



*Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi
tarafından yayımlanan uluslararası
hakemli bir dergidir.*



Erciyes Journal of Education

Erciyes Eğitim Dergisi

Volume 3, Number 2
October 2019

e-ISSN: 2602-3512

Erciyes Journal of Education

Volume 3, Number 2

Editor:
Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ
Dr. Zeynep ÖLÇÜ DİNÇER

Dergi Hakkında / About the Journal**Erciyes Eğitim Dergisi (EED)****Sahibi**

Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Adına
Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN (Dekan)

Yönetici Editör

Doç. Dr. Kasım KARAMAN

Eş Editörler

Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖLÇÜ DİNÇER

Yardımcı Editörler

Arş. Gör. Galip ÖNER
Dr. Öğr. Üyesi. Gürkan MORALI

Yabancı Dil Editörleri

Öğr. Gör. Dr. Erdem AKBAŞ (İngilizce)
Arş. Gör. Yasemin ACAR ÇİMEN (Almanca)

Dizgi-Tasarım

Arş. Gör. Galip ÖNER

Kapak Tasarım

Arş. Gör. Galip ÖNER
Elif ALPTEKİN

e-ISSN: 2602-3512

İndeksler: Academic Keys, Google Scholar, Index Copernicus,
Rootindexing, Polska Bibliografia Naukowa

Erciyes Journal of Education (EJE)**Owner**

On Behalf of Erciyes University Faculty of Education
Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN (Dean)

Executive Editor

Assoc.Prof. Dr. Kasım KARAMAN

Editors

Assoc.Prof. Dr. Oktay BEKTAŞ
Assist. Prof. Dr. Zeynep ÖLÇÜ DİNÇER

Assistant Editors

Ress. Assist. Galip ÖNER
Assist. Prof. Dr. Gürkan MORALI

Foreign Language Editors

Teach. Assist. Dr. Erdem AKBAŞ (English) Ress.
Assist. Yasemin ACAR ÇİMEN (Deutsch)

Typographic- Design

Ress. Assist. Galip ÖNER

Journal Cover Design

Ress. Assist. Galip ÖNER
Elif ALPTEKİN

e-ISSN: 2602-3512

Index Academic Keys, Google Scholar, Index Copernicus,
Rootindexing, Polska Bibliografia Naukowa

ULUSLARARASI BİLİM / HAKEM KURULU / INTERNATIONAL SCIENCE / REVIEW BOARD

- Dr. Ahmet DOĞANAY, Çukurova Üniversitesi
Dr. Ahmet ŞAHAN, Erciyes Üniversitesi
Dr. Ahmet ŞİMŞEK, Cerrahpaşa İstanbul Üniversitesi
Dr. Ahmet YAMAÇ, Erciyes Üniversitesi
Dr. Aleksandra VRANEŠ, University of Belgrade, **Sırbistan**
Dr. Algeless Milka Pereira Meireles da SILVA, Federal University of Piauí, **Brezilya**
Dr. Alpaslan GÖZLER, Erciyes Üniversitesi
Dr. Anatoli RAPOPORT, Purdue University, **USA**
Arife Figen ERSOY, Anadolu Üniversitesi
Dr. Bahri ATA, Gazi Üniversitesi
Dr. Cemalettin İSİK, Erciyes Üniversitesi
Dr. Chun-Yen CHANG, National Taiwan N. Univ., **Tayvan**
Dr. Çavuş ŞAHİN, Çanakkale Üniversitesi
Dr. Danyal SOYBAŞ, Erciyes Üniversitesi
Dr. E. Özlem YİĞİT, Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. E. Wayne ROSS, University of British Columbia, **Kanada**
Emine GÜNERİ, Erciyes Üniversitesi
Emre TOPRAK, Erciyes Üniversitesi
Dr. Erdoğan KAYA, Anadolu Üniversitesi
Dr. Erol AKSOY, Erciyes Üniversitesi
Dr. Evrim ÇETİNKAYA YILDIZ, Akdeniz Üniversitesi
Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN, Erciyes Üniversitesi
Dr. Gabriella AGRUSTİ, Lumsa University, **İtalya**
Gülner Candan HAMURCU, Erciyes Üniversitesi
Dr. Danie Roberts-DAHM, University of South Florida, **USA**
Dr. Habib HAMURCU, Erciyes Üniversitesi
Dr. Hayati AKYOL, Gazi Üniversitesi
Dr. İsa KORKMAZ, Necmettin Erbakan Üniversitesi
Dr. İshak Afşin KARİPER, Erciyes Üniversitesi
Dr. İsmail H. DEMİRCİOĞLU, Karadeniz Tek. Üniversitesi
Dr. Jason HARSHMAN, University of Iowa, **USA**
Dr. Katarzyna POTYRALA, Pedagogical University of Cracow, **Polanya**
Dr. Kubilay YAZICI, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
Dr. M. Barış HORZUM, Sakarya Üniversitesi Dr.
Dr. M. İzzettin YILMAZER, Erciyes Üniversitesi
Dr. Mehmet TAŞDEMİR, Ahi Evran Üniversitesi
Dr. Monica Gonzalez SMITH, University of Hawai'i at Manoa, **USA**
Dr. Mustafa DURMUŞÇELEBİ, Erciyes Üniversitesi
Dr. Mustafa GÜÇLÜ, Erciyes Üniversitesi
Dr. Penelope HARNETT, University of the West of England, **UK**
Dr. Salih Şahin, Gazi Üniversitesi
Dr. Selahattin KAYMAKCI, Kastamonu Üniversitesi Dr.
Dr. Semra DEMİR BAŞARAN, Erciyes Üniversitesi Dr.
Dr. Sevim SEVGİ, Erciyes Üniversitesi
Dr. Süleyman İNAN, Pamukkale Üniversitesi
Dr. Timothy RASİNSKİ, Kent State University, **USA**
Dr. Tuncay AYAS, Sakarya Üniversitesi
Dr. Tyler HICKS, The University of Kansas, **USA**
Dr. Yasin DOĞAN, Pamukkale Üniversitesi Dr.
Dr. Yücel KABAPINAR, Marmara Üniversitesi

BU SAYININ ALAN EDİTÖRLERİ / FIELD EDITORS OF THIS ISSUE

- Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN - Erciyes Üniversitesi
Dr. Sevim SEVGİ - Erciyes Üniversitesi

BU SAYININ HAKEMLERİ / REFEREES OF THIS ISSUE

- Cemalettin İŞİK – Erciyes Üniversitesi
Ebru AYLAR – Ankara Üniversitesi
Ebru EZBERCİ ÇEVİK – Erciyes Üniversitesi
Ela KÖKSAL – Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Öğretmen Adaylarının Çözelti Derişimlerindeki Bazı Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Anlama Düzeylerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi <i>Determination of Some Misconceptions in Solution Concentrations of the Teacher Candidates and Examination Regarding to Some Variables of Comprehension Levels</i>	87-104
Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAER	
Görsel İspat Becerisinin, van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri ve Uzamsal Yetenek ile İlişkisi <i>The Relationship of Visual Proof Skills with van Hiele Levels of Geometric Thinking and Spatial Ability</i>	105-122
Dr. Kübra POLAT, Dr. Öğr. Üyesi Gülçin OFLAZ & Doç. Dr. Levent AKGÜN	

Determination of Some Misconceptions in Solution Concentrations of the Teacher Candidates and Examination Regarding to Some Variables of Comprehension Levels

Hatice Karaer¹ 

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education

ABSTRACT

This study has been conducted with the aim of determination of some misconceptions in solution concentrations of the teacher candidates and examination regarding to some variables of comprehension levels. Thus, an assessment tool consisting of 10 conceptions about solution concentrations has been applied to 131 science teacher candidates. Cronbach alpha reliability coefficient has been found as 0.710 for the conceptions in the tool. According to the retrieved findings, it has been concluded that teacher candidates use conceptions about solution concentrations interchangeably; and, there is a positive linear relationship between the comprehension levels of the conceptions. The meaningful learning from concepts related to solution concentrations was mostly in terms of normality and molarity, while the most misconception was the concept of concentration. The comprehension levels were not significant according to the gender of teacher candidates and Chemistry I and II courses, in order to prevent misconceptions; students' prior knowledge must be revealed and rebuilt.

Keywords: Solutions, solution concentrations, misconception.



Erciyes University,
Faculty of Education,
Kayseri/TURKEY
*Erciyes Journal of
Education (EJE)*
DOI: 10.32433/eje.558440

SCREENED BY



Type: Research

Article History

Received : 27.04.2019

Accepted : 31.05.2019

Published : 26.10.2019

Suggested Citation

Karaer, H. (2019). Determination of some misconceptions in solution concentrations of the teacher candidates and examination regarding to some variables of comprehension levels. *Erciyes Journal of Education*, 3(2), 87-104. DOI: 10.32433/eje.558440

1. Assist. Prof. Dr., Chemistry Education, hkaraer@omu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7745-9387>

Öğretmen Adaylarının Çözelti Derişimlerindeki Bazı Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Anlama Düzeylerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi

Hatice Karaer¹ 

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

ÖZET

Bu çalışma fen bilgisi öğretmen adaylarının çözelti derişimleriyle ilgili bazı kavram yanılgılarının belirlenmesi ve anlama düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla 131 fen bilgisi öğretmen adayına iki bölümden oluşan bir ölçme aracı uygulanmıştır. Uzman görüşü alınan ölçme aracının Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı 0,710 bulunmuştur. Elde edilen bulgulardan adayların kavramları birbiri yerine kullandıkları, anlamlı öğrenme yerine ezbere öğrenmeyi tercih ettikleri ve birçok kavramın anlama düzeyleri arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur. Çözelti derişimleriyle ilgili kavramlardan anlamlı öğrenme en fazla normalite ve molarite kavramlarında olurken en fazla yanılgı derişim kavramında olmuştur. Kavramların anlama düzeylerinin adayların cinsiyetlerine, Kimya I ve II derslerindeki başarı durumlarına göre anlamlı olmadığı saptanmıştır. Kavram yanılgılarının kalıcı hale gelmemesi için öğrencilerin var olan ön bilgilerinin ortaya çıkartılması ve yeniden yapılandırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çözelti, derişim, kavram yanılgısı.



Erciyes Üniversitesi, Eğitim
Fakültesi, Kayseri/TÜRKİYE
*Erciyes Journal of
Education (EJE)*
DOI: 10.32433/eje.558440

SCREENED BY



Tür: Araştırma

Makale Geçmişi

Gönderim : 27.04.2019

Kabul : 31.05.2019

Yayınlanma : 26.10.2019

Önerilen Atıf

Karaer, H. (2019). Öğretmen adaylarının çözelti derişimlerindeki bazı kavram yanılgılarının belirlenmesi ve anlama düzeylerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Erciyes Journal of Education*, 3(2), 87-104. DOI: 10.32433/eje.558440

1. Dr. Öğr. Üyesi, Kimya Eğitimi ABD, hkaraer@omu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7745-9387>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The concept is a design that is gathered under a common name that has the common features of the object or event and has nothing to do with the real world. It develops in a complex process extending from experiences gained from sensations to its shaping. In chemistry education, concepts are one of the most important steps among the pieces of information in different structures (facts, principles, generalizations, theories, and laws of nature etc.), and are a generalized state of an event or a learned object. Misconceptions or alternative concepts are generally misinterpretations resulting from students' false beliefs and experiences.

This study has been conducted with the aim of determination of some misconceptions in solution concentrations of the teacher candidates and examination regarding to some variables of comprehension levels.

Method

An assessment tool consisting of two parts has been applied to 131 Science teacher candidates. In the first part of the assessment tool, there are questions including the personal information of teacher candidates. The second part consists of 10 conceptions about solution concentration. The conceptions in the assessment tool have been developed by the researcher. Their validity has been reviewed by taking opinions and suggestions from experts in the field, and necessary corrections have been applied. The teacher candidates have been informed that they need to write the descriptions of the conceptions. In ensuring the reliability of the assessment tool, the Cronbach alpha reliability coefficient has been found as 0.710 via SPSS 17 software. Pearson correlation coefficient has been calculated to indicate the relationship among conceptions. The data analysis displays the frequencies and percentages of the personal information of the teacher candidates. t-test analysis for independent groups was used to determine whether there was any difference between the level of comprehension levels of the teacher candidates according to their gender, Chemistry I and II courses. The significance level was taken as $p < 0,00$ and $p < 0,05$. The misconceptions and comprehension levels of each conception related to solution concentrations have been determined through content analysis. The comprehension levels have been divided into four categories including *comprehended*, *partially comprehended*, *miscomprehended*, and *unanswered*. The frequencies and percentages have been presented by placing the answers given by teacher candidates in the comprehended category if they scientifically and rationally responded to the conceptions; in the partially comprehended category if their explanations are scientific and rational correct but incomplete; in the miscomprehended category if their explanations are incorrect; and in the unanswered category if the answer is missing or sentences are exactly repeated. In the analysis of the conceptions, the frequencies and percentages have been presented by attributing 3, 2, 1, 0 points respectively to the categories of *comprehended*, *partially comprehended*, *miscomprehended*, and *unanswered*. Moreover, three of the most frequent misconceptions have been displayed for each conception, and which conception(s) they have been confused with has also been explained and interpreted.

Findings

Considering the comprehension levels of solution concentration related to the conceptions, the highest comprehension level is that of normality and molarity respectively by 62.6% and 60.3%.

The highest miscomprehension level is that of concentration by 82.4%, while the lowest miscomprehension level is that of concentrated solution by 14.5%. Furthermore, all teacher candidates have answered the solution and molarity conceptions. There is a positive linear relationship among the comprehension levels of the conceptions: "dilute solution-solution" ($r=,198$; $p<0,05$); "concentrated solution-solution" ($r=,226$; $p<0,01$); "concentrated solution-dilute solution" ($r=,937$; $p<0,01$); "molarity-normality" ($r=,335$; $p<0,01$); "percent mass-dilute solution" ($r=,177$; $p<0,05$); "percent mass-normality" ($r=,287$; $p<0,01$); "percent mass/volume-dilute solution" ($r=,182$; $p<0,05$); "percent mass/volume-normality" ($r=,222$; $p<0,05$); "percent mass/volume-percent mass" ($r=,657$; $p<0,01$); "percent volume-percent mass" ($r=,736$; $p<0,01$); "percent volume-percent mass/volume" ($r=,772$; $p<0,01$); "equivalent grams-normality" ($r=,272$; $p<0,01$); "equivalent grams-percent mass" ($r=,384$; $p<0,01$); "equivalent grams-percent mass volume" ($r=,456$; $p<0,01$); "equivalent grams-percent volume" ($r=,378$; $p<0,01$). It was determined that the comprehension level and misconceptions of the concepts were not significantly different ($t_{129}=,690$; $p>0,05$) according to the gender of prospective teachers. Similarly, according to success in Chemistry I and II, the difference is not significant. These are respectively $t_{129}=1,713$; $p>0,05$ and $t_{129}=1,850$; $p>0,05$.

Discussion & Conclusion

It was determined that they used the concepts related to solution concentrations interchangeably. There are solutions with no scientific and rational validity. Unlike solution and melting conceptions, the conceptions about solution concentrations cannot be obtained through social interaction, and misconceptions result from the teachers and textbooks in the first grade of secondary education and university. It said that it results from teachers and textbooks in the classroom. Before solving the problem, it is necessary to present its relationship with conception(s); furthermore, achieving a meaningful learning in solving mathematical operations could be difficult without initially learning the conceptions. It has been concluded that unless misconceptions of teacher candidates are eliminated, the same misconceptions will be observed in their students. Therefore, teacher candidates should meaningfully learn conceptions.

