

Teknoloji Donanımlı Bir Sınıfta Mutlak Değer ve Eşitsizlikler Konusunun Öğretiminden Yansımalar: Bir Aksiyon Araştırması*

Zekeriya Demetgül^a ve Adnan Baki^b

^aMilli Eğitim Bakanlığı, Ordu Fen Lisesi, Ordu/Türkiye (ORCID: 0000-0002-8256-9617)

^bTrabzon Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon/Türkiye (ORCID: 0000-0002-1331-053X)

Makale Geçmişi: Geliş tarihi: 9 Ağustos 2017; Yayına kabul tarihi: 20 Aralık 2019; Çevrimiçi yayın tarihi: 25 Aralık 2019

Öz: Mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizlikler konusunun öğretim programında ve ders kitaplarında ele alınışı ve buna bağlı olarak öğretmenlerin konuyu öğretirken benimsedikleri kural temelli yaklaşım öğrencilerde konu ile ilgili öğrenme güçlükleri oluşturmaktadır. Bu araştırmanın amacı, kural temelli yaklaşımdan farklı olarak teknoloji donanımlı bir sınıfta mutlak değer konusunun öğretiminin öğrencilerin konuyla ilgili öğrenmelerini öğrenme güçlüğü yönünden incelemektir. Araştırma bir aksiyon çalışmasıdır. Araştırmanın katılımcılarını lise birinci sınıfta okuyan 34 öğrenci oluşturmaktadır. Mutlak değer ve eşitsizlikler konusu araştırmacı öğretmen yaklaşımıyla teknoloji donanımlı bir sınıfta öğretim programında belirtilen zaman diliminde 6 ders saati boyunca öğretildi. Veri toplama aracı olarak öğrencilerin ders notları, araştırmacının sınıf içi gözlemleri ve mutlak değer sınavı kullanılmıştır. Elde edilen veriler araştırma problemleri doğrultusunda betimsel olarak analiz edilmiştir. Bulgular, farklı yazılımların indirildiği akıllı tahta kullanılarak yapılan etkileşimli öğretimin öğrencilerin mutlak değer konusundaki bilinen öğrenme güçlüklerini azaltma noktasında olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını göstermiştir. Ayrıca geleneksel sınıf ortamından farklı olarak akıllı tahta etkinliklerinin öğrencilerin derslere yönelik motivasyonunu ve ilgilerini artırdığı gözlenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar ışığında mutlak değer öğretiminde, akıllı tahta kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mutlak değer ve eşitsizlikler, akıllı tahta teknolojisi, öğrenme güçlüğü, aksiyon araştırması

DOI: 10.16949/turkbilmat.333662

Abstract: The way of presentation of the subject of absolute value and absolute value inequalities in the curriculum and textbooks and the way of teaching the subject creates learning difficulties related to the subject. The purpose of this research is to examine how the teaching of the subject within a technology-based environment differs from the traditional approach in terms of learning difficulties of students. This study has been conducted as an action research. The participants of the research consisted with 34 students who are in the first year of high school. The subject of absolute value and inequalities was taught in a technology-based classroom within the timeframe specified in the curriculum through a researcher as teacher approach. The lecture notes of the students, the classroom observations and the test were used as data collection tools. The data obtained were analyzed descriptively in line with the research problems. The findings showed that interactive teaching using the smart board with different activities was downloaded appeared to have a positive effect on reducing the known learning difficulties of students about absolute value and increased students' academic success. In addition, unlike the traditional classroom environment, smart board activities have been observed to increase students' motivation and interest in lessons. Under the light of the results obtained in the research, suggestions for the use of smart boards were made in the teaching of absolute value inequalities.

Keywords: Absolute value and inequalities, smart board technology, learning difficulties, action research

[See English Version](#)

1. Giriş

Matematikte kavramlar birbiriyle ilişkilidir ve birinin öğrenilmesi diğer ilişkili kavramların da öğrenilmesine altyapı oluşturur. Bu nedenle öğrencilerin matematiğin herhangi bir konusunu öğrenirken konuyla ilgili kavram, işlem, sembol ve formülleri kavramsal olarak öğrenmesi önemlidir (Baki, 2019). Kavramsal öğrenmenin gerçekleşmemesi durumunda öğrencinin yaşadığı bilişsel zorluklar genel olarak o konuyla ilgili öğrenme güçlüğü olarak ifade edilir. Bu güçlüklerin birçok nedeni vardır. Bu nedenler arasında öğrencilerin işlem yaparken eksik muhakeme yapmaları veya derslere ilgilerini artırıcı farklı stratejilerin kullanılmaması (Erdem, 2015) ve derslerde kullanılan uygun öğretim materyallerinin yetersiz olması (Pijls, Dekker ve Van Hout-Wolters, 2007) sayılmaktadır.

Öğrenme güçlüğü yaşanan soyut kavramların somutlaştırma yoluyla öğrenilmesinde görselliğin çok önemli yeri vardır. Matematik derslerinde soyut kavramları somutlaştırmak ve öğretimi daha etkili bir şekilde gerçekleştirmek amacıyla kullanılan öğretim materyallerinin öğrenme üzerindeki etkilerinin araştırılması matematik eğitimi araştırmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu araştırmalar öğrenmenin etkili olabilmesi için,

Sorumlu Yazar: Zekeriya Demetgül  e-posta: zekeriyaDemetgul@mynet.com

* Bu çalışma, birinci yazar tarafından ikinci yazar danışmanlığında yürütülen doktora tezinden üretilmiştir.

Kaynak Gösterme: Demetgül, Z. ve Baki, A. (2020). Teknoloji donanımlı bir sınıfta mutlak değer konusunun öğretiminden yansımalar: Bir aksiyon araştırması. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 91-127.

öğrencilerin etkinliklere aktif olarak katılmasının önemine ve matematik derslerinde bilgisayarın etkili kullanımının, öğrencilerin etkinliklere katılım isteklerini artırdığına vurgu yapılmaktadır (Baki, 2002; Gürbüz, 2007).

Mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizlikler konusu matematik müfredatındaki diğer konuların öğrenilmesinde temel oluşturan konulardan biri olmasına rağmen sunuluşu ve öğretimi kural ağırlıklı olması nedeniyle öğrencilerin öğrenme güçlüğü çektiği konulardan biridir (Ubuz, Şandır ve Argün, 2002; Yenilmez ve Avcu, 2009). Konunun müfredatta ve ders kitaplarında ele alınışı öğretmenlerin konuyu öğretme tercihlerini şekillendirdiği gibi bu tercihler de öğrencinin konuyu öğrenmesini etkilemektedir. Mutlak değerli eşitsizliklerin çözümleri için kitaplarda verilen, örneğin “iki tarafın (-) ile çarpılması veya bölünmesi eşitsizlik sembolünün yönünü değiştirir” gibi kurallar anlamdan çok sembolün görüntüsüne odaklanmaktadır. Bu kuralda herhangi bir kavramsal duruma işaret edilmemektedir. Öğrenci matematiksel anlamadan ziyade bu tür öğrenilmiş kuralları anlamadan kullanmaya çalışmaktadır. Bu öğrencilerin konuyla ilgili öğrenme güçlüğüne kaynaklarından birisidir (Davis, 2013). Hem ilgili literatürün işaret ettiği (Scarborough, 2014). hem de araştırmacının öğretmen olarak 15 yılı aşkın süreden beri derslerinde gözlemlediği mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizlikler konusunda öğrencilerin yaşadığı öğrenme güçlükleri aşağıda ele alınmaktadır.

Bilindiği gibi $|x| = \sqrt{x^2}$ tanımı ortaöğretim müfredatında yer almamaktadır. Dolayısıyla $|x - 3| < 4$ gibi bir eşitlik verildiğinde öğrencinin bu tanımı kullanarak ifadeyi $(x - 3)^2 < 16$ şeklinde açması ve çözümü; $(x + 1)(x - 7) < 0 \Rightarrow x > -1$ ve $x > 7$ olarak bulması beklenmemektedir. Müfredatta bu ifadenin aşağıdaki gibi çözülmesi beklenmektedir:

$$\begin{array}{c} |x - 3| < 4 \\ \hline \begin{array}{l} -(x - 3) < 4 \\ -x + 3 < 4 \\ -x < 1 \\ x > -1 \end{array} \qquad \begin{array}{l} (x - 3) < 4 \\ 2 - 3 < 4 \\ x < 7 \end{array} \end{array}$$

$$\text{ÇK}=\{x \mid -1 < x < 7\}$$

Ancak bu örnek incelendiğinde yukarıda belirtildiği gibi yapılan işlemlerin anlamlarından çok kuralın görselliği ön plana çıkmaktadır. Öğrenci mutlak değer tanımıyla ilişkilendirerek neden sol taraftaki sütunda mutlak değer dışarı (-) parantezine alınarak mutlak değer dışına çıkarıldığına ve neden sonunda eşitsizliğin yönünün değiştiğine odaklanmaz. Genellikle de bu tür soruların çözümlerinde tanım bölgesi dikkate alınmadığı için eşitliklerin çözümünde olduğu gibi öğrenci tek bir çözüm bulmaya yönelir ve çözüm kümesinin $-1 < x < 7$ şeklinde bir aralık olması gerektiğine dikkat etmez.

Tersine, $|x - 3| > 4$ ifadesinin beklenen çözümü de aşağıdaki gibidir:

$$\begin{array}{c} |x - 3| > 4 \\ \hline \begin{array}{l} -(x - 3) > 4 \\ -x + 3 > 4 \\ -x > 1 \\ x < -1 \end{array} \qquad \begin{array}{l} (x - 3) > 4 \\ x - 3 > 4 \\ x > 7 \end{array} \end{array}$$

$$\text{ÇK}=\{x \mid -1 > x \text{ ve } x > 7\}$$

Öğrenciler bu durumda da bir aralık bulunacağını düşünerek çoğunlukla çözümü $-1 > x > 7$ şeklinde bırakmaktadır. Çoğunlukla da $-1 > x > 7$ şartını sağlayan bir reel sayının olamayacağını düşünmeden bu tür cevaplar çözüm olarak yazılmaktadır.

Genellikle hem ders kitapları hem de öğretmenler mutlak değer konusuna başlarken mutlak değeri “sayı doğrusu üzerindeki bir x sayısının sıfır noktasına uzaklığı” olarak tanımlarlar. Bu tanım sayı doğrusu üzerinde örneklendirilerek gösterilir. Mutlak değer içindeki değer dışarı eksi (negatif) değer olarak çıkmayacağı da vurgulanarak $|-5| = 5$ veya $|-x| = x$ gibi örnekler verilir. Hem ders kitaplarında hem de öğretmenler bu örneklerden sonra sayı doğrusunda x ve y gibi iki noktanın arasındaki uzaklığın da $|x - y|$ olarak gösterildiğini belirterek örnekler verirler. Öğrenci bu son açıklama ile bir sayının mutlak değerinin sıfıra uzaklığı tanımını ilişkilendirmede güçlük çeker. Tanım gereği mutlak değer negatif bir sayıya eşit olamayacağını tam olarak anlayamayan öğrenciler $|2x - 5| = -1$ ifadesi verildiğinde bunu denklem gibi $2x - 5 = -1$ şeklinde yazarak $x = 2$ bulabilmektedir. Daha bu durum henüz hazmedilmeden arkasından $f(x) = |x| = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ -x, & x < 0 \end{cases}$ tanımı tanıtılır ve örnekler çözülmeye başlanır. Fonksiyon kavramı ile ilişkilendirilerek verilen bu tanım da mutlak değer kavramını öğrencilerin gözünde daha karmaşık hale getirir. Çünkü öğrenci bu tanımda $x < 0$ için fonksiyonun görüntüsünün $-x$ olduğunu görmektedir ve bunun daha önce öğretmenin söylediği “mutlak değer

içindeki ifade dışarıya eksi olarak çıkmaz” ifadesiyle çeliştiğini düşünür. Dahası, öğretmenin mutlak değer içindeki x sıfırdan küçük olduğu için $(-)$ ile çarpılır şeklindeki açıklaması da çoğu öğrencinin kafasının karışmasına yetmektedir. Çünkü öğrenci x 'in tanım bölgesini düşünmeden doğrudan $|x|$ ifadesine odaklanmakta ve ona göre $(-)$ ile çarpımı dışarıya $-x$ olarak çıkmaktadır.

Mutlak değerle ilgili bu tür açıklamaların yapıldığı kitapları olan öğrencilere veya bu tür açıklamaları yapan öğretmenlerin sınıflarında olan öğrencilere " $x < 1$ olmak üzere $|x| + |-x| - |3x|$ ifadesini sadeleştiriniz" şeklinde bir soru sorulduğunda gözlenen cevaplar çoğunlukla şöyle olmaktadır. Öğrencilerden bir kısmı mutlak değeri parantez gibi açarak ifadeyi $x - x + 3x$ şeklinde açtıktan sonra cevabı $3x$ olarak yazar. Kimileri ise x 'in tanım bölgesini düşünmeden mutlak değer için dışarıya pozitif çıkacağı kuralından hareketle ifadeyi $x + x - 3x$ olarak açarak ve cevabı $-x$ olarak bulur. Benzer şekilde " $x < 0$ olmak üzere $|x - 1| + |x| + 3$ ifadesini en sade şekilde yazınız" şeklinde bir soruyu cevaplarken bazı öğrenciler 3'ü ifadeye yok etmek için $x = -2$ alarak ifadeyi $-3 + (-2) + 3 = -2$ şeklinde sadeleştirmektedir.

Mutlak değer tanımının tam anlaşılmasından kaynaklanan diğer güçlük de $|x| < 0$ çözüm kümesinin \emptyset küme olduğunu görememesi ve $|x| + 1 > 0$ eşitsizliğinin çözümü olduğuna göre $|x| + 1 < 0$ eşitsizliğinin de $1 < x$ ve $x < -1$ gibi bir çözümünün olması gerektiğinin düşünülmesidir. Benzer şekilde $|x| \geq 0$ çözümü olduğu gibi $|x| \leq 0$ eşitsizliğinin de $x = 0$ 'dan farklı çözümlerinin olacağı düşünülmesidir.

Diğer taraftan $|x| < 3$ eşitsizliğinin çözüm kümesi $\text{ÇK} = \{x | -3 < x < 3\}$ şeklinde bir aralığı temsil ederken öğrenci $|x| > 3$ eşitsizliğinin de bir aralığı temsil edeceğine düşünerek çözümü $-3 > x > 3$ şeklinde yazarak bunun bir aralığı temsil etmediğini fark etmede zorlanmaktadır. Mutlak değerli eşitsizliklerin çözümünde sıkça gözlenen bir durum da eşitsizliğin eşitlik gibi çözülmesidir. Örneğin, $|2x - 3| < 1$ eşitsizliği eşitlik gibi çözülerek $x = 2$ bulunduktan sonra çözüm $x < 2$ olarak yazılmaktadır. Eşitsizliğin iki tarafı $(-)$ ile çarpıldığında eşitsizliğin yönünün neden değiştiği tam olarak anlaşılması sonucunda $|2x - 3| < 1$ eşitsizliği $2x - 3 < -1$ veya $2x - 3 > -1$ şeklinde açılarak yanlış çözümler yapılmaktadır. Diğer taraftan " $|x + 2| \leq 4$ eşitliğini sağlayan kaç tane tamsayı vardır" gibi bir soru sorulduğunda bazı öğrenciler $x + 2 = 4$ yazarak $x = 2$ bulduktan sonra eşitsizliğe dönerek $x \leq 2$ olması gerektiği düşünülmemekte ve 1 tamsayının olduğu cevabını vermektedir.

Sonuç olarak, hem literatür hem de araştırmacının gözlemleri, öğrencilerin çoğunun mutlak değer eşitsizliğini genellikle doğrusal bir eşitsizlik veya denklem gibi aldığını ve böylece hesaplama faaliyetlerinde mutlak değer kavramını göz ardı ettiklerini ortaya koymaktadır. Gözlenen güçlüklerden birisi de, genellikle mutlak değer eşitsizliğinin iki ayrı ifadeye dönüştürülmesi, bu iki ifadenin aralarındaki ilişkiyi belirtmek için hiçbir mantıksal bağ kullanılmaması ve mutlak değer eşitsizliği iki ayrı doğrusal eşitsizlik gibi ele alınmasıdır. Diğer taraftan mutlak değer eşitsizliklerinin çözümü için verilen "iki taraf negatif ile çarpıldığında eşitsizliğin yönünü değiştir" kuralı mutlak değerli eşitsizliklerin anlamı tam anlaşılmadığı için öğrencinin doğru çözüm yapmasını sağlamadığı gibi öğrenci çözüm kümesi ile ilgili bütüncül bir yorum yapmakta da zorlanmaktadır. Genel olarak, *mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizlikler konusunda gözlenen bu öğrenme güçlükleri akıllı tahta teknolojisi ile zenginleştirilmiş bir ortamda daha aza indirilebilir mi?* Bu soru; araştırmacı öğretmen yaklaşımı ile yürütülen bu çalışmanın temel sorusunu oluşturmaktadır.

Mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizliklerle ilgili öğrenme güçlüğü çekilen kavramlara yönelik uygulanacak öğretim yaklaşımı ve kullanılacak materyalinin doğru bir biçimde seçilmesi, etkili ve verimli bir öğretim ortamı oluşturulması açısından çok önemlidir. Öğrenilmesinde güçlük yaşanan özelliklerle soyut kavramların öğretiminde bilgisayar teknolojilerinin yararlanılması vurgulayan etkileşimli dinamik matematik yazılımları ve animasyonların kullanılmasını öneren çok sayıda çalışmada (Baki, 2002; Kutluca, 2009; Bıçak, 2019) bu çalışmada kullanılan öğretim tasarımının temelini oluşturmaktadır.

Teknoloji hızlı ilerlemekte, hayatımızın her alanını olduğu gibi eğitim alanını da etkilemektedir. Bu etkilemenin bir sonucu olarak matematik eğitiminde bilişim teknolojilerinin kullanılması konusunda son zamanlarda yoğun araştırmalar ve uygulamalar yapılmaktadır (Baki, 2002). Eğitim sektörü bilişim teknolojilerini geliştirip eğitim öğretim ortamlarına katmak için büyük cabalar harcamaktadır (Alkan, 2005). Bu bağlamda sınıflara FATİH projesi kapsamında takılan akıllı tahtalar eğitim dünyasına pek çok yenilik getirmiştir. Bu yeniliklerle birlikte öğretmenlerimiz de kendi ders anlatma metodlarını değiştirmeye başlamıştır. Eğitim öğretim faaliyetleri de teknolojinin kullanılmasıyla çok yönlü ve çok kanallı eğitim modellerine dönüşmeye başlamıştır (Oğuz, Oktay ve Ayhan 2004). Eğitim süreçlerine teknolojik gelişmeler yön vermekte, eğitim ortamları teknolojilerle zengin hale getirilmektedir (Bıçak, 2019). Eğitimde kullanılmaya başlayan teknolojiler farklı duylara hitap etmektedir. Teknolojilerinin bazıları göze, bazıları kulağa hitap etmektedir. Bunların dışında bazı akıllı tahtaların dokunma ve etkileşim özelliği de vardır. Bu özellikler dikkate alındığında seçilecek teknolojinin önemini son derece artmıştır.

