

Dinamik Matematik Yazılımı Kullanımının Lise Öğrencilerinin Matematik Hakkındaki İnançlarına Etkisi¹

Tolga Kabaca²

Veli Tarhan³

Özet

Bu araştırma dinamik matematik yazılımları ile zenginleştirilen matematik öğrenme ortamının lise öğrencilerinin matematik hakkındaki inançlarında nasıl bir değişim oluşturduğunu belirlemeyi hedeflemiştir. Zayıf deneysel desenlerden, öntest – sontest tek gruplu modele göre yürütülen araştırmada üç alt boyuta sahip daha önce geliştirilmiş bir inanç ölçeğine göre öğrencilerin matematik hakkındaki inançları belirlenmiş ve 20 hafta süren dinamik matematik yazılımı GeoGebra destekli haftalık 2 saatlik seçmeli bir matematik dersinin inançlar üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Buna göre öğrencilerin matematik öğrenme süreci hakkındaki inançları ile ilgili bazı maddelerde olumlu yönde anlamlı değişim gözlemlenmekle birlikte bazı maddelerde de anlamlı olmasa da yine olumlu değişimler tespit edilmiştir. Matematiğin kullanımı ve matematiğin doğası ile ilgili inanç maddelerinde ise anlamlı bir değişim tespit edilmemiştir. Bulgulara bağlı olarak, uygun şartlarda dinamik matematik yazılımı destekli yürütülen matematik derslerinin öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarını olumlu düzeyde etkileyebileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Matematik inançları, dinamik matematik yazılımı, GeoGebra

Abstract

This research aimed to determine how the beliefs of high school students about mathematics changed in the environment enriched by dynamic mathematics software. The research was designed according to the pretest-posttest single group model which is one of the weak experimental research designs. The beliefs were determined by a belief scale which has three sub-dimensions before and after a 20 weeks elective mathematics course supported by the dynamic mathematics software GeoGebra. After the course, while some items about mathematics learning processes has been positively changed significantly some of the items showed a positive change even if it is not significant. A significant change, about nature of mathematics and usage of mathematics, could not be determined. According to these findings, it is thought that mathematics courses conducted by dynamic mathematics software have the potential of affecting the mathematical beliefs positively.

Key Words: Beliefs about mathematics, dynamic mathematics software, GeoGebra

¹ Bu çalışmanın bir kısmı 35. Psychology of Mathematics Education konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

²Yrd. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, tkabaca@pau.edu.tr

³Matematik Öğretmeni, Tavas Anadolu Öğretmen Lisesi, velitarhan@gmail.com

1. Giriş

Matematiksel inanç Schoenfeld (1985) tarafından, bir kişinin matematiğe ve matematiksel çalışmalara yönelik bakış açısını yansıtan dünya görüşü olarak tanımlanmaktadır. Ernest (1989)'in matematiksel inanç tanımı ise "bireylerin matematiksel kavramlar, fikirler ve matematik ile hayat hakkındaki felsefeleridir" şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Raymond (1997) matematiksel inançları, bir kişinin geçmiş matematiksel deneyimleri ile şekillenen kişisel değer yargıları olarak tanımlamakla matematiksel inanç ile geçmiş deneyimler arasında sıkı bir ilişki olduğuna vurgu yapmaktadır.

Matematik hakkındaki inançların, literatürde iki ya da üç sınıfa ayrıldığı görülmektedir. Skemp (1976) matematiksel inancın iki bakış açısı altında incelenmesini önermiştir. Bunlar, nasıl ve niçin olduğunu bilmeyi içeren ilişkiyel matematik inançları ve sebepsiz kuralları bilmeyi içeren enstrümantalist matematik inançları olarak sayılabilir. Ernest (1989) ise matematiksel görüşleri problem çözme, platonist ve enstrümantalist olarak üçe ayırmıştır. Problem çözme, matematiği dinamik ve sürekli olarak gelişen ve icat edilen bir kültürel ürün olarak görür. Buna göre matematik tamamlanmış bir ürün değil, sonuçları yenilenmeye açık olan tamamlanmamış bir süreçtir. Matematiği durağan bir yapıda gören platonist görüşe göre matematik kesin bilgiler topluluğudur. Bu bakış açısına göre matematik keşfedilir, icat edilmez. Enstrümantalist görüşe göre ise matematik ilişkisiz gerçekler ve kurallar topluluğudur. Uzmanlar tarafından istenen sonuca ulaşmak üzere eğitilerek kazanılan becerilerden ibarettir. Bir başka deyişle, matematik ilişkisiz ancak yararlı ve kullanışlı gerçekler ve kurallardan oluşur. Ernest (1989) bu üç çeşit matematik inancı arasında hiyerarşik bir sınıflandırma da önermiştir. Ernest'e göre en alt seviyede matematiksel gerçekleri, kuralları ve yöntemleri ayrıık parçalar gibi gören enstrümantalist inançlar, orta seviyede matematiği kendi içinde tutarlı ve bağlantılı bilgiler olarak gören platonist inançlar, en üst seviyede de matematiği sosyal ve kültürel bir bağlama yerleşmiş dinamik bir yapı olarak gören problem çözme adı verilen inanç türü yer almaktadır.

Lise çağındaki öğrencilerle yapılan çalışmalarda, öğrencilerin genelde enstrümantalist matematiksel inançlara sahip olduklarına dair bulgular tespit edilmiştir (Perry, 1968; Dweck ve Leggett, 1988; Schoenfeld, 1985 ve 1989). Matematiksel inanç çalışmalarının ilklerinden sayılabilecek bir çalışmada Perry (1968), bir grup lise öğrencisi ile görüşmeler yönetmiş ve matematiksel bilginin basit, kesin ve ancak bir otoriteden öğrenilebileceğini düşündüklerini belirlemiştir. Dweck ve Leggett (1988), hatırı sayılır miktarda lise öğrencisinin matematik öğrenmeyi doğuştan gelen bir yetenek olarak gördüğünü tespit etmiştir. Schoenfeld (1985) bazı lise öğrencilerinin bir matematik probleminin 10 dakikadan kısa sürede çözülebilmesi gerektiğini, aksi takdirde çözümünün imkânsız olduğunu düşündüklerini belirtmektedir. Bu öğrenciler, matematiksel bir formül ile ilgili olarak daha çok matematikçilere güvenmeyi tercih etmektedirler. Schoenfeld başka bir çalışmasında da, öğrencilerin okulda öğrenilen matematik ile soyut matematiği ilişkisiz gördüklerini tespit etmiştir (1989). Lampert (1990) öğrencilerin genelde problemlerin öğretmen tarafından kabul edilen bir yöntemle çözülmesi gerektiğini savduklarına dair

bulgulara rastlamıştır. Küçük yaştaki öğrenciler üzerinde yürütülen nadir çalışmalardan birinde Lucangeli, Coi ve Bosco 5. sınıf öğrencilerinin problemdeki rakamın büyüklüğünün problemi zorlaştırdığını düşündüklerini görmüşlerdir (1997).

