BAYBURT ÜNİVERSİTESİ*SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS PROGRAMINDA GEOMETRİ ÖĞRETİMİ: UYGULAMA VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYDA BİRNİ

MAYIS-2016

BAYBURT

BAYBURT ÜNİVERSİTESİ*SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ LİSANS PROGRAMINDA GEOMETRİ ÖĞRETİMİ: UYGULAMA VE ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şeyda BİRNİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Zekeriya KARADAĞ

MAYIS-2016

BAYBURT

T.C.
BAYBURT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ danışmanlığında, Şeydan Birnüş tarafından hazırlanan bu çalışma 23 / 05 / 2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Rabil Ayazoğlu İmza: ....
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ İmza: ....
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Tüslan Berrin Kapıznak İmza: ....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir. ...... / .... / ....

....
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Şeyda BİRNİ

25.04.2016

ÖNSÖZ

Akademik ve sosyal yaşamımda her zaman rehberliğine başvurduğum, çalışmamın hazırlanması esnasında her türlü zahmetime sabırla katlanan, dünyanın neresinde olursa olsun her an iletişim kurarak değerli bilgileriyle yolumu aydınlatan, öğrencilerine yeni ufuklar açan, matematiğin düşünme sanatı olduğunu her sohbetinde hissettiren, öğrencisi olmaktan her daim gurur ve mutluluk duyduğum değerli hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. Zekeriya KARADAĞ' a sonsuz teşekkürlerimi ve minnetlerimi arz ederim.

Değerli görüş ve önerileri ile bana yol gösteren tez izleme jürisindeki saygıdeğer hocalarım Sayın. Prof. Dr. Rabil AYAZOĞLU ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Türkan Berrin KAĞIZMANLI hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans sürecimde ders aldığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Gül Kaleli Yılmaz, Sayın Doç. Dr. Alper Çiltaş ve Sayın Prof. Dr. Ahmet Işık hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazma sürecimde her daim yanımda olan arkadaşlarım Hacer AKGÜN, Engin BEKTAŞ, Merve Nur ÇUBUK, Ayşegül ÇAKIR, Ahmet ERDOĞAN, Özkan AKDOĞAN ve oda arkadaşlarım Arş. Gör. Gökçenur ÇAPANOĞLU, Arş. Gör. Merve BÜYÜKADA ve Arş. Gör. Esma ADIGÜZEL'e desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın kahramanları, en değerli varlıklarım annem Meryem BİRNİ, rahmetli babam Hacı Mehmet BİRNİ ve kardeşim Furkan BİRNİ'ye teşekkür etmeyi ödenmesi zevkli bir borç addederim. Şüphesiz ki bu çalışmanın asıl sahipleri onlardır.

Son olarak matematiği sevip keşfetmemde büyük katkısı olan ilkokul öğretmenim Sayın Gülşah CANITEZ KÜVEN'e teşekkürlerimi sunarım.

25 Nisan 2016 Şeyda BİRNİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET

Bu araştırma ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin lisans sürecinde aldıkları geometri dersinin içeriği ve işleniş yöntemine uygun görüşlerini incelemek ve onların gözünden içeriği ve yöntemi değerlendirmek amacı ile yapılmıştır. Geometri dersi, dersin öğretim üyesi tarafından YÖK'ün eğitim fakültelerine önerdiği içerikten farklı bir içerikte tasarlanmış ve uygulanmıştır.

Araştırmanın örneklemini 2013-2014 bahar döneminde Bayburt Üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programında kayıtlı olan ve geometri dersini alan on iki öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden olgu bilim kullanılmıştır. Veriler öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacının dönem boyunca derslere katılması ile tutmuş olduğu gözlem notları, verilen proje ödevleri, vize ve final sınavları ve dönem başında ve sonunda yapılan isimli ve isimsiz görüş formları ile toplanmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiş ve bu verilerin geçerlilik ve güvenirliliğine bakmak için diğer veriler kullanılmıştır.

Bulgularda öğrencilerin kullanılan eğitim yöntemine alışkın olmamalarından dolayı zorlanmalarına rağmen bu yöntemi sevdikleri, bu yöntem ve içerikle düşünmeye ve sorgulamaya başladıklarını, bu zamana kadar ezber yöntemi ile oluşturdukları geometri bilgilerini sorgulayarak yeniden inşa etmeye başladıkları ve en önemlisi geometrik düşünme becerilerinde gelişim meydana geldiği ortaya çıkmıştır.

Elde edilen bulgular ışığında bu çalışma ile eğitim fakültelerinde lisans sürecinde alınan geometri dersinin içerik ve işleniş yönetimi ile ilgili tartışma başlatıldığı vurgulanmış, bu tartışmayı devam ettirmek için yeni çalışmaları yapılıp sonuçlarının karşılaştırılması önerilerinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Lisans Geometri Dersi, İçeriği, Öğretim Yaklaşımı

ABSTRACT

The aim of research is to investigate and evaluate elementary mathematics teacher education students' views on content and pedagogy of geometry course. The geometry course content was designed and delivered by the lecturer of the course in a different way comparing to what is recommended by Higher Education Council to implement in education faculty.

The sample of the research consist of twelve students who enrolled for the geometry course and registered elementary mathematics education program in Bayburt University at spring term of 2013-2014 academic year. Phenomology approach, as a qualitative research method was used in the research. Data consist of semi-structured interviews, observation notes were taken by researcher during the semester, project assignments, midterm and final examination papers of students and interview forms done at beginning and end of the semester. The data obtained from the interviews were analyzed using content analysis and other data that is used to look at the validity and reliability of data.

In the findings, although the students had difficulty in the course because they were not accustomed to implemented method, they liked it. They start thinking and reasoning by the method and content, begin to reconstruct geometry knowledge by reasoning. Most importantly, development of geometrical thinking has occurred.

In the lights of the findings, by the research discussion on content and pedagogy of geometry course given in undergraduate in education faculty is started. In order to continue the discussion, done new researches and compared the results of them were suggested.

Key Words: Undergraduate Geometry Course, Content of the Course and Teaching Approach

ŞEKİLLER DİZİNİ

KISALTMALAR LİSTESİ

CCSM: Common Core State Standarts for Mathematics

DIMLE: Dynamic and Interactive Mathematics Learning Environments

DGY: Dinamik Geometri Yazılımları

GG: GeoGebra

LYS: Lisans Yerleştirme Sınavı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

PISA: Programme for International Student Assessment

TIMMS: Trends in International Mathematics and Science Study

YÖK: Yüksek Öğretim Kurulu

GENEL BİLGİLER

1. Giriş

Sözlük anlamıyla yer ölçme anlamına gelen ve insanoğlunun gerçek yaşam problemleri ile baş edebilmesi sonucunda ortaya çıkan geometri insan hayatında büyük bir öneme sahiptir. Günlük hayattaki problemlerimizi (boya yapmak, süsleme yapmak gibi) çözmek, evreni tanımak hatta mimarlık ve mühendislik gibi alanlarda çalışıyorsak mesleğimizi yürütmek için de geometriden faydalanırız (Altun, 2004). Geometrinin uygulamalı mesleklerdeki bu kullanımlarının yanı sıra düşünce sistemimize olan katkısı da bulunmaktadır. Mantıklı çıkarımlar yapabilmenin gerektiği kriminoloji ve hukuk gibi mesleklerde de geometrinin bu özelliğinden yararlanıldığı bilinmektedir.

Yapılan uluslararası çalışmalarda Programme for International Student Assessment (PISA) ve Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) Türkiye'nin matematik başarısının uluslararası ortalamaya göre düşük olduğunu, matematiğin dört alt alanı içinde ise en düşük başarının geometriye ait olduğu belirtilmiştir (Mullis, Martin ve Foy, 2008). 1999 yılında gerçekleştirilen 3. TIMSS sınavına katılan 38 ülke arasında Türkiye ülkeler arasındaki başarı sıralamasında matematikte 31. sırada yer alırken geometride ise 34. sırada yer almıştır (Erkek ve Bostan, 2015).

Ülkemizde bütün lisans öğrencilerinin hayatında önemli yer tutan Lisans Yerleştirme Sınavları (LYS) 2015 sonuçları problemin önemini vurgulamak için önemli kaynaklardan biridir. ÖSYM web sitesinde (www.osym.gov.tr) yayınlanan bilgilere göre, 2015 yılında LYS1 içinde 50 matematik ve 30 geometri sorusu sorulmuştur. Sınavı geçerli olan 757.768 adayın girdiği bu sınavda matematik başarı ortalaması 9,72 iken geometri başarı ortalaması 3,78 olarak gerçekleşmiştir. Başarı oranlarını derslerin soru sayılarına oranlayarak yüzde değerlerine baktığımızda, matematik başarısının % 19,44 iken geometri başarısının % 12,60 olduğu görülmektedir. Yani geometri ders başarısı, benzer ders kategorisinde düşünebilebileceğimiz matematik dersine göre de daha düşüktür.

Geometri matematik içinde önemli bir yeri olmasına rağmen okullardaki matematik eğitiminde cebir ve aritmetiğin gölgesinde kalmaktadır. Matematik eğitiminde verilen geometri derslerinin sayısının cebir derslerine oranla daha az olması daha da önemlisi geometri derslerinin formül ve tanım temelli olarak işlenmesi yani geometrinin mantıksal yapısına aykırı öğretimin yapılması matematik eğitiminde geometri öğretimine daha az önem verildiğini göstermektedir. Ayrıca geometri öğretiminin amaçlarından olan görsel farkındalık ve mantıksal düşünmeden uzaklaşıldığı ortaya çıkmaktadır. Geometri başarı durumundaki olumsuzluğun kaynağı öğretiminin niteliğindeki bu sapma olabilir.

Bu durum akademisyenleri geometri üzerine çalışmalar yapmaya teşvik etmektedir ve geometri eğitiminin kalitesini yükseltebilmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Öz, 2012; Açıkgül, 2012; Yantır, 2007; Sinclair ve Bruce, 2015). Çalışmaların çoğu öğrencilerin geometri başarılarını arttırmaya yöneliktir.

Öğrencinin başarısını doğrudan etkileyen faktör olarak öğretmenin alan bilgisinin iyileştirmesi gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalar ise yeni başlayan öğretmenlerin alan bilgisinin yeterli olmadığını vurgulamaktadırlar (Barrantes ve Blanco, 2006; Jacobson ve Lehrer, 2000; Leikin, Berman ve Zaslavsky, 2000).

1.1.Araştırmanın Gerekçesi

Eğitim sisteminin kalitesinde en büyük role sahip olan etken öğretmenlerdir. Sistemin temel taşı olan öğretmenlerin öğrendikleri yollar ile öğretme eğilimlerinin olduğu belirtilmektedir (Schoenfeld, 1988). Bu durumda eğitim fakültelerinde sunulan öğretmen eğitimi programı hem öğretmen adayları için hem de onların gelecekteki öğrencileri için büyük önem arz etmektedir. Matematik başarısı ve matematiğe yönelik olan "zor ders" algısı düşünüldüğünde matematiği nasıl öğrettiğimiz ön plana çıkıyor ve bu durum matematik eğitimcilerinin *"öğretmen adaylarına matematiği nasıl öğretiyoruz?"* sorusunu sormasını sağlıyor.

Matematiğin alt öğrenme alanlarından olan geometrinin başarı düzeyinin hem öğrenci hem de öğretmen adaylarında düşük olması dahası öğretmenlerin geometri başarılarının dahi düşük olması (Birni ve Karadağ, 2016), geometri öğretiminde sorunlar olduğunu ortaya koymaktadır. NCTM' in 71. Yıl kitabının önsöz kısmında, editörlerden Craine (2009) yıllar içinde geometri eğitiminde önemli gelişmeler yaşandığını, bu gelişmelere rağmen matematik eğitimi topluluğunun hâlâ "okul geometrisinde neler olması?" gerektiği hakkında tartışmaya ihtiyacı olduğunu belirtmiştir.

Böyle bir araştırma yapmaya motive eden bir diğer sebep ise araştırmacının yüksek lisans ders döneminde almış olduğu dersler içerisinde yapılan konuşmalarda hepsi matematik öğretmeni olan yüksek lisans öğrencilerinden birçoğu geometride başarısız olduklarını ders içi ve ders dışı konuşmalarında dile getirmişlerdi. Nelerin bu durumun oluşmasına sebep olduğu konuşulurken, geometri eğitiminde nelerin olması gerektiği gündeme geldi ve lisans döneminde alınan geometri derslerinin içeriklerinde nelerin olduğunu tartışılmaya başlandı. Birçoğunun geometri derslerinde Euclid ispatlarını yaptığı ve daha sonrasında bunları unuttuğu sonucu ortaya çıktı. Bu konuşmalar öğretmen adaylarının mesleklerine atılmadan önceki son durakları olan eğitim fakültelerindeki geometri dersinin içeriğinde nelerin bulunması ve nasıl uygulamalar yapılması gerektiği sorularını gündeme getirmiştir.

Bu noktalardan hareketle eğitim fakültelerinde zorunlu ders olarak verilen geometri dersinin içeriğinde nelerin olması ve nasıl bir öğretim yöntemi uygulanmasının tartışılmaya değer bir konu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yüksek Ögretim Kurulunun eğitim fakültesi öğretmen yetiştirme lisans programlarında ilköğretim matematik öğretmenliği geometri dersinin içeriği,

> "Geometrinin tanımı, yapısı ve gerçek hayatta kullanımı. Aksiyom, tanımsız kavram, teoremin açıklanması. Euclid ve euclide dışı geometriler, Euclid geometrisinin temel aksiyomları. Nokta, doğru ve düzlem kavramları arasındaki ilişkiler. Açı kavramı, çeşitleri, açıların eşliği ve eşlik aksiyomları, açılar ile ilgili uygulamalar. Çokgen kavramının tanımı. Üçgen kavramının tanımı, üçgen çeşitleri, üçgenin temel ve yardımcı elemanları, üçgenler ile ilgili eşlik aksiyom ve teoremleri, üçgenlerde eşlik ile ilgili uygulamalar, üçgenler ile ilgili benzerlik teoremleri, üçgenlerde benzerlik ile ilgili uygulamalar. Yamuk, paralelkenar, eşkenar dörtgen, dikdörtgen, kare, deltoit gibi geometrik kavramlara dönük teoremlerin ispatlanması. Dörtgenler ile ilgili uygulamalar. Çember ve daire kavramları, çember ve dairede açı ve uzunluk ile ilgili teorem ve ispatları, çember ve dairede açı ve uzunluk ile ilgili uygulamalar. Uzayda cisimlerin özellikleri, katı cisimlerin alan ve hacimleri ilgili uygulamalar."

şeklinde tanımlamıştır. Bu içeriğe bakınca akla gelen ilk sorulardan biri, YÖK'ün vermiş olduğu geometri ders içeriği eğitim fakültelerinde sadece bir dönem alınan geometri dersi içerisinde tamamlanabilir mi? sorusudur. Bakıldığında içeriğin büyük kısmını Euclid geometrisinin (düzlem geometrisinin) oluşturması da, diğer geometri türlerine zaman ayrılabilir mi? sorusunu akla getirmekle beraber öğrenilmesi zor olan Euclid yaklaşımının (inşaa etme ve aksiyomatik yapının) da bir dönemde işlenmesinin yeterli olup olmayacağını da akıllara getirmektedir. Bu düşüncelerden hareketle ve "ilköğretim matematik öğretmenliği programında zorunlu olan geometri dersinin içeriği ve işlenişi öğretmen adayları için yol gösterici mahiyette olduğu" (Schoenfeld, 1988) göz önünde bulundurulduğunda onların bu ders hakkındaki görüşleri ise matematik eğitimcilerine dönütler sağlayabileceğini ve bu dönütlerin neticesinde, sunulan eğitimin kalitesini yükseltebilmesine fırsatlar sunabileceğini düşünüldü.

1.2. Araştırmanın Problemi

Geometri başarı düzeylerindeki olumsuzluklar ve öğretmen niteliğinin ders başarısına olan katkısı göz önüne alındığında, lisans eğitimi sırasında geometri dersi almış öğrencilerin deneyimlerini sorgulamak ve onların gözünden geometri dersinin kapsam ve ele alınış yöntemlerini değerlendirmek gerektiği ortaya çıktı. Bu nedenle, bu araştırmanın problemini, "İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin aldıkları geometri dersinin içeriği ve işlenişi hakkında görüşleri nelerdir?" şeklinde yapılandırıldı.
Geometri dersini alıp dönemi tamamlamış öğrencilerin gözlerinden yaşadıkları deneyimi sorgularken öğrencilerin aldıkları geometri dersi boyunca bir takım ispatlar yaptıklarını, aynı dönem içinde aldıkları Bilgisayar II dersinde öğrendikleri eğitim yazılımlarından yararlanarak çizimler ve tasarımlar yaptıklarını ve çok sayıda geometri sorusu çözmeye teşvik edildikleri araştırmacı tarafından bilinmekteydi. Dersin öğretim üyesi, öğrenciye bu kadar çeşitli ders içerikleri sunulmasının nedenini "öğrencilerin geometri kavramlarını daha çok sorgulamaya teşvik etmek ve onların uzamsal becerilerinin gelişimine katkı sağlamak" olarak açıklıyordu (kişisel iletişim, 2015). Yapılan uygulamaların öğrenci gözüyle değerlendirilmesinin amaçlandığı araştırmada, araştırma problemine cevaplar aranırken araştırma süresince araştırmacıya ışık tutması açısından alt problemler de şu şekilde yapılandırıldı:

- Öğrenciler, geometri dersleri içinde yaptıkları klasik (Euclid yaklaşımı) ispatlar hakkında ne düşünmektedir?
- Öğrenciler, ders kapsamında yaptıkları çizimleri nasıl değerlendirmektedirler?

- Öğrencilerin dersin önemli bir parçası olarak düzenli olarak soru çözmeye teşvik edilmeleri hakkındaki düşünceleri nelerdir?
- Öğrencilerin yaşadıkları bu geometri dersi deneyimi nedeniyle daha önceden öğrenmiş oldukları geometri kavramlarını kavrama düzeylerinde nasıl bir değişim yaşanmıştır?
- Bu geometri dersleri kapsamında yapılan etkinlik ve çalışmalar, öğrencilerin uzamsal becerilerini nasıl etkilenmiştir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programında verilen geometri dersinin içeriği ve boyutlarının neler olması, dersin işlenmesinde hangi pedagojik uygulamalara yer verilmesi hakkında öğrenci görüşlerini almak ve bu görüşlerden öğrenilen bilgilere göre öğretmen yetiştirme programının gelişimine katkıda bulunmaktır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Matematik öğretmeni eğitimindeki en önemli konulardan biri öğretmenlerin geometri bilgilerini arttıracak uygulamalar geliştirebilmek için onların perspektifinden öğrenmelerini anlamaktır (Tutak, 2009). Literatürde yer alan araştırmalara bakıldığında bir kısmının farklı yöntem ve materyaller kullanarak geometri başarısını arttırmaya odaklandığını, bir kısmının ise geometri alan bilgisini ölçmeye odaklandıkları görülmektedir (Jones, 2000; Swafford, Jones ve Thornton, 1997).

Türkiye' de 2015 yılına kadar geometri öğretimi ile ilgili yapılmış lisansüstü tezleri incelendiğinde (Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezindeki çalışmalar) çalışmaların örneklemlerini, okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise ve lisans düzeyindeki öğrencilerin oluşturduklarını görülmektedir. Alanın kısıtlı olmasından dolayı, bu çalışmayla aynı örneklem türüne sahip, yani öğretmen adayları ile yapılmış araştırmalara aşağıda yer verilmiştir.

Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri geometri eğitiminde tüm dünyada önemli bir yere sahiptir (Paksu, 2016). Dolayısıyla Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile ilgilili birçok çalışma bulunmaktadır. Konu gereği Türkiye'de öğretmen adayları ile yapılan Van Hiele çalışmaları incelenmiştir. Bu çalışmalardan ilkini Duatepe (2000) yılında yapmış ve öğretmen adaylarının demografik değişkenleri ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelediği araştırmasında yaş, anne-baba eğitim durumu ve liseden mezun olunan yılın Van Hiele düşünme düzeyleri üzerinde etkili olmadığı, erkeklerin kızlardan, sınıf seviyelerine bakıldığında ise birinci sınıfların ikinci sınıflara göre bu seviyelerde daha iyi olduğunu elde etmiştir. Akbay (2012), ise sınıf seviyelerinin Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri arasındaki ilşkiyi incelemiş ve Duatepenin elde ettiği sonuca paralel olarak ogerencilerin geometrik düşünme düzeylerinin yaşlarına bağlı olmadığını, deneyimlerine bağlı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Duatepe ve Akbay matematik öğretmen adayları ile çalışmışken Erdoğan (2006) sınıf öğretmenliği öğretmen adayları ile çalışmıştır. Van Hiele modeline dayalı öğretim sürecinin sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının yeni geometri konularına yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini geliştirdiğini görmüş.

Öğretmenlerin sınıf içinde matematik öğretimi sürecinde matematik dilini doğru kullanmaları yetiştirdikleri nesillerin matematiğin kendine özgü bir dili olduğunu bilmeleri ve bu dili bilmelerini ve doğru kullanmlarında etkili olduğu düşünüldüğünde öğretmen adaylarının bu dili kullanma becerileri ve tutumlarının tespit edilip iyileştirmesine yönelik çalışmalar yapmak gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla bazı lisansüstü araştırmalar yapılmıştır. Pazarbaşı (2015) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının analitik geometri alan dilini kullanma becerileri ve tutumlarını incelerken Yarar (2015) ise geometri alan dilini kullanma tutum ve becerilerini incelemiş. Her iki araştırmanın sonucu da tutum ve başarıların cinsiyete, mezun olunan okul türüne, öğretim şekli ve yaşa göre değişmediği sonucunu ortaya koymuş. Bu sonuca ilaveten Pazarbaşı öğretmen adaylarından herhangi bir kurumda çalışmış olanların tutumlarının daha olumlu başarılarının da daha yüksek olduğunu, Yarar ise bunun aksine öğretmen adaylarının herhangi bir kurumda çalışmış olmalarının da geometri alan bilgisine yönelik tutumları ve başarılarını etkilmediğini belirtmiştir.

Genel anlamda öğretmen bilgisi diye adlandırılan Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) öğretmen adaları için büyük önem arz etmektedir. Bulut (2012) geometri konusundaki TPAB düzeylerini incelediği araştırmasında geometri ile ilgili algıladıkları teknolojik pedagojik alan bilgilerinin ortalamanın biraz üstünde olduğu sonucunu elde etmiştir. Bayraklı (2013), araştırma konusunu biraz daha daraltmış ve öğretmen adaylarının geometri öğretiminde kullanılan vektörel yaklaşıma yönelik Pedagojik Alan Bilgileri ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak istemiş ve vektörel yaklaşımla ilgili yanlış bir algı ve olumsuz tutuma sahip oldukları ve öğretmen adaylarının kendilerini ve öğrencilerini vektörel yaklaşımı kullanmaya hazır hissetmediklerini tespit etmiştir.

MEB, geometri öğretiminin üç geometri öğretme yaklaşımının (analitik, sentetik ve vektorel yaklaşımın) bir arada kullanılması ile gerçekleştirilmesini tasiye etmektedir. Bulut (2015) bu öğretme yaklaşımlarının beraber kullanımının geometri problemlerini çözme üzerindeki etkilerini tespit etmek için araştırma yapmıştır. Araştırmanın sonuçları bu üç yaklaşımın beraber kullanıldığı öğretim öncesinde ve sonrasında problem çözmede en çok tercih edilen yaklaşımın sentetik yaklaşım olduğunu, öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında vektörel ve analitik yaklaşımı kullanmada artış meydana geldiği şeklindedir. Bu durum öğretmen adaylarının lisans öncesinde sentetik yaklaşım ile geometri problemleri çözmeye alışkın olmalarından dahası onların öğretmenlerininde yaygın olarak sentetik yaklaşımı kullanmış olmalarından kaynaklandığı yorumunda bulunulabilir.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle beraber eğitim teknolojilerinde de gelişmeler meydana gelmiş, özellikle matematik öğretimini desteklemek ve kalitesini arttırmak amacı ile matematik eğitiminde kullanılan ve Karadağ ve Martinovic (2010) tarafından Dynamic Interactive Mathematics Learning Environments (DIMLE) olarak adlandırılan etkileşimli matematik öğrenme ortamlarının niceliğinde ve niteliğinde önemli ölçüde artış meydana gelmiştir. Bu artışla beraber bu ortamların genelde matematik eğitimindeki etkisini özelde ise geometri eğitimindeki etkisini inceleyen çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Öğretmen adayları ile Türkiye'de yapılmış olan lisansüstü tez çalışmalarına bakıldığında:

Pekdemir (2004), bu yazılımların öğretmen adaylarının geometrik yer konusunda ki başarısı üzerindeki etkisini, Ersoy (2009), geometri erişilerine etkisini ve Açıkgül (2012) ise öğretmen adaylarının bu yazılımları kullanarak geometrik yer problemlerini çözme süreçleri ve bu süreçlere ilişkin görüşlerini araştırmıştır. Pekdemir ve Açıkgül bu yazılımların, öğrencilerin tahmin ve buna bağlı olarak matematiksel açıklama yapabilme becerilerini artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca Pekdemir ve Ersoy geometri başarılarını arttırdığı sonucunu da elde etmişlerdir. Koyuncu (2013) ise geometri problemlerinin bu ortamlarda ve kâğıt-kalem ortamındaki çözüm straejilerini incelemiş olduğu araştırmasında teknoloji ortamının zaman kazandırdığınıı, kolayca alternatif yöntemler geliştirilmesine, şekillerin eksiksiz çizimine, kesin ve hızlı hesaplamalar yapılabilmesine fırsatlar sunduklarını gözlemlemiştir. İpek (2010) ise araştırma konusunu biraz daha özelleştirerek bu ortamlardaki cebirsel ve geometrik ispat süreçlerini incelemiş ve öğretmen adaylarının bu ortamlarda farklı ispat türlerini kullanabildiklerini, bu ortamları kullanarak yapılacak ispat öğretiminin de etkili olacağı sonuçlarına ulaşmıştır.

Bilgisayar destekli geometri eğitimi ile yapılmış olan yukarıdaki çalışmaların sonuçları incelendiğinde geometri öğretiminde başarıyı arttırma, problem çözmelerine yardımcı olma ve düşünmeye teşvik etme gibi olumlu sonuçlar bıraktığı görülmektedir.

Yukarıdaki araştırmalar sadece yazılım temelli geometri öğretimi üzerine odaklanmışken araştırmaların bir kısmı da yapılan farklı uygulamaların öğretmen adaylarının ggeometri başarısı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Soylu (2005) geometride somutlaştırma yöntemini kullanarak lineer dönüşüm ve lineer dönüşümlerle ile ilgili kavramların nasıl anlaşıldığını incelemiş ve soyut olan lineeer dönüşüm konularnın somutlaştırılmasını başarıyı artırdığını gözlemlemiştir. Öz (2012) ise somut materyallerin ve Geometry Sketchpad yazılımının geometrik başarı üzerindeki etkilerini araştırmış ve iki yönteminde başarıyı arttırdığını ve aralarında belirgin bir fark bulunmadığını elde etmiştir. Yantır (2007) işbirlikli öğrenme yönteminin öğretmen adaylarının geometri erişi düzeyleri üzerindeki etkisini öğrenmek istediği araştırmasının sonucunda işbirlikli öğrenme yönteminin başarıyı arttırdığı sonucunu elde etmiştir. İşbirlikli öğrenmede kişiler arasında rekebet olmaması, grup içindeki tüm bireylerin birbirleri ile etkileşim halinde olması, birbirlerinin öğrenmelerini desteklemeleri ve sonuçta ortak bir ürün koymaları ve bu ürün için her birinin sorumluluk alması bu durumun ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Öğretmenlerin sahip oldukları kavram yanılgıları ile yapacakları öğreetim öğrencilerin de kavram yanılgıları oluşturmalarına fırsat verecektir. Bunun içinde öğretmen adayının kavram yanılgılarını tespit edilip lisans öğretimi sürecinde giderilmesi gerekir. Bu amaçla Özerdem (2007) lisans düzeyinde alınan analitik geometri dersindeki kavram yanılgılarını belirlenmek ve giderebilmek için yapmış olduğu araştırmasında öğretmen adaylarının analitik geometri dersiyle ilgili çeşitli kavram yanılgılarının olduğu, öğretmen adaylarından analitik geometri ön öğrenme seviyesi yüksek olanlarının lisansta almış oldukları analitik geometri dersinde daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Geometri eğitimi ile ilgili çalışmaların Euclid geometrisi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun sebebi müfredatların çoğunda ve büyük bir kısmında Euclid geometrisine odaklanılmış olması olabilir. Bu duruma rağmen Euclid dışı geometriler üzerinde yapılan çalışmalarda bulunmaktadır. Güven (2006) öğretmen adaylarının küresel geometriyi anlama düzeylerini karaktrize etmek amacı ile yapmış olduğu çalışmasının sonucunda küresel geometri öğrenen öğrencilerin dört anlama düzeyinden geçtiğini ve bu düzeylerin hiyerarşik oldukları ve küresel geometri öğrenme düzeyleri ile Van Hiele düzeyleri arasında orta güçlükte bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

Öğretmen adaylarının lisans sürecinde almış oldukları dersler öğretmenlik süreçlerinde onlara yardımcı olabilmeli ve yön gösterebilmelidir. Şerbetçi (2009) lisans sürecinde alınan geometri derslerinden öğretmenlik sürecinde ne ölçüde yararlandıklarını öğrenmek istediği araştırmasının sonucunda lisans düzeyinde verilen derslerin fazla akademik olduğu, uygulamaya gereken önemin verilmediği lisansta almış oldukları geometri dersleri ile öğretmen olduklarında girecekleri geometri dersleri arasında yeterli derecede bağlantı olmadığını elde etmiştir.

Bu araştırmada ise, lisansta geometri dersini tamamlamış öğrencilerin geometri öğrenme deneyimlerini onların perspektifinden değerlendirmek hedeflenmiştir. Bunun için öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak lisansta aldıkları geometri dersinin içeriğinin ve işleniş yönteminin nasıl olması gerektiği ile ilgili görüşleri alınmıştır. Dolayısıyla araştırma bu yönüyle, daha önce yapılmış çalışmalardan farklılıklar göstermektedir. Bir ders içeriği uygulandıktan sonra öğrencilerin görüşlerinin alındığı çalışmalar mevcuttur. Fakat bu çalışmalar ilkokul, ortaokul ve lise seviyelerinde ve ders içerisinde seçilen bir konu üzerine öğrencilerin görüşlerinin alınarak yapılmış çalışmalardır. Lisans seviyesinde uygulanan bir dersin ders içeriği ve işleniş yöntemi ile ilgili öğrenci görüşleri daha önce herhangi bir çalışmada yer almamıştır. Bu araştırmayı önemli ve özgün kılan noktalardan bir tanesi bu yönüdür.

Diğer bir önemli ve özgün yön ise, öğretmen adaylarının kazandıkları bilgi ve öğrenme modeli deneyimini kendi öğrencilerine taşıyacak kalıcı izlerin varlığının araştırılmasıdır. Eğitimin kalitesini arttırmak için sürekli olarak yeni eğitim ve öğretim programları yapılıyor ve yeni yöntemler uygulanıyor. Fakat öğretmen eğitiminde nasıl bir yol izlenilmesi gerektiğini öğretmen adaylarının görüşlerini alarak, onların perspektifinden değerlendiren çalışmaların eksik olması ülkemiz açısından önemli bir kayıptır. *Öğretmenlerin öğrendikleri gibi öğrettikleri* iddiası nedeni ile öğretmen eğitimcilerinin öğretim yöntemlerinin öğrencilerde bıraktığı etkiyi gözlemleyebilmeleri önemlidir. Kaliteli öğretmenler yetiştirebilmek için matematik eğitimcilerinin vermeye çalıştığı öğretimin ne kadar amacına ulaştığını ve bu öğretimin alıcıları tarafından nasıl bir farkındalık oluşturduğunu bilmeleri önemlidir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bayburt üniversitesinde 2013-2014 bahar yarıyılında ilköğretim matematik öğretmenliği programında geometri dersini almış 46 öğrenci arasından seçilen 12 öğrencinin görüşleri ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

- ✓ Görüşmelere katılan öğretmen adayları açık uçlu sorulara gerçek düşünce ve bilgileri ile cevap vermişlerdir.
- ✓ Araştırmacı görüşmeler sırasında öğretmen adaylarına objektif davranmış, onları yönlendirmemiş ve değerlendirme sürecinde ise önyargısız bir tutum göstermiştir.

2. LİTERATÜR TARAMA

2.1. Geometri Tarihi

Geometri Yunanca geo (yer) ve metron (ölçüm) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir. Mısır'da meydana gelen su taşkınlarının arazilerin sınırlarını değiştirmesi problemlere neden oluyordu. Oluşan bu problemi çözmek için insanların ölçme yapmaları gerekiyordu ve bu durum geometriyi ortaya çıkıyordu. Eski Mısır'da ve Babil'de somut sorunları çözmek yani ölçümler yapmak için ortaya çıkan geometrinin, ilerleyen dönemlerde Eski Yunan'da soyut düşünme boyutu öne çıkmaya başlamış ve geometri soyut düşünebilme aracı halini almıştır.

Eski Mısır ve Babil'de,

- Bir üçgenin ya da bir dairenin alanını nasıl hesaplayabilirim?
- Bir pramidin hacmini ya da krişin uzunluğunu nasıl bulabilirim?
- Bir yamuğu, tabanına paralel bir doğru parçasıyla nasıl iki eşit parçaya bölebilirim?

soruları ile uğraşılmışken, Eski Yunan ise, "*Tüm bunları nasıl kanıtlayabilirim?*" sorusuna cevap aramıştır. Dolayısı ile Eski Yunan, geometriye pragmatik yaklaşmamış, tümden gelim yöntemini geliştirerek geometrinin temel esaslarını ve aksiyomatik yapısını ortaya koymuştur.

Eski Yunan'da geometriye büyük önem verilmiştir. Mesela, Geometriye doğrudan bir katkısı olmayan Platon'un açtığı okulun kapısına "Geometri bilmeyen buraya giremez" diye yazdırdığı rivayet edilir. O dönemde geometriye katkı sağlayan birçok kişi mevcuttur. Pisagor, Öklid ve Arşimed bu isimlerden birkaçıdır.

> Euclid'in yazmış olduğu "Elements" isimli ve on üç bölümden oluşan kitapta, Euclid az sayıda açık kural olan postulateslerden yola çıkarak mantıksal muhakame (sorgulama) ile sonuçlara ulaşarak aksiyomatik yapıyı oluşturmuştur. Euclid geometrisinin bir diğer özelliği de yapılan ispatlarda ölçmenin yapılmaması bunun yerine eş ve benzerliğin kullanılması ve bu duruma bağlı olarak ölçeksiz cetvel ve pergel kullanımı ile şekillerin inşa edilmesidir.

Eski Yunan'da sistematik bilim haline kavuşan geometri 8. ve 16. Yüzyıllar arasında Türk İslam âlimlerinin ilgi alanı olmuştur. Harezmî ve Ömer Hayyam Euclid'in

Elements kitabının anlaşılması için geometriye cebiri de ekleyerek Elements'i yorumlamışlar ve geometriyi daha anlaşılır hale getirmişlerdir. Harezmî tarafından 830 yılında Arapça olarak yazılan Cebri ve'l Mukabele adlı eserde ve Ömer Hayyam'ın Cebir adlı eserinde geometriye cebirsel yaklaşım getirdikleri ve analitik geometriye ait bilgileri ortaya koydukları görülmektedir. Bu dönemde, Yunanca olan eserler Arapçaya çevrilmiş fakat o dönemde okullar olmadığı için eserler kütüphane raflarını doldurmuşlardır (Baki, 2014).

Avrupalılar bu eserleri kullanarak geometriye giriş yapmışlardır. İlk olarak Türk-İslam âlimleri tarafından geometriye getirilen cebirsel yaklaşımı benimseyen Fransız bilim adamı René Descartes' Kartezyen koordinat sistemini geliştirmiş ve analitik geometrinin gelişmesine büyük katkı sağlamıştır. 18. ve 19. Yüzyılda bilim adamları Euclid geometrisinin geometrik problemleri çözmekte yetersiz olduğunu düşünmeye başlamışlardır. Gauss ve Riemann Euclid'in beşinci postulatının yanlış olduğunu göstermiş ve böylece Euclid dışı geometriyi kurmuşlardır. Günlük yaşantımızla tutarlı olan Euclid geometrisi olsa da evrensel boyutta daha kullanışlı olan Euclid dışı geometrilerdir (Baki, 2014). Dahası Euclid dışı geometrilerin benimsenmesi ile diferansiyel geometri ortaya çıkarken, sonrasında tasarı geometri, fraktal geometri gibi geometriler ortaya çıkmıştır. Malkevitch (1991) günümüzde elliden fazla geometrinin olduğunu belirtmiştir.

2.2. Geometrinin Önemi

Okul yaşamında büyük öneme sahip olan geometri, günlük hayattaki uzunluk ölçme, çizim yapma ve haritaları okumayabilmek için de gereklidir (Bussi ve Boero, 1998). Ayrıca geometri bazı alanlar ve meslekler için de bir ihtiyaçtır. Örneğin; fizikte, coğrafyada, müzikte, resimde, mimarlıkta, bahçe dizaynı ve trafik ışıklandırmalarında kullanılırken, tasarımcılar, mühendisler ve sanatçılar ise mesleklerinde kullanmaktadırlar. Dolayısı ile geometri bilgisi sadece okuldaki akademik başarı için değil, uygulamadaki birçok mesleğin icrası için gerekli bir bilim dalıdır. NCTM (2000) geometri ve uzamsal hissin matematiğin temel bileşenleri olduğunu ve fiziksel dünyayı yorumlamak ve ifade etmek için yollar sunduklarını belirtiyor. Başka bir ifade ile geometri diğer matematiksel kavramları anlama ve matematiğin diğer alanları arasında ilişkiler kurabilmeye izin veriyor (Mammana ve Villiani, 1998; Muschla ve Muschla 2000).