Eğitimde bu değişimin göstergesi ise sınıf içinde öğretmenlerin Bilgi ve İletişim Teknolojileri [BİT]'i etkin kullanmaya çalışmalarıdır. Artık öğretmenler her yerde BİT kullanımını bir yenilik olarak görmekte, öğretim ve

öğrenme sürecinin geliştirilmesinde anahtar bir öneme sahip olduğunu düşünmektedir (Sangrà ve González, 2010). Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BİT destekli matematik öğretiminin tercih edilmesi bunun bir göstergesidir (Baki, 2019). 2013 yılında güncellenen Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] ilköğretim matematik dersi öğretim programında, matematiği etkili öğrenme ve kullanmaya yönelik olarak BİT becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Yurt içinde ve yurt dışında teknoloji destekli öğretim kullanılarak yapılan çalışmalara bakıldığında bilgisayar destekli öğretim yapılan sınıflardaki öğrencilerin akademik başarılarının geleneksel öğrenme ortamına göre daha yüksek olduğu buna karşın tutumlarının farklılaşmadığı anlaşılmaktadır (Aşıcı, 2014; Bastug ve Kircaburun, 2018; Bulut, 2009; Funkhouser, 2002; Şataf, 2010). Bilgisayar destekli öğretim ile öğrenme gücünü çekilen konularda kullanılan teknoloji destekli materyaller kavramları somutlaştırarak öğrencilerin öğrenmelerini olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Akıllı tahta sınıflarımızın teknolojiye açılan penceresidir. Bu pencere sayesinde geleneksel öğrenme ortamından farklı birçok farklı öğrenme ortamları ortaya çıkmaktadır. Bu öğrenme ortamlarında kullanılan teknolojinin birçok faydası olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda derslerde öğrencilerin yeni bilgiler keşfetmesini ve derslere motive olmasını sağladığı görülmüştür (Beauchamp ve Kennewell, 2008; Kennewel, 2006; Kutluca, 2009; Özkök, 2010; Şataf, 2014; Yıldızhan, 2013). Öğretmenler derslerde akıllı tahta üzerinde öğrenme gücünü çekilen birçok kavram üzerinde teknolojinin olanaklarını kullanarak somutlaştırabilmişlerdir. Bu şekilde anlamlı öğrenmenin gerçekleştiği ve öğrencinin öğrenmesini desteklediği yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Aşıcı, 2014; Bulut ve Koçoğlu, 2012; Geer ve Barnes, 2007; Saltan, Arslan ve Gök, 2010; Schut, 2007; Selçik ve Bilgici, 2011).

Mutlak değer konusunda yapılan araştırma çalışmalarının çoğu kavram yanlışlarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır (Şandır, Ubuz ve Argün, 2007; Yenilmez ve Avcu, 2009). Bu araştırmaların ortaya koyduğu mutlak değer konusundaki kavram yanlışlarına araştırmacı öğretmen de öğretmenlik hayatı boyunca karşılaşmıştır. Akıllı tahta üzerinde yapılan çalışmaların çoğunluğu derslerdeki motivasyon ve tutum üzerinde olmuştur (Beauchamp ve Kennewell, 2008; Kennewel, 2006; Kutluca, 2009; Özkök, 2010; Şataf, 2014; Yıldızhan, 2013). Mutlak değer ve eşitsizlik konularında önceden tespit edilmiş kavram yanlışlarını gidermek için teknoloji kullanılan çalışmaya rastlanamamıştır. Bu bağlamda öğrenme güçlüklerini azaltacak ya da giderecek teknoloji ile destekli bir öğrenme ortamındaki öğrenmeler önem kazanmıştır. Geleneksel öğrenme ortamından farklılaşması açısından da farklılıklarını ortaya konulması eğitim çalışmalarına önemli bir katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada; hem araştırmacı öğretmenin kendi öğretmenlik deneyimi boyunca gözlemlediği hem de ilgili literatürün belirttiği mutlak değer konusundaki öğrenme güçlüklerine odaklanıldı ve eğitim sistemimizde kullanılmaya başlanan akıllı tahta etkinlikleri yoluyla öğrencilerin bu konuları öğrenmeleri araştırıldı. Bu amaçla, mutlak değer konusunun öğretiminde etkileşimli tahtanın kullanımının nasıl bir öğrenme ortamı oluşturduğu bir aksiyon araştırması olarak ele alınmaktadır. Bu ortamda araştırmacı öğretmen süreç içinde aşağıdaki soruların cevaplarını bulmaya çalıştı:

- ✓ Bu ortam öğrencilere mutlak değer eşitsizliklerini çözmeye yollarını nasıl sağlamaktadır?
- ✓ Bu ortam, öğrencilere mutlak değer eşitsizliklerini çözerken hatalarını ve yanlış anlamalarını görmek için olası kaynakları nasıl sağlamaktadır?

2. Yöntem

Nitel araştırmalar, yalıtılmış ve kontrollü ortamlarda bazı değişkenlerin manipülasyonu ile test edilen hipotezlerin yoklandığı nicel araştırmalardan farklı olarak araştırma problemlerini kendi bağlamında ve derinlemesine olarak incelemeye odaklanmıştır. Nitel araştırmaların, araştırılan bir konu hakkında derinlemesine inceleme yapılmasına imkân vermesi, konuyla ilgili bireylerin bakış açısının derinlemesine incelenmesine ve konuya katkı sağlayan sosyal yapının araştırılmasına zemin hazırlaması bakımından bilimsel araştırmalara en önemli katkıları olmaktadır (Bogdan ve Biklen, 1992; Miles ve Huberman, 1994; Patton, 1990; Yıldırım ve Şimşek, 2003). Bu araştırmada teknoloji donanımlı bir ortamda mutlak değer konularının öğretilmesinin öğrencilerin bilişsel öğrenmelerini nasıl etkilediği araştırmacı öğretmen yaklaşımıyla anlaşılmasına çalışılacaktır. Bu amaçla akıllı tahta stratejisinin herhangi bir manipülasyon yapılmadan doğrudan öğrenme-öğretme sürecinde kendi doğal seyri içinde öğrencilerden alınan yansımalar ve sınıf içi gözlemlerle ayrıntılı olarak incelenmek istendiğinden bir nitel araştırma yaklaşımı olan aksiyon araştırması yönteminin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmüştür.

Aksiyon araştırması, iki nedenden dolayı öğretmen eğitiminde önemli görülmektedir (Magos, 2007):

1. Öğretmenin kendi eğitiminde aktif olması ve bu amaçla araştırmada başrol olarak birinci elden veri elde etmesi,

2. Günlük eğitim uygulamaları ile genel eğitim teorileri ve araştırma ile öğretme arasında bir köprü olması ihtiyacındandır

Bu çalışmada amaca uygun olarak araştırmacı öğretmen yaklaşımı ile bir aksiyon araştırması deseni kullanılmıştır. Aksiyon araştırmasının doğasının gereği olarak bu yöntem farklı okul ve sınıf içi sorunları derinlemesine incelemeyi kolaylaştırması ve bir öğretmenin sınıfındaki sorunların üstesinden gelerek sınıfındaki öğretim kalitesini arttırmayı hedefleyen araştırmacı öğretmeni ön plana çıkarmaktadır (Ekiz, 2003; Kindon ve Elwood, 2009).

2.1. Katılımcılar

Araştırmacı görev yaptığı kurumda matematik derslerine girdiği sınıflar örneklemini oluşturmuştur. Çalışmanın örneklemini Ordu ilinde bulunan bir Anadolu Lisesinin dokuzuncu sınıfında öğrenim gören 34 öğrenciden oluşmuştur (makalede kullanılan tüm öğrenci isimleri takmadır). Öğrenciler öğrenim gördükleri okula sınavla yerleştiğinden aynı yüzdelik dilimde bulunmaktadır.

2.2. Süreç

Araştırmacının deneyimleri ve literatür incelemesinden sonra asıl çalışmaya geçilmiştir. Ders içindeki tüm etkinlikler araştırmacı öğretmen tarafından yürütülmüştür. FATİH projesi kapsamında tüm sınıflarda akıllı tahtalar olduğundan herkes doğal olarak kendi bulunduğu sınıflarında derslere katılmıştır. Uygulamalara başlamadan önce öğrencilere dersin nasıl işleneceği ile ilgili kısa bir bilgi verilmiştir.

Mutlak değer konusu matematik müfredatında 9.sınıfta okutulan bir konudur. 6 saatlik bir ders saati içinde anlatılan üç kazanım odaklı bir konudur. Araştırmacının daha önceki tecrübeleri ve literatür araştırmasından ortaya koyulan kavramların teknoloji destekli ortamda anlatılarak öğrenme gücünü çekilen kavramların öğretilmesindeki süreç içerisinde eski ile yeni arasındaki farklılaşmalar incelenecektir. Bundan dolayı araştırmada uygulanacak derslerin planları aşağıdaki teorik çerçeveye oturtularak 6 ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Bu teorik çerçeve 5E modelinden uyarlanarak Baki (2019) tarafından 4E modeli olarak ifade edilmiştir. Böylece, akıllı tahta kullanılan derslerin akış şeması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Birinci Aşama (Merak): Dersin başında konu ile ilgili internetten indirilen görseller izletildikten sonra konuya karşı ilgi ve merak uyandıracak ve karşılıklı diyalogları başlatacak sorular ve akıllı tahta açıklamaları kullanıldı (bk. Şekil 1).



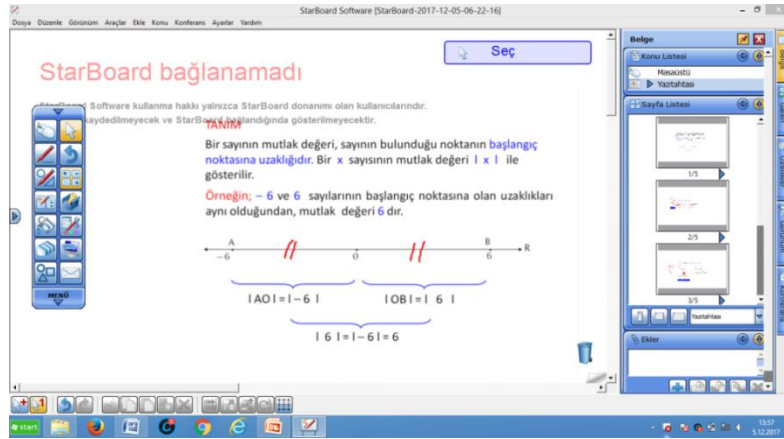
Şekil 1. Mutlak değer tanımı ile ilgili bir akıllı tahta görseli

Bu görselden sonra mutlak değer tanımı düşünmeleri için öğrencilere biraz zaman tanındı. Öğrenciler yanında bulunan arkadaşlarıyla karşılıklı diyaloglara girerek mutlak değer tanımı yapmaya çalıştılar.



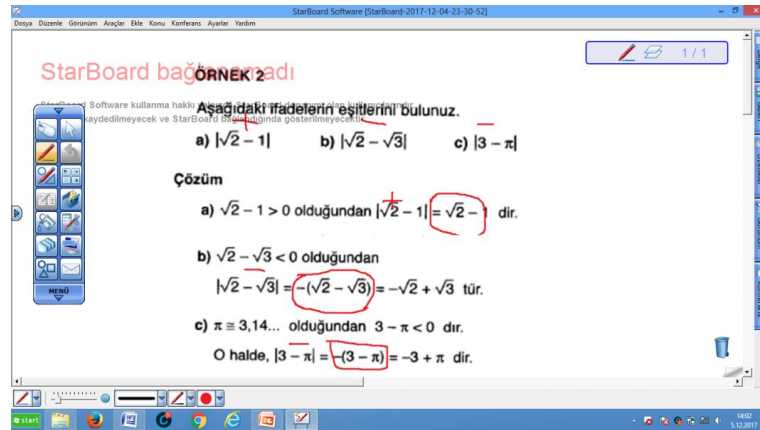
Şekil 2. Mutlak değer tanımı ve tanımla ilgili bir akıllı tahta görseli

İkinci Aşama (Keşfetme): Öğrenciler akıllı tahtada kendilerine yöneltilen soruları ikili gruplar halinde çözmeye çalıştılar. Bunun için kendilerine yeterli zaman verildi.



Şekil 3. Mutlak değeri sayı doğrusunda gösteren örnekler

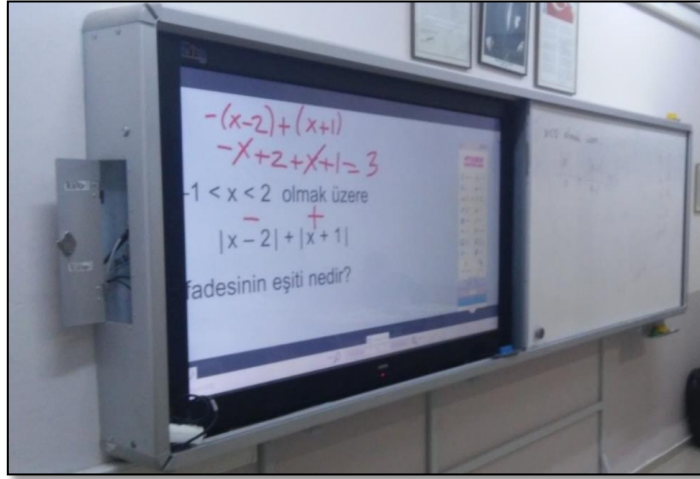
Üçüncü Aşama (Açıklama): Soruların çözümleri tartışıldı ve öğrencilere akıllı tahta üzerinde çözümlerini göstermeleri için fırsat verildi. Öğrencilerin çözümlere akıllı tahtanın dönütlerine bağlı olarak öğrenciler çözümleri ile ilgili açıklama ve düzeltme fırsatı buldular:



Şekil 4. Mutlak değerli eşitsizlik örnekleri

Dördüncü Aşama (Değerlendirme): Öğrencilere yine akıllı tahta üzerinden değerlendirme amacıyla önceden belirlenen sorular yöneltilerek öğrencilerin bir önceki aşamada öğrendiklerini yeni durumlara aktarıp

aktaramadıkları gözlemlendi. Gözlenen öğrenme güçlüklerine bağlı olarak yeni sorular üzerinde duruldu, yeni örnek ve açıklamalarla ders toparlandı.



Şekil 5. Tanım aralığı ve mutlak değerli ifadelerin çözümü

Uygulamada Startboard interaktif tahta yazılımı ve Flash Movie (SWF) programı kullanılmıştır. Teknoloji donanımlı bir ortam olduğundan akıllı tahtanın tüm olanaklarından yararlanılmıştır. Akıllı tahta internet bağlantılı olduğundan Eğitim Bilişim Ağı [EBA] üzerinden tüm video, resimler ve çeşitli akıllı tahta materyallerine ulaşılmış ve derslerde kullanılmıştır. Uygulamanın tamamında araştırmacı öğretmen sınıf ortamında bulundu ve tüm etkinliklerde aktif rol almış olup bu süreçte hem öğretmen hem de gözlemci olarak yer almıştır. Böylelikle araştırmacının aynı anda üstlendiği iki rol öğrenme süreci hakkında yeterli gözlem yapma imkânı sağlamıştır. Araştırmada, gözlemlere ilişkin görüşler gözlem notları olarak kaydedilmiştir. Ayrıca bu süreçte geçen öğrenci-öğrenci ve araştırmacı-öğrenci diyalogları takip edilmiş ve bu diyaloglar gözlem notları olarak kaydedilmiştir.

Öğretme sürecinde öğrenci merkezli bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu süreçte öğrenciler etkinliklere aktif olarak katılmıştır. Ayrıca öğrenciler bu süreçte birbirleriyle işbirliği içinde olmuşlardır. Araştırmada öğrencilerin öğrenme sürecinde matematik bilgileri yapılırlarken yansıttıkları yazılı düşünceler ve ürünler ders notları olarak öğrenciler tarafından defterlerine yazılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma problemlerinin analizi için gerekli verileri toplamak amacıyla, teknoloji donanımlı sınıfta anlatılan derslerdeki sınıf içi gözlemleri yapılmış ve alan notları tutulmuştur.

2.2.1. Gözlemler

Gözlenen ortama aktif katılım varsa bu tür gözlemler katılımcı gözlem olarak adlandırılmaktadır (Ekiz, 2003; Yıldırım ve Şimşek, 2003). Bu gözlem türünde, gözlemci başkalarının yaşamlarına girerek, onların düşünce ve fikirlerini ortaya çıkarmaya çalışır. Yani, araştırmanın bir parçası olup sürece katılma, beraber yaşama ve paylaşımında bulunarak araştırmada aktif rol almaktır (Ekiz, 2003). Bu çalışmada aksiyon araştırmasının bir gereği olarak araştırmacı öğretmen olarak sürece aktif olarak katıldı. Testten elde edilen veriler yanında gözlenen ders ortamından yaşananlar zengin bir veri kaynağı olarak veri analizine dâhil edilmiştir. Gerek öğrencinin matematik bilgisinin oluşmasında gerekse akıllı tahtanın eğitim sürecine katkısının ortaya çıkmasında gözlemler çok önemli veri kaynağı rolü oynamıştır.

2.2.2. Mutlak Değer Testi

Mutlak değer konusu teknoloji donanımlı ortamda anlatıldıktan uzun bir süre sonra (3 ay sonra) değerlendirme sınavı yapıldı. Bu test, teknoloji ortamında öğrenilen öğrenmelerin öğrencilerde nasıl olgunlaştığını görmemiz açısından önemlidir. Mutlak Değer sınavı müfredatta olan kazanımlara uygun 10 sorudan oluşmaktadır. Sorular matematik müfredatında yer alan kazanımlar doğrultusunda ve ilgi literatürde yer alan çalışmalardan yararlanarak araştırmacının öğretmenlik mesleğindeki deneyimiyle ve bir uzman görüşü alınarak hazırlanmıştır:

- 1) $|-3 - 6| + |7 - 5|$ değerini hesaplayınız.
- 2) $x < 0$ ise $|x - 3| + |2 - x|$ değerini hesaplayınız.
- 3) $|4x - 6| = -10$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.
- 4) $|3x - 12| = 12 - 3x$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.