Literatürde, öğrencilerin matematiksel inançları ile başarıları arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğuna dair bulgular göze çarpmaktadır (Schommer, 1990; Schommer, Crouse ve Rhodes, 1992; Schraw, Dunkle ve Bendixen, 1995; Dweck ve Bempechat, 1983; Schommer ve Walker, 1997; Schommer-Aikins Duell ve Hutter, 2005). Yani öğrencilerin matematik ve matematiksel bilgi hakkındaki fikirleri, problem çözüme düzeyine yükseldikçe matematiksel başarıları artmaktadır. Matematiksel bilgiyi basit ve ilişkisiz olarak gören lise öğrencilerinin, akademik bir metni anlama şanslarının düşük olduğu ve karmaşık çalışma stratejilerini kullanmadıkları tespit edilmiştir (Schommer, 1990; Schommer, Crouse ve Rhodes, 1992; Schraw, Dunkle ve Bendixen, 1995). Matematik öğrenmenin doğuştan gelen bir yetenek olduğuna inanan lise öğrencilerinin de matematik öğrenmeyi değersiz gördükleri belirtilmektedir (Dweck ve Bempechat, 1983; Schommer ve Walker, 1997). Dweck ve Bempechat'a göre (1983) matematik öğrenmeyi doğuştan gelen bir yetenek olarak gören öğrenciler zor bir problem ile karşılaştıklarında ısrarlı bir gayret göstermezken, diğer öğrenciler geliştirilebilir bir tavır sergilemektedirler. Matematiksel inanç ile matematik başarısı ve matematik öğrenme arasındaki ilişkinin iki yönlü olduğuna dair de kuvvetli bulgulara rastlanmaktadır (Schommer-Aikins Duell ve Hutter, 2005). Buna göre, matematiğin doğası hakkındaki inançları daha olumlu olan öğrenciler daha doğru ve güvenilir öğrenme alışkanlıkları edinirlerken, aynı zamanda matematiğe yönelik olumlu öğrenme alışkanlıkları kazanmış başarılı öğrencilerin de daha olumlu matematik inançları besleme eğiliminde oldukları gözlemlenmiştir.

Matematiksel inancın öğrencilere verilen görevler, ölçme teknikleri ve yöntem ve tekniklerden büyük ölçüde etkilendiği de belirtilmektedir (Mason, 2003). Mason (2003) 599 öğrenci üzerinde yürüttüğü çalışmasında, okulda matematiğin nasıl öğrenildiğinin öğrencilerin matematik inançları üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Mason ve Scrivanni (2004) 5. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğretmen merkezli bir yöntem yerine problem çözüme temelli öğretimin öğrencilerin inançları üzerinde olumlu etkisi olduğunu bulmuştur.

Öğrencilerin matematik inançları hakkında, Türkiye'de yapılan kısıtlı sayıda çalışma da uluslararası literatürle benzer bulgular içermektedir. Toluk-Uçar ve arkadaşları (2010) ortaokul düzeyindeki öğrenciler ile yönettikleri çalışmalarında öğrencilerin matematiği sayı ve işlemlerden ibaret gördüğünü tespit etmiştir. Benzer bir şekilde Kayaaslan'ın (2006) çalışması da 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin büyük bir bölümünün matematiğin sayılarla ilgilendiği düşüncesinde olduklarını göstermektedir.

Öğrencilerin matematik inançları hakkındaki çalışmalar özetle göstermektedir ki, özellikle küçük yaştaki öğrencilerin çoğu enstrümantalist görüşe yakın matematik inançlarına sahiptir. Bu durum yaş ilerledikçe olumlu yönde çok az bir değişim göstermekte ya da hiç değişim göstermemektedir. Matematik inançları ile matematik öğrenme

alışkanlıkları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Geçmiş yaşantılarının yanında, matematik öğretme yöntem ve teknikleri de öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarını etkileyen önemli faktörlerdendir.

Literatürdeki, matematik öğretme yöntem ve tekniklerinin öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarını olumlu yönde etkilemesine yönelik bulgular doğrultusunda, teknolojik gelişmelere paralel olarak ders ortamlarına son yıllarda sıkça girmeye başlayan dinamik matematik yazılımlarının öğrencilerin matematik inançlarını etkileme potansiyeli bu araştırmanın temel motivasyon noktasını oluşturmaktadır.

10. sınıf öğrencilerinin, matematiği daha iyi anlamada dinamik matematik yazılımından biri olan GeoGebra'nın kendilerine yardımcı olduğu yönünde bir düşünceye sahip olduğu belirtilmektedir (Kutluca ve Zengin, 2011). Kutluca ve Zengin, çalışmalarını her ne kadar 10. sınıf düzeyine sınırlandırmış da olsalar, bulgularının tüm lise düzeylerine genelleştirilebileceği düşünülebilir. Ayrıca öğretmenler üzerinde yapılan araştırmalarda da öğretmenlerin GeoGebra'yı kullanıcı dostu bir arayüze sahip ve matematik dersi sırasında sınıf ortamında kullanmaya uygun buldukları görülmüştür (Preiner, 2008; Hacımeroglu, Bu ve Hacımeroglu, 2010; Kabaca v.d., 2010).

Bu çalışmada öğrencilerin matematiğe yönelik inançlarının, dinamik matematik yazılımı GeoGebra'nın bir öğrenme ve tasarım aracı olarak kullanıldığı matematik öğrenme ortamında, değişme eğilimi gösterip göstermediğini belirlemek amaçlanmıştır. Matematik öğrenme süreçleri, matematiğin kullanımı ve matematiğin doğası alt boyutlarına sahip bir ölçek aracılığı ile belirlenecek olan matematik inançları hakkındaki bu araştırmada özel olarak aşağıdaki sorulara cevap aranacaktır.

1. Öğrencilerin matematik öğrenme süreci hakkındaki inançları dinamik matematik yazılımı ile matematik çalışmaktan etkilenmekte midir?
2. Öğrencilerin matematiğin kullanımı hakkındaki inançları dinamik matematik yazılımı ile matematik çalışmaktan etkilenmekte midir?
3. Öğrencilerin matematiğin doğası hakkındaki inançları dinamik matematik yazılımı ile matematik çalışmaktan etkilenmekte midir?

