

The Van Hiele Geometric Thinking Levels and Learning Styles of Undergraduate Students *

Ayça Akın^a and Seda Sezgin^b

^aMinistry of Education, Kepez, Antalya, Turkey (ORCID: 0000-0002-6107-3487)

^bMinistry of Education, Muratpaşa, Antalya, Turkey (ORCID: 0000-0002-6280-5408)

Article History: Received: 12 November 2021; Accepted: 28 March 2022; Published online: 30 April 2022

Abstract: This study reveals the relationship between the Van Hiele geometric thinking skills and the learning styles of undergraduate students. This study, designed following the comparative relational survey model, used the Kolb learning style inventory and the Van Hiele geometric thinking test as two different data collection tools to determine the participants' Van Hiele geometric thinking skills and learning style preferences. 444 university students participated in this research; 229 were females, and 225 were males. The students' age varies between 17 and 36, and the average age is 20.83. According to Kolb's classification, the university students' learning style preferences were divided into four groups: divergent, assimilator, accommodator, and converger. As a result of the study, university students' preferred learning styles were converger, assimilator, divergent, and accommodator. Additionally, this study revealed that the number of university students at levels 1 (analysis) and 2 (informal deduction) constituted the vast majority of participants in terms of Van Hiele's geometric thinking levels. This research showed that convergent learners had the highest mean score on the Van Hiele geometric thinking test, while divergent learners had the lowest mean score on the Van Hiele geometric thinking test (VHGTT). Furthermore, the one-way analysis of variance revealed a statistically significant difference in students' VHGTT scores according to their learning style preferences. The Least Significant Difference (LSD) test showed that converger and assimilator learners had significantly higher mean scores on the VHGTT than divergent learners. Based on these significant results, the theoretical and practical implications are discussed, providing directions for future research.

Keywords: Geometric thinking, Learning styles, Kolb Experiential learning, Undergraduate students

Öz: Bu araştırmanın amacı, üniversite öğrencilerinin öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme becerileri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Karşılaştırmalı ilişkisel tarama modeli bağlamında desenlenen bu çalışmada katılımcıların Van Hiele geometrik düşünme becerilerini ve öğrenme stili tercihlerini belirlemek için Kolb öğrenme stili envanteri ve Van Hiele geometrik düşünme testi iki farklı veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmaya toplam 444 üniversite öğrencisi katılmıştır. Katılımcıların 229'u kız ve 225'i erkektir. Öğrencilerin yaşı 17 ile 36 arasında değişim göstermekte olup yaş ortalaması 20.83'tür. Üniversite öğrencilerinin öğrenme stili tercihleri, Kolb'un sınıflandırmasına göre değiştiren, özümseyen, yerleştiren ve ayırıştırıcı olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda üniversite öğrencilerinin en çok tercih ettikleri öğrenme stilleri sırasıyla ayırıştırıcı, özümseyen, değiştiren ve yerleştiren olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından seviye 1 (analiz) ve seviye 2'deki (formal olmayan çıkarım) üniversite öğrencilerinin sayısı katılımcıların büyük çoğunluğunu oluşturduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu araştırma, ayırıştırıcı öğrenenlerin Van Hiele geometrik düşünme testinde en yüksek ortalama puanına sahip olduğunu, değiştiren öğrenenlerin ise Van Hiele geometrik düşünme testinin (VHGDT) en düşük ortalama puanına sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, tek yönlü varyans analizi sonuçları, üniversite öğrencilerinin VHGDT puanlarında öğrenme stili tercihlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Asgari Önemli Fark (Least Significant Difference, LSD) testi bulguları ayırıştırıcı ve özümseyen öğrenenlerin VHGDT'deki puan ortalamalarının değiştiren öğrenenlerden anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu önemli sonuçlara dayanarak, teorik ve pratik sonuçlar gelecekteki araştırmalar için talimatlar sunarak tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geometrik düşünme, Öğrenme stilleri, Kolb Deneyimsel öğrenme, Üniversite öğrencileri

[Türkçe sürüm için tıklayınız](#)

1. Introduction

Learning styles have a vital role in students' mathematics learning process and achievement. Learning styles highlight that each individual's learning process may differ, and learning can vary according to the individual based on their cognitive process. It has become essential to plan teaching activities by considering students' different learning styles following individual differences in recent years. Teaching activities that integrate students' learning styles and the Van Hiele geometric thinking model will be beneficial, especially within the scope of geometry teaching (Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004).

Van Hiele's geometric thinking consists of students' geometrical understanding and their development in geometry. Van Hiele (1959) gathered the mental development stages in geometry at five different levels, and each Van Hiele level provides information about what students think about the geometric concepts. The Van

Corresponding Author: Ayça Akın  [email: aycaakin07@gmail.com](mailto:aycaakin07@gmail.com)

* The study is an extended version of the oral presentation presented at 5th International Symposium of Turkish Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 28-30th October, 2021, Alanya, Turkey.

Citation Information: Akın, A. & Sezgin, S. (2022). The Van Hiele geometric thinking levels and learning styles of undergraduate students. *Turkish Journal of Mathematics Education*, 3(1), 16-28.

Hiele levels are described in detail, and the first of Van Hiele's geometric understanding levels is level 0, known as the visualization period (Terzi, 2010). Students at this level name geometric shapes only according to their appearance; they do not know the properties of shapes. They are not aware that any shape and its different stance are the same. They can choose the shape among other shapes (van De Walle, 2004). At the 1st level, also known as the analysis level, students know shapes properties and explain them following these properties. They know each feature independently and cannot associate features with each other. They can draw the shape according to the features they know. They can explore shape properties experimentally through paper folding and cutting (van De Walle, 2004). The 2nd level, known as an informal deduction, points to a pre-logical inference. Students who have passed this level can now establish a relationship between the properties of shapes. They will know that a rectangle is also a parallelogram. Definitions, axioms, and rules are now understandable to students. Students can monitor any argument/proof made; however, they cannot provide proof themselves (van De Walle, 2004). Within the Van Hiele levels, the 3rd level is called formal deduction. Students at this level can establish relationships in geometry and rank them. They can handle axioms, definitions, rules, and theorems in geometrical proofs and can use them regularly and relevantly by justifying them while making proof. The last of these levels is the 4th level, called the finality or the most advanced period (rigor). At this level, relationships and differences are considered in different axiomatic structures (van De Walle, 2004). Individuals at this level can prove the correctness of geometric propositions and apply definitions, axioms, propositions, and proof in Euclidean and non-Euclidean geometry like a mathematician. This level usually includes mathematicians and scientists interested in mathematics.

Kolb's experiential learning theory is one of the most used models in research that has a profound impact on learning styles (Ekici, 2013; Evin- Gencel, 2008; Güven, 2004; Narlı, Özgen, & Alkan, 2011; Özgen, 2013; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yılmaz & Altun, 2015). The experiential learning theory explained learning by developing a learning circle model. Kolb (1984) suggested that individuals use four learning stages in learning and pass through these stages. These four stages are concrete experience, reflective observation, abstract conceptualization, and active experimentation. Learning is essential by "feeling" in concrete experience, "watching" in reflective observation, "thinking" in abstract conceptualization, and "doing" in active experimentation (Ekici, 2013). In Kolb's experiential learning theory, four learning styles consist of four learning path components. Kolb's learning styles are divergent, assimilator, accommodator, and converger.

