktarılabilir. Temel fikir, öğrencilerin matematik pratiğine çırak gibi katılım sağlamalarıdır. Öğretmenin gösterdiği çözüm şekillerinden ziyade, öğrenciler matematiksel problem çözmeye yönlendirilirken adeta matematik alanında araştırma yapan bir bilim insanı gibi davranması istenir.

Ortaokul seviyesinde yapılan bir başka çalışmada ise Oguz-Unver&Yurumezoglu (2014) Pri-Sci-Net isimli Avrupa Birliği projesi kapsamında fen bilgisi öğretmenlerinin derslerinde sorgulamaya dayalı öğrenmeyi etkili bir şekilde yürütebilmeleri amacıyla sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirilmesi ve öğretmenlere yönelik düzenlenen çalıştaylar yoluyla bu etkinliklerin sağlıklı şekilde uygulanabilmesine yönelik destek sağlanan bir araştırma yapmıştır. Bu bağlamda, 9-11 yaş grubuna yönelik olarak iki etkinlik geliştirilmiş ve bu etkinlikler 5. Sınıf düzeyindeki 60 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin sorgulama dayalı öğrenmeye yönelik yaklaşımları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada bir veri toplama yöntemi olarak gözlemlerden ve görüşlerden faydalanılmıştır. Etkinliğe katılan öğrencilerin tamamı ilk kez böyle bir yaklaşımla karşı karşıya kaldıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle etkinlik süresince çeşitli zorluklar yaşanmıştır. Araştırma sonucunda ise öğrencilerin genel olarak kendilerini

tıpkı bir bilim insanı gibi hissettikleri ve aktif bir öğrenme süreci geçirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Lisans düzeyindeki bir başka çalışmada ise Yakar ve Baykara (2014) sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, yaratıcı düşüncelerine ve fen deneylerine yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Çalışmada tek gruplu ön test- son test deseni kullanılmıştır. Çalışma kapsamında toplam 36 fen bilgisi öğretmeninden yararlanılmıştır. Uygulamalar 12 hafta boyunca devam etmiştir. 12 hafta sonucunda elde edilen sonuçlara göre sorgulamaya dayalı etkinlikleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, yaratıcı düşünceleri ve fen deneylerine yönelik tutumları üzerinde olumlu etkilere sahiptir.

Laursen ve diğerleri (2014) yaptıkları çalışmada öğrencilerin öğrenmelerini ve sorgulamaya dayalı öğrenme kurslarının duygusal sonuçlarını, öğrenci alt grupları arasındaki farklılıkları ve öğretme ve öğrenme etkinliklerini ve süreçlerini incelemiştir. Bu araştırma için yarı deneysel bir yaklaşım kullanmışlardır. Çalışma için 2008–2010 yıllarında dört kampüste 100'den fazla kurs bölümünden veri toplanmıştır. Çalışma bulgularına göre sorgulamaya dayalı öğrenme teknikleri uygulanan kurslarda ders süresinin ortalama %60'ı öğrenci merkezli aktiviteler (problem sunumları, tartışma, küçük grup çalışması ve bilgisayar çalışması) ile geçirilmektedir. Bunun yanında sorgulamaya dayalı öğrenme teknikleri uygulanmayan kurslarda ders süresinin %87'si öğreticiyi dinlemekle geçmektedir. Ayrıca sorgulamaya dayalı öğrenme teknikleri kullanılan kurslarda öğrencilerin daha büyük bir yüzdesi öğreticiye soru sormaktadır.

Çalışma grubu olarak öğretmenlerin ele alındığı tek gruplu çalışmada Lundstrom, Jönsson ve Nilsson (2014), lise öğretmenlerine yönelik hizmetiçi eğitimler sundukları SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science) projesi kapsamında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, toplam 24 saatlik bir uygulama öğretmenlere sunulmuştur. Bu 24 saatlik sürede öğretmenlere sorgulamaya dayalı öğrenme eğitimi verilmiştir. Öğretmenler de kendi öğrencilerine yönelik sınıflarında uygulamaya yönelik çalışmalar yürütmüşlerdir. Eğitim süreci tamamlandığında öğretmenlerden görüşleri alınmıştır. Öğretmenlerin eğitim süreci sonundaki beyanları ele alındığında sorgulamaya dayalı öğrenme konusunda kendilerini daha deneyimli hissettiklerini görülmektedir. Öğretmenlerin önemli bir

bölümü, sorgulamaya dayalı öğrenmeyi öğrencilerine tam anlamıyla öğretebilmek için daha fazla eğitime gerek duyduklarını belirtmektedirler.

Akyüz (2014) yaptığı çalışmada teknoloji kullanılan üniversite düzeyi bir sınıfta çember konusu işlenirken gelişen sosyomatematikselsel normların ne olduğunu araştırmıştır. Yapılan çalışma Ankara’da bulunan bir devlet üniversitesinin 3. ve 4. sınıf ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde okuyan 10 öğrenciyi içermektedir. Veriler çember konusunu ele alan 5 haftalık bir eğitim-öğretim programındaki öğrenci-öğretmen diyalogları ve sınıf içi iletişimlerden elde edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda literatüre bakıldığında tespit edilen teknoloji ile ilişkili bu üç normun da ilk defa ortaya konduğu öne sürülebilir. Bulunan bu normlar teknoloji içeren matematik derslerinde sosyal normlar ve sosyomatematikselsel normların yanı sıra “tekno-sosyomatematikselsel” normlar gibi yeni bir kategori oluşturulabileceği fikrini doğurmuştur.

Benzer bir biçimde Bayram (2015) da öğretmen adaylarıyla bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri tasarlarken karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarına sorgulamaya dayalı etkinliklerin geliştirilmesi sürecinde destek olacak birtakım bilgiler verilmiştir. Ayrıca yapılan örnek uygulamalar ile birlikte öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı etkinlikleri geliştirmeleri sağlanmıştır. Uygulamalar 14 hafta boyunca devam etmiştir. 14 hafta sonunda, süreç içerisinde öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklar yapılan mülakatlarla tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının etkinliklere ilişkin olarak problem durumlarını belirleme ve problemi günlük hayatla ilişkilendirme gibi dışsal birtakım zorlukları yaşadıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının başlıca yaşadıkları içsel zorluklar ise rehberlik ve içeriklere hâkimiyet şeklinde ifade edilebilir. Öğretmen adayları, ilk kez karşı karşıya kaldıkları sorgulamaya dayalı öğrenme etkinliklerini tam anlamıyla uygulayabilip uygulayamayacakları konusunda endişelilerdir. Bu durum, onların cesaretlerini de etkilemektedir.

Tek gruplu yapılan bir diğer çalışmada Şen, Yılmaz ve Erdoğan (2016), kimya öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerine ilişkin görüşlerini incelemiştir. Çalışma 14 hafta süren bir uygulama dönemine sahiptir. Toplam 21 kimya öğretmen adayı ile birlikte yapılan çalışmada, sorgulamaya dayalı

etkinliklerin uygulanması ile ilgili ön bilgiler verilmiş ve uygulamalara geçilmiştir. Bütün süreç boyunca öğretmen adaylarından gözlem, görüşme ve açık uçlu sorular yoluyla birçok veri toplanmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen bu veriler incelendiğinde, sorgulamaya dayalı uygulamaların bireyler arası etkileşimlere, motivasyona, derse aktif katılmaya, laboratuvara yönelik olumlu görüşlerin ifade edildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarından birçoğu, geleneksel yaklaşımın öğretim sürecini olumsuz bir biçimde etkilediğini savunmuşlardır.

Hayward ve diğerleri (2016) üniversite düzeyinde matematik öğretimi ile ilgili 139 katılımcı ile bir dizi atölye çalışması ve 16 katılımcı ile yüz yüze mülakat gerçekleştirmişlerdir. Bu atölye çalışmalarına katılanların bir yıl içerisinde sorgulamaya dayalı öğrenme stratejilerini %58 oranla uygulamaya başladıkları rapor edilmiştir. Atölye çalışmaları öğreticilerin de matematik öğreniminde sorgulamaya dayalı öğrenmeyi benimsemelerine katkı sağlamıştır. Analize göre atölye çalışmalarının birtakım özellikleri katılımcıların sorgulamaya dayalı öğrenme stratejilerini içselleştirmesine imkan vermiştir.