2. Yöntem

Ortalama bir ortaöğretim kurumundaki 11. sınıf düzeyinden 15 öğrenci bulunan seçmeli bir matematik dersi, haftada iki saat olmak üzere 20 hafta boyunca dinamik matematik yazılımı GeoGebra yardımı ile yürütülmüştür. İlk üç hafta boyunca öğrenciler GeoGebra'nın temel özelliklerini öğrenmişler ve büyük oranda tek başlarına kullanabilir seviyeye gelmişlerdir. Kalan 17 haftada, her hafta için birer etkinlik yönetilmiştir. Bu etkinliklerin bir kısmı öğrenciler için yeni matematik kavramlarını içerirken, bir kısmı da daha önceki sınıflarda geleneksel öğretim yöntemleri ile öğrendikleri kavramları içermektedir. Etkinlikler boyunca öğrenciler, öğretmenlerinin rehberliğinde ilgili kavramlar üzerine akıl yürütmeler yapmış ve daha çok kendi ulaştıkları sonuçları yorumlamaları istenmiştir. Öğretmen doğrudan bilgi

vermekten ve yazılımı sadece bir sunum aracı olarak kullanmaktan kaçınmıştır. Ekte sunulan tabloda ders süresince yapılan etkinlikler özetlenmiştir.

2.1. Araştırma Deseni

Araştırma tek grup ön test – son test modeline göre tasarlanmıştır. Buna göre öncelikle öğrencilerin ön-inanç puanları belirlenmiştir. 20 hafta süren uygulamanın tamamlanmasından ardından aynı ölçek tekrar uygulanarak öğrencilerin son-inanç puanları belirlenmiş ve farkın anlamlılığı istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

2.2. Verilerin Toplaması ve Analizi

Öğrencilerin ön ve son matematik inançları, 3 alt boyuta sahip bir ölçek yardımı ile belirlenmiştir. Aksu, Demir ve Sümer (2002) tarafından geliştirilen 20 maddelik bu ölçek, 10 madde ile matematik öğrenme süreci, 7 madde ile matematiğin kullanımı ve 3 madde ile de matematiğin doğası hakkındaki inançları belirlemektedir ve bütün olarak düşünüldüğünde 0.75 düzeyinde bir güvenilirliğe sahip olduğu rapor edilmiştir.

Rapor edilen güvenilirlik katsayısı yanında ölçeğin bu araştırmadaki güvenilirlik düzeyi de hem bütün olarak hem de alt boyutlar açısından belirlenmiştir. Ölçeğin bu araştırmadaki güvenilirlik katsayısı 0.65 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin matematik öğrenme süreci, matematiğin kullanımı ve matematiğin doğası hakkındaki alt boyutlarının güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0.466, 0.782 ve 0.756 olarak hesaplanmıştır. Her bir alt boyuttaki maddelerin ilgili alt boyutun bütünü ile korelasyonları da incelenmiştir. Buna göre, güvenilirlik katsayısı en düşük çıkan matematik öğrenme süreci alt boyutundaki maddelerin her birinin alt boyutun bütünü ile olan korelasyonu 0.15 ile 0.823 arasında değişmektedir. Matematiğin kullanımı alt boyutundaki maddelerin her birinin alt boyutun bütünü ile olan korelasyonu 0.30 ile 0.658 arasında değişmektedir. Matematiğin doğası alt boyutundaki maddelerin her birinin alt boyutun bütünü ile olan korelasyonu 0.431 ile 0.705 arasında değişmektedir.

Aksu, Demir ve Sümer (2002) tarafından geliştirilen matematik inanç ölçeğinin bu araştırmadaki sınırlı sayıda katılımcı ile hesaplanan güvenilirlik değerlerine ve her bir maddenin ilgili alt boyut ile olan ilişkisine bakıldığında ölçeğin tamamının ve alt boyutların her birinin toplam ya da ortalama puanları üzerinden değerlendirme yapmak yerine her bir maddenin ayrı ayrı değerlendirilmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir.

Ölçek 4'lü likert tipte hazırlanmış olup 4 puan ilgili görüşe kesinlikle katılma anlamına gelirken, 1 ilgili görüşe kesinlikle katılmama anlamına gelmektedir.

Araştırma grubu, uygulamanın yürütüldüğü dersi alan 15 kişi ile sınırlı olduğu için, öğrencilerin ön ve son matematik inançları parametrik olmayan karşılaştırma testlerinden Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiş ve uygulama öncesi ve sonrasındaki inançları arasında anlamlı bir değişim olup olmadığı bu yolla belirlenmeye çalışılmıştır.

3. Bulgu ve Yorumlar

20 haftalık dersten önceki ve sonraki inanç puanlarının ortalamaları ile standart sapmaları (betimsel istatistikleri) ile Wilcoxon testi sonuçları okumayı kolaylaştırmak açısından birleştirilmiş bir tabloda sunulmuştur. Analizler inanç ölçeğinin üç alt boyutuna göre sınıflanarak verilmiştir.

3.1 Matematik Öğrenme Süreci Hakkındaki İnançlar

Öğrencilerin matematik öğrenme hakkındaki inançları ile ilgili betimsel istatistikler ve inanç puanlarındaki değişimin anlamlılığının incelenmesine dair bilgiler Tablo-1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Matematik Öğrenme Süreci Hakkındaki İnanç Puanlarının İncelenmesi