Bu nedenle geometri, okul öncesinden başlayarak öğrenim hayatının her bir basamağında karşımıza çıkmaktadır. Erken yaşlarda başlayan geometri eğitimine rağmen öğretmen adaylarının geometrik düşünme seviyelerinin düşük olması verilen geometri eğitiminin yeterli olmadığını göstermektedir (De Villers, 2010). Bu durum "nasıl bir geometri eğitimi verilmesi gerekiyor?" sorusunu gündeme getirmektedir. Geometri eğitiminde öne çıkmış olan Rusya'da altmışlı yılların sonlarında öğrencilerin matematiğin diğer dallarını yapabilmelerine rağmen geometriyi yapamamalarının nedeni araştırılmış ve verilen eğitimin geometrik düşünme seviyelerinin üstünde olmasının bu durumu ortaya çıkardığı tespit edilmiştir (De Villers, 2010). Türkiye' de yapılan araştırmalarda (Olkun ve Aydoğdu, 2003; Gür, 2005; Fidan ve Türnüklü, 2010) geometri eğitiminde Van Hiele geometrik düşünme seviyelerinin dikkate alınmadığını göstermektedir.

2.3. Geometrik Düşünme

Geometri maddesel modelden hareketle mantıksal bir teorinin nasıl ortaya çıktığını göstermeye fırsat vermesinden ve matematiksel düşünmenin temellerini oluşturmasından dolayı matematik eğitiminin temel konularından bir tanesidir (Güven ve Karpuz, 2016). Matematiğin anlamının sayılar ve şekillerle uğraşmanın, çeşitli hesaplamalar yapmanın ötesinde düşünme sanatı olduğu (Baki, 2016) göz önünde bulundurulduğunda matematiğin alt dallarından olan ve cebire oranla düşünmeye daha çok yönlendiren dalı olan geometrinin ve geometrik düşünmenin önemi ortaya çıkmaktadır (Atiyah, 2000).

2.3.1. Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri

Geometri eğitiminin kalitesini arttırmak için geometrik düşünme ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Gal ve Linchevski (2010), bu çalışmaların gelişimsel ve bilişimsel yaklaşımlar olarak iki kısıma ayrıldığını ifade etmişlerdir. Bu yaklaşımların arasındaki farka baktığımızda, gelişimsel yaklaşımların bireylerin gösterecekleri geometrik muhakeme sürecinin hiyerarşik seviyeler halinde olduğunu ve seviyeler arasındaki geçişin gelişime bağlı olduğunu savunduğu belirtilirken, bilişsel yaklaşımların ise bilişsel süreçler ve bu süreçlerin fonksiyonları üzerine odaklandıkları ve aralarında hiyerarşik bir yapının olmadığı belirtilmiştir (Güven ve Karpuz, 2016). Gelişimsel yaklaşımlar içerisinde en bilineni ve büyük bir öneme sahip olanı Van Hiele geometrik düşünme düzeyleridir. Hollandalı matematik eğitimcisi Van Hiele çifti öğrencilerin geometriyi anlamakta zorlandıklarını fark etmiş ve zorlukların neden kaynaklandığı ve geometrik düşünmenin nasıl geliştiğini anlamak için çalışmalar yapmış ve beş düşünme düzeyinden oluşan Van

Hiele geometrik düşünme seviyelerini ortaya koymuşlardır. Bu düzeyler; görsel, betimsel, basit çıkarım, çıkarım düzeyi ve sistematik düşünme düzeyidir (Paksu, 2016).

Görsel Düzey: Bu dönemde şekiller görüntülerine göre ayırt edilir. Şekillerin özellikleri tanımlanamaz. Şekiller bütün olarak algılanır.

Betimsel Düzey: Geometrik şekillerin parçalardan oluştuğu ve şekli adlandırmada şekillerin özelliklerinin görünümünden daha önemlidir. Fakat şekiller arasında ilişki kurulamaz.

Basit Çıkarım Düzeyi: Şekil sınıfları arasındaki ilişkiler fark edilir. Kavramları anlatmak için gerekli ve yeter şartları vererek kısa ve oz tanımlar yapılır.

Çıkarım Düzeyi: Bir matematiksel sistem içinde akıl yürütülüp ispatlar yapılır. Euclid geometrisinin aksiyomatik yapısı anlaşılır.

Sistematik Düşünme Düzeyi: Çeşitli aksiyomatik sistemler fark edilir ve farklı aksiyomlar üzerine kurulmuş sistemler karşılaştırılabilir.

Usiskin (1982), Van Hiele geometrik düşünme seviyelerinde dikkat çeken dört özellik olduğunu vurgulamaktadır:

Sabit Sıra: Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri arasında hiyerarşik bir sıra mevcuttur. Bir üst seviyeye geçmek için alt basamakları sırası ile geçmek gerekmektedir.

Yakınlık: Bir önceki basamaktaki bilgi sonraki basamaktada kullanıldığı için içselleştirilmiş olur.

Ayrım: Her seviyenin kendine ait sembollerinin olduğu ve bu sembolleri bir ilişki ağı içinde bağladığı bir ağı mevcuttur.

Ayrılık: Farklı düşünme seviyesindeki kişiler birbirlerini anlamazlar.

Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri yaklaşımı, geometri öğretimini derinlemesine etkilemiştir. NCTM (2000), geometri öğretim programını bu seviyelere göre ayarlanması gerektiğini belirtmiş ve birçok ülke de bu öneriyi dikkate alarak geometri öğretim programını bu öneri ışığında şekillendirmiştir.

De Villers (2010), Rus eğitim sisteminde geometrinin matematik eğitiminde önemli yeri olmasına rağmen, Rusların altmışlı yıllarda yaptıkları bir çalışmada, Rus öğrencilerinin okuldaki birçok konuda başarılı olduklarını, fakat geometride ise düşük başarı gösterdiklerini, bu durumun da öğrencilerin bulundukları Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri ile okullarda uygulanan geometri öğretimi düzeyinin (Van Hiele seviyelerindeki konumuna) birbirleri ile uyumlu olmamasından kaynaklandığını tespit ettiğini söylemektedir. Örneğin, öğrenci Van Hiele 1. seviyedeyken öğretmenin dersi Van Hiele 3. Seviyeye uygun anlatması ile bu teoerinin özelliklerinden olan ayrılık özelliğine uygun olarak öğrencilerin öğretmenleri anlayamadıkları görülmüştür. Bu durumun tespitinden sonra Rusya geometri müfredatını Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine göre yeniden tasarlamış ve bu yeni düzenleme sayesinde, öğrencilerin geometri başarı oranları artmıştır.

2.3.2. Duval'in Geometrik Düşünme Yorumu

Psikolog olan Duval ise geometrik düşünmeye bilişsel ve algısal boyutlardan bakmıştır (Jones, 1998). Bilişsel ve algısal süreçler olarak iki kısma ayırmış olduğu geometrik düşünme düzeylerini daha sonra da kendi içlerinde bölümlere ayırmıştır.

2.3.2.1. Bilişsel Süreçler

Duval (1998) bilişsel süreçler kısmını görselleştirme, oluşturma ve muhakeme olarak üç kısma ayırmıştır.

Görselleştirme süreci: Duval geometrik yapının görselleştirilmesi olarak tanımladığı bu sürecin algılarla iç içe olduğunu belirtmiş ve bu süreci algısal süreçler içerisinde açıklamıştır.

Oluşturma süreci: Geometrik bir şekil veya yapının pergel ve ölçeksiz cetvelle veya dinamik ve etkileşimli yazılımlarla inşa edilmesi veya bu sürecin sıralanmasıdır. Oluşturma ile geometrik şekil veya yapı görselleşmiş olur ve oluşan görsel üzerinde şeklin özellikleri incelenir.

Muhakeme süreci: Açıklama ve ispat için bilginin analitik düşünme ile geliştirilmesi sürecidir. Duval (1998) bilgide meydana gelen gelişmelerin temsiller üzerinden gerçekleşmiş olmasından dolayı temsillerin bu sürece farklı şekilde etkileri olduğunu belirtmiş, bu sebeple ortaya çıkan muhakeme süreçlerini ikiye ayırmıştır. Bu süreçler:

Doğal söylemsel süreç: Şekil merkezli muhakeme sürecidir. Bu süreçteki çıkarımlar matematiksel ilkelerle desteklenmez. Yani şekiller kullanılarak çıkarımlar oluşturulur.

Teorik söylemsel süreç: Tümden gelimsel ilişkiler ve sembolik bilgilerle gerçekleştirilen ilişkiler sürecidir. Bu süreçteki çıkarımlar aksiyom, tanım ve teoremlerle desteklenir.

Duval bilişsel süreçlerin birlerinden bağımsız çalışabileceğini, fakat bu üç bilişsel sürecin birbirlerine yakın ve bağlı olduklarını ve geometrik yeterlilik için onların sinerjilerinin bilişsel olarak gerekli olduğu iddiasında bulunuyor ve bu çalışmasında şu sonuçları elde ediyor: (1) bu üç süreç ayrı ayrı geliştirilmeli, (2) müfredatlarda farklı görselleştirme süreçleri üzerinde ve farklı muhakeme süreçleri arasında çalışılmasına ihtiyaç var, (3) bu üç tür muhakemenin koordinasyonu ise bu farklılaştırma sürecinin ardından meydana gelebilir.

2.3.2.2. Algısal Süreçler

Duval (1995) geometrik düşünme sürecinin sadece bilişsel sürece bağlı olmadığını algıların da geometrik düşünmede önemli bir rolü olduğunu belirtmiş ve bu süreci şekle bakma süreci olarak ifade etmiştir. Bu süreçleri görsel algı, sözel algı, sıralı algı ve işlevsel algı olarak dört alt kısma ayırmıştır.

Görsel algı: Geometrik yapıya ilk bakışta fark edilen verilerdir. Elde edilen bu veriler yapının inşası ile ilgili değillerdir.

Sözel algı: Şekle ait ilk algılarımız olan görsel algılar, şekle ait matematiksel özellikler hakkında net birşey ortaya koyamaz. Bunun için şekil ile ilgili bazı bilgilerin verilmesi, diğer bilgilerinden bunlardan çıkarılması gerekmektedir. Verilen bilgilerden istenilen bilgilere doğru çıkarılacak matematiksel ilkeler arasındaki ilişkileri belirleme sürecidir.

Sıralı algı: Şekli oluşturuken, inşaa ederken veya oluşumunu anlatırken kullanılır. Bu durumda şekilsel bilgiler algıya bağlı değillerdir, matematiksel ve teknik sınırlamalara bağlıdırlar.

İşlevsel algı: Problemin çözümü için içgörü verecek şekilde geometrik yapının üzerinde zihinsel veya fiziksel olarak yapılan değişimler işlemleridir. Ek çizimler veya silmeler bunlara örnek olarak verilebilir.

De Villers (2010) dünya genelinde var olan düşük seviyedeki geometrik düşünme becerisinin öğretmenlerin düşük seviyede geometrik düşünme becerilerine sahip olmaları ve geometri eğitimini de bu yönde gerçekleştiriyor olmalarından kaynaklandığını belirtiyor. Bu duruma çözüm getirmek amacı ile Driscoll, Wing DiMatteo, Nikula ve Egan (2007) öğretmen yetiştirmede geometrik düşünmeyi geliştirmek adına Zihnin Geometrik Alışkanlıkları (Geometric Habits of Mind) teorik yapısını geliştirmişlerdir. Zihnin alışkanlıkları herhangi bir problemi çözme sürecinde problemin özelliğine uygun olarak kullanılan stratejiler olarak ifade edilmektedir (Bozkurt ve Koç, 2016). Bu durumda Zihnin geometrik alışkanlıkları kavramı geometri problemi çözme sürecinde kullanılan yöntemlerdir. Driscoll ve arkadaşları (2007), zihnin dört geometrik alışkanlığı olduğunu vurgulamışlardır. Bu alışkanlıklar:

1. İlişki Kurarak Muhakeme: Geometrik şekiller arasındaki veya içindeki özelliklerine odaklanarak ve bu özellikler arasındaki ilişkileri kullanarak muhakeme etme sürecidir. Örneğin, iki boyutlu bir yapının içinde eşlik, benzerlik, paralellik gibi özelliklerin olup olmadığını bulmak ve bu ilişkiler arasında muhakeme yapmak.

2. Geometrik Fikirlerin Geliştirilmesi: Fark edilen özelliğin veya durumun her zaman ve her durumda gerçekleşip gerçekleşmeyeceğinin anlaşılması ve tanımlanması sürecidir.

3. Değişmeyenlerin İncelenmesi: Bir durumda nelerin değişip nelerin sabit kaldığını bulma sürecidir.

4. Keşfetme Yansıma Dengesi Kurma: Çözüm için farklı yaklaşımları kullanarak problemi çözme ve çözüm sırasında gelinen kısımların üzerinde düşünmek ve değerlendirme yapma sürecidir.

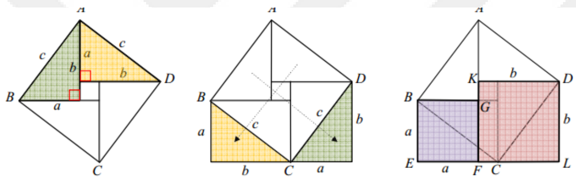
Bu alışkanlıklar arasında hiyerarşik bir ilişki olmadığı aynı zamanda bir alışkanlığın diğer alışkanlığı kapsamadığını yani aralarında sarmal bir ilişkininde bulunmadığı ve problem çözme sürecinde bu alışkanlıklardan sadece bir tanesi kullanılabileceği gibi hepsinin de kullanılabileceği vurgulanmıştır (Bozkurt ve Koç, 2016).

2.3.3. Geometri Sorularına Yaklaşımlar

Geometri problemlerinin çözümlerine ait değişik yaklaşımlar bulunmaktadır ve ne yazık ki, bu yaklaşımlar da çoğunlukla karıştırılmakta veya yanlış yorumlamalar içermektedir. Bu bölümde, öncelikle MEB tarafından 2010 yılında hazırlanan geometri 9. ve 10. Sınıflar öğretim programında üç yaklaşım biçimini sunacağız ve bu yaklaşımlardaki yanlış yorumlamaya işaret edeceğiz. Daha sonrasında,

1. Sentetik (Aksiyomatik) Yaklaşım: Belli postulatlar kullanarak yapılan geometriye denir. Şekil 2. 1., sentetik yaklaşım kullanılarak yapılan Pisagor teoremi ispatlarından birini göstermektedir. Solda tarafta bir kenarı c olan karenin içinin bölümlere ayrılmış hali görülmektedir. Sol taraftaki renkli parçaları karenin dışına orta tarafta görülen parçaları kareye tamamlayacak şekilde taşıdığımızda sağ taraftaki kenarları a ve b birim olan kareler elde edilmektedir.

Şekil 2. 1. MEB'in sentetik yaklaşıma verdiği örnek

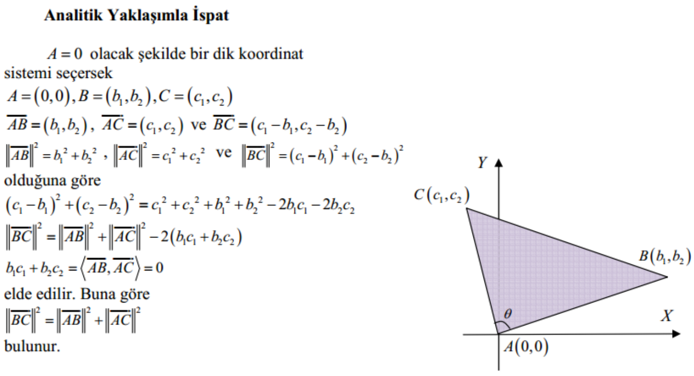


$ABCD$ bir kare olmak üzere
$A(ABCD) = A(BEFG) + A(KFLD)$
$c^2 \quad = \quad a^2 \quad + \quad b^2$
bulunur.

Bu yaklaşımda dikkati çekmesi gereken, herhangi bir hesap veya cebirsel kanıtlama yapılmadan sadece belli parçaların yerleri değiştirildiğinde elde edilen alanın ilk alanla karşılaştırılmasıdır. Euclid'in Elementler kitabında çoklukla kullandığı yaklaşım olan bu yaklaşımda aslolan uzunluk veya alan gibi temel geometrik elemanlarla, görsel algılamalarla verilen ilişkinin anlaşılması ve kanıtlanmasıdır.

2. Analitik Yaklaşım: Koordinat sistemi kullanılarak yapılan geometriye denir. Bu yaklaşımda da, ele alınan teorem veya soru, koordinat düzlemine taşınarak köşelere karşılık gelmesi gereken noktalar tanımlanmaktadır. Sonrasında izlenen yol, temel geometrik kuralların cebirsel yolla uygulanmasıyla çözüm aranır. Şekil 2. 2. 'de ilginç olan, uzunlukların hesaplanmasında Pisagor teoreminin kullanılması ve bu teorem ile cosinüs teoreminin beraber işleme konması ve gerekli sadeleştirilmesiyle Pisagor teoreminin ispatlanmaya çalışılmasıdır.

Şekil 2. 2. MEB'in anlitik yaklaşıma verdiği örnek



Analitik Yaklaşımla İspat

$A=0$ olacak şekilde bir dik koordinat sistemi seçersek

$A=(0,0), B=(b_1,b_2), C=(c_1,c_2)$

$\overline{AB}=(b_1,b_2)$, $\overline{AC}=(c_1,c_2)$ ve $\overline{BC}=(c_1-b_1,c_2-b_2)$

$\left\|\overline{AB}\right\|^2=b_1^2+b_2^2$, $\left\|\overline{AC}\right\|^2=c_1^2+c_2^2$ ve $\left\|\overline{BC}\right\|^2=(c_1-b_1)^2+(c_2-b_2)^2$

olduğuna göre

$(c_1-b_1)^2+(c_2-b_2)^2=c_1^2+c_2^2+b_1^2+b_2^2-2b_1c_1-2b_2c_2$

$\left\|\overline{BC}\right\|^2=\left\|\overline{AB}\right\|^2+\left\|\overline{AC}\right\|^2-2(b_1c_1+b_2c_2)$

$b_1c_1+b_2c_2=\left\langle\overline{AB},\overline{AC}\right\rangle=0$

elde edilir. Buna göre

$\left\|\overline{BC}\right\|^2=\left\|\overline{AB}\right\|^2+\left\|\overline{AC}\right\|^2$

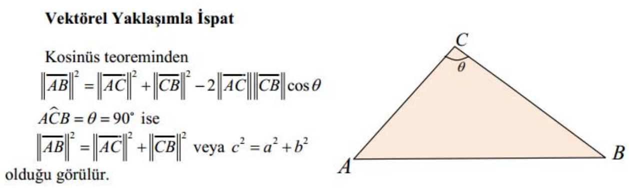
bulunur.

11

Şekil 2. 2.'de görülebilecek başka bir ilginç yaklaşım da, bir sonraki alt başlıkta ele alınması gereken dik vektörlerin iç çarpımının sıfır olacağı bilgisinin işe koşulmasıdır. Bu örnek bu haliyle, analitik yaklaşımla ispatın kötü bir örneği olarak görülmektedir.

3. Vektörel Yaklaşım: Vektör cebirinden yararlanarak yapılan geometriye denir. Vektörel yaklaşımda da, geometri problemleri vektörel forma çevrilerek lineer cebir teoremleri kullanımıyla çözülmeye çalışılır. Şekil 2. 3.'te vektörel yaklaşım diye önerilen çözüm yolunda, iç çarpım ve cosinüs teoreminin kullanımı görülmektedir.

Şekil 2. 3. MEB'in vektörel yaklaşıma verdiği örnek



Vektörel Yaklaşımla İspat

Kosinüs teoreminden

$\left\|\overline{AB}\right\|^2=\left\|\overline{AC}\right\|^2+\left\|\overline{CB}\right\|^2-2\left\|\overline{AC}\right\|\left\|\overline{CB}\right\|\cos\theta$

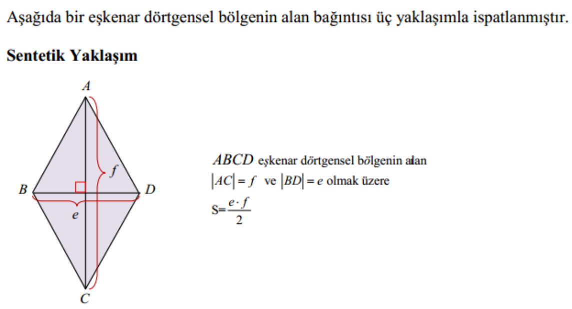
$A\hat{C}B=\theta=90°$ ise

$\left\|\overline{AB}\right\|^2=\left\|\overline{AC}\right\|^2+\left\|\overline{CB}\right\|^2$ veya $c^2=a^2+b^2$

olduğu görülür.

Common Core State Standards for Mathematics Geometrinin birçok türü olmasına rağmen, okul matematiğinde önceliğin düzlem yani Euclid geometrisine verildiği ve bu geometrinin sentetik (koordinatlar olmadan) ve analitik (koordinatların olduğu) iki yaklaşımla çalışıldığı belirtilmiştir. Yaklaşımların tanımlarına baktığımızda MEB sentetik yaklaşımda postulatlar kullanılması gerektiğini vurgularken CCSM koordinatların kullanılmadığı yaklaşım olarak ele almıştır. Postulatlar denince aklımıza Euclid yaklaşımı gelmektedir. Bu durumda MEB'in yapmış olduğu sentetik yaklaşım tanımının *"Euclid yaklaşımı ile aynı mıdır?"* sorusunu akıllara getirebilir.

Şekil 2. 4. MEB'in sentetik yaklaşıma vermiş olduğu bir başka örnek

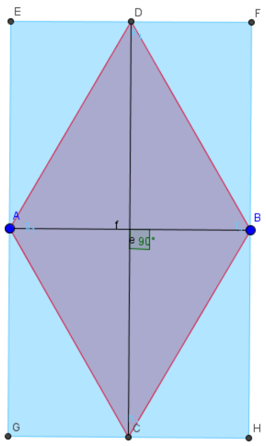


Şekil 2. 4. sentetik yaklaşıma verilen bir örnek. Çözümde eşkenar dörtgenin alanının köşegenlerin çarpımının yarısı olduğu cebirsel olarak gösterilmiş. Ayrıca aksiyomatik yapıda bir çözüm süreci gösterilmemiş. Euclid yaklaşımının özelliklerine bakıldığında ise cebirsel ifadelerin kullanılmadığı, çözümlerde görsellikten yararlanıldığı ve aksiyomatik çözüm süreci izlendiği görülmektedir. Dolayısı ile şekil 2. 4. deki süreç Euclid yaklaşımına uygun olmamakla beraber MEB'in yapmış olduğu tanımla da örtüşmemektedir.

MEB'in sentetik yaklaşıma verdiği örnek kendi yaptığı tanımla birebir uyuşmasa da CCSM'in sentetik yaklaşım tanımı olan "kordinatların olmadığı" ifadesi ile uyum göstermektedir. MEB, sentetik yaklaşım tanımını ve örneklerini yukarıda belirtilen ifadeler çerçevesinde tekrardan değerlendirmelidir. Bu önerinin yapılmasındaki bir diğer sebep ise MEB'in tanımına paralel olarak Bulut' un (2015) da, tezinde Sentetik yaklaşımı Euclid geometrisinin kullanıldığı ve aksiyomlar, postulatlar ve teoremler üzerine kurulmuş yaklaşım olarak ifade etmiş olması ve tezin sonuçlarında öğretmen adaylarını geometrik problem çözme yaklaşımı olarak en fazla kullanmış oldukları yaklaşımın sentetik yaklaşım olduğunu belirtmiş olmasına rağmen birçok araştırmanın (Craine, 2009) Euclid geometrisinin aksiyomatik yapısının anlaşılmasının zor olduğunu buna paralel olarak da çok az kişinin bu seviyeye ulaştığını belirtmesi, Bulut'un bulmuş olduğu sonuçla örtüşmemektedir. Bu durum sentetik yaklaşımın tanımından kaynaklanmış olabileceği söylenilebilir.

Yukarıdaki örnek (şekil 2. 4.) için aşağıdaki gibi daha fazla görsellik katılarak verilen gösterimle, eşkenar dörtgenin alanının dikdörtgenin alanının yarısı olduğu çıkarımında bulunulabilir. Görselliğe dayalı olduğu için bu durumun Euclid yaklaşımına daha yakın olabileceği söylenebilir.

Şekil 2.5. MEB'in örneğinin sentetik yaklaşıma uygun formata çevirilmesi



MEB, CCSM'den farklı olarak analitik yaklaşımı analitik ve vektörel diye ikiye ayırmış, Vektörel ve analitik yöntemin geometri problemlerini cebirsel hale dönüştürerek çözüm yapmak ve yorumlamak olduğunu belirtmiştir. Dolayısı ile bu iki yaklaşım özünde birbirinden çok farklı değildir.

2.3.4 Teknolojinin Geometri Eğitimindeki Yeri

Teknolojide meydana gelen hızlı gelişmeler fiziksel yaşamdan sosyal yaşamımıza kadar yaşamımızda birçok değişikliği meydana getirmektedir. Bu değişimlerin amacı bizlere daha rahat bir yaşam sunmak olduğu söylenebilir. Hayatımızın birçok noktasına etki ettiği gibi hayatın bir parçası olan eğitim-öğretim sürecine de etki etmektedir. Öyle ki kırk yıl öncesinde sınıflarda kullanılan tahta, tebeşir, kalem- kâğıt, abaküs gibi eğitim teknolojilerinin yerini günümüzdeki ileri teknoloji ürünleri olan bilgisayarlar, tabletler, akıllı tahtalar ve geliştirilen yazılımlar almıştır. Bu teknolojilerinin amacı öğrenme ve öğretme sürecinde öğrencilere kavramsal anlamayı sağlayacak ve öğrenmeyi kolaylaştıracak olanaklar sunmaktır (Delice ve Karaaslan, 2015). Bu amaçla eğitim teknoljilerin sayısında ve niteliğinde her geçen gün artış meydana gelmektedir. Bu artışların en fazla geldiği alan ise bilgisayar destekli matematik eğitimi (gelişmiş teknoloji ürünü bilgisayarların matematik eğitiminde kullanılması (Baki, 2002)) dır. Toplumun genelinde matematiğe yönelik algının "zor" olduğu, bu durumunda matematiğin soyut bir yapıya sahip olmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Matematiğin bu soyut yapısını somutlaştırmak, matematik eğitimini daha etkili hale getirmek ve öğrencilerin derse motivasyonlarını sağlamak adına bilgisayar destekli matematik eğitimi yapılmaktadır. MEB (2009) de etkili bir matematik eğitimi için matematik müfredatında somut materyallerin ve teknolojinin doğru kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Uluslarası TIMMS sınavında Türkiye' nin matematik başarısının ortalamanın altında kalmış, özellikle geometri başarısının daha da düşük seviyede olduğu belirtilmiştir (Ubuz, Üstün ve Erbaş, 2009). Karakuş (2008), geometrideki bu başarısızlığın sebebini geometride görselliğin daha fazla olması ve zihinde canlandırmanın zor olması nedeniyle matematiğe göre daha zor bir yapıya sahip olması şeklinde açıklamıştır. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek adına NCTM (2000) okul matematiği için ilkeler ve standartlarda geometri öğrenmek için somut materyallerin, çizimlerin ve dinamik geometri yazılımlarının kullanılmasının gerekli olduğunu belirtmiştir. Çalışmalara bakıldığında matematik eğitiminde teknolji kullanımı ile yapılmış olan çalışmaların geometri eğitiminde yoğunlaştığı görülmektedir (Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strasser, 2006). Developing Thinking in Geometry (Edt. Johnson-Wilder ve Mason, 2011) isimli kitabın yapısı incelendiğinde geometrik düşünmeninin gelişimine yardımcı olmak amacını taşıyan etkinlik örnekleri ile dolu olduğu görülmektedir. Etkinliklerin kâğıt-kalem, katlama ve teknoloji destekli oldukları, oranlarına bakıldığında ise çoğunluğunun teknoloji destekli etkinlikler olduğu açıkça görülmektedir. Ayrıca bu etkinliklerin birçoğunun açıklamasında etkileşimli geometri yazılımlarının bu etkinlikleri cevaplandırmada etkili olduğunun önemi vurgulanmıştır. Teknolojinin geometri eğitiminde önemli bir yeri olduğuna verebilecek diğer bir örnek ise, matematik eğitimi ile ilgili en büyük konferanslardan biri olan 13th International Congress on Mathematical Education (ICME) isimli konferansta araştırma takımlarından birinin konusu Geometri eğitimi (yeni teknolojiler de dahil) ve bu çalışma takımının geometri eğitimi için belirlemiş oldukları alt başlıklardan birisinin de teknolojinin geometri öğretimi ve öğrenimi rolündeki gelişmelerdir. (http://www.icme13.org/files/st/ICME13_Geometry_Education.pdf).

Geometri eğitiminde teknoloji kullanımı ile ilgili birçok yazılım bulunmaktadır. Bu yazılımlardan bazıları Cabri, Geometer's Sketchpad ve GeoGebra'dir. Bu yazılımlar çoğu araştırmacı tarafından (Leikin ve Grossman, 2013; Leung, Baccaglini-Frank ve Mariotti, 2013; Prusak, Hershkowitz ve Schwartz, 2011; Scher, 2005) Dinamik Geometri Yazılımları (DGY) olarak adlandırılırken, Karadağ ve Martinovic (2010) bu yazılımların sadece geometri öğretimi için kullanılmadığını, matematiğin tüm alt alanlarının öğretiminde kullanılabildiklerinden yola çıkarak ve bu ortamların kullanıcılarına sunduğu özelllikleri düşünerek Dynamic and Interactive Mathematical Learning Environments (DIMLE) olarak adlandırmışlardır. DIMLE'yi geometri eğitiminde önemli bir konuma getiren bu yazılımların kullanıcılarına sunmuş olduğu özellikleridir. Karadağ ve Martinovic (2010) ve Köse ve Özdaş (2009) bu yazılımların *affordance'*larının Türkçe karşılığı olan "*potansiyel işlevlerinin*" (Karadağ, Kabaca ve Arslan, 2015) görsellik, dinamiklik ve açınsama olduğunu belirtmişlerdir.

Sınıflardaki geometri dersinin amacı geometrik şekillerin ve yapıların özelliklerinin ve birbirleri arasındaki ilişkilerin öğretilmesidir (Keşan ve Çalışkan, 2013). Dinamiklik, bazı çalışmalarda (Leung ve Lee, 2013; Baki, Çekmez ve Kösa, 2014) geçen ismi ile sürükleme potansiyel işlevi kullanılarak şekillerde, şekillerin özelliklerinde değişim meydana gelip gelmediği fark edilir, tahminlerde bulunulur ve daha sonra bu tahminleri test edilir ve matematiksel olarak açıklanmaya çalışılır (Güven ve Karataş, 2009; Wares, 2007; Trigo Manuel Santos, Hugo ve Rodriguez 2008; Leung ve Lee 2013). Böylece öğrenciler geometrik kavramlar arasındaki ilişkileri açınsama imkânı elde ederler (Trigo, 2006). Aynı zamanda öğrenciler deneysel olarak elde ettikleri tahminlerini ispat etmek için çeşitli stratejiler geliştirirler ve bu süreç çıkarımsal muhakemenin gelişmesine katkıda bulunur (Leung ve Lee, 2013). Dolayısıyla bu ortamlarda öğrenciler bilgiyi alan konumundan çıkarak geometrik bilgilerini kendilerinin yapılandırdıkları süreç içerisine dahil olurlar (Leikin ve Grossman, 2013). Bu durum öğrencilerin derse karşı ilgilerinin ve katılımlarının artmasına neden olmaktadır (Biefeld, 2002; Roberts ve Stephens, 1999).

Öğrencilerin bu ortamlardaki motivasyonunu arttıran diğer bir etmen ise soyut olan geometriyi ortamların potansiyel işlevlerinden bir diğeri olan görsellikle somutlaştırmaktır (Selçik ve Bilgici, 2011). Ayrıca öğrenciler görsel ve sayısal temsilleri ilişkilendirerek geometriyi anlamlı hale getirebilir (Sinclair ve Crespo, 2006). Güven ve Karataş (2009), geometrik yer problemlerinin soyut olması ve kâğıt-kalem ortamlarında çizimler yaparak somutlaştırmanın zor olduğunu dolayısıyla görselliği sağlayacak ortamlar olan DGY'larına ihtiyaç olduğunu vurgulamış ve DGY olan Cabri ile yapılan geometrik yer çözme problemlerinin çözümlerinde geleneksel ortamla karşılaştırıldığında olumlu yönde etki ettiği sonucuna varmışlardır.

Teknoloji destekli geometri eğitiminin geometri başarısına etkisi birçok çalışmanın (Keşan ve Çalışkan, 2013; Battista, 2007; Laborde, Kynigos, Hollebrands ve Strassen, 2006; Selçik ve Bilgici, 2011) araştırma problemi olmuştur. Bu çalışmaların sonuçları DGY'larının geometri başarısını arttırdığı yönünde bir mutabakata varmışlardır. Araştırmacılar başarıya etkisinin yanında bu ortamların öğrenilen konuların kalıcılığınıda olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır. Başarının ve kalıcılıgin yüksek düzeyde olmasın da öğrencilerin bu ortamlarda bilgiye kendilerinin deneyerek, uğraşarak, açıklamalarını yaparak ulaşması, başka bir ifadeyle kavramsal bilgiyi oluşturması etki etmiştir (Erbaş ve Yenmez, 2011; Erez ve Yerushalmy, 2006). Köse, Uygan ve Özen (2012), sürüklemenin "çizim" ve "inşa" kavramlarının doğru şekilde anlaşılmasında anahtar role sahip olduğunu, çizim de tek bir durumun belirlendiğini ve geometrik yapının özelliklerinin dikkate alınmadığını, inşa da ise değişmeyen özellikler ve parçalar arasındaki ilişkilere odaklanıldığı, öğrencileri çizimden inşaya geçirmenin onları algısal düşünmeden kavramsal düşünmeye geçirmek olduğunu belirtmişlerdir.

Baki, Çekmez ve Kösa (2014) hipotez üretme, test etme ve açıklama yapmanın matematik eğitiminde problem çözme sürecinde kazandırılması istenen kavramlar olduğunu, DGY'larının bu özellikleri sunduğundan ve soyut yapılar üzerinde odaklanarak öğrencilerin hayal gücü ve yaratıcılıklarını geliştirme imkânı verdiğinden (Baki, 2001) kâğıt-kalem ortamında çözülmesi zor olan problemlerin çözümünü pozitif yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Wares (2007) ispatin matematiksel anlamaya katkı sağlamasından dolayı matematiksel ispatlarin ve tahminlerin matematik ve matematik eğitiminde önemli bir yere sahip olduğu, ispatin zor bir süreç olduğu gözönünde bulundurulduğunda DGY'larını kullanmanın, bu yazılımların potansiyel işlevlerinin öğrencilerin ispatlari daha iyi anlamlandırmalarında yardımcı olacağını ifade etmiştir. De Villers (2003) ise DGY'larının mutlak bir ispat yapmadığını, görsellik ve ölçme ile tahminde bulunarak ispat geliştirmeye yardımcı olduğunu dile getirmiştir.

Etkileşimli geometri yazılımları ile yapılan geometri öğretiminde öğrencilerin geometrik dili doğru kullanma becerilerinin geliştiği, dinamiklik potansiyel işlevinin geometriksel değişmeyenleri görsel olarak gösterebilmesi ve benzer varyasyonlarının elde edilmesi (Leung ve Lee, 2013) ile öğrencilerin geometrik şekiller konusunda prototip geliştirmeden şekillerin özelliklerini açınsayarak öğrenmeyi gerçekleştirmektedirler (Erbaş ve Yenmez, 2011)

2.4. Geometri öğretiminin Son Yüzyılı

Son yüz yılda bilim, sanayi ve teknolojide meydana gelen hızlı gelişmeler ile eğitimde de birçok değişim meydana getirdi. Yaşanılan çağın ihtiyaçlarına uygun bireyler yetiştirmek adına öğretim programları, ders içerikleri ve öğretim yöntemlerine yönelik yeni çalışmalar yapılıyor ve bu çalışmalara paralel olarak değişimler meydana geliyor. Matematik eğitiminin kalitesini yükseltmek, öğretmen ve öğrencileri desteklemek için de birçok çalışma yapılıyor. Bu çalışmaların ilklerinden birisi ise 1920 yılında NCTM'in (Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği' nin) kurulmasıdır. Kurulduğu günden bu zamana kadar matematik eğitiminde birçok çalışma yapmış ve matematik eğitminin nasıl olması gerektiğine yön vermiştir. 1989 yılında yayınlamış oldukları Principles and Standarts matematik eğitiminde önemli etkiler bırakmıştır. Müfredatlar standartlara uygun hale getirilmeye çalışılmış, öğretmenlere etkinliklerle materyallerle yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Ayrıca NCTM her yıl matematiğin alt konularından belirlenilen bir konu da kitap çıkarmıştır. 1920 den bu zamana kadar yayınlanan kitaplara bakıldığında geometri başlıklı dört kitabın olduğu görülmektedir. Matematik eğitimindeki rolü ve yapmış oldukları göz önünde bulundurulduğunda NCTM'in farklı tarihlerde çıkarmış olduğu geometri başlıklı eserlerin içerik ve yapılarını incelemenin geometri öğretiminin son yüzyılını anlamak için gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

NCTM'in 71. Yıl kitabı olan 'Değişen Dünya için Geometriyi Anlamak' isimli eserin ön söz kısmında editörlerden Timothy Craine (2009) bu eserin NCTM' in bu zamana kadar yayınlamış olduğu yıllık kitaplarından geometri başlıklı dört kitabından biri olduğunu belirtmiştir. Bu kitaplardan ilki 1930 yılında basılmış olan 'The Teaching of Geometry' isimli eserdir. Bu kitapta genel olarak Euclid geometrisinin bazı varyasyonlarının öğretiminin sürdürülmesi üzerinde durulmuştur. İkinci kitap "Geometry in the mathematics curriculum" ismi ile 1973 yılında basılmıştır. Kitabın içindeki makalelerin çoğunluğunda lise geometri müfredatını çeşitli yöntemlerle organize edilmesine odaklanmak yerine sentetik yaklaşımın modifikasyonu; geometride önceliğin koordinatlar, dönüşümler, vektörler, açı ve uzaklık ölçmeye verilmesi ve geometri programını altı yıla yayma üzerinde durulmuştur. Kitap içindeki hemen hemen her makale tartışılan yaklaşıma uygun aksiyomatik sistemi belirlemeye odaklanmıştır. Buna rağmen yazarlardan sadece bir tanesi geometri dersini alan öğrencilerden çok azının aksiyomları tanımları ve teoremleri belirleyebildiğini, öğrencilerin sıkı bir aksiyomatik eğitim almalarına rağmen geometrik yapı ile ilgili herhangi bir kavrama sahip olmadıklarını belirtmiştir. Bunlara ek olarak öğrencilerin ne düşündüklerini anlamak için onları dinlemeye ihtiyacımızın olduğunu, geometri öğretiminde uygun rehberliğin onları dinledikten sonra yapılacağını dile getirmiştir. Fakat bu kitapta öğrencilerin ne düşündükleri veya geometriyi nasıl anladıklarına dair herhangi bir tartışma olmadan müfredat üzerine odaklanılmıştır. 1987 yılında yayımlanan, "Learning and Teaching Geometry, K-12" isimli üçüncü kitabın ilk makalelesi "Van Hiele modeline göre geometrik düşünmenin gelişimi" konu ve öğretim programına odaklanan geometri öğretiminden öğrencilerin geometriyi öğrenmeleri ile ilgi konuları düşünmeye yönelindiğini göstermektedir. Önceki iki kitabın aksine bu kitapta aksiyomlar üzerinde çok az durulmuş ve öğrencilere ispatı nasıl yapacağını öğrenebilmesine yardım etmek için çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Giriş kısmındaki makalelerde ilk ve ortaokul seviyelerine uygun aktivitelere yer verilmiş. Diğer kısımda geometrinin matematiğin diğer branşları olan cebir, analiz, olasılık ve kombinasyola ilişkisi üzerinde durulmuş. Bu kitabın içindeki makalelerden sadece iki tanesi bilgisayar destekli geometri eğitimi ile ilgili; bir tanesinde Logo programının lise matematik müfredatını zenginleştirmek adına nasıl kullanılabileceği ile ilgili iken, diğerinde ise matrisler, parametrik denklemler ve homojen kordinatlar gibi konularda bilgisayar grafikleri kullanımının önemli olduğu vurgulanmıştır.