Öğretmen görüşlerinin esas alındığı bir diğer çalışmada, Peşman, Arı ve Baykara (2017) sorgulamaya dayalı basit araç gereçlerle yapılan etkinliklerin fen bilimleri öğretmenlerinin basit araç gereçlerle yapılan etkinliklere ilişkin görüşlerine etkisini incelemek üzere toplam 58 fen bilimleri öğretmenini örneklem olarak almışlardır. Araştırma kapsamında öğretmenlerle toplam 15 sorgulamaya dayalı etkinlik gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin görüşlerinin daha iyi tespit edilebilmesi adına anket uygulamasına başvurulmuş, öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, öğretmenlerin ön testte de son testte de yüksek puanlara sahip oldukları ve uygulama ile ilgili olarak olumlu görüş bildirdikleri görülmektedir. Araştırmada ön test ve son test sonuçları arasında kayda değer bir farklılık tespit edilememiştir.

3. MATERYAL ve METOTLAR

Bu tez çalışmasında son yıllarda özellikle fen ve matematik öğretiminde öne çıkan ve etkili öğretim yöntemlerinden biri olan sorgulama temelli öğretim ve bunun lisans düzeyindeki matematik öğretimi uygulamaları ele alınmıştır. Çalışmada öncelikle sorgulama temelli öğretimin kavramsal çerçevesi çizilmiş, kavramın tarihsel gelişimi, öğretmen ve öğrencilere düşen roller ve sorgulamaya dayalı öğrenme modelleri açıklanmıştır. Daha sonra bu yöntemlerin lisans matematiğindeki uygulamaları incelenmiştir. Bu tez çalışmasında yöntem olarak derleme kullanılmıştır. Bilindiği üzere derleme çalışması, belirli bir konuda yapılmış ve yayınlanmış bilimsel-akademik çalışmaların ve güncel gelişmelerin özetlenme, sentez, yorum ve değerlendirmesini içerir (Herdman, 2006). Bu tez çalışması kapsamında da sorgulama temelli öğretim ile ilgili tezler ve akademik makaleler geniş bir literatür taraması ile ele alınmıştır. Öncelikle sorgulama temelli öğretimin kuramsal yapısı incelenmiştir. Bunun için de bu kavramın ortaya atıldığı yıllardaki özellikle eğitim alan indeksli dergilerdeki hem fen hem matematik eğitimindeki makaleler gözden geçirilmiştir. Daha sonra bu kavramın uygulamalarının yer aldığı hem tez hem de makale çalışmaları incelenmiştir. Son olarak da sorgulama temelli öğretimin lisans düzeyinde nasıl ele alındığı ve uygulandığına ilişkin alan yazın taraması yapılmıştır.

4. SORGULAMA TEMELLİ ÖĞRETİMİN LİSANS MATEMATİK ÖĞRETİMİNDEKİ UYGULAMALARI

4.1. Diferansiyel Denklemlerin Uygulamaları

4.1.1. Diferansiyel denklem kavramı ve gelişimi

Diferansiyel denklemler konusu, modern matematiğin büyük ve çok önemli bir dalını oluşturmaktadır. Tanım olarak, bir veya daha çok bağımlı değişken, bir veya daha çok bağımsız değişken ve bağımsız değişken ve bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenlere göre türevlerini içeren denkleme diferansiyel denklem denir (Sezer & Daşcıoğlu, 2014).” Diferansiyel denklemler, bilim ve mühendisliğin çeşitli dallarında karşılaşılan sayısız problemle bağlantılı olarak ortaya çıkmaktadır. Bir mermi roketinin, uydu, gezegenin, bir elektrik devresindeki akımın yükünün, bir telin veya bir zarın titreşimlerinin, bir çubuktaki veya bir levhadaki ısının iletilmesinin ve belirli geometrik özelliklere sahip eğrilerin hareketinin belirlenmesi; radyoaktif bir maddenin ayrışma oranının veya bir nüfusun büyüme hızının incelenmesi, kimyasalların reaksiyonları ve ekonominin herhangi bir dalı, diferansiyel denklem kullanımını gerektirebilmektedir. Bu tür problemlerin matematiksel formülasyonu diferansiyel denklemlere yol açar. Ancak, bu sorunların tümü için analitik olarak kesin çözümü elde etmek için çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Farklı türdeki bu sorunların tümü için kesin bir çözüm bulabilmek bir zorluk teşkil edebilmektedir (Ross, 2004, s. 48). Diferansiyel denklemlerin tarihçesine bakıldığında, çok sayıda ünlü bilim insanının bu konuda çalışmalar yaptığı görülmektedir. Bu bilim insanlarının arasında Isaac Newton, Gottfried Leibniz, Jacob Johann kardeşler ve Leonhard Euler bulunmaktadır. 18. yüzyılın en önemli fizikçilerinden birisi olan Leonhard Euler, diferansiyel denklemler üzerinde çok önemli çalışmalar yapmıştır. Euler’in çalışmaları, kendisinden sonra gelen bilim insanlarına ve matematikçilere ışık tutan önemli unsurlardan olmuştur.

4.1.2. Diferansiyel denklem öğreniminde ve öğreniminde yaşanan zorluklar

Sorgulamaya yönelik öğretimin en önemli görüşlerinden biri, formal matematiğin, öğrencilerin informal anlayışlarından ortaya çıktığı fikridir (Gravemeijer ve Doorman, 1999, s. 119). Bu görüş, öğrencilerin matematiksel çalışmalarının temelini, resmi tanımlamalar ve standartlaşmış algoritmalarından ibaret olduğu daha geleneksel öğretim çeşitleriyle çelişmektedir. Ancak bu, matematiksel

olarak standartlaşmış dilin ve notasyonun sorgulama temelli öğretimde bir yerinin olamayacağı anlamına gelmemektedir. Stein (2008, s. 326) 'in öne sürdüğü üzere, "öğretimde sorgulama ve keşif temelli yaklaşımla ilgili gittikçe daha çok fark edilen bir ikilem mevcuttur: Bu zorluk, öğrencilerin gelişen fikirlerinin ve yöntemlerinin neticede bilmeleri gereken disiplinsel fikirler ile bağdaştırılmasının zorluğu olmaktadır. Bir öğretmenin bu zorluğa yaklaşmasının bir yolu, "sınıf ile geniş matematik topluluğu arasında resmi uzlaşma ve terminolojinin ortaya konmasını hedefleyen bir uzlaştırmacı olarak hareket etmektir" (Rasmussen, Zandieh, & Wawro, 2009, s. 201).

Standart Matematik dili ve notasyon uygulamasının içerisinde, literatürde iki adet bileşen saptanmıştır. Öğretmenler, öğrencilerin ödevde başlamalarından önce minimal düzeyde matematik dili ve notasyonu öğretmektedir. Formal notasyon, öğrencilerin, notasyona duyulan ihtiyaç ve notasyonun nerelerde kullanıldığı ile ilgili anlayışlarının gelişmesinden sonra öğretilmektedir. "Geleneksel veya resmi terminolojinin öğrencilerin öğrenmeleri için başlangıç noktası olduğu geleneksel öğretimin aksine, bu öğretmen (sorgulama temelli müfredatı uygulamakta olan öğretmen) resmi matematik dilini yalnızca altında yatan fikir öğrenciler tarafından yeniden icat edilerek idrak edildikten sonra öğretmeyi düşünmektedir (Rasmussen, Zandieh, & Wawro, 2009, s. 203) . Öğretmenler öğrenci katkılarına ve fikirlerini resmileştirmeyi desteklemektedir. Sorgulama temelli öğretimde, öğrenciler matematiği yeniden icat ettiğinden, onların icatları biçimsel matematiksel fikirler ile orantılı olarak ortaya konulmalıdır. Eğitimci, öğrencilerin matematiksel fikirlerini, daha resmi matematiğe bağlama yeteneklerini geliştirebilmelidir. Öğretmen, öğrencilerin kendileri tarafından oluşturulan çözüm yöntemlerini disiplinsel yöntemlere ve önemli matematiksel fikirlere bağlamalarını desteklemede çok önemli bir rol oynamaktadır (Johnson & Larsen, 2012, s. 648).