Maddeler	Ön İnanç Puanları		Son İnanç Puanları		Wilcoxon İşaretli Sıralar testi Sonuçları					
	Ort.	Std.	Ort.	Std.	Soninanç - Öninanç	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Matematikte başarılı olmak için, doğru cevabı bulmak önemlidir.	2.64	.93	2.43	.85	Negatif sıra	5	5.4	27	-.55 ^a	.582
					Pozitif Sıra	4	4.5	18		
Matematik soruları öğretmen tarafından öğretilen yolla çözümlenir.	2.71	0.73	2.14	0.66	Eşit	5			-1.90 ^a	.057
					Negatif sıra	7	5.4	38		
Matematikte başarılı olmak için, problemleri hızlı ve doğru çözmek gereklidir.	2.79	1.05	2.64	1.08	Pozitif Sıra	2	3.5	7	-0.92 ^a	.927
					Eşit	5				
Matematikte başarılı olmak için, sınıfta öğrenilenler yeterlidir.	2.07	1.33	1.28	0.47	Negatif sıra	7	4.9	34	-1.73 ^a	.083
					Pozitif Sıra	4	8.0	32		
Matematik sadece öğretmenden öğrenilebilir.	2.64	1.01	1.79	0.80	Eşit	3			-1.99 ^a	.046 [*]
					Negatif sıra	8	8.0	64		
Matematikte başarılı olmak için, ezberde iyi olmak gerekir.	2.21	0.70	1.93	0.73	Pozitif Sıra	4	3.5	14	-1.00 ^a	.317
					Eşit	2				
Bir matematik kitabındaki alıştırmalar, sadece kitapta verilen yöntemler kullanılarak yapılabilir.	2.50	1.16	1.57	0.51	Negatif sıra	9	6.6	59	-2.37 ^a	.018 [*]
					Pozitif Sıra	2	3.5	7		
Bir matematik dersinde, sınavda sorulacak konuları bilmek yeterlidir.	2.43	1.02	1.86	0.77	Eşit	3			-1.72 ^a	.086
					Negatif sıra	5	4.8	24		
Bilgisayar kullanmak, matematik öğrenmeyi kolaylaştırır.	2.36	0.50	2.50	1.02	Pozitif Sıra	2	2.0	4	-5.77 ^b	.564
					Eşit	7				
Matematik, bir dâhinin işidir.	2.21	1.19	2.29	0.83	Negatif sıra	3	6.0	18	-1.83 ^b	.855
					Pozitif Sıra	6	4.5	27		
					Eşit	5				
					Negatif sıra	5	6.2	31		
					Pozitif Sıra	6	5.8	35		
					Eşit	3				

^a Pozitif sıralar temeline dayalı, ^b Negatif sıralar temeline dayalı, * p < .05

Öğrencilerin matematik öğrenme süreci hakkındaki inançlarını oluşturan 10 maddenin 2'sinde anlamlı bir değişim olduğu, diğer maddelerde anlamlı bir değişim olmamakla birlikte 3 madde de gözlenebilir bir değişim belirlenmiştir.

Matematik öğrenme süreci hakkında öğrencilerin inançlarında anlamlı bir değişim görülen maddelerden ilki matematiğin sadece öğretmenden öğrenileceği hakkındaki maddedir. Uygulamanın sonunda öğrencilerin *Matematik sadece öğretmenden öğrenilir* maddesi hakkındaki inanç puanları anlamlı seviyede değişim göstermiştir [$z=-1.99$, $p<.05$]. Fark puanlarının sıra toplamları dikkate alındığında, bu değişimin negatif sıralar, yani son inanç puanlarının aleyhinde olduğu söylenebilir. Bir başka deyişle öğrenciler matematiğin yalnızca öğretmenden öğrenileceğine inanmaya meyilli iken uygulama sonunda bu fikirlerinden vazgeçmişlerdir. Bu madde ile ilgili ön-inanç ve son-inanç puanlarına bakıldığında da uygulama öncesinde 2.64 düzeyinde iken uygulama sonunda 1.79'a gerilediği, yani bu düşüncelerinden vazgeçtikleri fark edilmektedir. Standart sapmanın da azaldığı, yani öğrencilerin görüşlerinde daha çok birleştiği de gözlemlenmektedir.

Öğrencilerin inançlarında anlamlı bir değişim tespit edilen ikinci madde ise *matematik kitabında alıştırmalar yalnızca kitapta verilen yöntemlerle çözülür* maddesidir. Öğrencilerin bu görüşe katılma puanlarında da anlamlı bir değişim gözlemlenmiştir [$z=-2.37$, $p<.05$]. Fark puanlarının sıra toplamları da değişimin negatif sıralar, yani son inanç puanı aleyhinde olduğunu işaret etmektedir. Buna göre öğrenciler matematik kitabındaki alıştırmaların kitapta verilen yöntemler dışında da çözülebileceğine inanmaya yönelmişlerdir.

Anlamlı değişim gözlenen 10 maddenin 2'si yanında, istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da 3 madde de önemli görülebilecek değişimler tespit edilmiştir. *Matematik sorularının yalnızca öğretmenin öğrettiği yöntemlerle çözülmesi gerektiğini* savunan öğrencilerin inanç puanları [$z=-1.90$, $p=.057$], *Matematikte başarılı olmak için sınıfta öğrenilenlerin yeterli olduğu* hakkındaki inanç puanları [$z=-1.73$, $p=.083$] ve *Matematik dersinde sınavda sorulacak konuları bilmenin yeterli olduğu* hakkındaki inanç puanları [$z=-1.72$, $p=.086$] gerilemiş ve standart sapma değerleri de azalmıştır. Yani öğrencilerin matematik öğrenme süreçleri hakkındaki görüşleri uygulama sonunda, matematik sorularının yalnızca öğretmenin öğrettiği yöntemlerle çözülmeyebileceği, matematikte başarılı olmak için sınıfta öğrenilenlerin yeterli olmadığı, matematik dersinde sınavda sorulacak konuları bilmenin yeterli olmadığına doğru değişim göstermiştir.

Öğrencilerin matematik öğrenme süreçlerine yönelik inançlarının enstrümantalist bir bakış açısından, daha çok problem çözme temelli bir bakış açısına doğru değiştiği söylenebilir.

3.2. Matematiğin Kullanımı Hakkındaki İnançların İncelenmesi

Matematiğin kullanımı hakkındaki inanç puanlarına yönelik betimsel istatistikler ve inanç puanlarındaki değişimin anlamlılığının incelenmesine dair bilgiler Tablo-2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Matematiğin Kullanımı Hakkındaki İnanç Puanlarının İncelenmesi

Maddeler	Ön İnanç Puanları		Son İnanç Puanları		Wilcoxon İşaretili Sıralar testi Sonuçları					
	Ort.	Std.	Ort.	Std.	Soninanç - Öninanç	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Matematik pratik zekânın gelişimine yardımcı olur.	2.71	1.20	3.36	0.63	Negatif sıra	2	2.5	5	-1.56 ^b	.119
					Pozitif Sıra	5	4.6	23		
					Eşit	7				
Matematik bilmek tüm meslekler için önemlidir.	2.86	1.10	2.93	0.83	Negatif sıra	5	4.1	20.5	-.241 ^b	.809
					Pozitif Sıra	4	6.1	24.5		
					Eşit	5				
Matematik, zihinsel bir pratiktir.	2.79	1.12	3.14	0.53	Negatif sıra	3	3.0	9	-1.29 ^b	.194
					Pozitif Sıra	5	5.4	27		
					Eşit	6				
Matematik, evrensel bir dildir.	2.79	1.19	3	0.87	Negatif sıra	6	3.7	22	-.570 ^b	.569
					Pozitif Sıra	4	8.3	33		
					Eşit	4				
Matematik günlük yaşamı kolaylaştırır.	2.79	1.05	2.43	0.94	Negatif sıra	8	6.3	50	-.889 ^a	.374
					Pozitif Sıra	4	7.0	28		
					Eşit	2				
Matematik, diğer derslerde başarılı olmak için gereklidir.	2.43	1.02	2.42	0.65	Negatif sıra	5	5.5	27.5	.000	1.00
					Pozitif Sıra	5	5.5	27.5		
					Eşit	4				
Matematik her derste kullanılır.	2.93	0.73	2.07	0.62	Negatif sıra	7	4	28	-2.46 ^a	.014 [*]
					Pozitif Sıra	0	0	0		
					Eşit	7				