NCTM'in belirlemiş olduğu standartlardan tüm matematik eğitimi etkilenmiş. Principles and Standarts for School Mathematics (NCTM, 2000) da öncesinde sadece lise ve üniversite seviyesinde olan geometrinin tüm sınıf seviyelerinde (okul öncesinden 12. sınıfa kadar) odaklanılması önerilmiştir.

Öğrencilerin geometriyi öğrenmeleri ile ilgili birçok araştırma ve proje yapılmaya devam ediyor. Tüm sınıf seviyelerine uygun gerçek yaşamdan, cebir ve geometrinin entegre edildiği etkinlikler geliştirilmeye devam ediliyor (Sinclair, 2008). Geometri eğitimindeki en büyük değişim ise etkileşimli geometri yazılımlarının gelişmesidir (Laborde ve Bellemain, 2005). Değişen Dünya için Geometriyi Anlamak adlı kitaptaki yirmi üç makaleden dokuz tanesi etkileşimli geometri yazılımlarının geometri öğrenme ve öğretiminde kullanılmasıyla ilgili olması bu değişiminin kitaba yansımış olduğunu göstermektedir.

Ne yazık ki geometri müfredatında yirmi yıl içinde bir değişiklik meydana gelmemiştir (Craine, 2009). Usiskin (1987) ilkokuldan üniversiteye kadar öğretilen geometride nelerin olması ile ilgili tam bir mütabakata varılmadığını, hatta bu konuda yapılan tartışmaların bile eksik olduğunu belirtmiştir. Değişen Dünya için Geometriyi Anlamak isimli kitapta geometri eğitiminin nasıl ve geometri eğitiminde neler olması gerektiği ile ilgili tartışmaları başlatmasının ümit edildiği belirtilmiştir (Birni ve Karadağ,2016). Bu kitap üç kışıma ayrılmıştır. İlk kısımda geometri müfredatında bulunmayan ve geometride yeni olan başlıklar üzerinde durulmuştur. İkinci kısımda geometri öğrenme, üçüncü kısımda ise geometri öğretimi ile ilgili makaleler bulunmaktadır. Üç bölümün genel özelliği de geometriyi keşfettirerek öğretmeye olanak sunan etkinlikler tasarlamış olmasıdır.

NCTM'in geometri başlığı ile yayınlamış olduğu kitaplara bakıldığında geometri eğitiminde uzunca yıllar Euclid geometrisine odaklanıldığı görülmektedir. Stilwell de (2005) "Four Pillars of Geometry" (*Geometrinin Dört Sacayağı*) isimli kitabında da insanların yaklaşık iki bin yıldır geometri öğretiminin en iyi yolunun Euclid yaklaşımı olduğuna inanarak geçirdiklerini dile getirmiştir. Ayrıca bu kitapların ilk ikisinde geometri eğitiminin nasıl olması gerektiğine odaklanılmadığı aslında geometri müfredatı ve konularına odaklanıldığı görülmektedir. Üçüncü kitapta ise haleflerinin aksine geometri eğitimine yönelmeye başlanılmış. Üçüncü kitapta bilgisayar destekli geometri eğitimi ile ilgili çok kısıtlı şekilde bahsedilmiş olmasına rağmen aradan geçen yıllarla beraber dinamik geometri yazılımlarının sayısında ve niteliğinde meydana gelen gelişmeler ve araştırmaların bu yazılımların geometri öğretimini desteklediği yönündeki sonuçları ile beraber dördüncü kitapta dinamik geometri yazılımlarının geometri eğiminde kullanılmasına yönelik daha fazla çalışmanın olduğu görülmektedir. Ayrıca son kitapta sadece Euclid geometrisine odaklanılmamış geometride yeni olan başlıklara da değinilmiş ve geometri eğitiminin öğrencilerin keşfetmesine yönelik olması gerektiği vurgulanmıştır. Geometri öğretiminin içeriğinde nelerin bulunması gerektiği ile ilgili net bir şey söylenmemiş, geometride yeni olan başlıklara yer verilmiştir. Stilwell (2005) ise geometrinin içeriğinde neler olması gerektiğini geometrinin dört şartının olduğunu, bunların: Euclid geometrisi, Lineer cebir, Projektif geometri ve Dönüşüm geometrisi olarak açıklamıştır. Devamında öğrencilerin bu dört yaklaşımdan herhangi birini kaçırmış olması durumda kandırılmış olacaklarını çünkü geometrinin matematiksel disiplinler arasındaki farklı açılardan farklı bakabilme yeteneği olan tek disiplin olduğu, bazı insanların geometriye görsel yaklaştığını, bazılarının ise cebirsel yaklaşmayı tercih ettiğini, işin güzel olan kısmının ise her iki tarafında aynı şeye bakmış olmaları olarak açıklıyor. Dolayısıyla geometrinin herkes için bir anlam ifade ettiğini, herkesin geometride kendinden birşeyler bulacağını belirtiyor.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılan araştırmanın modeli, araştırmanın örneklemi, veri toplama araçları, araştırmanın planlanması, veri analizi ile araştırmanın geçerlik ve güvenirliği açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Yıldırım ve Şimşek (2013) araştırmacıların nitel araştırma için tek bir tanım yapmaktan çekindiklerini, nitel araştırma kavramının birçok kavramı içinde barındıran şemsiye bir kavram olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, buna rağmen nitel araştırmaların gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel veri analiz yöntemlerinin kullanılması ile olayların doğal ortamlarında bütüncül bir yaklaşımla izlendiği süreç olarak tanımlanabileceğini ifade etmişlerdir. Van Maanen (1979) ise bu süreci, çözmeye, yorumlamaya ve anlamla ilgili kavramlara ulaşmaya çalışan teknikleri kapsayan bir süreç olarak tanımlamıştır. Maxwell (2005) bir çalışmanın niçin nitel olması gerektiğini beş amaç ile açıklamıştır. Bunlar:

1. Katılımcıların yaşamış oldukları olayların, durumların ne anlama geldiğini onların penceresinden anlamak,

2. Katılımcıların yaşadığı şartları ve bu şartların onlar üzerindeki etkisini anlamak,

3. Beklendik ve beklenmedik olguların ve bu olguların etkilerini anlayıp teori geliştirmek,

4. Olayların ve faaliyetlerin ortaya çıktığı süreçleri anlamak ve bu süreçlerin etkisini incelemek,

5. Bu süreçler ve olaylarla ilgili açıklamalarda bulunmak isteniyorsa en uygun araştırma yönteminin nitel yöntem olduğunu belirtmiştir.

Bu amaçlar nitel araştırmanın temel amacının katılımcıların olaylara, deneyimlerine veya problemlere yükledikleri anlamları ortaya çıkarmaktır (Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013). Bu araştırmanın hedefi de araştırılan konuyu katılımcıların perspektifinden betimsel ve gerçekçi bir şekilde resmederek ortaya koymak olmasından dolayı nitel bir çalışmadır. Çalışmanın neden nitel bir çalışma olduğunu açıkladıktan sonra çalışmayı daha iyi anlayabilmek adına nitel çalışmanın özelliklerinin belirtilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Nitel çalışmanın doğasında, var olanı betimlemek olduğundan birçok veri kaynağı kullanılır. Bu betimleme sürecinde sayısal bir değerlendirme yapılmadığından bir genellemeye gidilmez (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bunun yerine, ele alınan konu çeşitli ve zengin veriler ışığında derinlemesine ve bütün boyutlarıyla ele alınır. Verileri doğal ortamda toplama eğiliminde olunduğundan veriler olabildiğince birinci kaynaktan toplanır. Araştırmacı, genelde veri toplama sürecinde olay ve olguları yakından izlediğinden katılımcı rolü vardır ve böyle durumlarda araştırmacının rolünü katılımcı araştırmacı olarak tanımlamak gerekir.

Kişilerin sahip oldukları bilgilerin temelini onların deneyimlerinin oluşturduğu bilinmektedir. Fenomenolojinin (olgu bilimin) amacının insanların algıları, his ve tecrübeleri hakkında gerçek bir anlayışa ulaşabilmek için bireylerin deneyimlerinin göründüğü gibi ve tarafsız olarak çalışılması olarak belirtiliyor (Dowling, 2007'den aktaran: Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013:234). Ayrıca fenomenoloji de birçok kişinin bir kavram ve fenomenle ilgili ortak deneyimlerinin ne anlam ifade ettiğini anlamaya çalışılır (Creswell, 2007). Araştırmaya konu olan fenomenle ilgili katılımcıların deneyimlerini toplanabilecek bütün veri çeşitleriyle çok boyutlu incelemek, araştırmacının bu kişilerin deneyimlerini daha iyi kavramasına neden olacaktır. Bu bilgiler ışığında ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin lisans sürecinde almış oldukları geometri dersi hakkındaki düşüncelerinin alınarak lisansta alınan geometri dersinin içeriğinin ve bu içeriğin boyutlarının neler olmasının araştırıldığı bu çalışmanın, nitel araştırma desenlerinden olgu bilime uygun olduğu görülmektedir.

Olgu bilim nitel araştırma desenlerinden kuram oluşturma (grounded theory) ile bazı noktalarda benzerlikler gösterdikleri için karıştırılmaktadırlar. İki yaklaşımda anlamlara ve yaşantılara odaklanmaktadırlar. Fakat olgu bilim katılımcıların ortak deneyimlerini anlamaya çalışırken, kuram oluşturma var olan durumu tasvir etmenin de üstüne çıkarak buradan kuram oluşturmayı hedeflemektedir (Corbin ve Strauss, 2007). Araştırmanın amacına bakıldığında bu araştırma, nitel araştırma desenlerinden eylem araştırmasına uygun görünebilir. Fakat bu çalışmada araştırmacının uygulayıcı olmaması nedeniyle eylem araştırması desenine uymamaktadır.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmanın evrenini 2013-2014 eğitim öğretim yılında Bayburt Üniversitesinde ilköğretim matematik öğretmenliği programında 1. Sınıf olan 46 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklemini ise bu öğrenciler arasından amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilen 12 öğrenci oluşturmuştur. Nitel analizin doğasında insanların algılarını ve deneyimlerini derinlemesine inceleme olduğundan örneklem seçiminde ölçüt olarak katılımcıların duygu ve düşüncelerini rahat ve açık bir şekilde ifade edebilmesi alınmıştır.

Araştırmacı geometri ve bilgisayar II derslerine tüm dönem boyunca gözlemci katılımcı (araştırmacının sürece katıldığı ve katılımcı rolünün araştırmacı rolüne göre daha belirgin olması durumudur (Creswell, 2015) olarak katılmıştır. Dolayısıyla araştırmacı, araştırma için uygun olan örneklemi seçebilmek için yeterince deneyime (Güler ve diğerleri, 2013) sahiptir. Katılımcıların heterejon bir grup oluşturması fenomenolojik çalışmanın özelliklerinden olduğundan (Creswell, 2015) geometri dersinde farklı başarı seviyelerinde olan öğrenciler seçilmiştir. Cinsiyet yönünden heterojenliği sağlamak adına kız ve erkek katılımcıların sayılarının birbirine yakın olması istenmiş ve yedi kız, beş erkek öğretmen adayı seçilmiştir.

3.2. Veri Toplama Araçları

Gözlemleyemediğimiz davranışları, duyguları ve insanların dünyayı nasıl algıladıklarını anlayabilmek için görüşme yöntemi kullanılır (Merriam, 2015). Öğrencilerin lisansta almış oldukları geometri dersi hakkındaki duygu ve düşüncelerinin öğrenilmek istenildiği bu araştırmada, temel veri kaynağı olarak fenomenolojik yaklaşımda sıklıkla kullanılan yarı yapılandırılmış görüşmeler (Creswell, 2015) kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmenin kullanılmasının sebebi, araştırmacıya konunun ana çerçevesi kapsamında açık uçlu sorular belirleyip sormasına imkân sağlamasının yanında görüşme sırasında ortaya çıkan ve araştırma ile ilişkili olabilecek gelişmelere göre sorularda değişime gitme veya yeni sorular ekleme olanağı sunmasıdır (Güler ve diğerleri, 2013).

Bu dersi veren öğretim üyesi ve tezin danışmanı olan Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ'ın önerileri doğrultusunda dönemin sonunda bu dersi alan öğrencilerin görüşlerini almaya ve seçilecek öğrencilerle bireysel görüşmeler yapılmasına karar verildi. Katılımcılara, onları yönlendirmeyen, aynı zamanda araştırmanın alt problemleri olan beş adet açık uçlu soru sorulmuştur. Sorular araştırmacı tarafından hazırlanmış daha sonrasında tez danışmanı ile görüşme yapılarak sorular düzenlenmiştir. Soruların seçiminde dönem boyunca yapılmış olan projeler, etkinlikler ve uygulanan pedagojik yaklaşımın hedefleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Görüşme süreci ise video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca araştırmacı dönem boyunca gözlemler ve informal görüşmeler yaparak öğrencilerin dersle ilgili duygu ve düşüncelerini de toplamıştır. Bu verilerinin yanında öğrencilerin ders öncesinde ders ile ilgili beklentilerinin, dönem sonunda ise ders ile ilgili görüşlerinin toplandığı görüş formları, öğrencilerin ders süresince yaptıkları ödev ve projelerle, vize ve final sınav kâğıtları ve ders kapsamında yapılan etkinlik videoları da veri olarak kullanılmıştır.

3.4. Araştırmanın Planlanması

Araştırmanın amacını eğitim fakültelerinde verilen geometri dersinin kapsam ve işleniş yöntemlerini araştırmak olarak belirlendikten sonra konuyu derinlemesine araştırmak için çok çeşitli veriye ihtiyaç olduğu tespit edilerek nitel bir araştırma olmasına gerektiğine karar verildi. Araştırma 2013-2014 eğitim öğretim yılının bahar yarıyılında gerçekleşmiştir.

Aşağıdaki bölümlerde bu verilerin tanımlanması ve betimlenmesi yapılacak ve devamında da analiz süreci anlatılacaktır. Öğrencilerin çalışma yaprakları, ödev ve proje örneklerinin kısaca betimlenmesi yapılıp örnekler eklerde verilecektir.

3.4.1. Eğitim Fakültelerinde Geometri Dersi

Araştırmaya başlamadan önce, dersin yapısı ve Türkiye'deki diğer üniversitelerin eğitim fakültelerindeki geometri derslerinin içeriklerini ve derslerdeki uygulamaları öğrenmek amacı ile on iki farklı üniversitede geometri dersini yürüten öğretim üyelerine çalışmanın amacı açıklanarak elektronik posta gönderilmiş ve bu dersi nasıl yürüttükleri konusunda bizleri bilgilendirmeleri istirham edilmiştir. Elektronik postalara cevap veren öğretim üyelerinin değerlendirme için vize ve final sınavları yaptıkları, ders içeriklerinin YÖK'ün eğitim fakültelerine sunmuş olduğu geometri ders içeriği ile aynı olduğu gözlemlenmiştir.

Bayburt Üniversitesi'nde 2013-2014 eğitim öğretim yılı bahar döneminde ilköğretim matematik öğretmenliği programının geometri dersinin öğretim üyesi olan Yrd. Doç. Zekeriya Karadağ'ın, bu ders için araştırmadaki bilgilere göre bir ders içeriği planlamış olması bu araştırmayı daha özgün kılmıştır. Bu dersin içeriği ve değerlendirmesi, ilgili belgelere ve kişisel gözlemlere dayanarak aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

3.4.2. Dersin Planı ve İşlenişi

Haftalık üç ders saati olan geometri dersinin bir saati Euclid geometrisindeki aksiyomatik yapının anlaşılması için Euclid geometrisine, bir saati "görmek gerektiren" ve geometrik formüllerin nasıl oluştuğunu açıklayarak çözebilmeleri için seçilmiş geometri problemlerinin çözümüne ve ortaokul ve lise geometrisinden sıklıkla rastlanan geometri formül ve kuralların incelenmesine ayırılmıştır. Dersin öğretim üyesi, dersin diğer bir saatini ise öğrencilerin serbestçe geometri problemleri çözmelerine ayırmış ve dağıttığı problemleri işbirliği içinde çözmelerini istemiştir. Dönem boyunca sırası ile açılar, üçgenler, dörtgenler, çember ve daire konu başlıklarına ait problemler çözülmüştür. Çözümlerin özellikle açıklayıcı ve nedeni çok açık olamayan formüllere dayalı olmaması ve öğrencilerin gerekçeli çözümler üretmeleri beklenmiştir.

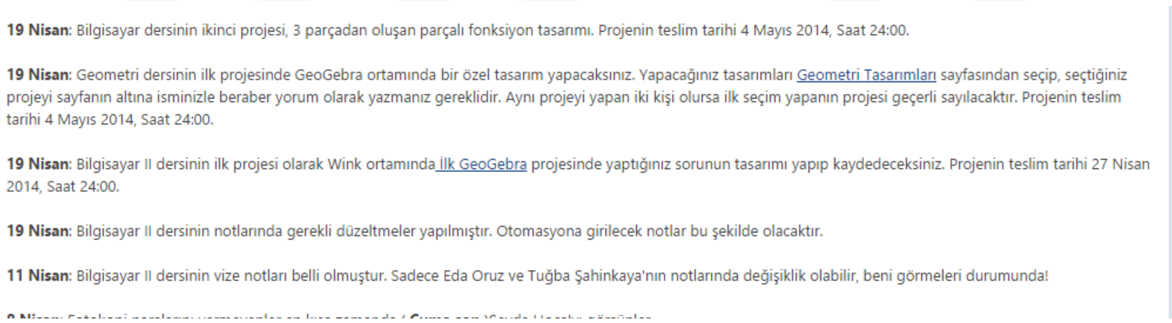
Geometri dersinde Euclid yaklaşımlarıyla teoremlerin ispatları ve tasarım problemlerinin yanı sıra ele alınan konulardan bolca geometri problemi çözdürülmesi, öğrencileri dönem boyunca bu dersi düzenli çalışmaya ve öğrendiklerini sorgulamaya yöneltmiştir. Dersin öğretim üyesi, Geometri dersi yanında aynı sınıfın Bilgisayar II dersini de verdiğinden, Bilgisayar II dersinde kullanımını öğrettiği GeoGebra ve Google SketchUp gibi yazılımların Geometri dersi içinde kullanılmasını teşvik etmiş, hatta derslerini akıllı tahtada işleyerek ve tasarımlarında GeoGebra yazılımını kullanarak öğrencilere örnek olmuştur.

3.4.3 Öğrenilenlerin Değerlendirilmesi

Ölçme ve değerlendirme, öğrencilerin hem ne öğrendiklerini ölçmek hem de eksik öğrendiklerini tespit ederek kendilerine dönüt vermek amacıyla yapılır. Temel amaçları aynı olmasına rağmen değerlendirmenin alt dallarından olan genel değerlendirme ile biçimlendirici değerlendirme arasında farklar bulunmaktadır. Johnson ve Jenkins (2009), biçimlendirici değerlendirme ile genel değerlendirmenin basamaklarını açıklamış oldukları makalelerinde, biçimlendirmeci değerlendirmenin öğrenmek için yapıldığını, genel değerlendirmenin ise öğrenmenin değerlendirmesi için yapıldığını, biçimlendirmeci değerlendirmenin öğretmene öğretim ile ilgili dönüt sağlarken öğrenciye de ne öğrendiğine dair dönüt verdiğini, genel değerlendirmenin ise öğrencinin ne öğrendiğine dair bilgi sunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca genel değerlendirme ünite sonu dönem sonu gibi uzun bir sürecin ardından yapılırken, biçimlendirici değerlendirme sınıf içi tartışma gibi kısa süren bir sürecin ardından yapıldığını vurgulamışlardır. (http://www.education.com/reference/article/formative-and-summative-assessment/)

Ölçme ve değerlendirmeyi sürekli olarak her hafta yapan dersin öğretim üyesi, bunu pedagojik nedenlerle yaptığını bireysel görüşmelerde söylemiştir. Öğrencilere her hafta geometri problemleri ve ödevler vererek çözümleri üzerinde ayrıntılı dönütler vermiştir. Verilen ödevlerin –öğrencilerin ödev kelimesinden olumsuz etkilenmemeleri için proje terimi kullanılmaktaydı –bazısı bilgisayar ortamında yapılması gereken tasarımlar olduğundan öğrenciler bu ödevlerini wiki tabanlı bir platform olan pbworks.com ortamında teslim ediyorlar ve ödevlerine dönütleri de yine bu ortam üzerinden alıyorlardı. Değerlendirme notlarının bulunduğu excel dosyalarının da paylaşıldığı bu platformu bazı öğrenciler ders ve ödevlerle ilgili aralarında tartışma veya dersin öğretim üyesi veya asistanına soru sormak amacıyla da kullanıyordu. Bu yönüyle dersin hibrit (blended) eğitim anlayışına uygun olarak işlendiğini de gözlem notlarına kaydedildi.

Şekil 3. 1. Pbworks platformu duyurular sayfası



19 Nisan: Bilgisayar dersinin ikinci projesi, 3 parçadan oluşan parçalı fonksiyon tasarımı. Projenin teslim tarihi 4 Mayıs 2014, Saat 24:00.

19 Nisan: Geometri dersinin ilk projesinde GeoGebra ortamında bir özel tasarım yapacaksınız. Yapacağınız tasarımları Geometri Tasarımları sayfasından seçip, seçtiğiniz projeyi sayfanın altına isminizle beraber yorum olarak yazmanız gereklidir. Aynı projeyi yapan iki kişi olursa ilk seçim yapanın projesi geçerli sayılacaktır. Projenin teslim tarihi 4 Mayıs 2014, Saat 24:00.

19 Nisan: Bilgisayar II dersinin ilk projesi olarak Wink ortamında İlk GeoGebra projesinde yaptığınız sorunun tasarımı yapıp kaydedeceksiniz. Projenin teslim tarihi 27 Nisan 2014, Saat 24:00.

19 Nisan: Bilgisayar II dersinin notlarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Otomasyona girilecek notlar bu şekilde olacaktır.

11 Nisan: Bilgisayar II dersinin vize notları belli olmuştur. Sadece Eda Oruz ve Tuğba Şahinkaya'nın notlarında değişiklik olabilir, beni görmeleri durumunda!

Haftalık olarak öğrencilere verilen tasarım ödevleri onların temel geometri kavramlarını sorgulamaları ve kavramlar arası geometrik ilişkileri yorumlayarak tasarım yapabilmeleri amacına hizmet ettiğini yine öğretim üyesi ile yapılan kişisel iletişime ve gözlem notlarına dayanarak söylenebilir. Şekil 3. 2.’de, öğrencilere verilen ödevlerden (GeoGebra’da tasarlamaları istenilmiştir) 4 Mayıs 2014 tarihinde teslim edilmesi gereken ödevlerin duyuru ve açıklama sayfasını göstermektedir. Ödev problemleri sayfaya yazıldıktan sonra öğrencilerin tasarımını yapacakları ödevleri seçmeleri beklenmiştir. Bu süreç içinde çoğu öğrencinin tasarımı en kolay problemi seçmeye çalıştığı ve bunun için birden fazla problemi okuyarak kafasında kurgulamaya çalıştıkları öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğenciler tarafından vurgulanmıştır.

Şekil 3. 2. Pbworks'teki proje sayfalarından bir tanesi

19. Bir deltoid çizin. Deltoidin bütün kenarlarının orta noktalarını birleştirerek bir dörtgen elde edin. (**Gurbet BAHÇECİOĞLU**)
20. AB, BC, CD ve AF kenar uzunlukları sırasıyla 7, 8, 5 ve 5 olan ve D ve E iç açılarının ölçüleri 70 ve 230 derece olan altıgeni çiziniz. (**Ebru Akdeniz**)
21. Bir KLMN paralelkenarı çizin. KL kenarına ait yükseklik ile LM kenarına ait kenar orta dikmenin kesin noktasını bulun. (**Suat KURBAN**)
22. Bir KLMN deltoidi çizin. KL kenarına ait yükseklik ile LM kenarına ait kenar orta dikmenin kesim noktasını bulun. (**Halit Altıntaş**)
23. Kenar uzunlukları sırasıyla 5, 6, 4, 7, 3 ve 8 olan altıgeni çiziniz. (**Melek Nur AKUTAY**)
24. Köşeleri çember üzerinde olan bir ABCDE beşgeni çizin. ABCDE beşgenin BCD açısına ait iç açıortay ile BD köşegeninin kesim noktasını bulun. Bu noktayı merkez kabul eden ve B noktasından geçen çemberi çizin. (**Hatice Sarıkaya**)
25. Köşeleri çember üzerinde olmayan ve köşegenleri dik bir dörtgen çiziniz. (**Tayyip FİDAN**)
26. Köşeleri çember üzerinde olan bir KLMN yamuğu çizin. KL kenarına ait yükseklik ile LM kenarına ait kenar orta dikmenin kesim noktasını bulun. (**Semra BARCA**)
27. Bir KLMN paralelkenarı çizin. KLM açısına ait iç açıortay ile K köşesinden çıkan LM kenarına ait kenarortayın kesim noktasını bulun. (**Zeynep İnce**)
28. Bir köşegeni diğer köşegeninin iki katı uzunlukta olan bir deltoid çiziniz. (**Nursen KÜÇÜKDERELİ**)
29. Köşeleri çember üzerinde olan beşgen çizin. Beşgenin herhangi ardışık iki kenarının kenar orta dikmelerinin kesim noktasını bulun. (**Volkan AKINCI**)

3.4.4. Çokgen Etkinliği

Çokgen etkinliği, temelde öğrencilerin düzgün çokgen, eşkenar çokgen ve eşaçılı çokgen kavramlarını araştırmalarını ve bu kavramların anlamlarını, birbirleriyle olan ilişki ve farklılıklarını kavramaları amacı güden bir etkinlik olarak planlandı. Bu etkinliğe sınıfın tamamı gruplar halinde katılmıştır.

Bu etkinlikte Jigsaw (ayrılıp-birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Beşer kişiden oluşan dokuz grup oluşturulmuştur. Daha sonra bu gruplardan birer üye alınarak beş tanesi bilgisayar (şekil 3. 4.), dört tanesi kâğıt kalem grubu (şekil 3. 3.) olarak yeni gruplar oluşturulmuştur. Oluşan yeni gruplardan her birine farklı sorular verilmiş ve sorulara grupça, bilgisayar grupları Dinamik ve Etkileşimli Matematik Öğrenme Ortamlarından biri olan GeoGebra' yi kullanarak cevap aramaları istenirken, kâğıt kalem gruplarının ise kalem, kâğıt, pergel ve cetveller kullanarak cevaplandırmaları istenmiştir. Gruplara verilen sorular:

> Eşaçılı olup eşkenarlı olmayan beşgen var mıdır?, Eşkenarlı olup eşaçılı olmayan beşgen var mıdır?, Eşaçılı olup eşkenarlı olamayan altıgen var mıdır?, Eşkenarlı olup eşaçılı olmayan altıgen var mıdır? Açıklayınız.

Şekil 3. 3. İlk ders saatinde kağıt-kalem gruplarından biri

Şekil 3. 4. İlk ders saatindeki bilgisayar gruplarından ikisi

Bir ders boyunca, oluşturulan bu gruplar, kendi gruplarına verilen soruya cevap aramış, ikinci ders saatinde ise herkes eski grubuna dönüp bulmuş oldukları sonuçları grup üyeleri ile tartışmıştır. (Şekil 3. 5.).

Şekil 3. 5. İkinci ders saatinde gruplarına dönen öğrencilerin buldukları sonuçları arkadaşlarına aktarması

Üçüncü ders saatinde ise bulunan sonuçlar, çözüm sürecinde yaşananlar ve yapılan çıkarımlar hakkında tüm sınıfta bir tartışma gerçekleştirilmiştir (Şekil 3. 6.). Üç ders saati boyunca süren bu etkinlik video kaydına alınmıştır.

Şekil 3. 6. Üçüncü saatteki sınıf içi tartışma sırasında

3.4.5. Geçmeli Birim Küplerle Uzamsal Düşünmeyi Geliştirme Etkinliği

Bu etkinlikte amaç ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin uzamsal işlem becerilerini geliştirmeye yardımcı olmaktır. Etkinlik amacına uygun şekilde tasarlanmıştır. Etkinliğe sınıfın tamamı gruplar halinde katılmıştır. Öncelikle dersin yürütücüsü olan öğretim üyesi, bu etkinlikte öğrencilerden istenilenleri sınıfta göstererek açıklamıştır. Öğrencilerden istenilenler:

(1) Birim küplerden oluşmuş yapıyı görmeyen arkadaşına sözel olarak anlatması ve arkadaşının akıllı tahta uygulamalarından (starboard ve sketchup)ta veya tahtada anlatılan şekli çizmesi,

(2) 3 boyutlu şekillerin önden-arkadan, sağdan-soldan, üstten görünümlerini tahtada çizebilmeleri,

(3) Verilen üç boyutlu yapıyı ızgaraya yerleştirme, ızgarada verilenlerden yararlanarak birim küplerle üç boyutlu şekil oluşturma, herhangi bir konumundan görüntüsü verilen şeklin ızgaraya yerleştirilmesidir.

Bu etkinlik için öncelikle küçük çalışma grupları oluşturulmuştur. Öğrenciler etkinlik yani uygulama sınavına grup olarak hazırlanmışlardır. Hazırlık başlangıcında herkesin akıllı hatta ve içindeki yazılımları kullanmalarına fırsat verebilmek için her gruptan bir temsilci seçmişlerdir. Dersin yürütücüsü olan öğretim üyesi temsilcilere akıllı tahta kullanımını onların aktif olduğu bir süreç içerisinde göstermiştir. Daha sonrasında grup temsilcileri grupları ile beraber boş zamanlarında bir araya gelip etkinlik sırasında onlardan istenilenleri etkinlikleri uygulayacakları güne kadar beraberce çalışmışlardır.

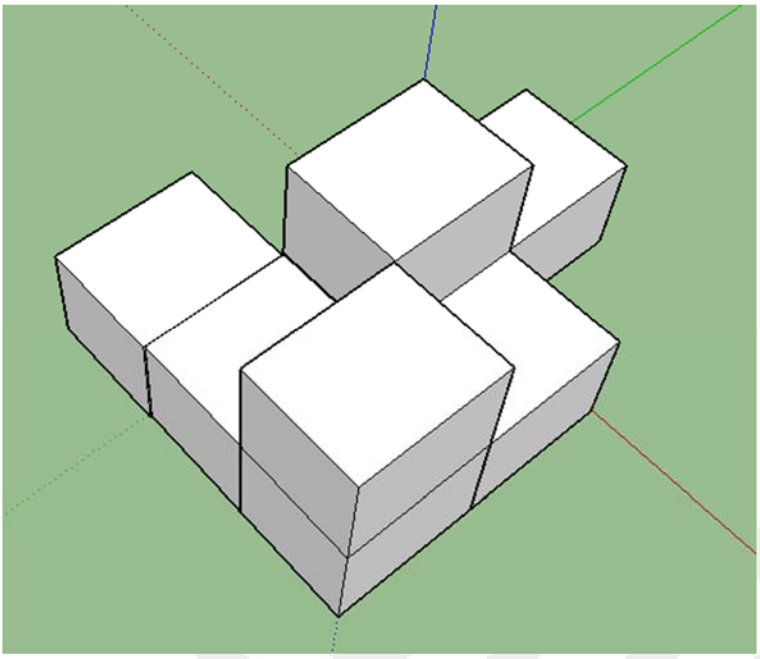
Çokgen etkinliği ve geçmeli birim küplerle uzamsal düşünmeyi geliştirme etkinliği notlandırıldığından ve bu notlar dönem sonundaki dersten aldıkları harf notunu etkileyeceğinden bu etkinliklerden iyi derecece puan almak gruplardaki herkesin amacı haline gelmiş gruptaki bireyler öğrenmek için birbirlerini desteklemişlerdir. Grubun başarısı bireylerin başarılarına bağlı olduğundan bu süreç içerisinde tüm grup üyeleri aktif olarak çalışmışlardır. Dolayısıyla grup başarısı için grup içindeki herbir birey eşit şansa sahiptirler. Etkinliklerin bu özelliklerine baktığımızda, (Senemoğlu, 2013) işbirliğine dayalı öğrenmenin üç temel özelliği olan grup amaçlarına sahip olma, bireysel sorumluluğu gerekli kılma ve başarı için eşit şansa sahip olma özelliklerini sağladıkları görülmektedir.

Etkinlik uygulama sınavı sırasında, grup içinden rasgele seçilen biri tahtaya çıkıp ekip arkadaşlarına arkasını dönmekteydi. Sonrasında ise ekip arkadaşlarından rasgele seçilen birine birim küplerle oluşturulan 3 boyutlu karma bir nesne verilmekteydi (Şekil 3. 7.). Nesneyi eline alan kişinin, arkası dönük olduğu için 3 boyutlu nesneyi göremeyen arkadaşına nesneyi tarif ederek akıllı tahtada kurulu bulunan StarBoard veya Google SketchUp yazılımlarından birini kullanarak oluşturmasına yardım etmesi gerekiyordu.

Şekil 3. 7. Geçmeli birim küplerle oluşturulan 3 boyutlu nesne

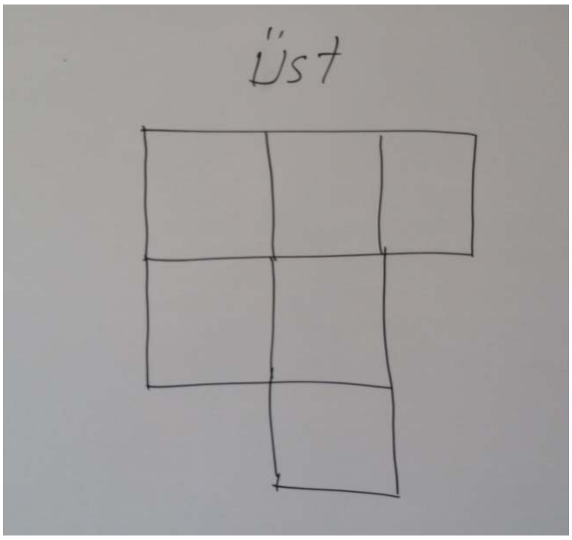
Google SketchUp yazılımını kullanan öğrenci, önce bir küp oluşturur ve daha sonrasında ise arkadaşından gelen yönergeleri dikkate alarak bu küpü esas alarak –kopyala ve yapıştır yöntemiyle –zihninde canlandırdığı şekli oluşturmaya çalışır. Şekil 3. 8. , bu şekilde bir etkinliğin başarılı olan sonucunu göstermektedir.

Şekil 3. 8. Bir önceki şekilde verilen 3 boyutlu nesnenin Google SketchUp yardımıyla tasarlanmış hali



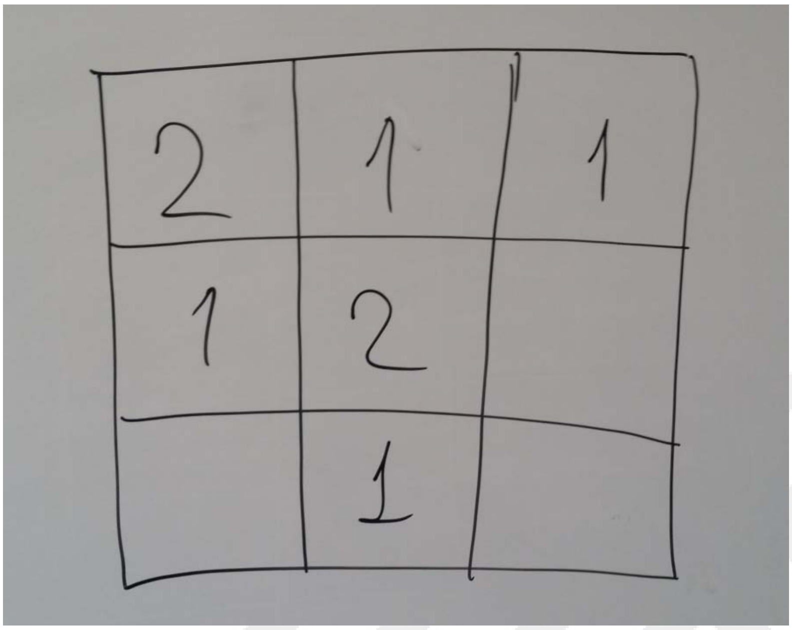
Etkinliğin diğer bir aşamasında, öğrenciye anladığı veya gösterilen ya da çizimi –tasarımı –yapılan bir 3 boyutlu nesnenin önden, yandan veya üstten görünüşü de sorulabilmekte ve öğrencinin bu çizimi tahtada yapması beklenmekteydi. Bu bölümde de şekil 3. 9.'da görüldüğü gibi bir sonuç elde edilmesi beklenmekteydi.