GİRİŞ

Kavram, nesnelerin veya olayların ortak özelliklerini kapsayan ve ortak ad altında toplanan genel bir tasarım (TDK, 2012) olup gerçek dünyada sadece örnekleri vardır. Kavramlar duyularla kazanılan deneyimlerden başlayıp düşüncede şekillenmesine kadar uzanan karmaşık bir süreçte gelişir. Bu süreçte analiz, sentez, karşılaştırma ve genelleştirme vb. bilgi edinme yöntemleri kullanılarak kavramlara ulaşılır. Kavramlar soyut ve somut olmak üzere iki şekilde incelenir. Somut kavramlar gözlem yoluyla öğrenilebildiğinden öğretimi kolay olurken soyut kavramların öğretimi zordur. Bu nedenle kimya kavramlarının öğretim sürecinde öğretmenler pek çok zorlukla karşı karşıya kalmaktadır (Ayas, 1997; Dönmez, 2011; Kabapınar, 2001; Koray, Akyaz & Köksal 2007; Morgil, Erdem & Yılmaz, 2003; Sinan, 2009).

Kimya eğitiminde kavramlar, olgular, ilkeler, genellemeler, kuramlar ve doğa kanunları gibi farklı yapıdaki bilgi parçalarının arasında en önemli basamaklardan biridir ve yaşanan bir olayın veya öğrenilen bir nesnenin genelleştirilmiş halidir (Ayas, 1997; Ülgen, 2001). Öğrencilerin bilgiyi doğrudan yanlış anlamaları veya yanlış yorumlamalarından kaynaklanan inançları ve tecrübelerinden kavram yanlışları oluşmaktadır (Barke, Hazeri & Yitbarek, 2009; Dönmez, 2011;

Koray, Akyaz & Köksal 2007; Morgil, Erdem & Yılmaz, 2003). Kabapınar'a (2001) göre, kavram yanlışları öğrencilerde var olan kavramsal sistemin bir parçası ve bu sistemdeki düşünce biçimidir. Kavram yanlışları sadece öğrencilerin kavramları yanlış yapılandırılmaları sonucu değil aynı zamanda sosyal etkileşimlerle gelişigüzel kazanmalarından da oluşabilir. Vygostky'e (1996) göre, öğrenciler kavramları ilk kez yapılandırırken sosyal çevreden etkilenmekte ve çocuklukta kazanılan kavramların kaynağını oluşturmaktadır. Karaer (2007), sınıf öğretmeni adaylarının çözünme ve erime kavramlarındaki yanlışlarının günlük yaşamdaki alışkanlıklarından dolayı "Şeker suda çözüldü" yerine "Şeker suda eridi" cümlesini kullandıklarını belirtmiştir. Demirbaş, Altınışık, Tanrıverdi & Şahintürk (2011) fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin çözümlerle ilgili kavram yanlışları arasında küp şekerin ağızda eridiğini ve kaybolduğunu düşünen öğrencilerin olduğunu açıklamıştır. Johnstone & Selepeng (2001), kavramların bilimsel kullanımı ile gündelik kullanımı farklı olduğu için öğrencilerde kavram yanlışlarının olduğunu ve daha sonra planlı bir şekilde okul ortamlarında kazandırılmaya devam ettiğini belirtmiştir. Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken ve Geban'a (2004) göre, öğretmenlerin öğretim sürecinde fen kavramlarını öğrencilere aktarırken bilimsel anlamı yerine gündelik dil kullandıklarından kavram yanlışları oluşmaktadır. Ercan (2010), öğretmenlerin kavram yanlışlarının öğrencilere yansımalarının dışında onları temiz zihinsel yazı tahtası olarak düşünerek bilgileri aktardıklarını düşünmektedir. Barke, Hazeri & Yitbarek'e (2009) göre, öğrencilere verilen kavramlar yeni verilmiş gibi gözükse de aslında daha önceden kazanılmış olabileceğini, akrabaları veya arkadaşlarıyla kavramları tartışırken gündelik dil kullanabileceklerinin farkında olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin bilimsel dil kullandıklarında öğrencilerin yanlış cümleler kurmayacakları, arkadaşları ve aileleriyle tartışırken uygun terminolojiyi ustalıkla kullanabilecekleri konusunda olumlu etkisinin olabileceğini açıklamışlardır. Duit (1996) öğretmenlerin öğretim sürecinde öğrencilerin gelişimsel düzeyini belirlerken öğrencinin ön bilgisindeki kavramlarla bilimsel kavramlar arasındaki tutarsızlıkları, deneysel incelenen bir olayın öncesi ve sonrasındaki açıklamalarındaki tutarsızlıkları, kavram yanlışlarını giderme olanakları ve kabul edilebilir yeterli açıklama yapabilme olasılıklarına dikkat etmeleri gerektiğini belirtmiştir. Öğrencilerde kavram yanlışları önceden fark edilip düzeltilemezse onların ileriki öğrenme dönemlerini olumsuz etkileyerek alternatif kavramların kaynağını oluşturacağı ve daha ileri düzeylere taşınarak kavramsal değişimin gerçekleşmesine direnç göstereceği açıklanmaktadır (Awan, Khan & Aslam, 2011; Coştu, Ayas Cerrah, 2002; Çalık & Ayas, 2005; Horton, 2004; Skelly & Hall, 1993; Aktaran: Nakiboğlu & Özkılıç-Arık, 2006). Ağgöl-Yalçın (2011), farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin kavram yanlışlarının paralellik gösterdiğini, %80'lere yakın oranlarda aynı kavramlarda yanlışlarının olduğunu ve bu yanlışları tamamen ortadan kaldırmak için büyük çabalar harcanması gerektiğini belirtmiştir. Yakmacı-Güzel (2014), on ikinci sınıf öğrencilerinin bazı temalarda kimyayla ilgili kavram yanlışlarının benzerliğini vurgulayarak yanlışların bağlamlarla ve kültürle fazla değişiklik göstermediğini açıklamıştır.

Kavramlardaki yanlışlar aynı zamanda kavramla ilişkili problemlerin çözümlerini de etkilemektedir (Dolu, 2018; Demircioğlu & Ercebi, 2013; Duman & Avcı, 2014; Ebenezer, 2001; Erdem, Yılmaz & Morgil, 2001; Goodwin, 2002; Johnson, 2002; Kolomuç & Tekin, 2011; Yağbasan & Gülçiçek, 2003; Yeşilyurt & Gül, 2012; Yılmaz, Erdem & Morgil, 2002). Morgil, Yılmaz & Yavuz (2002), Temel Kimya dersinde, sayısal işlem bilgisi gerektiren soruları çözen öğrencilerin çoğunluğunun kavramla ilişkili soruların çözümlerinde zorlandıklarını belirtmişlerdir. Birinci-Konur (2008), sınıf öğretmeni adaylarının temel kavramları bilimsel anlamda yeterli düzeyde öğrenemedikleri için birçok mol kavramıyla ilişkili problemlerinin çözümlerinde zorlandıklarını saptamıştır. Sawrey (1990), öğrencilerin problemleri bilimsel olarak doğru çözerken kavramlarla ilişkili sorularda başarısız olduklarını açıklamıştır.

Çözeltilerle ilgili yapılan çalışmalardaki kavram yanlışları da diğer kavramlarda olduğu gibi çoğunlukla çözünme-erime; çözünme-çözünürlük; seyreltik-derişik; doymuş-doymamış; derişim-yoğunluk vb. benzer kavramlar arasında olduğu görülebilir. Nitekim Uyanık ve Serin (2016), sınıf öğretmenleri adaylarının yaklaşık dörtte üçünün çözünme ve erime kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını, çözelti kavramına yönelik yanlışın %64,9 olduğunu açıklamışlardır. Dönmez (2011), sınıf öğretmenliği öğrencileri seyreltiği az şekilde düşünerek seyreltik çözelti yerine doymamış çözelti, derişigi çok şekilde düşünerek derişik çözelti yerine doymuş çözelti olarak algıladıkları için yanlışlarının olduğunu belirtmiştir. Sinan (2009), fen bilgisi öğretmen adaylarının derişim ve yoğunluk kavramlarını anlama düzeylerinin iyi olduğunu ancak iki kavramın kullanılmasında hataların bulunduğunu ifade etmiştir. Odom & Kelley (2001), lise öğrencilerinin difüzyon ve ozmos konularında özellikle çözünürlük, çözücü, yoğunluk ve derişim kavramlarında zorlandıklarını açıklamışlardır. Yeşilyurt ve Gül (2012), öğrencilerin derişim, osmotik basınç ve yoğunlukla ilgili kavramlarda yanlışlarının olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırma fen bilgisi öğretmen adaylarının çözelti derişimlerindeki bazı kavram yanlışlarının belirlenmesi ve anlama düzeylerinin bazı değişkenler (cinsiyet, Kimya I ve II derslerindeki başarılı başarısız olma durumları) açısından incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları öğretmen olduklarında öğrencilerine çözelti derişimleriyle ilgili kavramları bilimsel anlamda doğru öğretebilmeleri için öncelikle kendilerinin kavramları doğru yapılandırmaları gerekir. Nitekim Duman ve Avcı (2014), 2003-2013 yılları arasındaki fen ve teknoloji alanında yapılmış kavram yanlışlarıyla ilgili çalışmalarda en az öğretmen adayları ve kimya alanda olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar öğretmen adaylarındaki kavram yanlışları daha sonra öğrencilerini etkileyeceği için öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmaların önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Bu araştırma öğretmen adaylarının önceki öğretim süreçlerinde çözelti derişimleriyle ilgili kavramları zihinlerinde nasıl yapılandırdıkları, kavramları anlama düzeyleriyle nasıl ilişki olduğu, cinsiyetlerine, Kimya I ve II derslerindeki başarılı ve başarısız olma durumlarına göre anlamlı fark olup olmadığını gösterdiği için alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca literatürde çözeltiler konusundaki kavramlar üzerine yapılmış çok sayıda çalışma olduğu gibi bazı kavramlar üzerinde (çözünme-erime kavramları vb.) daha fazla yoğunlaştığı görülebilir. (Akgün & Aydın, 2009; Boyraz, Hacıoğlu & Aygün 2016; Çalık & Ayas, 2005; Goodwin, 2002; Karaer, 2007; Kırbaslar, Özsoy-Güneş & Deringöl, 2008; Koray, Akyaz ve Köksal, 2007; Odom & Kelley, 2001; Uyanık & Serin, 2016). Benzer şekilde bu çalışmada yer alan kavramlardan çözelti, derişim, seyreltik ve derişik çözelti kavramlarını içeren çalışmalarda kavramların bir veya birkaçının yanında osmoz, difüzyon, osmotik basınç, yoğunluk vb. başka kavramların da olduğu görülebilir. Örneğin Sinan'ın (2009), yapmış olduğu çalışmada, derişim kavramının yanında osmotik basınç, yoğunluk, osmoz, difüzyon, amfoter ve radikal kavramları yer almaktadır. Ancak bu çalışmada yer alan kavramların bir arada incelendiği neredeyse hiç çalışmaya rastlanmaması, kavramların birbirleriyle ilişkisini göstermesi ve değişkenlere göre farkın anlamlı olup olmadığını açıklaması açısından literatüre katkı getireceği söylenebilir.

Araştırmanın Problemi ve Alt Problemleri

Öğretmen adaylarının çözeltilerindeki bazı kavram yanılgıları ve anlama düzeyleriyle cinsiyetleri, Kimya I ve II derslerindeki başarılı başarısız olma durumları arasında anlamlı fark var mıdır?

Bu problem kapsamında beş alt problem belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla,

1. Öğretmen adaylarının çözeltilerindeki bazı kavram yanılgıları ve anlama düzeyleri nasıl değişmektedir?
2. Çözeltilerle ilgili kavramlar arasında ilişki var mıdır, varsa hangi kavram ya da kavramlar arasında görülmektedir?
3. Çözeltilerindeki bazı kavramların anlama düzeyleriyle cinsiyetleri arasında anlamlı fark var mıdır?
4. Çözeltilerindeki bazı kavramları anlama düzeyleriyle Kimya I dersindeki başarı durumları arasında anlamlı fark var mıdır?
5. Çözeltilerindeki bazı kavramları anlama düzeyleriyle Kimya II dersindeki başarı durumları arasında anlamlı fark var mıdır?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Araştırmada nicel analiz yöntemi ve bu yöntemeye uygun tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli geçmişte mevcut olan veya hala devam eden bir durumu olduğu gibi betimleyen araştırma türüdür. Bir başka deyişle bir evrenin kendine özgü özelliklerini anlayabilmek için yürütülen bilimsel bir araştırma modelidir (Metin, 2014). Bu modelde araştırmacının olayı, nesneyi, şahısları değiştirmeden ve herhangi bir deneysel müdahalede bulunmadan olduğu haliyle tanımlaması gerekmektedir. Ayrıca bu modelde verilerin toplanması, hangi değişkenlerin olacağına karar verilmesi ve kontrol edilmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının zihinlerinde var olan çözeltilerle ilgili bazı kavramları nasıl yapılandırdıklarını olduğu gibi ortaya çıkartılması amaçlandığından tarama modeli uygun görülmüştür.

Araştırmanın değişkenlerinin seçiminde adayların Kimya I ve II derslerindeki başarılı başarısız olma durumları ile cinsiyetleri dikkate alınmıştır. Çünkü adayların çözeltilerle ilgili sahip oldukları ön bilgilerinde Kimya I ve II derslerinin katkısının olabileceği düşünüldüğünden tercih edilmiştir. Cinsiyetin değişken olarak alınmasında literatürdeki kavramlarla ilgili yapılan çalışmalar olmuştur. Çünkü cinsiyete göre çalışmaların bazılarında farklılık anlamlı olurken bazılarında olmadığı (Adesoji, & Babatunde, 2008; Awan, Khan & Aslam, 2012; Erbaş & Ersoy, 2002; Birgin & Gürbüz, 2009; Dinç-Artut & Tarım, 2006; Morgil, Yılmaz, Şen & Yavuz, 2002; Omwihiren. & Ubanwal, 2016; Özdeş, 2013) belirtilmektedir.

Örnekleme

Araştırmanın örneklemini, bir devlet üniversitesindeki eğitim fakültesinin 2015-2016 eğitim öğretim yılının güz döneminde fen bilgisi öğretmenliği programındaki öğrencilerden 131 ikinci

sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarına ait kişisel bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öğretmen adaylarına ait bilgilerinin frekans ve yüzde oranları

Değişken	Düzy	f	%
Cinsiyet	Kadın	101	77,1
	Erkek	30	22,9
	Toplam	131	100,0
Kimya I dersinden geçtiniz mi?	Evet	23	17,6
	Hayır	108	82,4
	Toplam	131	100,0
Kimya II dersinden geçtiniz mi?	Evet	42	32,1
	Hayır	89	67,9
	Toplam	131	100,0

Tablo 1’e göre öğretmen adaylarının %77,1’i kadın; %22,9’u erkek olup Kimya I dersinden %17,4’ü başarılı olurken %82,4’ü başarısızdır. Kimya II dersinden %32,1’i başarılı olurken %67,9’u başarısızdır. Kimya II dersindeki başarılı olma durumları Kimya I dersinin yaklaşık iki katı kadardır.