Concrete experience and reflective observation are at the forefront of the divergent learning style. Individuals who focus on this learning style are patient, careful, and objective in the learning environment and do not want to take action. However, they can meaningfully analyze the relationships between events (Ekici, 2013). Reflective observation and abstract conceptualization are at the forefront of the assimilator learning style. Students who focus on this learning can think and be aware of values and meanings. These are the most important characteristics that reveal differences between individuals with other learning styles. These individuals focus on abstract concepts and thoughts in the learning process. Abstract conceptualization and active experimentation are at the forefront for converger learners. These learners prefer to deal with technical issues rather than learning the subject through social and interpersonal activities. During learning, converger learners use advanced deductive reasoning, logical analysis, problem-solving, and decision-making (Güven, 2004). Finally, concrete experience and active experimentation are at the forefront of accommodator learners. They enjoy learning by doing, feeling, researching, and discovering things. In other words, these individuals give importance to practice and discovery in the learning environment and prefer to learn by doing and living.

Learning styles are popular subjects in mathematics education as in other fields (Altun & Yılmaz, 2016; Altun & Yılmaz, 2019; Çelik & Gündüz, 2016; Ertekin, Dilmaç, & Yazıcı, 2009; Narlı, Özgen, & Alkan, 2011; Özdemir & Kaplan, 2014; Özgen, 2013; Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yenilmez & Çakır, 2005; Yılmaz & Altun, 2015). Mathematics education studies in the literature examined the effects of learning styles on variables such as mathematics achievement, mathematics attitude, and mathematics anxiety based on learning styles. For example, in Peker's (2005) study, participants' mathematics achievements vary significantly according to their learning styles, and this change favors converger learners. Some research results showed that prospective teachers' and students' mathematical attitudes differ significantly according to their learning styles (Bowers, 1987; Peker & Mirasyedioğlu, 2008). Similarly, Ertekin et al. (2009) found a significant relationship between mathematics anxiety and learning styles.

Studies in the literature have generally focused on participants learning styles. There are hardly any studies focusing on the relationship between the Van Hiele geometric thinking levels and performances and learning styles (Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004). Since most of the studies in the literature focus on the learning styles of prospective teachers or students at the middle/secondary education level, they are limited in providing enlightening information about learning styles, mathematical performance, or mathematical attitudes of students studying in different departments at the undergraduate level (Altun & Yılmaz, 2016; Altun & Yılmaz, 2019; Çelik & Gündüz, 2016; Ertekin, Dilmaç, & Yazıcı, 2009; Narlı, Özgen, & Alkan, 2011; Özdemir & Kaplan, 2014; Özgen, 2013; Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yenilmez & Çakır, 2005;

Yılmaz & Altun, 2015). However, comprehensive and detailed findings on this subject could not be obtained, especially in geometry learning, since previous studies did not focus on undergraduate students' Van Hiele geometric thinking levels and performances and their learning styles. For this reason, studies that deal with learning styles and Van Hiele geometric thinking levels together may be beneficial. Such studies will be valuable in revealing undergraduate students preferred learning styles and causally describing them in terms of Van Hiele's geometric thinking levels and performances and filling the gap in the literature. The causal analysis of undergraduate students' learning styles and Van Hiele geometric thinking levels and performances can enlighten researchers about which learning styles are more suitable for teaching approaches in mathematics teaching programs from primary school to undergraduate in our country. Focusing on the relationship between undergraduate students' learning styles and Van Hiele's geometric thinking levels and performances can guide researchers in planning and designing geometry learning processes following individual differences and needs. Therefore, this study examines the relationship between undergraduate students' Van Hiele geometric thinking test performances and Van Hiele geometric thinking levels according to their learning styles.

2. Method

Since this study aims to examine the relationship between undergraduate students' Van Hiele geometric thinking test performances and their learning styles, it is within the scope of the descriptive survey model (McMillan & Schumacher, 2001). In the context of the descriptive survey model, the comparative relational survey model was considered as a sub-model in this study. The comparative relational screening model was chosen in this study because it aimed to reveal whether there is a difference between undergraduate students learning styles as a categorical variable and the Van Hiele geometric thinking test performance as a continuous variable (Gençtürk & Memiş, 2010; Karasar, 1995).

2.1. Participants

The research sample consists of 444 undergraduate students studying at a state university. 89 of the participants study in the elementary mathematics teaching department, 113 in classroom teaching, 80 in nutrition and dietetics, 76 in genetics and bioengineering, 52 in electrical and electronic engineering, and 34 in the forest engineering department. The common points of these undergraduate students are that they have taken mathematics-based courses within the scope of secondary education and that compulsory courses such as general mathematics or basic mathematics are within the departments, they study at the undergraduate level. Of these students, 229 are females, and 215 are males. The students' ages vary between 17 and 36, and the average age is 20.83.

2.2. Data Collection Tools

The Van Hiele Geometric Thinking Levels Test, developed by Usiskin (1982) and translated into Turkish by Duatepe (2000), was used to measure the Van Hiele thinking levels of the study participants. While this test includes 25 multiple-choice items, the first five items measure level 0, the next five items level 1, the next five items level 2, the next five items level 3, and the final five items measure level 4 (Duatepe, 2000). If the individual correctly answers at least three of the five questions of a level, the individual is considered to be at that level. Since the KR-20 reliability coefficient of this test conducted in different samples was greater than .77, it is a reliable measurement tool (Senk, 1989; Duatepe, 2000).

In addition, in this study, the Kolb Learning Styles Inventory, prepared by David A. Kolb (1985) and adapted into Turkish by Evin Gencil (2008), was applied as a measurement tool. Four learning styles were collected in twelve items in the Kolb Learning Style Model. Each item consists of 4 options. Individuals give points between 1 and 4 for each item. (Kolb, 1984; Kolb, 1985; Ekici, 2013). In the Kolb Learning Styles Inventory, each category varies between 12 points and 48 points, and learning styles are revealed by analyzing the scores of individuals according to Kolb's indicators (Denizoğlu, 2008). In the pilot study conducted by Evin Gencil (2008), the total correlation coefficient in this inventory was calculated as .77.

2.3. Data Analysis

The data on the participants' performance, levels, and learning styles on the Van Hiele geometric thinking test was handled with a descriptive analysis approach. Then, a one-way analysis of variance and chi-square analysis investigated whether undergraduate students' learning styles significantly affected the Van Hiele geometric thinking test scores and levels.

3. Findings

The undergraduate students' learning styles were identified through the descriptive analyzes conducted according to the Kolb Learning Styles Inventory. The findings regarding the participants' learning styles are given in Table 1 below. According to the findings, undergraduate students' most used learning styles were

converger (47.3%) and assimilator (23.6%). In contrast, their least preferred learning style was the accommodator learning style (14.2%).

Table 1. Preferred learning styles of the participants

Learning styles	<i>n</i>	%
Accommodator	63	14.2
Divergent	65	14.6
Assimilator	106	23.9
Converger	210	47.3

Undergraduate students' performance on the Van Hiele geometric thinking test was analyzed. It was seen that the participants got at least three correct and a maximum of 25 correct answers to 25 questions, and the mean average of the test was 13.39 in terms of correct answer. The findings regarding participants' levels are given in Table 2 below. According to this, while the undergraduate students' geometric thinking levels are between the 2nd (36.9%) and 1st levels (27%), the percentage of the participants at the 0th level is 21.6. On the other hand, according to the performance on this test, the percentage of participants who had Van Hiele geometric thinking at the 4th (5.0%) and 3rd levels (9.5%) were quite low.

Table 2. Levels of the participants regarding the Van Hiele geometric thinking test

Levels	<i>n</i>	%
Level 0	96	21.6
1 st Level	120	27.0
2 nd Level	164	36.9
3 rd Level	42	9.5
4 th Level	22	5.0

According to their learning styles, university students' performance on the Van Hiele geometric thinking test (VHGTT) was evaluated using descriptive analysis and ANOVA. Table 3 below shows the averages and standard deviations of the participants' VHGTT performances according to their learning styles.