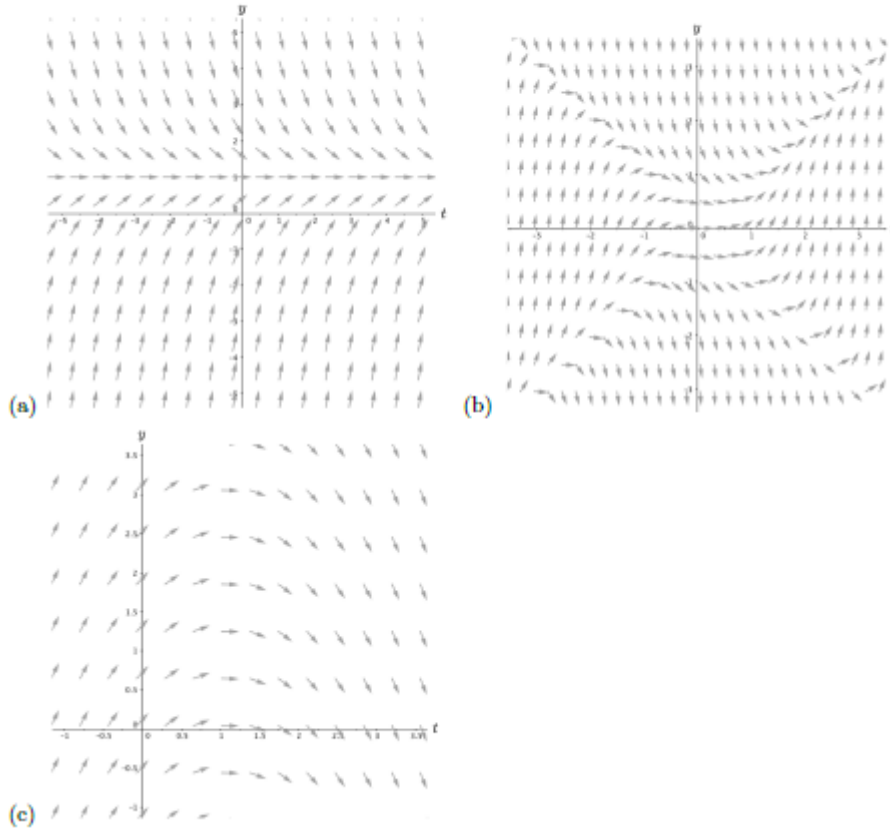
Lisans matematik topluluğu içinde, son on yılda, sorgulama temelli, araştırmaya dayalı öğretim inovasyonlarında ciddi bir artış gözlenmektedir. Sorgulama temelli öğretim, kalkülüsten soyut cebire varıncaya dek birçok matematik dersinde yoğun şekilde kullanılmaktadır. (Johnson & Larsen, 2012; Rasmussen, Zandieh, & Wawro, 2009; Speer & Wagner, 2009).

Bu bağlamda ABD’de yapılmış iki proje öne çıkmaktadır. Bunlardan biri Inquiry-Oriented Differential Equations (IO-DE)’dir. IO-DE, birinci dereceden, ikinci dereceden, doğrusal olmayan denklemler ve diferansiyel denklem sistemlerinde büyük fikirlerin anlaşılmasına odaklanan bir projedir. Ele alınan konular: ADD'lerin çözümü; sayısal, analitik ve grafiksel çözüm yöntemleri; çözümler ve çözüm uzayları; doğrusal sistemler; doğrusallaştırma; Hem ADD'lerin hem de ADD sistemlerinin nitel analizi; çözüm uzaylarının yapılarıdır. Proje kapsamında geliştirilen problemlere ait bir örnek aşağıda verilmektedir:

Aşağıda yedi değişim oranı denklemi ve üç farklı eğim alanı bulunmaktadır. Teknolojiyi kullanmadan, her bir eğim alanı için hangi değişken denklemin en iyi eşleşme olduğunu belirleyin. Seçiminizi açıklayınız.

$$(i) \frac{dy}{dt} = t - 1 \quad (ii) \frac{dy}{dt} = 1 - y^2 \quad (iii) \frac{dy}{dt} = y^2 - t^2 \quad (iv) \frac{dy}{dt} = 1 - y$$

$$(v) \frac{dy}{dt} = t^2 - y^2 \quad (vi) \frac{dy}{dt} = 1 - t \quad (vii) \frac{dy}{dt} = 9t^2 - y^2$$



Şekil 4. 1. Diferansiyel denklemler örneği.

Matematikçilerin öğretim uygulamaları üzerinde var olan sınırlı sayıda araştırma, bu sorgulama temelli müfredat materyallerinin uygulama açısından bir takım zorlukları beraberinde getirdiğini göstermiştir. Bu tür zorluklar şunlardır:

Öğrenci düşüncesi ve anlayışının geliştirilmesi, tüm sınıfın katıldığı tartışmaları planlama ve yönetme ve öğrencilerin çözüm stratejileri ve katkılarına dayanarak ilerleme (Johnson & Larsen, 2012; Rasmussen, Zandieh, & Wawro, 2009; Speer & Wagner, 2009).

Sorgulamaya yönelik öğretim materyallerinin uygulanmasıyla ilgili bu zorluklar göz önüne alındığında, öğretim kalitesinin ölçülmesine duyulan ihtiyaç, bu sınıflardaki farklılıkları anlamının önemli bir yolu haline gelir. Böyle bir araç geliştirilmeden önce “sorgulama temelli eğitim” ilk önce gözlemlenebilecek, ölçülebilecek ve analiz edilebilecek şekilde çalıştırılmalıdır. Bu araç buna iki yolla katkıda bulunmaktadır: Hem sorgulama temelli eğitim için kavramsallaştırma yolunu açar, hem de sorgulama temelli eğitimin ölçülmesi için teorik bir temel olarak da kullanılabilir (Gravemeijer, 1999, s. 162).

Literatürde, spesifik olarak diferansiyel denklemlerin öğretiminde karşılaşılan zorlukları konu edinen çalışmalara pek yer verilmemektedir. Ancak, genel anlamda matematik öğretiminde matematik öğretmenlerinin karşılaştığı zorlukların, diferansiyel denklem öğretimi için de geçerli olduğu ve bu alanda da karşımıza çıktığı düşünülebilmektedir. Aynı şekilde, sorgulama temelli eğitim esnasında matematik öğretmenlerinin sınıfta karşılaşmakta olduğu genel sorunların da, sorgulama temelli diferansiyel denklem öğretiminde de geçerli olduğu ve öğretmenleri ilgilendirdiği de düşünülebilmektedir.

4.2. Lineer Cebir

4.2.1. Lineer cebir kavramı

Matematik, çeşitli konuları ele almaktadır. Matematiğin ele aldığı konuların arasında, ölçüm, geometri, sayılar, cebir ve istatistik bulunmaktadır. Cebir, matematiğin en önemli alanlarından biridir. Cebirle ilgili yapılan çeşitli tanımlar mevcuttur. Sfard (1995)'a göre, cebir hesaplama yapmak için kullanılan bilim olarak tanımlanırken, Usiskin (1988) cebiri 4 farklı başlıkta incelemiştir. Cebire genel matematik gözüyle bakıldığında, cebir, sayı sistemleri ile alakalı olan farklı özellikler ile ilgilenmektedir. Cebirle ilgili yapılan çeşitli çalışmalar gözönüne alındığında, en