- 5) $|2x - 1| < 1$ eşitsizliğinin çözüm kümesini bulunuz.
 6) $|3x - 5| = 7$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.
 7) $|x + 1| < -6$ eşitsizliğin çözüm kümesini bulunuz.
 8) $x > y$ birer reel sayı olmak üzere $|x - y| + |y - x|$ ifadesinin eşitini bulunuz.
 9) $|x| \leq 6$ olduğuna göre $x - 2y + 2 = 0$ koşullarını sağlayan kaç tane y tam sayısı vardır?
 10) x reel sayı olmak üzere $x + 2|x| - 4 = 0$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.

2.4. Verilerin Analizi

Ders gözlemlerinden ve mutlak değer testinden elde edilen nitel veriler araştırma problemine uygun olarak analiz edildi. Öğrencilerin hem ders boyunca etkinliklere katılmaları sırasında çözümlerinden ve öğretmenle girdikleri diyaloglarından hem de testteki cevaplarından oluşan verilerin analizi sürecinde birinci bölümde belirtilen kavramla ilgili güçlükleri yansıtıp yansıtmadıklarına odaklanıldı.

3. Bulgular

Araştırmacı öğretmen modeli ile sınıf içinde öğrencilerin yaptığı davranışları gözlemlenmiş ve öğrencilerin soru çözümlerinde sergiledikleri tutumları izlenerek alan notları tutulmuştur. Ayrıca öğrencilerle örnek çözümleri sırasında sınıf içinde diyaloglara girildi ve bu diyaloglardan elde edilen verileri alan notu olarak kaydedildi. Sınıf içi gözlemlerinden, ders notlarından ve mutlak değer sınavından elde edilen bulgular; mutlak değer tanımı, mutlak değerli denklemler ve mutlak değerli eşitsizlikler şeklinde üç ana başlık altında ayrıntılı olarak verildi.

3.1. Mutlak Değerin Tanımı ile İlgili Elde Edilen Bulgular

3.1.1. Sınıf İçi Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere ders anlatılırken ve akıllı tahtada konu ile ilgili görseller izletilirken çeşitli merak uyandırıcı sorular soruldu ve bu sorularla öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmaları sağlanmaya çalışıldı. Keşfederek kendileri oluşturdukları bilgilerle mutlak değer tanımı yapmaları ileride yaşanacak öğrenme güçlüğünün önüne geçilmesi amaçlandı. Daha sonra mutlak değer tanımı aşağıdaki gibi ifade edildi ve akıllı tahta üzerinde örneklendirildi;

$$|x| = \begin{cases} x & , x \geq 0 \\ -x & , x < 0 \end{cases}$$

Mutlak değer içindeki ifade pozitif ya da sıfır ise aynı şekilde, negatif ise önüne eksi olarak mutlak değer dışına çıkmaktadır. Bu esnada Utku söz istedi. Sınıf içinde araştırmacı öğretmen (AÖ) ile Utku arasında aşağıdaki diyalog yaşandı:

Utku: Hocam mutlak değer içindeki ifade dışarı eksi çıkamaz demişsiniz. Şimdi ise ifadeyi eksi ile çarpmamış gerektiğini söylediniz.

AÖ: Mutlak değer içindeki bir ifade mutlak değer dışına negatif çıkamaz. Çünkü tanım bir sayının başlangıç noktasına olan uzaklığı olarak ifade edilmiştir. Bundan dolayı içindeki ifade negatif ise negatif bir ifadeyi pozitif yapmak için eksi ile çarpmamız gerekmektedir.

Yaşanan diyalogda Utku gibi Selenay da mutlak değer tanımından kaynaklanan bir anlama güçlüğü yaşamıştır.

$x < 0$ olmak üzere $|x-1| + |x| + 3$ ifadesinin en sade hali?
 $-3 + (-2) + 3 = -2$

Şekil 6. Selenay'ın örnek çözümündeki işlem adımları

Şekil 6'da görüldüğü gibi sınıf içi derslerde negatif x değerine göre ifadeyi en sade biçimde yazılması istenmiştir. Bu işlemleri yaparken öğrenciler mutlak değer tanımı kullanmaları gerekmektedir. Ancak öğrenciler x 'in tanım bölgesine göre mutlak değer tanımı kullanamamışlardır. Mutlak değer tanımı konusunda güçlük çektiğinden kendilerine kolay gelen tanım bölgelerinden sayılar alıp işlemleri yapmayı tercih etmişlerdir. Oysaki öğrencilerden bu bölgede mutlak değer için negatif veya pozitiflik durumunun

incelenmesi istenmiş ve mutlak değer tanımı kullanarak sonuca ulaşmaları beklenmiştir. Ders sırasında araştırmacı ile Selenay arasında aşağıdaki diyalog yaşandı:

AÖ: Neden x bilinmeyenine değer vererek hesaplama yapıyorsunuz?

Selenay: Hocam x 'in tanım bölgesi bize verilmiş biz bu aralıkta bir değer alarak sonuca ulaştık. Ben x yerine -2 yazdım ve sonuca ulaştım.

AÖ: Siz bu tanım bölgesi için mutlak değerli ifadelerin pozitiflik ya da negatiflik durumunu inceleseniz de sonra sonuca ulaşmaya çalışsanız olmaz mı?

Selenay: Hocam sonuçta mutlak değer uzaklık kavramı bir reel sayıya eşit olmalı dedi.

Yaşanan diyalogda Selenay mutlak değer uzaklık kavramı olduğunu öğrenmiş olup bir reel sayıya eşit olması gerektiğini vurgulamıştır. Ancak verilen aralık için mutlak değer tanımı kullanmayı hiç düşünmemiş ve bu aralıkta farklı her reel sayı için farklı bir sonuç olması gerektiğini görememiştir.

Öğrencilere $|2 - \sqrt{5}|$ ifadesinin mutlak değer dışına nasıl çıkarılacağı soruldu. Ebru gibi birçok öğrenci x bilinmeyeninin yerine değer vererek sonuca ulaşmaya çalıştığı gözlemlendi. Mutlak değer içi daima pozitif olur inancından dolayı, $|2 - \sqrt{5}|$ ifadesinin dışarıya $-(2 - \sqrt{5})$ şeklinde çıkabileceği bazı öğrencilere zorluk yaşattı:

Şekil 7. Ebru'nun örnek çözümü

Şekil 7'de görüldüğü gibi Ebru mutlak değerli ifadenin içinde bulunan eksi işaretini artı yaparak mutlak değer dışına çıkarmıştır. Halbuki, sorunun çözümünde mutlak değer içindeki ifadenin işaret incelenmesi yapılması gerekmektedir. Ancak şekilde görüldüğü gibi öğrenci mutlak değer için pozitif olacağını düşünerek mutlak değer içindeki eksileri artı yaptığı görülmüştür. Sonra öğrenci ile araştırmacı arasında şöyle bir diyalog yaşandı.

AÖ: Mutlak değer tanımı size ne ifade ediyor? Görsellerde de gördüğün gibi tanım uzaklıktan bahsediyordu.

Ebru: Mutlak değer bir makine gibidir hocam.

AÖ: Nasıl?

Ebru: Makinenin içine ne koyarsan pozitif yapar. Onun için ifadenin içinde ne kadar eksi varsa hepsi artı oluyor.

AÖ: Akıllı tahtadaki görsel sayı doğrusu üzerindeki bir noktanın başlangıç noktasına olan uzaklığını gösteriyordu. Peki, mutlak değer içindeki ifadenin hiç mi önemi yok?

Ebru: (Biraz düşündükten sonra) vardır herhalde tam bilemiyorum hocam.

Yaşanan diyalogda Ebru mutlak değeri bir makineye benzetmiştir. Makine içine ne koyarsan koy her şeyi artı yapıyor şeklinde aşırı bir genelleme yaptığı görülmüştür. Bu ise mutlak değer tanımının yanlış öğrenilmesine sebep olmuştur.

Öğrencilerden mutlak değer tanımı kullanılarak denklemde bilinmeyenlerin değerlerinin bulunması istenmiştir:

Şekil 8: Seyhun'nun örnek çözümündeki işlem adımları

Şekil 8'de görüldüğü gibi Seyhun'un çözümü dikkat çekiciydi. Seyhun mutlak değer içindeki eksi (-) işaretleri artı yaparak soruyu çözmüştür. Seyhun ile aşağıdaki diyalog gerçekleşti:

AÖ: Neden mutlak değer içindeki tüm - işaretleri artı yaparak dışarı çıkarıyorsunuz?

Seyhun: Hocam mutlak değer - (eksi) işaretleri artıya dönüştürüyor yani mutlak değer her şeyi artı yapıyor.

Yaşanan diyalogda Seyhun mutlak değeri pozitif yapan bir öge olarak görmüştür. Bundan dolayı sorunun çözümünde yanılığa düşmüştür. Öğrenci mutlak değer içinde bulunan ifadedeki çıkarma işleminden gelen -

(eksi) işaretleri + (artı) yapmıştır. Seyhun gibi bazı öğrenciler de aynı şekilde hatalara düştüğü gözlenmiştir. Akıllı tahtaya indirilen çok sayıda benzer soruların çözülmesiyle bu hataların farkında olunması sağlandı. Ekran görüntülerinin kayıt altına alınması ve sonra çözümlere tekrar dönülerek öğrencilere birebir dönütler verilmesi de geleneksel öğrenme ortamından farklı bir yönün ortaya çıkması açısından önemlidir.

Öğrenciler görseller üzerinde akıllı tahtanın etkileşim özelliğini kullanarak öğrenme güçlüğü çektikleri bu kavramları somutlaştırarak öğrenebildikleri görüldü. Geleneksel öğrenme ortamında tebeşir ile tahta üzerinde yaptığımız bu işlemler öğrencilere çok soyut geldiğinden öğrenme güçlükleri çektiklerini araştırmacı önceki tecrübelerinden bilmekteydi. Yapılan akıllı tahta etkinlikleri ile bu güçlükleri aşıldığı görülmüştür.

Teknoloji destekli ortamda mutlak değer konusu 4E yaklaşımına uygun olarak araştırmacı öğretmen tarafından anlatılmıştır. Bu dersler geleneksel yöntemlerden farklı olarak akıllı tahtanın içerdiği yazılımlardan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu esnada öğrenciler akıllı tahtada yapılan etkinlikleri ders notları şeklinde defterlerine yazmıştır:

Şekil 9: Baha'nın örnek çözümündeki işlem adımları

Şekil 9'da görüldüğü gibi Baha akıllı tahtaya yazılan örneği çözerken x değişkeninin tanımlı olduğu bölgeye göre mutlak değerli ifadenin farklı değerler alabileceğini görememiştir. Farklı her x değeri için uzaklıklar toplamı farklı olacaktır. Öğrenci yalnız tek x değeri için sonucu bulmuştur. $x = -4$ için yaptığı işlemde sonucu -7 bulmuştur. Mutlak değer bir sayının başlangıç noktasına olan uzaklık olduğundan iki mutlak değer toplamı negatif olamayacağını düşünememiştir. Sınıfın tamamı kendi çözümlerini yaptıktan sonra sorunun çözümü akıllı tahtada çözüldü. Akıllı tahtada da etkileşim özelliğinden soru üzerinde oynamalar yaparak teknoloji kullanılmıştır.

Tahtaya indirilen diğer bir soruyu defterine yazan Ebru'nun da x 'in tanım bölgesini dikkate almadan işlem yaptığı gözlenmiştir:

Şekil 10. Ebru'nun örnek çözümündeki işlem adımları

Görüldüğü gibi Ebru sonucu doğru bulmasına rağmen x değişkeninin tanımlı olduğu bölgeye göre mutlak değeri açmamış buna karşın mutlak değer sembolünü parantez gibi düşünerek işlemi yapmıştır.

Ders notlarındaki mutlak değer tanımını ile ilgili sorular incelendiğinde öğrencilerin birçok kavram yanlışlığına düştükleri görülmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu x değişkeninin tanım bölgesi verilen sorularda tanım bölgesinden uygun bir sayısal değer alarak çözüm yapmışlardır. Bu tanımlı olan bölgelere göre ifadelerin işaret incelenmesi yapılmamıştır. Aynı kavram yanlışlıkları sınıf içi gözlemlerinde de görülmüştür. Ancak derslerde kullanılan akıllı tahtada örnek çözümleri yapıldıkça ve yapılan örnek çözümleri tahtaya kayıt edilebilmekte olduğundan hatalar sorgulanıp düzeltilebilmiştir. Öğrenciler hatalarını akıllı tahtalarda sorular üzerinde görmüşler kendi ders notlarına doğru çözümleri yazmışlardır. Başka bir zaman diliminde aynı türde sorulara verdikleri cevaplarda değişimler olduğu görülmüştür. Bu değişimler konuyla ilgili söz konusu güçlüklerin azaldığı veya yok olduğu gözlenmiştir.

3.1.2. Mutlak Değer Testinden Elde Edilen Bulgular

Mutlak değer tanımını ile ilgili 3 tane soru soruldu. Mutlak değer testinin birinci, ikinci ve sekizinci soruları mutlak değer tanımının yorumlanması ile çözülecek sorulardır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu birinci soruyu mutlak değer tanımını doğru yorumlayarak çözebilmiştir. Ancak az da olsa bazı öğrenciler Ceren gibi mutlak değer sembolünü parantez gibi kullanarak aşağıdaki gibi çözümler yapmıştır:

<p>1) $-3-6 + 7-5$ değerini hesaplayınız.</p>	<p>ÇÖZÜM:</p> $(-9)+2=-7$
--	---------------------------

Şekil 11. Ceren'in mutlak değer testindeki 1.sorunun çözümü

Şekil 11'de görüldüğü gibi Ceren mutlak değer üzerine doğru işaretleri yazmış ancak mutlak değer dışına çıkarırken -9 'un mutlak değerinin $+9$ olduğu bilgisini kullanamamıştır. Görüldüğü gibi Ceren'in öğrenme güçlüğünün devam ettiğini söyleyebiliriz.

Testin sekizinci sorusunda verilen mutlak değerli cebirsel ifadenin x ve y reel sayılarının $x > y$ koşuluna göre çözülmesi istenmektedir. Aşağıda Büşra'nın çözümü görülmektedir:

<p>8) X ve y birer reel sayı olmak üzere $x-y + y-x$ ifadesinin eşitini bulunuz.</p>	<p>ÇÖZÜM:</p> $x-y(-y)+x$ $-2y+2x$
---	------------------------------------

Şekil 12. Büşra'nın mutlak değer testinin 8. sorusuna verdiği cevap

Şekil 12'de görüldüğü gibi Büşra soruyu çözerken $x > y$ koşulunu dikkate alarak mutlak değerli ifadeyi doğru açarak sonuca ulaşmıştır. Büşra uygulama testindeki mutlak değer tanımı kullanılarak çözülen üç soruya da doğru cevap vererek bilgisini farklı sorularda doğru kullanmıştır. Büşra için teknoloji ortamında anlatılan mutlak değer konusundaki öğrenme güçlükleri ortadan kalkmış ve bilgisini uzun bir süre sonra doğru kullandığı söylenebilir.

Diğer bir öğrenci ise $x > y$ koşuluna dikkat ederek mutlak değerlerin işaretlerin doğru yazmış ancak mutlak değerleri belirlediği işaretlere göre açamamıştır:

<p>8) X ve y birer reel sayı olmak üzere $x-y + y-x$ ifadesinin eşitini bulunuz.</p>	<p>ÇÖZÜM:</p> $ x-y + y-x $ $x+y+y+x$
---	---------------------------------------

Şekil 13. Baha'nın mutlak değer testinin 8. sorusuna verdiği cevap

Şekil 13'de görüldüğü gibi Baha ifadeleri mutlak değer dışına çıkarırken işlem hatası yapmıştır. Mutlak değerli ifadelerin içindeki tüm işaretleri artı yaparak mutlak değerden kurtarmıştır. Baha önceki örnek çözümlerinde bu tür sorularda tanımlı bölgeden reel değer olarak çözüm yaparken uygulama testinde işaret incelemesi yaparak işlem yapmıştır. Ancak bu konuda hala eksiği olduğu anlaşılmaktadır.

Teknoloji ortamında akıllı tahtada mutlak değer konusunun anlatılmasında uzun zaman sonra yapılan mutlak değer testinde mutlak değer tanımını kullanılan sorularda bazı öğrenciler çeşitli kavram yanlışlarına düşmüşlerdir. Daha önceki sınıf içi ve ders notlarındaki bulgulardaki kavram yanlışlarına benzer yanlışlar yapılmıştır. Uygulama testindeki mutlak değer tanımını kullanarak çözülen sorulardaki yanlışların derslerde gözlenenlere göre daha az olduğu görülmüştür. Uzun bir zaman dilimi geçmesine karşın öğrenciler mutlak değer tanımını unutmamışlar ve farklı sorulara uygulayabilmişlerdir. Verilen x değişkeninin tanım kümesinden bir reel sayı olarak çözülen sorularda azalma olduğu görülmüştür. Öğrenciler mutlak değer içindeki ifadeleri tanım kümesine göre işaret incelemesi yapmışlar ve sonra mutlak değerden kurtarmışlardır. Ezberle öğrenme olmadığından bilgiyi uzun süre sonra farklı bir zamanda doğru bir şekilde kullanabilmişlerdir. Teknoloji

ortamında anlatılan mutlak değer konusunun öğrenmelerinde anlamlı öğrenmeler gerçekleşmiş ve öğrenme güçlüğü azalmıştır.