Table 3. VHGTT performances according to participants' learning styles

VHT Styles	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>
Accommodator	63	12.98	3.77
Divergent	65	12.35	3.88
Assimilator	106	13.47	3.13
Converger	210	13.80	3.43

According to Table 3, those with a converger learning style (\bar{X} = 13.80) have the highest VHGTT mean scores, while those with a divergent learning style (\bar{X} = 12.35) have the lowest mean score. The ANOVA results given in Table 4 below reveal a statistically significant difference between undergraduate students' mean VHGTT performance according to their learning styles [$F_{(3,440)} = 3.17, p < .05$]. Furthermore, according to the Least Significant Difference (LSD) test, one of the post hoc tests, VHGTT performances of students with divergent learning styles were statistically significant compared to assimilator ($\bar{X}_{D-A} = -1.12, p < .05$) and converger ($\bar{X}_{D-C} = -1.44, p < .01$) styles, this difference favors students with assimilator and converger learning styles.

Table 4. ANOVA results of VHGTT performances according to learning styles

Source of Variance	Sum of Squares	<i>df</i>	Mean of Squares	F	p	Significant Difference
Between groups	115.35	3	38.45	3.17	.024*	D, A-C
Within groups	5330.45	440	12.11			
Total	5445.81	443				

* $p < .05$; D: Divergent, A: Assimilator, C: Converger

The Chi-square test analyzed the relationship between the participants learning styles and their Van Hiele geometric thinking levels. According to the chi-square test results, there was no statistically significant relationship between learning styles and Van Hiele's geometric thinking levels ($\chi^2_{(12)} = 19.57, p = 0.76 > 0.5$).

4. Discussion, Conclusion, and Recommendations

Undergraduate students' Van Hiele geometric thinking test levels were concentrated on levels 1 and 2. In the study conducted by Akay and Kurtuluş (2017) with prospective teachers, participants' Van Hiele geometric

thinking test levels were concentrated on at the 1st level. Similarly, in the study conducted by Özsoy et al. (2004) with high school students, participants' geometric thinking levels remained at the 2nd and 3rd levels. On the other hand, while no participants were found at level 0 in Özsoy et al.'s study, 21.6% of the participants in this study and 10.9% of the participants in Akay and Kurtuluş's (2017) study were found to be at level 0. Similarly, Duatepe-Paksu's (2013) study revealed that prospective primary school teachers have low geometric thinking levels. Duatepe Paksu's (2013) study showed that the prospective teachers' readiness for geometry is insufficient.

Undergraduate students are expected to demonstrate the level 3 thinking characteristics of Van Hiele geometric thinking levels to succeed in geometry and calculus courses due to their age and readiness and to comprehend geometric proof (Teppo, 1991). In addition, although Van De Walle (2004) emphasized that the students who acquired the level 3 thinking characteristics were to obtain axiomatic systems, the product of thinking, by reasoning, this study showed that the percentage of students at the 3rd level and above was relatively low (14.5%). This study revealed that while undergraduate students should be at level 3 and above regarding Van Hiele's geometric thinking levels in terms of readiness and education, most students had low geometric thinking levels. Although this finding is inconsistent, it has shown that it is compatible with the findings of many studies in the literature (Akay & Kurtuluş, 2017; Duatepe-Paksu, 2013; Oral & İlhan, 2012). For example, Oral and İlhan's (2012) research revealed that most prospective elementary/secondary mathematics teachers could not reach the desired level of geometric thinking as in this study. On the other hand, some studies in the literature have shown that especially prospective mathematics teachers and prospective primary school teachers are at the expected level in terms of Van Hiele thinking levels, that is, at least 3rd level and above (Gür & Kobak-Demir, 2017; Osmanoğlu, 2019). Only 14.5% of the students could participate in the formal deduction level or the most advanced stage (rigor) in this study. In this respect, the findings in this study are not consistent with the findings obtained in other studies (Gür & Kobak-Demir, 2017; Osmanoğlu, 2019). Considering the content of undergraduate-level mathematics courses, having low levels in terms of formal deduction in these courses may be associated with their low performances regarding their inadequacy in Van Hiele geometric thinking levels. Osmanoğlu (2019) listed reasons why prospective teachers are not at the desired level regarding geometric thinking levels, such as having incomplete knowledge about the properties of geometric shapes, making faulty associations about geometric shapes, not being able to reach generalizations, not being able to reason about geometric proofs, and not being able to make logical inferences.

The findings of this study showed that university students most preferred learning styles were converger (47.3%), assimilator (23.6%), divergent (14.6%), and accommodator (14.2%). The learning styles preferred by undergraduate students in this study are consistent with the findings of many studies in the literature. For example, Pektaş and Bilgici's (2019) research revealed that prospective mathematics teachers mostly preferred the assimilator learning style. Çelik and Gündüz's (2016) study also revealed that prospective elementary mathematics teachers mostly use assimilator learning styles. Similarly, Altun and Yılmaz's (2016) research showed that prospective elementary mathematics teachers most frequently used assimilator, divergent, converger, and accommodator learning styles. Altun and Yılmaz (2019) revealed that mathematics teachers preferred converger and assimilator learning styles. Peker's (2005) research showed that prospective elementary mathematics teachers mostly had assimilator, converger, divergent, and accommodator styles. The reason why undergraduate students generally prefer the assimilator and converger learning styles can be related to their high school graduation from the field of numeracy. Abstract conceptualization and systematization are at the forefront for students who prefer the assimilator and converger learning styles. For this reason, students studying in departments related to STEM in our country prefer to learn with abstraction and conceptualization rather than concrete experience and active learning (Altun & Yılmaz, 2016).

These studies showed a statistically significant difference between the mean scores of university students' VHGT performances according to their learning styles. This finding is compatible with the findings of many studies in the literature (Altun & Yılmaz, 2016, Peker, 2005; 2009). For example, Altun and Yılmaz's (2016) research revealed a relationship between prospective elementary mathematics teachers' achievement levels in derivatives and their learning styles. On the other hand, some studies in the literature show that students' mathematical performances, proof schemes, and attitudes do not differ according to learning styles (Çelik & Gündüz, 2016; Peker & Dede, 2005; Pektaş & Bilgici, 2019). In this respect, this finding of the study is not consistent with the findings of the studies mentioned above.

Regarding their VHGT performances, there is a statistically significant difference between the mean scores of university students in this study, especially in favoring students with the assimilator and converger learning styles. While the students with the highest average in VHGT have a converger learning style, those with a divergent learning style have the lowest VHGT performances. This finding can be explained by the nature of students' learning styles. In particular, the fact that converger learners have the highest mean score can be associated with their advanced use of deductive reasoning, logical analysis, problem-solving, and decision-making skills during learning (Güven, 2004). Similarly, learners with converger and assimilator learning styles

are expected to be at the level of inference/formal deduction since they focus heavily on abstract conceptualization. On the other hand, learning styles based on practice and discovery are preferred rather than deductive reasoning since concrete experience is at the forefront of learning in the divergent and accommodator learning styles (Ekici, 2013; Güven, 2004). The statistically higher performance of participants with converger and assimilator learning styles can be associated with mathematics teachers in our country generally teaching following converger and assimilator learning styles (Peker, Mirasyedioğlu, & Yalın, 2003). Similarly, Peker's (2005; 2009) studies have shown that participants who are converger and assimilator learners have higher mathematics achievement and significantly lower mathematics anxiety than participants who use other learning styles. In Altun and Yılmaz's (2016) study, prospective mathematics teachers' derivative achievement test scores with a converger learning style are higher than students with divergent and assimilator learning styles. Pektaş and Bilgici (2019) revealed that prospective mathematics teachers who use the analytical proof scheme mostly prefer the assimilator and converger learning styles. In addition, this study also showed that undergraduate students with assimilator and converger learning styles outperformed students using other learning styles regarding geometric proof and reasoning about Van Hiele geometric test. This situation may enable us to conclude that students who prefer assimilator and converger learning styles are more likely to use mathematical proof and reasoning skills.