Şekil 3. 9. Üstten görünüm



Bu grup etkinliğin en ileri aşaması denebilecek bir aşamasında ise, öğrenciye üstten, yandan veya önden görünüşlerin sadece bir tanesi ile toplam kaç küp kullanılmış olduğu verilerek olası şekli tasarlaması veya bir ızgara üzerinde her bir bölmeye gelecek olası küp sayılarını göstermesi beklenmekteydi (şekil 3.10.).

Şekil 3. 10. Izgaraya küp sayılarını yerleştirme



3.5. Veri Analizi

Bilindiği üzere nitel çalışmalarda en fazla zorluk yaşanılan kısım verilerin analizidir. Deneyimli araştırmacılar dahi analizleri yapıp raporlaştırmanın kolay olmadığını belirtilmişlerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu durumun sebeplerinden biri, nitel çalışmalarda toplanan verilerin büyük boyutlarda olmasıdır. Büyük boyutlardaki bu verileri analiz edebilmek için sistematik bir yol izlenilmesi gerekmektedir. Çalışmanın amacının eldeki verileri tanımlamak ve verilerin içinde saklanmış olan gerçekleri ortaya çıkarmak olmasından (Merriam, 2015) dolayı analizde nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. Bunun içinde öncelikle çalışmanın ana veri kaynağı olan video kaydına alınan yarı yapılandırılmış görüşmeler bilgisayar ortamına aktarılarak araştırmacı tarafından Word belgeleri şeklinde transkipt edilmiştir. Sonrasında yarı yapılandırılmış görüşmeleri bütün olarak anlamlandırmak için trankripsiyonu yapılmış veriler, araştırmacı tarafından üç kez tam metin halinde okunmuştur. Daha derinlemesine inceleme yapmak, veriler içerisindeki kullanılabilir olanları belirlemek için ise ikinci aşamada cümleler incelenmiş ve buralardan çıkarılan anahtar kelimelere göre cümlelerin kenarlarına kodlar düşülmüştür.

Kodlar daha önceden oluşturulmamış, cümlelerin ifade ettikleri anlamlara göre analiz sürecinde oluşturulmuşlardır. İçerik analizinde amaç, birbirine benzeyen ifadeleri belirli kavramlar ve temalar başlığında bir araya getirerek okuyucuya anlayabileceği bir şekilde sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu sebeple oluşturulan kodlar bir araya getirilmiş ve incelenmişlerdir. İfade ettikleri anlamlar birbirlerine yakın olanlar bir araya getirilerek, daha genel bir kavramın altında toplanarak kategoriler oluşturulmuştur. Kodları ve kategorileri belirleme sürecinde araştırmanın alt problemleri göz önünde bulundurulmuştur. Analizin son basamağında ise yakın olan kategoriler de gruplandırılarak temalar elde edilmiştir.

Şekil 3.11.' de araştırmaya katılan öğretmen adaylarından birinin uzamsal düşünme becerilerindeki değişimle ilgili görüşlerini belirttiği görüşmenin transkripsiyonu ve araştırmacı olarak benim bu transkripsiyonu analiz ettiğim dosyalardan birinin ekran görüntüsü görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi analizin ilk basamağı olan kodlama sürecinde transkripsiyonu yapılmış metin üzerinde anlamlı olan kısımların yanına Word'un yorum ekle seçeneği kullanılarak notlar alınmıştır. Alınan notlar metin içerisinden, araştırmacı tarafından herhangi bir yorum katılmadan alınmıştır.

Şekil 3. 11. Analizin ilk basamağından ekran görüntüsü

olduğunu gösterir. Dönem başında ve sonunda olarak değerlendir kendini bu dersle uzamsal yeteneklerinde neler değişti? Bir şey değişti mi veya?

Hocam mesela ilk geldiğimiz hafta küp dediniz. Küpü mesela biri anlatacak bir diğeri çizecek. Biz mesela çalışırken hiç yani. Ya da mesela bakıp çizerken iki saniye bakıyorduk. Ama çizemiyorduk. Sonra ne oldu mesela şu anda anlatıldığında ya da sınavdayken hani mesela sözel olarak soruyu verdiğinizde soruyu çizme canlandıra biliyoruz artık. Ama ben önceden bunu yapabileceğimizi düşünmüyordum. Yapmadık yani. Böyle birşeyle karşılaşmadık.

Microsoft Office User
Küpü mesela biri anlatacak bir diğeri çizecek, Ama çizemiyorduk

Microsoft Office User
sınavdayken hani mesela sözel olarak soruyu verdiğinizde soruyu çizme canlandıra biliyoruz artık. Ama ben önceden bunu yapabileceğimizi düşünmüyordum

Peki, bu yeteneklerimiz arttı diyorsun

Evet kesinlikle.

Ne etkili oldu da arttı sence?

Hocam mesela soruyu siz bize çizip vermediniz. Sözel olarak yazdınız. Bizden istediniz çizmemizi. Bundan öncesi mesela dönem başında küplerin anlatımı, İlk başta onunla başladık. Mesela taşları üst üste koya koya üçgenlere kadar geldik.

Microsoft Office User
Sözel olarak yazdınız. Bizden istediniz çizmemizi.

Kodlamanın ardından analizin ikinci basamağı olan temalandırma yapılmıştır. Bu aşamada birbirine benzeyen kodlar bir araya getirilmiş ve benzer kodların bir arada olduğu gruba, onların hepsini tek bir şemsiyenin altında toplayacak şekilde bir isimlendirme yapılmıştır. Son aşama olan kategorileştirme sürecinde ise anlamca birbirine yakın olan temalar bir kategorinin altında yerlerini almışlardır. Aşağıdaki şekil analizler sonucunda ortaya çıkan temaların kategorize edilmiş formunu göstermektedir.

Şekil 3. 12. Analizler sonucu elde edilen temalar

Görüşmelere katılan on iki öğrenci isim sırasına göre sıralandıktan sonra, Ö1,Ö2…..,Ö12 şeklinde kodlanmışlardır. Temalar öğrencilerin görüşmeler sırasındaki ifadelerden alıntılar verilerek bulgular kısmında detaylı birşekilde açıklanmıştır.

3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmanın kalitesini arttırmak, yani araştırmacının ortaya koymuş olduğu sonuçların ne ölçüde doğru olduğunu gösterebilmek için araştırmanın geçerlilik ve güvenirliğinin sağlanması gerekmektedir. Geçerlilik ve güvenirlik kavramları hem nicel hem nitel çalışmalarda kullanılmasına rağmen çalışmanın türüne göre ifade ettikleri anlamlar farklılaşmaktadır. Nicel çalışmalarda geçerlilik aynı sonucun elde edilmesi iken nitel çalışmalarda geçerlilik sonuçların toplanan veriler ile tutarlı olup olmadığın incelemek yani çalışmanın doğruluğunu kanıtlayabilmektir. Anlamlarının farklı olmasına paralel olarak geçerliliği ölçme yöntemleri de çalışmanın türüne göre farklılık göstermektedir. Örneğin, nicel çalışmalarda geçerlilik testler ile ölçülebiliyorken, nitel çalışmalar da örneklem büyüklüğünün az olması nedeni ile testler kullanılamamaktadır. Nitel çalışmaların geçerliliğini ölçmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Creswell ve Miller (2000) nitel araştırmacıların geçerliliği ölçmek için sıklıkla kullandıkları sekiz yöntemi su şekilde sıralamışlardır:

Uzun süreli katılım ve sürekli gözlem: olaylar ve durumlar hakkında geniş çapta veri elde edilmesini sağlamaktır.

Üçgenleme (veri çeşitlemesi): araştırmacıların farklı yöntemleri, araştırmacıları ve teorileri destekleyici veri kaynağı olarak kullanmalarıdır.

Akran incelemesi veya sorgulaması: araştırmacıya yöntemler, anlamlar ve yorumlar hakkında sorular sorarak araştırmacının dürüst kalmasını çalışmaktır.

Olumsuz durum analizleri: analizler sonucunda çıkan olumsuz sonuçların da raporda verilmesidir.

Araştırmacının ön yargılarının belirtilmesi: araştırmacının okuyucuya araştırmaya yönelik pozisyonu (varsayımları veya eğilimleri) hakkında bilgi vermesidir.

Katılımcıların kontrolü: analizlerin sonuçlarına ilişkin katılımcıların görüşlerinin alınmasıdır.

Yoğun betimlemeler: araştırmacının katılımcıları ve ortamı derinlemesine analiz etmesi ile verilerin transfer edilebilirliğinin sağlanmasıdır.

Dış denetim: dışarıdan bir denetçinin çalışma sürecinin, sonucunun doğruluğunu kontrol etmesidir.

Bu çalışmada geçerliliği sağlamak amacı ile araştırmacı bir dönem boyunca Bilgisayar II ve geometri derslerine katılarak uzun süreli ve sürekli gözlemler yapmıştır. Dönem boyunca öğrencilerin yapmış oldukları projeler (ödevler), dönem başında ve dönem sonunda yapılan açık üçlü sorulardan oluşan anketler, vize ve final sınavları ise veri çeşitlemesi yapmak için kullanılmıştır. Bunlara ek olarak ortamın, sürecin detaylı tasviri ve analizler sonucunda çıkan olumsuz durumların belirtilmesi çalışmanın geçerliliğini arttırmak için kullanılan yöntemlerdir. Creswell (2015) nitel bir çalışmada yukarıdaki sekiz yöntemden en az ikisinin kullanılmasının çalışmanın geçerliliğini sağlayacağını belirtmiştir.

Çalışmanın kalitesini arttıran diğer bir unsur ise güvenirliliktir. Nicel çalışmalarda yapılan bir deneyin veya testin birçok denemesinin ardından ortaya koymuş olduğu sonuçların ne kadar aynı olduğudur. Nitel çalışmalarda ise verilerin farklı araştırmacılar tarafından veya aynı araştırmacı tarafından farklı zamanlarda hangi ölçüde aynı analizleri verdiğidir. Verilerin şeffaf bir şekilde ortaya konması ve kodlayıcılar arası görüş birliği güvenirliği sağlamak için kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada video kaydına alınan yarı yapılandırılmış görüşme süresi en ince ayrıntısına kadar transkript edilerek çalışmanın ana verileri şeffaf hale getirilmiştir.

4. BULGULAR

Bulgular bölümünde, analiz sürecinin sonucunda ortaya çıkan temaları ele alınıp tartışılacaktır. Bu tartışma yapılırken, temalar araştırma probleminin alt problemlerine göre düzenlendi. İlk bölümde araştırma problemini, "*İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans öğrencilerinin aldıkları geometri dersinin içeriği ve işlenişi hakkında görüşleri nelerdir?*" şeklinde yapılandırılmıştı. Bu problemi araştırırken bize yol gösterecek alt problemler de aşağıdaki gibi yapılandırılmıştı:

- Öğrenciler, geometri dersleri içinde yaptıkları klasik (Euclid yaklaşımı) ispatlar hakkında ne düşünmektedir?
- Öğrenciler, ders kapsamında yaptıkları çizimleri nasıl değerlendirmektedirler?
- Öğrencilerin dersin önemli bir parçası olarak düzenli olarak soru çözmeye teşvik edilmeleri hakkındaki düşünceleri nelerdir?
- Öğrencilerin yaşadıkları bu geometri dersi deneyimi nedeniyle daha önceden öğrenmiş oldukları geometri kavramlarını kavrama düzeylerinde nasıl bir değişim yaşanmıştır?
- Bu geometri dersleri kapsamında yapılan etkinlik ve çalışmalar ile öğrencilerin uzamsal becerileri nasıl etkilenmiştir?

Araştırmamızın bağlamını eğitim fakültelerinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde verilen geometri dersi oluşturduğu için, YÖK'ün bu dersin içeriği hakkındaki önerisini de bir kez daha hatırlamakta fayda vardır:

Geometri **(3-0-3)**

Geometrinin tanımı, yapısı ve gerçek hayatta kullanımı. Aksiyom, tanımsız kavram, teoremin açıklanması. Euclid ve euclide dışı geometriler, Euclid geometrisinin temel aksiyomları. Nokta, doğru ve düzlem kavramları arasındaki ilişkiler. Açı kavramı, çesitleri, açıların eşliği ve eşlik aksiyomları, açılar ile ilgili uygulamalar. Çokgen kavramının tanımı. Üçgen kavramının tanımı, üçgen çeşitleri, üçgenin temel ve yardımcı elemanları, üçgenler ile ilgili eşlik aksiyom ve teoremleri, üçgenlerde eşlik ile ilgili uygulamalar, üçgenler ile ilgili benzerlik teoremleri, üçgenlerde benzerlik ile ilgili uygulamalar. Yamuk, paralelkenar, eskenar dörtgen, dikdörtgen, kare, deltoit gibi geometrik kavramlara dönük teoremlerin ispatlanması. Dörtgenler ile ilgili uygulamalar. Çember ve daire kavramları, çember ve dairede açı ve uzunluk ile ilgili teorem ve ispatları, çember ve dairede açı ve uzunluk ile ilgili uygulamalar. Uzayda cisimlerin özellikleri, katı cisimlerin alan ve hacimleri ilgili uygulamalar.

Öneriden de görüleceği gibi, dersin içeriği ortaokul ve lise geometri konularının verilmesi ve tanım ve teoremlerin açıklanması üzerine kurgulanmıştır. Her ne kadar Euclid yaklaşımı ismen anılsa da, burada kastedilenin Euclid yaklaşımıyla geometrik düşünme olduğu anlaşılmamaktadır. Genel olarak içeriğe bakıldığında da, geometrik düşünme boyutu hakkında bir öneri veya vurgu görülmemektedir.

Bundan sonraki kısımda temalar ait oldukları alt problemin başlığı altında açıklanmıştır.

4.1. Öğrencilerin Euclid İspatları Hakkındaki Düşünceleri

Geometrinin temelini oluşturan Euclid ispatlarının öğrencilerin almış oldukları geometri dersinde bulunması YÖK'ün eğitim fakültelerine sunmuş olduğu geometri dersi içeriğinde de yer almaktadır. Euclid ispatlarının konulmasının amacı öğrencilerin Euclid geometrisinin özellikleri olan tümevarımsal düşünme sistemini ve görselliğe dayalı ispatlar yaptırma yani 'görme' olarak adlandırılan beceriyi geliştirmektir. Bunun için bir dönem boyunca her hafta en az bir saat (bazı haftalar iki saat olarak gerçekleşmiştir) Euclid ispatlarına zaman ayrılmıştır. Bazı ispatlar ise proje (ödev) olarak öğrencilere verilmiş ve onlardan Euclid yaklaşımını kullanarak verilen önermeyi veya teoremi ispatlamaları istenmiştir. Katılımcı öğrencilerin görüşleri incelendiğinde,

> Ö8: Hocam kazandırdı aslında. Mesela şu şekilde biz hep harflerle işlemler yapıyorduk. Ama harflerle değil de kendi gözümüzle görme, aslında görme açınız nasıl? Ne kadar fazla görebiliyorsun? O açıdan bence. Hani geometride görme işinde o kadar çok iyi göremiyorduk ama bu şekilde sayıları kullanamayıp daha da gözümüzdeki açıyı belli etmeye çalıştık bana göre. Şu anda Zekeriya hoca sayesinde geliştiğini düşünüyorum yani.

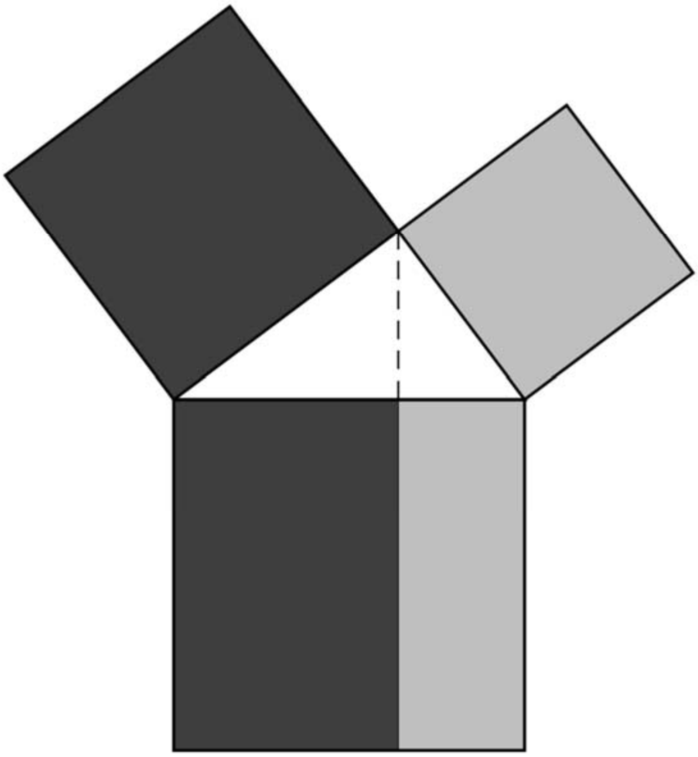
Katılımcının kullandığı "Mesela şu şekilde biz hep harflerle işlemler yapıyorduk. Ama harflerle değil de kendi gözümüzle görme …" ifadelerinden öncesinde geometriye cebirsel olarak yaklaştığını, ispatlarla beraber öğrencinin geometrideki görme becerisinin geliştiğini en azından geometriye Euclid yaklaşımı olan görsellik temelli olarak bakmaya başladığı şeklinde çıkarımda bulunulabilir.

> Ö11: Geometride önemli olan görme geometrinin anlamı o değil mi zaten görmek. Göreceksin ki yapacaksın hani ispatta da biz neyin nerden geldiğini görmeye başladık. Hani ben bilmiyordum mesela Pisagor nasıl, Öklid bağıntısı nasılmış işte alanlar karenin köşegen çiz ikiye bölüyormuş ispat yaptığımız zaman herşeyi gördüm, ispatta bi de sadece bir özelliği değil bütün özellikleri kullandığımızdan pekişiyor. Hani iyice kafana yatıyor yani. Bir de sen

kendin yaptığın zaman, birşeyi kendin uğraşıp yaptığın zaman onu zaten unutma gibi bir şansın da yok senin direk öğreniyorsun yani.

Ö11'de Ö8 gibi Euclid ispatlarının görmeyi geliştirdiğini belirtmiş bunu da şu örnekle "Pisagor nasıl, Öklid bağıntısı nasılmış işte alanlar karenin köşegen çiz ikiye bölüyormuş ispat yaptığımız zaman herşeyi gördüm"açıklamıştır. Ayrıca ispatlarda "bir özelliği değil bütün özellikleri kullandığımızdan pekişiyor" cümlesi ile öğrencilerin tüm özellikleri ilişkilendirerek tümevarımsal bir düşünme sistemine yönlendirilmiş olduğu yorumunda bulunulabiliriz.

Şekil 4. 1. Ö11'in belirttigi Euclid yaklaşımı ile Pisagor teoeremi ispati



Ö10 ise ispatlarin kendilerini sorgulamaya yönlendirdiğini ve bu sorgulama becerisinin teoremlerin nasıl oluştuğunu açıklayabilmesi için gerekli olduğunu belirtmiştir.

Ö10: İspat mesela biz geçen yıllarda nasıl yapardık ispat denilen bir şey yoktu. Hoca gelirdi bu budur, bu budur. Sorarsan teorem der geçerdi veya kural veya formül. Ama biz bu yıl o formül ü sorguluyoruz mesela. Mesela kosinüs teoremi kosinüs teoremi nerden geldi? Yani biz bunu sorgulayarak öğreniyoruz. Ya tabi buda bizim için önemli. Yarın bir gün birisi gelip sorduğunda mesela kosinüs teoremi nerden geldi? Bunu kim buldu hatta diyebilir uyduruldu. Biz bu ispatları öğrenerek buna cevap verebiliriz. Bir de ispatlarda şu özelliği seviyorum mesela hoca yazıyor tahtaya birisi bir şey söylüyor. Diğeri onu kırmadan bunu böyle yaparsak şöyle olabilir. Yaratıcı, tartışma ortamında ispat yaptığımızdan dolayı buda daha faydalı olduğunu düşünüyorum. Hatta verimli olarak mesela ben şuana kadar vizeden sonra doğru düzgün hiç ders çalışmadım. Ama vizeden sonra özellikle ilk hafta nerden baksan yirmi- yirmi beş gün oluyor. O günden bugüne kadar yapmış olduğumuz ispatlar aklımda. Çünkü niye o gün biz onu görerek yaptık. Ya diyelim hoca yazardı tahtaya soru bu ispatı bu, geç teoriye girerdi. Yani unutulabilirdi. Ezbere girerdi. Ama biz onu tartışarak, aramızda harmanlayarak diyeyim yaptığımızdan dolayı daha verimli olduğunu düşünüyorum. Böyle ispatların devamını da diliyorum tabi.

Bu öğrencimizin ispatları faydalı bulmasındaki etken, “mesela hoca yazıyor tahtaya birisi bir şey söylüyor. Diğeri onu kırmadan bunu böyle yaparsak şöyle olabilir.” ifadelerinden ders işleme sürecini olumlu bulduğunu anlıyoruz. Çıkarılan ispatların yapılma sürecinde öğrencilerin de aktif olarak katılıp herkesin fikrini özgürce belirtmesi ile tartışarak öğrenmeleri üzerine kurgulanmış bir ders işlendiği araştırmacının gözlem notlarıyla da uyuşmaktadır. Bunun yanında dersteki uygulamaların, yani tartışarak öğrenmenin ezbercilikten uzaklaştırdığını ve “O günden bugüne kadar yapmış olduğumuz ispatlar aklımda.” ifadeleri ile de öğrencilerin kalıcı öğrenmelerine katkıda bulunmuş olduğu söylenilebilir.

Başka bir öğrenci ise ispat yapmanın düşünmeye yönlendirdiğini belirtmiş:

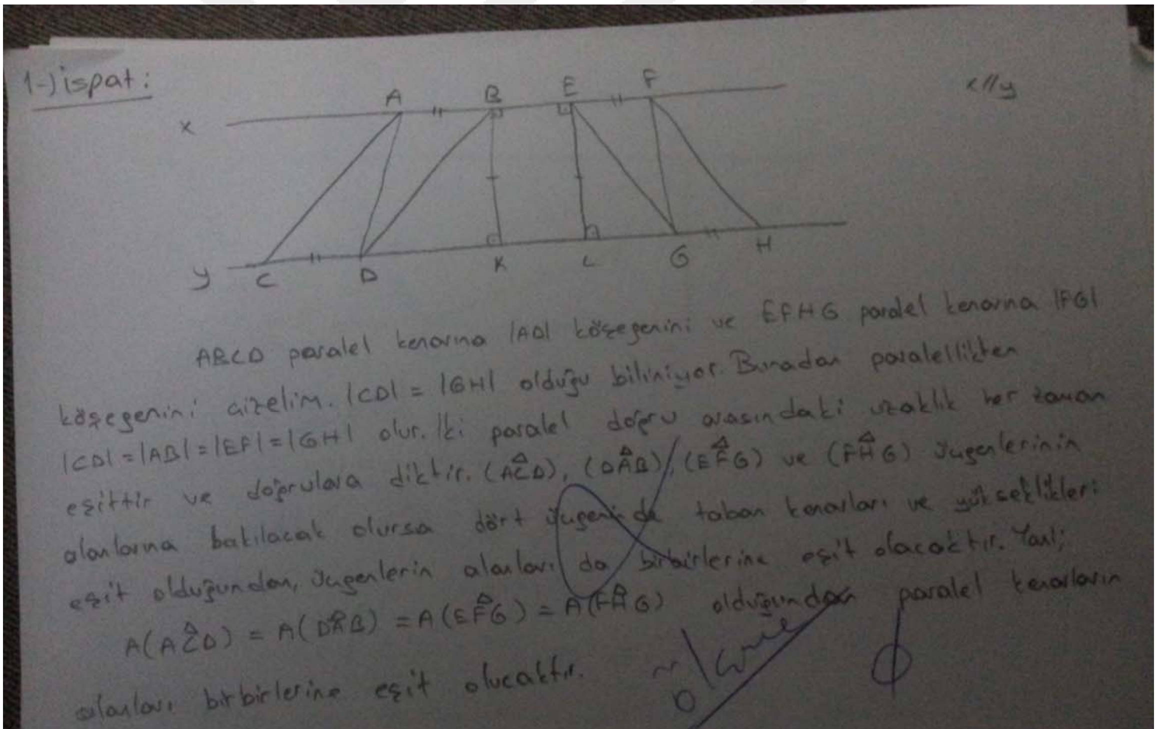
Ö6: İspatlar ne kazandırdı. İspatlar bana hazırcılıktan uzaklaşmam gerektiğini kazandırdı. Yani her şeyin hazır olmadığını düşünmem gerektiğini bunun nasıl oluştuğunu .... Biz de bu ispatları yaparken şunu şöyle görsek, şurdan da denesek bir şeyler elde edebilir miyiz? Bir şeyler üretebilir miyiz? Bize ait olan bir şey bir fikir, bir sonuç çıkarabilir miyiz bunları öğretti. Tamamen bizim emek vererek yaptığımız, hazır alarak değil de mesela $a^2+b^2=c^2$’ nin nerden geldiğini bilerek. Bunda benim emeğim var bunu düşünerek buldum.

Teoremlerin nasıl oluştuğunu kendilerinin açıklayabilmesi ile “Bunda benim emeğim var bunu düşünerek buldum.” ifadesini üzerinde çalıştıkları teoremleri içselleştirdiğini söyleyebiliriz.

Ögrencilerin Euclid ispatlari hakkındaki görüşleri görmeyi geliştirdiği yönündeyken öğrencilere vizede ve ispat projelerinde sorulmuş olan Euclid ispatlarına vermiş oldukları cevaplarını inceleyerek söyledikleriyle yaptıkları arasındaki uyum görülmek istendi. Bu araştırıldığında ise, ispatlardan bazılarını Euclid yaklaşımına uygun yaptıkları bazılarında ise görselliği kullanmak yerine ölçme kullandıkları ve dolayısıyla tümevarımsal düşünme yaklaşımını tam olarak gösteremediklerini tespit edildi (Şekil 4. 2.). Bu da öğrencilerin Euclid yaklaşımını öğrenmeye başladıklarını, bu yönde bir gelişim gösterdiklerini fakat bu yaklaşımı tam anlamıyla öğrenemediklerini göstermektedir.

Şekil 4. 2.'de, Euclid Elementler kitaplarının birinci cildinde yer alan 36 numaralı önermenin ispatı hakkında Ö11'in yaklaşımı görülmektedir. Kitapta yer alan önerme 36 şu şekildedir: "Tabanları eşit uzunlukta ve aynı paraleller arasına yerleşmiş paralelkenarların alanları eşittir." Öğrencinin "aynı paraleller arasına yerleşmiş" ifadesinden söz konusu paralelkenarların yüksekliklerinin eşit olduğu çıkarımını yaparak paralelkenarın (üçgenin) alanı formulü yardımıyla ispatını yapmaya çalıştığı görülmektedir. Bu yaklaşım, onlardan beklenen ve derste önerilen yaklaşım değildi. Derste yapılan ise, Euclid'in kitabında da yer alan üçgen eşliklerinden yola çıkılarak yapılan ispat idi.

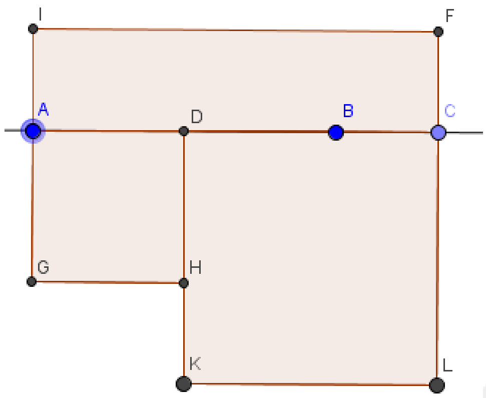
Şekil 4. 2. (Ö11'in) Euclid yaklaşımını kullanamadıkları ödevlerinden bir örnek



Şekil 4. 4.'de de, yine Euclid'in Elementler kitaplarının ikinci cildinde yeralan 6 numaralı önermenin ispatı üzerinde çalışan başka bir öğrencinin çözümünü göstermektedir. Önerme 6, "Bir doğru parçası eşit iki parçaya bölünüp birinin ucuna da başka bir doğru paçası eklenirse, kenarları bütün toplam ve eklenen parçanın uzunluğu olan dikdörtgen ile

kenarı ilk doğru parçasının yarısı olan karenin alanları toplamı, uca eklenen parçayla beraber diğer yarımı kenar kabul eden karenin alanına eşittir.

Şekil 4. 3. Önerme 6' nın GeoGebra'da çizilmiş bir yorumu

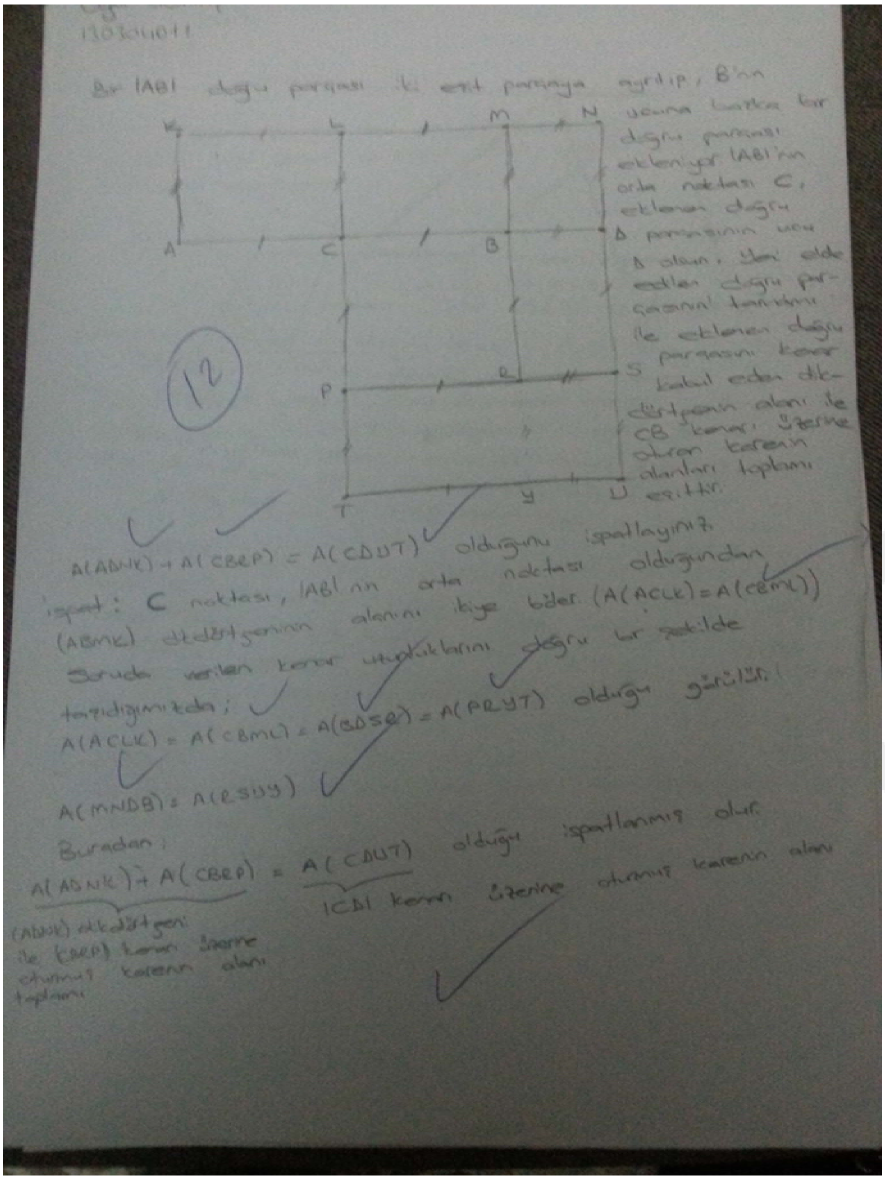


Bu önermede beklenen, şekil 4. 3. 'de gösterilen ACFI dikdörtgeni ile ADHG karesinin alanın toplamının, DCLK karesinin alanına eşit olacağıdır. Bu da aslında cebirsel olarak ifade edildiğinde aşağıdaki özdeşliğin ispatından başka bir şey değildir.

$$\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + (AB + BC) * BC = \left(\frac{AB}{2} + BC\right)^2$$

Tabi bu ispatı, cebirsel olarak değil de, tamamen görsel ve geometrik olarak yapmaya çalıştığımızda önemli zihinsel aktivite gerekmektedir (şekil 4. 3.).

Şekil 4. 4. (Ö6' nın) Euclid yaklaşımı ile yapmış oldukları ispat projesi (ödevi)



Öğrenci görüşlerinin yorumlanmasından anlaşılacağı gibi, araştırmaya katılan öğrenciler Euclid ispatlarıyla lisede gördükleri geometri içeriği ve hedeflerinden farklı bir şeyler yaptıklarının ve bu uygulamayla belli oranda bir kazanım elde ettiklerinin farkında görülmektedirler. Ayrıca öğrencilerin bu yaklaşımı öğrenmek ve uygulamaktan memnun olduklarını da ifadelerinden çıkarmak mümkündür.

4.2. Öğrencilerin Ders Kapsamında Yaptıkları Çizimler Hakkındaki Görüşleri

Dönem içinde öğrencilere verilen projelerden bir kısmında Euclid ispatlarını kâğıt üzerine yapmaları istenmiştir. Bazı projelerde ise GeoGebra ortamında geometri sorusu veya bir geometrik tasarım yapmaları istenmiştir. Öğrencilere GeoGebra'da yapacakları çizimler için bazı şartlar konulmuştur. Bu şartlar,

(1) Oluşan şekillerin kontrol noktalarından hareket ettirildiğinde şeklin özelliklerinin bozulmaması gerektiği
(2) Kontrol noktalarının gizlenmemesi gerektiği
(3) Çizimler yapılırken GeoGebranın tasarım araçlarının kullanılmaması gerektiğidir.

Yukarıdaki şartlara bakıldığında öğrencilerden istenilenin geometrik çizimden ziyade geometrik inşa (tasarım) olduğu açıkça görülmektedir. Bu bölümde öğrencilerin yapmış oldukları bu tarz tasarımlar hakkındaki değerlendirmelerini öğrenmek amacı ile sorulmuş olan soruya verdikleri cevaplar incelenecektir.

4.2.1.GeoGebra'da Yapılan Çizimlerin Görselliğinin Daha İyi Olduğu

Geometride çizimlerin önemli bir yeri bulunmaktadır. Geometrinin görselliğe dayalı olması ve görsel algının sağlıklı olabilmesi de iyi bir çizime bağlıdır. Geometrik şeklin doğru bir sekilde çizilmesi o şeklin özelliklerinin anlaşılabilmesi için gereklidir.

> Ö2: Çizimlerimizde güzel çizemiyoruz. Ama bilgisayar ortamında gayet güzel çizebiliyor ve görebiliyoruz. Kendimiz çizdiğimiz zaman hatalar olabiliyor ama GeoGebra programı gayet iyi gösteriyor ne olduğunu nasıl olduğunu gösteriyor. O çok iyi oldu bi de dediğiniz gibi elle proje verildi. Ee şimdi elle çizdiğimiz zaman zorlandığımızı gördük. Çizemiyoruz, çizmişiz ama göremiyoruz. Ama biz GeoGebra üzerinde çalıştık sonra kendimiz çizdik. Çünkü biz çizdiğimizde görmüyoruz. O el becerisi bize kazandırılmamış.

Ö2 el ile yaptıkları çizimlerde hataların olabildiğini, GeoGebrada bu hataların olmamasını "GeoGebra programı gayet iyi gösteriyor" ifadesiyle vurgulamaktadır. İfadeden anlaşıldığı el ile çizimde zorlanmalarının yanında "çizmişiz ama göremiyoruz" göremediklerini, yani GeoGebra ortamında geometrik görmenin daha kolay olduğunu açıklamıştır.

Ö1 ise ispatlarin üzerinde çalışırken, yönergede kâğıt ortamında yapılması istenmesine rağmen doğruluğunu kontrol etmek için yaptığı tasarımı GeoGebra'da denediğini belirtmiştir.

> Ö1: İspatlarda da kesinlikle kullanırım hocam. Benim saatlerce ispatladığımı GeoGebra da iki dakikada ispatlayabiliyoruz hani. Yani çizimi rahat kullanımı rahat hani o yüzden

ispatlarda da genel olarak birçoğunda kullanırım. Ki ben çoğunu deniyorum zaten. Orada deniyorum. Kendim de bir şeyler katıyorum. Belki bu yüzden ispatlarım iyi hani. Deniyorum.

Ayrıca öğrencinin kurmuş olduğu "Benim saatlerce ispatladığımı GeoGebra da iki dakikada ispatlayabiliyoruz hani." cümlesinden GeoGebra'da çizilen görselin görme işlemini daha da hızlandırmış olabileceğinden dolayı ispati daha hızlı yapabildiği yönünde yorumda bulunmamıza imkân sunmaktadır.

Katılımcılardan Ö5 tasarımlarını ilk önce kâğıtta çizdiğini, daha sonrasında ise GeoGebra'ya aktardıklarını ifade etmiştir.

Ö5: Yani benim açımdan oldu. Ben direkt GeoGebra da çizmeden önce kendim çiziyorum kâğıtta, ondan sonrada GeoGebra da bakıyorum. Önce taslağımı oluşturuyorum ondan sonra oraya çiziyorum..... Orası daha garanti oluyor hocam...... Daha garanti oluyor derken sonuçta direkt doğru çıkıyor. Kendi çizimlerimde hatalar olabiliyor. Ama orda hata olma ihtimali daha az.

Kâğıt ortamındaki çizimlerini daha sonra GeoGebraya aktarmalarının programın çizimlerde hata yapma oranın az olmasından kaynaklandığı yönünde açıklamalarda bulunmuştur. Öğrencilerin görüşü çizimlerdeki hata payını azaltmak ve daha net görseller elde etmek için GeoGebrayı kullandıkları yönünde birleşmektedir. Bu görüşlerin doğruluğunu teyit etmek amacı ile sınıf içinde tutulmuş gözlem notlarına bakılmıştır.

Öğrencilerin, Hoca Euclid ispatlarını tahtada anlatırken "Hocam şekiller net değil. Akıllı tahtadan GeoGebrayı açarak orada yapsak bu ispatları" şeklinde isteklerde bulundukları, bazı öğrencilerimizin ders içinde ispatın nasıl yapılacağına yönelik tartışıldığı ortamlarda savundukları iddiayı sınıfa göstermek için de GeoGebra'yı kullandıkları gözlem notlarında bulunmaktadır.