çok çalışmanın soyut cebir ve lineer cebir ile ilgili yapıldığı göze çarpmaktadır. Lineer cebir, temel olarak, vektörler ve matrislere dayanmaktadır. Lineer cebir, matematik özelinde, analitik geometri, diferansiyel denklemler, nümerik analiz, fraktal geometri ve daha birçok alanda karşımıza çıkmasının yanı sıra, aynı zamanda bilgisayar bilimleri (bilişim), fizik, kimya, anatomi, istatistik bilimi, mühendislik ve iktisat gibi farklı bilim alanlarında ve bunlara bağlı disiplinlerde de kendisini göstermektedir. Matematik özelinde, lineer cebir, ulaşılmak istenen bir amaç ve öğrenilmesi hedeflenen bir kavram olarak görülmektedir. Buna karşılık olarak, diğer bilim alanlarında ve bunlara bağlı disiplinlerde bir araç olarak görülmekte, çeşitli işlemler yapmak amacıyla kullanılmaktadır (Aydın, Delice ve Kardeş, 2011, s. 163). Örneğin, bilişimde (bilgisayar bilimlerinde) cebirin kullanıldığı alanlara verilebilecek bir örnek, üç boyutlu olarak tasarlanan grafikler olmaktadır. Bu tasarımlarda, grafiğe dışarıdan bakmakta olan kişi, farklı açılardan baktıkça, lineer olarak grafiğin görüntüsü değişmektedir. Kimya’da, lineer cebir, en temel prensip kabul edilen Kütlenin Korunumu Yasasında karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada, lineer denklem kavramları ve lineer bileşim sistemi söz konusu olmaktadır. İktisat alanına bakıldığında ise, çok fazla değişken içermekte olan kar-zarar, maliyet hesapları gibi alanlarda, lineer denklem sistemleri kullanılmaktadır ve matris bu konuda önem teşkil eden unsurlardandır. Ülkemizde, çeşitli bilim alanlarında ve bunlara bağlı disiplinlerin yanı sıra, salt Matematik alanında da önemli bir rol oynayan, yer teşkil eden ve sayısız alanda faydalanılan lineer cebirin öğretimine, son yıllarda giderek daha fazla gerek duyulmakta ve önem verilmekteyken, uluslararası alanda ve gelişmiş ülkelerde ise lineer cebir öğretimi uzun yıllardır büyük önem teşkil etmektedir (Badem ve Tin, 2009, s. 48).

4.2.2. Lineer cebir öğretimi

Jean Luc Dorier’ın liderlik ettiği bir grup eğitimci, üzerinde çalıştıkları araştırma programında, Lineer Cebiri deneysel açıdan öğretmenin ve öğrenmenin yolları ortaya konulmaktadır (Dorier & Sierpinska, 2001). Okullardaki müfredat da vurgulanarak, bu araştırmada, birtakım özgün eğitim taktiklerinden bahsedilmektedir. Lineer cebiri öğretirken ve öğrenirken karşılaşılan önemli güçlüklerden biri, kullanılması gereken temsili yapılar ve görüşleri ele almaktadır (Dias & Artigue, 1995). Öğrenciler, hangilerinin temsil, hangilerinin ise gerçek

kavramlar olduğunu anlamalıdır. Aynı zamanda, temsilleri de ayırt edebilmelidirler. Tüm bu öğrenci becerilerinin etkinleştirilmesi eğitimcilerin bakış açılarıyla da doğrudan ilişkili olmaktadır. Lineer cebiri ve lineer cebir eğitimi konu edinen tüm çalışmalar, bu konuyu ele almaktadır. Bunun haricinde, son yıllarda lineer cebir öğretimindeki önemli gelişmeler daha çok teknolojinin oynadığı rol ile ilgili olmaktadır. Özellikle son yıllarda ortaya atılan SAGE projesi, lineer cebir öğretimindeki verimliliği arttırmaktadır (Aydın, Delice ve Kardeş, 2011, s. 170). Ülkemizde de son yıllarda bu mevzu önemini artırmış, bu konuda önemli çalışmalara imza atılmıştır. Tüm bu çalışmalar sayesinde, lineer cebir öğretiminde teknoloji giderek daha fazla kullanılmaktadır (Ismael, 2018).

4.3. Diferansiyel Denklem ve Lineer Cebir Öğretiminde Sorgulamaya Dayalı Yaklaşım

Lisans seviyesindeki lineer cebir öğretimi ile ilgili sorgulamaya dayalı yaklaşımın kullanıldığı önemli çalışmalardan biri de ABD’de yapılan IOLA projesidir. Sorgulamaya Dayalı Lineer Cebir (IOLA) projesi, lineer cebirin öğretilmesi ve öğrenilmesine sorgulamaya yönelik bir yaklaşımı kolaylaştıran, zorlu ve tutarlı görev dizilerinden oluşan öğrenci materyalleri geliştirmeye odaklı bir projedir. Projede ayrıca, öğretmenlerin IOLA görevlerini sınıflarında yerine getirmelerine yardımcı olacak eğitici destek materyalleri de geliştirilmiştir. Bu materyallerde yer alan bir problem aşağıda verilmektedir:

Sen genç bir gezginsin, ilk kez evden ayrılıyorsun. Ailen senin yolculuğunda sana yardım etmek istiyor. Ayrılmadan önce sana iki hediye yani iki ulaşım şekli veriyorlar: Bunlar uçan kayak ve sihirli bir halı.

Uçan kayak bir saat boyunca "ileri" hareket ederse, başlangıç konumundan 3 mil doğu ve 1 mil kuzeyde yer değiştirmeye neden olmaktadır.

Sihirli halı bir saat boyunca "ileri" hareket ederse, başlangıç konumunun 1 mil Doğu ve 2 mil Kuzeyindeki bir yer değiştirmesine neden olmaktadır.

Problem1: Amcan Cramer sana ilk maceranın yaşlı bilge adam Gauss’u ziyaret etmek olması gerektiğini önermekte. Yaşlı bilge Gauss senin evinden 107 mil

doğuda, 64 mil kuzeyde buluna bir kabinde yaşamaktadır. Gauss'un kabinine ulaşmak için uçan halıyı mı yoksa kaykayı mı kullanman gerektiğini araştır.

Keene tarafından yazılan diğer makale, öğrencilerin zamanı dinamik bir nicelik kullanımının üzerindeki düşüncelerini detaylandırmaktadır. Özellikle, Keene, öğrencilerin diferansiyel denklemlere hakim oldukça, zamanı nasıl beş farklı yoldan değişken bir nicelik olarak gördüklerini anlatmaktadır. Öğrencilerin fonksiyonu anlamalarında zamanın bir engel teşkil edebileceğini öne süren önceki çalışmaların aksine (Janvier 1998), Keene, zamana dayalı muhakemenin, aslında, nasıl diferansiyel denklem sistemlerinde çözüm fonksiyonu anlayışını ilerletebileceğini ve gelişmesini sağlayabileceğini göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin düşünme anlayışı daha iyi anlaşıldıkça, öğrencilerin öğrenmesini desteklemede önemli olan öğretmen bilgi türleri de daha iyi anlaşılacaktır. İçerik bilgisinin ötesinde, bu öğretmen bilgisi, öğrencilerin farklı farklı denklemlerdeki merkezi fikirler ile ilgili gayri resmi ve sezgisel muhakeme yollarını, matematiksel müfredatta ilerlerken öğrenci düşüncesine bağlanmanın yolları olabilecek pedagojik stratejileri (Rasmussen & Marrongelle, 2006), sınıfın sosyal yönleriyle alakalı olan teorik fikirleri, ve genel anlamda matematik öğretmek için gerekli olan matematik bilgisinin yanı sıra diferansiyel denklemleri öğretmek için gerekli olan spesifik bilgileri içermektedir.

Wagner, Speer ve Rossa (2007)'nin dördüncü makalesi, sorgulama temelli öğretim öğretmenlerinin sorgulamaya yönelik öğretim için yararlı bulduğu çeşitli bilgi türlerine önemli bir katkı sağlamaktadır. Yazarlar, deneyimli matematikçilerin dersliklerinde etkili, reform içeren öğretimi uygulayabilmeleri için gerekli olan bilgi birikiminin, matematiksel içerik bilgisinden farklı bilgiyi, pedagojik içerik bilgisini ve geleneksel öğretimi destekleyebilecek pedagojik bilgiyi içerdiğini öne sürmektedir. İlk defa sorgulama temelli eğitim müfredatını uygulamaya sokan bir matematikçi hakkında yaptıkları bir çalışma, sorgulama temelli eğitim için gerekli olan bilgi türlerini gözler önüne sermektedir. Marrongelle and Burtch (2006) tarafından yazılmış olan ikinci makale birinci dereceden diferansiyel denklemler için kullanılan Euler yönteminin öğrencilerin tarafından yeniden icat edilmesinin grafikler ve fonksiyonlarını aydınlatmaktadır. Bu makale, öğrencilerin Euler metodunu tekrar kullanmasıyla birlikte, nasıl diferansiyel denklemlerin sistemlerine yakınlaştıklarını vurgulamaktadır. Öğretim tasarımı açısından ve öğretmenlerin