Another finding of this study is that there was no statistically significant relationship between undergraduate students' learning styles and their Van Hiele geometric thinking levels. Özsoy et al. (2004) did not find a statistically significant relationship between learning styles and Van Hiele's geometric thinking levels in their study with high school students. In this respect, this finding supports the study of Özsoy et al. (2004). Since the research findings reveal that the performances in the Van Hiele geometric thinking test are low, especially for divergent and accommodator learners, it may be beneficial to design suitable learning environments for students with these learning styles. Since concrete experience and reflective observation or active experience are at the forefront of the divergent and accommodator learning styles, these students prefer to do research and learn by doing and living (Altun & Yılmaz, 2016; Ekici, 2013). Therefore, it may be appropriate to design concrete experience-based learning environments to improve the reasoning of proof skills in mathematics and geometry, especially for students who prefer divergent and accommodator learning styles. Similarly, it may be beneficial to design learning environments for proving and proof methods starting from middle school, especially in geometry, to ensure students' readiness for mathematics courses at the undergraduate level. In further studies, students' Van Hiele geometric thinking levels in geometry learning environments, designed for various learning styles, can be examined in depth with studies that use qualitative and quantitative patterns together.

Üniversite Öğrencilerinin Van Hiele Geometrik Düşünme Seviyeleri ile Öğrenme Stilleri

1. Giriş

Matematik öğrenme sürecinde ve öğrencilerin matematik başarısında önemli rol oynayan faktörlerden biri öğrenme stilleridir. Öğrenme stilleri, öğrenme sürecinin bireyden bireye farklılık gösterebileceğini ve bilişsel süreç temelinde öğrenmenin bireye özgü değişebileceğini ifade etmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda bireysel farklılıklar nedeniyle öğrencilerin farklı öğrenme stillerine dikkate alınarak öğretim etkinliklerinin planlanması önemli hale gelmiştir. Özellikle geometri öğretimi kapsamında öğrencilerin öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme modelini bütünleştiren öğretim etkinliklerinin faydalı olacağı vurgulanmaktadır (Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004).

Van Hiele geometrik düşünmenin kapsamını öğrencilerin geometrik kavrayışları ile geometrik açıdan gelişimleri oluşturmaktadır. Van Hiele (1959) geometride zihinsel gelişimin aşamalarını beş farklı düzeyde toparlamış ve her bir Van Hiele düzeyi öğrencilerin geometrik kavramlar ile ilgili düşündüklerine ilişkin bilgiler sunmaktadır. Van Hiele seviyeleri ayrıntılı şekilde betimlenmiş olup Van Hiele'nin geometrik anlama düzeylerinden ilki 0. seviye yani görsel dönemdir (Terzi, 2010). Bu düzeydeki öğrenciler, geometrik şekilleri sadece görüntülerine göre isimlendirirler, şekillerin özelliklerini bilmezler. Herhangi bir şekil ve o şeklin farklı duruşunun aynı olduğunun farkında değildirler. Bir şekli başka şekillerin arasından seçebilirler (van De Walle, 2004). Analiz seviyesi olarak da isimlendirilen 1. seviyede öğrenci, şekillerin özelliklerini bilir ve bu özelliklere göre şekilleri açıklar. Her özelliği birbirinden bağımsız olarak bilir, özellikleri birbiri ile ilişkilendiremez. Bildiği özelliklere göre şekli çizebilir. Kâğıt katlama ve kesme gibi işlemlerle deneysel olarak şeklin özelliklerini keşfedebilir (van De Walle, 2004). Formal olmayan çıkarım olarak isimlendirilen 2. seviye ise mantıksal çıkarım öncesine işaret etmektedir. Bu seviyeye geçebilmiş öğrenciler, artık şekillerin özellikleri arasında bir ilişki kurabilir. Bir dikdörtgenin aynı zamanda bir paralelkenar olduğunu bilebilir. Tanımlar, aksiyomlar, kurallar öğrenciler için anlaşılabilir. Öğrenciler yapılmış herhangi bir kanıt izleyebilir; ancak kendileri kanıt yapamazlar (van De Walle, 2004). Van Hiele seviyeleri kapsamında 3. seviye sonuç çıkarma olarak adlandırılmıştır. Bu düzeydeki öğrenciler, geometri bağlamında ilişkileri kurabilir ve bunlar arasında sıralamayı oluşturabilmektedir. Geometrik kanıtlarda aksiyom, tanım, kural ve teoremleri ele alabilmektedir ve bunları kanıt yaparken düzenli ve ilişkili şekilde gerekçe sunarak kullanabilmektedir. Bu düzeylerin sonuncusu ise 4. seviye olup kesinlik ya da en ileri dönem olarak adlandırılmaktadır. Bu düzeyde farklı aksiyomatik yapılar açısından ilişkiler ve farklılıklar dikkate alınmaktadır (van De Walle, 2004). Bu seviyedeki bireyler, geometrik önermelerin doğruluğunu kanıtlayabilir ve Öklid geometrisi ile Öklid dışı geometri bağlamındaki tanım, aksiyom, önerme, kanıtlar ile ilgili uygulamaları bir matematikçi gibi yapabilirler. Bu düzeyde genellikle matematikçiler ve matematikle ilgilenen bilim insanları yer almaktadır.

Araştırmalarda en çok kullanılan ve öğrenme stilleri üzerine büyük etki yaratan modellerden birisi Kolb deneysel öğrenme kuramıdır (Ekici, 2013; Evin- Gencil, 2008; Güven, 2004; Narlı, Özgen, & Alkan, 2011; Özgen, 2013; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yılmaz & Altun, 2015). Deneysel öğrenme kuramında öğrenme, öğrenme çemberi modeli geliştirilerek açıklanmaya çalışılmıştır. Kolb (1984) bireylerin öğrenmede dört öğrenme basamağını kullandığını ve bu aşamalardan geçtiklerini öne sürmüştür. Bunlar somut yaşantı, yansıtıcı gözlem, soyut kavramsallaştırma ve etkin denemedir. Somut yaşantı “hissederek”; yansıtıcı gözlemden “izleyerek”; soyut kavramsallaştırmada “düşünerek” ve etkin denemede “yaparak” öğrenme esastır (Ekici, 2013). Kolb'un deneysel öğrenme kuramında dört farklı öğrenme yolu bileşenlerinden dört ayrı öğrenme stili oluşmaktadır. Kolb öğrenme stilleri, değiştiren, özümseyen, ayırıştırıcı ve yerleştiren şeklinde sınıflandırılmıştır.

Değiştiren öğrenme stiline somut yaşantı ve yansıtıcı gözlem ön plandadır. Bu tip öğrenme tarzına odaklanan bireyler öğrenme ortamında sabırlı, dikkatli ve nesnel olup eylemde bulunmak istemezler. Ancak olaylar arasındaki ilişkileri anlamlı bir biçimde analiz edebilmektedirler (Ekici, 2013). Özümseyen öğrenme stiline yansıtıcı gözlem ve soyut kavramsallaştırma ön plandadır. Bu tip öğrenmeye odaklanan öğrenciler düşünme kabiliyeti, değer ve anlamların bilincinde olması ile birlikte bu özellikleri diğer öğrenme stiline sahip bireylerden farklarını ortaya koyan en önemli özellikleridir. Bu bireyler, öğrenme sürecinde soyut kavramlar ve düşüncelere odaklanmaktadır. Diğer bir öğrenme stili olan ayırıştırıcı öğrenenlerde ise soyut kavramsallaştırma ve etkin deneme ön plandadır. Bu tip öğrenenler sosyal ve kişiler arası etkinliklerle konuyu öğrenme yerine teknik konularla ilgilenme taraftarıdır. Ayırıştırıcı öğrenme stili öğrenenler öğrenme sırasında tümdengelsel muhakeme, mantıksal çözümlenme, problem çözme, karar verme becerilerini gelişmiş bir şekilde kullanmaktadır (Güven, 2004). Son olarak, yerleştiren öğrenenlerde somut yaşantı ve etkin deneme ön plandadır. Yaparak ve hissederek, araştırarak ve bir şeyleri keşfederek öğrenmekten hoşlanırlar. Yani bu bireyler öğrenme ortamında uygulamaya ve keşfetmeye önem vermekte ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi tercih etmektedirler.