^a Pozitif sıralar temeline dayalı, ^b Negatif sıralar temeline dayalı, ^{*} $p < .05$

Öğrencilerin matematiğin kullanımı hakkındaki inançları ile ilgili sadece bir maddede anlamlı bir değişim saptanmıştır. Öğrencilerin matematiğin kullanımı hakkındaki inançlarının uygulamadan pek etkilenmediği gözlenmektedir. Hatta matematiğin her derste kullanıldığına inanma ile ilgili maddede son inanç puanı aleyhine anlamlı bir değişim tespit edilmiştir [$z = -2.46$, $p < .05$]. Bu durum araştırmada beklenen bir sonuç değildir. Çoğunlukla kavramların matematiksel özelliklerini ön plana çıkaran etkinlikler seçilmiş olmasının böyle bir sonucu doğurmuş olabileceği düşünülmüştür. Ekte verilen tabloya dikkat edilirse sadece *saat inşa edelim* etkinliğinde matematiksel kavramların gerçek hayattaki kullanımına yönelik bir içerik bulunmaktadır.

3.3. Matematiğin Doğası Hakkındaki İnançların İncelenmesi

Matematiğin doğası hakkındaki inanç puanlarına yönelik betimsel istatistikler ve inanç puanlarındaki değişimin anlamlılığının incelenmesine dair bilgiler Tablo-3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Matematiğin Doğası Hakkındaki İnanç Puanlarının İncelenmesi

Maddeler	Ön İnanç Puanları		Son İnanç Puanları		Wilcoxon İşaretli Sıralar testi Sonuçları					
	Ort.	Std.	Ort.	Std.	Soninanç - Öninanç	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Matematik sayılardır.	2.57	0.76	2.64	0.84	Negatif sıra	4	4	16	-302 ^b	.763
					Pozitif Sıra	4	5	20		
					Eşit	6				
Matematik problem çözmeydir.	2.86	.077	2.43	0.51	Negatif sıra	8	6.2	49.5	-1.61 ^a	.109
					Pozitif Sıra	3	5.5	16.5		
					Eşit	3				
Matematik, hesaplamalar yapmaktır.	2.64	1.01	2.5	0.76	Negatif sıra	6	6.3	38	-.465 ^a	.642
					Pozitif Sıra	5	5.6	28		
					Eşit	3				

^a Pozitif sıralar temeline dayalı. ^b Negatif sıralar temeline dayalı. * p < .05

Matematik hakkındaki inanç ölçeğinin sadece üç maddeden oluşan matematiğin doğası boyutundaki inanç puanlarında anlamlı bir değişim tespit edilmemiştir. Dinamik Matematik Yazılımı ile yürütülen uygulamaların öğrencilerin matematiğin doğası hakkındaki görüşlerini değiştirmede etkisiz kaldığı gözlemlenmiştir.

4. Sonuç ve Tartışma

Öğrencilerin çoğunlukla, matematiğin kesin bilgilerden oluşan bir alan olduğu, ancak öğretmenden öğrenilebileceği ve sadece bir kaynağın önerdiği yöntemlerle matematik problemlerinin çözülebileceği, sayılar ve hesaplamalardan ibaret bir bilim olduğu gibi enstrümantalist ve platonist matematik inançlara sahip olması (Perry, 1968; Dweck ve Legget, 1988; Lampert, 1990; Schonfeld, 1985; Toluk Uçar v.d., 2006; Kayaaslan, 2010) ve öğrenme-öğretme yaklaşımlarının matematik inançları üzerinde önemli bir belirleyici rol üstlenmesi (Mason, 2003; Mason ve Scrivanni, 2004) temel motivasyonlarından yola çıkılarak tasarlanan bu çalışmada dinamik matematik yazılımının yoğun olarak kullanıldığı 20 hafta süren bir matematik dersinin sonunda lise öğrencilerinin matematik hakkındaki inançlarının nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

Matematik öğrenme süreci, matematiğin kullanımı ve matematiğin doğası alt boyutlarına sahip hazır bir inanç ölçeğinin (Aksu, Sümer ve Demir, 2002) ölçme aracı olarak kullanılması neticesinde öğrencilerin matematik öğrenme süreci hakkındaki inançlarında anlamlı değişimler gözlenirken matematiğin kullanımı ve doğası hakkındaki inançlarında beklenen olumlu değişim gözlemlenememiştir.

Matematik öğrenme süreçleri hakkındaki inançlar ile ilgili maddeler ayrı ayrı incelendiğinde, uygulama öncesinde öğrencilerin matematik sorularının öğretmen tarafından öğretilen yöntemle çözülmesi gerektiğine (2.71) ve matematiğin sadece öğretmenden öğrenilebileceğine (2.64), matematikte başarılı olmak için doğru cevabı (2.64), hızlı bir şekilde (2.79) bulmanın önemli olduğuna, alıştırmaların sadece kitapta verilen yöntemlerle çözülebileceğine (2,50) dair inançlarının oldukça kuvvetli olduğu

görülmüştür. Bu bulgu, lise ve yakın düzeydeki öğrencilerin çoğunlukla bilgiyi kesin ve otoriteden edinilen bir şekilde algıladıklarına dair bulgular ile örtüşmektedir (Perry, 1968; Dweck ve Legget, 1988; Lampert, 1990; Schonfeld, 1985). Bu durum öğrencilerin, Ernest'in sınıflandırmasına göre (1989) daha çok platonist ve enstrümentalist matematik inançlarına sahip olduklarına dair bulguları kuvvetlendirmektedir. Uygulama sonunda öğrencilerin matematiğin sadece öğretmenden öğrenilebileceği ve kitaplardaki alıştırmaların kitaptaki yöntemlerle çözülebileceği hakkındaki görüşlerinden anlamlı düzeyde vazgeçme eğiliminde oldukları, benzer nitelikteki diğer görüşlerinde de geri adımlar attıkları görülmüştür. Tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarını olumlu yönde etkilediği ve matematiksel süreci, problem çözme düzeyinde önemli görmeye başladıkları söylenebilir. Mason ve Scrivanni de öğretmen merkezli bir öğretim yerine problem çözme temelli ve öğrenci merkezli bir öğretim uygulandığında öğrencilerin matematik hakkındaki inançlarının olumlu yönde etkilendiğini belirtmektedirler (2004).