Veri Toplama Aracı

Veriler iki kısımdan oluşan bir ölçme aracı ile toplanmıştır. Ölçme aracın birinci kısmında adaylarının kişisel bilgileriyle ilgili üç soru; ikinci kısmında çözelti derişimleriyle ilgili bazı kavramları (çözelti, derişim, seyreltik çözelti, derişik çözelti, normalite, molarite, kütlece yüzde, kütle/hacimce yüzde, hacimce yüzde ve eşdeğer gram sayısı) içeren “Aşağıdaki kavramları tanımlayınız” şeklindeki açık uçlu tek soru yer almaktadır. Ölçme aracının geçerliliği için kimya alanında uzman öğretim üyesi ve dört lisansüstü öğrencisinin görüşleri alınmıştır. Araçtaki kavramların çözelti derişimleri ve birbirleriyle ilişkili olup olmadığı, yanılı tespit edilebilecek kavramlar arasında yer alıp almadığı ve aracın görünüşü açısından görüşleri alınmış ve kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Ölçme aracının güvenilirliği SPSS 17,0 programı ile Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı araçtaki 10 kavram için 0,710 bulunmuştur. Cronbach alfa güvenilirlik kat sayısı $0,00 \leq \alpha < 0,40$ ölçme aracı güvenilir değil; $0,40 \leq \alpha < 0,60$ ise düşük derecede güvenilir, $0,60 \leq \alpha < 0,90$ oldukça güvenilir ve $0,90 \leq \alpha < 1,00$ ise yüksek derecede güvenilir olduğu bilinmektedir (Can, 2014). Buna göre araştırmada kullanılan ölçme aracının oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

Verilerin Analizi

Veriler, araştırmanın amacına uygun şekilde alt problemler dikkate alınarak analiz edilmiş ve ilgili bölümlerde sunulmuştur. Ölçme aracındaki kavramların analizinde doküman inceleme ve içerik analizi teknikleri kullanılmıştır. Doküman inceleme araştırmada kullanılan ve hedeflenen olgu ya da olaylarla ilişkili yazılı, sözlü ve görüntülü vb. her türlü belgelerin analizini içeren bir tekniktir. Araştırmanın verileri doküman incelemesiyle toplanıldığı için ölçme aracı doküman olarak kullanılmıştır. İçerik analizi belirli kurallara dayanan kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileriyle özetlenerek yapılan sistematik bir tekniktir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu nedenle öğretmen adaylarının ölçme aracındaki kavramları anlama düzeylerini belirlemek için oluşturulan kategoriler sırasıyla anlama, kısmen anlama,

yanılgı ve yanıtız şekildeer. Adayların kavramlarla ilgili tanımları bilimsel açıdan doğruysa anlama; açıklamanın bilimselliği doğru fakat bazı eksiklikleri varsa kısmen anlama; açıklama yanlıssa yanılgı, boş bırakılmışsa, ilişkisiz cümleler kullanılmışsa veya kavramlar olduğu gibi tekrarlanmışsa yanıtız kategorisine yerleştirilerek dereceli puanlama anahtarını ile puanlanmıştır. Puanlama yapılırken anlama 3, kısmen anlama 2, yanılgı 1 ve yanıtız kategorisine 0 puan verilerek frekans ve yüzdeleri halinde tabloda sunulmuştur. Adayların yapmış olduğu kavram yanılgılarından her kavramla ilgili üçer örnek verilmiştir. Kavramlar arasında ilişkinin olup olmadığını göstermek için SPSS 17,0 programını ile Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve tabloda gösterilmiştir. Öğretmen adaylarının çözelti derişimlerindeki kavramları anlama düzeyleriyle cinsiyetleri, Kimya I ve II derslerindeki başarılı başarısız olma durumlarının ortalama puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar için t testi yapılmış ve anlamlılık düzeyleri $p < 0,01$ ve $p < 0,05$ alınmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının tanımları, puanlanma anahtarında karşılık gelen puanları ve tespit edilen kavram yanılgıları için kimya alanında uzman öğretim üyesinin görüşü alınmış ve puanlamanın doğru yapıldığı belirlenmiştir.

BULGULAR

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 2. Öğretmen adaylarının çözelti derişimleri ile ilgili tespit edilen kavram yanılgılarından bazıları

Kavram	Tespit edilen yanılgılar
Çözelti	<ul style="list-style-type: none">✓ Sıvı içinde homojen olacak şekilde dağılım gösteren karışımlara denir.✓ Çözücü ve çözünenen oluşan saf maddedir.✓ Belli sıcaklık ve basınçta 100g çözücüde çözünen maksimum madde miktarıdır.
Derişim	<ul style="list-style-type: none">✓ Çözeltinin birim hacimdeki madde miktarıdır.✓ Mol sayısının hacme oranıdır.✓ Bir maddenin belli hacimdeki madde miktarıdır.
Seyreltik Çözelti	<ul style="list-style-type: none">✓ Bir çözeltinin başka bir çözeltiye göre çözücüsünün az olmasıdır.✓ Çözeltinin çözebileceği miktardan daha az maddenin çözünenesidir.✓ Çözücünün çözebileceğinden az ise seyreltik çözelti olur.
Derişik Çözelti	<ul style="list-style-type: none">✓ Çözücü çözebileceğinden daha fazla madde çözmüşse derişik çözeltidir.✓ Bir çözücüde çözüneni az olanıdır.✓ Çözücü ve çözünen karışımından çözücünün çözünenle oranlarının birbirine yakın olması ve çözücünün çözeceği miktarı çözmeyesidir.
Molarite	<ul style="list-style-type: none">✓ NŞA (Normal şartlar altında) bir moldeki moleköl sayısına denir.✓ Bir litre çözeltide çözünen maddenin gram sayısıdır.✓ Bir litre çözelti içinde çözünen maddenin eş değer gram sayısıdır.
Normalite	<ul style="list-style-type: none">✓ Moleköl ağırlığının tesir değerliğine oranıdır.✓ Bir litre çözeltide çözücünün eşdeğer gram sayısıdır.✓ Bir kilogram çözücüde çözünebilir maddenin eş değer gram sayısıdır.
Kütlece Yüzde	<ul style="list-style-type: none">✓ Bir maddenin eşdeğer gram sayısına kütlece derişim denir.✓ Bir çözeltideki hacim/hacim oranıdır.✓ Katı- katı karışımlardaki maddelerin ağırlıklarının % derişimidir.
Hacimce Yüzde	<ul style="list-style-type: none">✓ 100 gram çözeltide çözünen maddenin hacmidir.

	✓ Bir çözeltilerdeki kütle kütle oranıdır.
	✓ Bir çözeltilerdeki katının hacminin sıvının hacmine oranının yüzdesidir.
Kütle Hacimce Yüzde	✓ Bir litre çözücüde çözülmüş olan maddenin gram miktarıdır. ✓ 100 gram çözeltilerdeki çözünen maddenin hacmidir. ✓ Bir çözeltilerdeki maddenin molar derişim yüzdesidir.
Eşdeğer Gram Sayısı	✓ Bir çözücüde kütleye düşen miligram ağırlıktır. ✓ Maddenin 10 ml'sindeki eş değer ağırlığıdır. ✓ Avogadro sayısı kadar elektron alıp ya da verilen madde miktarıdır.

Genel olarak adaylarda tespit edilen kavram yanlışları incelendiğinde ölçme aracındaki kavramları birbiri yerine kullandıkları, araçta olmayan kavramların yanında ilişkisiz cümlelerin olduğu belirlenmiştir. Örneğin çoğu aday çözeltil kavramını bir maddenin başka bir madde içinde dağıldığı, kaybolduğu, yok olduğu, katı-sıvı arasında olduğu vb. yanlış yapılandırdıkları belirlenmiştir. Ancak Tablo 2'de her kavram için sadece üçer örnek verilebilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının çözeltil derişimleri ile ilgili bazı kavramları anlama düzeylerinin frekans ve yüzdeleri

Kavram	Anlama (3)		Kısmen anlama (2)		Yanılığ (1)		Yanıtsız (0)	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Çözeltil	46	35,1	30	22,9	55	42,0	-	-
Derişim	2	1,5	11	8,4	108	82,4	10	7,6
Seyreltil çözeltil	34	26,0	19	14,5	73	55,7	5	3,8
Derişik çözeltil	36	27,5	71	54,2	19	14,5	36	27,5
Normalite	82	62,6	5	3,8	42	32,1	2	1,5
Molarite	79	60,3	3	2,3	49	37,4	-	-
Kütlece Yüzde	38	29,0	9	6,9	28	21,4	56	42,7
Kütle/hacimce Yüzde	16	12,2	2	1,5	40	30,5	73	55,7
Hacimce Yüzde	26	19,8	1	,8	47	35,9	57	43,5
Eşdeğer gram sayısı	39	29,8	1	,8	55	42,0	36	27,5

Tablo 3'de anlama düzeyi en fazla normalite (%62,6) ve molarite (%60,3) kavramlarında olurken en az derişim kavramında (%1,5) olduğu belirlenmiştir. Yanılığ düzeyinde en fazla derişimde (%82,4) olurken en az derişik çözeltilde (%14,5); yanıtsız bırakılan kavram en fazla kütle hacimce yüzde (%55,7) olurken çözeltil ve molarite kavramlarını tüm adaylar yanıtlamıştır. Ayrıca yüzde derişimlerde anlama düzeyleri sırasıyla kütlece yüzde (%29,0), hacimce yüzde (%19,8) ve kütle hacimce yüzde (%12,2) şeklinde değişmektedir. Eşdeğer gram sayısı kavramının anlama düzeyi (%29,8) ile normalite kavramının anlama düzeyi (%62,6) karşılaştırıldığında yaklaşık yarısı olduğu saptanmıştır.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 4. Çözeltil derişimleriyle ilgili kavramlar arasındaki ilişki

	\bar{X}	S	Ç	D	Sç	Dç	N	M	Ky	Khy	Hy	Egs
Ç	1,93	0,88	1									
D	1,04	0,47	,006	1								
Sç	1,63	0,91	,198*	,087	1							
Dç	1,66	0,93	,226**	,030	,937**	1						

N	2,27	0,97	,068	-,091	,047	,029	1					
M	2,23	0,96	,128	-,036	,098	,071	,335**	1				
Ky	1,22	1,27	,034	-,001	,177*	,156	,287**	,109	1			
Khy	0,70	0,99	,003	,074	,182*	,164	,222*	-,025	,657**	1		
Hy	0,97	1,12	,045	,119	,155	,109	,171	,057	,736**	,772**	1	
Egs	1,33	1,17	,015	,144	,065	,062	,272**	-,108	,384**	,456**	,378**	1

Ç= Çözelti, D= Derişim, Sç= Seyreltik çözelti, Dç= Derişik çözelti, N= Normalite, M= Molarite, Ky= Kütlece yüzde (%w/w), Khy= Kütle-hacimce yüzde (%w/v), Hy= Hacimce yüzde (%v/v) ve Egs= Eşdeğer gram sayısı, p**<0,01 ve p* <0,05

Tablo 4'te bazı kavramların arasında $p<0,01$ ve $p<0,05$ düzeylerinde pozitif doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kavramlardan en fazla pozitif doğrusal ilişkisi ($r=,937$; $p<0,01$) seyreltik ve derişik çözelti arasında olurken en az kütlece yüzde ile seyreltik çözelti arasında ($r=,177$; $p<0,05$) olduğu görülmektedir. Tespit edilen diğer ilişkiler sırasıyla; seyreltik çözelti ile çözelti ($r=,198$; $p<0,05$); derişik çözelti ile çözelti ($r=,226$; $p<0,01$); molarite ile normalite ($r=,335$; $p<0,01$); kütlece yüzde ile normalite ($r=,287$; $p<0,01$); kütle hacim yüzde ile seyreltik çözelti ($r=,182$; $p<0,05$); kütle hacimce yüzde ile normalite ($r=,222$; $p<0,05$); kütle hacim yüzde ile kütlece yüzde ($r=,657$; $p<0,01$); hacimce yüzde ile kütlece yüzde ($r=,736$; $p<0,01$); hacimce yüzde ile kütle hacimce yüzde ($r=,772$; $p<0,01$); eşdeğer gram sayısı ile normalite ($r=,272$; $p<0,01$); eşdeğer gram sayısı ile kütlece yüzde ($r=,384$; $p<0,01$); eşdeğer gram sayısı ile kütle hacimce yüzde ($r=,456$; $p<0,01$); eşdeğer gram sayısı ile hacimce yüzde ($r=,378$; $p<0,01$) şeklinde değişmektedir.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 5. Öğretmen adaylarının çözelti derişimlerdeki kavramları anlama düzeylerinin cinsiyete göre t-testi sonuçları

	Düzye	N	\bar{X}	S	t	sd	p
Cinsiyet	Kadın	101	1,51	,52	,690	129	,491
	Erkek	30	1,44	,51			

Öğretmen adaylarının kavramları anlama düzeyleriyle cinsiyetleri arasında farkın anlamlı ($t_{129}=,690$; $p>0,05$) olmadığı belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre kadınların ($\bar{X}=1,51$), erkeklere ($\bar{X}=1,44$) oranla kavramları yapılandırmış olsalar da istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 5).

Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 6. Öğretmen adaylarının çözelti derişimlerdeki kavramları anlama düzeylerinin kimya 1 dersindeki başarı durumuna göre t-testi sonuçları

	Düzye	N	\bar{X}	S	t	sd	p
Kimya I dersi	Başarılı	23	1,67	,41	1,713	129	,089
	Başarısız	108	1,46	,54			

Öğretmen adaylarının kavramların anlama düzeyleriyle Kimya I dersindeki başarı durumları arasında anlamlı fark ($t_{129}=1,713$; $p>0,05$) bulunmamıştır. Ortalama değerlerden Kimya I dersinden başarılı adayların ($\bar{X}=1,67$) başarısız adaylara ($\bar{X}=1,46$) göre kavramları yapılandırmış olsalar da istatistiksel olarak anlamlı değildir (Tablo 6).

Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 7. Öğretmen adaylarının çözelti derişimlerindeki kavramları anlama düzeyleri kimya u dersindeki başarı durumuna göre t- testi sonuçları

	Düzy	N	\bar{X}	S	t	sd	p
Kimya II dersi	Başarılı	42	1,62	,47	1,850	129	,067
	Başarısız	89	1,44	,54			

Tablo 7’de öğretmen adayları kavramları anlama düzeyleriyle Kimya II dersindeki başarı durumları arasında anlamlı fark ($t_{129}=1,850$; $p>0,05$) olmadığı belirlenmiştir. Ortalama değerlerden Kimya II dersinden başarılı adayların ($\bar{X}=1,62$) başarısız adaylara ($\bar{X}=1,44$) göre biraz iyi olsalar da istatistiksel olarak anlamlı değildir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretmen adaylarının Kimya I ve II derslerindeki başarı düzeylerinin düşük olması onların önceki öğrenimlerinde kimya kavramlarını anlamlı yapılandırmadıklarını düşündürmektedir. Bu düşüncüyü tespit edilen kavram yanlışları ve anlama düzeylerinin (Tablo 2) desteklediği söylenebilir. Örneğin çözeltiyle ilgili tanımlarında karışım yerine saf madde, element vb. kavramları kullanmaları Karaer’in (2007) çalışmasının sonuçlarını desteklemektedir. Araştırmacı çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının yeşil altın bileziğin saf madde olduğunu düşündükleri için kavram yanlışlığı olduğunu açıklamıştır. Geçgel & Şekerci (2018), fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarının element ve bileşik kavramlarıyla ilgili yanlışlarının olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada yer alan adaylarının çoğu seyreltik çözelti yerine derişik, doymamış, doymuş, aşırı doymuş çözelti vb. kavramları kullanmaları onların kavramları yeterince yapılandırmadıklarını gösterdiği gibi sınıf öğretmeni adaylarının seyreltik çözeltiyi doymamış derişik çözeltiyi doymuş olarak algıladıklarını belirten Dönmez ’in (2011) sonuçlarını da desteklemektedir.

Adayların kütlece yüzdeyi hacimce ve kütle-hacimce yüzdeye göre daha doğru tanımlamaları onların önceki öğrenimlerinde kütlece yüzdeyi daha fazla gördüklerini düşündürmektedir. Çünkü kütlece yüzde sadece kimya derslerinde değil matematik derslerindeki karışım problemlerinde verilmektedir. Benzer durum normalite ve eşdeğer gram sayısının anlama düzeylerindeki uyumsuzluktur (Tablo 3). Çünkü normalite tanım olarak “Bir litre çözeltide çözünen maddenin eşdeğer gram sayısıdır” (Petrucci, Harwood & Herring; Çev: Uyar ve Aksoy, 2002). Dolayısıyla kavramların anlama düzeyleri arasında paralellik olması beklenebilir. Ancak Tablo 3’te normalitenin anlama düzeyi %62,6 olurken eşdeğer gram sayısı %29,8’dir. Bu veriler karşılaştırıldığında normaliteyi bilimsel anlamda doğru tanımlayan adaylar ile eşdeğer gram sayısını doğru tanımlayan adaylarından yaklaşık iki kat daha fazla olması kavramların anlama düzeylerinin paralellik göstermediğinin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Bu durum öğretmen adaylarının önceki öğrenimlerinde normaliteyi eşdeğer gram sayısından daha fazla kullandıklarını, onlara normalitenin tanımlandığını ancak normaliteyle ilgili problemlerin çözümlerinde eşdeğer gram sayısı hesaplanmadan N (normalite) = M (molarite) \times Td (tesir değeri) formülünü kullandıklarını düşündürmektedir.

