

## Artırılmış Gerçekliğin Uygulamalı Eğitimde Kullanımı: Anakart Montajı\*

Mustafa SIRAKAYA<sup>1</sup>

*Geliş Tarihi:* 27.06.2016

*Kabul Ediliş Tarihi:* 10.11.2016

### ÖZ

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya görüntüsü üzerine eş zamanlı olarak sanal verilerin eklenerek zenginleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Mobil teknolojilerde yaşanan gelişimle birlikte, artırılmış gerçeklik eğitim ortamlarında da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yaparak yaşayarak öğrenme için uygun ortamlar sunması, öğrencileri dünya gerçekliğinden soyutlamadan sanal verilerle gerçekliği zenginleştirilmesi ve öğrenci merkezli öğrenme sağlaması gibi özellikleri artırılmış gerçeklik teknolojisini, nesnelere müdahale edilerek öğrenilmesi gereken bakım ve montaj konularında ideal yöntem haline getirmektedir. Bu çalışmada artırılmış gerçeklik kullanımının öğrencilerin anakart montaj süreleri ve montajda yaptıkları hata sayısı üzerinde etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Ahi Evran Üniversitesi Mucur Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı programında öğrenim göre 40 öğrenciyle yürütülen çalışmada, öğrencilerin anakart montajını tamamlamaları video kaydına alınarak veri toplanmıştır. Araştırma sonucunda, artırılmış gerçeklik kullanan grubun anakart montajını yaklaşık %20 daha kısa sürede tamamladığı ve yaklaşık olarak %50 daha az hata yaptığı tespit edilmiştir. Ancak gruplar arasındaki bu farkların istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Artırılmış gerçeklik, uygulamalı eğitim.

## Use Of Augmented Reality In Applied Training: Motherboard Assembly

### ABSTRACT

Augmented Reality (AR) can be defined as the technology which allows synchronous augmentation of real world images by virtual data. Rapid advances in mobile technologies have caused increase the use of AR for educational purposes. Characteristics such as learning by doing, enhancing reality with the help of virtual data without isolating students from the real world and student-centered learning, makes AR an ideal method in terms of maintenance and assembly which are topics that require learning by intervention and doing. This study aimed to determine the effect of AR technology on the time spent on motherboard assembly by the students and the number of errors they make. It was identified that compared to the students who learned about assembly with the help of printed materials, the students who were taught with the help of AR applications were able to complete the process in 20% less time and 50% less errors.

**Keywords:** Augmented reality, applied training.

\* Bu çalışmanın bir kısmı 10. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Ahi Evran Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Bilgisayar Teknolojisi Bölümü, mustafa.sirakaya@ahievran.edu.tr

## GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik (AG) gerçek dünya görüntüsü üzerine, sanal verilerin eş zamanlı olarak yerleştirildiği bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Azuma, 1997; Caudell ve Mizell, 1992). Daha geniş bir ifadeyle, gerçek görüntü ile bilgisayar tarafından üretilen metin, grafik, ses, video, animasyon ve 3 boyutlu modeller gibi sanal verilerin eş zamanlı olarak birleştirilmesidir (Delello, 2014). Yani AG sanal veriyle gerçek dünyanın üst üste bindirilerek kullanıcıya bir bütün olarak sunulmasını sağlayan teknolojidir (Sääski vd., 2008). Bu yönleriyle ele alındığında AG, gerçek dünya ortamı ve sanal nesnelere oluşturulan eş zamanlı karma gerçeklik ortamı olarak tanımlanabilir (Sırakaya ve Seferoğlu, 2016).

AG teknolojisi konum tabanlı ve resim tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Cheng ve Tsai, 2013). Konum tabanlı AG’de kullanıcının bulunduğu konum esas alınır. GPS ve WLAN gibi teknolojiler kullanılarak kullanıcının bulunduğu konum tespit edilir. Ardından tespit edilen konum görüntüsü, sanal verilerin üzerine eklenmesiyle zenginleştirilir. Resim tabanlı AG sistemleri ise, gerçek dünya görüntüsü üzerine sanal grafiklerin eklenmesi temelinde çalışır. Eklencek grafiklerin ekran üzerindeki yeri önceden tanımlanmış işaretçiler vasıtasıyla yapılıyorsa, işaretçi tabanlı AG, işaretçi taramasına gerek duymadan ekranda herhangi bir noktaya yerleştirme söz konusuysa işaretçi tabanlı olmayan AG olarak isimlendirilmektedir. Bu çalışmada işaretçi tabanlı AG kullanılmıştır.