kullandıkları destek materyali açısından bu makalenin teşkil ettiği önem, öğrenci hareketleriyle ilgili bir veritabanı oluşturması ve bu veritabanının öğrencilerin Euler metodu kullanımıyla ve metodu yeniden icat etmeleriyle nasıl bağdaştırıldığını göstermesidir. Böyle bir veritabanı öğrencinin düşünceleri hakkında bir öğretmenin bilgisini artırabilir ve hatta bir öğretmen bilinçli bir şekilde öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek amacıyla öğrencilere bazı yöntemler öğretebilmektedir. Marrongelle ve Rasmussen (2008) tarafından yazılmış olan ikinci makale birinci dereceden diferansiyel denklemler için kullanılan Euler yönteminin öğrencilerin tarafından yeniden icat edilmesinin grafikler ve fonksiyonlarını aydınlatmaktadır. Bu makale, öğrencilerin Euler metodunu tekrar kullanmasıyla birlikte, nasıl diferansiyel denklemlerin sistemlerine yakınlaştıklarını vurgulamaktadır. Öğretim tasarımı açısından ve öğretmenlerin kullandıkları destek materyali açısından bu makalenin teşkil ettiği önem, öğrenci hareketleriyle ilgili bir veritabanı oluşturması ve bu veritabanının öğrencilerin Euler metodu kullanımıyla ve metodu yeniden icat etmeleriyle nasıl bağdaştırıldığını göstermesidir. Böyle bir veritabanı öğrencinin düşünceleri hakkında bir öğretmenin bilgisini artırabilir ve hatta bir öğretmen bilinçli bir şekilde öğrencilerin öğrenmelerini desteklemek amacıyla öğrencilere bazı yöntemler öğretebilmektedir.

4.4. Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Sorgulama temelli öğretim ile ilgili yapılmış önemli çalışmalardan biri olan ve sorgulama temelli öğretimi kullanmakta olan öğretmenlere çeşitli tavsiyelerde bulunan bir makalede, yazarlar bu tavsiyeleri 4 ana grupta incelemektedir (Rasmussen, Marrongelle, Kwon and Hodge, 2017).

4.4.1. Öğrencileri fikirlerini paylaşmaya teşvik etmek

Bir sorgulama temelli eğitim sınıfında, öğrenciler (genellikle arkadaşları ile beraber) kendileri için yeni ve çoğu zaman zorlayıcı olan problemler üzerinde aktif olarak çalışarak zaman geçirmektedir. Cevaplar yanlış veya öğrenciler verdikleri cevaptan emin olmasa da, eğitimciler öğrencilerin fikirlerini sınıftaki herkes ile paylaşmaktadır. Öğrencilerin düşüncelerin i güvenle ifade edebildikleri bir sınıf ortamı oluşturmak bir zorluktur ve buna ulaşabilmek her zaman çok kolay değildir, ancak uygulamalı bir araştırma bu hedefe ulaşmak için çeşitli gereklilikleri ortaya koymuştur:

- Dave, problemi bitirmediğini biliyorum, ama bize ilk intibamı anlat.
- Zamanımız var, acele etmiyoruz.
- Bunun hakkında biraz daha konuşabilir misiniz?
- Bu önemli bir görüş. Keisha, herkesin duyabilmesi için bunu tekrar söyleyebilir misin?
- Hatalardan ders çıkarma matematiğin önemli bir parçasıdır. Bizimle işe yaramayan ilk yaklaşımını kim paylaşabilir?

Bu ve benzeri konuşmalar, öğrencilerin tamamen doğru olmaktan ziyade fikirlerini paylaşmaları beklentisini açıkça ilettikleri için öğrenci düşüncesini ortaya çıkarmak için verimli olmaktadır. Ancak, öğrencileri konuşmaya başlatmak, tabii ki, yalnızca başlangıçtır. Öğrencilerin ilk fikirleri, çoğu zaman karışık veya yorumlanması güç olmaktadır. Yanıtı değerlendirmek veya yol gösterici bir soru sormak yerine, bir eğitmen öğrencinin söylediğini tekrar etmeyi seçebilmektedir, bunu yaparken eğitmen, öğrencinin kelimelerinin yerlerini değiştirebilmekte veya yorum katabilmektedir. Bu tür konuşma hareketine yeniden seslendirme denmektedir ve bu sınıf tartışmalarını başlatmak için oldukça etkili bir araçtır, çünkü öğrencilerin yaptıkları ilk katkıların değerlendirilmesini içermemektedir (Rasmussen, Marrongelle, Kwon and Hodge, 2017).

4.4.2. Öğrencilerin başkalarının düşüncelerini tartışmalarına yardımcı olmak

Bir veya daha fazla öğrenci ilk fikirlerini paylaştıktan sonra, sorgulama temelli öğretim uygulamakta olan eğitmenin görevi öğrencilerin birbirleri arasında konuşarak birbirlerinin fikirlerini anlamalarını ve tartışmalarını sağlamak olmaktadır. Eğitmen, bu noktada, günlük hayattaki konuşmalarda pek görülmeyen, ancak öğrenci katılımını geliştirmede oldukça etkili olan aşağıdakiler gibi cümleleri kullanmaktadır.

- Kim Juan'ın demin söylediklerini kendi cümleleriyle tekrar edebilir?
- Darrel'in az önce söylediklerine katılıyor musunuz?'
- Bunu bir daha söyle ki herkes duysun.
- Birisi Diane'in yaptığı açıklamayı kendi cümleleriyle söyleyebilir mi?
- Jesika, Ding'in az önce söyledikleri ile ilgili ne düşünüyorsun?

Bu tip konuşmalar, diğer öğrencileri, sınıf arkadaşlarının düşüncelerini tartışmaya teşvik etmektedir. Bazen, öğrencilerin tartışmaları başka bir sonuca veya

açıklamaya yol açmaktadır ve bu durum çok sayıda öğrenci arasında daha geniş çaplı bir tartışmaya olanak sağlamaktadır. Bir öğrencinin yanlış yorumlanması da söz konusu olabilmektedir, bu durum ise esas konuşmacıyı daha kesin matematiksel dil kullanmaya veya fikirlerini farklı bir şekilde açıklamaya teşvik etmektedir. Tüm bu sonuçlar matematiksel olarak verimli olmaktadır ve sınıflarda sıkça kullanılmaktadır.

4.4.3. Öğrencilere düşüncelerini derinleştirmeleri için yardımcı olmak

Öğrenciler fikirlerini ifade etseler ve başkalarının düşüncelerini dinleseler bile, tartışma, eğer sağlam ve sürdürülebilir bir mantığa dayandırılmamış ise yine de matematiksel olarak verimli olmaktan uzak olabilmektedir. Çoğu öğrenci, kendilerinin veya sınıf arkadaşlarının muhakemelerini zorlayarak derinleştirme becerisine sahip olmamaktadır. Bu nedenle, öğretmenin önemli bir rolü, öğrencileri akıl yürütme, açıklama ve gerekçelendirmeleri için süreklileri olarak zorlamaktır. Öğitmenler, aşağıdaki teşvikleri kullanarak bunu sağlayabilmektedir:

- Bunun doğru olduğundan emin olmak için nasıl kontrol edebiliriz?
- Bu sonuca varmanı sağlayan mantık nedir?
- Katılıyor musun, neden?
- Bu, dün öğrendiklerimizle nasıl ilişkilendirilebilir?
- Herkes bunu açıklamak için farklı bir yol bulabilir mi?
- Tamam, ne dediğini duyuyorum, ama karşı örnek ne olabilir?
- Şimdi üç farklı çözümümüz var ve üçü de doğru olamaz.

Çözümlerin doğru olup olmadığına karar vermek için eşinizle birlikte çalışın.” Bu soruların da gösterdiği üzere, sorgulama temelli öğretim eğitimcileri, öğrencilerin fikirlerini geliştirmeleri ve düşüncelerini açıklamaları ve detaylandırmaları konusunda, proaktif bir rol benimsemektedir. Bunu yaparken, eğitimciler, öğrencilerin akıl yürütmeleri ve muhakemeleri ile geniş matematik topluluğunun fikirlerini bağdaştırmaktadır.