4.2.2.GeoGebrada yapılan çizimlerde geometrik özelliklerin kullanıldığı

Yukarıda belirtildiği gibi GeoGebra çizimleri için şartlar konulmuş, bunun literatürde ki karşılığı olan inşa (tasarım) kelimesinin ders sürecinde kullanılmamış dolayısıyla öğrencilere geometrik inşanın özellikleri anlatılmamıştır. Buna rağmen,

Ö3: Mesela hocam hani üçgen çizimlerimizde çizerken hani uzunluğu belli sabit uzunlukla çizerken. Ama sonra çemberden çizin dediniz siz. Çemberden üçgen elde etmeyi öğrendik. Hani biz .. Ben bilmiyorum şahsen. Hani bu nasıl olacak nasıl çizilecek ya da oynamayan bir şekil. Yoksa biz onların hepsi bozuluyordu. Mesela orda biz onu yaparken çemberden yapıyordum açıları belirli ve öyle yaptığımız zaman bozulmuyordu. Yani teknolojik ortamda geometri sorusu üretmeyi ya da mesela onu sorgulamayı öğrendiğimizi düşünüyorum..... Adım adım. Rastgelede değil hani bir şeyleri öğrendik bence artık hani. Direkman bir şeyler oturuyor. Ben öyle düşünüyorum. Mesela soru verildiğinde ilk mesela uzunluk mu istiyor onluk direkman onu çember yapıyorum. Bir şeyler yapıyorum çıkıyor kendiliğinden.

"Rastgelede değil hani bir şeyleri öğrendik bence" ifadesi Ö3'ün istenilen çizimlerin yapılabilmesinin rastgele çizimlerle olmadığını fark ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde, "Bir şeyler yapıyorum çıkıyor kendiliğinden." ifadesi de elde ettikleri kazanımların sezgisel kazanımlar olduğunu göstermektedir. Daha çok sezgisel olan bu kazanımları, bilişsel kazanımlara dönüştürebilmek adına yapılması gerekenler tartışma bölümünde ele alınacaktır.

Ö6 kodlu öğrenci de çizimle ilgili kendi alışkanlıklarındaki değişimi, "Mesela artık ben çizim yaparken merkez bulmak için hazır bir şeyler kullanmıyorum. İki kiriş çiziyorum. Bu kirişlere kenar orta dikme çizip merkezi öyle buluyorum" ifadeleri ile vurgulamış ve geometrik ilişkileri kullanarak çizimler yaptığını dile getirmiştir.

Ö6: Mesela artık ben çizim yaparken merkez bulmak için hazır bir şeyler kullanmıyorum. İki kiriş çiziyorum. Bu kirişlere kenar orta dikme çizip merkezi öyle buluyorum. Direk değil de bunu buradan yapmayı seviyorum artık. Bu çizimler bakmakla görmek arasındaki farkı gösterdi.

Öğrencinin, görüşme sırasında kullandığı "Bu çizimler bakmakla görmek arasındaki farkı gösterdi." sözleriyle bu çizimlerin geometrik ilişkilere dayalı olmasından dolayı bakmakla görmek arasındaki farkı gösterdiğini işaret etmiştir. Elde ettiği bu kazanımla, görmenin öğrencimiz için anlamının özellikler arasındaki ilişkiyi anlamak olduğu yorumunda bulunulabiliriz.

Ö10: Tasarımlarda…. Mesela şöyle bir çember çizin diye veya bir paralel kenar, bir kare, bir dikdörtgen tabi biz bu tasarımları yaparken normal basit yöntemlerle yani doğru doğru parçası alarak gitmiyoruz. Önce ben mesela bir tasarımı GeoGebra ortamına aktarmadan önce bir kâğıt üzerinde bir tasarım yapıyorum önce bir taslak oluşturuyorum. İşte bunu burdan yaparsak, bunu burdan yaparsak çıkar gibisinden. Sonra mesela ben düşünüyorum köşelerden tutup çevirdiğimizde bu tasarımın bozulmaması lazım. O zaman diyorum köşelerden çevirdiğim zaman ben buna ne kullanırım çember kullanırım. Çemberin çünkü yarıçap eşit olduğundan dolayı ne tarafa çevirirsem çevireyim r olduğundan dolayı değişmez. Bunu kullanıyorum veya sabit uzunluklu kesim. Yani nasıl diyim GeoGebra elemanlarını kullanmadan önce bir tasarım yapıp, bir fikir yürütüp onu bilgisayar ortamına aktarmış oluyorum.

Ö10 kodlu katılımcının, “Sonra mesela ben düşünüyorum köşelerden tutup çevirdiğimizde bu tasarımın bozulmaması lazım. O zaman diyorum köşelerden çevirdiğim zaman ben buna ne kullanırım çember kullanırım. Çemberin çünkü yarıçap eşit olduğundan dolayı ne tarafa çevirirsem çevireyim r olduğundan dolayı değişmez.” ifadelerine bakıldığında istenileni oluşturmak için geometrik şekillerin özelliklerine odaklandığı hatta bu süreçte özellikler arasında muhakeme yaptığı görülmektedir.

Ö11: Mesela önüme bir soru konuldu bakıyorum acaba bu nasıl çizilebilir? Hani bir de hoca kriterler koyuyordu ya iyice bizim yani sadece geometri anlamında bakmamızı istiyordu böyle baktığımız zaman yani ben mesela şuan sorumu size direk iki dakikada çizebilirim. Sadece geometriksel anlamda hiçbir şey olmadan hepsinin ispatını da yapabilirim. Yani o derece aklımda kalmış yani benim sorum şuan. İki soru da yani. O derece yapabilirim. Bence gayet güzel oldu çünkü hani gerçekten böyle mesela çemberleri kullanıyoruz. Çemberlerin özelliklerini, sonra yarıçaplarını falan kullanıyoruz. Yok, işte çapı gören doksan falan böyle böyle hani normal açı vermiyoruz mesela hep öyle özellikleri kullanarak sorunun taslağını oluşturuyoruz. Resmen kendimiz soru yazıyoruz yani. Bence çok iyi bir şey yani

Ö11 de, Ö10 gibi geometrik özellikleri kullandığını belirtmiş olmasının yanında, “hani normal açı vermiyoruz” ifadesi ile ölçme yapmadığını vurgulamış, geometrik özellikler arasındaki ilişkilere bakarak “Yok işte çapı gören doksan” çizimler yaptığını ifade etmiştir.

Ö12: Ya şimdi verdiğiniz sorularda hani ne kullanılacağını anlıyoruz. Mesela ben ilk başta 3-4-5 üçgenini yapamadık. Hani nasıl olacak diye yapamazdık. Şimdi hani verdiğiniz ödevleri uğraşıp yapabiliyoruz. En azıdan gördüğümüz zaman fikir yürütebiliyoruz. Hani o çemberle olacak, doğruyla kesişiminden şurayı yapmamız lazım. Hani gerçekten tüm arkadaşlarım da fikir yürütebiliyor. Hani mesela biz ödevleri falan yaparken bazen bilgisayar sınıfında kalıyoruz arkadaşlarla birlikte. Hani herkes oturup ödevini yapıyor. Hani görüyorum herkes bir şeyler yapıyor hani. En çok deneme yanılma yöntemi. Şu olsa olur mu? Şu olmaz mı? Yani herkesin yapabildiğini düşünüyorum.

Ö12 de çizimlerin nasıl yapılacağına dair, “en azından gördüğümüz zaman fikir yürütebiliyoruz” şeklinde bir ifadesi ve arkasından vermiş olduğu “çemberle olacak, doğruyla kesişiminden şurayı yapmamız lazım” örnekle tasarım (Oluşum geometrisi) geometrisi düşünme mantığını kısmı olarak anlamış şeklinde yorum yapmamıza imkân sunmuştur.

Öğrencilerin yukarıdaki görüşlerine bakıldığında çizimleri yaparken geometrik şekillerin özelliklerine ve bu özellikler arasındaki ilişkilere odaklanarak çizimlerini ve geometrik tasarımlarını gerçekleştirdiklerini belirttikleri görülmektedir. Bu durumu onların geometrik düşünmelerinde bir gelişme olarak değerlendirmekte sorun görülmemektedir.

4.3. Öğrencilerin Dönem Boyunca Sürekli ve Düzenli Olarak Soru Çözmeye Teşvik Edilmeleri Hakkındaki Düşünceleri

Dönem boyunca düzenli bir şekilde soru çözmüş olmaları hakkındaki öğrenci görüşlerine geçmeden önce kısaca yapılan uygulamayı açıklamak yararlı olabilir. Öğrencilerin haftalık 3 saatlik geometri derslerinin birer saati serbest soru çözme etkinliği olarak planlanmıştı. Bu saat öncesinde öğrencilere sırasıyla açılar, üçgenler, çokgen ve dörtgenler ile çemberler testleri dağıtıldı. Öğrenciler, bu testleri çözmeye sınıfta belirlenen bu süre içerisinde başlıyorlardı. Sorular içerisinde çözemedikleri sorular olduğunda, dersin öğretim üyesine soruyu yöneltiyorlar ve o soru tahtada tartışılıyordu. Bu tartışma, bazen sorunun kendisini çözmek bazen de içerdiği geometrik kavram veya geometrik kavramlar arasındaki ilişkiyi tartışmak şeklinde oluyordu. Bazen de bir formülün nereden geldiği açıklanıyordu.

Mesela, haftaların birinde lise geometri kitaplarında Öklit teoremleri diye bilinen dik üçgenin kenarları, bu kenarların hipotenüsü üzerindeki izdüşümleri ve hipotenüse ait yükseklik arasındaki bağıntıları üçgende benzerlik konusuyla ilişkilendirilmiş ve ispatları yapılmıştı. Bir saatlik etkinlik içerisinde zaman yetersizliği nedeniyle çözülemeyen sorular –ki her hafta en az 40 soru dağıtıldığı için her zaman artan soru olmuştur –hafta içinde ödev olarak veriliyordu ve dersin asistanı –ben –tarafından toplanıp değerlendiriliyordu.

Dersin öğretim üyesine dönem içinde öğrencilere her hafta iki adet geometri testi çözdürülmesinde amacının ne olduğu sorulduğun da, "toplumun genelinde bir şikâyet olan "geometri problemlerini yapamıyorum çünkü göremiyorum" problemine kalıcı çözüm aramak ve geometri bilgisi ve geometri problemini çözme becerisi düşük olan öğrencilerimize daha çok pratik yapma şansı sağlamak" olarak belirtmiştir (bireysel konuşma, 2014). Bu testlerin çözümünde öğrencilerden istenen ise geometrik formüller kullandıklarında öncelikle formülün nasıl oluştuğunu açıklamaları ve daha sonrasında kullanmalarıdır. Benzer şekilde, bu şartın konulmasındaki amacın da, "öğrencilerin formüllerin arkasında yatan kavramsal bilgileri anlamaya teşvik etmek" olarak açıklanmıştı.

Bu soruya verilen cevaplar, içeriklerinde ortaya çıkan temalar doğrultusunda alt gruplara ayrılmıştır.

4.3.1.Formülle Çözmek Yerine Neyin Nerden Geldiğini Anlayarak Çözme

Öğrencilerden formülleri kullanabilmeleri için, o formüllerin açıklamalarını yapmalarını istemek onları oldukça zorlamıştı.

> Ö2: Bir arkadaş da söyledi ilk hafta verdiğiniz testlerde biz düşük notlar aldık. Hâlbuki iyi yapmıştık. LYS, YGS çözer gibi yaptık. Hızlı hızlı çözdük işaretledik. Ama siz notları söyleyince biz şaşırdık ya nasıl olur. 90,100 beklerken 60 alıyorsun. Ondan sonra siz bizden istediniz ya, dediniz işte gösterin niçin olduğunu. Çözerken bir baktık zorlanıyoruz göstermekte. Niye olduğunu bilmiyoruz. Çünkü öğretilmemiş. Sadece hazır bilgiler, belli kalıplar. Bunu bunu yapacaksın formül bu. Ee bunlar elimizde olunca bizde hiç sebebini merak etmedik., araştırmadık. Sürekli sınav, sınava dönük oldu..... bu şekilde biz daha iyi öğreniyoruz niçin olduğunu görüyoruz ve çözdüğümüz zamanda anlıyoruz neyin ne olduğunu. Sadece bir şık çıktığı zaman işaretlemek olmuyor.

Ö2 zorlanmış olmasının sebebini "Çünkü öğretilmemiş. Sadece hazır bilgiler, belli kalıplar. Bunu bunu yapacaksın formül bu" bu zamana kadar olan eğitim hayatının formüllere ve hazır bilgilere dayalı bir şekilde yürütülmüş olmasından ve kendisinin de sebeplerini merak etmemesinden dolayı nasıl açıklayacağını bilmemesi olarak açıklamıştır. Daha sonrasında da bu şekildeki çözüm tarzı ile ezberci yaklaşımdan uzak ve anlayarak çözüm yaptığını dile getirmiştir.

Diğer bir öğrenci ise çözümlerine konulan bu şartı farklı bir şekilde yorumlayarak, geometri sorusu çözmenin bilişsel becerilere katkısına işaret çekmiştir.

> Ö3: Kesinlikle, mesela matematik veya geometri formülü vardır soruyu çözersin. Ama şu anda biz onun formül kullanmadan çözmeyi arıyoruz. Önce burada beyin jimnastiği yapıyoruz. Beynimizi geliştiriyoruz. Hiç değilse sorguluyoruz. Hani bu formülü kullanmadan nasıl olur? Ben bunu hiç formül kullanmadan nasıl yaparım diyoruz. Öyle olunca hani mesela yani bence beynimizi geliştiriyoruz hani. Sabit bir şeylere takılı kalmıyoruz.

Formül kullanmayınca "Hani bu formülü kullanmadan nasıl olur? Ben bunu hiç formül kullanmadan nasıl yaparım diyoruz" ifadelerinden düşünmeye ve sorgulamaya başladıklarını dile getirmiştir. Bu ifadelerden yola çıkarak, öğrencilerin en azından bazılarının geometri derslerinde sadece işlemsel bilgiye dayalı kazanım elde etmektediklerini, aynı zamanda kavramsal bilgi birikimi sağladıkları ve daha da önemlisi geometrik düşünme becerilerini geliştirdikleri yorumunu çıkarabiliriz.

Ö4 kodlu öğrenci de, Ö3 ile benzer yorumda bulunmuş ve formüle bağlı kalmayınca düşünmeye başladığını şu sözlerle ifade etmiştir.

> Ö4:Direkt kuraldan gidiyordum hani. Soruyu görüyorum şunun şöyle bir kuralı var. İşaretliyorum. Tamam. Ama şuan sadece kural değil mesela şöyle yaparsam nasıl olur? Mesela bir tane dikme indirirsem nasıl olur falan. Şu açı şöyleyse nasıl olur falan diye düşünüyorum artık. Hani sadece kurala bağlı kalmıyorum. Artık başka yollardan yaparım diye düşünüyorum hani. Bu çok iyi oldu benim için. En azından bazı soruları direkt geçmiyorum. Üstünde düşünebiliyorum. Bu iyi. Ve bunu kazandığımı düşünüyorum.

Ö4'ün "Ama şuan sadece kural değil mesela şöyle yaparsam nasıl olur? Artık başka yollardan yaparım diye düşünüyorum hani." ifadeleri formül kullanmayı kabul etmemenin problem çözmede, hatta yaratıcı düşünmede önemli olan ve kazandırılmak istenen farklı çözüm yollarını kullanmaya yönlendirdiği şeklinde sonuçlar ortaya koyduğunu söylenmesinemize imkân sunuyor.

Öğrencilerden bazıları bu yaklaşımla anlayarak çözüme ulaştıklarını ifade etmelerine rağmen bazıları da, bu yaklaşımdan çok da hoşlanmadıklarını belirtmişlerdir.

> Ö7: En başta hocam hepimiz formül kullanıyorduk. Hani bende formül kullanıyordum. Her şeyi formülden giderek yapıyorduk. Hatta size kızıyordum niye hoca kabul etmiyor? Ben sonuçta böyle öğrendim. Bana hocalarım formül olarak öğretti her şeyi şimdiye kadar. Hani bende düşündüm. Sonradan formüllerin hiçbir işimize yaramayacağını anladım ve daha çok benzerlikten çözmeye uğraştım bende artık. Öyle sorularımı.... Evet, hocam formül konusunda hepimiz öyle gördük, öyle yetiştik. O yüzden sizin formül kabul etmemenize hepimiz kızıyoruz. Sınıfta dedikodunuzu da yapıyoruz. Ama hocam doğrusunu yapıyorsunuz. Yani bizi uğraştırıyorsunuz ki bu bizim için aslında.

Ö7 kodlu öğrenci, "Hatta size kızıyordum niye hoca kabul etmiyor? Ben sonuçta böyle öğrendim. Bana hocalarım formül olarak öğretti her şeyi şimdiye kadar." cümleleri ile sorunun kendisinden kaynaklanmadığını, eğitim sisteminden kaynaklandığını ve o sistemle zorlanmadan devam etmek istediğini dolayısı ile bu yaklaşımın onu zorladığını dile getirmiştir. Uygulunan yöntemin "hocam doğrusunu yapıyorsunuz" ifadesiyle uygun olduğu yönünde görüş belirtmiş olmasına rağmen zorlandıklarından dolayı "sizin formül kabul etmemenize hepimiz kızıyoruz. Sınıfta dedikodunuzu da yapıyoruz." şeklinde tepki gösterdiklerini dile getirmiştir.

> Ö8: Tabi ki de var. İlk önce ben dedim ki kesin 100 alacağım veya 90 alacağım. Bana geldi 60 ben kaldım. Nasıl yaptım ben bunu. Meğersem biz formülleri çok kullanan birisiymişiz ve kafamızdan bazı şeyleri uyduruyormuşuz yani. Şu şuradan dik şu şuradan. Aslında öyle bir şey yok ama liseden gelme bilgilerle, bir de bizim kendi uydurduğumuz formüllerle diyelim. Ama şimdi daha iyiyim en azından. Tabi ki de hata yapmıyor değilim. Ama o kadar çok hata yapmıyorum en azından öğreniyorum sizin söylediklerinizden ve kendimin kattığı şeylerle. Bence şimdi daha iyiyim. Onu söyleyebilirim.

> Ö10: Mesela ben testleri veriyorum. Sonuçlara bakıyorum 85-90, 80-90 veya 70-70 ama ben bakıyorum ya bu kesin di. Mesela bazen şık yanlış diye siz çizdiğiniz oluyor. Normal ÖSS de öyle bir şey yoktu şık doğruysa doğrudur. Yanlışsa yanlıştır. Yani gidiş yoluna puan verilmez. Ama şunu gördüm biz gidiyoruz sonucu buluyoruz. Ama bu çocuk nerden bulmuş. Burada bir sorguladığınızı gördüm. Ve mesela bazen dediniz ki teoremleri kullanmayın. Altında yatan ana sebeplerle örneğin benzerlik gibi kullanarak yapın dediniz. Doğru mesela bence de böyle olmalı. Çünkü biz orda nasıl diyeyim.. Ana kayayı oluşturmamız lazım. Çünkü temel olmadan üstüne bir şey koyamayız. Ee şimdi formülü sen bugün ezberlersin yaparsın. Taam ona bir şey diyemem. Ama yarın öbür gün unuttuğun zaman o zaman sıkıntı olur. Ben testlerin bu şekilde devam etmesini ümit ediyorum. Çünkü mesela sorgulayıcı. Ya diyelim yapmıştır. Birisinden mi gördü yaptı? Yoksa az önce dediğim gibi 5-12 yi görünce hemen 13 ü yapıştırdı mı? Yani, onu sorgulaması lazım. Ben öyle düşünüyorum.

Ö8 ve Ö10 kodlu öğrenciler, testlerdeki notlarının beklediklerinden düşük geldiğini, bunun sebebinin de değerlendirme sırasında cevabın yani verilen şıkkın doğru olmasına odaklanmaktan ziyade çözüm yolunun açıklanmasına odaklanılmış olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Ö8 "kafamızdan bazı şeyleri uyduruyormuşuz yani" formül olarak kullandıkları bazı bilgileri de aslında kendilerinin üretmiş oldukları ve hiç bir geometrik bilgiye dayandırılmayan bilgiler olduğunu fark ettiğini dile getirmiştir. Bununla beraber Ö10, bu yöntemle sorgulama yaparak geometrik bilgilerini temellendirmeye başladıklarını ve ezberci sistemden uzaklaştıklarını açıklamıştır.

Öğrencilerin görüşleri incelendiğinde, formül kullanmaları için o formülün nasıl oluştuğunu açıklama şartı ile beraber düşünmeye ve sorgulamaya başladıklarını, formülleri anlamlandırdıklarını ve geometri bilgilerini sağlam temellerle oluşturmaya başladıkları yönünde görüş birliği içinde oldukları görülmektedir. Fakat bu zamana kadar alışmış oldukları eğitim sisteminin ezberci yapısından dolayı, istenilen bu duruma tepki gösterdiklerini belirtmişlerdir. Gözlem sürecinde de birçok öğrencinin "niye bizi zorluyorsunuz? Önemli olan doğru sonuca ulaşmak değil mi hocam." gibi ifadelerle bu durumdan hoşnut olmadıkları görülmüştür.

4.3.2.Derste Konu Anlatımı

Öğrencilerden bazıları lisede alıştıkları tarzda önce konu anlatımı ve arkasından anlatılan konuyla ilgili soruların çözümü şeklinde ders işlenmesi beklentisi içindeydiler. Bunu görüşmelerde de ifade ettiler, mesela iki tanesi ise bu konuyu kastederek testlerin bu şekilde uygulanmasının çok da yararlı olmadığını belirtmişler ve dersin işlenmesine yönelik önerilerde bulunmuşlardır.

> Ö1: Testlere gelince testleri çokta hani olumlu diyemicem. Çünkü şöyle şimdi ben bölümü bıraktım. Yarım dönem boyunca hani çok kısa bir zamanda hazırlanmam gerekti. Ve geometri alt yapımın çok sağlam olduğunu düşünmüyorum. Matematik alt yapım iyidir ama geometrim çok iyi değildi. Ve birçok kuralı, konuyu bilmiyordum. Testler konusunda birçok arkadaşım da böyle düşünüyor. Yani konuştuğumuz zaman sadece testi vermek değil de hangi kuralları kullanacağımızı hani ve o kuralların nereden geldiğini hani anlatıp ondan sonra testi verseniz bence daha yararlı olur gibi geliyor. Çünkü sonuçta mesela bir arkadaşımla daha dün konuştum bu konuda. Ben hani testleri çalışıyorum ondan sonra yani yurda gidince çalışıyorum ondan sonra çözüyorum. Çünkü hiç bir şey bilmiyorum. Hani öğrenemedim öğrenmeye fırsatım olmadı. Birçok arkadaşımda benim gibi düşünüyor. Hani biz ezberledik şöyle oldu böyle oldu, unuttuk ve geldik. Sonuçta burdayız diyorlar. Hani konu eksiğimizin olduğunu düşünüyorum.

Ö1 geometri bilgisinin yetersiz olduğunu, sınıftaki birçok arkadaşının da aynı durumda olduğunu, bunun için de testi vermeden önce konu anlatımının yapılmasını ve formüllerin nasıl oluştuğunun açıklanmasının daha uygun olacağını düşündüğünü belirtmiştir.

> Ö2: Ama çoğu arkadaş gine tabi şey değil. Araştırma isteğini tam kazanmamış. Çözmek istemiyor. Sadece arkadaşlarına bakıp çözüyor. Anlatılmadığı zamanda bu dönem biraz boş geçmiş gibi oluyor. Çünkü bilmiyor. Konuları da bilmiyor. Hazır arkadaşı çözmüş görüp hemen şey yapıyor. Biz de verdiğiniz testlerden gidip hani elimizde kitap varsa baktık. Formüllere baktık çünkü çözemiyorduk. Hani sonrada siz benzerlikten falan yapın dediniz. Biz baktık çoğu şekil benzerlikten de yapılabiliyormuş. Baktığınız zaman görmezsin. Siz bakın dediğiniz zaman düşündük baktık ki benzerlikten de oluyormuş. Ee şimdi o arkadaşlarda hiç uğraşmadığı için adam benzerliği de bilmiyor, diğerlerini de bilmiyor. Ama onlara daha önce kısa anlatılsaydı bir etüt şeklinde hatırlatılsaydı öğrencilere

Ö2 kodlu öğrenci de, Ö1 gibi sınıftaki bazı arkadaşlarının geometri bilgilerinin yetersiz olduğunu ve uğraşmak istemediklerinden dolayı çözümleri arkadaşlarından hazır olarak aldıklarını belirtmiş. Onların dönemi boş geçirmemeleri adına testlerden önce kısa bir konu anlatımının olması önerisinde bulunmuştur.

4.3.3.Derste Konu Anlatılmamalı

Bazı öğrenciler testlerden önce konu anlatılması isteğinde bulunmuşken bazı öğrenciler ise bu isteğin gereksiz olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir.

> Ö5: Konu zaten anlatılmış hocam. Lisede de 4 yıl boyunca da ben aynı geometriyi gördüm zaten. Hep biz formüllere dayalı gittik ya arkadaşlarda siz formül istemediğiniz için öbür yol uzun geliyor. Ondan çözmüyorlar hocam. Onun için onları geçirmek onlar için daha basit oluyor.

Ö5 kodlu öğrenci, "Lisede de 4 yıl boyunca da ben aynı geometriyi gördüm zaten"diyerek, testlerdeki geometrinin yeni bir geometri bilgisi gerektirmediğini önceden bildikleri geometri olduğunu dolayısıyla anlatılmasının birşey değiştirmeyeceğini, arkadaşlarının bu istekte bulunmalarının formülü kendilerinin açıklamakta zorlanmalarından kaynaklandığını ve daha kolayını yani hocanın açıklamasını tercih ettiklerini belirtmiştir.

> Ö10: Ben bu dersleri anlatmanın zaman kaybı olduğunu düşünüyorum. Çünkü zaten dediğim gibi arkadaşların belli bir alt yapısı olup, bunu pratiğe dökmeleri lazım. Yani konuyla zaman harcamak yerine, test çözerek pratiğe daha farklı

Ö10 ise, konu anlatımının zaman kaybı olacağını çünkü geometri altyapılarının olduğunu bunun yerine soru çözerek bilgiyi pratiğe dökmenin daha yararlı olduğua inandığını belirtmiştir.

> Ö11: Ya hocam bence arkadaşlar kolaya kaçmak istiyorlar. Ya çünkü ispat zor bize de zor geliyor. Yani nasıl diyim belki arkadaşlar geometri pek görmemişler, kimi açık liseden falan gelmiş ya da TM den falan gelmiş pek bir bilgisi yok. Mesela bana geometri anlatılmasın ben dinlemem açık söyleyeyim ayni. Ama ispat mispat olunca dinleyesim geliyor. Bilmiyorum çünkü farklı şeyler. Yani istiyorum. Ya zaten hocam siz anlatsanız kim dinleyecek ki. Bana çok sıkıcı gelir. Ben çok sıkılırım bu ne böyle derim yine lise şeyine mi döndük hani. Ya biz burada belli bir, üniversite okuyoruz hani farklılık olması lazım. Biz kaç senedir bunları görüyoruz zaten bizim bunların üstüne bir şey katmamız lazım. Hani, bu olması lazım. Ve kattığımıza da inanıyorum artık yani. Ya gene böyle yapacaksak hocam ne anlamı kaldı. Biz gidip lisede okuyalım. Ya ben böyle düşünüyorum.

Ö11 bazı arkadaşlarının konu eksikleri olduğunu fakat asıl sebebin Ö5'inde ifade ettiği gibi açıklamakta zorlanmalarından kaynaklandığını bunun için de daha kolayı olan konu anlatımını istediklerini düşünmektedir. Konu anlatımında bilindik şeyler anlatılacağı için sıkıcı, dolayısı ile faydasız olacağını da eklemiştir.

4.3.4. Ögretmen Olarak Açıklamak Gerekli

Öğrencilerden bazıları ise, geleceğin öğretmenleri olduğunu göz önünde bulundurarak düzenli olarak çözdükleri testler hakkındaki görüşlerini ifade ederken ileride ifa edecekleri mesleklerine atıfta bulunmuşlardır.

> Ö4: Ya şöyle bir şey biz sonuçta eğitim vericez bundan sonra. Öğretmeniz biz sonuçta hani direkt. Çocuğa bu böyledir. Bunu böyle yapın geçin diyemeyiz. Onun nasıl olduğunu göstermek zorundayız. O yüzden de öğrenmeliyiz. Direkt kurala bağlı kalmamalıyız.

Ö4'ün "Onun nasıl olduğunu göstermek zorundayız" ifadesine baktığımızda bu çözüm tarzıyla öğretmenin bilmesi gerekli olan bilgilerden biri olan alan bilgisini geliştireceklerini ve bu bilgiyi bilmenin gerekli olduğuna inandığı şeklinde yorumda bulunulabilir.

> Ö9: İşte hocam değişiklik hani siz formüle bakmayın dediniz. Birazda kendi pratiğini gösterdiniz. Pratik derken ispatladınız. Bunun nerden geldiğini gösterdiğiniz için hani yarı öbür gün biz öğrencilerimize soru çözerken biz de formüle bağlı kalmayız. Aklımız da kalır. a şu şurdan gelmişti. Gidipte kitabı açıp bakmayız. Hocamız bize bu şekilde anlattı. Veya öğrencilerimize anlatırken nerden geldiğini basit bir şekile indirerek anlatabiliriz yani. Öğrenciler de o şekil de gelir. Ezber mantığı olmaz. Şu anda çoğu öğrenci ezber mantığı olduğu için matematiği sevmiyor..... Çünkü direk gelip sınıfta yaptıkları için evde uğraşmıyorlar. Arkadaşlar yapmış bizde ondan geçirelim. O şekilde düşünmedikleri için bazılarına yararlı gelmemiş olabilir.

Ö9 da "Bunun nerden geldiğini gösterdiğiniz için hani yarın öbür gün biz öğrencilerimize soru çözerken biz de formüle bağlı kalmayız." ifadesi ile öğretmenin alan bilgisinin önemine değinmiş ve bu yöntemle kalıcı bilgi olarak açıkladığı kavramsal bilgiye ulaştıklarını belirtmiştir.

4.4. Öğrencilerin Geometrik Kavramlarını Kavrama Düzeylerindeki Değişim Hakkındaki Görüşleri

Eğitim fakültesine kayıt yapabilme hakkını kazamış öğrencilerin, lise geometrisinde belli bir düzeyde altyapısının olması beklenen bir durumdur. Diğer bir ifadeyle, fakülteye gelen öğrencilerin geometrik kavramlar konusunda tamamen bilgisiz olduğunu beklemek doğru değildir. Ama bu kavramların anlaşılması noktasında sıkıntılar olması da şaşırtıcı değildir. Bölümdeki geometrinin dersinin önemi bu noktada ortaya çıkmaktadır. İlk ve orta öğretim geometrisindeki eksik olan veya iyi anlaşılamamış geometri konu ve kavramlarının, kavramlar arasındaki ilişkilerin yerli yerine oturması ve iyice anlaşılması için önemli bir fırsattır. Bu düşüncelerle oluşturulmuş olan alt probleme, yani geometri dersi sürecinde geometrik kavramları kavrama düzeylerindeki değişime ait düşüncelerini öğrenmek adına katılımcı öğretmen adaylarına bu soru yöneltilmiş ve belirtmiş oldukları görüşler aşağıda verilmiştir.

> **Ö2:** Tabi ki de farklılıklar oldu. Dün mesela düzgün çokgen, eş kenar çokgen ve eş açılı çokgen gördük. Ben dün derste de söyledim bana sorsaydınız ben eşkenar çokgenin düzgün çokgen olduğunu söylerdim. Mantıken derdim eş kenar çokgense açılarıda eşittir. Ama dünkü ayrı ayrı gruplar yaptık çözdük. Gördük ki öyle değilmiş yani. Şimdiye kadar hiç merak edip yapmadık. Sadece önümüzdeki şekil vardı tamam düzgün çokgendir dedik. Ama hiç çizmedik, şey yapmadık. Tabi bunda GeoGebra'nın da etkisi oldu. Biz dün bilgisayar grubuydu bizim. GeoGebra üzerinde yapınca gördük. Yani daha iyi oldu. Niye olduğunu gördük. Bir sadece formüllere bakarak yapmak var. Birde kendin çizip görüyorsun uğraşıyorsun. Sıfır yani bir yazı varsa ona bakıyorsun çizim yapıyorsun, açıları veriyorsun. Bakıyorsun olmuş yani. Hani kendinde yaptığın zaman hem eğleniyorsun hem de kendin çaba sarf ettiğin için hoşuna da gidiyor. Ee tabi bu motive eder insanı.

"Dün mesela düzgün çokgen, eş kenar çokgen ve eş acılı çokgen..." ifadesi çokgen etkinliğini ifade etmektedir. Öğrencinin görüşü incelendiginde daha öncesinde eşkenar çokgeni düzgün çokgen olarak kabul ettiği ama etkinlik sürecinde bu kavramların birbirinden farklı kavramlar olduğunu kavradığı söylenilebilir. "ayrı ayrı gruplar yaptık çözdük. Gördük ki öyle değilmiş.... Ama hiç çizmedik" ifadelerinden öğrencinin daha öncesinde bu tür şekilleri oluşturmadığı, etkinlik sürecinde kendilerinin eşkenarlı ve eşaçılı çokgenleri oluşturup bunları görmüş olmanın kendilerini bu kavramların ayrı olduğuna inandırdığı yorumu yapılabilir.

İnandırıcılıkta etkin olan bir diğer sebep ise, "GeoGebra üzerinde yapınca gördük." ifadesinden anlaşılabileceği gibi öğrencinin, GeoGebra'da elde ettiği sonuçlara güven duyması, diğer bir ifade ile GeoGebra yazılımına güvenmesi gibi görünüyor. Ayrıca bu etkinliği sevdiği bunun sebebinin de "kendin de yaptığın zaman hem eğleniyorsun hem de kendin çaba sarf ettiğin için hoşuna da gidiyor. Ee tabi bu motive eder insanı." ifadesinden anlaşıldığı üzere kendisinin bilgiye ulaşmış olmasından kaynaklanmış olabileceği söylenilebilir.

Bir diğer öğrenci de bu etkinlikle bu kavramların birbirinden farklı olduğunu kavradığını şu sözlerle ifade etmiştir:

> **Ö3:** Geçen de ki etkinlikte eşkenar çokgenle düzgün çokgen. Bence genel olarak hepimiz farkında değildik biz bunun. Aynı olur diyorduk. Hani orda biz kavramı anlamaya başladık sorgulamaya başladık. Mesela neydi düzgün çokgen tanımı şöyle şöyle ezberci bir zihniyete göre hemen onu ezberliyorduk öyle. Formülü şu formülü böyle diye ama şu anda biz onun farkındayız artık. Düzgün çokgende, eş kenar çokgen de veya eş açılı çokgen de mesela anlamlarını biliyoruz artık.

Ö3 bu zamana kadar ezberci bir zihniyetle tanımları ve formülleri ezberlemiş olduğunu, çokgen etkinliği ile sorguladığını ve kavramları anladığını belirtmiştir. Ö5 kodlu öğrenci de, bu etkinlikten önce bu kavramların farklı olduğunu bilmediğini hepsini düzgün çokgen olarak algıladığını belirtmiş.

> **Ö5:** Mesela dünkü şey hocam düzgün çokgeni biliyordum ama eş açılı çokgeni, eş kenar çokgeni bilmiyordum. Hepsini aynı sanıyordum. Eş açılı her bir açısı 120^0 olan çokgeni çizin dediği zaman benim aklıma direkt düzgün altıgen geliyordu. Ama kenarları farklı olunca böyle bir şekil olmaz dedik. Zaten iki tane yaptık olmadı. Size de ispatladık. Olmadı. Sonradan serdar hani paralellik dedi. Öyle de çıkmıştı........ Grup çalışması olduğu için güzel oldu.. Hani hocam bu dünkü etkinlik ilerleyecek hani, her zaman etkinlik olacak. Tam tartışma ortamı olmuyordu. Herkes kendi düşüncelerini öne çıkartıyordu. Şimdi bileşecek hocam hani. Düşünceler birleşip ortaya yeni bir düşünce çıkacak. Böyle daha güzel olacak.

Ö5 çokgen etkinliğininin grup çalışması olduğundan güzel, etkili olduğunu ve “Tam tartışma ortamı olmuyordu. Herkes kendi düşüncelerini öne çıkartıyordu. Şimdi bileşecek hocam hani” cümleleri ile bu etkinlik sürecinde sınıftaki herkesin düşüncesini belirttiğini ve bu düşünceler degerlenendirilerek yeni sonuçlar çıkarılmış olmasının bu etkinliği güzel kıldığını düşündüğü yorumunda bulunulabilir.

Ö8 de bu etkinliğin uygulanması gereken bir etkinlik olduğunu, Ö5’e katılarak “geçen derste herkes bir şeyler söyledi.” ifadeleri ile bu etkinlik sürecinde herkesin derse katıldığını belirtmiştir.

> Ö8: Mesela düzgün ama ben düşünemiyordum. Geçen derste yaptığımız etkinliği ben çok beğendim. Hani uygulanması gereken bir etkinlik. En azından ispatları. Şimdi şöyle hoca

anlatıp geçiyor. Kimse anlamıyor. Korkuyor. On kişi katılabiliyor. Ama geçen derste herkes bir şeyler söyledi. Mesela şu anda düzgünü biliyoruz, mesela düzgünde ne var? Konveks var. Mesela bunları biz bilmiyorduk. Ben lise hayatım boyunca o kavramları bir türlü bilmiyordum. İçe doğru, dışa doğru. Hocalar da direkt üstünden geçiyordu. En azından burada yapa yapa. Bak 75 puan bizim yapmamız gerekiyor. Öğrenmemiz gerekiyor, katılmamız gerekiyor. Ve herkes de birlik olunca bence çok güzel bir şey oluyor

"Ben lise hayatım boyunca o kavramları bir türlü bilmiyordum. İçe doğru, dışa doğru. Hocalar da direkt üstünden geçiyordu. En azından burada yapa yapa" ifadeleri ile önceki öğrenme şekillerinin yani düz anlatımın aksine etkinlik sürecinde kendilerinin uğraşarak kavramları öğrendiklerini, etkinliğin puan olarak değerlendirilmesinin de onları motive ettiğini "Bak 75 puan bizim yapmamız gerekiyor. Öğrenmemiz gerekiyor, katılmamız gerekiyor." cümleleri bizlere gösteriyor.