Bu öğrenme güçlüklerinin giderilmesi için akıllı tahta etkinlikleri kullanıldı. Akıllı tahtada mutlak değer tanımı kullanılarak çözülen örneklerle öğrenciler aktif olarak katılmıştır. Yani tahtada akıllı tahtanın etkileşim özelliği ile çeşitli bilgisayar yazılımlarını kullanarak soyut olan bu kavramı somutlaştırmışlardır. Sorularda yaptıkları yanlışları ekran kayıtları ile irdelemişlerdir. Ders ortamı geleneksel ortamdaki akıllı tahta ile ekrana istenilen her türlü görsel getirilerek öğrencilerde farkındalık oluşturulmuş oldu. Sınıf içinde gözlemlenen mutlak değer tanımı ile ilgili öğrenme güçlüğü çekilen kavramların öğrenilmesi sağlandı. Geleneksel ortamda bu tür farkındalık oluşturma olanağımız yoktur. Tebeşir ile tahtaya yazdığımız her bilgi öğrenci için çok soyut kalmaktadır. Geleneksel ortamda öğrencilerin öğrenme güçlüğü çektiğini süreç içinde anında göremiyoruz. Ancak akıllı tahta ile öğrencilere çok sayıda örneği çözebilme fırsatı sağlandığı için anında öğretmen olarak öğrencilerin nerelerde öğrenme güçlüğü çektiğini görebilmekteyiz. Daha sonraki zaman diliminde uygulanan mutlak değer sınavında sınıf içi gözlemlerde ve ders notlarında gözlenen mutlak değer tanımı ile ilgili sorularda öğrenme güçlüğü çekilmediği görülmüştür. Öğrencilerin çoğu mutlak değer sınavında mutlak değer tanımı ile ilgili soruları doğru bir şekilde çözmüşlerdir.

3.2. Mutlak Değerli Eşitlikler ve Eşitsizliklerle İlgili Elde Edilen Bulgular

3.2.1. Sınıf İçi Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Akıllı tahtada mutlak değerli bir ifade pozitif bir reel sayıya eşitse mutlak değer içindeki ifadenin başlangıç noktasına olan uzaklığı olduğundan iki farklı kök bulunacağı akıllı tahta etkinlikleri ile gösterildi. Sınıf içi gözlemlerinde mutlak değerli pozitif bir reel sayıya eşit olduğunda öğrencilerin sorun yaşamadıkları ancak düşük de olsa bazı öğrencilerin mutlak değerli ifade negatif bir değere eşit olduğunda çözüm kümesi bulmaya çalıştıkları gözlenmiştir:

$$\begin{aligned} \text{ÖR} \\ |1-3x+5| = -5 \text{ ise Gözlem kümesini bulunur.} \\ -3x+5 = -5 \\ -3x = -5-5 \\ -3x = -10 \\ x = \frac{10}{3} \end{aligned}$$

Şekil 14. Maviş'in mutlak değerli eşitlik örneğinin çözümü

Şekil 14'de görüldüğü gibi Maviş mutlak değer uzaklık kavramından dolayı negatif bir sayıya eşit olamayacağını görememiş ve denklemleri çözmeye çalışmıştır. Buradan öğrencinin çözüme girişmeden önce mutlak değer tanımı dikkate almadığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin mutlak değerli ifadelerde kavram yanlışlığına düşmesinin en büyük nedeni mutlak değer tanımı iyi kavrayamadıkları olduğu görülmüştür. Teknoloji ortamında anlatılan mutlak değer konusunda sınıf içi gözlemlerinde mutlak değerli denklemlerde bu tür güçlüklerin yaşandığı gözlenmiştir. Özellikle bu öğrenciler negatif reel sayıya eşit olan mutlak değerli denklemleri çözmeye çalışmışlardır. Akıllı tahtada mutlak değer tanımı ile ilgili görseller ekrana getirilmiş ve mutlak değer tanımı ile ilgili örnek çözümler kayıt altına alınarak tekrar izlettirilmiştir. Sonra mutlak değer uzaklık kavramı ile ilişkisi gösterilmiş ve mutlak değerli bir ifadenin negatif sayıya eşit olamayacağı üzerinde durulmuştur. Böylece, geleneksel ortamda yapamadığımız bir ortam oluşturulmuştur. Öğrencilerde bilgilerin somutlaştırılması ve derinleştirilmesi sayesinde bu tür öğrenme güçlüklerinin azaldığı gözlenmiştir.

Sınıf içi gözlemlenen yanlışlar ders notlarında da görülmüştür. Aşağıdaki örnek Hazal'ın defterinden alınmıştır:

$$\begin{aligned} |2x-5| = -1 \\ 2x-5 = -1 \quad \text{veya} \quad 2x-5 = 1 \\ 2x = -1+5 \quad \text{veya} \quad 2x = 1+5 \\ 2x = 4 \quad \text{veya} \quad 2x = 6 \\ x = 2// \quad \text{veya} \quad x = 3// \end{aligned}$$

} Kök yoktur.

Şekil 15. Hazal'ın mutlak değerli eşitlik örneğinin çözümü

Şekil 15’de görüldüğü gibi Hazal mutlak değerli bir ifadenin negatif bir reel sayıya eşit olabileceğini düşünerek ifadeyi denklem gibi çözmüştür. Burada mutlak değerli bir ifade pozitif bir reel sayıya eşit olduğunda mutlak değer içindeki ifadeyi verilen reel sayının bir pozitifine bir de negatifine eşitleyip denklemlerin çözülmesine benzetilerek çözüm yapılmıştır. Başlangıç noktasına uzaklıkları aynı olan iki farklı reel sayı olduğundan iki farklı reel kök bulunmuştur. Ancak Hazal burada uzunluğun negatif bir sayıya eşit olabileceğini düşünmüş ve yanlışya düşmüştür. Akıllı tahtada sorunun çözümü yapıldıktan ve çözüm kümesinin boş küme olduğu gösterildikten sonra Hazal çözümünün yanına “kök yoktur” notunu düşmüştür.

Mutlak değer negatif bir değere eşit olmayacağını farkında olan çoğu öğrenci de Pelin gibi defterine aşağıdaki gibi bir cevap yazmıştır:

Şekil 16. Pelin’in mutlak değerli eşitlik örneğinin çözümü

Şekil 16’da görüldüğü gibi Pelin cevap olarak mutlak değer negatif sayıya eşit olamaz şeklinde not yazmıştır. Pelin gibi birçok öğrenci bu süreçte mutlak değer tanımı öğrendiği farklı sorularda kullanabildiği görülmüştür. Akıllı tahtada farklı denklemler çözüldüğünden pozitif reel sayıya eşit olan sorularda hatalar gözlenmemiştir. Sadece negatif sayıya eşit olan denklemlerde yanlışlar gözlenmiştir. Hazal gibi birçok öğrenci akıllı tahtada işlenen derslerden sonra yanlışları azalttıkları ve soruları doğru çözdükleri gözlenmiştir.

3.2.3. Mutlak Değer Testinden Elde Edilen Bulgular

Mutlak değer sınavında 3., 4., 6. ve 10. sorular mutlak değerli denklemlerin çözümleri ile ilgilidir. Sınıf içi gözlemlerde ve ders notlarında öğrencilerin çoğu negatif bir mutlak değere eşit olduğunda soruyu çözüp çözüm kümelerini yazdıklarını görmüştük. Ancak uygulama testinde bu durumun düzeldiği, öğrencilerin yirmisinin doğru çözüm yaptığı ve çözüm kümesi boş kümedir cevabını sınav kâğıtlarına yazdıkları belirlenmiştir.

3) $ 4x - 6 = -10$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.	ÇÖZÜM: Boş küme mutlak değer negatif olmaz. \emptyset
--	--

Şekil 17. Kemal’in mutlak değer testinin 3. sorusuna verdiği cevap

Şekil 17’de görüldüğü gibi Kemal negatif reel sayıya eşit olan mutlak değeri çözmeden çözüm kümesini boş küme şeklinde yazmıştır. Sınıf içi gözlemlerde ve ders notlarında Hazal gibi Kemal de bu tür sorularda kavram yanlışları yapmıştır. Ancak sınavda negatif değere eşit olan mutlak değer çözümünün boş küme olduğu bilgisini doğru kullanmıştır.

Bazı öğrenciler mutlak değerli bir ifadenin pozitif bir değere eşit olması durumunda bunu denkleme benzeterek mutlak değerli denklemin de tek çözümünü olacağını düşünmüştür.

6) $ 3x - 5 = 7$ denkleminin çözüm kümesini bulunuz.	ÇÖZÜM: $3x - 5 = 7$ $3x = 7 + 5$ $3x = 12$ $x = 4$
--	--

Şekil 18. Rumeysa’nın mutlak değer testinin 6. sorusuna verdiği cevap

Şekil 18’de görüldüğü gibi Rümeyya sorunun sadece tek kısmını çözmüştür. Mutlak değer içindeki ifadeyi pozitif sayıya eşitlemiş ve tek bir kök bulmuştur. Sadece mutlak değer için pozitif olma durumu için açarak bulması Rümeyya’nın mutlak değer tanımını ile ilgili eksik anlamaya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu tür çözüm yapanların oranı düşük olsa da mutlak değerli eşitlik denklemler gibi görme veya mutlak değer sembolüne parantez gibi muamele etme davranışı devam ettiği anlaşılmaktadır.

Çözümler akıllı tahta sayesinde kayıt altına alındı. Öğrencilere yaptıkları hatalar ya da tekrarladıkları hatalar izlettirildi. Üç ay sonraki zaman diliminde uygulanan mutlak değer testinde öğrencilerin sınıf içi gözlemlerde ve ders notlarında yaptıkları hataları yapmadıkları belirlendi. Oluşturulan teknoloji donanımlı ortamın öğrenmeler üzerinden belli bir süre geçmesine rağmen öğrencilerin doğru bilgileri kullanabildikleri görüldü. Sınavdaki doğru cevapların oranı, akıllı tahta da izlettirilen görseller sayesinde mutlak değerli denklemlerin çözümlerinin öğrenildiğini göstermektedir.

3.3. Mutlak Değerli Eşitsizliklerle İlgili Elde Edilen Bulgular

Mutlak değer bir sayının başlangıç noktasına olan uzaklığı olarak tanımladığımızda uzaklığı bir sayıdan küçük ya da büyük olduğu durumlar akıllı tahtada üzerinde gösterilmiştir. Örneğin; $|x| \leq 3$ ifadesinde başlangıç noktasına uzaklığı üç ve üçten küçük sayılar olarak belirtilmiştir.

3.3.1. Sınıf İçi Gözlerden Elde Edilen Bulgular

Mutlak değerli eşitsizlikler teknoloji donanımlı ortamda araştırmacı tarafından akıllı tahta üzerinde çeşitli görsellerle birlikte anlatıldı. Mutlak değerli eşitsizlikte bazı öğrencilerin öğrenme güçlüğü çektikleri hem sınıf içi gözlemlerden hem de ders notlarından anlaşılmaktadır. Örneğin, aşağıdaki çözümde olduğu gibi bazı öğrenciler eşitsizlik denklemler gibi çözerek bir çözüm kümesi bulmak yerine bir değer bulmaya yönelmiştir:

$$|x+2| \leq 4 \text{ eşitsizliğini sağlayan kaç tane tamsayı vardır?}$$

$$x+2=4 \quad 2+2 \leq 4$$

$$x=2 \quad 4 \leq 4$$

$$= 1 \text{ tane tamsayı vardır.}$$

Şekil 19. Emel’in mutlak değerli eşitsizlik örneğinin çözümü

Şekil 19’da görüldüğü gibi Emel verilen eşitsizliği denklemler gibi çözmüş ve bulduğu değeri bilinmeyen yerine yazmıştır. Çözüm kümesi bulmak yerine sağladığını gördüğü değeri cevap olarak yazmıştır. Soruda öğrenciden $[-6, 2]$ aralığında kalan tamsayıları bulması istenmektedir. Burada öğrenci aralık bulmak yerine eşitliği sağlayan bir değer bulmuştur.

Huriye mutlak değerli eşitsizlik çözümünde çözümü mutlak değer içindeki ifadeyi 1 den küçük olarak almış ve sonra da mutlak değer içindeki ifadeyi -1 den küçük olarak eşitsizliği çözmüştür:

$$\text{Soru: } |2x-3| < 1$$

$$2x-3 < -1$$

$$2x < -1+3$$

$$2x < 2$$

$$x < 1$$

$$2x-3 < 1$$

$$2x < 1+3$$

$$2x < 4$$

$$x < 2$$

$$1 < x < 2$$

Şekil 20. Huriye’nin mutlak değerli eşitsizlik örneğinin çözümü

Şekil 20’de görüldüğü gibi mutlak değer pozitif bir sayıdan küçük olması durumunda mutlak değer içindeki ifade verilen pozitif değerden eksi (-) değerinden büyük artı (+) değerinden küçük olmalıdır. Huriye çözümünde bu kısmı görememiştir. Öğrencilerin bir kısmının ders sırasında benzer örnekler çözümlenirken Huriye gibi mutlak değerli eşitsizliklerde mutlak değer içindeki ifadenin başlangıç noktasına olan uzaklığı olduğunu görememişler ve yanlışlara düşmüşlerdir. Mutlak değerli bir ifadenin pozitif bir değerden küçük olduğu durumda bir aralık bulmak yerine öğrenciler denklemler gibi çözüm yaparak kök bulmuşlardır. Diğer bir yanığı

ise mutlak değerli bir ifadenin negatif değerden küçük olduğu durumda uzaklığın sıfırdan küçük olamayacağını düşünmeden çözüm kümeleri bulmaya çalışmışlardır.

3.3.2. Mutlak Değer Testinden Elde Edilen Bulgular

Mutlak değer sınavının 5., 7. ve 9. Sorular eşitsizliklerle ilgilidir. Sınıf içi gözlemlerde ve ders notlarında mutlak değerli eşitsizliklerle ilgili sorularda öğrenciler denklem çözümünde yaptıkları çözüm yolunu kullanmışlardır. Uygulama testinde de benzer yanılgılara az da olsa rastlanmıştır:

5) $|2x-1|-3 < 1$ eşitsizliğinin çözüm kümesini bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$|2x-1|-3 < 1 \quad |2x-1| < 3+1 \quad |2x-1| < 4$$

$$|2x-1| < 4 \quad |2x-1| < -4$$

$$2x < 4+1 \quad 2x < -4+1$$

$$\frac{2x}{2} < \frac{5}{2} \quad 2x < -3$$

$$x < \frac{5}{2} \quad x < -\frac{3}{2}$$

$$\frac{-3}{2} < x < \frac{5}{2}$$

Şekil 21. Hazal'ın testi 5. sorusuna verdiği cevabı

Şekil 21'de görüldüğü gibi Hazal mutlak değerli eşitsizliği 4'ten küçük bulduktan sonra denklem çözümünde olduğu gibi eşitsizliği çözmeye çalışmıştır. Ayrıca, mutlak değer içindeki ifadeyi önce 4'ten küçük almış ve çözüm aralığı bulmuştur. Hazal'ın yaptığı bu kısım doğrudur. Ancak mutlak değeri 4'ten küçük olan sayılar aynı zaman da -4'ten büyük sayılar olduğunun farkında olamamıştır. Bunun sonucu olarak ifadeyi -4'ten küçük almış ve çözüm aralığı bulmuştur. Sonra bulduğu bu iki çözüm aralığını birleştirirken bulduğu $x < -\frac{3}{2}$ eşitsizliğini matematiksel bir geçerliği olmadığı halde $x > -\frac{3}{2}$ eşitsizliğine çevirerek doğru çözüm kümesini yazmıştır. Ancak çözüm kümesini doğru yazması öğrencinin ezbere işlem yapmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü çözüm kümesinden önce kendi bulduğu aralıkları sorgulasaydı çözüm kümesi yazdığı küme gibi olamayacağını görecekti. Az oranda olsa da bazı öğrencilerin çözümleri de Hazal'ın yaptığı çözüm ile benzerlik göstermektedir.

Mutlak değer sınavında negatif reel sayıdan küçük mutlak değerli eşitsizliğin çözüm kümesinin bulunması istenen soruyu çözerken nispeten sayıları az olsa da bazı öğrenciler mutlak değer tanımını bir noktanın sıfıra uzaklığı olarak yorumlayıp uzaklığın da negatif olamayacağını dikkate almayarak çözüm kümesi bulmaya çalışmıştır. Aşağıdaki iki örnek bu durumu yansıtmaktadır:

7) $|x+1| < -6$ çözüm kümesini bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$6 < x+1 < -6$$

$$5 < x < -5$$

$$\boxed{-5 < x < 5}$$

7) $|x+1| < -6$ çözüm kümesini bulunuz.

ÇÖZÜM:

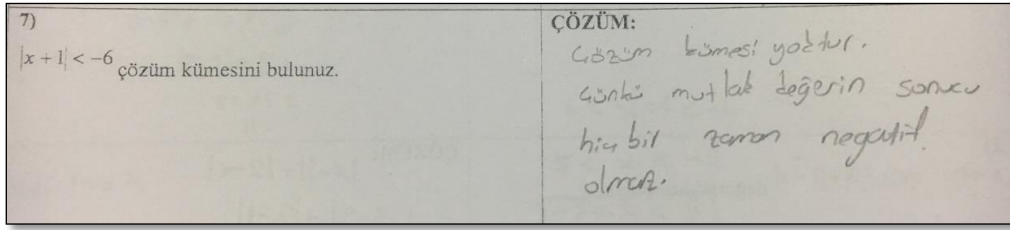
$$x+1 = -6 \quad x+1 = 6$$

$$\boxed{x = -7} \quad \boxed{x = 5}$$

$$G.K. = \{-7, 5\}$$

Şekil 22. Mutlak değer testinin 7. sorusuna verilen bazı cevap örnekleri

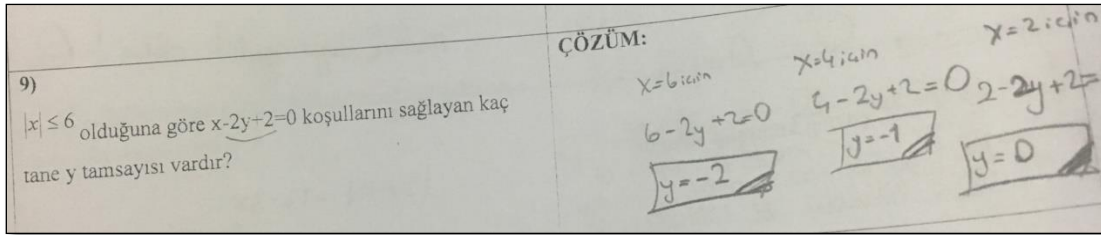
Buna karşın mutlak değer sınavında negatif reel sayıdan küçük mutlak değerli eşitsizliğin çözüm kümesini bulması istenen soruyu sınıfın çoğunluğu doğru çözmüştür:



Şekil 23. Yasemin'in mutlak değer testinin 7. sorusuna verdiği cevap

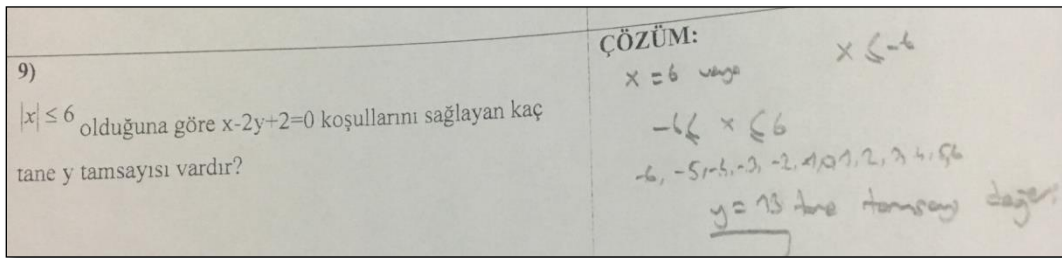
Şekil 23'te görüldüğü gibi Yasemin sınıf içi gözlemlerin ve ders notlarındaki örnek çözümlerinin aksine doğru çözüm yapmıştır. Yanlış soru çözümlerinden gerekli bilgileri öğrenmiş ve bu bilgileri farklı zamanda soruya uygulayarak doğru sonuca ulaşmıştır. Yasemin gibi diğer öğrencilerin de öğrenme güçlüğü çektiği bu soru tiplerinde anlamlı öğrenme gerçekleştirdikleri anlaşılmaktadır.