Dinamik yazılımın yapılandırmacı felsefe paralelinde, bir sunum aracı olmaktan çok deneme-yanılmalara izin veren bir öğrenme tasarımı eşliğinde kullanıldığı ortamda öğrencilerin matematik öğrenme süreci hakkındaki inançlarının olumlu yönde değişmesi beklenen ve memnuniyet verici bir sonuçtur. Bunun yanında öğretim yöntem ve tekniklerinin matematik hakkındaki inançları olumlu yönde etkilediğini vurgulayan literatür bulguları ile de paralellik göstermektedir (Mason, 2003; Mason ve Scrivanni, 2004).

Matematik öğrenme süreçleri ile ilgili olarak öğrencilerin bilgisayar kullanmanın matematik öğrenmeyi kolaylaştıracağına dair inançları uygulama öncesinde orta düzeyin biraz üzerinde iken (2.36) uygulama sonrasında biraz kuvvetlene de anlamlı oranda artmıştır (2.50). Bilgisayarın yoğun ve mümkün olduğunca öğrenci merkezli bir anlayış çerçevesinde kullanılmış olmasına rağmen öğrenciler bu madde ile ilgili fazla bir fikir değişikliğine gitmemişlerdir. Uygulamanın 20 hafta sürmesi ve yenilik etkisinin kaybolmaya yüz tutmasının bunda etkisi olabileceği gibi öğrencilerin yaşadığı bazı teknik zorlukların da fikirlerinin ciddi oranda etkilenmemesinde katkısı olduğu söylenebilir. İnfomal gözlemlerle ulaşılan bu sonucun uygulamaya katılan öğrenciler ile yürütülecek mülakatlar ile incelenmesi mümkün olabilirdi ancak idari engellerden dolayı gerçekleştirilememiştir. Benzer bir araştırmanın nitel bir araştırma deseni ile de desteklenmesi bu konudaki açığı doldurabileceği düşünülmektedir.

Matematiğin kullanımı ile ilgili inançlar ayrıntılı olarak incelendiğinde maddelerin çoğunda anlamlı bir değişim görülmezken öğrencilerin matematiğin her derste kullanılabileceğine dair inançları azalmıştır. Uygulama boyunca seçilen etkinliklerin çoğunlukla kavramların matematiksel yapısının incelenmesi üzerinde yoğunlaştığı sadece bir etkinliğin matematiksel kavramların gerçek hayattaki karşılıkları ile ilgili olmasının bu sonuçta etkisi olabileceği düşünülebilir. Buradan yola çıkarak, benzer bir ders ortamında öğrenciler için hazırlanan etkinliklerde kavramlar arası ilişkileri inceleme ile kavramların

gerçek hayat ile ilişkilerini incelemeye dengeli bir şekilde yer vermenin ihmal edilmemesi önerilebilir.

Ayrıca, matematiğin kullanımı ile ilgili maddelerin bazılarında ciddi puan artışları göze çarpmaktadır. Matematiğin pratik zekânın gelişimine yardımcı olacağına inanma düzeyi 1.20 standart sapma ile 2.71'den 0.63 standart sapma ile 3.36'ya yükseldiği; matematiğin zihinsel bir pratik olduğuna dair inanç düzeyinin ise 1.12 standart sapma ile 2.79'dan 0.53 standart sapma ile 3.14'e yükseldiği gözlemlenmiştir. İlgili maddeye inanma düzeyi yükselirken standart sapmanın da ciddi oranda düşmesi aslında bu maddelere katılma oranının arttığı anlamına gelebilir. Ancak araştırma grubunun 15 kişiden ibaret olmasından ve parametrik olmayan bir testten yararlanma zorunluluğundan dolayı gerçek etki ölçülememiş olabilir. Bu açıdan, daha geniş katılımlı araştırmalara ihtiyaç olduğu önerilebilir.

Matematiğin doğası ile ilgili inançlara göz atıldığında, bu alandaki bazı literatür bulguları ile paralel bulgulara rastlanmıştır. Toluk Uçar ve arkadaşlarının (2006) ve Kayaaslan'ın da (2010) tespit ettiği gibi öğrenciler matematiği sayılardan ve hesaplama yapmaktan ibaret görme eğilimindedirler ve bu yaklaşımları uygulamadan etkilenmemişlerdir. Yine informal gözlemlere göre, öğrenciler bu dersi matematik dersi gibi algılamamışlardır. Bu açıdan, matematiğin doğasına dair görüşlerinde hızlı bir değişim olmaması normal karşılanabilir. Daha önce de belirtildiği gibi nitel bir araştırma desteğinin daha detaylı yorumlanabilecek sonuçlar üretmesi de mümkün olabilir. Ayrıca, hazır bir inanç ölçeğinin kullanılması bu araştırmanın kısıtlarından biridir. Matematiğin doğasına dair inançları ölçen güncel bir ölçeğin geliştirilmesi ve kullanılması daha farklı sonuçlar sunabilir. Öğrencilerin matematiği problem çözme olarak algılamalarına dair uygulama öncesi ve sonrası inanç puanları sırasıyla 2.86 ve 2.43 olarak ölçülmüştür. Bu noktada öğrencilerin problem çözme kavramını rutin alıştırmalar çözmekten öte algılamadığı düşünülmektedir.

Özetle, lise öğrencilerinin matematik hakkındaki inançlarının, özellikle matematik öğrenme sürecine dair maddeler bağlamında, dinamik matematik yazılımı destekli bir öğrenme ortamında olumlu yönde değiştiği tespit edilmiştir. Matematiğin kullanımı ve matematiğin doğasına ilişkin görüşlerinde ise anlamlı bir değişim tespit edilememiştir. Tasarlanan ortamda dinamik yazılım olarak seçilen GeoGebra yazılımının öğrenciler tarafından kendilerine yardımcı olarak görülmesi de (Kutluca ve Zengin, 2011) düşünüldüğünde, matematik kavramlarını öğrendikleri asıl matematik derslerinin, mümkün olduğunca dinamik yazılım desteğinde sürdürülmesinin, matematik öğrenme süreçleri yanında matematiğin kullanımı ve doğası hakkındaki inançlarının da olumlu şekilde etkilenebileceği düşünülmektedir.