4.4.4. Öğrencilerin fikirlerini genişletme ve onlara dayanarak ilerleme

Sorgulama temelli öğretim tartışmaları, öğrencilere zorluk teşkil eden problemler üzerinde çalışarak (bireysel olarak, çift olarak veya ufak gruplar halinde) katettikleri ilerlemeyi görme olanağı tanımaktadır. Bu gibi durumlar, öğretmenin matematiksel gündemlerini ilerletmek, daha resmi veya geleneksel matematikle bağlantı kurmak ve/veya öğrencilerin aslında matematik yaptıklarını görmelerine ve

bu durumu takdir etmelerine yardımcı olmak için öğrenci çalışmalarına dayanarak ilerleme fırsatı olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin çalışmalarını geliştirmek amacıyla, öğretmenler aşağıdakilerden faydalanmaktadır:

- Öğrencilerin dediklerini daha geleneksel ve resmi bir dille tekrar etmek.
- Yeni ama öğrencilerin yaptıklarıyla alakalı bir kavramı, tanımı, temsili veya prosedürü işlemek.
- Bir öğrencinin açıklamasını tekrar ederken o açıklamayı, ortaya atan öğrenciye mal ederek matematiğin öğrencinin kendi yaptığı işten ortaya çıktığı izlenimini yaratmak.
- Öğrenci fikirlerini matematiksel kültür ile bağlantı kuracak biçimde tekrar etmek.

Bu tür öğretmen hareketlerinin faydaları, öğrenci fikirlerinin daha büyük matematiksel yörüneye nasıl uyduğunu vurgulayarak, öğrencilerin kendi çalışmalarından geliştirebilecek bir şey olarak matematiği temsil eden, matematiksel konularını açıklığa kavuşturmak, detaylandırmak ve genişletmek için zemin sağlamak ve öğrencilerin matematik disiplinine geçmesini desteklemek olarak karşımıza çıkmaktadır (Rasmussen, Marrongelle, Kwon and Hodge, 2017).

5. SONUÇ

Geçmişte yapılan çalışmalarda, çeşitli sorgulama faaliyetlerini tanımlamak için makul olmayan derecede yüksek sayıda farklı terim içeren, birçok alternatif sorgulama döngüsü ortaya konmuştur. Bu, başlangıç düzeyindeki tasarımcıların ve öğretmenlerin, sorgulamaya dayalı öğrenmenin temel aşamaları ve süreçlerinin ne olduğunu anlamalarını zorlaştırmıştır. Bilgi olmadan, öğrenciler için genel olarak etkili sorgulamaya dayalı öğrenimi uygulamak için ilk girişimleri başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, fen ve matematik öğretimi ile bireylere araştırma becerileri kazandırılması, sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin temel özelliklerini tanımlamak, özetlemek ve mevcut sorgulamaya dayalı öğrenme çerçevelerinin güçlü yanlarını birleştiren bir çerçeveyi oluşturmak için sistematik bir literatür taraması yapılmıştır. Literatür analizi temelinde mevcut çalışmada belirtilen sorgulamaya dayalı öğrenme çerçevesi, sorgulamaya dayalı öğrenme için çeşitli aşamalardan oluşmaktadır. Bu sorgulama aşamaları ve ilgili süreçler, belirli öğrenme durumlarını tasarlarken izlenebilecek farklı yollarda organize edilebilmektedir. Hipotez odaklı bir yaklaşım, öğrencileri araştırma aşamasında daha yapılandırılmış deneylere yönlendirirken, bir plan yapmak ve keşif ile başlamak için bir dizi soru gereklidir. Tüm bu aşamalar, sorgulama temelli eğitimin başarıya ulaşması için büyük önem arz etmektedir ve yöntemler ile birleştirilmelidir. Örneğin, öğrenciler, kendi başlarına ya da bir grup içinde, araştırmaya geçmeden önce öğrenme sürecini ve kavramsallaştırma aşamasının sonuçlarını tartışabilmektedirler. Sorgulama Temelli Öğretimin tüm modellerinde döngülerin bir temele oturtulduğu görülmektedir. Bu temel, tüm modellerde aynı basamakla başlamaktadır fakat diğer basamaklar arasında yer değişikliği olabilmektedir. Fakat hepsinde öğrenciler hipotez oluşturup neden sonuç ilişkisine ulaşmaya teşvik edilmektedir.

Bazı durumlarda, öğrenme ortamının ana yapısını tasarlamak için çerçeve çizilebilmekte, bazı durumlarda ise, bir öğrenme ortamının destekleyici unsurlarının tasarım ve içerik ilkelerini çerçevelemesi gereken öğrencilerin ihtiyaçlarını dikkate almak önemlidir.