Tablo 3'te dikkat çeken bir diğer kavram derişimdir. Adaylarının çoğu derişim yerine molarite ve yoğunluk vb. kavramlarını tanımlamaları onların kavramları doğru yapılandırmadıklarının göstergesi olduğu söylenebilir. Çünkü Tablo 3'te derişim kavramının anlama düzeyi %1,5 olurken yanlış düzeyi %82,4; yanlış düzey %7,6'dır. Kavram yanlışların temelini oluşturan kaynaklarda (öğretmenler, sosyal etkileşimler, gündelik dil vb.) var olan yanlışlar doğrudan öğrencilere aktarılmakta ve yanlış yapılandırmalarına neden olmaktadır (Hancer, 2007; Karaer, 2007; Koray ve diğerleri, 2007; Tekkaya, Çapa & Yılmaz, 2000; Thompson & Logue, 2006). Ancak çözelti derişimleriyle ilgili kavramlar çözünme-erime vb. sosyal etkileşimlerle veya gündelik dilin kullanılmayla gelişigüzel kazanılacak bir kavram olmadığı için okuldaki çeşitli kaynaklardan kazanılmış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü önceden herhangi bir şekilde yanlış yapılandırılmış bir kavramın değiştirilmesinin kolay olmadığı, daha sonraki öğrenme ortamlarını, süreçlerini olumsuz etkilediği ve daha kalıcı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarındaki yanlışların kaynağı öğretmenlerinden, ders kitaplarından, akranlarından veya kendilerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin sahip olduğu kavram yanlışlarının öğrencilere yansımalarının yanında onları temiz zihinsel yazı tahtası gibi düşünerek bilgileri aktarmalarından da kaynaklanmış olabilir (Ercan, 2010). Öğrencilerin zihinlerinin boş olmadığı, aksine bazı ön bilgiler ve sezgiler içerdiğinden kavram öğretimi sürecinde öğretmenler, öncelikle öğrencilerin mevcut ön bilgilerini gözden geçirip yeniden yapılandırmaları sonra yapılandırıp yapılandırmadıklarının kontrolünü yapmaları gerekir. Örneğin adayların çözelti derişimindeki kavramlarla ilgili ön bilgileri birinci sınıfta Kimya I ve II derslerinde belirlenip yapılandırıldıktan sonra doğruluğu kontrol edilmiş olsaydı belki de tespit edilen kavram yanlışları olmayabilirdi.

Adayların yanlış yapılandırmalarını etkileyen diğer faktörün akranları olduğu söylenebilir. Akran öğretimi öğrencilerin kavramların öğrenilmesinde etkilidir (Şimşek ve Yeşiloğlu, 2014). Kavram yanlışına neden olabilecek bir diğer faktör piyasada bulunan kimya ilişkili kitaplardır. Çünkü çoğu adayın derişim kavramına yapmış olduğu tanımına ("*Çözeltinin birim hacimdeki madde miktarıdır. Bir maddenin belli hacimdeki madde miktarıdır.*" vb.) benzer tanımlar kimya ilişkili kitaplarda da bulunmaktadır. Örneğin, Ergül (2006), derişim kavramını "*Bir çözeltinin birim hacimdeki çözünen madde miktarına derişim denir*" şeklinde tanımlamıştır. Ergül'e (2006) göre derişim "*Genel olarak $C = m/V$ eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Eşitlikteki C derişim, m : çözünen kütle, V : çözelti hacmidir.* Üniversite öğrencilerinin yararlandığı Genel Kimya kitabında (Petrucci, Harwood & Herring; Çev: Uyar ve Aksoy, 2002) derişim "*Verilen bir çözücü veya çözeltide bulunan çözünen miktarının bir ölçüsüdür*" şeklinde tanımlanmaktadır. Bu durum piyasada bulunan başka kitaplarda da benzer tanımlar olabileceğini düşündürmektedir. Nitekim Kırbaşlar, Özsoy-Güneş, Avcı & Atalar (2012), Fen ve Teknoloji kitaplarında "Madde ve Değişim" konusunda bazı kavram ve örneklendirmelerde yanlış ifadeler ve kavramlar arasında tutarsızlıklar olduğunu belirtmişlerdir. Küçük & Demir (2009), bazı ders kitaplarında kavram yanlışlarının olduğunu saptamışlardır. Geleceğin öğretmenlerini yetiştiren eğitim fakültesindeki öğretim elemanları öğretmen adaylarına kaynak kitap/kitapları önerirken seçici olmalarını ve bu konuda gereken hassasiyeti göstermeleri gerektiğini düşündürmektedir. Bu düşüncüyü Morgil, Erdem & Yılmaz'ın (2003) çalışması desteklemektedir. Çünkü araştırmacılar kavram öğretiminde öğretmenlere büyük görev ve sorumluluk yüklendiğini, öğrencilerin kavramları etkili öğrenmeleri için sorumluluklarını eksiksiz yerine getirmelerini, kavramların önemini farkında olmalarını ve öğrencilere önerecekleri kitapların seçiminde titiz davranmaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre kavramları anlama düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması (Tablo 5) kavram öğretiminde cinsiyetin etkisinin olmadığı söylenebilir.

Kadınların anlama düzeyleri erkeklere oranla biraz fazla olsa da farklılığın anlamlı olmaması kavram öğretiminde cinsiyetin önemsiz olduğunu, kadın ve erkek öğrenciler için kavram yanlışlarının benzer olduğunu düşündürmektedir. Nitekim Morgil, Yılmaz, Şen & Yavuz (2002), öğrencilerin farklı madde türlerindeki yanlışları ile asitler-bazlarla ilgili yanlışlarının cinsiyete göre anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Birgin & Gürbüz (2009), öğrencilerin cinsiyetlerine göre kavramsal ve işlemsel bilgiyi kullanma performansları arasında anlamlı fark olmadığını, kadın ve erkek öğrencilerin performanslarının birbirine yakın olduğunu ve cinsiyete göre değişmediğini açıklamışlardır. Awan, Khan & Aslam (2012), 10. Sınıf öğrencileri çözeltiler konusunda bilgi düzeylerinin gelişmediğini, genel olarak kadın ve erkek öğrencilerde kavram yanlışlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Adesoji, & Babatunde (2008), ortaöğretim 3. Sınıf öğrencilerinin anorganik kimya ile ilgili kavram yanlışlarının erkeklere göre kadınlarda daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Omwirhiren. & Ubanwal (2016), ortaöğretim üçüncü sınıf öğrencilerinin organik kimyadaki kavram yanlışlarının cinsiyete göre anlamlı fark olmadığını, organik kimyanın öğrenilmesinde kadın ve erkek öğrencilerde yanlış anlaşılmalarda olduğunu ifade etmişlerdir.

Adayların Kimya I ve II derslerindeki başarılı ve başarısız olma durumları ile kavramları anlama düzeyleri arasında farkın anlamlı (Tablo 6-7) olmaması Tablo 1'deki betimsel analiz sonuçlarıyla uyumluluk gösterdiği söylenebilir. Ayrıca her iki dersin ortalama değerleri karşılaştırıldığında başarılı öğretmen adaylarının kavramları anlama düzeyleri başarısız adaylardan biraz fazla olsa da farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmaması her iki dersin başarısında çözeltilerle ilgili kavramların yanında başka konu ya da kavramlarında etkisinin olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak;

- Öğretmen adaylarının hepsi çözeltiler ve molarite kavramlarını tanımladığı,
- Normalite ve molaritenin anlama düzeylerinin diğer kavramlarından yüksek olduğu,
- En fazla yanlış derişim kavramında olduğu,
- Yanıtsız bırakılan kavram kütle-hacimce yüzde (%w/v) olduğu,
- Kavramları birbiri yerine kullandıkları gibi bilimsel açıdan geçerliliği olmayan tanımlar yaptıkları,
- Öğretmen adaylarının önceki öğrenimlerinde çözeltilerle ilgili kavramları anlamlı öğrenmedikleri,
- Çözeltilerle ilgili kavramların sosyal etkileşimler ve gündelik dil kullanmakla kazanılacak kavramlar olmadığı,
- Çözeltilerle ilgili kavram yanlışlarının öğretmenlerinden, akranlarından, kitaplardan ve kendilerinden kaynaklanabileceği,
- Kavram öğretiminde öğretmenlerin yükü ve sorumluluğunun büyük olduğu,
- Öğretmenlerde ve ders kitaplarında var olan kavram yanlışlarının öğrencilerin kavramları öğrenmesinde etkili olduğu,
- Adaylara birinci sınıfta çözeltilerle ilgili var olan ön bilgileri belirlenmeden Kimya I ve II derslerinin verildiği,
- Kavramların anlaşılma düzeyleri ve kavram yanlışları arasında pozitif doğrusal bir ilişkinin olduğu,
- Öğretmen adaylarındaki kavram yanlışları giderilemezse öğretmen olduklarında öğrencilerinde de görülebileceği,
- Kimya I ve II dersinden başarılı olan öğretmen adaylarının az olduğu,

- Kimya II dersindeki başarılı adayların Kimya I dersinden fazla olduğu,
- Kadınların erkeklere oranla kavramları anlama düzeyleri biraz fazla olsa da cinsiyetleri arasında farkın anlamlı olmadığı,
- Kimya I dersinden başarılı adaylarının kavramları anlama düzeyleri başarısız olanlara göre biraz iyi olsa da farkın anlamlı olmadığı,
- Kimya II dersindeki başarılı adaylarının kavramları anlama düzeyleri başarısız öğretmen adaylarına göre biraz iyi olsa da farkın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Bu sonuçlardan hareketle aşağıdaki öneriler verilebilir.

- Öğrencilerin daha önceki dönemlerinde kazandıkları ön bilgilerini ortaya çıkartılmadan konu veya kavramların verilmemesi,
- Öğrencilerin ön bilgilerine göre ders planının hazırlanması ve ona göre bilimsel anlamda konuları ve kavramların yapılandırılması,
- Kavramları anlamlı öğretmek için birbiriyle ilişkili olan kavramlarda ilişkinin gösterilerek verilmesi,
- Çözelti derişimlerinde olduğu gibi kavramlara yönelik sayısal problemleri içeren konularda kavramların anlama düzeyinde öğrenme gerçekleştirilmeden problemlerin verilmemesi,
- Kavramla ilişkili problemlerin çözümü yapılırken kavramın bilimsel tanımı verilerek ilişkisinin açıklanması,
- Kavramla ilişkili problemlerin çözümünde formül kullanmadan çözümlerinin gerçekleştirilmesi,
- Öğrencilere kaynak olabilecek kitaplar önerilirken öğretmenlerin seçici olması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adesoji, F. A. & Babatunde, A. G. (2008). Investing gender difficulties and misconceptions in inorganic chemistry at the senior secondary level. *International Journal of African American Studies*, 7(1), 1-7.
- Ağgöl Yalcın, F. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının asit baz konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının sınıf düzeylerine göre incelenmesi. *Türk Fen Eğitim Dergisi*, 8(3), 161-172.
- Akgün, A. (2009). The relation between sciences student teacher' misconceptions about solution, dissolution, diffusion and their attitudes toward science with achievement. *Education and Science*, 34(154), 26-36.
- Akgün, A. & Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27),190-201.
- Ayas, A. (1997). *Kimya öğretimi*. YÖK / Dünya Bankası Millî Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Awan, A. S., Khan, T.M., & Aslam, T. M. (2012). Gender disparity in misconceptions about the concept of solution at secondary level students in Pakistan. *Journal of Elementary Education*, 22(1), 65-79.
- Barke, H. D., Hazeri, A., & Yitbarek, S. (2009). Students' misconceptions and how to overcome them. https://www.Researchgate.net/.../285382721_students'_Misconcepts_and_How_to_O... 03.06.2019.

- Birgin, O., Gürbüz, R. (2009). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 529-550.
- Birinci- Konur, K., Ayas, A. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı kimya kavramlarını anlama seviyeleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(1), 83-90.
- Boyraz, D. S., Hacıoğlu, Y. & Aygün, M. (2016). Argümantasyon ve kavram kargaşası: erime ve çözünme. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 233-267.
- Can, A. (2014). *Spss ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. 3. Baskı, Pegem Akademi.
- Canbolat, N. Pınarbaşı, T. Bayrak Çeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(24), 135-146.
- Çalık, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade student and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 638-667.
- Çalık, M., Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solution and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41
- Çoştu, B. Ayas, A. ve Cerrah, L. (2002). Öğrencilerin fen kavramlarını anlama seviyelerinin ve yanlışlarının belirlenmesinde grup mülakatlarının önemi. 2000'li yıllarda I. öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Demircioğlu, G., Ercebi, M. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramsal ve algoritmik kimya sorunlarındaki performanslarının karşılaştırılması. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 145-169.
- Demirbaş, M., Altınışık, D. Tanrıverdi, G., & Şahintürk, Y. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının çözeltiler konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 52-69.
- Diñç Artut, P. & Tarım, K. (2006). İlköğretim öğrencilerinin basamak değer kavramını anlama düzeyleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 2(1), 26-36.
- Dolu, G. (2018.). *Kimyada kavram yanlışları*. Pegem Akademi, Ankara.
- Dönmez, Y. (2011). *Sınıf öğretmen adaylarının bazı kimya kavramlarının anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Duit, R. (1996). Lernen als Konzept Wechsel im naturwissenschaftlichen unterrichte. In: R. Duit & C.v. Rhöneck(Hrsg.): Lernen in den naturwissenschaftlichen .Beitrage zu einem Workshop an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Kiel, IPN,145-162.
- Duman, M. Ş., & Avcı, E, (2014). Fen ve teknoloji eğitiminde kavram yanlışları üzerine 2003-2013 yılları arasında yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(2), 67-82.
- Dündar, H. & Aksoy, N. (2010). Kavram analizi stratejisinin öğrencilerin kavram öğrenme başarıları ve hayat bilgisi dersine ilişkin tutumlarına etkisi. *Akademik Bakış Dergisi*, 21, 1-27
- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate student' conceptions, animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Erbaş, A. K., & Ersoy, Y. (2002). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin eşitliklerin çözümündeki başarıları ve olası kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK-5) Bildiri Kitabı (16-18 Eylül, 2002 ODTÜ, Ankara.)
- Ercan, O. (2010). Öğretmenlerin elektrokimya konularındaki kavram yanlışları. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 111-134.
- Erdem, E., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2001). Kimya dersinde bazı kavramlar öğrenciler tarafından ne kadar anlaşılıyor? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 65-72.
- Ergül, S. (2006). *Eğitim Fakülteleri İçin Genel Kimya*, Anı Yayıncılık, Ankara.