Öğrenme stilleri diğer disiplinlerde olduğu gibi matematik eğitiminin de popüler konuları arasındadır (Altun & Yılmaz, 2016; Altun & Yılmaz, 2019; Çelik & Gündüz, 2016; Ertekin, Dilmaç, & Yazıcı, 2009; Narlı, Özgen,

& Alkan, 2011; Özdemir & Kaplan, 2014; Özgen, 2013; Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yenilmez & Çakır, 2005; Yılmaz & Altun, 2015). Literatürde öğrenme stilleri temelinde yapılan matematik eğitimi araştırmalarında öğrenme stillerinin matematik başarısı, matematik tutumu ve matematik kaygısı gibi değişkenler üzerinde etkisi incelenmiştir. Örneğin, Peker (2005)'in araştırmasında katılımcıların öğrenme stillerine göre matematik başarıları anlamlı olarak değişmektedir ve bu değişim ayrıştırıcı öğrenenlerin lehinedir. Ertekin vd. (2009) matematik kaygısı ve öğrenme stilleri arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Ayrıca bazı araştırma sonuçları öğretmen adayları ve öğrencilerin öğrenme stillerine göre matematiksel tutumlarının anlamlı olarak farklılaştığını göstermiştir (Bowers, 1987; Peker & Mirasyedioğlu, 2008). Benzer şekilde Ertekin vd. de (2009) matematik kaygısı ve öğrenme stilleri arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.

Literatürdeki çalışmalar genellikle katılımcıların öğrenme stillerine odaklanmıştır. Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve performansları ile öğrenme stilleri arasındaki ilişkiye odaklanan ise yok denecek kadar az çalışmaya rastlanmıştır (Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004). Literatürdeki araştırmaların çoğu öğretmen adayları ya da ilk/ortaöğretim seviyesindeki öğrencilerin öğrenme stillerine odaklanmaları nedeniyle özellikle üniversite düzeyindeki farklı bölümlerde öğrenim gören öğrencilerin öğrenme stilleri ile matematiksel performansları ya da matematiksel tutumları açısından aydınlatıcı bilgi verme açısından sınırlı kalmaktadır (Altun & Yılmaz, 2016; Altun & Yılmaz, 2019; Çelik & Gündüz, 2016; Ertekin, Dilmaç, & Yazıcı, 2009; Narlı, Özgen, & Alkan, 2011; Özdemir & Kaplan, 2014; Özgen, 2013; Özsoy, Yağdıran, & Öztürk, 2004; Peker & Mirasyedioğlu, 2008; Yenilmez & Çakır, 2005; Yılmaz & Altun, 2015). Bununla birlikte özellikle geometri öğrenme alanı bağlamında geçmiş araştırmaların üniversite öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve performansları ile öğrenme stilleri arasındaki ilişkiye odaklanmamaları nedeniyle bu konuda kapsamlı ve ayrıntılı bulgular elde edilemediği görülmektedir. Bu nedenle, öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeylerini birlikte ele alan çalışmalar faydalı olabilir. Bu türdeki çalışmaların hem üniversite öğrencilerinin tercih ettikleri öğrenme stillerini ortaya koyması hem de Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve performansları açısından tercih edilen öğrenme stillerini nedensel olarak betimlemesi ve literatürdeki boşluğu doldurması açısından değerli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca üniversite öğrencilerinin öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve performanslarının nedensel olarak incelenmesi ülkemizdeki ilköğretimden üniversiteye kadar matematik öğretim programlarında odaklanılan öğretim yaklaşımlarının hangi öğrenme stillerine daha uygun olduğuna ilişkin araştırmacılara aydınlatıcı bilgi verebilir. Üniversite öğrencilerin öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve performansları arasındaki ilişkiye odaklanılması bireysel farklılıklar ve ihtiyaç analizi açısından geometri öğrenme sürecinin planlanması ve tasarlanması ile ilgili araştırmacılara yol gösterebilir. Dolayısıyla bu araştırmanın amacı öğrenme stillerine göre üniversite öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme testi performansları ile birlikte Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile öğrenme stilleri arasındaki ilişkiyi incelemektir.

2. Yöntem

Bu araştırmanın amacı öğrenme stillerine göre üniversite öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme testi performansları ile birlikte Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile öğrenme stilleri arasındaki ilişkiyi incelemek olduğu için bu araştırma betimsel nitelikli tarama modeli kapsamındadır (McMillan & Schumacher, 2001). Betimsel nitelikli tarama modeli bağlamında bu araştırmada alt model olarak karşılaştırmalı ilişkisel tarama modeli ele alınmıştır. Bu çalışmada kategorik değişken olarak üniversite öğrencilerinin öğrenme stilleri ile sürekli değişken olarak Van Hiele geometrik düşünme testi performansları arasındaki bir fark olup olmadığını ortaya koymak amaçlandığı için karşılaştırmalı ilişkisel tarama modeli seçilmiştir (Gençtürk & Memiş, 2010; Karasar, 1995).

2.1. Katılımcılar

Araştırma örneklemini bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 444 üniversite öğrencisi oluşturmaktadır. Katılımcıların 89'i ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde, 113'ü sınıf öğretmenliği bölümünde, 80'i beslenme ve diyetetik bölümünde, 76'ı genetik ve biyomühendislik bölümünde, 52'i elektrik elektronik mühendisliği bölümünde ve 34'ü ise orman mühendisliği bölümünde öğrenim görmektedir. Bu üniversite öğrencilerinin ortak noktası ortaöğretim kapsamında matematik ağırlıklı dersler almış olmaları ile genel matematik ya da temel matematik gibi zorunlu derslerin üniversite düzeyinde öğrenim gördükleri bölüm kapsamında yer almasıdır. Bu öğrencilerden 229'u kız ve 215'i erkektir. Öğrencilerin yaşı 17 ile 36 arasında değişim göstermekte olup yaş ortalaması 20.83'tür.

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmadaki katılımcıların Van Hiele düşünme düzeylerinin ölçülmesi amacıyla Usiskin (1982) tarafından geliştirilen ve Duatepe (2000) tarafından Türkçe'ye çevrilen Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi kullanılmıştır. Bu test 25 çoktan seçmeli maddeyi içerirken, ilk beş madde 0. seviyeyi, ikinci beş madde 1. seviyeyi, üçüncü beş madde 2. seviyeyi, dördüncü beş madde 3. seviyeyi, beşinci beş madde de 4. seviyeyi

ölçecek şekilde hazırlanmıştır (Duatete, 2000). Birey bir seviyeye ait beş sorudan en az üçünü doğru cevaplıyorsa, kişinin bu seviyede olduğu kabul edilir. Farklı örnekleme yapılan bu testin KR-20 güvenilirlik katsayısı .77'den büyük bulunduğu için güvenilir bir ölçme aracıdır (Senk, 1989; Duatete, 2000).