KAYNAKLAR

- Akpullukçu, S. (2011). Fen ve Teknoloji Dersinde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Ortamının Öğrencilerin Akademik Başarı, Hatırda Tutma Düzeyi ve Tutumlarına Etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aksoy, Y. ve Özkan, M. (2017). *Diferansiyel Denklemler*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi.
- Akyüz, D. (2014). Çember Özelliklerini Öğretmeyi Amaçlayan Teknoloji ve Sorgulama Tabanlı bir Sınıfta Oluşan Sosyomatematikselsel Normların İncelenmesi. *Eğitim ve Bilim*(175), 58-72.
- Alouf, L. J., & Bentley, M. L. (2003). *Assessing the impact of inquiry-based science teaching in professional development activities. Annual Meeting of the Association of Teacher Educators*. NewYork: Teachers College Press.
- Alvarado, A. E., & Herr, P. R. (2003). *Inquiry-based learning using everyday objects: Hands-on instructional strategies that promote active learning*. London: Sage Publications Ltd.
- Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science education. S. K. Abell, & N. G. Lederman içinde, *Handbook of research on science education* (s. 807-830). Mahwah: NJ:Erlbaum.
- Artigue, M., & Blomhoj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797–810.
- Ayas, A., Çepni, S., & Ayvacı, H. Ş. (2015). Fen ve Teknoloji derslerinde öğrencileri aktif kılan yöntem, teknik ve modellemeler. S. Çepni içinde, *Kuramdan uygulamaya Fen ve Teknoloji öğretimi* (s. 252-284). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, A. (2010). *Eğitim psikolojisi* (11. b.). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, E., Delice, A. ve Kardeş, D. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarına Yönelik Lineer Denklem Sistemleri Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 2 (2). 160-182.
- Aydoğdu, C., & Şırahane, İ. T. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının laboratuvarında yaşanan kazaların nedenlerine yönelik görüşleri*. Niğde: X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Özet Kitabı.
- Babadoğan, C. (1996). Modern Öğretim Stratejilerinin Öğretim-Öğrenim Süreçlerine Yansımaları. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Babadoğan, C., & Gürkan, T. (2002). Sorgulayıcı öğretim stratejisinin akademik başarıya etkisi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 1(2), 149-180.
- Badem, N. A. ve Tin, A. T. (2009). *Matematik I (Lineer Cebir)*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265–278.
- Basağa, H., Geban, Ö., & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-32.
- Bayram, Z. (2015). Öğretmen adaylarının rehberli sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri tasarlarken karşılaştıkları zorlukların incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 15-29.
- Beydoğan, H. Ö. (2008). Öğrenme etkinliklerinin planlanması. G. Ocak içinde, *Öğretim ilke ve yöntemleri* (s. 97-135). Ankara: Pegem Akademi.
- Bilica, K. A. (2012). 5E nature of science introduction: preparing students to learn about evolution. *Science Activities*(49), 23–28.
- Billings, L. R. (2001). Assessment of the Learning Cycle and Inquiry Based Learning in High School Physics Education. *Master Dissertation*. Michigan: University of Michigan.
- Bozkurt, E. (2014). Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bozkurt, O. (2012). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 187-200.
- Branch, J. L., & Oberg, D. (2004). *Focus on Inquiry: A Teacher's Guide To Implementing Inquiry-Based Learning*. Alberta Learning, Edmonton.
- Branch, J. L., & Solowan, D. G. (2003). Inquiry-based learning: The key to student success. *School Libraries in Canada*, 22(4), 6-12.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N., & Hallar, B. (2009). Effects of inquiry-based learning on students' science literacy skills and confidence. *International journal for the scholarship of teaching and learning*, 3(2), 1-22.
- Bybee, R. (2002). Biology education in the united states: The unfinished century. *BioScience*, 52(7), 560-670.
- Carin, A. A., & Bass, J. E. (2001). *Teaching Science as Inquiry*. N.J. : Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Chapman, O. (2011). Elementary school teachers' growth in inquiry-based teaching of mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 43(6), 951-963.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Collins, A. Ve Stevens, A. L. (1983). *A cognitive theory of inquiry teaching. Instructional desing theories and models: an overview of their current status*. C. M. Reigeluth (Ed). New Jersey: Lawrance Erlbaum Associates.
- Çepni, S. (2015). *Fen ve Teknoloji Öğretimi Kuramdan Uygulamaya* (12 b.). Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Davis, S. A. (2005). *Inquiry-Based Learning Templates For Creating Online Educational Paths. Master of Science Thesis*. USA: Texas A&M University.
- Dawson, C. C. (1999). *The Effect of Explicit Instruction in Science Process Skills on Conceptual Change: A Case Study of Photosynthesis. Master Dissertation*. University of Northern Colorada.
- Degenhart, H. S. (2007). *relationship of inquiry based learning elements on changes in middle school students' science, technology, engineering and mathematics (STEM) beliefs and interests. Unpublished doctoral dissertation*. USA: Texas A and M University.
- Demir, A., & Abell, S. K. (2010). *Views of inquiry: Mismatches between views of science education faculty and students of an alternative certification program. Journal of Research in Science Teaching, 47(6), 716-741.*
- Dewey, J. (1987). *Özgürlük ve Kültür*. İstanbul:Remzi Kitabevi
- Dias, A. M., & Artigue, M. (1995). *Articulation Problems Between Different Sytems of Symbolic Representations in Linear Algebra. The Proceeding of PME 19 (s. 34-41)*. Brazil: Universidacle Federal de Pernambuco.
- Donham, J. (2001). *The importance of a model. Inquiry-based learning: Lessons from Library Power*. Worthington.
- Dorier, J. L., & Sierpinska, A. (2001). *Research into the teaching and learning of linear algebra Level: An ICMI Study*. T. T. University içinde, *D. Holton; M. Artigue; U. Krichgraber; J. Hillel; M. Niss; A. Schoenfeld* (s. 255-273). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Duban, N. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinin sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına göre işlenmesi: bir eylem araştırması. Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Duman, B. (2008). *Eğitimde çağdaş yaklaşımlar. G. Ocak içinde, Öğretim ilke ve yöntemleri* (s. 293-352). Ankara: Pegem Akademi.
- Duran, M. ve Dökme, İ. (2018). *Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Kavramsal Anlama Düzeyi ve Bazı Öğrenme Çıktıları Üzerine Etkisi. Trakya Eğitim Dergisi. 8(3). 545-563.*
- Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Kaya Matbaacılık.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Fang, Z., Lamme, L. L., & Pringle, R. M. (2010). Language and literacy in inquiry-based science classrooms, grades. *National Science Teachers Association (NSTA)*, 3(8), 1-18.
- Goossen, H. L. (2002). Classroom Questioning Strategies As Indicators of Inquiry Based Science Instruction. *Master Dissertation*. Michigan: Western Michigan University Kalamazoo.
- Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 155-177.
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics*, 39(1-3), 111–129.
- Handal, B. (2003). Teachers' mathematical beliefs: A review. *The Mathematics Educator*, 13(2), 47-57.
- Hauser, J. (2006). *Science inquiry: The link to accessing the general education curriculum*. Washington DC: American Institutes for Research.
- Hayward, C., Kogan, M., & Laursen, S. (2016). Facilitating Instructor Adoption of Inquiry-Based Learning in College Mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 2(1), 59–82.
- Herdman, E. A. (2006). Guidelines for conducting a literature review and presenting conference papers. *Journal of Education and Research in Nursing*, 3(1), 2-4.
- Howe, A. C., & Jones, L. (1998). *Engaging children in science*. Prentice-Hall, Inc.
- Ismael, M. A. (2018). SAGE ile Diferensiyel Geometri ve Lineer Cebir Öğretimi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Aksaray: Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jackson, K., Garrison, A., Wilson, J., Gibbons, L., & Shahan, E. (2013). Exploring relationships between setting up complex tasks and opportunities to learn in concluding whole-class discussions in middle-grades mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*(44), 646–682.
- Janvier, C. (1998). "The notion of chronicle as an epistemological obstacle to the concept of function." *Journal of Mathematical Behavior*, 17(1): 79–103.
- Jesus, H. P., Souza, F. N., Teixeira Dias, J. J., & Watts, M. (2005). Organising the chemistry of question-based learning: A case study. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 179-193.
- Johnson, E. M., & Larsen, S. P. (2012). Teacher listening: The role of knowledge of content and students. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 117–129.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Justice, C., Warry, W., Cuneo, C., Inglis, S., Miller, S., Rice, J., & Sammon, S. (2002). *A grammar for inquiry: Linking goals and methods in a Collaboratively Taught Social Sciences Inquiry Course*. Toronto: McGraw-Hill Ryerson.
- Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı kuramın ışığında öğrenme halkası'nın kökleri ve evrimi örnek bir etkinlik. *Eğitim ve Bilim Education and Science*, 34(151), 44-64.
- Kaya, G., & Yılmaz, S. (2016). Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 300-318.
- Keller, J. T. (2001). From Theory to Practice Creating an Inquiry-Based Science Classroom. *Master Dissertation*. Pacific Lutheran University.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*(40), 898-921.
- Keser, Ö. F. (2003). Fizik Eğitime Yönelik Bütünleştirici Öğrenme Ortamı ve Tasarımı. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kessler, J. H., & Galvan, P. M. (2003). *Inquiry in action: Investigating matter through inquir*. American Chemical Society : Washington.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645.
- Koç, G. E. (2016). Yapılandırmacı öğrenme kuramı. A. Ulusoy içinde, *Eğitim psikolojisi* (s. 417-448). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Köseoğlu, F. ve Bayır, E. (2012). Sorgulayıcı-Araştırmaya Dayalı Analitik Kimya Laboratuvarlarının Kimya Öğretmen Adaylarının Kavramsal Değişimlerine, Bilimi ve Bilim Öğrenme Yollarını Algılamalarına Etkileri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*. 10(3),603-625.
- Küçükahmet, L. (2011). Etkili öğretim ve öğrenme. Y. Özbay, & S. Erkan içinde, *Eğitim psikolojisi* (s. 353-378). Ankara: Pegem Akademi.
- Laipply, R. S. (2004). *A case study of self-efficacy and attitudes toward science in an inquirybased biology laboratory*. Akron University.
- Laursen, S., Hassi, M., Kogan, M., & Weston, T. (2014). Benefits for Women and Men of Inquiry-Based Learning in College Mathematics: A Multi-Institution Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(4), 406-418.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Lederman, N. G., Abell, S. K., & Akerson, V. (2008). Student's knowledge and skill with inquiry. E. Abrams, S. A. Southerland, & P. Silva içinde, *Inquiry in the classroom: Realities and opportunities* (s. 3-35). USA: IAP–Information Age Publishing.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138-147.
- Lee, O., & Luykx, A. (2006). *Science education and student diversity: synthesis and research agenda*. New York: Cambridge University Press.
- Lim, B. R. (2001). Guidelines for designing inquiry-based learning on the web: Online professional development of educators. *Unpublished doctoral dissertation*. USA: Indiana University.
- Llewellyn, D. (2000). *Inquiry Within: Implementing Inquiry-Based Science Standards*. USA: Corwin Press, Inc. A Sage Publications Company.
- Luera, G. R., & Otto, C. A. (2005). Development and evaluation of an inquiry-based elementary science teacher education program reflecting current reform movements. *Journal of Science Teacher Education*(16), 241-258.
- Lundstrom, M., Jönsson, A., & Nilsson, K. (2014). *Teachers' experiences from in-service education about inquiry based science education*. Helsinki: NFSUN.
- Marrongelle, K., & Burtch, M. (2006). Capitalizing on advances in mathematics and K-12 mathematics education in undergraduate mathematics: An inquiry-oriented approach differential equations. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 85–93.
- Marrongelle, K., & Rasmussen, C. (2008). Meeting new teaching challenges: *Teaching strategies that mediate between all lecture and all student discovery*. In M. Carlson, & C. Rasmussen (Eds.), *Making the connection: Research and teaching in undergraduate mathematics education* (pp. 167-178). Washington, DC: *The Mathematical Association of America*.
- Martin, D. J. (2009). *Elementary science methods: a constructivist approach*. USA: Delmar Publisher.
- Marx, W. R., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063-1080.
- MEB. (2013). *Talim ve terbiye kurulu başkanlığı ilköğretim kurumları (ilkokul ve ortaokul) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- MEB. (2017). *Fen Bilimleri dersi öğretim programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Mart 18, 2019 tarihinde <https://ttkb.meb.gov.tr/www/ogretim-programlari/icerik/72> adresinden alındı
- Metin, M., & Özmen, H. (2009). Sınıf öğretmeni adaylarının yapılandırmacı kuramın 5e modeline uygun etkinlikler tasarlarlarken ve uygularken karşılaştıkları sorunlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 94-123.
- Moore, I., Bramhall, M., Clarke, J., & Craig, C. (2008). *OK bloggs, just watch the blackboard while i run through it: What has elearning got to do with EBL? Paper presented at the 3rd Learning Through Inquiry Alliance (LTEA) Conference: 'Inquiry in A Networked World*. United Kingdom.
- NRC. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Odom, A. L., & Kelly, P. (1998). Making learning meaningful. *The Science Teacher*, 65(4), 33–37.
- Oguz-Unver, A., & Yurumezoglul, K. (2014). Primary science students' approaches to inquirybased learning. *International Online Journal of Primary Education*, 3(2), 76-84.
- Ortakuz, Y. (2006). Araştırmaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin fen-teknoloji-toplum-çevre ilişkisini kurmaya etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ören-Şaşmaz, F., & Tezcan, R. (2009). İlköğretim 7. Sınıf Fen Bilgisi Dersinde Öğrenme Halkası Yaklaşımının Öğrencilerin Tutumları Üzerine Etkisi. *İlköğretim Online*, 8(1), 103–118.
- Özdilek, Z., & Bulunuz, N. (2009). The effect of a guided inquiry method on pre-service teachers' science teaching self-efficacy beliefs. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 24-42.
- Özsevgeç, T. (2007). İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet Ve Hareket Ünitesine Yönelik 5e Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Parim, G. (2009). İlköğretim 8.Sınıf Öğrencilerinde Fotosentez, Solunum Kavramlarının Öğrenilmesine, Başarıya ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Geliştirilmesinde Araştırmaya Dayalı Öğrenmenin Etkileri. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Pedaste, M., Mäeots, M., L. A. Siiman, Jong, T. D., Riesen, S. V., & Kamp, E. (2015). Phases of inquiry-based Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*(14), 47-61.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Perry, V. R., & Richardson, C. P. (2001). *The New Mexico tech master of science teaching program: An exemplary model of inquiry-based learning*. USA: Paper presented at the 31 st Annual Frontiers in Education Conference, Reno.
- Peşman, H., Arı, Ü., & Baykara, O. (2017). Sorgulamaya dayalı basit araç gereçlerle yapılan fizik etkinliklerinin fen öğretmenlerinin görüşlerine etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(3), 1153-1165.
- Rasmussen, C., Marrongelle, K., Kwon, N. O. ve Hodge, A. (2017). Four Goals for Instructors Using Inquiry-Based Learning. *Notices of the AMS*. 64 (11). 1308-1310.
- Rasmussen, C., Zandieh, M., & Wawro, M. (2009). How do you know which way the arrows go? The emergence and brokering of a classroom mathematics practice. W. M. Roth içinde, *Mathematical Representation at the Interface of Body and Culture* (s. 171-218). Charlotte: Information Age Publishing.
- Ross, S. L. (2004). *Differential Equations* (3 b.). UK: John Wiley&Sons.
- Sezer, M. & Daşcıoğlu A. (2014). Diferansiyel Denklemler 1 Teori ve Problem Çözümleri. Dora Yayınları, Bursa.
- Sfard, A. (1995). The Development of Algebra: Confront Historical and Psychological. *Journal of Mathematical Behavior*(14), 15-39.
- Short, K., Harste, J., & Burke, C. (1996). *Creating Classrooms for Authors and Inquirers*. Portsmouth: Heinemann, N.H.
- Sincero, P. (2006). *Inquiry Learn*. Mart 19, 2019 tarihinde www.inquirylearn.com adresinden alındı
- Speer, N. M., & Wagner, J. F. (2009). Knowledge needed by a teacher to provide analytic scaffolding during undergraduate mathematics classroom discussions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(5), 530-562.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.
- Suarez, M. L. (2011). *The relationship between inquiry-based science instruction and student achievement*. The University of Southern Mississippi.
- Şahin, M. (2011). Hümanistik gelişim. Y. Özbay, & S. Erkan içinde, *Eğitim psikolojisi* (s. 311-326). Ankara: Pegem Akademi.
- Şen, Ş., Yılmaz, A., & Erdoğan, Ü. I. (2016). Sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *İlköğretim Online*, 15(2), 443-468.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Taşlı, F. (2003). İlköğretim İngilizce öğretiminde oyun etkinliğinin erişiyeye etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. Niğde: Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tatar, N. (2006). İlköğretim Fen Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Bilimsel Süreç Becerilerine, Akademik Başarıya ve Tutuma Etkisi. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Tatar, N., & Kuru, M. (2006). Fen eğitiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının akademik başarıya etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 147-158.
- Torres, P., & Esperanza, N. (2007). An inquiry project: a way to develop a meaningful learning context. *Profile Issues in Teachers Professional Development*(8), 59-74.
- Trautman, N., Avery, L., Krasny, M., & Cunnigham, C. (2002). *University science students as facilitators of high school inquiry-based learning. annual meeting of the national association for research in science teaching*. Mart 18, 2019 tarihinde http://ei.cornell.edu/pubs/CEIRP_NARST_02.pdf adresinden alındı
- Usiskin, Z. (1988). Conceptions of School Algebra and Uses of Variables. A. F. Coxford, & A. P. Shulte içinde, *Yearbook: The Ideas of Algebra K-12* (s. 8-19). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Varelas, M. (1996). Between theory and data in a seventh-grade science class. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(3), 229-263.
- Wagner, J. F., Speer, N. M., & Rossa, B. (2007). Beyond mathematical content knowledge: A mathematician's knowledge needed for teaching an inquiry-oriented differential equations course. *The Journal of Mathematical Behavior*, 26(3), 247-266.
- Wallace, R. S. (1997). Structural equation model of the relationships among inquiry-based instruction, attitudes toward science, achievement in science and gender. *Unpublished doctoral dissertation*. USA: Northon Illinois University.
- Wilder, M., & Shuttleworth, P. (2005). Cell Inquiry: A 5E Learning Cycle Lesson. *Science Activities*, 41(4), 37-43.
- Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2003). Content effects in self-directed inductive learning. *Learning and Instruction*(13), 381-402.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry based and commonplace science teaching on students' knowledge, reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 276-301.