- Geçgel, G., & Şekerci, A.R. (2018). Bazı kimya konularındaki alternatif kavramların tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği kullanılarak belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1-18.
- Goodwin, A. (2002). Is salt melting when it dissolves in water? *Journal of Chemical Education*, 79(3), 393-396.
- Hancer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanlışları üzerine etkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31(1), 69-81.
- Horton, C. (2004). Student alternative conceptions in chemistry (originally: student misconceptions and preconceptions in chemistry). www.Daisley.net/.../misconceptions/misconceptions.pdf. 20.04.2019.
- Johnson, P. (2002). Children's understanding of substances, part 2. Explaining chemical change. *International Journal of Sciences Education*, 24(10), 1037-1054.
- Kabapınar, F. (2001). *Ortaöğretim öğrencilerinin çözünürlük kavramına ilişkin yanlışlarını besleyen düşünce biçimleri*. Yeni bin yılın başında Türkiye'de fen bilimleri eğitimi sempozyumu, Marmara üniversitesi, İstanbul
- Kalın, B. Arıkkıl, G. (2010). Çözeltiler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 177-206.
- Karaer, H. (2007). Sınıf öğretmeni adaylarının madde konusundaki bazı kavramların anlaşılma düzeyleri ve kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 199-210.
- Kırbaşlar, F. G. Özsoy-Güneş, Z. Avcı, F. & Atalar, A. (2012). Fen ve teknoloji ders kitaplarında madde ve değişim öğrenme alanındaki bazı kavramların ve örneklendirmelerin incelenmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 61-83.
- Kırbaşlar, F. G., Özsoy-Güneş, Z., & Deringöl, Y. (2008). Genel kimya laboratuvar uygulamalarında ilköğretim fen bilgisi ve matematik öğretmen adaylarının davranışları, *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(10) 1-14.
- Kolomuç, A., & Tekin, S. (2011). Chemistry teachers 'misconceptions concerning concept of chemical reaction rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 84-101.
- Koray, O. Akyaz, N., & Köksal, N. S. (2007). Lise öğrencilerinin "çözünürlük" konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250.
- Küçük, A. & Demir, B. (2009). İlköğretim 6-8. Sınıflarda matematik öğretiminde karşılaşılan bazı kavram yanlışları üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 97-112.
- Mili Eğitim Bakanlığı, (MEB, 2018). *Ortaöğretim 10. Sınıf Kimya Ders Kitabı*, Ankara.
- Morgil, İ., Erdem, E. & Yılmaz, A. (2003). 9. Kimya eğitiminde kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 246-255.
- Morgil, İ., Yılmaz, A., & Yavuz, S. (2002). *Öğrencilerin kimya kavramlarını temel kimya ders kitaplarından öğrenme ve algılama düzeyleri*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Nakiboğlu, C., & Özçelik-Arık, R. (2006). 4. Sınıf öğrencilerinin "gazlar" ile ilgili kavram yanlışlarının v-diyagramı kullanarak belirlenmesi. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(2), 1-17.
- Odom, A. L., & Kelley, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education*, 85, 615-635.

- Omwirhiren, E. M., & Ubanwal, A.O. (2016). An analysis of misconceptions in organic chemistry among selected senior secondary school students in Zaria local government area of Kaduna state, Nigeria, *International Journal of Education and Research* 4(7), 247-266.
- Özdeş, H. (2013). 9. Sınıf Öğrencilerinin Doğal Sayılar Konusundaki Kavram Yanılgıları. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Petrucci, R.H., Harwood, W. S., & Herring, F. G. (2002). *Genel kimya: ilkeler ve modern uygulamalar* (Çev: Uyar, T. & Aksoy, S.) Palme Yayıncılık, Ankara.
- Sawrey, B. A., (1990). Concept learning versus problem solving: revised, *Journal of Chemical Education*, 67(3), 253-254.
- Sinan, O. (2009). Öğretmen adaylarının kimya ve biyoloji derslerinde kullanılan bazı ortak kavramlardaki farklılıklar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 1-21.
- Skelly, K.M., & Hall, D. (1993). The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry. Paper presented at the Third International Seminar on Misconception and Educational Strategies in science and Mathematics, Ithaca, NY.
- Sökmen, N., & Bayram, H. (2002). Öğrencilerin bazı temel kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. *Eğitim ve Bilim*, 27(124), 56-60.
- Sökmen, N. & Bayram, H. (2000). 5. 8. ve 9. Sınıf öğrencilerin saf madde, karışım, homojen karışım ve homojen ve heterojen karışım kavramlarını anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Şimşek, Ö., & Yeşiloğlu, Ö. (2014). Akran öğretiminin elektrik kavramlarının öğrenimini ve bilimsel süreç becerilerinin kazanımı üzerine etkisi. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 72-94.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 37-44.
- TDK. (2012). *Türk Dil Kurumu Sözlüğü* www. tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime =Kavram
- Thompson, F., & Logue, S. (2006). An explanation of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.
- Uyanık, G. & Serin, K. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının bazı temel fen konularındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 510-2016.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram geliştirme ve uygulamalar*. Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge: MIT press
- Yağbasan, R., & Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102-120.
- Yakmacı-Güzel, B. (2014). 12. Sınıf öğrencilerinin bazı temalardaki kavram yanılgılarının belirlenmesi ve bu bulguların etkili kullanımına dair öneriler. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 5-26.
- Yeşilyurt, S., & Gül, Ş. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin taşıma ve dolaşım sistemleri ünitesi ile ilgili kavram ve yanılgıları. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 581, 17-48.
- Yılmaz, A. Erdem, E., & Morgil, İ. (2002). Öğrencilerin elektrokimya konusundaki kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitimi Fakültesi Dergisi*, 23, 234-242.

The Relationship of Visual Proof Skills with van Hiele Levels of Geometric Thinking and Spatial Ability

Kübra Polat¹ 

Sivas Cumhuriyet University and Faculty of Education

Gülçin Oflaz² 

Sivas Cumhuriyet University and Faculty of Education

Levent Akgün³ 

Atatürk University and Kazım Karabekir Faculty of Education

ABSTRACT

In mathematics the process of visualization requires the process of forming and manipulating images to explore and understand. Indeed, according to mathematicians, it is difficult to understand without visualization. There is consensus that visual proofs are important tools in mathematics education. However, there is no consensus on the effects of the visualization on proof. Therefore, this study aims to reveal the relationship between van Hiele levels of geometric thinking, spatial ability and visual proofs. In this study, relational survey method is used. The study is conducted on 85 pre-service elementary mathematics teachers studying in the Faculty of Education at a public university located in Turkey. The data is analyzed via Spearman correlation. In the study, it was seen that most of the elementary mathematics teachers were at the 3rd level of van Hiele's geometric thinking. Another result is that there is a significant relationship between van Hiele's level of geometric thinking and visual proof skills. However, there is no significant relationship between visual proof skills and spatial ability. The relationship between visual proofs skills and spatial ability can be investigated deeply with qualitative research. Moreover, experimental studies can be done to investigate the effect of training on visual proofs on the level of van Hiele geometric thinking.

Keywords: Visual proof, proof without words, van Hiele geometric thinking level, spatial thinking.



Erciyes University,
Faculty of Education,
Kayseri/TURKEY
*Erciyes Journal of
Education (EJE)*
DOI: 10.32433/eje.604126

SCREENED BY



Type: Research

Article History

Received : 08.08.2019

Accepted : 02.10.2019

Published : 26.10.2019

Suggested Citation

Polat, K., Oflaz, G. & Akgün, L. (2019). The relationship of visual proof skills with van Hiele levels of geometric thinking and spatial ability. *Erciyes Journal of Education*, 3(2), 105-122. DOI: 10.32433/eje.604126

1. Dr., Department of Mathematics and Science Education, kubrapolaat@hotmail.com.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1435-1771>

2. Assist. Prof. Dr., Department of Mathematics and Science Education, erengulcin3@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5577-712>

3. Assoc. Prof. Dr., Department of Mathematics and Science Education, levakgun@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1435-1771>

Görsel İspat Becerisinin, van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri ve Uzamsal Yetenek ile İlişkisi

Kübra Polat¹ 

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Gülçin Oflaz² 

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Fakültesi

Levent Akgün³ 

Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi

ÖZET

Matematikte görselleştirme süreci, araştırmak, keşfetmek ve anlamak için, zihinsel olarak görüntü oluşturma ve manipüle etme sürecini gerektirir. Nitekim matematikçilere göre görselleştirme olmadan anlamının gerçekleşmesi zordur. Görsel temsillerin kullanıldığı görsel ispatların matematik eğitiminde önemli araçlar olmalarıyla ilgili fikir birliği vardır. Ancak görselleştirmenin ispat üzerinde etkileri hususunda fikir birliği yoktur. Dolayısıyla bu çalışma ile van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin ve uzamsal düşünmenin görsel ispatlarla ilişkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Çalışmada korelasyonel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma Türkiye’de bir devlet Üniversitesi’nde İlköğretim Matematik Öğretmenliğinde öğrenim gören 85 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Verilerin analizi için Spearman korelasyon katsayısına bakılmıştır. Çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin 3. düzeyde yoğunlaştığı görülmüştür. Ortaya çıkan sonuçlardan bir diğeri van Hiele geometrik düşünme düzeyi ve görsel ispat becerisi arasında anlamlı bir ilişki olmasıdır. Buna karşın görsel ispat becerisi ve uzamsal yetenek arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Görsel ispatlar ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkinin derinlemesine incelenmesi için uzamsal yetenek gerektiren görsel ispatların yer aldığı nitel çalışmalar ve görsel ispatlar ile ilgili eğitimin van Hiele geometrik düşünme düzeyine etkisini araştırmak için deneysel çalışmalar yapılabilir.

Anahtar Kelimeler: Görsel ispat, sözsüz ispat, van Hiele geometrik düşünme düzeyleri, uzamsal düşünme



Erciyes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kayseri/TÜRKİYE
Erciyes Journal of Education (EJE)
DOI: 10.32433/eje.604126

SCREENED BY



Tür: Araştırma

Makale Geçmişi

Gönderim : 08.08.2019

Kabul : 02.10.2019

Yayınlanma : 26.10.2019

Önerilen Atf

Polat, K., Oflaz, G. & Akgün, L. (2019). Görsel ispat becerisinin, van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal yetenek ile ilişkisi. *Erciyes Eğitim Dergisi*, 3(2), 105-122. DOI: 10.32433/eje.604126

1. Dr., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, kubrapolaat@hotmail.com.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8060-0732>

2. Dr. Öğr. Üyesi., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, erengulcin3@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5577-712X>

3. Doç. Dr., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, levakgun@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1435-1771>

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In mathematics the process of visualisation requires the process of forming and manipulating images to explore and understand. The aim of visualization is creating concrete images of abstract mathematical objects and concepts (Jones, 2001). There are discussions about whether a visual proof is a real proof. Despite these discussions there is consensus that visual proofs are important tools in mathematics education (Alsina & Nelsen, 2010; Bardelle, 2009; Bell, 2011; Gierdien, 2007; Miller, 2012; Nelsen, 1993). According to Lean and Clements (1981) a relationship exists between visualization and spatial ability. Thus there are studies to reveal the relationship between spatial ability and problem solving and visualization (Guay & McDaniel, 1977; Lean & Clements, 1981). However, according to Hanna and Sidoli (2007) there is no consensus on the effects of the visualization on proof. Therefore, this study aims to reveal the relationship between van Hiele levels of geometric thinking, spatial ability and visual proofs.

Visual proofs are diagrams or pictures that will help us to see why a specific mathematical expression is correct and even how we can handle while proving the accuracy of a mathematical expression (Nelsen, 1993). There are rotation, three-dimensional thinking and translation in visual proofs. Visual proofs have positive effects on proof skills and these proofs require visual reasoning so it is important to reveal the relationship between spatial ability, van Hiele geometry thinking levels and visual proofs.

Dina van Hiele-Geldof and Pierre Marie van Hiele developed a theory explaining the levels of geometrical thinking. The Van Hiele theory guides of geometry (Gutierrez & Jaime, 1999; Sezen Yüksel, 2017). The van Hiele model describes levels of geometric thinking that prepare the students for formal proof-writing. According to this theory, student geometric thought can be classified into five levels. These levels are visualization, analysis, abstraction, deduction, rigor. This research addresses the following questions:

- What are spatial ability, van Hiele geometric thinking levels and visual proof skills of pre-service elementary mathematics teachers?
- What is the relationship between pre-service elementary mathematics teachers' Van Hiele geometric thinking levels and visual proof solving skills?
- What is the relationship between pre-service elementary mathematics teachers' spatial ability and visual proof solving skills?

Method

In this study the relationship between van Hiele levels of geometric thinking, spatial ability and visual proofs were tried to reveal. In this study, relational survey method is used. The study is conducted on 85 pre-service elementary mathematics teachers studying in the Faculty of Education at a public university located in Turkey. The data collection tools of the study were the van Hiele geometry test which is developed by Usiskin (1982) and translated into Turkish by Duatepe (2000), the spatial visualization test which is developed by Sezen Yüksel (2017) and visual proof test which is developed by Polat (2018). SPSS 17.00 was the packet programme used for analyzing the data. In order to check the normality, the Kolmogorov-Smirnov normality test

was used. In visual proof test the distribution is accepted as normally distributed while the significant level is greater than .05 but in spatial visuality test the distribution is accepted as non-normally while the significant level is not greater than .05. If we wanted to calculate between variables, we would look Pearson, Spearman and Kendall's Tau correlation coefficient. Pearson correlation coefficient requires that the data are interval and normally; Spearman correlation coefficient is a non-parametric statistic and so can be used for non-normally data; Kendall's Tau is non-parametric correlation and you can use if you have small data (Field, 2009). In this study the data is analyzed via Spearman correlation.

Findings

Based on analyze the geometry thinking level of pre-service mathematics teachers using Van Hiele Geometry Test, 2 (2%) pre-service mathematics teachers were included in the level 1 (visualization), 13 (15%) pre-service mathematics teachers level 2 (analysis), 37 (44%) pre-service mathematics teachers level 3 (informal deduction), 25 (29%) pre-service mathematics teachers level 4 (deduction) and 8 (10%) pre-service mathematics teachers level 5 (rigor) were categorized. So it can be said 52 (61%) pre-service mathematics teachers are under the deduction level. This means that 17% of pre-service teachers can recognize the geometric figures and the relationship between them, %44 of pre-service teachers can reason informally, 39% of them can prove mathematical statement.

According to Spearman correlation coefficient ($r_s=.344$; $p=.001$) the results of the study indicated that there is relation between van Hiele geometric thinking levels and visual proof skills. But according to Spearman correlation coefficient ($r_s=.162$; $p=.139$) there is no relation between spatial ability and visual proof skills.

Discussion & Conclusion

In this study most of pre-service elementary mathematics teachers were at level 3. Similar results were seen in the study Oral and İlhan (2012). In the study of Kaleli Yılmaz and Koparan (2016) the geometry thinking level of 40% of pre-service mathematics teachers were at the level 1 and 30% of pre-service mathematics teachers were at level 3. Also there was no pre-service teacher at level 5. So it can be said that pre-service teachers are not at the level required to do proof. The students below level 3 should not be able to do proofs (Senkl, 1989). According to Gutierrez and Jaime (1998) the students in level 4 can do proof with different proof methods.

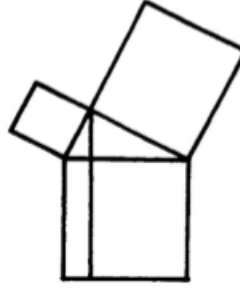
One of the results of this study there is relation between van Hiele geometric thinking levels and visual proof skills. This result is not surprising. Thus according to research there is relation proof and van Hiele geometric thinking levels (Çoşkun, 2009; Fuys, Geddes, Tischler, 1988; Jupri, 2018; Senk, 1989; Usiskin, 1982). In this study there is no relation between visual proof skills and spatial ability. In fact, this result is contrary to expectations. Because the researches refer to the relation between visual proof and spatial ability (Cain, 2019; Lam, 2007). There are rotation, three-dimensional thinking and translation in visual proofs. According to Demircioğlu and Polat (2016) visual proofs force the students but they have potential to develop spatial reasoning. So the relationship between visual proofs skills and spatial ability can be investigated deeply with qualitative research. Also experimental studies can be done to investigate the effect of training on visual proofs on the level of van Hiele geometric thinking.