Ayrıca bu çalışmada David A. Kolb (1985) tarafından hazırlanan ve Evin Gencil (2008) tarafından Türkçeye uyarlanan Kolb Öğrenme Stilleri Envanteri ölçme aracı olarak üniversite öğrencilerine uygulanmıştır. Kolb Öğrenme Stili Modeli'nde dört öğrenme stili on iki maddede toplanmıştır. Her madde 4 seçenekten oluşmaktadır. Bireyler her maddeye 1-4 arası puanlar vermektedirler. (Kolb, 1984; Kolb, 1985; Ekici, 2013). Kolb Öğrenme Stilleri Envanterinde her bir kategori 12 puan ile 48 puan arasında değişim göstermekte ve Kolb'ün göstergelerine göre bireylerin puanları analiz edilip öğrenme stilleri ortaya çıkmaktadır (Denizoğlu, 2008). Bununla birlikte, Evin Gencil (2008) tarafından yapılan pilot çalışmada bu envanterdeki toplam korelasyon katsayısı .77 olarak hesaplanmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Katılımcıların Van Hiele geometrik düşünme testine ilişkin performansları, seviyeleri ve öğrenme stillerine ilişkin veriler betimsel analiz yaklaşımı ile ele alınmıştır. Daha sonra tek yönlü varyans analizi ve ki-kare analizleri ile üniversite öğrencilerini öğrenme stillerinin Van Hiele geometrik düşünme testi puanlarına ve düzeylerine anlamlı etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

3. Bulgular

Kolb Öğrenme Stilleri Envanterine göre elde edilen betimsel analizlerde üniversite öğrencilerinin öğrenme stilleri ortaya çıkmıştır. Katılımcıların öğrenme stillerine ilişkin bulgular Tablo 1'de yer almaktadır. Bulgulara göre üniversite öğrencilerinin en çok kullandığı öğrenme stili sırasıyla ayırıştırıcı (47.3 %) ve özümseyen (23.6 %) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların en az tercih ettiği öğrenme stili ise yerleştiren öğrenme stili olduğu görülmüştür (14.2 %).

Tablo 1. Katılımcıların tercih ettikleri öğrenme stilleri

Öğrenme stilleri	<i>n</i>	%
Yerleştiren	63	14.2
Değiştiren	65	14.6
Özümseyen	106	23.9
Ayırıştırıcı	210	47.3

Üniversite öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme testine ilişkin performansları analiz edilmiştir. Bu teste katılımcıların 25 soruda en az 3 doğru ve en fazla 25 doğru yaptığı görülmekle birlikte katılımcıların teste ilişkin net ortalaması 13.39 bulunmuştur. Katılımcıların bu teste ilişkin düzeylerine ilişkin bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre üniversite öğrencilerinin geometrik düşünme düzeylerinin yoğunluk olarak 2. seviye (36.9 %) ile 1. seviyede (27 %) yer aldığı görülmekle birlikte 0. Seviyede olan katılımcı yüzdesi de 21.6'dır. Diğer yandan bu testteki performansa göre Van Hiele geometrik düşünmesi 4. seviyede (5.0 %) ve 3. seviyede (9.5 %) yer alan katılımcı yüzdesinin oldukça düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 2. Katılımcıların Van Hiele geometrik düşünme testine ilişkin seviyeleri

Düzeyle	<i>n</i>	%
0. seviye	96	21.6
1. seviye	120	27.0
2. seviye	164	36.9
3. seviye	42	9.5
4. seviye	22	5.0

Üniversite öğrencilerinin öğrenme stillerine göre Van Hiele geometrik düşünme testine (VHGDT) ilişkin performansları betimsel analiz ve ANOVA ile test edilmiştir. Katılımcıların öğrenme stillerine göre VHGDT performanslarına ilişkin ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Katılımcıların öğrenme stillerine göre VHGDT performansları

VHT Stiller	<i>n</i>	\bar{X}	SS
Yerleştiren	63	12.98	3.77
Değiştiren	65	12.35	3.88
Özümseyen	106	13.47	3.13
Ayırıştırıcı	210	13.80	3.43

Tablo 3'e göre üniversite öğrencilerinden ayırıştırıcı öğrenme stiline ($\bar{X}= 13.80$) sahip olanların VHGDY performanslarına ilişkin ortalamaları en yüksek iken değiştiren öğrenme stiline ($\bar{X}= 12.35$) sahip olanların VHGDY performanslarına ilişkin ortalamaları en düşüktür. Tablo 4'te verilen ANOVA sonuçları, öğrenme stillerine göre üniversite öğrencilerinin VHGDY performanslarına ilişkin ortalamalarının arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur [$F_{(3-440)} = 3.17, p < .05$]. Ayrıca post hoc testlerinden Asgari Önemli Fark (Least Significant Difference, LSD) testine göre değiştiren öğrenme stiline sahip öğrencilerin VHGDY performansları özümseyen ($\bar{X}_{D-Ö} = -1.12, p < .05$) ve ayırıştırıcı ($\bar{X}_{D-A} = -1.44, p < .01$) öğrenme stiline öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmakla birlikte bu farklılık özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stiline öğrencilerin lehinedir.

Tablo 4. Öğrenme stillerine göre VHGDY performanslarına ilişkin ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı fark
Gruplar arası	115.35	3	38.45	3.17	.024*	D, Ö-A
Grup içi	5330.45	440	12.11			
Toplam	5445.81	443				

* $p < .05$; D: Değiştiren, Ö: Özümseyen, A: Ayırıştırıcı

Katılımcıların öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla Ki-kare testi ele alınmıştır. Ki-kare testi sonuçlarına göre öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır ($\chi^2_{(12)} = 19.57, p = 0.76 > 0.5$).

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Üniversite öğrencilerinin Van Hiele geometrik düşünme testinde düzeylerinin 2. seviye ile 1. seviyede yoğunlaştığı ortaya çıkmıştır. Akay ve Kurtuluş'un (2017) öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada da katılımcıların Van Hiele geometrik düşünme testinde düzeylerinin 1. seviyede yoğunlaştığı görülmüştür. Benzer şekilde Özsoy ve arkadaşlarının (2004) lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmada katılımcıların geometrik düşünme düzeylerinin 2. ve 3. seviyede kaldığı görülmüştür. Diğer yandan Özsoy ve arkadaşlarının çalışmasında 0. seviyede hiçbir katılımcıya rastlanmazken bu çalışmada katılımcıların % 21.6'ı ile Akay ve Kurtuluş'un (2017) çalışmasındaki katılımcıların % 10.9'unun 0. seviyede olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Duatepe-Paksu'nun (2013) çalışması sınıf öğretmen adaylarının düşük geometrik düşünme seviyesine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte Duatepe Paksu'nun (2013) çalışması sınıf öğretmen adaylarının geometri ile ilgili hazırbulunuşlarının da yeterli olmadığını göstermiştir.