Mutlak değeri 6'dan küçük ve eşit olan x değişkenine bağlı olarak y değişkeninin alacağı tamsayılarının sorulduğu 9. soruda bazı öğrenciler soruyu çözerken x değişkenine tamsayı değeri vermişlerdir:



Şekil 24. Utku'nun mutlak değer testinin 9. sorusuna verdiği cevap

Şekil 24'te görüldüğü gibi utku soruyu çözerken x değişkenine 6, 4, 2 değerleri vermiş ve karşılığında y değerlerini bulmuştur. Eşitsizlikte bilgi eksikliği olduğundan sayı değerleri vererek sonuca ulaşmaya çalışmıştır. Diğer bir öğrenci de x değişkeninin alabileceği tamsayı değerlerini bulmuş ve bu değerlerin karşılığında y değerlerini de aynı sayıda belirtmiştir. Ancak Şekil 25'de görüldüğü gibi Cansu y değişkeninin katsayısını hesaba katmadığından hatalı sonuca ulaşmıştır:



Şekil 25. Cansu'nun mutlak değer testinin 9. sorusuna verdiği cevap

Eşitsizlik çözümlerinde denklem çözümlerinde yaptığı çözüm yollarını kullanmışlardır. Ancak sınıf içinde ve ders notlarında ortaya çıkan mutlak değer negatif değerden küçük olan eşitsizliklerin çözümleri yapılmamış ve çözüm kümesi boş küme olarak yazılmıştır. Negatif değerden küçük olan eşitsizliklerin çözümünü doğru yapan öğrenci sayısının artmış olması bu kazanımla ilgili anlamlı öğrenmenin gerçekleşmiş olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak mutlak değer testinde öğrencilerin bilgilerinin kalıcılığını görmemiz, teknoloji ortamında anlatılan bilginin farklı zaman dilimine taşınmasında yanlışların artması ya da azalması yönündeki verileri görmemiz adına çok önemli olmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Matematik eğitimine yönelik reform hareketlerinde, BİT'lerin etkin bir şekilde kullanılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Baki, Güven ve Karataş, 2002). Bu bağlamda Teknoloji Destekli Öğretimin öğrencilerin Mutlak değer konusundaki öğrenmeleri üzerine etkisini, öğrencilerin konuyla ilgili yaşadıkları güçlüklerin giderilmesi yönündeki etkisi elde edilen bulgularla ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, mutlak değer konusunun öğretiminde etkileşimli tahtanın kullanımının nasıl bir öğrenme ortamı oluşturduğu sorusu bir aksiyon araştırması olarak ele alınmıştır. Teknoloji donanımlı ortamda anlatılan mutlak değer konularının öğrenmelerinin geleneksel öğrenme ortamına göre nasıl farklılaştığı kıyaslanarak incelenmiştir.

Bu çalışmada, mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizlikler konusu akıllı tahtada kullanılarak araştırmacı öğretmen tarafından yürütülmüştür. Bu ortamda yürütülen dersler sırasında karşılaşılan öğrenme güçlükleri, araştırmacı öğretmenin geleneksel öğrenme ortamlarında gözlediği öğrenme güçlükleri ve ilgili literatürün bulgularıyla örtüşmektedir. Araştırmacı öğretmen yıllar içinde bu kavramlarla çokça karşılaşmış ve öğrenme güçlüklerini ortadan kaldırmak için teknoloji ile desteklenmiş öğrenme ortamını oluşturmuştur. Teknoloji destekli öğrenme ortamında öğrenme gücü çekişen kavramlar görseller yardımıyla somutlaştırılmış ve bu kavramların öğrenilmesi sağlanmıştır. Ayrıca akıllı tahtanın dokunmatik özelliği sayesinde öğrenciler akıllı tahtada çeşitli görseller ve somut modeller izlemelerinin yanında örnek çözümleri yaparken akıllı tahta ile iletişim kurabildikleri gözlenmiştir.

Genel olarak, bu çalışmadaki bulgular literatürdeki bulgular ile örtüşmektedir. Özellikle, bu çalışma denklemlerin ve eşitsizliklerin ders kitabında ve müfredatta birlikte ele alındığını ve öğrencilerin çoğunun çözümlerindeki denklemleri ve eşitsizlikleri karıştırmaya ve mantıksal bağlantıları kullanımları konusunda hata yapma eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışma, öğrencilerin mutlak değerli ifadeleri hesaplama faaliyetlerinin, mutlak değer için parantezin içi gibi çıkarma, işareti değiştirme veya eşitsizliğin yönünü çevirme gibi matematiksel anlamı olmayan manipülasyonlardan oluştuğunu göstermiştir.

Akıllı tahta etkinliklerinde çok sayıda farklı örneklerin çözülmesi öğrenilen bilgilerin tahtaya indirilen yeni sorularda kullanılması öğrenme isteğini artırdığı gözlenmiştir. Teknoloji öğrencilerin ilgisini çekmiş ve derse karşı motivasyonları yüksek olmuştur. Geleneksel ortamda tahtaya yazılan bilgiler öğrenciler tarafından defterlerine yazılmakta ve tahtadakiler silindiği zaman tekrar o örnek üzerinde tartışma ortamı oluşturmak imkânsız hale gelmektedir. Mutlak değer tanımı anlatırken kullanılan akıllı tahta etkinlikleri öğrenciler için geleneksel ortamdaki çok farklı olmuştur. Çalışmaya katılan çoğu öğrencilerin bu tür güçlükleri yenerek mutlak değer ve mutlak değerli eşitsizliklerle ilgili kavramsal öğrenme gerçekleştirdikleri gözlenmiştir.

Akıllı tahta kullanılarak verilen derslerde mutlak değerli denklemlerin çözümünde kimi öğrencilerin mutlak değer sembolünü parantez gibi kullandıkları, kimilerinin de mutlak değerli ifadelerin negatif reel sayıya eşit veya küçük eşit olduklarında kavram yanlışlığına düştükleri gözlenmiştir. Akıllı tahtada anlatılan mutlak değerli denklemlerin çözümüne yönelik farklı görseller ve yazılımlar kullanarak mutlak değerli bir ifadenin negatif değerlere eşit olamayacağı çok sayıda örnekler üzerinde gösterildi. Dersler ilerledikçe öğrencilerin bu tür yanlışlıklara düşmesinin azaldığı gözlemlendi. Yapılan yanlışlar akıllı tahtada defalarca izletilebilmekte ve öğrenci yaptığı yanlışları görebilmektedir. Teknoloji donanımlı ortam mutlak değerli denklem çözümlerinde de akıllı tahta kavramların görselleştirilmesini destekleyerek öğrenmeyi kolaylaştırdığı gözlenmiştir. Bu şekilde yürütülen derslerde öğrenciler hep istekli oldular ve derse karşı motivasyonları yüksek olmuştur. Bilgisayar destekli öğrenim yapılması öğrenme güçlüklerini azaltmak için görselleştirmeye imkân vermesi ve derslerde kullanılan akıllı tahta etkinlikleri ile derslerin ilginç hale gelmesinin sağlanması açısından çok önemli olmaktadır. Literatürde de teknolojinin derslerde kullanılması kavramsal öğrenmenin desteklenmesinde etkili olduğu ve derslerin daha ilgi çekici olduğu vurgulanmıştır (Alkan ve Ertem, 1998; Baki, 2002; Kutluca, 2009; Pesen, 2003; Uşun, 2013).

Az sayıda olsa da bazı öğrencilerin mutlak değerli ifadenin herhangi bir reel değerden küçük olduğu durumlarda sorun yaşadığı gözlenmiştir. Akıllı tahtadaki görseller ve örnek çözümleri ile öğrencilerin yaptıkları bu tür hataların farkını da olması sağlanmıştır. Örnek çözümlerde yapılan yanlışların kayıt altına alınması ve sonraki derslerde tekrar görülebilmesi öğrenme güçlüklerinin azalmasında etkili olmuştur. Geleneksel öğrenme ortamında eşitsizlik konusunun öğretilmesi oldukça zor oluyordu. Ancak teknoloji ile uzunluk kavramı sayı doğruları ve çeşitli görsellerle bu kavram öğrencilerin zihinlerinde somutlaştırılabildiği gözlenmiştir. Kavramların görselleştirilerek öğrenilmesi öğrenme gücünün azalması açısından etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Baki, 2002; Bıçak, 2019; Bulut ve Koçoğlu, 2012; Ekici, 2008; Robinson, 2004; Schut, 2007).

Akıllı tahta etkinlikleri cebirsel ve grafiksel çözümleri aynı anda sunduğu için mutlak değerli eşitsizliklerin çözümlerinin anlaşılmasını kolaylaştırdığı gibi öğrencilerin çözüm için önerilen kuralların neden işlediğini görmelerini de kolaylaştırmıştır. Örneğin, akıllı tahtada cebirsel ifade yazıldığında hemen yanında ilgili çizimin sayı doğrusu üzerinde görünmesi öğrencilerin $|x - 3| \leq 2$ ifadesinin $x = 3$ noktasından 2 birim kadar uzaklığı olan noktaların kümesini gösterirken $|x - 3| \geq 2$ ifadesinin de $x = 3$ noktasından 2 birim sonraki noktaların kümesini gösterdiğini anlamalarını kolaylaştırmıştır. Teknoloji ile donatılmış bir ortamda öğretim öğrenci merkezli yapılmakta, öğrenciye açık ve araştırmaya yönelik etkinlikler sunulmaktadır (Dede ve Ketelhut, 2009). Dolayısıyla böyle yaklaşımlarda bilginin kaynağı sadece öğretmen ve ders kitapları değildir. Öğrenciler teknolojiyi kullanarak bilgiye kendilerinin ulaşması derslere olan ilgiyi de artırmaktadır. İlgili literatürde derslerdeki motivasyon ve öğrencilerle iletişimin yüksek olmasını sağlayan teknoloji destekli ortamda öğrencilerin derslerde öğrenmeye daha istekli oldukları belirtilmektedir (Cooper ve Brna, 2002).

Sonuç olarak, bu çalışma, özellikle teknoloji tabanlı bir ortamda mutlak değer ve mutlak değer eşitsizliklerinin öğretilmesi ve öğrenilmesi ile ilgili olarak, Türkiye'de Matematik eğitiminin durumunun özel bir

resmini çizmiştir. Bu çalışmada sunulan bulgular, öğrencilerin hatalarını ve yanlış anlamalarını ve bu hata ve yanlış anlamaların kaynaklarını ortaya çıkararak öğretmenlerin bilgi birikimini genişletecektir. Bu bulgular, öğrencilerin öğrenme stratejilerini ve öğretmenlerin öğretim stratejilerini değiştirmenin yollarını bulmaya yardımcı olacaktır. Ayrıca öğrencilerin düşünme biçimlerini anlama konusunda bilgi sağlayacak ve bu bilginin teknoloji donanımlı ortamlarda yapılacak öğretimi geliştirmek için kullanılabilmesi için bazı yolları işaret edecektir.

Bu çalışmada mutlak değer, mutlak değerli eşitlikler ve eşitsizlikler konusunun görselleştirilmesinin öğrenme güçlüklerini azalttığı gözlenmiştir. Çalışmada akıllı tahtanın sunduğu imkânlar ölçüsünde mutlak değerlerle ilgili kavramlar için görselleştirmeler kullanıldı. Ancak bu çalışmada GeoGebra programı kullanılmadı. GeoGebra programında verilen eşitsizliklerin grafikleri ve istenilen bölgelerin taranarak gösterilmesi kavramların daha fazla görsellik katmaktadır. Bu programın akıllı tahtalara indirilerek kullanılması konuyu daha çok somutlaştıracaktır. Akıllı tahtada aynı konunun GeoGebra kullanılarak anlatılarak öğrenme güçlüklerinin giderilmesine olan etkilerinin araştırıldığı benzer çalışmalar yapılabilir. Ayrıca, bu çalışma 9. sınıfta yer alan mutlak değer konusundaki öğrenme güçlüklerinin teknoloji destekli öğretim ortamında incelenmesiyle sınırlandırılmıştır. Ancak mutlak değer birçok konuya temel teşkil eden bir konudur. Bu noktadan hareketle ileri matematik düzeyinde 12. sınıf ve lisans öğrencilerinin örneklem olduğu ve öğrencilerin bu süreçte yaşadığı öğrenim deneyimlerini de kapsayan benzer bir çalışma yapılabilir. Bu çalışmanın sınırlılıklarından birisi de, testten sonra test maddeleri yoluyla görüşme yapılmamış olmasıdır. Öğrenci görüşmeleri, bu çalışmaya öğrencilerin mutlak değer kavramı, mantıksal bağlar ve düzen ilişkileri hakkında ne düşündükleri ve faaliyetlerini düzenleyen görüşlerin neler olduğu hakkında daha fazla fikir verecektir.

Reflections on Instruction of Inequality and Absolute Value in a Technology-Equipped Classroom: An Action Research

1. Introduction

In mathematics, concepts are interrelated and learning of one of the concepts creates a basis for learning another concept. For this reason, it is important for students to learn concepts, processes, symbols and formulas related to the subject conceptually while learning any subject of mathematics (Baki, 2019). The cognitive difficulties experienced by the student are usually called as the learning difficulty related to the subject in the case of inadequate conceptual learning. There are many reasons for these difficulties. Among these reasons, students make incomplete reasoning while executing operations or not using different strategies to increase their interest in lessons (Erdem, 2015) and inadequate appropriate teaching materials (Pijls, Dekker & Van Hout-Wolters, 2007).

Visuality has an important place in learning abstract concepts with learning difficulties through concretization. Investigating the effects of teaching materials used to concretize abstract concepts in mathematics lessons and to realize teaching more effectively has an important place in mathematics education research (Baki, 2002, Gürbüz, 2007). In order for learning to be effective, these researches emphasize the importance of active participation of students in activities and the effective use of computers in mathematics lessons increase students' willingness to participate in activities.

Although the subject of absolute value and absolute inequality is one of the basic subjects for learning other subjects in the mathematics curriculum, it is one of the subjects that students have learning difficulties because of its presentation and teaching (Şandır, Ubuz & Argün, 2002; Yenilmez & Avcu, 2009). Introducing and presentation of the subject in the curriculum and textbooks shapes the preferences of teachers to teach the subject, and these preferences affect the student's learning about the subject. Rules for solutions of absolute inequalities, such as "multiplying or dividing two sides by $(-)$, then change the direction of the inequality symbol" focus more on the image of the symbol rather than the meaning. These rules do not point out any conceptual situation. The student tries to use this kind of learned rules without understanding their mathematical meanings. This is frequently pointed out by the relevant literature (Scarborough, 2014). This is one of the sources of students' learning difficulties related to the subject (Davis, 2013). The learning difficulties experienced by the students about the absolute value and absolute inequalities was also observed by the researcher as a teacher for more than 15 years are discussed below.

As it is known, $|x| = \sqrt{x^2}$ definition is not included in the secondary mathematics curriculum. Therefore, when an equation like $|x - 3| < 4$ is given, it is not expected from a high school student that s/he opens the expression as $(x - 3)^2 < 16$, uses this definition and solves it; as $(x + 1)(x - 7) < 0 \Rightarrow x > -1$ ve $x > 7$. On the other hand, in the curriculum, this statement is expected to be solved as follows:

$$\begin{array}{c} |x - 3| < 4 \\ \hline \begin{array}{l} -(x - 3) < 4 \\ -x + 3 < 4 \\ -x < 1 \\ x > -1 \end{array} \qquad \begin{array}{l} (x - 3) < 4 \\ 2 - 3 < 4 \\ x < 7 \end{array} \end{array}$$

$$\text{ÇK}=\{x | -1 < x < 7\}$$

However, when this example is examined, the visualization of the rule comes to the fore rather than the meaning of the operations performed as stated above. By considering the definition of absolute value, student does not focus on why the absolute value in the left-hand column is taken out with a negative bracket and why the directions of the inequality sign change. Generally, since the definition region is not taken into consideration in the solution of such questions, the student tends to find a single solution as in the solution of the equations and does not pay attention that the solution set should have an interval of $-1 < x < 7$.

Conversely, the expected solution of $|x - 3| > 4$ is as follows:

$$\begin{array}{c} |x - 3| > 4 \\ \hline \begin{array}{l} -(x - 3) > 4 \\ -x + 3 > 4 \\ -x > 1 \\ x < -1 \end{array} \qquad \begin{array}{l} (x - 3) > 4 \\ x - 3 > 4 \\ x > 7 \end{array} \end{array}$$

$$\text{ÇK}=\{x | -1 > x \text{ ve } x > 7\}$$

Students often think that there will be an interval in this case too, leaving the solution as $-1 > x > 7$. Mostly, such answers are written as a solution without thinking that there cannot be a real number that satisfies the condition of $-1 > x > 7$.