Bir diğer öğrenci, bu etkinlikte şaşırdığını çünkü "belli zaten hocam beşgen kenarları eşitse açıları da eşittir hocam bence bu olmaz dedim." kenarlar eşitse mutlaka açılarıda eşittir gibi bir algısının olduğunu arkadaşlarının kendi algısının dışında sonuçlar elde ettiklerini gördüğünde "şoka uğradım. Dedim biz bir şey bilmiyormuşuz. Sadece ezber yapıyormuşuz." Algısının yanlış olduğunu fark etmiş ve bununda ezberci bir anlayışa sahip olduklarından kaynaklandığını dile getirmiştir.

Ö9: Cuma günü çok şaşırdım zaten. Hatta hocaya diyorum hocam siz bu soruları insanlara düşündürmek için belli zaten hocam beşgen kenarları eşitse açıları da eşittir hocam bence bu olmaz dedim. Kendimiz yapalım gibisinden düşündüm. Sonra baktım ki arkadaşlar ispatlıyor. Hani bir anda şoka uğradım. Dedim biz bir şey bilmiyormuşuz. Sadece ezber yapıyormuşuz. Orda düzgün dememesi ne faydalar getirdi. Düzgün değil normal beşgen dediği için. Biz alışmışız hep düzgün görmeye hatta zorla bile okuyorduk yine. Düzgün beşgen diye yazıyorduk hemen kenarlarına. Hoca burada bir farklılık, farklı bir soru getirince sonra düşündük ki biz baya bi ezberci mantıkla, direk bakıp çözüyormuşuz. Ondan dolayı baya bir faydasını gördüm hani. Hatta evdeki arkadaşlara bile sorduğumda bunlar nasıl oluyor? Kenarları eşitse açıları eşittir midir diye sordum. Çoğu diyor ki tabi ki eşittir. Hayır dedim o düzgün beşgendir. Yani o da şaşırdı.

Öğrenci, "farklı bir soru getirince sonra düşündük ki biz baya bi ezberci mantıkla, direk bakıp çözüyormuşuz" sözleriyle, daha önceden bu kavramlar arasında bir ayrım var mıdır diye düşünmediği ama etkinlikteki sorular ile düşünmeye başladığını belirtmiştir.

Öğrencilerin düşünmeye başladığını gösteren bir diğer ifade ise Ö11'in "eşkenar sekizgen nedir dediği zaman ya da iç bükey eşkenar sekizgen olur mu dediğinde ilk başta yok derdim." cümlelerinde ifade etmiş olduğu "iç bükey eşkenar sekizgen olur mu" sorusu etkinlikte onlara sorulmamış olmasına rağmen öğrencinin kendisinin eşkenar çokgen kavramından yola çıkarak bunu düşündüğünü göstermektedir

> Ö11: Oldu tabi mesela hoca daha geçen ders eş kenar sekizgen nedir dediği zaman ya da iç bükey eş kenar sekizgen olur mu dediğin de ilk başta yok derdim. Ama alın bakalım yapın dediği zaman, gruplara da ayrılmıştık hani, hani baktık oluyormuş. Hem iç bükey oluyor hem dış bükey, ya da açıları eşit kenarları farklı, eş açılı sekizgen olsun altıgen yedigen hepsi oluyor. Gerçekten tanımını sorsalar eş kenar sekizgen nedir? Kenarları ve açıları eşit olan sekizgen derdik. Yani ne biliyim eş kenar üçgen dediğimiz zaman o aklımız da kalmış hani zaten hiçbir zaman eşkenar yedigen ben duymamıştım. İlk defa burada duydum. Bir eşkenar üçgen birde eşkenar dörtgeni biliyordum. Mesela eşkenar dörtgen dediği zaman çoğu insan bazen bende karıştırıyorum hani mesela kare eşkenar dörtgendir. Ama her eşkenar dörtgen kare değildir. Millet mesela eşkenar dörtgen dediği zaman bazen şey yapabiliyor kareyi mesela hemen doksanı falan yapıyorlar iç açıları falan. Hani burda tam anlamıyla o tanımları oturtturmuş olduk. Hani gerçek anlam da neyin ne olduğunu tam anlamıyla gördüğümüze inanıyorum.

Ö11'in"alın bakalım yapın dediği zaman, gruplara da ayrılmıştık hani, hani baktık oluyormuş" ve "Hani burda tam anlamıyla o tanımları oturturmuş olduk" ifadeleri bu etkinlik sürecinde kavramları kendilerinin uğraşak bulmuş olmalarından dolayı kavramsal anlamayı gerçekleştirdiklerini göstermektedir.

Çokgen etkinliğindeki süreçte gözlemler ve bu etkinliğin üçüncü kısmı olan sınıf içi tartışmada ki ifadeler de sınıftaki tüm öğrencilerin eşkenar, eşaçılı ve düzgün çokgen kavramlarının aynı olduklarını düşündüklerini, gruplara verilmiş olan sorulara cevap arama sürecinde bu kavramların farklı olduklarını kavradıkları, bu kavramsal anlamanın üstüne "eşaçılı çokgenlerin hepsi dış bükeydir", "eşkenarlı çokgenler iç bükeyde dış bükey de olabilir", "çember üzerindeki eşkenarlı veya eşaçılı çokgenlerin düzgün çokgen olduğu" gibi yeni sonuçlar da elde ettikleri, çıkarımlar yaptıkları gözlemlenmiştir. Sınıftaki herkesin etkinliğe aktif bir şekilde katıldığı ve tartışmalar sırasında görüşlerini açıkça ifade ettikleri de gözlemlenmiştir.

Bu etkinliğin dışında, öğrencilerin test sorularına vermiş oldukları çözümleri incelediğimde, dönem başında birçok öğrencinin kenarortayı, açıortay veya yükseklik olarak aldıklarını ama dönem içinde bunların soru çözümlerinde açıklanması ile bu kavramları birlerinden ayırt etmeye başladıkları da gözlemler sonucunda elde edilen bulgulardandır.

4.5.Öğrencilerin Uzamsal Becerilerindeki Değişim Hakkındaki Düşünceleri

Öğrencilere yöneltilen sorulardan birinde de onların kendi uzamsal becerilerindeki değişimi anlamaya yönelik düşüncelerini öğrenmek amaçlanmıştır. Elde edilen verilerin analizinde özellikle üç boyutlu uzamsal düşünce becerilerindeki değişimi çok açık bir şekilde farkında oldukları ve tanımladıkları görülmüştür.

4.5.1.Birim Küpler Etkinliğiyle İlgili Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerin bu etkinlik ilgili görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin etkinliği faydalı buldukları ve bu etkinlik sayesinde düşünme becerilerinde bir değişim yaşadıklarının farkında oldukları görülmektedir. Araştırmaya katılan öğrencilerden birinin etkinlik hakkındaki düşünceleri şu şekildedir:

> Ö4: "Evet, benim böyle bir yeteneğim yoktu. İlk başta küplerden falan gittik ya o bayağı yararlı oldu. İlk başta ben küpe bakıyordum, küp bana bakıyordu açıkçası. Bu nasıl olur nasıl yapılır? Nasıl yerleştirilir falan hiçbir mantık yürütemiyordum. Ama şimdi, şu anda verseniz elime hemen yapabilirim. Bu konuda bayağı geliştiğimi, böyle bir yeteneğimin açığa çıktığını düşünüyorum."

Öğrencinin sözlerine bakarak, daha önce böyle bir deneyim yaşamamış olduğunu ve bu deneyim eksikliğine dayanarak 3 boyutlu düşünme becerisinde bir takım sıkıntıları olduğu söylenilebilir. Van Hiele'in geometrik düşünme becerilerini tanımlarken söylediği gibi bir alandaki belirli bir beceri eksikliğini o alanın her becerisine genellemeden olayı incelediğimizde, öğrencinin kendinde yok olduğunu zannettiği bir yeteneğinin aslında var olduğunun farkına vardığını "… ortaya çıktığını …" ifadesine bakarak söylenilebilir.

Öğrencilerin kendi yeteneklerinin farkında olmamalarına dayananan özgüven eksikliğini de sözlerinde görülmektedir. Fakat proje (ödev) yaptıkça hem özgüvenlerinin geliştiğini hem de becerilerinin geliştiğini kendi sözlerine dayanarak çıkarılabilir. Bir başka öğrenci deneyimini şu sözlerle ifade etmiştir:

> Ö7: "Mesela şey olmuştu tahtaya ilk beni çıkarmıştı Zekeriya hoca o derste. Daha derse ilk girdi beni çıkarttı tahtaya. Hocam yapmayın, etmeyin, ben gelemem falan dedim çıktım. Ve hani 3 boyutlu çizemedim gerçekten. Hani o arkasında diyor, önünde diyor,

yanında diyor ben yapamıyordum. Sinir oldum kendime. Bir de göremiyorum bakamıyorum da şekle. Sonradan mesela projemde daha iyiydi. Yaptım bir şekilde. Izgara ortamında falan. Onları da falan biliyorum artık. Yapabiliyorum. Projeden sonra baya şeyler değişti hocam hayatımda."

Öğrencinin ifadesinden de anlaşıldığı gibi, başlangıçta yeterince güçlü olmayan özgüvenleri zaman içerisinde grup içinde yaptıkları çalışmalar ve düzenli projelerle (ödevler) gelişim sürecine girmiştir. Sadece 3 boyutlu çizim yetenekleri değil, uzamsal düşünebilme becerileri gösteren üç boyutlu bir nesnenin önden, yandan veya üstten görünüşü verildiğinde o nesne hakkında olası yapıyı zihinlerinde canlandırıp çizebilmekte olduklarını, "… ızgara ortamında falan …" sözlerinden anlaşılmaktadır

Ö11: "Geometri dersi bu dönem başladığından beri hep farklı şeyler yaptık, mesela hocam üç boyutlu görmeyi, bize bazı şekiller gösterdi bunu önden çiz arkadan çiz falan filan o şeylerimin geliştiğini fark ediyorum. Mesela hoca bir şey gösterdiği zaman onu zihnimizde düşünüyoruz nasıl olabilir alttan, arkasında şu kadar olabilir ya da yanında bu kadar olabilir diye tersten görünüşü nedir? Yandan, üstten, alttan hani bunları kendimiz görmeden zihnimizde canlandırıp yaptığımız için üç boyutlu görünümde bir ilelemenin olduğunu düşünüyorum kendimde ."

Izgara konusunu başka bir öğrenci de özellikle vurgulamıştı. Izgaranın yanı sıra, Starboard yazılımını kullanmadan bahsederken 3 boyutlu görme ve düşünme kavramlarını kullanan başka bir öğrencinin görüşleri şu şekilde idi:

Ö12: "Ya tabi ki oldu hocam. Şu konuda oldu: biz mesela sketch up, star board ve tahtada çizimlerimiz oldu. Bununla birlikte 3 boyutlu görme, düşünme. Hani Zekeriya hocamız bize ızgarada falan böyle sorular yaptırdı. Özellikle 3 boyutlu düşünmek şart geometride. Mesela biz önden 3 küp bakarken arkadaki küpleri falan görmüyoruz yani hocam. Düşünemiyoruz. En azından onu bakıp görebilme, mesela böyle sorularda vardır küple ilgili. Kaç küp vardır falan. Ben onları hep yanlış yapardım hocam. Çünkü arkadaki küpü nerden biliyim ben. Görmemişim. Ama işte hocam o gelişti. Görme açısından bence çok etkili oldu. Biraz yine böyle puanlamaya falan dökünce herkes daha fazla şey yaptı. Sonuçta not öğrenci için çok önemli."

Bir nesneye ait sadece tek bir görünüş –mesela önden görünüş –verildiğinde, o nesnenin 3 boyutlu görünümü hakkında kesin bir çıkarımda bulunmak mümkün değildir. Ama olası görünümlerden bahsedilebilir. Öğrencinin burada, "… arkadaki küpü nereden biliyim ben …" derken söylemek istediği böylesi bir olasılık hakkında fikir yürütme becerisinin görmeyi geliştirme açısından olumlu katkısı olduğudur. Bir de yapılan bu etkinliklerin uygulama sınavları şeklinde olmasının öğrencileri daha çok teşvik ettiği görülmektedir.

Katılımcı öğrencilerin hepsinin görüşleri yukarıda açıklamaları verilen öğrencilerle örtüşmektedir. Katılımcılar bu dersi almadan önce, başka bir ifade ile 3 boyutlu projelerinden önce 3 boyutlu olarak herhangi bir şekli zihinlerinde oluşturamadıklarını, oluşturamadıkları içinde bunu kâğıt-kalem ortamında çizemediklerini belirtmişlerdir. Bu projeden sonra ise 3 boyutlu şekilleri zihinlerinde görmeden canlandırabildikleri, döndürebildikleri ve 2 boyuta hem teknolojik hem kâğıt-kalem ortamında aktarabildiklerini ifade etmişlerdir.

Katılımcı öğrencilerin bizlere sunmuş oldukları bu görüşlerinin gerçeği ne ölçüde yansıttığını kontrol etmek amacı ile 50 puan üzerinden notlandırılan 3 boyut projelerinden aldıkları puanlara bakılmıştır. Bu çalışmaya katılmış olan öğretmen adaylarının, bu projeden almış oldukları notların ortalamasının 42,1 olmasının sunmuş oldukları görüşleri desteklediğini, ayrıca araştırmacının öğrencilerin 3 boyutlu projelerinin etkinliklerinin sunumundaki performanslarını ve bu projeden önceki performanslarını ders sürecinde gözlemlediği, gözlem notlarına bakıldığında ise öğrencilerin 3 boyutlu uzamsal becerilerinde önemli ölçüde artış meydana geldiğini belirtmesi de analiz sonuçlarını desteklemektedir.

4.5.2. 2 Boyut Projeleri ile İlgili Öğrenci Görüşleri

Dönem içinde verilen haftalık projelerde öncelikle görsel olarak verilmiş geometri problemini GeoGebra ortamında inşa etmeleri istenmiş daha sonraki proje ödevlerinde ise görsel problemlerin yerlerini sözel olarak ifade edilmiş geometrik şekilleri GeoGebra ortamında inşa etme problemleri almıştır (Şekil 19). Şekilde verilen ödevlerinin bazılarının amacı kenarortay, kenarorta dikme, yükseklik gibi temel kavramların arasındaki farkı, sorgulayarak ayırdetmelerini sağlamak iken bazılarının amacı da, daha sonraki hafta yapılan olan çokgen etkinliğine alt yapı oluşturmak olarak söylenmiştir (bireysel konuşma, 2014).

Benzer şekilde, Euclid ispatları projelerinde de teoremler sözel olarak verilmiş, ispatlari geometrik şekillerle kâğıt-kalem ortamında yapmaları istenmiştir. Öğrenci ifadelerinde de belirtildiği gibi, bazı öğrencilerin kâğıt-kalem ortamında tasarım yapmadan öncesinde düşünmek amacıyla, sonrasında da yapılanı test etmek amacıyla GeoGebra’dan yararlanmışlardır.

Şekil 4. 5. GeoGebra’da tasarlanması istenen projelerden bir örnek

Bu sayfada Geometri dersi için seçebileceğiniz projelerin açıklamaları yer alacaktır. Çalışmak istediğiniz projeyi seçtikten sonra bu sayfanın yorum kısmına, **"İsminiz ve Soyisminiz: Proje Numarası"** şeklinde tercihinizi belirtiniz.

Proje Listesi

1. Köşeleri çember üzerinde olan bir üçgen çizin. Üçgenin içinde herhangi bir nokta seçip bu noktayı köşelerle birleştirin. Elde ettiğiniz doğru parçalarının orta noktalarını birleştirerek üçgen elde edin. (**Özgür ULUTAŞ**)
2. Açıları sırasıyla 70, 120, 100, 140, 160 ve 130 olan altıgeni çiziniz. (**Recep KUYTU**)
3. Köşeleri çember üzerinde olan bir KLM üçgeni çizin. KLM üçgeninde LMK açısının iç açıortayı ile LM kenarına ait kenarortayın kesim noktasını bulun. (**Ahmet TÜRKKAN**)
4. AB, BC, CD, EF ve AH kenar uzunlukları sırasıyla 5, 8, 4, 7 ve 15 olan ve D, F ve G iç açılarının ölçüleri 90, 240 ve 110 derece olan sekizgeni çiziniz. (**Yasin Yavuz**)
5. Köşeleri çember üzerinde olan bir ABCDE beşgeni çizin. ABCDE beşgenin ABC açısına ait iç açıortay ile CD kenarına ait kenar orta dikmesinin kesim noktasını bulun. Bu noktayı merkez kabul eden ve E noktasından geçen çemberi çizin. (**Yusuf ŞAHİN**)
6. Bir kenar uzunluğu 5 cm ve açıları sırasıyla 90, 90, 120, 120 olan bir beşgen çiziniz. (**Eda ORUZ**)
7. Köşeleri çember üzerinde olan bir yamuk çizin. Yamuğun bütün kenarlarının orta noktalarını birleştirerek bir dörtgen elde edin. (**Semra YEŞİLTEPE**)
8. Kenar uzunlukları sırasıyla 5, 6, 4, 7, 3, 5 ve 8 olan konkav yedigeni çiziniz. (**Öznur İspir**)
9. Köşeleri çember üzerinde olmayan bir ikizkenar yamuk çiziniz. (**Zeynep ERDOĞAN**)
10. Köşeleri çember üzerinde olan bir KLM üçgeni çizin. KLM üçgeninde LMK açısının dış açıortayı ile KM kenarına ait kenar orta dikmenin kesim noktasını bulun. (**Nedime Bayrak**)
11. Açıları sırasıyla 90, 120, 110, 140, 160, 150 ve 130 olan yedigeni çiziniz. (**Ebru Yorulmaz**)
12. Bir ABCDE düzgün beşgeni çizin. A köşesinden çıkan AD ve AC köşegenleri ve bu köşegenlerin kenar orta dikmelerini çizin. Bu kenar orta dikmelerin kesim noktasına F dersek elde edilen ABFE dörtgenin türünü bulun. (**Gizem Ayrancı**)
13. Kenar uzunlukları sırasıyla 3,4,5, 6 ve 7 olan beşgeni çiziniz. (**Ayşegül Doğan**)
14. Bir dörtgen çizin. Dörtgenin içinde herhangi bir nokta seçip bu noktayı köşelerle birleştirin. Elde ettiğiniz doğru parçalarının orta noktalarını birleştirerek dörtgen elde edin. (**Doğan FİDAN**)
15. Köşeleri çember üzerinde olan bir KLM üçgeni çizin. KLM üçgeninde KML açısının iç açıortayı ile KL

Öğrencilerin 2 boyutlu uzamsal düşünme becerilerinde gelişim olup olmadığına yönelik görüşleri ise şu yöndedir:

> Ö2: Benim hemen aklıma evde çözdüğüm soru geldi. 20. Soruydu herhâlde testte. İki tane çemberin kesişim noktaları diye bir soru vardı. D ve E noktası. O kesişimleri vermişti. Ben dedim acaba nasıl kesiştireceğiz hani. İkisini yapıştırdım bu teğet olur dedim. Yani önce kafamda düşünmedim. Uğraştım uğraştım. Zihnimde canlandırdım şey yaptım. Gördüm ki dersteki şeyler biraz da. Çünkü Zekeriya hoca bize bu şekilde sorular verdi bize. Eve gönderdi. İspat şeyinde çizmedi sadece yazıyı yazdı. Gördüm ki o da gelişti. Öbür türlü biz dedim gene her zaman ki gibi hazır şekiller önümüzde olduğu için yani ben şimdiye kadar öyle geometri soruları görmedim hiç. YGS de LYS de ve çalıştığımız o süreçte de görmedim. Sorunun sadece yazılmış çizimini benim yapacağım sorular. ....Hiç görmedim. Gördümse çok azdır. Ben çizip çözecem!!! Bu Zekeriya hocanın verdiklerinde ve vermiş olduğu testlerde gördüm o da geliştirdiğini. Yani tam olarak gelişmedi yine eksikleri var. ama geliştirdiğini gördüm. Düşünebildiğimizi şekilleri kafamızda tasarlayıp önümüze yazıp çizebildiğimizi gördüm.

Ö2’ nin “gene her zaman ki gibi hazır şekiller .....yani ben şimdiye kadar öyle geometri soruları görmedim hiç” ifadeleri bu dersten önce sözel bir geometri sorusu ile karşılaşmadığını, geometri sorularında şekillerin hazır verilmiş olmasına alışkın olduğunu ortaya koymaktadır. “Gördüm ki dersteki şeyler biraz da. Çünkü Hoca bize bu şekilde sorular verdi bize. Eve gönderdi. İspat şeyinde çizmedi sadece yazıyı yazdı.” derste bu tür uygulamalar yapıldığını, “Yani tam olarak gelişmedi yine eksikleri var. Ama geliştirdiğini gördüm. Düşünebildiğimizi, şekilleri kafamızda tasarlayıp önümüze yazıp çizebildiğimizi gördüm.” ifadeleri ise 2 boyutlu uzamsal düşünme becerilerinde gelişim meydana geldiğini fakat hala eksiklerinin olduğunu kendilerinin de farkında olduğunu göstermiştir.

> Ö3: “Sonra ne oldu mesela şu anda anlatıldığında ya da sınavdayken hani mesela sözel olarak soruyu verdiğinizde soruyu çizme canlandıra biliyoruz artık. Ama ben önceden bunu yapabileceğimizi düşünmüyordum. Yapmadık yani. Böyle birşeyle karşılaşmadık. Hocam mesela soruyu siz bize çizip vermediniz. Sözel olarak yazdınız. Bizden istediniz çizmemizi”

Ö3 te Ö2 gibi daha önce sözel bir geometri sorusu ile karşılaşmadığını, “Sözel olarak yazdınız. Bizden istediniz çizmemizi” ifadeleri ile ders sürecinde yapılmış olan bu tür etkinlikler ile artık zihinde canlandırarak soruları çizebildiğini açıklamıştır.

> Ö4:Ya evet yapıyorum bir şekilde de. Sınavda da yazılı sorularımız vardı. Direkt çizip bırakmıştım açıkçası. Hani nasıl yapılacağını çözümü falan bilmesem de şekli oluşturabiliyorum kafamda bu konuda rahatım.

Ö4 vize sınavındaki sözel geometri sorusunu doğru çözememiş olsa da çizimini yapabildiği örneğini vererek 2 boyutlu uzamsal düşünebildiğini açıklamaya çalışmıştır.

> Ö12:“Ya hocam aslında bence o biraz zayıf. Okuduğunu anlayıp yazma var ya sınavda da çıkmıştı. Çoğu kişinin yanlış zaten fark ettiyseniz. Doğru yapan yoktu çünkü. Iı yani benimde kötü. O konuda belki biraz zayıf olabiliriz. Hocam onda da şey olabilir mesela o konuda pek üzerine durmadık hani. Yani tek eksiğimiz o olabilir. Çünkü hani hiç biz yapmadık. Sınavda gördük sadece”

Diğer katılımcıların aksine Ö12 2 boyutlu uzamsal düşünebilme becerisinin zayıf olduğunu hatta sınıfın da bu becerisinin zayıf olduğunu, soruyu “Doğru yapan yoktu” ile gerekçelendirmiş, Ö3 “Sözel olarak yazdınız. Bizden istediniz çizmemizi” şeklinde etkinlikler verildiğini belirtirken Ö12 ders sürecinde bu tarz uygulamalar yapılmadığı için bu becerisinin zayıf kaldığını düşündüğünü açıklamıştır.

Yukarıdaki verilere baktığımızda katılımcıların bu dersi alana kadar sözel olarak verilmiş bir geometri sorusu ile karşılaşmadıkları dolayısıyla bu tür sorularla karşılaştıklarında ise şaşırdıklarını dile getirdikleri görülmektedir. Ö2, Ö3,Ö4 2Boyutlu uzamsal becerilerinin bu dersle beraber geliştiğini belirtirken, Ö2 gelişim meydana geldiğini fakat hala eksikliklerinin olduğunu, Ö12 ise bu konuda herhangi bir ilerleme kaydedilmediğini belirtmiştir. Bu verilerin geçerliliği ve güvenirliliğini belirlemek adına katılımcıların vize sınavları ve inşaa projeleri incelenmiştir. Ö12 nin vizedeki soruya vermiş olduğu cevapta sözel olark verilen geometri problemini görsele doğru bir şekilde aktaramadığı görülmüştür. Ö12'nin vizedeki soruyu çoğu kişi yanlış yapmıştı ifadesinin gerçeği ne ölçüde yansıttığını anlamak için tüm sınıfın vize sınavındaki o sorusu incelenmiş. Aslında sınıfın %80'inin geometrik şekli doğru çizdiği fakat doğru çözüme ulaşamadığı görülmüştür. Ayrıca GeoGebra ortamında istenilen proje ödevlerinde de sözel ifadeyi birçok öğrencinin görsele doğru bir şekilde aktardığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla katılımcıların herbirinin 2 Boyutlu uzamsal düşünme becerilerinin artmadığı, fakat gelişme gösteren katılımcılarında olduğu sonucuna varılmıştır.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen bulguların teorik çerçeve ve literatür ışığında değerlendirilmesi yapılacaktır.

Öğrencilerin Euclid yaklaşımı ile yapmış oldukları ispatlar hakkındaki görüşleri incelendiğinde, bu ispatlarla beraber liseden gelen ölçme ve cebir temelli geometri yaklaşımından farklı olarak Euclid yaklaşımının temeli olan "görselliği" kullanmaya başladıkları ve bu yönde bir gelişim gösterdikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Stillwell' in (2005) belirttiği gibi geometriye hem cebirsel hem görsel yaklaşılabilir. Fakat ülkemizdeki geometri eğitim sürecine baktığımızda cebirsel yaklaşımın baskın olarak kullanıldığı görülmektedir. MEB'in liselerde geometri öğretimi ile ilgili vermiş olduğu üç yaklaşımdan (analitik, vektörel ve sentetik) Euclid yaklaşımı olarak tanımlandırılan sentetik yaklaşımın literatür bölümünde ele alındığı gibi tam anlamıyla Euclid yaklaşımını ifade etmediği ve cebire yakın olduğu, diğer iki yaklaşımın da cebirsel yaklaşım olmalarından dolayı ülkemizdeki geometri eğitiminin ağırlıklı olarak cebirsel olduğu düşünülmektedir. Craine (2009) NCTM'in 36. yılında yayınlamış olduğu "Geometry in the mathematics curriculum" isimli kitapta yazarlardan birinin sıkı bir geometri eğitimi alan öğrencilerin çoğunun Euclid tarzı düşünme olan aksiyomatik yapıyı anlayamadıkları belirttiğini ifade etmiştir. Bu durumun Atiyah'ın (2000) belirtmiş olduğu gibi geometrik düşünmenin diğer bir ifade ile Euclid tarzı düşünmenin daha zor olmasından kaynaklandığı söylenilebilir:

> Cebir şeytan tarafından matematikçiye sunuldu. Şeytan: "Sana bu güçlü aleti veriyorum o istediğin her soruyu cevaplandıracak. Senin yapman gereken bana ruhunu vermen, geometriyi bırakman ve böylece bu muhteşem araca sahip olman." Şeytanı kandırıp ruhumuzu ona vermiş numarası yapabilirdik. Ne yazık ki cebirsel hesaplamaya geçince, düşünme durdu, geometrik düşünme durdu ve anlam hakkında düşünme durdu.

Araştırmaya katılan öğrencilerde de bu yaklaşımın gelişmeye başladığı fakat çok ileri gidemediği tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi bu yaklaşımın alışık olmadıkları bir düşünce modeli gerektirmesi ve geometri dersinin bir dönemde haftada üç saat gibi kısa bir süre ile sınırlandırılmış olması olabilir.

Ders kapsamında yaptıkları çizimleri değerlendirmelerini istediğimiz soruya vermiş oldukları cevaplardan çıkan bulgularda bu dersle beraber GeoGebra'da çizimler yapmaya başladıkları, bu durumun oluşmasında GeoGebra'da yapılmış olan çizimlerin hata payının az olması ve elle çizime oranla görsele daha iyi döküyor olmasıdır. Selçik ve Bilgici' nin (2011) bu ortamların soyut olan geometriyi görsele dökerek somutlaştırmasının öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığını belirtmesi bulgumuzla örtüşmektedir. Ayrıca DIMLE ortamlarının kâğıt-kalem ortamına oranla sağlamış olduğu görselliğin daha yüksek olmasından dolayı, Güven ve Karataş (2009) bu ortamların geometri başarısını arttırdığını ifade etmiş olmaları da bulgumuzu desteklemektedir. Bunun yanında katılımcıların geometrik ispatları yapmaya çalışırken görmeyi kolaylaştırmak için GeoGebra'yı kullanmaları De Villers'in (2003) DGY ispatı yapmaz sadece ispatı kolaylaştırır görüşünü desteklemektedir. Katılımcılarımızı GeoGebra'da çizimler yapmaya yönlendiren bir diğer sebep ise geometri dersinin bilgisayar II dersi ile paralel olarak yürütülmesidir. Öğrenciler bilgisayar II dersinde kullanımını öğrendikleri GeoGebra yazılımının pratiğini o hafta için verilen geometri dersi projesinde yapmışlardır. İki dersinde kredili olması ve bu şekilde entegreli işlenmesi not kaygısı nedeni ile öğrencilerin derslere motivasyonlarını daha çok arttırmıştır. Eğitim fakültelerindeki öğrencilerin teknolojik pedagojik alan bilgilerini arttırmak için öğretim üyelerinin derslerine teknolojiyi entegre etmeleri önerilerinde bulunulmuştur (Koehler ve Mishra, 2005). Dersin öğretim üyesi bu yöntemle teknolojiyi dersine başarılı bir şekilde entegre etmiş olmanın yanında bu iki dersi birbiri ile ilişkilendirerek öğrencilerin teknolojik pedagojik alan bilgilerini arttırmış ve öğrencilere teknoloji destekli öğrenmenin yararlarını anlatmak yerine bu iki dersi birbirine paralel yönetip onları da sürekli etkin kılarak teknoloji destekli eğitimin önemli olduğunu yaşayarak öğrenmelerine olanak vermiştir.

Çizim projelerinde konulan şartlardan dolayı istenilen çizimin inşa olduğu ve inşanın özellikleri anlatılmamış olmasına rağmen öğrencilerin istenilen şartlara uygun çizimler yapmak için geometrik özellikler arasındaki ilişkileri bilmek gerektiğini sezgisel olarak kavramışlardır. Çalışmaya katılan öğrencilerin, Duval'in (1998) bilişsel geometrik düşünme yaklaşımının üç temel öğesinden biri olan inşa, diğer adı ile oluşumda gelişme göstermeye başladıkları görülmüştür. Fakat öğretmen adaylarımızın geometrik düşünmelerini ileri seviyeye taşımak için sezgisel boyutta olan bu kavramayı bilişsel boyuta geçirmek gerekmektedir. Bu geçiş zaman ve daha çok deneyim gerektirdiği için geometri dersinin haftalık 3 saat olması istenilen bu durumu gerçekleştirmek için yeterli değildir.

Haftalık düzenli olarak verilen geometri testleri ile ilgili görüşlerine bakıldığında ise, öğrencilerin bir kısmı soruları çözmenin etkili olduğunu dile getirmiş bir kısmı ise testlerin uygulanış yönteminin etkili olmadığını vurgulamıştır. Geometri sorularının çözümünün doğru olduğunu kabul etmek için kullandıkları geometri formüllerinin nasıl oluştuğunu açıklamalarına yönelik konulan şart ile beraber öğrencilerin düşünmeye başladıklarını, bu zamana kadar var olan ezber temelli geometri bilgilerinin yerini düşünerek ve sorgulayarak oluşturmaya başladıkları kavramsal bilgilerin almaya başladığını belirtmişlerdir. Öğrencilerden bazıları testlerin uygulanış yöntemini etkili bulmamalarının sebebini, bu soruların çözümünde istenilenlere yönelik bir ders anlatımının olmaması şeklinde açıklamışlardır. Bazı öğrenciler ise, arkadaşlarının konu anlatım fikrine karşı çıkarken düşüncelerini, testlerdeki konuların bu zamana kadar görmüş oldukları geometri bilgilerinin dışında ekstra bir bilgi içermediğini, arkadaşlarının formüllerin nasıl oluştuğunu açıklamakta zorlandıkları ve bu yüzden bunların anlatımının hazır olduğu bir konu anlatımı istediklerini belirtmişlerdir. Dönem boyunca yapılan gözlemler de sınıftaki bazı öğrencilerin bu ikinci görüşü desteklediklleri yönündedir. Soru çözümlerinin daha etkili olması için konu anlatımının gerekli olduğu düşünülmemektedir. Bunun nedeni konu anlatımı ile yine hazır bilgiler sunulacak olması ve öğrencilerin yaşamalarını istediğimiz geometrik bilgilerini düşünme ve sorgulama ile inşa etmelerini engelleyecek olmasıdır. Tüm öğrencileri bu düşünme sürecini yaşamaya yönlendirmek için bu çalışmadaki soru çözümünü devam ettirmek, haftalık 40 tane geometri sorusunu bu şekilde çözmeleri için onlara vermek fakat bu 40 geometri sorusunu değerlendirmek yerine dersin son on dakikasinda bu 40 soru içinden seçilen iki geometri sorusunu tüm öğrencilere quiz olarak verilmesi ve bu quizlerin değerlendirilmesinin soru çözümlerini daha etkili formata getireceğini düşünmekteyim. Katılımcı öğrencilerimizden bir kısmı geometri sorularının çözümlerini sorgulayarak neden sonuç ilişkisi içinde yapmış olmalarını mezun olduktan sonra yapacakları öğretmenlik mesleklerinin sorumluluğu olarak gördüklerini belirtmişler, dolayısı ile bu tür soru çözümlerinin olması gerektiğini savunmuşlardır. Bu durum öğretmenin geometrik alan bilgisinin geliştirilmesi için etkili bir yöntem olarak kullanılabilir.

Bulgular bölümünde ifade edildiği gibi öğretmen adaylarının liseden geometrik kavramları bilerek gelmesi beklenmektedir. Fakat bu kavramlar hakkında yanılgılarının olması da beklenen bir sonuçtur. Öğrenciler bu ders süreci içerisinde geometrik kavramları kavrama düzeylerindeki değişimi değerlendirmelerine yönelik sorulmuş olan soruya vermiş oldukları cevaplarda eşkenar çokgen, eşaçılı çokgen ve düzgün çokgen kavramları arasındaki ayrımı öğrendiklerini vurgulamışlardır. Öğrenciler dönem başında yapılan seviye tespit sınavında birçoğunun kenarortay, açıortay ve yükseklik kavramlarını birbirinin yerine kullandıkları, dik üçgende hipotenüsü 5 olarak gördüklerinde kenarlara hemen 3 ve 4 sayılarını koymak gibi birçok kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür.

Dönem içindeki testlerde çözümlerinin incelenip öğrencilere dönütler verilmesi ile bu kavramların farklı olduklarını anladıkları gözlem sürecinde mevcuttur. Fakat öğrencilerin tamamı bu soruya çokgen etkinliği ile meydana gelen kavram değişimini örnek vermişlerdir. Cevapların bu etkinlik üzerinde yoğunlaşması ve vermiş oldukları cevaplardan bu etkinliği çok sevdikleri sonucu çıkarılmıştır. Bu nedenlerden dolayı bu etkinliğin neden bu kadar çok sevildiğini daha iyi anlayabilmek için tartışılması gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin söylemlerinden ve bu üç saatlik etkinlik sürecindeki gözlemlerimizden elde edilen verilere bakıldığında bu etkinliği onlar için güzel ve anlamlı kılan en önemli etkenin öğrencilere sadece soruları vererek kendilerinin sonuca varmalarına fırsat tanınmış olmasıdır. Diğer bir etken ise bu etkinlikte jigsaw metodunun kullanılması ile beraber oluşturulan her iki grup çalışması sürecinde aslında işbirlikli çalışma sürecinde de öğrencilerin tümünün ortak bir ürün çıkarmak için beraberce calışmaları, herkesin kendi fikrini söyleyerek aktif bir şekilde sürece dahil olmalarıdır. Dolayısı ile ortaya çıkan sonuç kendi uğraş ve çabalarının sonucunda olduğundan benimsenmiştir. Öğrencileri uğraşmaya sevk eden neden ise istenilen durumların var olduğunu bilmemeleri nedeni ile çeliskiye düşmeleridir. Ayrıca etkinliğin puanla değerlendirilmesi ve final notunu etkileyecek olması da öğrencileri aktif olarak katılmaya yönlendiren bir diğer etmendir. Eğitim fakültelerindeki geometri dersinde böyle bir etkinliğin olması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü geometri dersi içerisinde öğrencilerin tüm kavram yanılgılarını gidermek imkânsız görünüyor en azından böyle bir etkinlikle öğrenciler kavramlar hakkındaki tüm bilgilerinin doğru olmadığını, yanılgılara sahip olabilecekleri düşüncesini elde ederek kavramlara yönelik bilgilerini sorgulamaya ve doğrusunu araştırmaya yönlendirilebilirler.

NCTM (2000) uzamsal düşünmeyi 2 ve 3 boyutlu nesnelerin zihindeki hareketi, inşası ve farklı açılardan görülebilmesi şeklinde tanımlamış ve uzamsal düşünmenin geometrik düşünmenin önemli bir yönü olduğunu vurgulamıştır. Dolayısıyla geometride başarıyı yakalamak için uzamsal beceriler önemlidir. Dersin öğretim üyesi de, benzer nedenlerle dönem içinde uzamsal düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler ve projeler yaptırdığını söylemiştir. Bulgular bölümünde açıklandığı üzere öğrenciler 3B uzamsal düşünmede ciddi derecede gelişim göstermişlerdir. Öğrenciler geçmeli birim küp projesinden önce zihinlerinde 3 boyutlu bir nesneyi döndüremediklerini, inşa edemediklerini ve çizemediklerini belirtmişlerdir. 3 boyutlu nesnelerin yorumlanmasının zor olduğu da bilinmektedir (Accascina ve Rogora, 2006). Bu zorluğun 3B geometrinin kitaplardaki statik şekiller ile öğretilmesinden kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir (Ben-Chaim, Lappan ve Houang,1988). Kösa (2011) ise zorluğun geleneksel öğrenme ortamlarında öğrencilerin aktif olarak sürece dahil olmamaları ve materyal kullanımının yeterli olmamasından kaynaklandığını belirtmiştir. Öğrencileriin geçmeli birim küp etkinliklerinde aktif olarak katılımı, somut materyal kullanımı hatta işbirlikli öğrenme ile birbirlerinin öğrenmelerini desteklemiş olmaları ile 3B uzamsal düşünmede gelişim göstermelerini desteklemiştir. 3B uzamsal düşünme becerilerinin doğuştan gelmediğini uygun deneyimler ile geliştirilebileceğini öğrencilere göstermiştir. Malesefki öğrenciler toplumda genel bir kanı olan "bu yeteneğin doğuştan getirildiğini" düşünmektedirler. Ayrıca çalışmalar öğretmenlerin geometrik yeterliliklerini arttırmak için uzamsal düşünmeyi geliştirmek gerektiğinin altını çiziyorlar (Gal ve Linchevski, 2010). Katılımcı öğrencilerin düşünceleri, sınıf içi gözlemler ve birim küp etkinliğindeki performanslarına dayanarak öğrencilerin gelişmemiş olan uzamsal düşünmelerini geliştirmek için eğitim fakültelerindeki geometri dersi içerisinde böyle bir etkinlik yapılmasının gerekli olduğunu düşünülmektedir.