GİRİŞ

Görselleştirme matematiğin önemli kavramlarından biridir. Görselleştirme ile ilgili tanımlar incelendiğinde, görselleştirmenin hem süreç hem de ürün olarak değerlendirildiği görülmektedir. Nitekim Arcavi'e (2003) göre, görselleştirme zihnimizdeki resim, diyagram veya imajların yansıması yönüyle bir ürün; bunların yorumlanması, bilinmeyen fikirler hakkında düşünebilmeyi sağlaması ve var olan fikirleri geliştirmesi yönüyle ise bir süreçtir. Hershkowitz'e (1989) göre ise görsel bilgileri temsil etme, dönüştürme, yaratma, belgeleme ve görsel bilginin yansıtılması yeteneğidir. Giaquinto'a (2007) göre ise matematiksel bir fikri iletme, açıklamak ve keşfetmek için iyi bir araçtır. Bu nedenle matematik konularının görselleştirmeye birlikte sunulması ile ilgili araştırmalar yapılmaktadır (Duval, 1999; Flores, 2000; Hanna & Sidoli, 2007). Esasında son yıllarda matematikte görselleştirmeye verilen önem artmıştır. Nitekim Şan (2012) görselleştirmeye 20. yüzyıla kadar aldatici ve güvenilmez gözüyle bakıldığını ancak 2000'li yıllarda matematik eğitimcilerinin aldıkları kararlarla görselleştirme lehine tutumlar oluşmaya başladığını belirtmiştir. Flores (2000) görsel sunumların soyut kavramlara somutluk kazandırdığını ifade etmektedir. Ayrıca matematikte görselleştirme süreci; araştırmak, keşfetmek ve anlamak için, zihinsel olarak görüntü oluşturma ve manipüle etme sürecini gerektirir ve matematiksel görselleştirmenin amacı, birçok matematik alanı için etkili görselleştirme araçları sunmak ve böylece soyut matematiksel nesnelerin ve kavramların somut deneyimlerini yaratmaktır. Dolayısıyla görselleştirme soyut imgeler için somut araç sağladığından uzamsal akıl yürütme için elzemdir (Jones, 2001). Görselleştirme; farklı öğrenme stillerine önem verilmesi, problem çözmek için basit, sık ve güçlü yaklaşımlar sunması ve matematiğin farklı alanları arasında bağlantı kurabilmesinden dolayı önemlidir (Thornton, 2001).

Lean ve Clements'e (1981) göre görselleştirme ve uzamsal yetenek ilişkilidir. Uzamsal görselleştirme, uzamsal yeteneğin bir alt bileşeni olarak görülmekte olup iki ve üç boyutlu cisimlerin zihinde manipülasyonunu gerektirmektedir (Olkun & Altun, 2003). Dolayısıyla iki boyutlu gösterimlerden üç boyutlu gösterimlere geçebilmenin ve cisimlerin farklı bağlamlardaki görüntülerini zihinde canlandırabilmenin uzamsal yetenek ile ilişkili olduğu söylenebilir. Nitekim Velez, Silver, Tremaine (2005) uzamsal yeteneğin görsel anlamaya etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca uzamsal yetenek ile problem çözme ve görsellik arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmak üzere yapılan çalışmalar mevcuttur (Guay & McDaniel, 1977; Lean & Clements, 1981). Ancak görselleştirmenin ispat üzerinde etkileri hususunda fikir birliği henüz yoktur (Hanna & Sidoli, 2007).

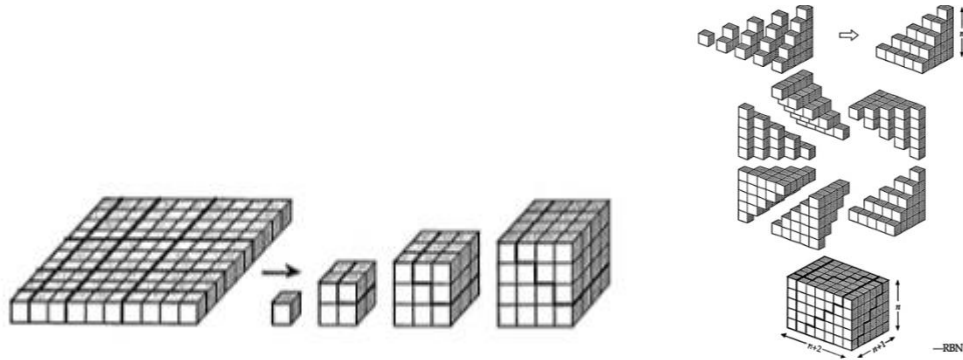
Görsel temsillerin kullanıldığı, sözsüz ispatlar olarak da ifade edilen (Polat & Demircioğlu, 2016) görsel ispatların formal ya da gerçek ispatlar olup olmadığıyla ilgili tartışmalar sürmektedir. Örneğin Fishbein (2002) Pisagor teoreminin Şekil 1'de verilmiş görseli için, teoremin ve ispatın sezgisel şekilde anlaşılmasını sağlayamayacağını belirtmiştir. Çünkü Fishbein'e (2002) göre sezgisel bilgi görsel temsille tanımlanır ancak görsel temsil kendi başına sezgisel bir bilgi değildir. Bu tartışmalara rağmen görsel ispatların matematik eğitiminde önemli araçlar olmalarıyla ilgili fikir birliği vardır (Alsina ve Nelsen, 2010; Bardelle, 2009; Bell, 2011; Gierdien, 2007; Miller, 2012; Nelsen, 1993).



Şekil 1. Pisagor teoremi

Gierdien (2007) görsel ispatları matematiksel bir fikrin ya da teoremin gösteriminde görsel sunumların kullanılması olarak tanımlarken; Alsina ve Nelsen (2010) matematiksel bir ifadenin niçin doğru olduğunu görmemizi sağlayan, hatta teoremin ispatını görselleştiren diyagramlar olarak tanımlamaktadırlar. Matematiksel fikirleri farklı sunuşlar aracılığıyla ilişkilendirmede önemli araçlar olan görsel ispatlar, formüllerin geometrik yorumunu ve şekillerin cebirsel yorumunu yapabilmeye yardımcı olmaktadır (Gierdien, 2007).

Görsel ispatlarda zihinde döndürme, üç boyutlu düşünme ve öteleme kullanılmaktadır. Şekil 2’de görüldüğü üzere bazı görsel ispatlarda üç boyutlu görseller kullanılmaktadır ve bu ispatlar yapılandırılırken bu görsellerin zihinde döndürülmesi, birleştirilmesi ya da parçalara bölünmesi gerekmektedir. Dolayısıyla özellikle üç boyutlu görsellerin kullanıldığı görsel ispatların uzamsal yetenek ile ilişkisinden söz edilebilir. Çünkü uzamsal yetenek 2 ve 3 boyutlu cisimlerin zihinde manipülasyonunu gerektirmektedir.



Şekil 2. Üç boyutlu görsellerin kullanıldığı görsel ispatlar (Nelsen, 1993)

Jones (2001) sözel akıl yürütmenin ve uzamsal akıl yürütmenin, akıl yürütmede yaygın iki yöntem olduğunu belirtmiş ve sözel akıl yürütmeyi; sembollerin anlamlı cümlelerle birleştirilmesiyle düşüncelerin şekillenme süreci olarak, uzamsal akıl yürütmeyi ise; nesnel arasındaki uzamsal ilişkiler aracılığıyla düşüncelerin şekillenme süreci olarak tanımlamış ve çoğu matematikçinin matematiksel ilişkileri görselleştirirken uzamsal yeteneklerini kullandıklarını belirtmiştir. Dolayısıyla uzamsal akıl yürütmenin, matematik ve matematik eğitimi için önemli olduğu söylenebilir. Nitekim Karaman ve Yontar Toğrol (2010) uzamsal düşünmenin, matematik başarısında önemli bir yere sahip olduğunu ve uzamsal yetenek ve matematik başarısı arasında pozitif ilişki bulunduğunu ifade etmişlerdir.

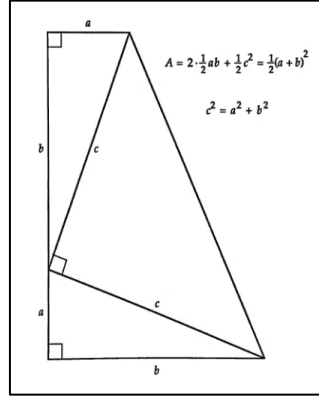
Uzamsal yetenek Linn ve Petersen (1985) tarafından uzamsal algı, uzamsal görselleştirme ve zihinsel rotasyon olmak üzere üç kategoride incelenmiştir. Uzamsal algı; dikkat dağıtıcı bilgilere rağmen uzamsal ilişkileri belirlemeyi gerektirir. Zihinsel rotasyon, bir nesnenin fiziksel rotasyonuna benzer bir bilişsel süreç olarak ortaya çıkmakta olup, hareket esnasında nesnenin pozisyonlarını belirleyebilme ile ilgilidir. Uzamsal görselleştirme ise, zihinsel rotasyondan ayrı olup uzamsal olarak sunulan bilgilerin karmaşık ve çok aşamalı manipülasyonlarını içermekte ve statik bilgileri dinamik bilgilere dönüştürerek doğru cevaba ulaşmayı sağlamaktadır. Olkun ve Altun (2003) uzamsal düşünmeyi nesnelere ait görüntülerde zihinsel oynamalar yapabilmek olarak ifade etmişler ve farklı görüşler olmasına rağmen uzamsal düşünme ile matematiksel düşünme arasında güçlü bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim matematiği öğrenmek için görsel muhakeme ile yeni araçların geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir (Karrass, 2012). Görsel muhakeme matematik eğitiminde yeni bir araştırma alanı olarak ifade edilse de matematik tarihindeki pek çok gelişme görselleştirme ile bağlantılıdır. Pek çok teoremin ispatında diyagramlar kullanılmıştır (Borwein ve Jörgenson, 2002). Çoğu araştırmacı görselleştirmenin matematiksel ispatlara katkılarını araştırmış (Bardelle, 2010) ve ispat ile görsel unsurları birleştirmenin ispatın daha iyi anlaşılmasına sebep olduğunu belirtmişlerdir (Uğurel, Moralı, Karahan, Boz, 2016).

Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

Hollandalı matematik eğitimcileri Pierre van Hiele ve Dina van Hiele Geldof tarafından ortaya konulan van Hiele teorisi, öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini ortaya koyan bir modeldir. Van Hiele teorisi geometriye yön veren bir kuram haline gelmiştir (Gutierrez & Jaime, 1999). Bu kuram ile ilgili olarak öğrenci, öğretmen ve öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin ortaya çıkarılmasına yönelik (Kaleli Yılmaz ve Koparan, 2016; Kurtuluş ve Akay, 2017; Oral ve İlhan, 2012; Şahin, 2008), van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin iyileştirilmesine yönelik (Toluk, Olkun ve Durmuş, 2002), van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin çeşitli değişkenlerle ve ispatla ilişkisini ortaya koymaya yönelik (Çoşkun, 2009; Jupri, 2018; Karrass, 2012; Senkl, 1989;) olmak üzere pek çok çalışma yapılmıştır. Karrass (2012) matematik öğretmen adaylarına görsel ispatlar vermiş ve bu ispatları yapan öğretmen adaylarının görsel akıl yürütmeleri, uzamsal yetenekleri ve van Hiele düzeyleri arasında ilişki olup olmadığını incelemiştir. Senk (1989) ise ispat ve van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiye yönelik çalışma yapmıştır. Pusey'e (2003) göre van Hiele modeli, öğrencilerin formal ispat yapabilmek için geometrik akıl yürütme düzeylerini açıklayan bir modeldir. Teoriye göre geometrik düşünme; görselleştirme, analiz, mantıksal çıkarım öncesi, mantıksal çıkarım ve son düzey olmak üzere 5 düzeydir. Bu düzeyler görsel ispat ile ilişkilendirilerek sunulmaya çalışılmıştır.

Görsel ispatlarda matematiksel ifade veya teorem bir görselle sunulmaktadır. Teoremin anlaşılması için verilen görsel açıklanmalıdır. Öğrenenler verilen görselde görmüş oldukları geometrik şekilleri herhangi bir ilişki kurmaksızın sadece hangi geometrik şekiller olduğunu söylüyorlarsa birinci düzeyde oldukları söylenebilir. Nitekim van de Walle, Karp, Bay-Williams'ye (2014) göre birinci düzeyde öğrenen şekilleri tanır ve adlandırabilir. İkinci düzey olan analiz düzeyinde, bireyler şekilleri oluşturan parçalar arasındaki ilişkiyi fark edebilir ve şekilleri özelliklerine göre sınıflandırabilir (Fuys ve diğerleri, 1988). Bu aşamada öğrenen, şekli oluşturan parçalar arasındaki ilişkiyi ortaya koyabiliyorsa şekle dair analizi doğru biçimde yapabilmektedir. Örneğin Şekil 3'te verilen Pisagor teoremine ait görsel ispatta, öğrenenin görselle

dair açıklama yaparken sadece üçgenleri ve yamuğu fark edebilmesi görselleştirme düzeyiyken; üçgenlerinin bir araya gelmesiyle yamuk oluşması arasında ilişki kurabilmesi analiz düzeyindedir.



Şekil 3. Pisagor teoremine ait görsel ispat (Nelsen, 1993)

İnformal çıkarım düzeyindeki öğrenciler, gözlemlerin ötesine giderek argümanlar ortaya koyabilirler ve daha önceden kavradıkları bilgiler ve kurallar hakkında informal yollarla akıl yürütebilirler (van de Walle vd., 2014). Dolayısıyla öğrenen daha önceden öğrenmiş olduğu Pisagor teoremi ile verilen görseli ilişkilendirebiliyorsa ve alan kavramıyla görseldeki şekillerin alanları arasında ilişki kurabiliyorsa informal çıkarım düzeyinde olduğu söylenebilir.

Çıkarım düzeyinde ise sezgisel olarak yaptığı çıkarımlardan ziyade varsayım hakkında ispat yapmanın gereğini anlayabilir. Bir önceki düzey olan informal çıkarım düzeyinden farkı argümanı takip etmenin ötesine gitmek ve ispata yönelmektir (van de Walle vd., 2014). Öğrenen, Pisagor teoreminin görsel ispatında alanlar arasındaki ilişkiyi fark etmesinin ardından gerekli işlemlerden sonra Pisagor teoremini elde edip teoremi ispatlaması ve bunu üçgende bağıntı olarak ifade edebilmesi ve genelleyebilmesi çıkarım düzeyine ait bir davranış olarak görülebilir.

Geometrik düşünmenin son düzeyi olan sistematik düşünme düzeyine göre somut modellere ihtiyaç yoktur. Çıkarımlardan ziyade aksiyomatik sistemlerin kendileri söz konusudur. Bu düzeyde geometri oldukça soyuttur. Dolayısıyla görsel ispatların farklı aksiyomatik sistemlerle ilişkisi bu çalışmanın konusu değildir. Farklı aksiyomatik sistemlerde görsel ispatlar farklı alanda bir araştırmayı gerekli kılmaktadır. Nitekim van de Walle vd. (2014) bu düzeyin geometri üzerinde yoğunlaşan üniversite matematik programı düzeyinde olduğunu belirtmektedir.

Görsel ispatların gerek ispat becerisi üzerinde olumlu etkisi olduğundan ve bu ispatların görsel akıl yürütmeyi gerektirmesinden dolayı görsel ispatların uzamsal yetenek ve van Hiele geometrik düşünme düzeyleriyle ilişkisini ortaya koymak önemlidir. Uzamsal yetenek ve van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile ilgili ayrı ayrı yapılmış çalışmalar olmasına karşın görsel ispatlarla ilişkisini inceleyen çalışmalar çok azdır. Bu bağlamda bu çalışma gelecekte görsel ispatların kullanılmasının uzamsal yeteneğe ve van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisinin araştırılması için ayrıca önemlidir. Bu çalışma ile eğitim alanında son yıllarda kullanılmaya başlanan görsel ispatların van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve uzamsal yetenek ile ilişkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında cevabı aranan alt problemler aşağıdaki gibidir:

- İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve görsel ispat düzeyleri nedir?
- İlköğretim matematik öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve görsel ispat becerileri arasındaki ilişki nedir?
- İlköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile görsel ispat becerileri arasındaki ilişki nedir?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Çalışmada öğretmen adaylarının görsel ispat becerisi, uzamsal yetenek ve van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Veriler toplanmaya başlanmadan önce gerekli izinler alınmıştır. Katılımcılara vermiş oldukları cevapların bilimsel bir çalışma için kullanılacağı bilgisi verilmiştir. Çalışma, değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklaması sebebiyle nicel araştırma yönteminin bir çeşidi olan korelasyonel araştırmadır. Korelasyonel araştırmalar, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkileri betimlemek amacıyla yürütülür ve ilişkiler betimlenirken değişkenlerin birbirini ne kadar etkileyip etkilemediğine bakılmaz (Tanrıoğen, 2009).