The Effect of Dynamic Mathematics Software to the High School Students' Beliefs about Mathematics

Extended Abstract

Literature commonly suggests that students generally believe in mathematics consist of certain and unrelated knowledge and can be learned only from a external source rather than mathematics is a work of non-routine problem solving and investigating the relations between and within the concepts. Literature also advocates that beliefs about mathematics may be effected by the teaching strategies and environment. A constructivist student centered environment may help students develop more positive beliefs about mathematics. In this context, "Is a dynamic mathematics software supported mathematics learning environment effective on students' beliefs about mathematics?" was chosen as a valuable research question.

A quasi experimental pretest-posttest one group model was designed for the research. 15 students covered for a 2 hours per week elective mathematics course which lasts 20 weeks totally. The course was not an actual mathematics course. It was designed as additional activity course. GeoGebra the free dynamic software was chosen as dynamic tool and students were given 17 activities on some mathematical concepts mostly on revising the pre-learned mathematical concepts while some of them are new. A four point likert type mathematical belief test, which has 20 items, each was used to measure students' beliefs. Students took the test before and after the course. The significance of the difference between pre and post belief scores was analyzed by Wilcoxon signed rank test which is one of the non-parametric statistic tests. The mathematical belief test had three sub-factors namely process of learning mathematics, use of mathematics and nature of mathematics. The scores were analyzed according to this classification.

At the end of the research, the pre-belief scores were found mostly parallel to findings in the literature as mathematics can be learned only from an external source, the use of mathematics is limited in other areas and mathematics is numbers and calculations. After 20 weeks course, which is conducted under constructivist view, students beliefs about process of learning mathematics was significantly changed in positive way. While students' pre-belief scores about the items "Mathematics can be learned from the teacher only" and "Mathematics problem can be solved by the ways defined in the textbooks only" were 2.64 and 2.50 respectively, the post-belief scores were measured as 1.79 and 1.57 respectively. This difference was significant according to Wilcoxon signed rank test as $[z=-1.99, p<.05]$ and $[z=-2.37, p<.05]$. Besides, the beliefs about other items also changed positively, even if the change is not significant statistically. This can be accepted as an explicit clue on dynamic mathematics software supported mathematics learning positively effective on students' belief about process of learning mathematics. On the other hand, students' beliefs about use of mathematics and nature of mathematics did not change significantly.

Kaynaklar/References

- Dweck, C.S. ve Legget, E.L. (1988). A Social-Cognitive Approach to Motivation and Personality. *Psychological Review*, 95, 256-273.
- Dweck, C.S. ve Bempechat, J. (1983). Children's theories of intelligence: Consequences for Learning. In S.G Paris, G.M.Olson ve H.W. Stevenson (Eds.), *Learning and Motivation in the Classroom* (239-256)
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. In P. Ernest (Ed.), *Mathematics Teaching: The State of the Art* (pp.249-254). New York: The Falmer Press.
- Haciomeroglu, E.S., Bu, L. Ve Haciomeroglu G. (2010). Inegrating Technology into Mathematics Education Teacher Courses, GeoGebra NA2010, Ithaca College, Ithaca, NY, USA, July 27-28.
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. and Bulut, M. (2010). Introducing the Mathematics Teachers with the Dynamic Mathematics Software GeoGebra in Eurasia Meeting of GeoGebra and Their Views about GeoGebra, *Journal of Turkish Computer and Mathematics Education-TURCOMAT*, Vol.1 No.2, 148-165
- Kayaaslan, A. (2006). İlköğretim 4. ve 5. Sınıf Öğrencilerinin Matematiğin Doğası ve Matematik Öğretimi Hakkındaki İnançları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- Kutluca, T. ve Zengin, Y. (2011). Matematik Öğretiminde GeoGebra Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching, *American Educational Research Journal*, 273 29-63.
- Lucangeli, D., Coi, G. ve Bosco, P. (1997). Metacognitive awareness in good and poor math problem solvers. *Learning Disabilities Research and Practice*, 12, 209-212
- Mason, L. (2003). Highschool Students' Beliefs about Maths, Mathemaical Problem Solving, and Their Achievement in Maths: A cross-sectional study, *Educational Psychology*, Vol. 23, No.1 73-85
- Mason, L. ve Scrivanni, L. (2004). Enhancing students' Mathematical Beliefs: An Intervention Study. *Learning and Instruction*, 14, 153-176.
- Perry, W. G. (1968). Patterns of Development in Thought and Values of Students in a Liberal Arts College: A Validation of a Scheme. Cambridge. MA: Bureau of Study Counsel. Harward University. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 024315)
- Preiner, J., (2008), Introducing Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teachers: The Case of GeoGebra, Dissertation in Mathematics Education, Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg, Austria.
- Raymond, A.M. (1997). Inconsistency between a begining elementary school teacher's mathematics beliefs amd teaching practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 28, No. 5, 550-576.

- Schraw, G.S., Dunkle, M.E. ve Bendixen, L.D. (1995). Cognitive Processes in Well-Defined and Ill-Defined Problem Solving. *Applied Cognitive Psychology*, 9, 523-538.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20, 338-355
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- Schommer-Aikins M., Duell, O. K. ve Hutter, R. (2005). Epistemological Beliefs, Mathematical Problem-Solving Beliefs and Academic Performance of Middle School Students, *The Elementary School Journal*, 105 (3), pp: 289-304.
- Schommer-Aikins M. & Walker K., (1997). "Epistemological Beliefs And Valuing School: Considerations for College Admissions And Retention", *Research in Higher Education*, 38 (2), pp: 173-86.
- Schommer, M., Crouse, A, ve Rhodes, N. (1992). Epistemological Beliefs and Mathematical Text Comprehension: Believing it is simple does not make it so. *Journal of Educational Psychology*, 84, 435-443
- Schommer, M. (1990). The Effects of Beliefs about The Nature of Knowledge on Comprehension, *Journal of Educational Psychology*, 82: 498-504.
- Skemp, R. R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 20–26.
- Toluk Uçar, Z., Pişkin, M., Akkaş, E. N. ve Taşçı, D. (2010), İlköğretim Öğrencilerinin Matematik, Matematik Öğretmenleri ve Matematikçiler Hakkındaki İnançları, *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 131-144.