Mobil teknolojilerde yaşanan hızlı gelişim, AG teknolojisinin askeri, tıp, mühendislik, eğlence, spor, reklamcılık, turizm gibi pek çok alanda (Azuma, 1997; Kaufmann, 2003; Yen, Tsai, ve Wu, 2013) yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır. Sahip olduğu avantajlar ile özellikle son yıllarda eğitim amaçlı kullanımında da önemli bir artış görülmektedir (Wu, Lee, Chang, ve Liang, 2013). Yürütülen çalışmalarla AG’nin eğitim ortamlarına sağladığı katkılar gün yüzüne çıkarılmıştır.

AG teknolojisinin eğitim amaçlı kullanımının öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini derse çektiği (Delello 2014; Tomi ve Rambli 2013) ve derse karşı olan motivasyonlarını artırdığı (Kerawalla, Luckin, Seljeflot, ve Woolard 2006; Perez-Lopez ve Contero 2013; Tomi ve Rambli 2013) belirtilmektedir. Ayrıca sağladığı görselleştirme olanaklarıyla soyut kavramların somutlaştırılarak öğrenilmesini (Abdüsselam ve Karal 2012; Özarslan 2013.; Shelton ve Stevens 2004) ve karışık konuların daha kolay anlaşılmasını (Kaufmann 2003; Shelton ve Hedley 2002) sağlamaktadır. AG teknolojisinin sağladığı önemli avantajlardan biri de sınıf ortamında oluşturulması ya da gözlemlenmesi mümkün olmayan durum ve olayların (Shelton ve Hedley 2002; Yuen, Yaoyuneyong, ve Johnson 2011), uygulaması tehlikeli olabilecek deneylerin öğretimini olanaklı kılmadır (Wojciechowski ve Cellary 2013). Bu yararlarının dışında, eğitim ortamlarında AG kullanımı, öğrencilerin derse katılımını artırırken (Bai, Blackwell, ve Coulouris 2013; Cai 2013; Delello 2014), durumsal öğrenme (Wojciechowski ve

Cellary 2013; Wu vd., 2013), sorgulayarak öğrenme (Rosenbaum vd. 2006; Squire ve Jan 2007; Wojciechowski ve Cellary 2013) ve yapılandırmacı (Delello, 2014) öğrenmeyi de desteklemektedir. Öğrenme sürecini öğrenciler için eğlenceli hale getirirken (Rambli, Matcha, ve Sulaiman 2013; Tomi ve Rambli, 2013; Zarzuela, Pernas, Martínez, Ortega, ve Rodríguez 2013), öğrencilerin işbirliği yeteneğinin (Kaufmann 2003; Schrier 2006; Yuen vd., 2011) ve uzamsal yeteneklerinin gelişimine (Shelton ve Stevens 2004; Yen, Tsai, ve Wang 2012) katkı sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedilen avantajları dışında, öğrenenlerin yaparak yaşayarak öğrenebilmeleri için uygun ortamlar sunması (Singhal, Bagga, Goyal ve Saxsana, 2012; Wojciechowski ve Cellary, 2013), öğrencileri dünya gerçekliğinden soyutlamadan sanal verilerle gerçekliği zenginleştirilmesi (Matcha ve Rambli, 2013) ve öğrenci merkezli öğrenme sağlanması (Delello, 2014) gibi özellikleri AG teknolojisinin uygulamalı eğitimde kullanımı hakkında fikir vermektedir. Özellikle soyut kavramlar ve 3 boyutlu modellerin gerçek dünya nesnelere birleştirilerek verilebilmesi AG'yi nesnelere müdahale edilerek öğrenilmesi gereken bakım ve montaj konularında ideal yöntem haline getirmektedir (Westerfield, Mitrovic, ve Billingham, 2015). Montaj, tamir, bakım gibi uygulamalı eğitimde öğrenciye kazandırılmak istenen beceriler, bireysel öğretim ya da uzman gözetimi olmadan öğrenilmesi zor konulardır ve bu yöntemlere yüksek maliyetlerinden ötürü her zaman başvurulamaz. Bu amaçla hazırlanan diyagram, şema ve yönerge gibi basılı materyaller ise anlaşılması zor ve zaman alıcı oldukları için kullanışlı değildirler. Eğitsel videolar ise daha etkili olmalarına rağmen, kullanıcıların hemen hemen her basamakta yaptıkları uygulama ile eğitsel video arasında geçiş yapmak zorunda olmaları zaman kaybına neden olmaktadır (Westerfield vd., 2015). Bu materyaller montaj sürelerinde artışa ve daha fazla hataya neden olmalarının dışında fiziksel zorlanmalara da sebep olabilmektedirler. AG gerçek ve sanal eşzamanlı olarak birleştirme özelliğiyle bu sorunların yaşanmasını engelleyebilir (Ke, Kang, Chen, ve Li, 2005; Webel vd., 2013). Böylelikle öğrenciler montaj sırasında ihtiyaç duydukları bilgiye, başını ya da vücudunu başka bir yerdeki bilgi kaynağına çevirmeden doğrudan uygulama yaptıkları alan üzerinden erişebilirler (Baird ve Barfield, 1999; Baird, 1999).