Evren ve Örneklem

Bu çalışma Türkiye’de bir devlet Üniversitesi’nde İlköğretim Matematik Öğretmenliğinde öğrenim gören 2. 3. ve 4. sınıftaki öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür. Çalışmaya birinci sınıftaki öğretmen adaylarının alınmamasının sebebi, ispat yöntemleriyle ilgili temel dersleri almamış olmalarıdır. Çalışmaya 2. sınıftan 31, 3. sınıftan 28 ve 4. sınıftan 26 olmak üzere toplam 85 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmanın örnekleme sistematik rastgele örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Sistematik rastgele örnekleme yönteminde araştırmacı hangi grupta çalışacağına karar verir ve bazı değişkenleri göz önüne alarak katılımcıları rastgele seçer (Metin, 2014). Nitekim bu çalışmada öğretmen adaylarının temel ispat becerileri ile ilgili dersleri almış olmaları için 1. sınıflar araştırmaya dâhil edilmemiş, 2, 3 ve 4. sınıf öğretmen adayları çalışmaya dâhil edilmiştir. 2, 3 ve 4. sınıf düzeyinin her birinde yaklaşık olarak eşit sayıda öğretmen adayı bulunmakta olup uygulamanın yapıldığı derste bulunan öğretmen adayları çalışmada yer almıştır. Araştırmanın örnekleme ile ilgili bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Örneklemeye ait bilgiler

Sınıf Düzeyi	Cinsiyet		Toplam
	Kız	Erkek	
2. Sınıf	24	7	31
3. Sınıf	22	6	28
4. Sınıf	21	5	26
Toplam	67	18	85

Veri Toplama Araçları

Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri, uzamsal yetenekleri ve görsel ispat becerileri arasındaki ilişkiyi ölçmek için Usiskin (1982) tarafından geliştirilen, Duatepe (2000) tarafından Türkçe’ye uyarlanan van Hiele geometri testi, Sezen Yüksel (2017) tarafından

geliştirilen uzamsal yetenek testi ve Polat (2018) tarafından geliştirilmiş olan görsel ispat beceri testi veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Korelasyonel çalışmalarda geçerlik ve güvenilirliğin sağlanmasında baş ölçüt; veri toplama araçlarının geçerliği ve güvenilirliğidir (Metin, 2014). Çalışmada kullanılan veri toplama araçları geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olan Polat'ın (2018) doktora tez çalışmasında kullanmış olduğu görsel ispat testi, Sezen Yüksel'in (2017) geliştirmiş olduğu uzamsal düşünme testi ve van Hiele geometrik düşünme testidir. Polat'ın (2018) çalışmasında kullanılan görsel ispat beceri testinde gerek cebir, gerekse geometri sorularına yer verilerek görsel ispatların kullanıldığı farklı alanları yeterince kapsamaya çalışılmıştır. Testin pilot çalışması yapılmış olup, testin sorularının açık uçlu sorular olması sebebiyle şans başarısının önüne geçilmiştir. Soruların puanlama cetveli ise Boero'un (1999) ispat modelini öğrencilere uyarlayan Heinze ve Reiss (2004)'ün ispat aşamalarına göre oluşturulmuş olup uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Sezen Yüksel (2017) ise veri toplama aracının güvenilirlik çalışmasında Cronbach α iç tutarlılık katsayısını göz önünde bulundurmuş ve katsayıyı ,85 olarak bulmuştur. Ayrıca testin yapı geçerliğine kanıt oluşturmak amacıyla Winter, Lappan, Fitzgerald ve Shroyer (1989) tarafından hazırlanan testi aynı çalışma grubuna uygulamış ve uygulama sonucunda iki testten elde edilen veriler arasındaki korelasyon katsayısını 0,66 olarak hesaplamıştır. Van Hiele testi ise Usiskin (1982) tarafından geliştirilmiş olup Türkçe'ye Duatepe (2000) tarafından uyarlanmış ve geçerlik güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır.

Veri Analizi

Polat (2018) tarafından geliştirilen görsel ispat testi on tane açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Her bir soru 10'ar puan olup uzmanlar tarafından modelin aşamalarına uygun olarak puanlama cetveli oluşturulmuştur. Puanlama cetvelinde modelin birinci aşaması olan "şeklin incelenmesi" aşamasında ve beşinci aşaması olan "sonuca ulaşabilme" aşamasında davranışın kısmen gözlenmesi durumu olduğu için "davranış gözlemlenmiştir, davranış kısmen gözlemlenmiştir ve davranış gözlemlenmemiştir" olmak üzere üç durum söz konusudur. Diğer aşamalar için ise "davranış gözlemlenmiştir ve davranış gözlemlenmemiştir" olmak üzere iki durum bulunmaktadır. Sezen Yüksel'in (2017) geliştirmiş olduğu uzamsal yetenek testinde 4'er seçenekli 27 test sorusu bulunmakta olup soruların her biri aynı puan değerine sahiptir. Görsel ispat testinden alınan puanlar 100'lük sistemde verildiğinden uzamsal yetenek testinden alınan puanlar da 100'lük sisteme çevrilerek sunulmuştur.

Çalışmada testlerden alınan puanlar SPSS 17.00 paket programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini ortaya çıkarmak için normallik testi yapılmıştır. Testlerden alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediği, Kolmogorov-Smirnov testine, çarpıklık (skewness)-basıklık (kurtosis) katsayılarına bakılarak incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının sırasıyla çarpıklık ve basıklık standart hatasına bölündüğünde elde edilen değer -1,96 ile +1,96 arasında kalıyorsa dağılım normal kabul edilmektedir (Can, 2014). Verilerin analizi sonucunda basıklık-çarpıklık katsayıları ve Kolmogorov-Smirnov testinin sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Veri setinin normallik testi

	Basıklık	Basıklık S.H.	Çarpıklık	Çarpıklık S.H.	Kolmogorov-Smirnov
Görsel İspat	,377	,517	,350	,261	,067
Uzamsal Yetenek	-,397	,517	-,423	,261	,026

Tablo 2’de görsel ispat testi için, Kolmogorov-Smirnov testinin sonucunun $p > ,05$ olduğu görülmektedir. Ayrıca basıklık 0,377, standart hata 0,517; çarpıklık 0,350 ve standart hata 0,261 çıkmıştır. Çıkan çarpıklık ve basıklık katsayılarının sırasıyla çarpıklık ve basıklık standart hatasına oranı -1,96 ile +1,96 arasında kalmıştır. Ayrıca Kolmogorov-Smirnov testinin sonucuna göre de dağılımın normal olduğu söylenebilir. Uzamsal yetenek testinde ise basıklık -0,397, standart hata 0,517; çarpıklık -0,423 ve standart hata 0,261 çıkmıştır. Çıkan çarpıklık ve basıklık katsayılarının sırasıyla çarpıklık ve basıklık standart hatasına oranı -1,96 ile +1,96 arasında değildir. Ayrıca Kolmogorov-Smirnov testinin sonucuna göre de uzamsal yetenek testinin sonuçları normal dağılım göstermemektedir.

Korelasyonel çalışmalarda korelasyona bakmak için Pearson, Spearman ve Kendall’s Tau korelasyon katsayılarına bakılmaktadır. Pearson korelasyon katsayısı sürekli ve normal dağılımlı veriler için kullanılırken; Spearman korelasyon katsayısı normal dağılım göstermeyen verilerin arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için kullanılan parametrik olmayan bir testtir. Kendall’s Tau korelasyon katsayısı da normal dağılım göstermeyen daha küçük veri setleri için kullanılmaktadır (Field, 2009). Ayrıca Spearman korelasyon katsayısı sınıflamalı ölçme düzeyinde ölçülen iki değişken arasındaki ilişki için (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2012) ve değişkenlerin en az biri sıralı veri türünde olduğunda ya da değişkenlerin aralık/oran ölçeği ile ölçülmesine rağmen normal dağılıma sahip olmadıklarında kullanılmaktadır (Bursal, 2017). Van Hiele geometrik düşünme testi 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmakta olup, 1-5. sorular 1. düzeyi, 6-10. sorular 2. düzeyi, 11-15. sorular 3. düzeyi, 16-20. sorular 4. düzeyi, 21-25. sorular ise 5. düzeyi ölçmeye yöneliktir. Her bir düzeyi geçebilmek için o düzeye ait 5 sorudan en az 3’ünü doğru cevaplamak gerekmektedir. Örneğin öğrenci 1. düzeydeki sorulardan en az 3’ünü, 2. düzeydeki sorulardan en az 3’ünü cevaplayabilmiş, ancak 3, 4 ve 5. düzeydeki her bir 5 sorulardan en az 3’ünü cevaplayamamışsa öğrenci 2. düzeydedir (Usiskin, 1989). Dolayısıyla van Hiele testinin verileri sıralı veri türünde olduğu için bu çalışmada görsel ispat becerisinin van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile ilişkisi olup olmadığını ortaya çıkarmak için Spearman korelasyon katsayısına bakılmıştır. Ayrıca uzamsal yetenek testinin sonuçları normal dağılım göstermediğinden görsel ispat becerisinin uzamsal yetenek ile ilişkisi olup olmadığını ortaya çıkarmak için de Spearman korelasyon katsayısına bakılmıştır.

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde alt problemlere ilişkin bulgular ve yorumlar yer almaktadır. Bulgular kısmı 1. alt probleme yönelik ve 2. ile 3. alt probleme yönelik bulgular olmak üzere iki alt başlık halinde sunulmuştur.

Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular

Araştırmanın ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini, van Hiele geometrik düşünme düzeylerini ve görsel ispat düzeylerini belirlemeye yönelik alt problemine ait betimsel istatistikler Tablo 3 ve Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 3 görsel ispat ve uzamsal yetenek testlerinden alınan puanlara ilişkin betimsel istatistikleri, Tablo 4 ise, van Hiele geometrik düşünme düzeyinin sınıflara göre dağılımını sunmaktadır.

Tablo 3. Puanlara yönelik betimsel istatistikler

	N	A.O	S.S	Min	Max
Görsel ispat beceri	85	40,55	13,59	5	77

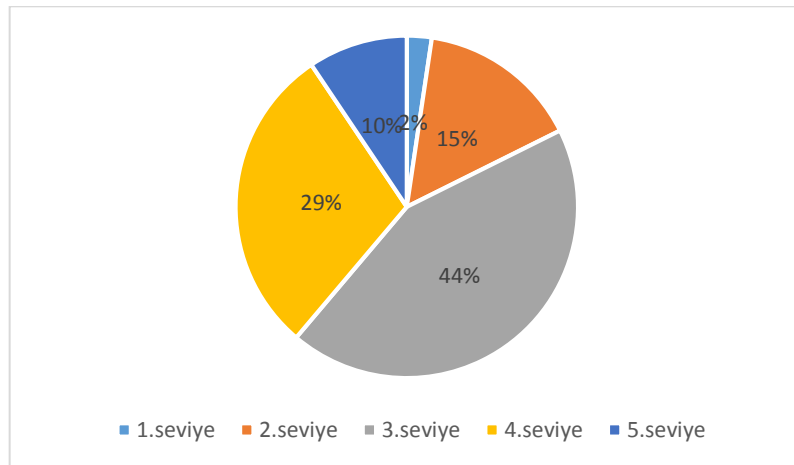
Uzamsal düşünme	85	67,27	12,50	37	93
-----------------	----	-------	-------	----	----

Tablo 3'te görsel ispat testinden alınan puanların ortalamasının 40,55, uzamsal yetenek testinden alınan puanların ortalamasının 67,27 olduğu görülmektedir. Ayrıca görsel ispat testinden alınan en düşük puan 5 iken; uzamsal yetenek testinden alınan en düşük puan 37 ve görsel ispat testinden alınan en yüksek puan 77; uzamsal yetenek testinden alınan en yüksek puan ise 93'tür. Görsel ispat ve uzamsal yetenek testinden alınan puanların ortalaması incelendiğinde öğretmen adaylarının görsel ispat beceri testinden almış oldukları puanların uzamsal yetenek testinden alınan puanlara kıyasla daha düşük olduğu söylenebilir. Nitekim görsel ispat beceri testinden alınan en düşük puanın 5, en yüksek puanın 77 olması öğretmen adaylarının görsel ispat testinde yer alan soruları çözemediklerinin bir göstergesidir.

Tablo 4. Van hiele geometrik düşünme düzeylerinin sınıflara göre dağılımı

	1.seviye	2.seviye	3.seviye	4.seviye	5.seviye
2.sınıf	1	8	13	8	2
3.sınıf	1	5	11	8	3
4.sınıf	-	-	13	9	3

Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin sınıflara göre dağılımının yer aldığı Tablo 4 incelendiğinde, 2. sınıftaki öğretmen adaylarından biri, 1. seviyede; 8'i 2. seviyede; 13'ü 3. seviyede; 8'i 4. seviyede ve 2'si 5. seviyede; 3. sınıftaki öğretmen adaylarından biri, 1. seviyede; 5'i 2. seviyede; 11'i 3. seviyede; 8'i 4. seviyede ve 3'ü 5. seviyede yer almaktadır. 4. sınıftaki öğretmen adaylarından ise 1 ve 2. seviye bulunmamakla birlikte; öğretmen adaylarından 13'ü 3. seviyede; 9'u 4. seviyede; 3'ü de 5. seviyede yer almaktadır. Tablo 4'te görüldüğü üzere 37 öğretmen adayı 3. düzeydedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının çoğunun 3. düzeyde olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının van Hiele düzeylerinin yüzde grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'te görüldüğü üzere en düşük düzey olan 1. düzeyde yer alan öğretmen adaylarının sayısının oranı % 2 iken; en yüksek düzey olan 5. düzeyde yer alan öğretmen adaylarının sayısının oranı %10'dur.



Şekil 4. Öğretmen adaylarının van Hiele düzeylerinin yüzde grafiği

Şekil 4 incelendiğinde öğretmen adaylarının % 2'si 1. seviyede; % 15'i 2. seviyede; % 44'ü 3. seviyede; % 29'u 4. seviyede ve % 10'u 5. seviyededir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının % 61'nin mantıksal çıkarım seviyesinin altında olduğu söylenebilir. Yani van Hiele teorisine göre bu

durum, çalışmadaki öğretmen adaylarının %17'sinin ancak şekilleri tanıyıp, şekiller arasındaki ilişkileri fark edebileceği, % 44'ünün daha önceden kavradıkları bilgiler ve kurallar hakkında informal yollarla akıl yürütebileceği, %39'unun ise ispat yapabileceği anlamına gelmektedir.

İkinci ve Üçüncü Alt Probleme Yönelik Bulgular

Çalışmanın “İlköğretim matematik öğretmen adaylarının görsel ispat becerileri ile van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasında bir ilişki var mıdır?” alt problemine ilişkin Spearman korelasyon katsayısına bakılmış ve analizden elde edilen sonuçlara göre orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmüştür.