KAYNAKLAR (Devam Ediyor)

- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretimde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukklae Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(13), 102-120.
- Yakar, Z., & Baykara, H. (2014). Inquiry-based laboratory practices in a science teacher training program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173-183.
- Yalçın, S. A., Açışlı, S., & Turgut, Ü. (2010). 5E öğretim modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel işlem becerilerine ve fizik laboratuvarlarına karşı tutumlarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(1), 147-158.
- Yapıcı, M. (2011). Yapılandırmacılık. İ. Yıldırım içinde, *Eğitim psikolojisi* (s. 549-572). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yoshinobu, S., & Jones, M. (2013). An overview of inquiry-based learning in mathematics. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, 1-11.
- Zandvliet, D. B. (2013). Environmental learning. D. B. Zandvliet içinde, *The ecology of school* (s. 1-18). The Netherlands: Sense Publishers.
- Zion, M., & Sadeh, I. (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 41(4), 162-169.
- Zion, M., Michalsky, T., & Mevarech, Z. R. (2005). The effects of metacognitive instruction embedded within an asynchronous learning network on scientific inquiry skills. *International Journal of Science Education*, 27(8), 957-983.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Emrah KARCI
Doğum Yeri ve Tarihi : Sivrihisar / 25.10.1985



Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Uludağ Üniversitesi Matematik Bölümü

İletişim

Adres : Fatih Mahallesi Selahhatin Eyyubi Caddesi Resim İstanbul
Sitesi No:8/C D:54 Sancaktepe / İSTABUL
E-Posta Adresi : e.m.k.1903@gmail.com

Tarih: 09/08/2019