### **İlgili Alanyazın**

Yapılan alanyazın taramasına göre, AG teknolojisinin tamir, bakım ve montaj gibi alanlarda kullanışlı olması, verimi artırması ve maliyetleri düşürmesi gibi özelliklerinden dolayı kullanılmasına rağmen, uygulamalı eğitimde daha nadir olarak kullanıldığı söylenebilir. Yürütülen çalışmalara ilişkin genel bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. AG Teknolojisinin Tamir, Bakım, Montaj Amaçlı Kullanıldığı Çalışmalar

Araştırmacılar	Çalışma Alanı	Araştırma Türü	Uygulama Amacı
Caudell ve Mizell (1992)	Uçak bakımı	Geliştirme	Üretim
Reiners, Stricker, Klinker ve Müller (1999)	Araç kilit sistemleri	Geliştirme	Üretim
Sääski vd., (2008)	Traktör güç ünitesi	Geliştirme	Üretim
Henderson ve Feiner (2009)	Askeri araçların bakımı	Deneysel	Performans geliştirme
Tang, Owen, Biocca, ve Mou, (2003)	Montaj becerisi	Deneysel	Eğitsel
Ke vd., (2005)	Bilgisayar tamir ve bakımı	Geliştirme	Performans geliştirme
Alfianita (2014)	Bilgisayar montajı	Geliştirme	Eğitsel
Baird ve Barfield (1999)	Anakart montajı	Deneysel	Eğitsel
Ramírez, Mendoza, Mendoza, ve González (2015)	Kalite kontrol	Deneysel	Performans geliştirme
Baird (1999)	Anakart montajı	Deneysel	Eğitsel
Rios, González, Rodriguez, Siller, ve Contero, (2013)	Uçak motoru tamiri	Geliştirme	Performans geliştirme
Westerfield vd., (2015)	Anakart montajı	Deneysel	Eğitsel

Yapılan çalışmalara göz atıldığında, Caudell ve Mizell (1992) tarafından uçakların kablolama sistemlerinde işçilere yardımcı olması ve maliyetleri düşürmesi amacıyla hazırlanan AG sistemi bunların ilk örneği olarak gösterilebilir. Benzer bir uygulama geliştiren Reiners vd., (1999) araçların kapı kilit sistemlerinin parçalarını 3 boyutlu olarak gösteren ve montajını adım adım anlatan bir AG sistemi geliştirmişlerdir. Sääski vd., (2008) ise traktör fabrikasında işçilerin güç ünitesinin aksesuarlarını nasıl monte edeceklerini sırasıyla gösteren bir AG sistemi tasarlamışlardır. Henderson ve Feiner (2009) askeri zırhlı araçların rutin bakımlarının yapılması için bir AG sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda AG sisteminin bu bakımları bilgisayar ekranı kullanarak yapmaya göre %46 daha hızlı olduğunu belirtmektedirler. Tang vd, (2003) ise, lego oyuncakları kullanılarak öğrencilere montaj becerisinin kazandırılmak istendiği çalışmalarında, AG kullanımının öğrencilerin %82 daha az montaj hatası yapmalarını sağladığını belirtmektedir. Bu çalışmalarda AG teknolojisinin daha hızlı ve düşük maliyetli üretimi sağlamak amacıyla tercih edildiğini söyleyebiliriz.