Van Hiele geometrik düşünme düzeyi ve görsel ispat becerisi puanları arasında Spearman korelasyon katsayısı ($r_s=,344$; $p=,001$) için hesaplanan anlamlılık değeri $p<,05$ olduğundan, van Hiele geometrik düşünme düzeyi ve görsel ispat becerisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucu çıkmıştır. $,30 < |r| \leq ,70$ değeri Büyüköztürk'e (2011) göre orta kuvvette ilişkinin olduğu aralık olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla yapılan analize göre korelasyon katsayısının mutlak değeri değişkenler arasında orta düzeyde bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuca göre görsel ispat yapabilme becerisi yüksek olan öğretmen adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin de yüksek olduğu ve van Hiele geometrik düşünme düzeyi düşük olan öğretmen adaylarının görsel ispat becerilerinin de düşük olduğu söylenebilir.

“İlköğretim matematik öğretmen adaylarının görsel ispat becerileri ile uzamsal yetenekleri arasında bir ilişki var mıdır?” alt problemine ilişkin Spearman korelasyon katsayısına bakılmış ve analizden elde edilen sonuçlara göre anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Görsel ispat becerisi ve uzamsal yetenek puanları arasında Spearman korelasyon katsayısı ($r_s=,162$; $p=,139$) için hesaplanan anlamlılık değeri $p>,05$ olduğundan görsel ispat becerisi ve uzamsal yetenek arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin 3. düzeyde yoğunlaştığı görülmüştür. Benzer sonuç Oral ve İlhan'ın (2012) çalışmasında da görülmüştür. Kurtuluş ve Akay'ın (2017) matematik öğretmeni adaylarıyla yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının %40'ının 2. seviyede, %3'lük kısmının 4. seviyede oldukları, Kaleli Yılmaz ve Koparan'ın (2016) çalışmasında ise %40'nun 1. seviyede, %30'unun ise 3. seviyede yer aldığı ve 5. seviyeye erişen öğretmen adayının bulunmadığı belirtilmiştir. Dolayısıyla matematik öğretmeni adaylarının 1, 2 ve 3. seviyede yığıldıkları ve üst düzeylere erişemedikleri ya da çok azının erişebildiği söylenebilir. Sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde ise öğretmen adaylarının ilk iki seviyede yığıldıkları, 3. seviyede az, 4 ve 5. seviyelere ise neredeyse ulaşan öğretmen adayı bulunmadığı sonuçları elde edilmiştir (Gökbulut, Sidekli ve Yangın, 2010; Toluk ve Olkun, 2004). Benzer durum yurt dışında öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmaları inceleyen Pusey'in (2003) çalışmasında da belirtilmiştir. Dolayısıyla matematik öğretmeni adaylarının ispat yapma için uygun seviyeye erişemedikleri söylenebilir. Nitekim 3. seviye, ispatta informalden formale geçiş evresi olarak görülmektedir. 3. seviyede yer alan bir öğrencinin kendi başına ispat yapamayacağı ancak 4. seviyede bulunanların formal ispat yapabileceği düşünülmektedir (Senkl, 1989). Gutierrez ve Jaime'e (1998) göre ise 4. seviyedeki bir öğrenci farklı ispat türlerini de yapabilmelidir.

Bu çalışmada kullanılan görsel ispat beceri testinden alınan puanlara göre ilköğretim matematik öğretmen adaylarının görsel ispat düzeyleri yüksek değildir. Polat'ın (2018) lise öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada da benzer durum söz konusudur. Ayrıca Demircioğlu ve Polat'ın (2016) ortaöğretim matematik öğretmen adaylarıyla yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının çoğu uzamsal düşünmeyi ve matematiksel bilgileri kullanmayı gerektiren görsel ispatları yaparken zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının uzamsal yetenek testinde görsel ispat testine nazaran daha iyi oldukları görülmüştür. Bu durumun sebebi olarak öğretmen adaylarının uzamsal yetenek testinde yer alan durumlarla daha önceleri karşılaşmış olmaları gösterilebilir. Çalışmada görsel ispat becerisi ve uzamsal yetenek arasında anlamlı bir ilişki bulunamamış olması beklenenin aksine bir sonuçtur. Çünkü özellikle görsel ispatlarda zihinde döndürme, öteleme gibi uzamsal yetenekler önemli rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalarda da görsel ispatlar ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiden söz edilmektedir (Cain, 2019; Lam, 2007). Ayrıca Demircioğlu ve Polat'a (2016) göre görsel ispatlarla uğraşmak öğrenciyi zorlamakla beraber uzamsal muhakeme becerisini geliştirme potansiyeline sahiptir. Ancak görsel ispatlar zihinde döndürme, öteleme, çevirme gibi uzamsal yeteneğin bir parçası olarak görülen zihinsel işlemlerin yanında çeşitli matematiksel bilgileri kullanmayı da gerektirmektedir. Dolayısıyla görsel bir ispatı anlamak için uzamsal yeteneğin yanında başka bilgilere de ihtiyaç vardır. Bu durum ile ilgili olarak görsel ispatlar ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkinin derinlemesine incelenmesi için nitel çalışmalar ve farklı uzamsal yetenek testlerinin kullanıldığı çalışmalar yapılabilir.

Bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlardan bir diğeri van Hiele geometrik düşünme düzeyi ve görsel ispat becerisi arasında anlamlı bir ilişki olmasıdır. Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve görsel ispat becerileri arasında böyle bir ilişkinin olması şaşırtıcı değildir. Nitekim yapılan araştırmalara göre ispat ve van Hiele düzeyleri arasında ilişki mevcuttur (Çoşkun, 2009; Fuys, 1988; Jupri, 2018; Karrass, 2012; Senk, 1989; Usiskin, 1982). Ayrıca görsel ispatları kullanarak matematik öğretmen adaylarının görsel akıl yürütmeleri ve van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştıran Karrass (2012), geometrik düşünmede üst düzeylerde yer alan öğretmen adaylarının görsel ispatları ispatlamada daha iyi olduklarına dair elde etmiş olduğu sonuç bu çalışmanın sonucu ile uyumludur. Ayrıca Jupri (2018) sınıf öğretmeniyle yapmış olduğu çalışmada, van Hiele modeli çerçevesinde hazırlanmış 5 derslik eğitim sonunda öğretmenlerin tümdengelimsel düşünme ve geometrik ispatlarda yeterli düzeye ulaşamadığı ancak van Hiele teorisine göre hazırlanmış uzun soluklu bir eğitimle öğretmenlerin tümdengelimsel düşünme ve geometrik ispatlardaki gelişiminin incelenmeye değer olduğunu belirtmiştir. Ayrıca görsel ispatlarda ispatın anlaşılabilmesi için görseller ve görsellerin birbiri ile ilişkisinin analiz edilmesi gerekmektedir. Toluk, Olkun ve Durmuş (2002) görsel modellerle desteklenmiş geometri öğretimi ile ilgili deneysel çalışmalarında, görsel modellerin geometrik düşünme düzeylerine pozitif yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla görsel ispatlar ile ilgili etkinliklerin öğrencilerin van Hiele geometri düşünme düzeylerinin gelişimi için pozitif yönde etkisi olabileceği söylenebilir. Bu nedenle görsel ispatlar ile ilgili eğitimin van Hiele geometrik düşünme düzeyine etkisini araştırmak için deneysel çalışmaların yapılmasının da alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA / REFERENCES

- Alsina, C., & Nelsen R. (2010). An invitation to proofs without words. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 3(1), 118-127. Retrieved from http://www.labjor.unicamp.br/comciencia/files/matematica/ar_roger/ar_roger.pdf
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215–241.
- Bardelle, C. (2010). *Visual proofs: An experiment*. In V. Durand-Guerrier et al (Eds), Paper presented at the annual meeting of CERME6, Lyon, France. INRP, 251-260. Retrieved from <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg2-08-bardelle.pdf>
- Bell, C. J. (2011). Proof without words: A visual application of reasoning. *Mathematics Teachers*, 104(9), 690–695. Retrieved from <http://is234mathforum.webs.com>
- Borwein, P., & Jörgenson, L. (2002). Visible structures in number theory. *The American Mathematical Monthly*, 108(5), 897-910. Retrieved from https://www.maa.org/sites/default/files/pdf/upload_library/22/Ford/Borwein897-910.pdf
- Bursal, M. (2017). *SPSS ile temel veri analizleri*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (14. baskı). Pegem Akademi: Ankara
- Cain, A. J.(2019). Visual thinking and simplicity of proof. *Philosophical Transactions A*. 377 (2140) Doi: <https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0032>
- Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (2.baskı). Ankara:Pegem Yayınevi.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve Lisrel uygulamaları* (2.baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çilingir Altner, E. (2018). İlkokul öğrencilerinin uzamsal düşünme ile yapboz oyunlarındaki becerileri arasındaki ilişki. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 75 -87.
- Çoşkun, F. (2009). Ortaöğretim öğrencilerinin van Hiele geometri anlama seviyeleri ile ispat yazma becerilerinin ilişkisi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Demircioğlu, H., Polat, K. (2016). Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının sözsüz ispatlar ile ilgili yaşadıkları zorluklar hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 81-89.
- Duatepe, A. (2000). An investigation of the relationship between van Hiele geometric level of thinking and demographic variable for pre-service elementary school teacher (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duval R. (1999). Representation, vision and visualization: Cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. In F. Hitt & M. Santos (Eds.), *Proceedings of the Twenty-first Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Mexico, 1, 3-26. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED466379.pdf>
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3th Edition). Los Angeles: Sage
- Fishbein, E. (2002). *Intuition in science and mathematics*. New York: Kluwer Academic Publishers.

- Flores, A. (2000). *Geometric representations in the transition from arithmetic to algebra*. In F. Hitt (Ed.), North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. *Representation and Mathematics Visualization* (pp. 9-29).
- Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education*, 3, 1-196
- Giaquinto, M. (2007). *Visual thinking in mathematics: an epistemological study*. Oxford University Press: New York. [doi: 10.1093/acprof:oso/9780199285945.001.0001](https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199285945.001.0001)
- Gierdien, F. (2007). From "Proofs without words to proofs that explain" in secondary mathematics. *Pythagoras*, 65, 53 – 62. [doi:10.4102/pythagoras.v0i65.92](https://doi.org/10.4102/pythagoras.v0i65.92)
- Gökbulut, Y., Sidekli S., & Yangın, S. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünce düzeylerinin bazı değişkenlere göre (Lise türü, lise alanı, lise ortalaması, ÖSS puanları, lisans ortalamaları ve cinsiyet) incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 375-39.
- Guay, R. B., & McDaniel, E. D. (1977). The relationship between mathematics achievement and spatial abilities among elementary school children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 8(3), 211-215.
- Gutierrez, A., & Jaime, A. (1998). On the assessment of the van Hiele levels of reasoning. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 20(2-3), 27-46.
- Gutierrez, A., & Jaime, A. (1999). Preservice teachers' understanding of the concept of altitude of a triangle. *Journal of Mathematics Teacher Education* 2, 253-275.
- Hanna, G., & Sidoli, N. (2007). Visualisation and proof: A brief survey of philosophical perspectives. *ZDM Mathematics Education*, 39(1-2), 73-78. [doi:10.1007/s11858-006-0005-0](https://doi.org/10.1007/s11858-006-0005-0)
- Hershkowitz, R (1989), Visualization in geometry: Two sides of the coin. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1-2), 61-76.
- Jones, K. (2001). Spatial thinking and visualization. In *Teaching and learning geometry* (pp. 11-19): A report of the Royal Society/Joint Mathematical Council Working Group, edited by The Royal Society.
- Jupri, A. (2018). Using the Van Hiele theory to analyze primary school teachers' written work on geometrical proof problems. 4th International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1013 (2018) 012117 [doi :10.1088/1742-6596/1013/1/012117](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012117)
- Kaleli Yılmaz, G., & Koparan, T. (2016). The effect of designed geometry teaching lesson to the candidate teachers' van Hiele geometric thinking level. *Journal of Education and Training Studies*, 4(1), 129-140.
- Karaman, T., & Toğrol, A. Y. (2010). Relationship between gender, spatial visualization, spatial orientation, flexibility of closure abilities and performance related to plane geometry subject among sixth grade students. *Bogazici University Journal Education*, 26(1), 1-25.
- Karrass, M. (2012). *Diagrammatic Reasoning Skills of Pre-Service Mathematics Teachers*. (Doctoral dissertation). Retrieved from ProQuest LLC.
- Kurtuluş, A., & Akay, S. (2017). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve beyin baskınlıklarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 38-61.
- Lam, T. T. (2007). Contextual approach in teaching mathematics: an example using the sum of series of positive integers, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(2), 273-282, [Doi: 10.1080/00207390600913376](https://doi.org/10.1080/00207390600913376)
- Lean, G., & Clements, M. A. (1981). Spatial ability, visual imagery, and mathematical performance. *Educational Studies in Mathematics* 12, 267-299.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in

- Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Metin, M. (2014). *Kuramdan uygulamaya bilimsel araştırma yöntemleri* (1. baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Miller R. L. (2012). On Proofs Without Words. Retrieved from: <http://www.whitman.edu/mathematics/SeniorProjectArchive/2012/Miller.pdf>
- Nelsen. R. (1993). *Proofs without words: Exercises in visual thinking*. Washington: Mathematical Association of America.
- Olkun, S., & Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 86-115.
- Oral, B., & İlhan, M. (2012). İlköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 201-219.
- Polat, K., & Demircioğlu, H. (2016). Matematik eğitiminde sözsüz ispatlar: Kuramsal bir çalışma. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 129-140. [doi:10.14582/DUZGEF.686](https://doi.org/10.14582/DUZGEF.686)
- Polat, K. (2018). Alternatif bir ispat yöntemi olarak sözsüz ispatlar: Lise öğrencilerinin ispat yapabilme becerilerinin incelenmesi (Yayımlanmamış doktora tezi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Pusey, E. L. (2003). The van Hiele model of reasoning in geometry: A literature review. (Yüksek Lisans Tezi). North Carolina State University.
- Senkl, S. L. (1989). Van hiele levels and achievement in writing geometry proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 309-321.
- Sezen Yüksel, N. (2017). Measuring Spatial Visualization: Test Development Study. *Visual-spatial Ability in STEM Education: Transforming Research into Practice*. Khine, Myint Swe (Ed.). s.59-84.) : Springer.
- Şan, İ. (2012). Matematik Öğretiminde Görselleştirme. *Journal of Qafqaz University*, 34, 109-123. <https://www.researchgate.net/publication/283211854> adresinden edinilmiştir.
- Şahin, O. (2008). Sınıf öğretmenlerinin ve sınıf öğretmeni adaylarının van Hiele geometrik düşünme düzeyleri (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Tanrıoğen, A. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Toluk, Z., & Olkun, S. ve Durmuş, S. (2002). Problem merkezli ve görsel modellerle destekli geometri öğretiminin sınıf öğretmenliği öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi:2 (p.1118- 1123), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Thornton, S. (2001). A Picture is worth a thousand words. Retrieved from <http://math.unipa.it/grim/AThornton251.PDF>
- Türnüklü, E., Özcan, B. N. (2014). Öğrencilerin geometride RBC teorisine göre bilgiyi oluşturma süreçleri ile van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişki: Örnek olay çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(27), 295-316
- Uğurel, I., Morali, H. S., Karahan, Ö., & Boz, B. (2016). Mathematically gifted high school students' approaches to developing visual proofs (vp) and preliminary ideas about VP. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(3), 174-197. [doi:10.18404/ijemst.61686](https://doi.org/10.18404/ijemst.61686)
- Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. University of Chicago. ERIC Document Reproduction Service.

- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. W. (2014). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (S. Durmuş çev. ed.). Ankara: Nobel Yayınları. (Çalışmanın orijinali 2010'da yayımlanmıştır)
- Velez, M.C., Silver, D., Tremaine, M. (2005). Understanding Visualization Through Spatial Ability Differences, *Proceedings of the IEEE Visualization Conference (VIS 2005; 511–518)*. New York: IEEE.
- Winter, J.W., Lappan, G., Fitzgerald, W. & Shroyer, J. (1989). Middle Grades Mathematics Project. Spatial Visualization. N. Y. Addison- Wesley.