Stillwell (2005), lisans geometri ders kitabı olarak yayınladığı *Geometrinin 4 Sacayağı* diye tercüme edebileceğimiz 4 Pillars of Geometry adlı çalışmasında, lisans geometri eğitimine Euclid tasarımlarıyla başlamanın binlerce yıldır olduğu gibi hala en iyi yöntem olduğunu savunmaktadır. Daha sonrasında ise, lineer cebir konularının sahneye çıkması ama projektif geometri ile dönüşüm geometrisi ve Euclid dışı geometrilerin ele alınması gerektiğini söylemektedir. Bulgular kısmında belirtilmiş olan, YÖK tarafından eğitim fakültelerine önerilen geometri dersi içeriğinde, lineer cebir ve analitik geometri derslerinin eğitim fakültelerinde ayrı dersler olarak sunulması nedeniyle bazı konuları kapsam dışı olabilir. Yine de, bu dersin içerisinde en azından yüzeysel de olsa bazı konuların ele alınıp vurgulanması gerektiğini savunarak Stillwell tarafından San Francisco üniversitesinde önerilen içeriğe benzer bir içerik olması gerektiğini düşünüyorum. Öğrenci görüşlerini dikkate alarak araştırmacının yapmış olduğu araştırmalar ışığında, İlköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programında verilecek Geometri dersi için önerileri sunulacaktır. Araştırmaların üniversitedeki matematik öğrencilerinin dahi görsel muhakemeden kaçınarak cebirsel ve sayısal muhakemeyi tercih ettiklerini belirtmeleri (Eisenberg ve Dreyfus,1991) ve geometrik düşünmenin gelişimi için ise görsel muhakemenin geliştirilmesi gerektiğini göz önünde bulundurulduğunda Euclid yaklaşımının lisans geometri dersi içinde öğretmen adaylarına kazandırılması gerektiği düşünülmektedir. Euclid geometrisinin düzlem geometrisini kapsaması nedeni ile diğer geometri türlerininde ders içeriğinde bulunması gerekir.

Ayrıca geometrinin sadece Euclid yaklaşımından oluşmadığını geometrinin cebirle yorumlanması ile oluşan geometri türlerinin ve cebirsel yaklaşımın da kazandırılması gerektiğine inanıldığından içerikte Euclid dışı geometrilerinde (lineer cebir, perspektif, perspektif geometri, donuşum geometrisi ve 3B geometrisi) olmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Eğitim fakültelerinde lineer cebir, analitik geometri derslerinin ayrı ayrı dersler olarak verilmesi yerine önerilen geometri dersi içeriği kapsamında geometri 1, geometri 2, geometri 3 ve geometri 4 olarak dört dönemde verilmesi ile konular birbiri ile ilişkilendirilmesi daha verimli olabilir. Böylelikle, lineer cebir ve analitik geometrinin de geometrinin cebirsel yorumlaması olduğu fark ettirilmiş olunur ve dersler birbirinin devamı olduğu için öğretmen adaylarının tüm geometriye bütüncül bir bakış ile bakmaları sağlanabilir. Kısa sürede bu içeriğin uygulanması öğrencileri ezber bilgi elde etmeye yönlendireceğinden bu içeriğin uygulanabilmesi için dersin haftalık ders saatinin 3 saatin üzerine çıkarılması gerekmektedir.

Etkili bir geometri dersi için içerik önemlidir. Fakat içerik tek başına yeterli olmadığı için içeriği uygun bir şekilde öğrenciye sunmak amacı ile kullanılacak olan yöntemlerinde dikkatle seçilmesi gerekmektedir. Öğretmenlerin öğrendikleri yollar ile öğretme eğiliminde oldukları bilindiğinden geometri öğretiminde kullanılacak yöntemlerin dikkat ile seçilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Gözlemler bu geoemetri dersi sürecinde dersin öğretim üyesinin, dersini yapılandırmacı eğitim yaklaşımını temele alarak dersi yönetiğini göstermektedir. Öğrenciler cevaplarında bilgilerini kendilerinin inşa ettiklerini, sınıf içindeki Euclid ispatlarında dahi bir tartışma ortamı olduğu ve herkesin fikrini rahatlıkla söyleyebildiği vurgulamış ve bilgiyi kendilerinin oluşturmalarından dolayı mutluluk duyduklarını ifade etmişlerdir. Öyle ki ders geometri dersi olmasına (eğitim dersi olmamasına) rağmen katılımcı öğrencilerden Ö11 " Çok hoşuma gidiyor bu yaklaşım. Hoca bize öğretmeyi öğretiyor" ifadesi de bu yöntemi sevdiğini ve bu yöntemle öğretmesi gerektiğini düşündüğünü gösteriyor diyebiliriz. Yapılandırmacı eğitim yaklaşımının temeli olan etkinlikler ve haftalık projelerin uygulanması ile öğrenciler sürekli aktif tutulmuştur. Öğrencilerin yapılandırmacı yaklaşıma ve bu kadar aktif olmamaya alışkın olmamalarından dolayı bu yaklaşıma yönelik "çok zorluyorsunuz" ifadeleri ile dönem boyunca sıklıkla karşılaşılmıştır. Öğrencilerden böyle tepkiler alınmasına rağmen, bu yaklaşımla geometri dersinin yürütülmesi önerilmektedir. Çünkü yapılandırmacı yaklaşımla geometri eğitimi almayan öğretmen adaylarından kendi sınıflarında yapılandırmacı yaklaşımı kullanmalarını beklemek anlamsız olacaktır. Geometri ve bilgisayar II derslerinin koordinasyon içinde işlenmesi geometri eğitiminde teknolojinin sahip olduğu önemden dolayı önerilen bir diğer yöntemdir. Şunu da belirtmek gerek ki önerilen bu ders işleniş yöntemi haftalık her öğrencinin proje ödevlerini değerlendirmesi ve derse hazırlık için epey süre gerektirdiği için dersi yürütecek olan öğretim üyesini oldukça yormaktadır.

Gemetri dersinin tüm sınıf seviyelerindeki amacı öğrencilere geometrik düşünme becerilerini kazandırabilmektir. Bu çalışmanın bulgularına baktığımızda düşünmeye ve sorgulamaya başladıkları, geometrik şekiller arasındaki özelliklere odaklanarak inşa yapmaları ve GeoGebra ile beraber görme düzeylerinde gelişimin meydana geldiği görülmektedir. Dolayısıyla Duval'in belirtmiş olduğu bilişsel geometrik düşünme becerilerinde bu ders ile beraber bir gelişme olduğu ortaya çıkmaktadır. Fakat bu değişimin çok ileri düzeyde olmadığı bunun da ders saatinin kısıtlı olmasından kaynaklandığını söylenilebilir. Gözlemler, öğrencilerin görüşleri ve en önemlisi öğretim üyesi ile yapılan görüşmelerde bu dersin içeriğinin ve yönteminin geometrik düşünmenin geliştirilmesi temel alınarak tasarlandığını göstermektedir. De Villers (2010) geometri derslerinin geometrik düşünmeyi temele alarak işlenilmesini tavsiye ederken Van Hiele geometrik düşünme düzeylerini kastetmektedir. Bulguların ışığında, dersin öğretim üyesinin Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri yerine bilişsel geometrik düşünme basamaklarını temele alarak dersinin içeriğini ve işleniş tarzını tasarlamış olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde ise, bu araştırma deneyimisayesinde elde edinilen birikime dayanarak bir sonraki adımda yapılması gereken araştırma önerileri ve bugün aynı araştırma tekrardan yapılıyor olsaydı farklı yapılabilecek yönleri yazarak, hem araştırmacıya sonraki çalışmaları için not düşmeyi hem de sonraki araştırmacıları yol göstermek hedeflenmiştir.

Geometri eğitimin amacı geometrik düşünmeyi geliştirmektir ve bu çalışmada da öğrencilerin geometrik düşünme becerilerinde gelişim meydana geldiği sonucu çıkmıştır. Fakat bu gelişimin ne düzeyde olduğu, öğrencileri nereden nereye getirdiğini çok net bir şekilde bilinmemektedir. Araştırma tekrar yapılmak istense alt problemlere geometrik düşünme becerilerindeki değişimi öğrenmek adına yeni problemler eklenilebilir. Öğretmen adaylarının Van Hiele geometrik düşünme seviyelerini tespit eden ve bu düşünme teorisindeki gelişimi inceleyen çalışmalar mevcut olduğundan bilişsel geometrik düşünme teorileri açısından gelişimi incelenebilir.

21. yüzyılda toplumun eğitimli bireylerden beklediği ilk üç beceri karmaşık problemleri çözme, kritik düşünebilme, yaratıcı düşünebilmedir. Öğretmen adaylarına lisans sürecinde verilen geometri dersinin bu becerileri kazandırmadaki etkisi incelenebileceği gibi bu çalışmada kullanılan içerik ve yöntemin bu beceriler üzerindeki etkisi incelenilebilir.

Sonuç olarak bu çalışma lisans seviyesinde ki geometri dersinin içeriği ve işleniş yöntemi ile ilgili bir tartışmayı başlatmış bulunmaktadır. Dolayısıyla öneriler doğrultusunda yeni bir geometri dersi içeriği ve işleniş yöntemi oluşturup değerlendirilmeli veya farklı önerilere göre oluşturulan içeri ve yöntemlerin sonuçları değerlendirilip elde edilen sonuçlara karşılaştırılarak daha etkin bir geometri dersi tasarlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Accascina, G. ve Rogora, E. (2006), “Using Cabri 3D Diyagrams for Teaching”, **International Journal for Technology in Mathematics Education**, 13(1), 11-22.

Açıkgül, Kübra (2012), **Öğretmen Adaylarının Dinamik Geometri Yazılımı Kullanarak Geometrik Yer Problemlerini Çözüm Süreçlerinin ve Bu Süreçlere İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Akbay, Pınar Şener (2012), **Sınıf Düzeyleri, Geometri Akademik Başarısı ve van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Üzerine Kesitsel bir Çalışma**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Altun, Murat (2004), **Matematik Öğretimi**, İstanbul: Alfa Yayıncılık.

Atiyah, Michael (2000), Millenium Talk at the Field's Medal Institute, [Facebook update].Retrievedfrom https://www.facebook.com/photo.php?fbid=942043552520728&set=a.168399629885128.44933.100001452750259&type=3&theater

Baki, Adnan (2002), **Öğrenen ve Öğretenler için Bilgisayar Destekli Matematik**, Baskı Ankara: TÜBİTAK, Ceren Yayınları.

Baki, Adnan (2014), **Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi**, 5. Baskı, Ankara: Harf Eğitim Yayıncılık.

Baki, Adnan, Çekmez, Erdem ve Kösa, Temel (2014), “How to Determine the Maximum Circle That Can Be Enclosed in a Convex Quadrilateral”, **Technology Knowledge and Learning**, 19, 327-336.

Baki, Adnan (2016), Eğitim Günlüğü Tv Programı, (04.02.2016)

Barrantes, Manuel ve Blanco, Lorenzo J. (2006), “A Study of Prospective Primary Teachers’ Conceptions of Teaching and Learning School Geometry”, **Journal of Mathematics Teacher Education**, 9, 411-436.

Battista, M.T. (2007), The Development of Geometry and Spatial Thinking, F. Lester (Ed), **Second Hand Book of Research on Mathematics Teaching and Learning** *içinde*(843-908), Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Bayraklı, Vildan Katmer (2013), **Matematik Öğretmen Adaylarının Geometri Öğretiminde Vektörel Yaklaşıma İlişkin Pedagojik Alan Bilgilerinin ve Görüşlerinin İncelenmesi,** Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Ben-Chaim, David, Lappan, Glenda ve Houang, Richard T. (1988), "The Effects of Instruction on Spatial Visualization of Middle Boys and Girls", **American Educational Research Journal**, 25(1), 51-71.

Biefeld, T. G. (2002), "On Dynamic Geometry Software in the Regular Classroom", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 34(3), 85-97.

Birni, Şeyda ve Karadağ, Zekeriya (2016), "Is Geometry Literacy Necessary?", 13th International Congress on Mathematics Education.

Birni, Şeyda ve Karadağ, Zekeriya (2016), "Understanding Geometry for a ChangingWorld: Seventy First Yearbok", **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 7(1), 274-284

Bozkurt, Ali ve Koç, Yusuf (2016), "Zihnin Geometrik Alışkanlıkları", Erhan Bingölbali, Selahattin Arslan ve İsmail Özgür Zembat(Ed), **Matematik Eğitiminde Teoriler**, 1. Baskı içinde (278-290), Ankara, Pegem Yayınları

Bulut, Aykut (2012), **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometri Konusu İle İlgili Algıladıkları Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Araştırılması**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Bulut, Demet Baran (2015), **Analitik, Sentetik Ve Vektörel Yaklaşımların Birlikte Kullanılmasına Dayalı Olarak Tasarlanan Öğrenme Ortamının Değerlendirmesi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Bussi, M. G. B., ve Boero, P. (1998). "Teaching and Learning Geometry in contexts", In Carmelo Mammana ve Vinicio Villani (Eds.), **Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21stCentury An ICMI Study**, Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

Craine, Timothy V., ve Rubenstein, Rheta (Ed) (2009), **Understanding Geometry for a Changing World**, Reston: NCTM's 71st Yearbook (National Council of Teachers of Mathematics Yearbook).

Creswell, John W. (2007), **Qualitative Inquiry&Research Design: Choosing Among Five Approaches**, Thousand Oaks: Sage Publications.

Creswell, John W. (2015), **Nitel Araştırma Yöntemleri Beş Yaklaşıma Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni**, (Çev. Ed. Mesut Bütün, Selçuk Beşir Demir), Sage Publications.

Creswell, John W. ve Miller, D.L. (2000), "Determinig Validity in Qualitative Inqury", **Theory into Practice**, 39(3), 124-131.

Corbin, John ve Strauss, A. (2007), **Basics of Qualitative Research: Techniques and procedures for developing grounded theory**, 3. Ed., Thousand Oaks, CA: Sage.

Delice, Ali ve Karaslan, Gökhan (2015), "Dinamik Geometri Yazılımı Etkinkiklerinin Öğrenci Performansları Bağlamında İncelenmesi: Analitik Düzlemde Doğru Denklemleri", **Eğitim Bilimleri Dergisi**, 41, 35-57.

De Villers, Micheal (2003), **Rethinking Proof with Geometer's Sketchpad**, Berkeley, CA: Key Curriculum Pres.

De Villers, Micheal (2010), "Some Reflections on the Van Hiele Theory", 4 th congress of teachers of mathematics of the Croatian Mathematical Society, Zagreb, 30 june-2 july 2010.

Duatepe, Asuman (2000), **Öğretmen Adaylarının Van Hiele Geometri Düşünme Seviyeleri ile Demografik Değişkenler Arasındaki İlişkiler Üzerine bir Çalışma**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Duval, Raymond (1995), "Geometrical Pictures: Kinds of Representation and Specific Processing", Sutherland, R., Mason, J.(Ed), **Exploiting Mental Imagery with Computers in Mathematics Education**, *içinde* (142-156), Berlin: Springer.

Duval, Raymond (1998), " Geometry from a cognitive point view", Mammana, C., Villani, V. (Ed), **Perspectives on the Teaching of Geometry for 21st Century,** *içinde* (37- 52), Dordrecht:Kluwer Academic Publishers.

Driscoll, Mark ve diğerleri (2007), **Fostering Geometric Thinking: A Guide for Teachers Grades 5-10,** Portsmouth: Heinemann.

Eisenberg, T. ve Dreyfus, T. (1991), “On the Reluctance to Visualize in Mathematics”. In Zimmerman, W. and Cunningham, S. (Eds.) **Visualization in teaching and learning mathematics**, MAA Notes Number 19, Washington DC: Mathematical Association of America. 25-37.

Erbaş, Ayhan Kürşat ve Yenmez, Arzu Aydogan (2011), “The Effect of Inquiry Based Explorations in Dynamic Geometry Environment on the Sixth Grade Students’ Achievements in Polygons”, **Computers & Education**, 57, 2462-2475.

Erdoğan, Tolga (2006), **Van Hiele Modeline Dayalı Öğretim Sürecinin Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Yeni Geometri Konularına Yönelik Hazırbulunuşluluk Düzeylerine Etkisi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Erez, Michal Maymon ve Yerushalmy, Michal (2006), ““If You Can Turn a Rectangle into a Square , You Can Turn a Square into a Rectangle ..” Young Students Experience the Dragging Tool”, **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, 11, 271-299.

Erkek, Özlem ve Bostan, Mine Işıksal (2015), “Uzamsal Kaygı, Geometri Öz-Yeterlilik Algısı ve Cinsiyet Değişkenlerinin Geometri Başarısını Yordamadaki Rolleri”, **İlköğretim Online**, 14(1), 164-180.

Ersoy, Mehmet (2009), **Bilgisayar Destekli Ders Uygulamalarının İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometri Başarısına Etkisi ve Öğrenme ve Öğretmeye Yönelik Görüşleri**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Fidan, Yücel ve Türnüklü, Elif (2010), “İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Düzeylerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi, **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 27, 185-197.

Gal, Hagar ve Linchevski, Liora (2010),“To See or not to See: Analyzing Difficulties in Geometry from the Perspective of Visual Perception”, **Educational Studies in Mathematics,** 74(2), 163-183.

Güler, Ahmet ve diğerleri (2013), **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri,** 1.Baskı, Ankara: Seçkin Yayınları.

Gür, Hülya (2005), “Matematik Korkusu”, **Güncel Gelişmeler Işığında Matematik, Fen,Teknoloji Yönetim**, Altun, Arif ve Olkun, Sinan (Ed), Ankara: Anı Yayıncılık. ss. 22-36.

Güven, Bülent (2006), **Öğretmen Adaylarının Küresel Geometri Anlama Düzeylerinin Karakterize Edilmesi,** Yayınlanmış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Güven, Bülent ve Kösa, Temel (2008), “The effect of Dynamic Geometry Software on Student Mathematics Teachers’ Spatial Visualization Skills”, **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 7(4), 100-107.

Güven, Bülent ve Karataş, İlhan (2009), “Dinamik Geometri Yazılımı Cabri’nin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik Yer Problemlerindeki Başarılarına Etkisi”, **Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi**, 42(1), 1-31.

Güven, Bülent ve Karpuz, Yavuz (2016), “Geometrik Muhakeme: Bilişsel Perspektifler”, Erhan Bingölbali, Selahattin Arslan ve İsmail Özgür Zembat(Ed), **Matematik Eğitiminde Teoriler**, 1. Baskı içinde (243-263), Ankara, Pegem Yayınları.

İpek, Sema (2010), **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Dinamik Geometri Yazılımlarını Kullanarak Gerçekleştirdikleri Geometrik Ve Cebirsel İspat Süreçlerinin İncelenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyalbilimler Enstitüsü.

Jacobson, Cathy ve Lehrer, Richard (2000), “Teacher Appropriation and Student Learning of Geometry Through Design”, **Journal for Research in Mathematics Education**, 31(1), 71-88.

Jones, Keith (1998), “Theoretical Frameworks for the Learning of Geometrical Reasoning”, **Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics**, (29-34).

Jones, Keith (2000), “Teacher Knowledge and Professional Development in Geometry”, **Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics**, 20(3), 109-114.

Karadağ, Zekeriya ve Martinovic, Dragana (2010), Kişisel İletişim

Karadağ, Zekeriya, Kabaca, Tolga ve Arslan, Selahattin (2015), Kişisel İletişim

Karakuş, Özge (2008), **Bilgisayar Destekli Dönüşüm Geometrisi Öğretiminin Öğrenci Erişisine Etkisi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Keşan, Cenk ve Çalışkan, Sevdane (2013), "The Effect of Learning Geometry Topics of 7th Grade in Primary Education with Dynamic Geometer's Sketchpad Geometry Software to Success and Retention", **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 12(1), 131-138.

Koehler, Matthew J. ve Mishra, Punya (2005), "What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge", **Journal of Educational Computing Research**, 32(2), 131-152.

Koyuncu, İlhan (2013), **Teknoloji Kullanımının İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Düzlem Geometrisi Problem Çözme Stratejileri Üzerinde İncelenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kösa, Temel (2011), **Ortaöğretim Öğrencilerinin Uzamsal Becerilerinin İncelenmesi**, Yayınlanmış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Köse, Nilüfer Yavuzsoy ve Özdaş, Aynur (2009), "İlköğretim 5. Sınıf Öğrencileri Geometrik Şekillerdeki Simetri Doğrularını Cabri Geometri Yazılımıyla Nasıl Belirliyorlar?", **İlköğretm Online**, 8 (1), 159-175.

Köse, Nilüfer Yavuzsoy, Uygan, Candaş ve Özen, Deniz (2012), "Dinamik Geometri Yazılımlarındaki Sürükleme ve Çeşitlerinin Geometri Öğretimindeki Rolü", **Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi**, 3(1), 35-52.

Laborde, Jean Marie ve Bellemain, Franck (2005), **Cabri II, Software**, Temple, Tex: Texas Instruments.

Laborde, C., Kynigos,C., Holebrands, K., ve Strasser,R. (2006), "Teaching and Learning Geometry with Technology", Gutierez,A., Boero,P., (Ed**), Hand Book of Research on the Psychology of Mathematics Education Past Present and Future**, *içinde* (235-304), Rotterdam,The Netherlands:Sense.

Leikin, Roza ve Grossman, Dorith (2013), “Teachers Modify Geometry Problems: from Proof to Investigation”, **Educational Studies in Mathematics**, 82, 515-531.

Leikin, Roza, Berman, Abraham ve Zaslavsky, Orit (2000), “Learning Through Teaching: The Case of Symetry”, **Mathematics Education Research Journal**, 12(1), 18-36.

Leung, Allen, Baccaglini-Frank, Anna ve Mariotti, Maria Alessandra (2013), “Discernment of Invariants in Dynamic Geometry Environments”, **Educational Studies in Mathematics**, 84, 439–460

Leung, Allen ve Lee, Arthur Man Sang (2013), “Students’ Geometrical Perception on a Task-Based Dynamic Geometry Platform”, **Educational Studies in Mathematics**, 82, 361-377.

Malkevitch, J. (Ed), **Geometry’s Future,** MA: COMAP., Arlington, 1991.

Mammana, C. ve Villiani, V. (1998), “Geometry and Geometry Teaching Through Ages”, In Carmela Mammana and Vinicio Villiani (Ed.,), **Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century**, London, Kluwer Academic Publishers.

Maxwell, Joseph A. (2005), **Qualitative Research Design: An Interactive Aproach**, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Merriam, S. B. (2015), **Nitel Araştırma Desen ve Uygulama için Bir Rehber**, (Selahattin Turan, Çev. Ed.), 3. Baskı, İstanbul, Nobel Yayıncılık.

Milli Eğitim Bakanlğı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009), **İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı**, Ankara: MEB Yayınları.

Mullis, Ina V.S., Martin, Michael O. ve Foy, P. (2008), **TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA’s Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades**, Boston College, Chestnut Hill, MA.

Muschla, J. A. ve Muschla, G. R. (2000), Geometry Teacher’s Activities Kit, Ready-to-Use Lessons & Worksheets for Grades 6-12.USA. John Wiley & Sons, Inc.

National Council of Teachers of Mathematics (2000), **Principles and Standarts for School Mathematics**, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Olkun, Sinan ve Aydoğdu, T. (2003). "Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması (TIMSS) Nedir? Neyi sorgular? Örnek Geometri Soruları ve Etkinlikleri",**İlköğretim Online**, 2(1), 28–35.

Öz, Abbas (2012), **Somut Materyallerin ve Geometer's Sketchpad Yazılımının Derslerde Kullanımının Öğretmen Adaylarının Geometri Başarısına Etkisinin İncelenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özerdem, Ekin (2007), **Lisans Düzeyinde Analitik Geometri Dersindeki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi Ve Giderilmesine Yönelik Bir Araştırma**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Paksu, Asuman Duatepe (2016), "Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri", Erhan Bingölbali, Selahattin Arslan ve İsmail Özgür Zembat(Ed), **Matematik Eğitiminde Teoriler**, 1. Baskı içinde (265-275), Ankara, Pegem Yayınları.

Pazarbaşı, Büşra Nur (2015), **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Analitik Geometri Alan Dilini Kullanma Becerileri ve Tutumlarının İncelenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Pekdemir, Ümit (2004), **Dinamik Geometri Yazılımı Cabri'nin Geometrik Yer Konusunda Öğrenci Başarısı Üzerindeki Etkisi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Roberts, D.L. ve Stephens, L.J. (1999), "The Effect of the Frequency of Usage of Computer Software in High School Geometry", **The Journal of Computers for Mathematical Learning**, 6(3), 319-333.

Schoenfeld, Alan H. (1988), "When Good Teaching Leads to Bad Results: The Disasters of "Well-Taught" Mathematics Courses", **Educational Psychologist**, 23(2), 145-166.

Selçik, Nalan ve Bilgici, Göksal (2011), " GeoGebra Yazlımının Öğrenci Başarısına Etkisi", **Kastamonu Eğitim Dergisi,** 19(3), 913-924.

Senemoğlu, Nuray (2013), **Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramdan Uygulamaya**, 24. Baskı, Ankara: Yargı Yayınevi.

Sinclair, Nathalie ve Crespo, Sandra (2006), "Learning Mathematics in Dynamic Computer Environments", **Teaching Children Mathematics**, 12(9), 436-444.

Sinclair, Nathalie (2008), **The History of the Geometry Curriculum in the United States**, Charlotte, N.C: Information Age Publishing.

Sinclair, Nathalie ve Bruce, Cathy D. (2015), "New Opportunities in Geometry Education at the Primary School", **ZDM Mathematics Education**, 47(3), 319-329.

Stillwell, John (2005), **The Four Pillars of Geometry**, In S. Axler ve K. A. Ribet (Eds.), USA: Springer.

Soylu, Yasin (2005), **Lineer Dönüşümler Ve Lineer Dönüşümlerle İlgili Kavramların Öğretilmesinde Geometri İle Somutlaştırma Yönteminin Etkinliği**, Yayınlanmış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Swafford, J. O., Jones, G. A., ve Thornton, C. A. (1997), "Increased Knowledge in Geometry and Instructional Practice", **Journal for Research in Mathematics Education**, 28(4), 467-83.

Şerbetçi, Betül (2009), **Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Eğitim Fakültelerindeki Geometri Derslerinin Meslekteki Uygulamalarına Etkileri İle İlgili Görüşleri**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Trigo, Mauel Santos (2006), "On the Use of Computational Tools to Promote Students' Mathematical Thinking", **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, 11, 361-376.

Trigo, Manuel Santos, Perez, Hugo Espinosa ve Rodriguez Aaron Reyes (2008), "Connecting Dynamic Representations of Simple Mathematical Objects with the Construction and Exploration of Conic Sections", **International**

Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 39(5),657-669.

Tutak, Fatma Aslan (2009), **A Study of Geometry Content Knowledge of Elementary Preservice Teachers: The Case of Quadrilaterals**, Yayınlanmış Doktora Tezi, University of Florida.

Ubuz, Behiye, Üstün, Işıl ve Erbaş, Ayhan Kürşat (2009), "Effect of Dynamic Geometry Environment on Immediate and Retention Level Achievements of Seventh Grade Students", **Eurasian Journal of Educational Research**, 35, 147-164.

Usiskin, Zalman (1982), Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry, Final Report of the CDASSG Project, Chicago: University of Chicago.

Usiskin, Zalman (1987), "Resolving the Continuing Dilemmas in School Geometry", Lindquist, Mary Montgomery(Ed), **In Learning and Teaching Geometry K-12**, **Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)** *içinde* 32-36, Reston, Va: NCTM.

Van Maanen, John (1979), **Qualitative Methodology**, 5. Baskı, Sage.

Wares, A., (2007), "Using Dynamic Geometry to Stimulate Students to Provide Proofs", **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 38(5), 599-608

Wilder, Sue Johnson ve Mason, John (2011), **Devoloping Thinking in Geometry**, Londan: Sage Publication.

Yantır, Nesil (2007), **İlköğretim Matematik Öğretmenliği Öğrencilerinin İşbirlikli Öğrenme Yöntemi İle Geometri Dersine Erişi Düzeylerinin Belirlenmesi**, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yarar, Saliha Hilal (2015), **İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometri Alan Dilini Kullanma Becerileri ve Tutumarının İncelenmesi**,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yıldırım, Ali ve Şimşek, Hasan (2013), **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**, 9. Baskı, Ankara: Seçkin Yayınları.

EKLER

Ek. 1. Yarı yapılandırılmış görüşmelerin transkriptlerinden bir örnek

Suat buraya çağırma sebebim belki diğer arkadaşlarından duydun da, ben yüksek lisans için bilgi topluyorum. Tezimin konusu ne? Bu dönem görmüş olduğunuz geometri dersinde YÖK'ün bize vermiş olduğu müfredattan farklı bir müfredat işlenildi. Projeleriniz oldu, ispatlarınız oldu, testleriniz oldu ekstradan bu uygulamalar ne kadar etkili oldu. Nerede yanlışlar oldu.

Dönüt almak istiyorsunuz.

Bir değerlendirme yapılmayacak. Olumsuz düşünceleriniz olursa kesinlikle söyleyin. Sadece ben seyredicem. Buda bize ayna tutacak.

Şimdi öncelikle şöyle başlayalım, sabahta hoca ile konu üzerine konuşmuştuk. Geometride mesela bu soru çözümü olsun ispat olsun proje olsun sonra bilgileri sunma konusu olsun mesela ben bunu olumlu yönde karşıladım. Şöyle ki mesela derse ilk başladığımızda, geometri dersini ilk ben müfredatta gördüğümde dedim ki bu ders kesin AA. Çünkü ben Geometri bilgilerime güveniyordum. Ama derse ilk başladığımız günlerde biraz tereddütteydim. Çünkü mesela üç boyutlu görüyorduk. Mesela küpler işte projeler falan vardı. Açıkçası beni biraz korkutmuştu. Dersi AA düşürmek varken biraz daha düşük

Korkutan 3 boyut muydu?

3 boyut ta şu mesela Sketch up, Star Board, küpler küpleri yerleştirme, küpleri şey etme hani çizme falan

Peki buna alışkın değil miydin ki?

Şimdi şöyle üç boyutlu küp çizmeyi tahtaya ben bu yıl öğrendim. Daha önce böyle hoca bize çizdirmiyordu açıkçası. Veriyordu soruyu biz çözüyorduk formüllerle. ÖSS mantığı ile gidiyorduk. Bu yıl gördüm ki ÖSS mantığını aşıp, teoriyi aşıp daha farklı uygulama alanlarına yöneldik. Mesela proje kavramı, projeleri ben ilk başta düşük notlar aldığım oldu. Ama yine de destekliyorum. Çünkü niye? Nasıl deyim, mesela biz dönemlik ders alıyoruz. Dönem sonunda bir vize bir final diyelim vize haftası final haftası çalışıp giriyorduk ve geçiyorduk. Ama bu proje olduğu için haftalık olduğu için bence daha mantıklı. Veya daha verimli olduğunu düşünüyorum. Şöyle ki mesela haftalık bir ders görüyoruz, konu görüyoruz bir haftalık onu hemen pekiştirmiş oluyoruz. Ama önceden vizeye kadar bir buçuk ay vardı. Bir buçuk aya kadar nasıl olsa zamanımız var deyip o zamana kadar kavuştururuz veya finale kadar. Yani bu biraz iyi oldu diye düşünüyorum. Ha mesela 3 boyutlu şeye gelince mesela o küpler olsun proje kısmına gelince ilk başta biraz dediğim gibi önyargılı yaklaştım. Ben bu projeyi falan yapamam. Bir de mesela geometrik bir GeoGebra tasarımı yazılımıyla bilgisayar uygulaması vardı. Bilgisayarda sıkıntılarım vardı. Bunda biraz sıkıntı çektim. Ama dediğim gibi yine olumlu karşılıyorum. Şöyle ki mesela ben geometriyi geçen yıl çalışırdım. Ama teorik olarak çalışırdım. Üç- beş gün geçer unuturdum. Ama şimdi mesela bir ay önce gördüğüm bir ispat şuan belki de aklımdadır. Çünkü niye tartışarak öğreniyoruz. Onu GeoGebra da kendimiz yaparak, görerek yaptığımız için daha verimli olduğunu, daha kalıcı olduğunu düşünüyorum. Sonra, mesela projeler yine bahsettik. Mesela küpler dediniz az önce mesela onlardan daha önce yapmadık. Mesela küp çizmeyi üç boyutlu tahtaya çizmeyi bilmiyordum. Ama bu yıl öğrendim. hem de daha güzel çizebiliyorum. Bu benim için mesela olumlu yönde etkiledi. Eee çünkü mesela ben yarın öğretmen olduğumda bana dese ki adam üç boyutlu küp çiz bana herhangi bir tahtaya çiz dese ben çizemeyecektim onu. Mesela bu yıl öğrendim onu. Veya Sketch up ta üç boyutu düşünme. Mesela biz hep iki boyutlu düşünüyoruz. Ama üç boyutlu düşünmemiz geliştiği için mesela bu benim için olumlu yönde oldu.

O zaman şu soruyu sorayım Suat yeri gelmişken. Uzamsal yeteneklerinizde bir değişme oldu mu dönem başını ve dönem sonunu kıyaslayacak olduğunda bunu sorgulayacak olursak

Tabi ki bu dönem de de oldu mesela örneklerini verecek olursak. Mesela biz çıkıyorduk star board ta veya Sketch up' ta mesela arkadaşın elindeki yapmış olduğu eseri küpten görmüyorduk. Arkadaş söylüyordu işte yana çiz. Arkaya çiz. Biz orada göremediğimizden dolayı üç boyutlu düşünerek kendimiz çizmeye çalışıyorduk onu. Tam orada dediğiniz gibi o yaklaşımı görmüş olduk. Bide mesela benim şey dikkatimi çekti hocanın geçen hafta vermiş olduğu 46 soru pbworks ten seçip yaptık ya mesela orada ben o sözlü soruyu şeye dökmeye çalıştım. Zihnimde tasarlayıp sonra bilgisayar ortamına döküp çizmeye çalıştım. Bu da benim üç boyutlu düşünmemem yardımcı oldu.

Uzamsal yeteneklerini geliştirdiğini söylüyorsun.

Evet, o yüzden geliştiğini düşünüyorum.

Peki, ispatlar konusunda ne düşünüyorsun? Çünkü ispatlara çok karşıydınız. Alışık olmayarak geldiniz.

İspatlara şöyle mesela, mesela doğru biz geçen yıl ispat yapmıyorduk. Ben ispatı bu yıl görüyorum. Hatta belki de mesela birinci dönem matematikte gördük. Geometride ilk defa bu dönem görüyoruz. İspat mesela biz geçen yıllarda nasıl yapardık ispat denilen bir şey yoktu. Hoca gelirdi bu budur, bu budur. Sorarsan teorem der geçerdi veya kural veya formül. Ama biz bu yıl o formül ü sorguluyoruz mesela. Mesela kosinüs teoremi kosinüs teoremi nerden geldi? Yani biz bunu sorgulayarak öğreniyoruz. Ya tabi buda bizim için önemli. Yarın bir gün birisi gelip sorduğunda mesela kosinüs teoremi nerden geldi? Bunu kim buldu hatta diyebilir uyduruldu. Biz bu ispatları öğrenerek buna cevap verebiliriz. Bir de ispatlarda şu özelliği seviyorum mesela hoca yazıyor tahtaya birisi bir şey söylüyor. Diğeri onu kırmadan bunu böyle yaparsak şöyle olabilir. Yaratıcı, tartışma ortamında ispat yaptığımızdan dolayı buda daha faydalı olduğunu düşünüyorum. Hatta verimli olarak mesela ben şuana kadar vizeden sonra doğru düzgün hiç ders çalışmadım. Ama vizeden sonra özellikle ilk hafta nerden baksan yirmi- yirmi beş gün oluyor. O günden bugüne kadar yapmış olduğumuz ispatlar aklımda. Çünkü niye o gün biz onu görerek yaptık. Ya diyelim hoca yazardı tahtaya soru bu ispatı bu, geç teoriye girerdi. Yani unutulabilirdi. Ezbere girerdi. Ama biz onu tartışarak, aramızda harmanlayarak diyeyim yaptığımızdan dolayı daha verimli olduğunu düşünüyorum. Böyle ispatların devamını da diliyorum tabi.

Peki, ders kapsamında çizimleri yeri geldi verdik kağıtta yaptınız ispat projelerinizi yeri geldi GeoGebra da geometri tasarımları yaptınız. Veya akıllı tahtayı kullanıp üç boyutla ilgili bir şeyler yaptınız. Üç yerde de çizim yaptınız. Dönem sonu ve dönem başını değerlendirecek olursak suat senin için çizimde bir şeyler değişti mi? Çizim mantığında

Mesela az önce de dedim üç boyutlu bir şeklin bir nasıl diyim … bir ev olsun üç boyutlu herhangi bir çıkıntılı, küplerden yapılmış bir şekil. Ve iki boyutlu şekle tahtayı örnek verelim onu aktaramıyordum. Nasıl çiziyordum onun arkasında kalanları silerek veya karalayarak yapıyordum. Karmakarışık bir şey oluyordu. Onu çizemiyordum. Ama ben tabi bu projeden sonra sizin yapmış olduğunuz hani o destek projelerinden sonra tabi bunu çizmeye başladım. Çizimde bu oldu. Mesela star board ta küpleri yerleştirme oldu. Mesela star board u çizmeden önce şekli tam üç boyutlu düşünüp analiz edemiyordum. O da sıkıntı oluyordu. Ama mesela arkamız dönük arkadaş söyleyince bilgisayar ortamında yerleştirmemiz bize avantajlı oldu. Onu söyliyim. Bir de çizim olarak hani dediniz ya kağıda çizim mesela biz geometrideki soruyu bilgisayara çizim mesela örnek veriyorum eş kenar sekizgenin farklı açıları olabilir mi? En başta grup arkadaşlarında karşı çıkanlar oldu veya çıkmayanlar oldu o soruyu destekleyenler. Bunu GeoGebra ortamında yaparak hani olduğunu gördük. Ama yani o olmayan dediğimiz arkadaşlarda bunu görerek inandı, yani ikna oldular. Ben belki de onu anlatsam inanmazdılar. Ha mesela kağıt ortamında bir tane arkadaş vardı. Ben dedim ki eşkenar çokgen düzgün çokgeni kapsar. Arkadaş dedi ki bence kapsamaz. Düzgün çokgen eşkenar çokgeni kapsar. Mesela ben onu çizerek gösterdim. Eşkenar çokgenin özelliği, düzgün çokgenin özelliğini çizerek gösterdim.