Ekler

Uygulamada Yürütülen Etkinlikler

Etkinliğin adı	Amacı	Açıklama
Noktadan doğruya	Doğrunun noktalardan oluştuğunu fark edilmesini sağlamak	Bir sürgü yardımı ile bileşenleri arasında lineer bir ilişki olan bir sıralı ikili (nokta) tanımlanmış ve sürgünün değişimi ile noktanın iz bıraktığı yerin gözlemlenmesi sağlanmıştır.
Doğru parçaları ile süsleme	Düzlemsel süslemeleri dinamik olarak müdahale ederek değişimin gözlemlenmesini sağlamak	Çeşitli formlardaki süslemelerin dinamik ortamda tasarlanması sağlanmıştır.
Sabit çevreli dikkörtgenin alanı	Çevresi sabit bırakılan bir dikkörtgenin alanındaki değişimi gözlemlenmek	Boyutları değiştirildiğinde çevresi sabit kalan bir dikkörtgenin alanının görsel ve sayısal değişimi gözlemlenmiştir.

Carnot teoreminin görselleştirilmesi	Belli şartlara sağlayan teoremin her durumda sağlandığını gözlemek	Carnot teoreminin ifadesine uygun bir yapının inşa edilmesi sağlanmıştır.
Parabolün katsayıları	Parabolün katsayılarının değişmesi ile grafiğinin nasıl etkilendiğini gözlemek	Katsayıları sürgüler ile kontrol edilen, genel formda bir parabol inşa edilmesi sağlanmıştır.
Kenarları verilen üçgen	Kenarları verilen bir üçgenin tek türlü çizilebildiğini gözlemek ve buradan açı-kenar ilişkilerini çıkarmak	Kenar uzunlukları sürgüler ile kontrol edilen bir üçgen oluşturulmuş ve hangi kenar uzunluklarında üçgenin oluşamayacağı görülmüştür.
Açıortay inşa edelim	Geogebra'nın hazır açıortay aracını kullanmadan açıortay elde etmek	Çemberler yardımı ile açının iki eşit parçaya ayrılması sağlanmıştır.
Üçgenin iç ve dış açıortayları	Üçgenin iç ve dış açıortaylarının kesişim noktasını merkez kabul eden çember ile ilgili özellikleri gözlemek	Açıortayların kesişim noktasını merkez kabul eden bir çember önce görsel yollar ile oluşturulmaya çalışılmış, sonra da cebirsel olarak elde edilmiştir. Bu yolla sezgisel yaklaşım ile Matematiksel kesinlik arasındaki ilişki fark edilmiştir
Kenarortaylardaki gizli oran	Ağırlık merkezinin herhangi bir köşeye olan uzaklığı ile o köşenin karşısındaki kenara olan uzaklığı arasındaki oranı belirlemek	Her kenarın orta noktası orta nokta sekmesi aracılığı ile bulunmuş ve o noktalar karşısındaki köşeler ile birleştirilmiştir. Böylece doğru parçalarının kesişmesinden elde edilen noktanın ağırlık merkezi olduğu vurgulanmıştır. Ardından ağırlık merkezinin herhangi bir kenara ve karşısındaki köşeye olan uzaklıkları hesaplatılarak hesap çizelgesi bölümüne girilmiş ve bu iki değer arasındaki oran hesaplatılmıştır. Dinamik olan üçgenin değiştirilmesi ile oranın değişmediği gözlemlenmiştir.
Çemberin çevresi ve çapındaki gizli oran π sayısını tekrar keşfedelim	π sayısının bir çemberin çevresinin çapına oranı olduğunu fark ettirmek π sayısına, kare ve iç-teğet çember aracılığı ile farklı bir yoldan ulaşabilmek	Yarıçapı sürgü ile kontrol edilen dinamik çemberin çapı ve çevresi hesap çizelgesine girilerek oranın π sayısı olduğu bulunmuştur. Yarıçapı sürgü aracılığı ile kontrol edilebilen bir daire ve bu daireyi iç-teğet kabul eden bir kare elde edilmiştir. Dairenin alanı ile karenin içinde, daire dışında kalan fark alanı arasındaki oran aracılığı ile π sayısına ulaşılmıştır.

Merkez ve çevre açı ölçüleri arasındaki ilişki	Merkez açı ile çevre açı ölçüleri arasındaki oranı belirlemek.	Yarıçapı sürgü aracılığı ile kontrol edilebilen bir çemberde aynı yayı gören çevre ve merkez açıları inşa edilmiştir. Bu açıları arasındaki oran hesap çizelgesi yardımı ile hesaplanmıştır.
Saat inşa edelim	Matematiksel akıl yürütmeler yapmak ve GeoGebra yazılımının üst düzeyde kullanımı sağlamak.	Farklı çaplarda iç içe 4 çember çizilerek 3'ünü akrep, yelkovan ve saniyenin bu çemberler etrafında aynı sürgüye bağlanarak ve döndürme komutu kullanılarak döndürülmesi sağlanmıştır. Gerçek zamana çok yakın bir dönme elde edilmiştir.
Temel trigonometrik oranlar	Dik üçgende dar açıların trigonometrik oranlarını benzer üçgenler aracılığı ile belirlemek.	Dinamik bir dik üçgen inşa edilmiştir. Bu dik üçgenin kenarlarının oranlarını belirledikten sonra, üçgenin açıları değişmeyecek şekilde değiştirilmesi ile oranların sabit kaldığına dikkat çekilmiştir.
Düzlemde Döndürme formülü	Karmaşık ve soyut kalan dönme dönüşümünü somutlaştırmak	Geometri dersinde cebirsel olarak ispat edilen dönme dönüşümü formülü giriş sekmesinde yazılarak uygulamalar yapılmış ve bu uygulamalar, GeoGebra'daki döndürme komutu ile karşılaştırılmıştır.
Vektörlerde işlemler	Vektörlerde toplama ve farkı işleminin geometrik yorumunu yapmak	Düzlemde başlangıç noktası aynı olan iki vektör alınmıştır. Bunların cebirsel toplamı ile elde edilen vektör ile geometrik toplamı sonucu elde edilen vektör karşılaştırılmıştır.
Doğrunun vektörel ve parametrik denklemleri	Doğrunun vektörel ve parametrik denklemlerinin doğruyu nasıl oluşturduğunu gözlemlemek.	Düzlemde bir vektör ve bir nokta alınmıştır. Bu vektöre paralel ve alınan noktadan geçen doğru vektörel ve parametrik denklemler aracılığı ile elde edilmiştir.