At the beginning of the introducing the topic of the absolute value, both textbooks and teachers generally define the absolute value as the “distance from the zero point of an x on the number line”. This definition is illustrated by examples on the number line. It is emphasized that the value inside the absolute value will not come out as negative value, such as $|-5| = 5$, $|-x| = x$. Both textbooks and teachers give examples by stating that the distance between two points such as x and y is shown as $|x - y|$ after these examples. The student usually has difficulty in associating this final explanation with the definition of the absolute value as a distance of a number to zero point on the number line. Students who cannot fully understand that the absolute value cannot be equal to a negative number by the definition can find $x = 2$ by writing it as $2x - 5 = -1$ when the expression is given as $|2x - 5| = -1$. Before this situation has been digested yet, the definition of $f(x) = |x| = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ -x, & x < 0 \end{cases}$ is introduced and then the examples are being solved. This definition, which is given in conjunction with the concept of function, makes the concept of absolute value more complex in the eyes of students. Because in this definition, the student sees that the image of the function for $x < 0$ is $-x$, and thinks that this contradicts the expression of “the absolute value in the absolute value does not come out minus” previously stated by the teacher. Moreover, the teacher's explanation that multiplied by $(-)$, since x in absolute value is less than zero, is enough to confuse most students. Because student directly focused on the symbol of $|x|$ without thinking the definition domain of x , and for him/her the product multiplied by $(-)$.

In the lessons of teachers who make such explanation, when students are asked about a question such as “ $x < 1$, simplify the expression $|x| + |-x| - |3x|$ ”, we usually observe the following answers. Some of the students open the expression as $x - x + 3x$ by treating the absolute value like parentheses, and then write the answer as $3x$. Others, without thinking about the definition region of x , find the answer as $-x$ by opening the expression as $x + x - 3x$ and opening the expression based on the rule that the absolute value should be positive out of it. Similarly, while answering a question such as “ $x < 0$, write $|x - 1| + |x| + 3$ in the simplest way”, some students take $x = -2$ to eliminate 3 in the expression and then take the expression as $-3 + (-2)$. Then they simplify it as $-3 + (-2) + 3 = -2$.

Another difficulty arising from the incomprehensibility of the absolute value definition is that s/he cannot see that the solution set $|x| < 0$ is \emptyset . Because of this reason, s/he think that if the inequality of “ $|x| + 1 > 0$ ” has a solution then the inequality of “ $|x| + 1 < 0$ ” also has a solution like $1 < x$ and $x < -1$. Similarly, it is thought that if there is a solution for $|x| \geq 0$, then $|x| \leq 0$ also has solution other than $x = 0$ as well.

On the other hand, the solution set of the inequality of $|x| < 3$ represents an interval as $SS = \{x | -3 < x < 3\}$. Most of the students think that $|x| > 3$ inequality will also represent an interval too. Therefore they have difficulty in realizing that this does not represent an interval by writing the solution as $-3 > x > 3$. Solving inequalities like equation is a common observed situation as well. For example, after resolving the inequality of $|2x - 3| < 1$ as an equality, after finding $x = 2$, the solution is written as $x < 2$. When two sides of the inequality are multiplied by $(-)$, “why does the direction of inequality sign change?” is not being understood, and then the wrong solutions are being done by opening $|2x - 3| < 1$ inequality as $2x - 3 < -1$ or $2x - 3 > -1$.

On the other hand, when asked a question such as “How many integers that provide the equation $|x + 2| \leq 4$ ”, some students are thought to be $x \leq 2$ after finding $x = 2$ by writing $x + 2 = 4$ and giving the answer that there is an integer.

Consequently, both literature and researcher's observations reveal that most students often treat absolute inequality as a linear inequality or equation, thereby ignoring the concept of absolute value in computational activities. One of the difficulties observed is the conversion of absolute value inequality into two separate expressions, using no logical bond to express the relationship between these two expressions and treating the absolute value inequality as two separate linear inequalities. On the other hand, the rule of “change the direction of inequality when two sides are multiplied by negative” is given for the solution of absolute value inequalities, as the meaning of absolute inequalities is not fully understood, it is also difficult for the student to make a holistic comment about the solution set. *Can these learning difficulties, which are generally observed in terms of absolute value and absolute inequality, be reduced in an environment enriched with smart board technology?* This question is the main research problem of this study which is carried out with the researcher as teacher approach. The correct selection of teaching approach to be applied and of the material to be used for learning difficulties about absolute value and absolute inequalities is very important in terms of creating an effective and efficient teaching environment. Numerous studies (Baki, 2002; Bıçak, 2019; Kutluca, 2009) which emphasize the use of computer technologies in teaching of abstract concepts which are difficult to learn and recommend the

use of interactive dynamic mathematics software and animations, form the basis of the instructional design used in this study.

Technology is advancing rapidly and affecting the education area as well as every area of our lives. As a result of this impact, intensive research and applications have been carried out recently on the use of information technologies in mathematics education (Baki, 2002). Education sector is making great efforts to develop information technologies and integrate them to educational environments (Alkan, 2005). In this context, smart boards attached to the classrooms within the scope of FATİH project brought many innovations to the world of education. With these innovations, our teachers started to change their own teaching practices. Education and teaching activities have changed to multi-channel and multi-channel education models by using technology (Oğuz, Oktay and Ayhan 2004). Technological developments guide educational processes and educational environments are enriched with technologies (Bıçak, 2019). Technologies are used in education for different senses. Some of the technologies is for the eye and some for the ear. Apart from these, some smart boards also have touch and interaction features. When these features are taken into consideration, the importance of the educational technology to be chosen to realize learning has increased tremendously.

The indicator of this change in education is that teachers try to use Information and Communication Technologies [ICT] effectively in their classrooms. Now, teachers see the use of ICT everywhere as an innovation and think that it has a key role in developing the teaching and learning process (Sangrà & González, 2010). The preference of ICT-based teaching of mathematics is an indicator of this (Baki, 2019). In the Ministry of National Education primary mathematics curriculum updated in 2013, it is aimed to develop ICT skills for effective learning and use of mathematics.

Considering the studies carried out using technology-supported education at Turkey and abroad, it is understood that the academic achievement of the students in the computer-aided classes is higher than the traditional learning environment, but their attitudes do not differ (Aşıcı, 2014; Bastug & Kircaburun, 2018; Bulut, 2009; Funkhouser, 2002; Shataf, 2010). It is understood that technology supported materials used in subjects with learning difficulties with computer-aided instruction embody concepts and positively affect students' learning.

The smart board is the window of our classrooms to technology. With this window, many different learning environments emerge from the traditional learning environment. It has been demonstrated in studies that the technology used in these learning environments has many benefits. In these studies, it was observed that students discover new information and motivate the lessons (Beauchamp & Kennewell, 2008; Kennewel, 2006; Kutluca, 2009; Özkök, 2010; Şataf, 2014; Yıldızhan, 2013). Teachers were able to embody the possibilities of technology on many concepts with learning difficulties on the smart board in the lessons. In this way, it has been revealed in research studies that meaningful learning is realized and supports the learning of the student (Aşıcı, 2014; Bulut & Koçoğlu, 2012; Geer & Barnes, 2007; Saltan, Arslan & Gök, 2010; Schut, 2007; Selçik & Bilgici, 2011).

Most research studies on absolute value aimed to reveal misconceptions (Şandır, Ubuz & Argün, 2007; Yenilmez & Avcu, 2009). Researcher as teacher also encountered misconceptions about absolute value revealed by these research studies throughout his teaching life. The majority of the research study done on the smart board was on the motivation and attitude in the lessons (Beauchamp & Kennewell, 2008; Kennewel, 2006; Kutluca, 2009; Özkök, 2010; Şataf, 2014; Yıldızhan, 2013). It has not been possible to find a specific study using technology to eliminate the predetermined misconceptions about absolute value and inequality. In this context, learning in a learning environment supported by technology that will reduce or eliminate learning difficulties has gained importance. To reveal its differences in terms of its differentiation from the traditional learning environment will make an important contribution to educational studies.

In this study; the focus was on the learning difficulties about absolute value that the researcher as teacher observed throughout his teaching experience and related research studies addressed. The aim is to investigate how students learn these topics within smart board based environment. For this purpose, it was considered as an action research on how the use of interactive smart board creates a learning environment in the teaching of the subject of absolute value. In order to evaluate students' learning in terms of learning difficulties about the topic of absolute value, the researcher as a teacher tries to find answers to the following questions with in this technology-based environment:

- ✓ How this environment provides students with the correct ways in which students solve absolute value inequalities?
- ✓ How this environment provides students with the possible sources to see their errors and misconceptions when solving absolute value inequalities?

2. Method

Qualitative research focuses on examining research problems in its context and in depth, unlike quantitative researches where hypotheses tested by manipulating some variables in isolated and controlled environments are eliminated. In this study, an action research design was used in accordance with the purpose of researcher as teacher approach. It is stated that the most important contribution to scientific research is to make an in-depth examination of a subject investigated in qualitative research, to understand the individuals' perspective on the subject, and the emergence of social structures and processes that contribute to the subject (Bogdan & Biklen, 1992; Miles & Huberman, 1994; Patton, 1990; Yıldırım & Şimşek, 2003). In this research, it is tried to be understood with the researcher as teacher approach how teaching absolute value issues in a technology –based environment affects students' cognitive learning. For this purpose, it was thought to be appropriate to use the action research method, which is a qualitative approach, since the smart board strategy is intended to be examined in detail with the reflections received from the students and in-class observations in its natural course directly in the learning-teaching process without any manipulation.

Action research is considered important in teacher education for two reasons (Magos, 2007):

1. The teacher should be active in his own teaching and get the first hand data by taking the lead role in the research for this purpose,
2. The need for a bridge between daily teaching practices and general teaching theories and research and teaching.

In this study, an action research pattern was used with the researcher as teacher approach in accordance with the purpose. As a requirement of the nature of action research, this method emphasizes the researcher as teacher, who aims to improve the quality of teaching in his classroom by facilitating to examine different school and classroom problems in depth and to overcome the problems in a teacher's classroom (Ekiz, 2003; Kindon & Elwood, 2009).

2.1. Participants

The sample of the study consisted of 34 students (all student names used in the article are nicknames) studying in the ninth grade of an Anatolian High School in Ordu province in Turkey.

2.2. Process

After the evaluating the researcher's experiences and the literature review, the main study started. All activities in the course were carried out by the researcher as teacher. As there are smart boards in all classes within the scope of FATİH project, everyone has been in their own classrooms. Before the applications started, students were given short information about how to teach the lesson.

The subject of absolute value is a subject taught in the 9th grade in the mathematics curriculum. It is a three-focus objective taught in a 6-class hour. The differences between the old and new in the process of teaching the concepts with learning difficulties by explaining the previous experiences of the researcher and the concepts revealed in the literature research in the technology supported environment will be examined. Therefore, the plans of the lessons to be applied in the research were made by fitting the following theoretical framework. This theoretical framework was adapted from the 5E model and revised as 4E model by Baki (2019). Thus, the flow chart of the lessons using smart board can be summarized as follows:

Stage 1 (Curiosity): At the beginning of the lesson, after the visuals downloaded from the internet related to the subject were watched, questions and smart board explanations were used to arouse interest and curiosity and to initiate mutual dialogues.



Figure 1. A smart board image related to the absolute value definition

After this visual presentation, students were given some time to consider the definition of absolute value. The students tried to define absolute value by engaging in mutual dialogues with their friend.

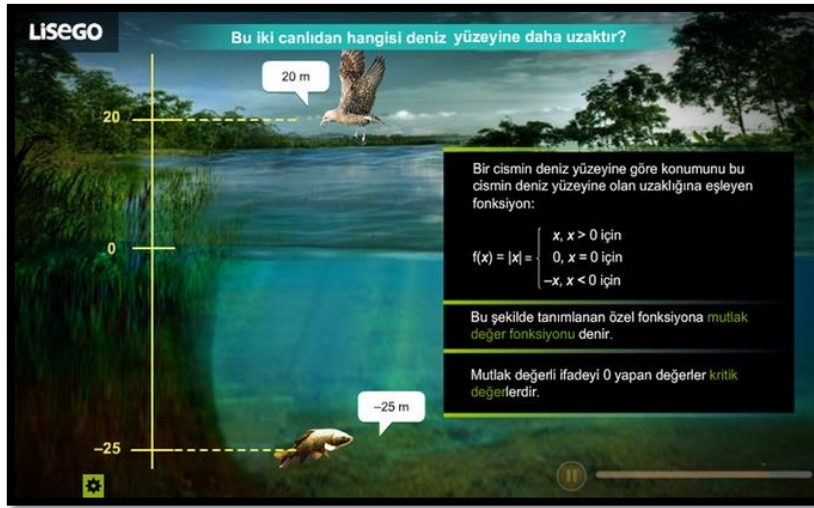


Figure 2. Absolute value and a smart board image related to the definition

Stage 2 (Discovery): The students tried to solve the questions posed to them on the smart board in pairs. They were given enough time for this.

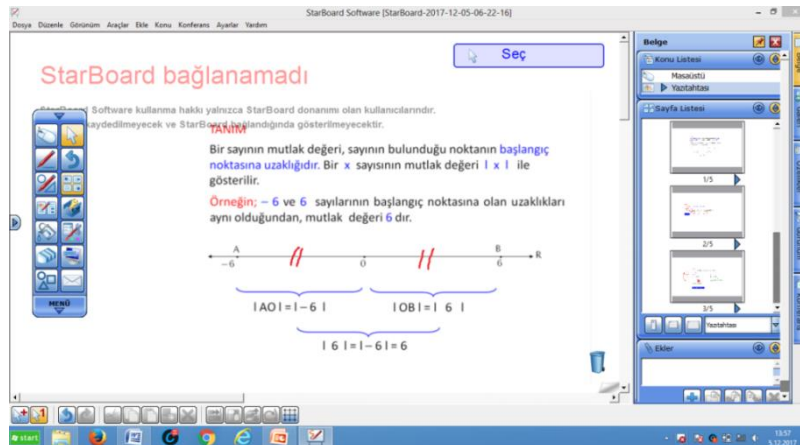


Figure 3. Examples showing absolute value in the number line

Stage 3 (Explanation): The solutions of the questions were discussed and students were given the opportunity to show their solutions on the smart board. Based on the feedback of the smart board, the students had the opportunity to explain and correct their solutions:

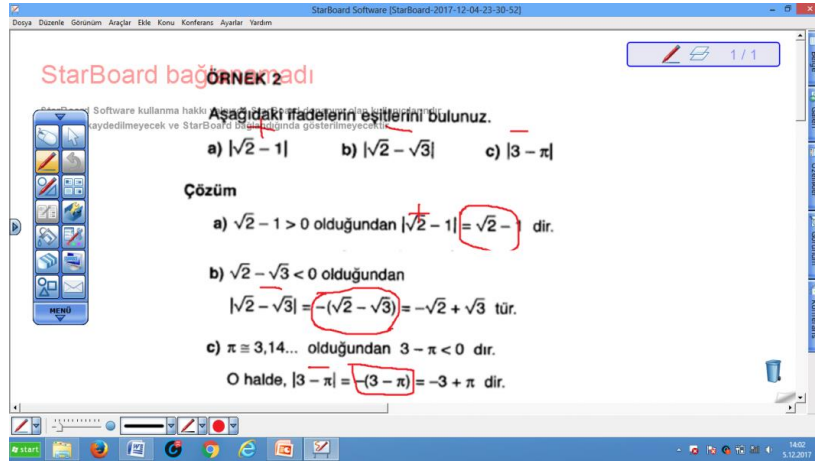


Figure 4. Examples of absolute inequality

Stage 4 (Assessment): It was observed that the students were not able to transfer what they learned in the previous stage to new situations by asking pre-determined questions for evaluation on the smart board. Depending on the learning difficulties observed, new questions were presented, and lessons were completed with new examples and explanations.

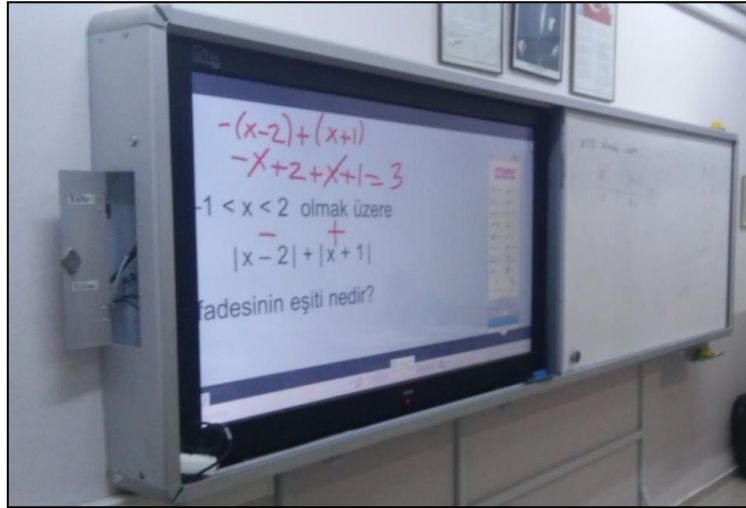


Figure 5. Definition range and solution of absolute value expressions

Starboard interactive board software and Flash Movie (SWF) program were used in the application. As it is a technology equipped environment, all the possibilities of the smart board have been used. Since the smart board is connected to the Internet, all videos, pictures and various smart board materials were accessed and used in the lessons via the Education Information Network [EIN]. In the whole application, the researcher was present in the classroom environment and took an active role in all activities and took part in this process as both a teacher and an observer. In this way, the researcher had the opportunity to make sufficient observations about the two role learning processes undertaken simultaneously. In the research, the views on the observations were recorded as observation notes. In addition, student-student and researcher-student dialogues during this process were followed and these dialogues were recorded as observation notes.

A student-centered approach has been adopted in the teaching process. In this process, students actively participated in the activities. In addition, students cooperated with each other during the learning process. In the research, while the students were learning mathematics during the teaching process, the written thoughts and products that they reflect were filled in by the students as lecture notes.

2.3. Data Collection Tools

In order to collect the necessary data for the analysis of research problems, classroom observations were made in the lessons taught in the technology-based classroom and field notes were kept.

2.2.1. Observations

If there is active participation in the observed environment, such observations are called participant as observer (Ekiz, 2003; Yıldırım & Şimşek, 2003). In this type of observation, the observer enters the lives of others and tries to reveal their thoughts and ideas. In other words, it is a part of the research and taking an active role in the research by participating in the process, living together and sharing (Ekiz, 2003). In this study, as a requirement of action research, the researcher as teacher actively participated in the process. Experiences from the observed classroom environment are included in the data analysis as a rich data source. Observations have played an important role both in the formation of the student's mathematics knowledge and in the emergence of the contribution of the smart board to the educational process.