Kağıt ortamında mı?

Kağıt ortamında tabi. Çizerek gösterdiğimden dolayı arkadaş inandı. Yani buradaki çizimi tabi

Anladığım kadarı ile sen hepsini kullanıyorsun şimdi

Hepsini kullanıyorum.

Peki, tasarımlarda falan nasıl yapıyorsun? Nereden başlıyorsun? Hangisinde çizerek başlıyorsun?

Tasarımlarda…. Mesela söyler bir çember çizin diye veya bir paralel kenar, bir kare, bir dikdörtgen tabi biz bu tasarımları yaparken normal basit yöntemlerle yani doğru doğru parçası alarak gitmiyoruz. Önce ben mesela bir tasarımı GeoGebra ortamına aktarmadan önce bir kâğıt üzerinde bir tasarım yapıyorum önce bir taslak oluşturuyorum. İşte bunu burdan yaparsak, bunu burdan yaparsak çıkar gibisinden. Sonra mesela ben düşünüyorum köşelerden tutup çevirdiğimizde bu tasarımın bozulmaması lazım. O zaman diyorum köşelerden çevirdiğim zaman ben buna ne kullanırım çember kullanırım. Çemberin çünkü yarıçap eşit olduğundan dolayı ne tarafa çevirirsem çevireyim r olduğundan dolayı değişmez. Bunu kullanıyorum veya sabit uzunluklu kesim. Yani nasıl diuim GeoGebra elemanlarını kullanmadan önce bir tasarım yapıp, bir fikir yürütüp onu bilgisayar ortamına aktarmış oluyorum.

Peki mesela verdiğimiz ispatlarda kağıt üzerindeydi

Verdiğiniz ispatlar kağıt üzerindeydi ama biz o ispatların mantığını derste tartışarak zaten öğrenmiştik. Yaa nasıl diyim

Verdiğmiz ispatları kağıt üzerinde mi yapıyordun sadece?

Dersteki mi?

Proje olarak verdiğimiz ispatları

Tabi onları da kağıt üzerinde önce bir yapıp sonra GeoGebra ya aktarılması gerekiyorsa aktarıyorduk. Aktarılması gerekmiyorsa aktarmıyorduk.

Aktarılması gerekiyosa derken bizim istediğimiz demi

Heralde.

Biz GeoGebra ya aktarın diyorsak aktarıyordun. Yoksa kağıt üzerinde kalıyordu.

Ama mesela sorunun içerisinden çıkamadığım durumlar olduğunda da mesela diyordum bir GeoGebra yı açalım. Bir yazılıma bakalım. orada da oluyor mu? Nasıl oluyor? Öyle merak ettiğimde yaptığımda oluyor. Ama genellikle kağıt üzerinde eğer hoca dememişse GeoGebra ya aktar diye kağıt üzerinde yapmayı tercih ederim. Ya mesela kağıt üzerinde yaptığımız ispatlarda başka bir yerden gelmedi. Sonuçta derste tartışarak öğrendiğimiz ispatların bir parçası. Onları bir bütün olarak düşündüğümüz zaman o bütün final de soru olarak bize geliyor veya günlük hayatta karşılaştığımızda o soruyu çözmüş oluyoruz. Bu soruyu yapmış oluyoruz.

Buraya test sorusu çözerek geldiniz. Sistem buydu. Burada da aslında test sorusu çözdürülüyor size. Peki, aynı şekilde mi çözüyorsunuz?

Şimdi mesela geöçen yıl ki test sorusunu çözmemle bu yılki test sorusu çözmem arasında dağlar kadar fark var diyecem. Şöyle ki mesela geçen yıl sorular geliyordu mesela ben o soruyu gördüğümde mesela bir diklik bir 5, 12 gördüğümde direk oraya 13 ü koyuyordum. Veya bir çember getirildiğinde oradan hemen yapıştırıp gidiyorduk. Çünkü ÖSS için önemli olan şıkkın doğru olması. Gidiş yolun önemli değildi. Tabi yazlı sınavlarda fark ediyordu. Bu yıl şunu gördüm mesela bizim geçen yıl kullandığımız teoremlerin direkt değilde. Yaa nasıl diyim hazır değilde o bilginin nerden geldiğini nasıl olduğunu görerek yaptığımızdan dolayı çok verimli olduğunu düşünüyorum. Şöyle ki, mesela çemberlerde kullanılan teoremler vardır. Halbuki onun kökü benzerlikten gelir. Ama biz benzerliği onda kullanmıyorduk geçen yıllarda. Bu yıl mesela siz özellikle dediniz ki benzerliği kullanarak yapın. Şöyle ki mesela formülle yaparız ama formül bugün yaptık yarın yaptık bir gün unutulabilir. Ama benzerliğin ana mantığı unutulamadığından hatta o formüllerinde altında, ana temasında o benzerlik olduğundan dolayı biz aslında soruyu çözerken aslında formülü değil yani ezberi almıyoruz. Direkt o konunun mantığını öğrendiğimizden dolayı daha etkili olduğunu düşünüyorum.

Yine dönemin başından bugüne kadarı düşünecek olursak sonuçta geometrik kavramları biliyorduk demi? İlkokuldan başlıyoruz üçgenler, şudur budur devam ederek bir şeyleri arttırarak geliyoruz. Peki dönem içerisinde kavramlar noktasında ne gibi durumlar meydana geldi?

Mesela çokgenleri geçen sene sınav da 3 soru çıktıysa 3 ünü de yapmışımdır. Mesela iyi bir netim gelmişti geometriden. Ya okulda da yapardık. Ama bu yıla kadar hatta geçen derse kadar eşkenar çokgen olduğunu bilmiyordum. Matematik öğretmenliğini okuyan bir öğrenci olarak bunu bilmiyordum. Veya eş açılı çokgen. Çünkü bu benim karşıma çıkmadığından da olailir veya araştırmadığımdan da olabilir. Mesela bu kavramları bu yıl öğrendim. Mesela muhteşem üçlüyü ben bu yıl öğrendim. Mesela geçen yıl hoca derdi bir diklik var işte. Tabanları iki parçaya ayırmışlar. yukardan çektiğimizde oda ona eşit olur. Ama onun muhteşem üçlü olduğunu veya nerden geldiğini göstermemişti. Yine dediğim gibi eş açılı çokgen onu da bu yıl öğrendim. Yani tabi bu kavramları şöyle söyleyeyim düz mantıkla gitmenin bir mantığı yok. Yani hep teorik, hep öğrenci… ıı nasıl diyim tek yönlü iletişim. Bu eğitimde de vardır gerçi öğretmen anlatır. Öğrenci dinler, öğrenci sınava girer. Bence bu yanlış bir düşünce veya eksiktir. Şöyle ki ne biliyim yani öğrencide ona katılmalı. Yani, hocanın öğrenciden dönüt alması lazım. Çünkü mesela giriyorsu, çıkıyorsun derse bazen anlamıyorsun. Veya herkesin anlayışı bir olmaya bilir. Yani diyelim biri görmeyle daha iyi anlar, deney yaparak ona dokunarak hissederek anlar. Biri teorik olarak, dinleyerek anlar. Yani ezberler girer anlar. Biri veya farklı bir şekilde anlar. Bence bu görerek anlama bana daha iyi geldi. Çünkü şöyle yine dediğim gibi ben onları tekrar yapmadığım halde birçok ispat şuan aklımda. Sınava girebilece bir düzeydeyim. Bunu da tabi ki o teorik değil de o derslerdeki uygulamalarınızdan, tartışarak öğrendiğimizden geldiğine inanıyorum.

Peki, şey dedin hani evet kavramlarımda bir değişme oldu. Ben bu zamana kadar böyle bir şeyle hiç karşılaşmadım. Mesela eşkenar çokgen için veya ben kendim sorgulamadım. Ee ders bitti biz sadece bu kadarını verebildik hani bu süre içerisinde. Daha çok kavram var .. bu konuda senin düşüncen ne olur? İlla karşına çıkmasını mı beklersin?

Dediğim gibi mesela bir düzgün çokgen işliyoruz. Müfredatta yazar düzgün çokgen diye. Sadece düzgün çokgeni değil eşkenar çokgen, eşaçılı çokgen, iç açıları toplamının formülünü verip geçmek değil.

Yok yok ben bunu bundan sonra senin kavramlara nasıl bir bakış açın olur?

Kavramlara…

Ya zaten biliyorum der geçer misin?

Yok ben biraz daha mesela nasıl diyim… Mesela düzgün çokgenden örnek vereyim. Düzgün çokgeni hepimiz biliyoruz. Hepimizin bilmediği birşeyi elbette vardır hani. bir laf vardır bin bilsende bir bilmeyene sor diye. Yani burda da biliyoruz diye geçmem. Onun üzerinde de dururum yani. Çünkü bir düzgün çokgeni de geçen derste kullandık örneğin. Yani ben o düzgün çokgenden ben bir eş açılı çokgen çıkarttım. Eşkenarlı çokgen çıkarttım. Demek ki bir kavramdan birçok kavramda çıkabiliyormuş. Onun için o kavram üzerinde durup, onu harmanlamamız lazım. Onun üzerine gidersek birçok kavramı elde edebiliriz. Yani sadece … yani benim demem özetle şu ki yani sade bir konuya odaklanmamalı. O konuyla ilgili yan dallarını da araştırıp yani bir ağacın sadece gölgesine değilde onun dallarına hatta yapraklarına kadar ilerlememiz lazım. Bunun içinde tabi farklı fikirler farklı kişiler tarafından farklı kişilerden görüşme yapmamız gerektiğini düşünüyorum.

Peki, bunda Hocanın katkısı vardı. Böyle bir ders planı hazırladı. Ama bundan sonra Hoca olmayacak.

Tabi bu bizim için üzüntü verici çünkü mesela gelecek öğretmen, Hocanın yerine gelecek hocanın acaba Hoca gibi mi devam eder yoksa yine düz mantık tek yönlü Hoca anlatıp öğrenci dinler gibi bu tabi bilemiyoruz yani Hoca gibi

Yok gelecek olan Hocayı bir kenara bıraktığımızda artık sana bakan yönüyle

Şimdi ben Hocanın dersini aldıktan sonra, bu dönemki geometri dersinden sonra bende şu bakış açısı uyandı açıkçası şöyle ki yani ben üç yıl sonra öğretmen olduğumda öğrenciye tahtada anlatıp "bu budur buda budur" ezbere değil de. Yani nasıl diyim araştırmaya yönelik birbiriyle tartışmaya, ondan çıkarım elde etmeye yönelik dersler vermeye. Hatta yani çevremdeki insanların böyle davranmasını ümit ediyorum. Yani böyle bu şekilde devam etmek istiyorum.

Bazı arkadaşların şöyle dedi "hocam testleri veriyorsunuz konuyu anlatmıyorsunuz. İlkbaşta konu anlatılmalı sonra test verilmeli" sen ne düşünüyorsun?

O arkadaşlarımın görüşüne saygı gösteriyorum. Ama bence bu matematik öğretmenliğine gelen bir kişi belli bir birikimle gelmiş olmalı. Nasıl diyim LSY, YGS de sıfır matematik çekip değil de matematiği seven, matematikle ilgili, matematiğe aşina olarak gelmesi gerektiğini ümit ediyordum. Ama şöyle ki tamam bazı arkadaşlarımız geometriyi, matematiği dört dörtlük bilmeyebilir. Hatta biz burada öğrenciyiz öğretmen değiliz. Bitirmişte değiliz. Hala bilmediğimiz birçok nokta var. ama şuan testlerde gördüğümüz geçen senenin tabanı. Zaten onu bilmemiz lazım diye düşünüyorum. Ama yine de arkadaşlarının o görüşüne saygı gösteriyorum.

Sence böyle olsun mu olmasın mı?

Ben bu dersleri anlatmanın zaman kaybı olduğunu düşünüyorum. Çünkü zaten dediğim gibi arkadaşların belli bir alt yapısı olup, bunu pratiğe dökmeleri lazım. Yani konuyla zaman harcamak yerine, test çözerek pratiğe daha farklı

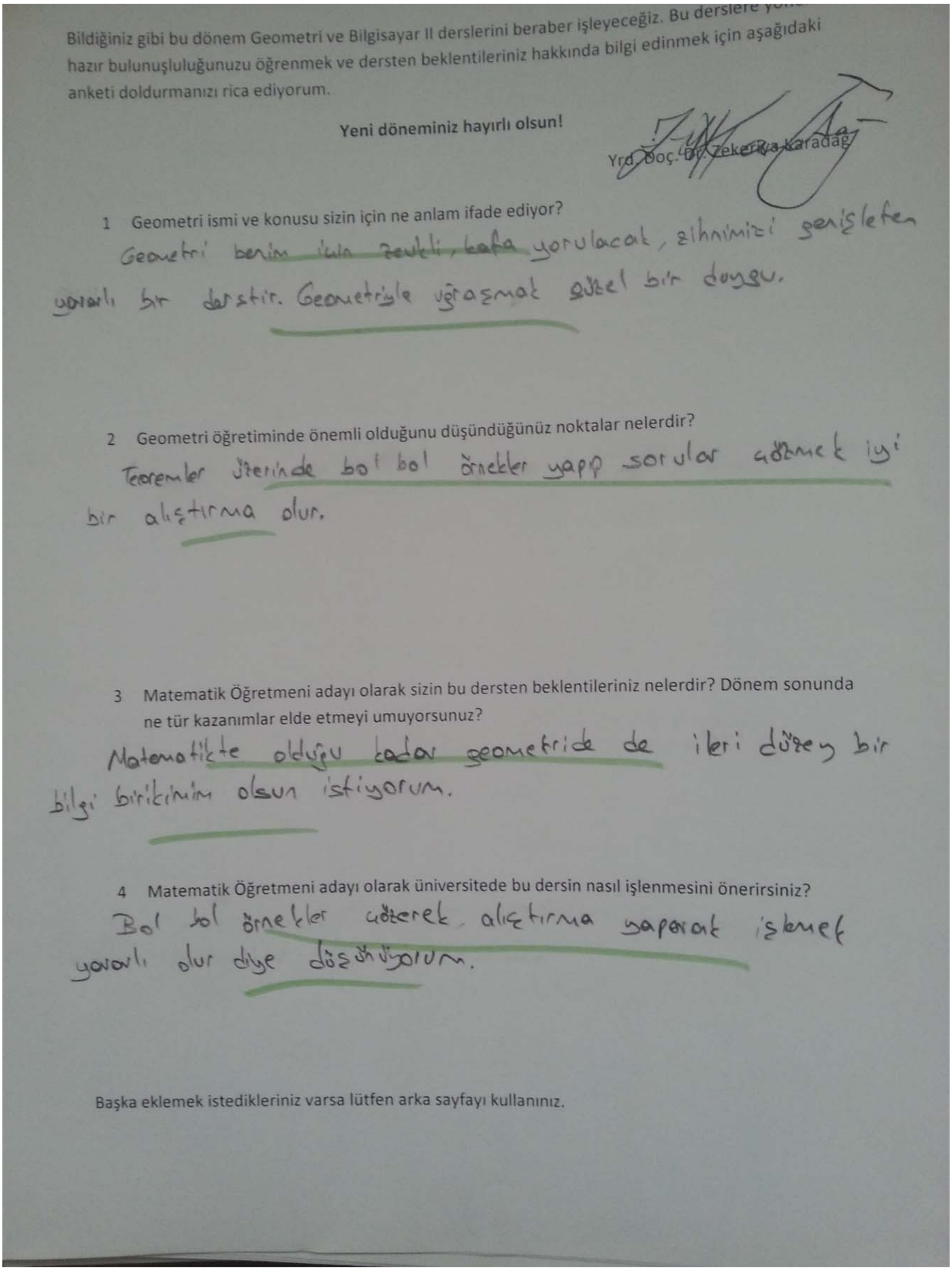
Senin eklemek istediğin şurası şöyle olsaydı burası böyle olsaydı dediğin şeyler varsa, bizim adımıza da

Mesela ben testleri veriyorum. Sonuçlara bakıyorum 85-90, 80-90 veya 70-70 ama ben bakıyorum ya bu kesin di. Mesela bazen şık yanlış diye siz çizdiğiniz oluyor. Normal ÖSS de öyle bir şey yoktu şık doğruysa doğrudur. Yanlışsa yanlıştır. Yani gidiş yoluna puan verilmez. Ama şunu gördüm biz gidiyoruz sonucu buluyoruz. Ama bu çocuk nerden bulmuş. Burada bir sorguladığınızı gördüm. Ve mesela bazen dediniz ki teoremleri kullanmayın. Altında yatan ana sebeplerle örneğin benzerlik gibi kullanarak yapın dediniz. Doğru mesela bence de böyle olmalı. Çünkü biz orda nasıl diyeyim.. ana kayayı oluşturmamız lazım. Çünkü temel olmadan üstüne bir şey koyamayız. Ee şimdi formülü sen bugün ezberlersin yaparsın. Taam ona bir şey diyemem. ama yarın öbür gün unuttuğun zaman o zaman sıkıntı olur. Ben testlerin bu şekilde devam etmesini ümit ediyorum. Çünkü mesela sorgulayıcı. Ya diyelim yapmıştır. Birisinden mi gördü yaptı? Yoksa az önce dediğim gibi 5-12 yi görünce hemen 13 ü yapıştırdı mı? Yani onu sorgulaması lazım. Ben öyle düşünüyorum.

Peki, sınıfın genel düşüncesi ne? Sınıf 46 kişi hepsini mülakata alamazdık. 12 kişiyi seçtik. Bu 12 kişide kendini derste ifade eden kişiler seçerken bunlara dikkat ettim diğer arkadaşların sorarsa. Kalan 34 kişiyi çağıramadık onların da düşünceleri varsa sonuçta sınıfta böyle şeyleri konuşuyorsunuz tartışıyorsunuz.

Şimdi ben arkadaşlarımın görüşünü şöyle ifade edeyim. Arkadaşlarımız geometri ve bilgisayar derslerinden bu dönem açıkçası memnun. Ha bizi zorladı mı zorladı. Ama yani nasıl diyim emeksiz aş olmaz derler. Şimdi eğer çalışmazsın, emek harcamazsın sonuca varırsın ama pek bir şey öğrenemezsin. Ama burada biraz zorlanırsın. Ama sonuçta belli bir verim elde edersin. Biz ilk başta zorlandık. Çünkü nasıl diyim biz.. hoca anlatır derste giderdi. Biz öyle gördük 12 yıl boyunca ama bu yıl biraz farklı oldu. mesela diyelim. Biz projeler yaptık etkinlikler yaptık. Bilmem bir sürü şeyler yaptık. Bunlar tabi ki bizimde emek harcadığımızdan dolayı bizi zorladı. Ama sonuç olarak biz bunların içinde olduğumuzdan dolayı birçok şeyi öğrenmiş olduk. Arkadaşlarımla da konuşuyorum. Günlük sohbetlerimiz de bu konuda düşünüyorlar. Ama daha da ileri gitmesini ümit ediyorum yani. Sade nasıl diyim biz böyle devam ediyoruz ama bu dönemlik değil de önümüzdeki yıllarda da

Ek. 2. Dönem başındaki görüş formu



Bildiğiniz gibi bu dönem Geometri ve Bilgisayar II derslerini beraber işleyeceğiz. Bu derslere yö… hazır bulunuşluluğunuzu öğrenmek ve dersten beklentileriniz hakkında bilgi edinmek için aşağıdaki anketi doldurmanızı rica ediyorum.

Yeni döneminiz hayırlı olsun!

Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ

1 Geometri ismi ve konusu sizin için ne anlam ifade ediyor?

Geometri benim için zevkli, kafa yorulacak, zihnimizi genişleten yararlı bir derstir. Geometriyle uğraşmak güzel bir duygu.

2 Geometri öğretiminde önemli olduğunu düşündüğünüz noktalar nelerdir?

Teoremler üzerinde bol bol örnekler yapıp sorular çözmek iyi bir alıştırma olur.

3 Matematik Öğretmeni adayı olarak sizin bu dersten beklentileriniz nelerdir? Dönem sonunda ne tür kazanımlar elde etmeyi umuyorsunuz?

Matematikte olduğu kadar geometride de ileri düzey bir bilgi birikimim olsun istiyorum.

4 Matematik Öğretmeni adayı olarak üniversitede bu dersin nasıl işlenmesini önerirsiniz?

Bol bol örnekler çözerek alıştırma yaparak işlemek yararlı olur diye düşünüyorum.

Başka eklemek istedikleriniz varsa lütfen arka sayfayı kullanınız.

Ek. 3. Dönem sonundaki görüş formu

Bildiğiniz gibi bu dönem Geometri ve Bilgisayar II derslerini beraber işledik. Sizin alışılmışın dışında ders işleyiş tarzımız olduğunu biliyorum. Derslerimizde değişik yöntemler ve etkinlikler uyguladık. Yaptığımız uygulamaların sizin beklentilerinizi ne ölçüde karşıladığı ve karşılayamadığı hakkında bilgi edinmek için aşağıdaki anketi doldurmanızı rica ediyorum.

Bundan sonraki hayat yolculuğunuzda sağlık ve başarı hep sizinle olsun!

Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ

1 Geometri ismi ve konusu sizin için ne anlam ifade ediyor?

Geometri benim için eskiden ezber, formül ve görmeyi ifade ediyordu. Bu sene sadece görme benim için geometri ifade ediyor. Çünkü formülleri ve ezberi aşarak ispatlarda bulunduğumuz için geometriyi öğrenmeye yeni yeni başladığımı gördüm.

2 Geometri öğretiminde önemli olduğunu düşündüğünüz noktalar nelerdir?

Geometri görme ve anlamaya dayalıdır. Geometriyi tam anlamıyla öğrenmek istiyorsak ezbere gitmeden formül kullanmadan anlayarak bir yerlere varmalıyız. Neyin nerden geldiğini öğrenmemiz lazım. Formülleri bilmek geometriyi bilmek değildir. Yani ispata dayalı öğrenmemiz lazım.

3 Matematik Öğretmeni adayı olarak bu ders beklentilerinizi ne ölçüde karşıladı? Dönem sonunda ne tür kazanımlar elde ettiğinizi düşünüyorsunuz?

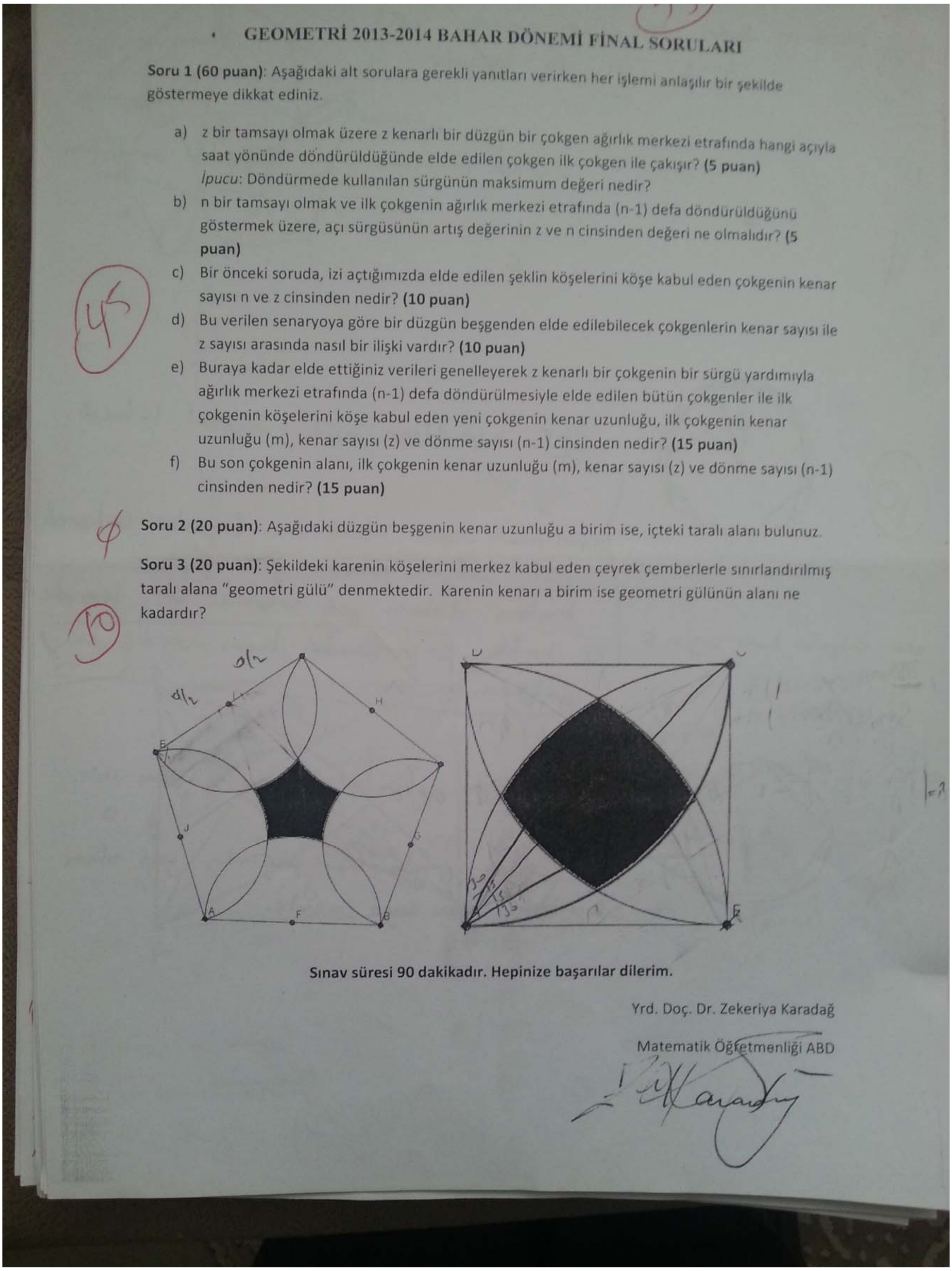
Açıkçası böyle bir eğitim tarzı beklemiyordum. İlk başta tedirgin ve korkmuştum. Ama sonra zaman geçtikçe bir süreç içerisinde olduğumu anladım ve öğretmeyi öğrendiğimizi gördüm. Sorgulamayı öğrendim. Sadece bir sonuca odaklanmadım. "Başka şekilde sonuca varılır mı?" diye sorgulamaya başladım.

4 Matematik Öğretmeni adayı olarak üniversitede bu dersin nasıl işleniş yöntemi ve içeriği hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

İlk başta korksam da şuan bu tarz işleyişten çok memnun ve mutluyum. Öğretmen olacağım için benim öğretmeyi öğrenmem lazımdı. Ben bu eğitimde bu derste başlamış oldum.

Başka eklemek istedikleriniz varsa lütfen arka sayfayı kullanınız.

Ek.4. Öğrencilerden birinin final sınavı



GEOMETRİ 2013-2014 BAHAR DÖNEMİ FİNAL SORULARI

Soru 1 (60 puan): Aşağıdaki alt sorulara gerekli yanıtları verirken her işlemi anlaşılır bir şekilde göstermeye dikkat ediniz.

a) z bir tamsayı olmak üzere z kenarlı bir düzgün bir çokgen ağırlık merkezi etrafında hangi açıyla saat yönünde döndürüldüğünde elde edilen çokgen ilk çokgen ile çakışır? **(5 puan)**
İpucu: Döndürmede kullanılan sürgünün maksimum değeri nedir?

b) n bir tamsayı olmak ve ilk çokgenin ağırlık merkezi etrafında (n-1) defa döndürüldüğünü göstermek üzere, açı sürgüsünün artış değerinin z ve n cinsinden değeri ne olmalıdır? **(5 puan)**

c) Bir önceki soruda, izi açtığımızda elde edilen şeklin köşelerini köşe kabul eden çokgenin kenar sayısı n ve z cinsinden nedir? **(10 puan)**

d) Bu verilen senaryoya göre bir düzgün beşgenden elde edilebilecek çokgenlerin kenar sayısı ile z sayısı arasında nasıl bir ilişki vardır? **(10 puan)**

e) Buraya kadar elde ettiğiniz verileri genelleyerek z kenarlı bir çokgenin bir sürgü yardımıyla ağırlık merkezi etrafında (n-1) defa döndürülmesiyle elde edilen bütün çokgenler ile ilk çokgenin köşelerini köşe kabul eden yeni çokgenin kenar uzunluğu, ilk çokgenin kenar uzunluğu (m), kenar sayısı (z) ve dönme sayısı (n-1) cinsinden nedir? **(15 puan)**

f) Bu son çokgenin alanı, ilk çokgenin kenar uzunluğu (m), kenar sayısı (z) ve dönme sayısı (n-1) cinsinden nedir? **(15 puan)**

45

Soru 2 (20 puan): Aşağıdaki düzgün beşgenin kenar uzunluğu a birim ise, içteki taralı alanı bulunuz.

ϕ

Soru 3 (20 puan): Şekildeki karenin köşelerini merkez kabul eden çeyrek çemberlerle sınırlandırılmış taralı alana "geometri gülü" denmektedir. Karenin kenarı a birim ise geometri gülünün alanı ne kadardır?

10

Sınav süresi 90 dakikadır. Hepinize başarılar dilerim.

Yrd. Doç. Dr. Zekeriya Karadağ

Matematik Öğretmenliği ABD

a) $\frac{360}{z}$ derece döndürüldüğü zaman ilk çokgenle çakışır.

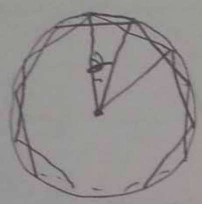
7 maksimum değeri bir dış açısına eşit
$\frac{360}{z}$'de bir dış açıdır.

b)

0

köşe sayısına eşit
$z(n-1) = t$ ise $\frac{360}{t} = ?$ [illegible] verir.

c)



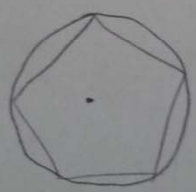
10

$\frac{360}{z} = z(n-1)$ tane eşit üçgensel bölge verir.

$z.(n-1)$ tane üçgen oluşur bu üçgenler birleşerek yeni çokgeni oluşturacağına göre, bunların tabanı yeni çokgenin bir kenarıdır.
O halde $\boxed{z(\cancel{n-1})}$ kadar kenarı vardır yeni çokgenin.
n

yeni çokgenin kenar sayısı S olsun
$S = (\cancel{n-1})z$
n

d)



0

$\frac{360}{S.z}$ = yeni çokgenlerin kenar sayısını verir.

z ~~artıkça~~ payda büyüyeceğinden yeni oluşan çokgenlerin kenar sayısı azalır.

e)

$\beta = m(\widehat{ACB}) = \frac{360}{z}$

$\alpha = m(\widehat{KCB}) = \frac{360}{z.n.1}$

x = yeni çokgenin kenar uzunluğu.

$m^2 = r^2 + r^2 - 2r.r.\cos\beta$

$m^2 = 2r^2(1-\cos\beta)$

$\boxed{\frac{m^2}{2(1-\cos\beta)} = r^2}$

$x = m\sqrt{\frac{1}{\left(1-\cos\frac{2\pi}{z}\right)} \cdot \left(1-\cos\frac{2\pi}{z.\cancel{n}}\right)}$

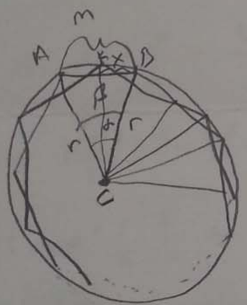
$x^2 = r^2 + r^2 - 2r.r.\cos\alpha$

$x^2 = 2r^2 - 2r^2.\cos\alpha$

$x^2 = 2\left(\frac{m^2}{2(1-\cos\beta)}\right) \cdot \left(1-\cos\alpha\right) \rightarrow$

15

f)



$\frac{360}{z} = \beta$

$m^2 = r^2 + r^2 - 2r.r.\cos\beta$

$m^2 = 2r^2(1-\cos\beta)$

$r^2 = \frac{m^2}{2(1-\cos\beta)}$

Son çokgenin kenar sayısı $= \frac{360}{z.n.1}$

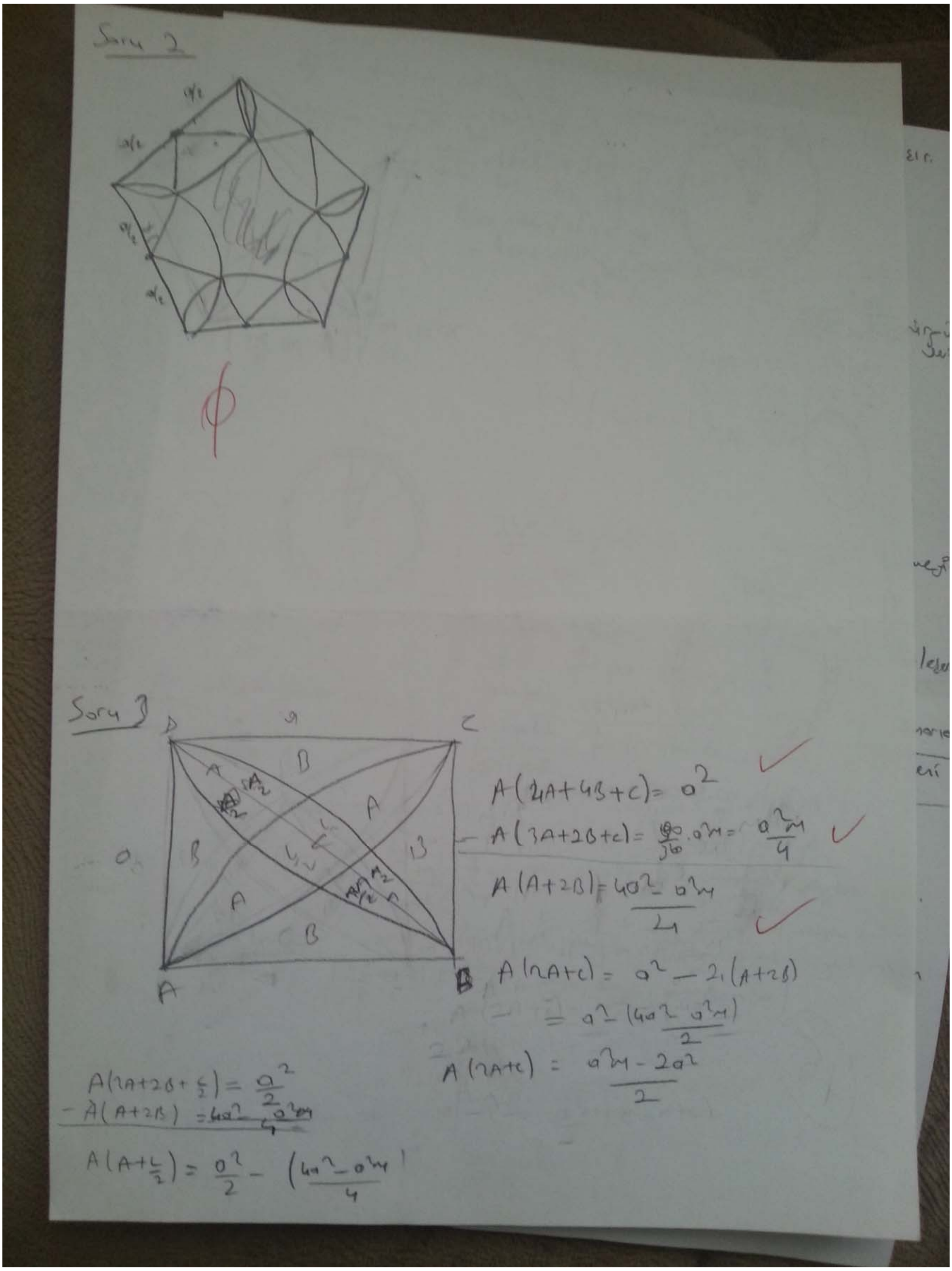
$\text{Alan}(\widehat{KCB}) = \frac{1}{2}.r.r.\sin(\alpha)$

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2}{2(1-\cos\beta)} \cdot \sin(\alpha)$

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2}{2.\left(1-\cos\frac{2\pi}{z}\right)} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{z.\cancel{n.1}\,n}\right)$

15

Yeni çokgenin tüm Alanı $= z.\left(\cancel{n.1.}\,n\right)\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{m^2}{2\left(1-\cos\left(\frac{2\pi}{z}\right)\right)} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{z.\cancel{n.1}\,n}\right)\right)$


Soru 2
Soru 3
D
C
A
B
A(4A+4B+C) = a²
A(3A+2B+C) = 90/360 · a²π = a²π/4
A(A+2B) = (4a² − a²π)/4
A(2A+C) = a² − 2.(A+2B)
A(2A+C) = (a²π − 2a²)/2
A(2A+2B+C/2) = a²/2
− A(A+2B) = (4a² − a²π)/4
A(A+C/2) = a²/2 − ((4a² − a²π)/4)

ÖZGEÇMİŞ

Araştırmacı, 1989 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve ortaokulunu İstanbul’da Nail Reşit İlköğretim okulunda, liseyi ise Rekabet Kurumu Bayburt Anadolu Öğretmen lisesinde tamamlamıştır. 2007 yılında başladığı Orta Doğu Teknik Üniversitesi İlköğretim matematik öğretmenliği programını 2012 yılında bitirmiş ve aynı yıl Bayburt Merkez’e bağlı Adabaşı köyü ortaokuluna atanmıştır. 2013 yılında Bayburt Üniversitesi İlköğretim Bölümünde yüksek lisans öğrenimine başlamış, 2014 yılında ise Bayburt Üniversitesi ilköğretim bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başlamış ve halen bu kurumda çalışmaya devam etmektedir.