Üniversite öğrencilerinin hem yaşları hem de hazır bulunuşları gereği geometri ve kalkulus ile ilgili derslerde başarılı olması ve geometrik kanıtları kavrayabilmeleri için Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından 3. seviyedeki düşünme özelliklerini göstermeleri beklenmektedir (Teppo, 1991). Ayrıca Van De Walle (2004) 3. seviyedeki düşünme özelliklerini kazanan öğrencilerin düşünme ürünü aksiyomatik sistemlerin akıl yürütme ile elde edilmesi olduğunu vurgulamasına rağmen bu çalışmada 3. seviye ve üstünde yer alan öğrenci yüzdesi oldukça düşük olduğunu (14.5 %) göstermiştir. Bu çalışma üniversite öğrencilerinin hazırbulunuşlukları ve aldıkları eğitim açısından Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri bağlamında 3. seviye ve üstünde olması gerekirken öğrencilerin büyük çoğunluğunun düşük geometrik düşünme seviyesine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgu kendi içerisinde uyumsuz olmasına rağmen literatürdeki birçok çalışmanın bulgusu ile uyumlu olduğunu göstermiştir (Akay & Kurtuluş, 2017; Duatepe-Paksu, 2013; Oral & İlhan, 2012). Örneğin, Oral ve İlhan'ın (2012) çalışması ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu çalışmadaki gibi istenen seviyede geometrik düşünmeye ulaşamadıklarını ortaya koymuştur. Diğer yandan literatürdeki bazı çalışmalar özellikle matematik öğretmen adayları ile sınıf öğretmen adaylarının Van Hiele düşünme seviyeleri açısından beklenen seviyede yani en az 3. seviye ve üstünde olduğunu göstermiştir (Gür & Kobak-Demir, 2017; Osmanoğlu, 2019). Bu çalışmada öğrencilerin sadece % 14.5'i çıkarım düzeyi ya da en ileri dönemde yer alabilmişlerdir. Bu açıdan bu çalışmadaki bu bulgular bu çalışmalarda elde edilen bulgularla tutarlı değildir (Gür & Kobak-Demir, 2017; Osmanoğlu, 2019). Üniversite düzeyindeki matematik derslerin içeriği düşünüldüğünde bu derslerde öğrencilerin en az çıkarım düzeyinde olması gerçeği ile birlikte öğrencilerin bu derslerdeki düşük performanslarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından yeterli olmamaları ile ilişkilendirilebilir. Osmanoğlu (2019) da Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri açısından öğretmen adaylarının istenilen seviyede olmamasının nedenlerini geometrik şekillerin özelliklerine ilişkin eksik bilgiye sahip olma, geometrik şekillerle ilgili hatalı ilişkilendirmeler yapma, genellemeye ulaşamama, geometrik kanıtlarla ilgili muhakeme yapamama ve mantıksal çıkarım ortaya koyamama olarak sıralamıştır.

Bu araştırmanın bulguları üniversite öğrencilerinin en çok tercih ettikleri öğrenme stillerinin sırasıyla ayırıştırıcı (47.3 %), özümseyen (23.6 %), değiştiren (14.6 %) ve yerleştiren (14.2 %) öğrenme stili olduğunu

göstermiştir. Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin tercih ettikleri öğrenme stilleri, literatürdeki birçok çalışmanın bulgusu ile tutarlılık göstermektedir. Örneğin, Pektaş ve Bilgici'nin (2019) araştırması matematik öğretmen adaylarının en çok özümseyen öğrenme stilini tercih ettiklerini ortaya sermiştir. Çelik ve Gündüz'ün (2016) çalışması da ilköğretim matematik öğretmen adaylarının çoğunlukla özümseyen öğrenme stillerini kullanmaya meyilli olduklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Altun ve Yılmaz'ın (2016) araştırması ilköğretim matematik öğretmen adaylarının en çok kullandıkları öğrenme stillerinin sırasıyla özümseyen, değiştiren, ayırıştırıcı ve yerleştiren öğrenme stili olduğunu göstermiştir. Altun ve Yılmaz'ın (2019) yaptığı başka bir çalışmada da matematik öğretmenlerin en çok ayırıştırıcı öğrenme stiline daha sonra ise özümseyen öğrenme stilini tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Peker'in (2005) araştırması da ilköğretim matematik öğretmen adaylarının en çok sırasıyla özümseyen, ayırıştırıcı, değiştiren ve yerleştiren öğrenme stilleri olduğunu göstermiştir. Üniversite öğrencilerin genellikle özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stilini tercih etmelerinin nedeni lisede sayısal alanından mezun olmaları ile ilişkilendirilebilir. Özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stilini tercih eden öğrencilerin odağında öğrenirken soyut kavramsallaştırma ve sistematikleştirme ön plandadır. Bu nedenle ülkemizdeki STEM ile ilgili bölümlerde öğrenim gören öğrenciler somut deneyim ve aktif öğrenmeden ziyade öğrenme ortamında soyutlama ve kavramsallaştırma ile öğrenmeyi tercih etmektedir (Altun & Yılmaz, 2016).

Bu araştırmaların bulguları öğrenme stillerine göre üniversite öğrencilerinin VHGD performanslarına ilişkin ortalamalarının arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir. Bu bulgu literatürdeki birçok çalışmanın bulgusu ile uyumluluk göstermektedir (Altun & Yılmaz, 2016, Peker, 2005; 2009). Örneğin Altun ve Yılmaz'ın (2016) araştırması da ilköğretim matematik öğretmen adaylarının türev konusundaki başarı seviyeleri ile öğrenme stilleri arasında bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Diğer yandan literatürdeki bazı araştırmalar öğrenme stillerine göre öğrencilerin matematiksel performanslarının, kanıt şemalarının ve tutumlarının farklılaşmadığını göstermektedir (Çelik & Gündüz, 2016; Peker & Dede, 2005; Pektaş & Bilgici, 2019). Bu açıdan araştırmanın bu bulgusu yukarıda bahsedilen çalışmaların bulgularıyla tutarlıdır.

Bu çalışmadaki üniversite öğrencilerinin VHGD performanslarına ilişkin ortalamalarının arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık özellikle özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stiline sahip öğrencilerin lehinedir. VHGD'de en yüksek ortalamaya sahip öğrenciler ayırıştırıcı öğrenme stiline sahip iken değiştiren öğrenme stiline sahip olanların VHGD performansları en düşüktür. Bu bulgu öğrencilerin kullandıkları öğrenme stillerinin doğası ile açıklanabilir. Özellikle ayırıştırıcı öğrenenler en yüksek puan ortalamasına sahip olması öğrenme sırasında tümdengelsel muhakeme, mantıksal çözümleme, problem çözme, karar verme becerilerini geliştirmiş bir şekilde kullanmaları ile ilişkilendirilebilir (Güven, 2004). Benzer şekilde ayırıştırıcı ve özümseyen öğrenme stillerinde öğrenenler yoğun şekilde soyut kavramsallaştırmaya odaklandıkları için çıkarım düzeyinde olmaları beklenen bir durumdur. Diğer yandan değiştiren ve yerleştiren öğrenme stillerinde öğrenmede somut yaşantı ön planda olduğu için tümdengelsel muhakemeler yerine daha çok uygulamaya ve keşfetmeye dayalı öğrenmeler tercih edilmektedir (Ekici, 2013; Güven, 2004). Ayırıştırıcı ve özümseyen öğrenme stiline sahip katılımcıların performanslarının istatistiksel olarak daha yüksek olması, ülkemizdeki matematik öğretmenleri genellikle ayırıştırıcı ve özümseyen öğrenme stillerine uygun öğretim yapmaları ile ilişkilendirilebilir (Peker, Mirasyedioğlu, & Yalın, 2003). Benzer şekilde Peker (2005; 2009) çalışmaları, ayırıştırıcı ve özümseyen öğrenen katılımcıların diğer farklı öğrenme stili kullanan katılımcılara göre daha yüksek matematik başarısına sahip olduklarını ve matematiğe ilişkin kaygılarının anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermiştir. Altun ve Yılmaz'ın (2016) araştırmasında da ayırıştırıcı öğrenme stiline sahip matematik öğretmen adaylarının türev başarı testi puanları değiştiren ve özümseyen öğrenme stiline sahip öğrencilere göre daha yüksektir. Pektaş ve Bilgici'nin (2019) çalışmasında ise analitik kanıt şemasını kullanan matematik öğretmen adaylarının en çok özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stilini tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu çalışma özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stiline sahip üniversite öğrencilerinin Van Hiele ile ilgili geometrik kanıt ve muhakeme açısından diğer öğrenme stilini kullanan öğrencilere göre yüksek performans sergilediğini de göstermiştir. Bu durum ise özümseyen ve ayırıştırıcı öğrenme stilini tercih eden öğrencilerin matematiksel kanıt ve muhakeme becerilerini kullanmaya daha yatkın olduğu çıkarımı yapmamızı sağlayabilir.