2.2.2. Absolute Value Test

After teaching the subject of absolute value within a technology-based environment, three months later an evaluation test was conducted. This test is important in terms of seeing how the learning in technology-based environment occurred in students. The absolute value test consists of 10 questions suitable for the achievements in the curriculum. The questions were prepared in line with the objectives in the mathematics curriculum and by taking advantage of the studies in the relevant literature, with the researcher's experience in the teaching profession and by taking an expert opinion:

- 1) What is the value of $|-3 - 5| + |7 - 5|$?
- 2) If $x < 0$, find the value of $|x - 3| + |2 - x|$.
- 3) Find the solution set of the equation $|4x - 6| = -10$.
- 4) Find the solution set of the equation $|3x - 12| = 12 - 3x$.
- 5) Find the solution set of the inequality $|2x - 1| - 3 < 1$.
- 6) Find the solution set of the equation $|3x - 5| = 7$.
- 7) Find the solution set of the inequality $|x + 1| < -6$.
- 8) If x and y are real numbers and $x > y$, find the equal of $|x - y| + |y - x|$.
- 9) $|x| \leq 6$ is given, find the integer values of y for the equation of $x - 2y + 2 = 0$.
- 10) If x is a real number, find the solution set of the equation of $x + 2|x| - 4 = 0$.

2.4. Data Analysis

Qualitative data obtained from course observations and absolute value test were analyzed in accordance with the research problem. It was focused on whether the students reflect the difficulties related to the concept mentioned in the introduction section during the analysis of the data consisting of their solutions, their dialogues with the teacher and the answers in the exam during their participation in the activities throughout the lesson.

3. Findings

With the researcher as teacher approach, students' behaviors in the classroom were observed and the field notes were kept by following the activities of the students in their question solutions. In addition, dialogues with students were entered in the classroom during questions solutions and the data obtained from these dialogs were recorded as a field note. Findings obtained from classroom observations, lecture notes and absolute value exam; presented in detail under three main subheadings: the definition of absolute value, absolute value equations and absolute value inequalities.

3.1.1. Findings from Classroom Observations

While teaching the lessons to the students, while displaying the visuals on the smart board, various interesting questions were asked and the students were asked to construct their own knowledge. It was also aimed to define the absolute value with the information they created by discovering and to prevent learning difficulties in the future. Then, the definition of absolute value is expressed as follows;

$$|x| = \begin{cases} x & , \quad x \geq 0 \\ -x & , \quad x < 0 \end{cases}$$

If the expression inside the absolute value is positive or zero, it goes out with the same. If it is negative, it goes out with a negative sign. in front of it. Meanwhile Utku asked a permission to say something. The following dialogue took place between the research as teacher (RT) and Utku in the classroom:

Utku: My teacher, you said that the expression inside the absolute value cannot be minus out. Now you said we should multiply the expression by minus.

RT: An expression in absolute value cannot be negative outside of absolute value. Because, we know that the definition is expressed as the distance of a number from the zero point. Therefore, if the expression inside is negative, we need to multiply by negative to make a negative expression positive.

Like Utku, Selenay had a difficulty in understanding in terms of the absolute value.

Figure 6. Operation steps in Selenay's sample solution

As seen in Figure 6, during the classroom lessons, it was asked to write the expression in the simplest way according to the negative x value. Students must use the definition of absolute value in these operations. However, students could not use the definition of absolute value according to the domain of x . Since they had difficulty in defining the absolute value, they preferred to take numbers from domain of x and solve the expression numerically that were easy for them. However, the students were asked to examine the negative or positive state of the absolute value in this region and expected to reach the result by using the definition of absolute value. During the lesson, the following dialogue took place between the researcher and Selenay during the lesson:

RT: Why do you calculate by evaluating x unknown?

Selenay: I am given the domain of x , we reached a result by taking a value in this domain. I wrote -2 instead of x and got the result.

RT: If you examine the positivity or negativity of absolute value statements for this domain, wouldn't you try to reach the result later?

Selenay: My teacher! The meaning of absolute value is about the distance that it is must be equal to a real number.

In this dialogue, Selenay learned that absolute value is the concept of distance and emphasized that it should be equal to a real number. However, he never thought of using the definition of absolute value for the given domain and could not see that there should be a different result for each different real number in this interval.

To students were asked to take the expression of $|2 - \sqrt{5}|$ out of absolute value sign. It was observed that many students like Ebru tried to reach the result by giving numerical value instead of x unknown. Because of the belief that inside of the absolute value is always positive, $|2 - \sqrt{5}|$ had some difficulties for some students whose expression could appear outside $-(2 - \sqrt{5})$:

Figure 7. Operation steps in Ebru's sample solution

As seen in Figure 7, Ebru changed the sign within the absolute value from minus to plus. In solving the problem, the sign within the absolute value must be examined. However, as seen in her solution, she thought that the inside of the absolute value will be positive, and then she changed minus to plus within the absolute value. Then there was a dialogue between the student and the researcher as below:

RT: What does the definition of absolute value mean to you? As you can see in the visual examples, the definition was talking about distance.

Ebru: Absolute value is like a machine.

RT: How?

Ebru: Whatever you put into the machine makes it positive. That is why absolute value makes minus positive.

RT: The visual number line on the smart board shows the distance of a point on the line from the zero point. Well, does the sign within the absolute value matter?

Ebru: (After a little thought) I guess it is matter, I do not know exactly.

As seen in this dialogue, Ebru appeared to liken the absolute value to a machine. For her, no matter what you put in this machine that it does make everything positive. It was seen that she made an extreme generalization. This caused the definition of absolute value to be learned incorrectly.

Using the definition of absolute value, students were asked to find the values of the unknown in the equation:

$$|2x - 3| + |y + 3| + |z - 4| = 0 \quad \text{olduğuna göre}$$

$$x - 2y + 3z \text{ kaçtır?}$$

$$2x - 3 = 0 \quad y + 3 = 0 \quad z - 4 = 0$$

$$2x = 3 \quad y = -3 \quad z = 4$$

$$x = \frac{3}{2}$$

$$\frac{-3}{2} - 6 - 12 = -13 \frac{1}{2}$$

Figure 8. Operation steps in Selenay's sample solution

While the solutions of the students were observed in the classroom, as seen in Figure 8, Seyhun's solution was remarkable. Seyhun solved the question by changing all minus signs as plus signs within the absolute value. A dialogue with the Seyhun developed as follows:

RT: *Why do you take out all negative signs from the inside of the absolute value by making them plus?*

Seyhun: *My teacher. Absolute value converts all minus to positive, so the absolute value does everything plus.*

In this dialogue, Seyhun sees the absolute value as a tool to make all expressions positive. For this reason, he failed in solving the problem correctly. He changed minus signs to plus within the absolute value statements. Some students, like Seyhun, were also observed to have made the same mistakes. By solving many similar questions downloaded to the smart board, they were made aware of these errors. It is important to record screenshots and then return to solutions and give students one-to-one feedback in order to reveal a different aspect from the traditional learning environment.

It was seen that students could learn these concepts by concretizing and overcome with these difficulties by using the interactive feature of the smart board on the images. Since these processes, which we do on chalkboard in traditional learning environment, are very abstract for students, they have learning difficulties. The researcher knew this situation from his previous experience. It was observed that these difficulties were overcome with smart board activities.

In the technology-based environment, the subject of absolute value was explained by the researcher as teacher in accordance with the 4E approach. These lessons were carried out by using the software included in the smart board, unlike traditional methods. Meanwhile, students wrote the activities on the smart board in their notebooks in the form of lecture notes as seen in Figure 9:

$$x < -3 \text{ demek üzere } |x-2| + |x+3| = ?$$

$$x = -4 \text{ için } |-4-2| + |-4+3|$$

$$(-6) + (-1) = -7$$

Figure 9. Operation steps in Baha's sample solution

While solving the examples written on the smart board, Baha could not see that the absolute value expression can take different values according to the domain where the variable x is defined. The sum of the distances for each different x value will be different. The student found the result only for the single x value. In the operation for $x = -4$, the result was found to be -7 . Since the absolute value is the distance from the starting point of a number, he could not think that the sum of the two absolute values cannot be negative. After the whole class made its own solutions, the solution of the problem was solved on the smart board. Technology was used on the smart board by playing on the question from the interaction feature.

It has been observed that Ebru wrote down a question on her notebook that was downloaded to the blackboard, then tried to solve the question without considering the defined domain of x .

$x < 0$ olduğuna göre $|x| + |-x| - |-3x| = ?$

$-x + 3x$

$-x + 4x$

$-3x$

Figure 10. Operation steps in Ebru's sample solution

As seen in Figure 10, although Ebru found the result correct, she did not open the absolute value according to the defined domain of x , and he did the operation by taking the absolute value symbol as parentheses.

When the solutions of questions about the definition of absolute value in students' lecture notes are examined, it is seen that the students have many misconceptions. The majority of students made a solution by taking an appropriate numerical value from the defined domain of x in the questions. According to the defined domains the sign of the expressions has not been examined. The same misconceptions were also observed in classroom observations. However, as the solutions of questions were made on the smart board used in the lessons and the solutions were recorded on the board, errors could be questioned and corrected. The students saw their mistakes on the questions on the smart boards and wrote the correct solutions to their lecture notes. It was observed that there were changes in the answers given to the questions of the same type in another time period. These changes have been observed to decrease or disappear in the mentioned difficulties.

3.1.2. Findings from the Absolute Value Test

Three questions were asked about the definition of absolute value. The first, second and eighth questions of the absolute value exam are the questions to be solved by interpreting the definition of absolute value. The vast majority of students were able to solve the first question by correctly interpreting the definition of absolute value. However, some students, like Ceren, made the following solutions by using the absolute value symbol as parentheses:

1) $\frac{-}{-3-6} + \frac{+}{7-5}$ değerini hesaplayınız.

ÇÖZÜM:

$(-9) + 2 = -7$

Figure 11. The solution of the first question in Ceren's absolute value test

As seen in Figure 11, Ceren wrote the correct marks on the absolute value, but was unable to use the information that the absolute value of -9 was $+9$ while out of absolute value. Therefore, we can say that Ceren learning difficulties continue.

Students were asked to solve the x and y real numbers of the absolute algebraic expression given in the eighth question of the test according to the $x > y$ condition. Below is the solution of Büşra:

8) $\frac{+}{x-y} + \frac{-}{y-x}$

x ve y birer reel sayı olmak üzere $|x-y| + |y-x|$ ifadesinin eşitini bulunuz.

ÇÖZÜM:

$x - y(-y) + x$

$-2y + 2x$

Figure 12: Büşra's answer to the 8th question of the absolute value test

As seen in Figure 12, Büşra came to the conclusion by opening the absolute value statement correctly by taking into account the $x > y$ condition while solving the question. Büşra used her knowledge correctly in different questions by giving correct answers to all three questions solved by using the definition of absolute value in

practice test. Learning difficulties about the absolute value described in the technology environment for Büşra have disappeared and it can be said that she used his knowledge correctly after a long time.

Another student wrote the signs of absolute values correctly, paying attention to the $x > y$ condition. However, he could not open the absolute values according to the signs he determined:

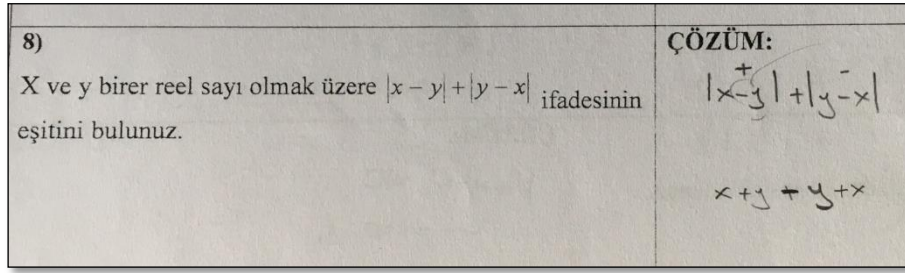


Figure 13. Baha's answer to the 8th question of the absolute value test

As seen in Figure 13, Baha made a transaction error while making the statements out of absolute value. He makes all signs as positive within absolute value expressions while putting them outside of the absolute value expressions. In the previous solutions, Baha made a transaction by taking a real value from the defined domain in such questions and made a transaction by performing a sign examination in the application test. However, it is understood that there is still a lack in this regard.

In the test, students exhibited various difficulties in understanding of the definition of the absolute value and solving of absolute value equations and inequalities. These difficulties were the same that student's exhibited during the teaching process within the technology-based environment. Although a long period of time has passed, students have not forgotten the definition of absolute value and have been able to apply it to different questions. It has been observed that there is a decrease in the questions solved by taking the real number from the definition set of the variable x . Students examined the expressions in absolute value according to the definition set and then saved them from absolute value. Since there was no learning by heart, they were able to use information correctly at a different time. Significant learning took place in the learning of the subject of absolute value, which was explained in the technology environment, and learning difficulties decreased.

Smart board activities were used to overcome these learning difficulties. Students took an active role in the examples solved using the definition of absolute value on the smart board. In other words, they concretize this concept which is abstract by using the interactive feature of the smart board. They examined the errors they made in the questions with screen recordings. The environment was created by bringing all kinds of visuals we wanted to the screen with the smart board that was freed from the traditional environment. It was provided to learn the concepts of learning difficulties related to the definition of the absolute value I observed in the classroom. We are not able to raise awareness in the traditional environment. All information that we write on the blackboard with chalk remains very abstract. In the traditional environment, we can determine that students have learning difficulties with any measurement we make. However, with the smart board, we can see that students have learning disabilities. In the absolute value exam applied in the next time frame, it was observed that she did not have any learning difficulties in the questions related to the definition of absolute value that I saw in the classroom observations and in the lecture notes. Most of the students correctly solved the questions about the definition of absolute value in the absolute value test.

3.2. Findings Related to Absolute Valuable Equations and Inequalities

3.2.1. Findings from Classroom Observations

It is demonstrated by smart board activities that if an absolute value expression on the smart board is equal to a positive real number, there will be two different roots because the expression within the absolute value is the distance from the starting point. In classroom observations, it was observed that when absolute value is equal to a positive real number, they do not have problems, but at a low rate, some students try to find a solution set when the absolute value expression equals a negative value:

DEN
 $| -3x + 5 | = -5$ ise Gözüm kümesini buluruz.
 $-3x + 5 = -5$
 $-3x = -5 - 5$
 $-3x = -10$
 $x = \frac{10}{3}$

Figure 14. Solution of Maviş for absolute value equation

As seen in Figure 14, Maviş could not see that the absolute value cannot be equal to a negative number due to the concept of distance and tried to solve the equation. It is understood from here that she does not take into account the definition of absolute value before attempting a solution. It has been observed that the biggest reason that students have difficulties in absolute value expressions is that they do not comprehend the definition of absolute value well. In the classroom observations about the absolute value taught in the technology-based environment, it is observed that such difficulties are experienced in absolute value equations as well. In particular, these students tried to solve the absolute-value equations equal to the negative real number. The visuals related to the definition of absolute value were displayed on the smart board, and the screens that recorded the sample solutions related to the definition of absolute value were displayed again. Then the relation of absolute value with distance concept was shown and it was emphasized that an absolute value expression cannot be equal to negative number. Thus, an environment that we cannot do in the traditional environment has been created. It has been observed that such learning difficulties are reduced by means of smart board activities that the information is made concrete and deepened.

Some misconceptions observed in the classroom were also seen in the lecture notes. The following example is taken from Hazal's notebook:

$| 2x - 5 | = -1$
 $2x - 5 = -1$
 $2x = -1 - 5$
 $2x = -6$
 $x = 3 //$

$2x - 5 = 1$
 $2x = 1 - 5$
 $2x = -4$
 $x = -2 //$

Kök yoktur.

Figure 15. Solution of Hazal for absolute value equation

As seen in Figure 15, Hazal solved the expression like an equation considering that an absolute value expression can be equal to a negative real number. Here, when an absolute value expression is equal to a positive real number, the expression within the absolute value is made as a solution of the equations by equalizing one positive and one negative for the given real number. Since there are two different real numbers with the same distance from the starting point, two different real roots have been found. However, Hazal thought that the length could be equal to a negative number and made incorrect. After the problem was solved on the smart board and the solution set was shown to be an empty set, Hazal wrote "no root" right side of her solution.

Many students, who are aware that the absolute value will not be equal to a negative value, have also written an answer in their notebook like Pelin:

$| 2x - 5 | = -1$ mutlak değer negatif bir sayıya eşit olamaz.
 Φ

Figure 16. Solution of absolute value equation example of Pelin

As seen in Figure 16, Pelin wrote that the absolute value cannot be equal to negative number in response. Many students such as Pelin were found to be able to use the definition of absolute value in different questions during this process. Since different equations are solved on the smart board, no errors are observed in the questions equal to the positive real number. Errors are only observed in equations that are equal to negative numbers. It has been observed that many students like Hazal reduced their difficulties and solved the questions correctly after the lessons on the smart board.

3.2.3. Findings from the Absolute Value Test

In the absolute value test, questions 3, 4, 6 and 10 are related to the solutions of absolute value equations. In classroom and lecture notes, we saw that when the absolute value expression equals a negative value, they solve the question and write the solution sets. However, it was determined that this situation resolved in the test, twenty of the students made the right solution and the solution set is empty set and they wrote the answer on the test papers.

Figure 17. Kemal's answer to the third question of the absolute value test

As seen in Figure 17, Kemal wrote the solution set as an empty set without solving the absolute value equal to the negative real number. Throughout the previous lessons, like Hazal, Kemal made misconceptions about such questions in his classroom observations and lecture notes. However, he used the knowledge that the solution of the absolute value equal to negative value in the test is an empty set.

Some students thought that if an absolute value expression is equal to a positive value, then like the equation the absolute value equation will have the only solution as well.

Figure 18. Rumeysa's answer to the 6th question of the absolute value test

As seen in Figure 18, Rumeysa solved only one part of the absolute equation. She equalized the expression within the absolute value to a positive number and found a single root. It is understood that Rumeysa has an incomplete understanding of the definition of absolute value only by finding the inside of the absolute value by opening it for positive. It is understood that although the rate of those who make such solutions is low, the behavior of seeing the absolute value equation as an equation or treating the absolute value symbol as parentheses continues.

The solutions were recorded with the smart board. Students were watched their mistakes or repeated mistakes. In the absolute value test held in the next timeframe (three months later than the teaching process), it was determined that the students did not make mistakes that they made in classroom observations and lecture notes. It has been observed that they have been able to use their knowledge correctly even after a certain period of time past over on their learning in technology equipped environment. The ratio of correct answers in the test shows that the solutions of absolute value equations are learned by means of the visuals examples on the smart board.