Bu araştırmanın bir diğer bulgusu üniversite öğrencilerinin öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamış olmasıdır. Özsoy vd. (2004) de lise öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada öğrenme stilleri ile Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu açıdan bu bulgu Özsoy ve diğerlerinin (2004) çalışmasını desteklemektedir. Araştırma bulguları Van Hiele geometrik düşünme testindeki performansların özellikle değiştiren ve yerleştiren öğrenenler için düşük olduğunu ortaya koyduğundan bu öğrenme stiline sahip öğrencilere uygun öğrenme ortamları tasarlanması faydalı olabilir. Değiştiren ve yerleştiren öğrenme stiline somut yaşantı ve yansıtıcı gözlem ya da aktif deneyim ön planda olduğu için bu öğrenciler öğrenirken araştırma yapma, yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi tercih ederler (Altun & Yılmaz, 2016; Ekici, 2013). Bu nedenle özellikle değiştiren ve yerleştiren öğrenme stilini tercih eden öğrencilerin matematik ve geometri bağlamındaki kanıt becerilerini muhakemelerini geliştirmek için somut deneyim temelli öğrenme ortamlarının tasarlanması uygun olabilir. Benzer şekilde öğrencilerin üniversitedeki matematik derslerine yönelik hazır bulunuşlarının sağlanması gereği özellikle geometri ile ilgili ispat ve ispat yöntemlerine ilişkin öğrenme ortamlarının

ortaokuldan itibaren tasarlanması yararlı olabilir. Gelecekteki çalışmalarda çeşitli öğrenme stillerine uygun tasarlanan geometri öğrenme ortamlarında öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri nitel ve nicel desenleri birlikte kullanan araştırmalarla derinlemesine incelenebilir.

Kaynaklar / References

- Akay, S., & Kurtuluş, A. (2017). Öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ve beyin baskınlıklarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 38-61.
- Altun, H., & Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin türev konusundaki akademik başarıları ile öğrenme stilleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 161-182.
- Altun, H., & Yılmaz, S. (2019). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarını Öğrenme Stillere Göre İncelenmesi. *Folklor/Edebiyat*, 25(97), 781-792.
- Bowers, P. S. (1987). The effects of the 4MAT system on achievement and attitudes in science. *Unpublished Ph.D. Dissertation*, The University of North Carolina, Chapel Hill.
- Denizoğlu, P. (2008). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilgisi öğretimi öz-yeterlik inanç düzeyleri, öğrenme stilleri ve fen bilgisi öğretimine yönelik tutumları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Duatepe, A. (2000). *An investigation on the relationship between van Hiele geometric level of thinking and demographic variables for preservice elementary school teachers*. Unpublished Master's thesis, METU, Ankara, Turkey.
- Duatepe-Paksu, A. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometri hazırbuluşlukları, düşünme düzeyleri, geometriye karşı özyeterlikleri ve tutumları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33), 203-218.
- Ekici, G. (2013). Gregorc ve Kolb öğrenme stili modellerine göre öğretmen adaylarının öğrenme stillerinin cinsiyet ve genel akademik başarı açısından incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(167), 211-225.
- Evin- Gencil. (2008). Sosyal bilgiler dersinde Kolb'un deneyimsel öğrenme kuramına dayalı eğitimin tutum, akademik başarı ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi. *İlköğretim Online*, 7(2), 401-420
- Ertekin, E., Dilmac, B., & Yazici, E. (2009). The relationship between mathematics anxiety and learning styles of preservice mathematics teachers. *Social Behavior and Personality*, 37(9), 1187-1196.
- Çelik, H. C. & Gündüz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının akademik başarı ve matematiğe yönelik tutumlarının öğrenme stilleri açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 278-288.
- Gençtürk, A., & Memiş, A. (2010). İlköğretim okulu öğretmenlerinin öz-yeterlik algıları ve iş doyumlarının demografik faktörler açısından incelenmesi. *İlköğretim Online*, 9(3), 1037-1054.
- Gür, H., & Kobak-Demir, M. (2017). Geometry Teaching via Origami: The Views of Secondary Mathematics Teacher Trainees. *Journal of Education and Practice*, 8(15), 65-71.
- Güven, M. (2004). *Öğrenme stilleri ile öğrenme stratejileri arasındaki ilişki*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Karasar, N. (1995). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Sim Matbaacılık.
- Kolb, D. A. (1984). *Experimental learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall.
- Kolb, D. A. (1985). *Learning style inventory: Self-scoring inventory and interpretation booklet*. Boston: McBer and Company.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2001). *Research in education: A conceptual introduction*. Addison Wesley Longman Inc. New York.
- Narlı, S., Özgen, K., & Alkan, H. (2011). In the context of multiple intelligences theory, intelligent data analysis of learning styles was based on rough set theory. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 613-618.
- Oral, B., & İlhan, M. (2012). Analysis of geometric thinking levels of candidate mathematics teachers of primary and secondary schools in terms of various variables. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 6(1), 201-219.
- Osmanoğlu, A. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ve öğrenme eksikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 60-80.
- Özdemir, F., & Kaplan, A. (2014). Öğretmen adaylarının öğrenme stillerine göre matematiksel ispat hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 410-429.
- Özgen, K. (2013). An analysis of high school students' mathematical literacy self-efficacy beliefs in relation to their learning styles. *Asia-Pacific Educational Researcher*, 22, 91-100.
- Özsoy, N., Yağdıran, E., & Öztürk, G. (2004). Onuncu sınıf öğrencilerinin öğrenme stilleri ve geometrik düşünme düzeyleri. *Eğitim Araştırmaları*, 16, 50-63.

- Peker, M. (2005). İlköğretim matematik öğretmenliğini kazanan öğrencilerin öğrenme stilleri ve matematik başarısı arasındaki ilişki. *Eurasian Journal of Educational Research*, 21, 200–210.
- Peker, M. (2009). Pre-service teachers' teaching anxiety about mathematics and their learning styles. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(4), 35–345.
- Peker, M., & Dede, Y. (2005). Matematik öğretmeni adaylarının öğrenme stilleri ve geometri tutumları arasındaki ilişki. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 61-69.
- Peker, M., & Mirasyedioğlu, S. (2008). Pre-service elementary school teachers' learning styles and attitudes towards mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(1), 21–26.
- Peker, M., Mirasyedioğlu, Ş., & Yalın, H.İ. (2003). Öğrenme stillerine dayalı matematik öğretimi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(4), 371-384.
- Pektaş, O., & Bilgici, G. (2019). Matematik öğretmen adaylarının trigonometri konusunda kullandıkları kanıt şemalarının öğrenme stillerine göre incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(3), 1347-1358.
- Senk, S. L. (1989). Van Hiele levels and achievement in writing geometry proofs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 309-321.
- Teppo, A. (1991). Van Hiele levels of geometric thought revisited. *The Mathematics Teacher*, 84(3), 210-221.
- Terzi, M. (2010). *Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre tasarlanan öğretim durumlarının öğrencilerin geometrik başarı ve geometrik düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Van De Walle, J. (2004). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (4th edition). New York: Longman. Allyn & Bacon; Boston, MA.
- Van Hiele, P. M. (1985). The child's thought and geometry. In D. Fuys, D. Geddes, & R. Tischler (Eds.), *English translation of selected writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele* (pp. 243–252). Brooklyn, NY: Brooklyn College, School of Education.
- Yenilmez, K., & Çakır, A. (2005). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik öğrenme stilleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 44(44), 569-585.
- Yılmaz, S., & Altun, H. (2015). Anadolu lisesi matematik öğretmenlerinin ve öğrencilerinin öğrenme stillerinin belirlenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 45(205), 170-178.