3.3. Findings Regarding Absolute Valuable Inequalities

When we define the absolute value as the distance of a number from the zero point on the number line, the situations where the distance is less than or greater than a number are shown on the smart board. For example; in the statement, the distance to the starting point is specified as three and less than three numbers.

3.3.1. Findings from Classroom Observations

Absolute inequalities were explained by the researcher as teacher in a technology-based environment together with various visuals on the smart board. It is understood from both classroom observations and lecture notes that some students have learning difficulties in solving absolute inequality. For example, by solving inequality like an equation, some students tend to find a value instead of finding a solution set, as in the following solution:

$|x+2| \leq 4$ eşitsizliğini sağlayan kaç tane tam sayı vardır?

$$x+2=4 \quad 2+2 \leq 4$$

$$x=2 \quad 4 \leq 4$$

1 tane tam sayı vardır.

Figure 19. The solution of Emel's absolute inequality example

As seen in Figure 19, Emel solved the given inequality like an equation and put the value instead of the unknown. Instead of finding a solution set, she wrote the value as an answer. In the question, the student is asked to find integers in the interval of $[-6,2]$. Instead of finding a range, the student found a value that provides equality.

Huriye used two ways to solve the absolute inequality. As the first solution, she took the inside of the absolute value as less than 1 and solved it. As a second solution, she took the inside of the absolute value less than -1 and solved it.

3.3.2. Findings from Absolute Value Test

The 5th, 7th and 9th questions of the absolute value test are about inequalities. In observations and lecture notes while students solving the absolute inequalities they solved them as equations. Similar misconceptions were also observed in their test, papers.

Soru: $|2x-3| < 1$

$$2x-3 < -1$$

$$2x < -1+3$$

$$\frac{2x}{2} < \frac{-1+3}{2}$$

$$x < 1$$

$$2x-3 < 1$$

$$2x < 1+3$$

$$\frac{2x}{2} < \frac{1+3}{2}$$

$$x < 2$$

$1 < x < 2$

Figure 20. Solution of Huriye's absolute inequality example

If the absolute value is less than a positive number, the expressed positive value in the absolute value must be less than the positive (+) value plus the positive (+) value. As can be seen in Figure 20, Huriye could not see this part in her solution. While some examples were solved during the lesson, some of the students could not see that the absolute value is the distance from the starting point of the expression in absolute inequalities. Instead of finding an interval where an absolute value expression is less than a positive value, students found roots by solving them like equations. Another misconception is that they tried to find clusters without thinking that the distance cannot be less than zero when an absolute value expression is less than negative value.

5) $|2x-1| < 3$ eşitsizliğinin çözüm kümesini bulunuz.

ÇÖZÜM:

$$|2x-1| < 3+1$$

$$|2x-1| < 4$$

$$2x-1 < 4$$

$$2x < 4+1$$

$$\frac{2x}{2} < \frac{4+1}{2}$$

$$x < \frac{5}{2}$$

$$|2x-1| < -3-1$$

$$|2x-1| < -4$$

$$2x-1 < -4$$

$$2x < -4+1$$

$$\frac{2x}{2} < \frac{-4+1}{2}$$

$$x < \frac{-3}{2}$$

$-\frac{3}{2} < x < \frac{5}{2}$

Figure 21. Hazal's answer to the 5th question of the test

As seen in Figure 21, after finding the absolute inequality less than 4, Hazal used the solution as he did in solving the equation. It took the expression inside the absolute value less than 4 and found the solution interval. As a result, she took the statement less than -4 and found a solution interval. Then she combined these two solution intervals and found the right solution set. The second part would have found the right solution interval, if it had done more than -4 in the process. However, the correct writing of the solution set is due to the student taking action by memorizing. Because if he questioned the ranges he found, he would see that the solution set would not be like the one he wrote. The solutions of some students, though to a lesser extent, are similar to those of Hazal.

While the solution set of the absolute value inequality smaller than the negative real number in the absolute value examination solves the desired question, some students have tried to find a solution set by considering the definition of absolute value as the distance of a point to zero and not considering that the distance cannot be negative. . As in seen in Figure 22, two examples reflect this situation:

7) $ x+1 < -6$ çözüm kümesini bulunuz.	ÇÖZÜM: $6 < x+1 < -6$ $5 < x < -5$ $-5 < x < 5$
--	--

7) $ x+1 < -6$ çözüm kümesini bulunuz.	ÇÖZÜM: $x+1 = -6$ $x = -7$ $x+1 = 6$ $x = 5$ C.k. = $\{-7, 5\}$
--	--

Figure 22: Some examples of answers given to the 7th question of the absolute value test

However, in the absolute value test, more than half of the class answered the question correctly which was asked to find the solution set of the absolute inequality smaller than the negative real number.

7) $ x+1 < -6$ çözüm kümesini bulunuz.	ÇÖZÜM: Çözüm kümesi yoktur. Çünkü mutlak değerlerin sonucu hiçbir zaman negatif olmaz.
--	--

Figure 23. Yasemin's answer to the 7th question of the absolute value test

As seen in Yasemin's paper, she made the correct solution in contrast to classroom observations and sample solutions in lecture notes. She learned the necessary information from the wrong question solutions and applied this information to the question at different times and reached the correct result. It is understood that other students, such as Yasemin, also had meaningful learning in these question types that they previously had difficulties.

In the 9th question, where the integers that the y variable will take depending on the x variable whose absolute value are less than or equal to 6, some students gave the integer value to the variable x while solving the question:

Figure 24. Utku's answer to the 9th question of the absolute value test

As seen, while Umut solved the question, he gave 6, 4, 2 values to x and found y values in return. Since there is a lack of information in about inequality, he tried to reach the result by giving number values. Another student found the integer values that the x variable could take, and in return of these values, they indicated the y values in the same number. However, Cansu reached the wrong conclusion since she did not take into account the coefficient of the variable y (see Figure 25):

Figure 25. Cansu's answer to the 9th question of the absolute value test

They used the solutions they did in equation solutions in inequality solutions. However, inequalities less than the negative value of the absolute value occurring in the classroom and in the lecture notes were not solved and the solution set was written as an empty set. The fact that the number of students who made the solution of inequalities smaller than negative value correctly increased has shown that meaningful learning has been realized.

As a result, in the absolute value test, it was very important for us to see the permanence of the students' knowledge and to see the data about increasing or decreasing the difficulties in transferring the knowledge to the different time period.

4. Discussion and Conclusion

The need to use ICTs effectively is emphasized in reform movements for mathematics education (Baki, Güven & Karataş, 2002). In this context, the effect of ICT on students' learning about absolute value and absolute value inequality has been tried to be revealed through the findings obtained.

In this study, the question of what kind of learning environment the use of interactive board creates in teaching the subject of absolute values is considered as an action research. The learning of the absolute value issues taught in the technology-based environment and the learning in the traditional learning environment are compared and their differences are evaluated. In this study, the subject of absolute value and absolute inequality was carried out by the researcher as teacher using the smart board. The learning difficulties encountered during the lessons conducted in this environment coincide with the learning difficulties observed by the researcher as teacher in traditional learning environments and the findings of the related literature. The researcher as teacher encountered many of these difficulties over the years and created a technology-based environment to eliminate these learning difficulties. In the technology-based learning environment, learning difficulties were decreased with the help of visuals and these concepts were deeply learned. In addition, by means of the touch feature of the smart board, it was observed that the students were able to communicate with the smart board while making sample solutions besides watching various visuals and concrete models on the smart board.

In general, the findings in this study overlap with those in the literature. In particular, this study reveals that equations and inequalities are handled together in the textbook and curriculum, and that most students tend to confuse equations and inequalities in their solutions and make use of their logical connections. In addition, this study showed that students' activities of calculating absolute value expressions consist of manipulations without mathematical meaning such as subtracting the absolute value from inside the parenthesis, changing the sign or turning the direction of inequality.

The researcher as teacher organized the activities on the smart board for students in order to overcome the concepts of learning difficulties previously known. It has been observed that solving many different examples in

smart board activities has increased the desire to use the knowledge learned in new questions downloaded on the smart board. Technology has attracted the attention of students and their motivation for the course has been high. The information written on the blackboard in traditional environment is written by the students in their notebooks. Once the blackboard was erased, it becomes impossible to create a discussion environment on those examples again. The smart board activities we use to describe the definition of absolute value have become very different from the traditional environment for students. It was observed that most of the students participating in the study overcome such difficulties and perform conceptual learning about absolute value and absolute inequality.

In the lessons taught using the smart board, it has been observed that some students use the absolute value symbol like parentheses while solving the absolute value equations. In addition to this some had difficulty when the absolute value expressions are equal to or less than the negative real number. Using different visuals and software to solve the absolute value equations taught on the smart board, it has been shown on many examples that an absolute value statement cannot be equal to negative values. As the lessons progressed, it was observed that this kind of difficulties of the students decreased. Students' mistakes can be watched repeatedly on the smart board and the students can see their mistakes. It has been observed that technology-based environment facilitates learning by supporting the visualization of concepts of absolute value, of absolute value equation and of inequality. In the lessons conducted in this way, the students were always eager and their motivation towards the course was high. Conducting computer aided instruction is very important in terms of enabling visualization to reduce learning difficulties and making the lessons interesting through the smart board activities used in the lessons. In the literature, it was emphasized that using technology in lessons is effective in increasing success and lessons are more interesting (Alkan & Ertem, 1998; Baki, 2002; Kutluca, 2009; Pesen, 2003; Troff & Tirota, 2010; Uşun, 2013).

It has been observed that some students have problems when the absolute value expression is less than any real value. With the visuals and sample solutions on the smart board, it is ensured that students make such a difference. Recording the mistakes made in the sample solutions and being able to see them again in the following lessons were effective in reducing learning difficulties. It was very difficult to teach the topic of inequality in the traditional learning environment. However, the absolute value was modeled with the help of length meaning, number lines and various visuals. Thus, the students visualized this concept in their minds. It has been emphasized by many researchers that learning concepts by visualization is effective in reducing learning difficulties (Baki, 2002; Bıçak, 2019; Bulut & Koçoğlu, 2012; Ekici, 2008; Robinson, 2004; Schut, 2007).

As smart board activities offer algebraic and graphical solutions at the same time, it makes it easier to understand the solutions of absolute inequalities as well as allows students to see why the proposed rules work for the solution. For example, when an algebraic expression is written on the smart board, the fact that the related drawing appears on the number line shows students the set of points $|x - 3| \leq 2$ is 2 units away from $x = 3$, and $|x - 3| \geq 2$ is x it is easier for them to understand that the unit shows the set of next points. In an environment equipped with technology, teaching is made student-centered and open to research activities are offered to the student (Dede & Ketelhut, 2009). Therefore, in such approaches, the source of information is not only teacher and textbooks. Students' access to information by using technology increases motivation for lessons. In the related literature, it is stated that students are more willing to learn in lessons in a technology supported environment that ensures high motivation and communication with students (Cooper & Brna, 2002).

In conclusion, this study, particularly as related to a technology-based environment for teaching absolute value and absolute value inequalities, drew a special picture of the state of mathematics education in Turkey. The findings presented in this study will expand teachers' knowledge by revealing students' difficulties and misunderstandings and the sources of these difficulties and misunderstandings. These findings will help find ways to change students' learning strategies and teachers' teaching strategies. It will also provide insight into understanding students' ways of thinking and will point out some ways this information can be used to improve teaching in technology-based environments.

In this study, it was observed that the visualization of absolute value, absolute value equations and inequalities reduced learning difficulties. In the study, visualizations were used for concepts related to absolute values within the scope of possibilities offered by the smart board. However, the GeoGebra program was not used in this study. The graphics of the inequalities given in the GeoGebra program and the displaying of the desired regions add more visualization to the concepts. Using this program by downloading it to smart boards will make the subject more concrete. Similar studies can be conducted on the smart board by explaining the same subject using GeoGebra and investigating the effects on learning disabilities. In addition, this study is limited by examining learning difficulties in absolute value in the 9th grade in a technology-supported teaching-learning environment. However, absolute value is a subject that forms the basis of many issues. From this point of view, a similar study can be carried out, including the learning experiences of 12th grade and undergraduate students at

the advanced mathematics level and the students' experiences during this process. One of the limitations of this study is that it was not possible to conduct interviews through test items after the test. Student interviews would have given this study greater insight into how students think about the notion of absolute value, logical connectives and order relations and what views are regulating their activities.

Kaynaklar/References

- Alkan, H. & Ertem, S. (1998 September). *Matematik öğretiminde teknoloji ve bilgisayar kullanımına yönelik tutumlar*. III. Ulusal Fen Bilimleri Sempozyumu'nda sunulan bildiri, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Aşıcı, F. (2014). *İlköğretim 6.sınıf matematik dersi kesirler konusunun Excel yardımıyla öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi* (Unpublished Master's thesis). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baki, A. (2002). *Bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım.
- Baki, A. (2019). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Pegem, Ankara.
- Baki, A., Karataş, İ., & Güven, B. (2002, September). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Bastug, I., & Kircaburun, K. (2017). Effect of Javascript on middle schoolers' attitude toward computer course. *Journal of Pedagogical Research*, 1(1), 43-53.
- Beauchamp, G. & Kennewell, S. (2008). The influence of ICT on the interactivity of teaching. *Education and Information Technologies*, 13(4), 305-315.
- Bıçak, F. (2019). Investigation of the views of teachers toward the use of smart boards in the teaching and learning process. *Journal of Pedagogical Research*, 3(1), 15-23.
- Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. (1992). *Qualitative research for education to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon A Division of Simon & Schuster Inc.
- Bulut, M. (2009). *İşbirliğine dayalı yapılandırmacı öğrenme ortamlarında kullanılan bilgisayar cebir sistemlerinin matematiksel düşünme, öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bulut, İ. & Koçoğlu, E. (2012). Sosyal Bilgiler öğretmenlerinin akıllı tahta kullanımına ilişkin görüşleri (Diyarbakır ili örneği). *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 242-258.
- Cooper, B. & Brna, P. (2002). Supporting high quality interaction and motivation in the classroom using the social and emotional learning and engagement in the NIMS project, *Education, Communication and Information*, 2(4), 113-138.
- Davis, Z. (2013). Students' performances on a linear inequalities test problem as a window into the treatment of inequalities in state of funded South African schools. *Mimeograph*.
- Dede, C. & Ketelhut, J. (2009). A research agenda for online teacher professional development. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 8-19.
- Erdem, E. (2015). *Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının matematiksel muhakemeye ve tutuma etkisi* (Unpublished master's thesis). Atatürk University, Erzurum.
- Ekici, F. (2008). *Akıllı tahta kullanımının ilköğretim öğrencilerinin matematik başarılarına etkisi* (Unpublished master's thesis). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş. Nitel, nicel ve eleştirel kuram metodolojileri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Funkhouser, C. (2002). The effects of computer-augmented geometry instruction on student performance and attitudes, *Journal of Research on Technology in Education*, 35(2), 163-175.
- Gürbüz, R (2007). Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal gelişimlerine etkisi: olasılık örneği. *Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 75-87.
- Kennewell, S. (2006, November). Reflections on the interactive whiteboard phenomenon: a synthesis of research from the UK. Paper presented at the AARE conference, Adelaide, Australia.
- Kindon, S. & Elwood, S. (2009). Introduction: More than methods-reflections on participatory action research in geographic teaching, learning and research, *Journal of Geography in Higher Education*, 33(1), 19 -32.
- Kutluca, T. (2009). *İkinci dereceden fonksiyonlar konusu için tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının değerlendirilmesi* (Unpublished doctoral dissertation). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Magos, K. (2007). The contribution of action-research to training teachers in intercultural education: a research in the field of Greek minority education. *Teaching and Teacher Education*, 23, 1102-1112.
- Miles, M, B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook. (2nded)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Oğuz, O., Oktay, A., & Ayhan, H. (2004). *21.Yüzyılda eğitim ve Türk eğitim sistemi*. İstanbul: Değerler Eğitimi Merkezi Yayınları.

- Özkök, E., (2010). *Gagne'nin öğretim modeliyle hazırlanan öğretim yazılımının ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersi kareköklü sayılar konusundaki akademik başarısına ve öğrenci tutumlarına etkisi* (Unpublished Master's thesis). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Robinson, M. (2004). *The impact of the interactive electronic whiteboard on student achievement in middle school mathematics* (Unpublished Master's thesis). Florida State University, USA.
- Patton, Q. M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods (2nd ed.)*, London: Sage Publication.
- Pesen, C. (2003). *Matematik öğretimi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Pijls, M., Dekker, R., & Van Hout-Wolters, B. (2007). Reconstruction of a collabo-rative mathematical learning process, *Educational Studies in Mathematics*, 65, 309–329.
- Saltan, F., Arslan, K., & Gök, A. (2010). Teachers' acceptance of interactive white boards: a case study. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2360-2365). Chesapeake, VA: AACE.
- Sangrà, A., & González, M. S. (2010). The role of information and communication Technologies in improving teaching and learning processes in primary and secondary schools. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 15(4), 47-60.
- Scarborough, S. L. (2014). *Absolute value misconceptions*. Department of Mathematics of Texas A&M University. Retrieved from http://www.math.tamu.edu/~sherry.scarborough/absolute_value_misconceptions_CA on 6 July, 2018.
- Selçik, N. & Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Schut, C. R. (2007). *Student perceptions of interactive whiteboards in a Biology classroom*. (Unpublished Master's Thesis). Cedarville University, the USA.
- Şandır, H., Ubuz, B., & Argün, Z. (2002, September). *Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin mutlak değer kavramındaki öğrenme hataları ve kavram yanlışları*. Paper presented at Vth National Science and Mathematics Education Congress, METU, Ankara.
- Şandır, H., Ubuz, B., & Argün, Z. (2007). 9. sınıf öğrencilerinin aritmetik işlemler, sıralama, denklem ve eşitsizlik çözümlerindeki hataları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 274-281.
- Şataf, H.A. (2010). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin "dönüşüm geometrisi" ve "üçgenler" alt öğrenme alanındaki başarısı ve tutuma etkisi (Isparta örneği)* (Unpublished master's thesis). Sakarya University, Sakarya.
- Şimşek, H. & Yıldırım, A. (2003). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Uşun, S. (2013). *Bilgisayar destekli öğretimin temelleri*. Ankara: Nobel yayıncılık.
- Yenilmez, K. & Avcı, T. (2009). İlköğretim öğrencilerinin mutlak değer konusunda karşılaştıkları zorluklar. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 80-88.
- Yıldızhan, Y. H. (2013). Temel eğitimde akıllı tahtanın matematik başarısına etkisi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 5, 110-121.