AG teknolojisinin kullanılabilmesi için uygulamalı alanlardan biri de anakart montajıdır. Anakart montajı öğrencilerin uzman gözetimi olmadan tek başına öğrenemeyecekleri zor bir konudur. Ayrıca öğrencilerin montaj sırasında donanım parçalarına zarar verme korkusunun da anakart montajının öğrenilmesini zorlaştırdığı bilinmektedir (Westerfield vd., 2015). Bu nedenle anakart montajında AG sistemi geliştirme (Alfianita, 2014; Ke vd., 2005)

çalışmaları ya da AG'nin etkisinin test edildiği çalışmaların (Baird ve Barfield, 1999; Baird, 1999; Westerfield vd., 2015) yapıldığı görülmektedir. Ke vd., (2005) bilgisayar parçalarının bakım ve tamiri amacıyla kullanılabilir prototip bir AG sistemi geliştirmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda AG teknolojisinin bilgisayar parçalarının bakım ve tamiri konusunda uygulama geliştirmek için kullanılabilir uygun bir platform olduğunu belirtmektedirler. Alfianita (2014) ise, bilgisayar kasasında yer alan donanım parçaları hakkında bilgiler içeren ve bu parçaların montajını 3 boyutlu videolarla gösteren bir AG uygulaması geliştirmiştir. Geliştirdiği uygulama üzerinde yaptığı testler sonucunda, AG ortamının donanım parçalarının öğretimi konusunda kullanılabilir etkili bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Baird ve Barfield (1999) ve Baird (1999) çalışmalarında anakart montajında geleneksel materyallerle (basılı materyaller ve bilgisayar destekli materyaller) AG materyallerini (optik tabanlı ve video tabanlı) karşılaştırmışlardır. Araştırma sonucunda AG materyallerini kullanan öğrencilerin diğer materyalleri kullananlara göre anakart montajını daha kısa sürede ve daha az hata yaparak tamamladıkları tespit edilmiştir. Westerfield vd., (2015) AG teknolojisini akıllı sistemlerle birleştirerek, anakart montajında kullanılabilen akıllı bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Böylelikle kullanıcılara yönergelerin ötesinde yanlış ya da eksik yapılan adımlar hakkında da dönüt verebilen bir sistem elde edilmiştir. Ardından anakart montajında normal AG ile akıllı AG sistemini karşılaştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarının sonucunda, akıllı AG sistemi kullanan öğrencilerin, normal AG kullananlara göre anakart montajını daha kısa sürede ve daha az hatayla tamamladıkları anlaşılmıştır.

### **Araştırmanın Önemi ve Araştırma Soruları**

AG teknolojisinin uygulamalı eğitimde ideal kullanımının belirlenebilmesi için örnek verilen çalışmaların çeşitlendirilmesi gerekmektedir. İşçi, tekniker operatör gibi elemanların iş sahasında verimlerini artırmak amacıyla geliştirilen AG sistemlerine ilişkin çalışmalara (Caudell ve Mizell, 1992; Henderson ve Feiner, 2009; Ramírez, vd., 2015; Reiners vd., 1999; Rios, vd., 2013; Sääski vd., 2008) rastlanmasına rağmen, uygulamalı eğitimde yürütülen çalışma sayısı çok azdır. Araştırmada elde edilecek bulguların AG teknolojisinin uygulamalı eğitimde kullanımı hakkında alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca uygulamalı eğitimde yürütülen AG çalışmalarının (Alfianita, 2014; Baird ve Barfield, 1999; Baird, 1999; Westerfield vd., 2015) tamamında işaretçi olarak basılı materyallerin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmada (doğal) işaretçi olarak donanım parçalarının kendilerinin kullanılmasının araştırmanın sağladığı bir yenilik olarak söylenebilir. Bu yeniliğin öğrencilerin donanım parçalarıyla daha fazla etkileşim kurmalarına ve AG uygulamalarını daha kolay biçimde kullanmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anakart montajında AG kullanımının öğrencilerin montaj süreleri ve montajda yaptıkları hata sayısı üzerindeki etkisine odaklanılan bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. AG kullanımı öğrencilerin anakart montaj süreleri arasında anlamlı farklılık oluşturmaktadır mıdır?
2. AG kullanımı öğrencilerin anakart montajında yaptıkları hata sayıları arasında anlamlı farklılık oluşturmaktadır mıdır?

## YÖNTEM

Araştırmada yarı deneysel desenlerden sınıfta eşleştirilmiş kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Bu desende hazır gruplardan ikisi belli değişkenler bakımından eşleştirilmeye çalışılır. Eşleştirilen grupların işlem gruplarına ataması ise rastgele yapılır. Süreçte yapılan eşleştirme grupların denliğini garanti edemez. Ancak bu desen seçkisiz atanmanın söz konusu olmadığı durumlar için önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Ö., Karadeniz, ve Demirel, 2008). Yapılan bu çalışmada da uygulama süreci hazır gruplar ile yürütüleceğinden bu desen seçilmiştir.

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Ahi Evran Üniversitesi Mucur Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı programı 1. sınıflarında öğrenim gören 40 (14 kadın, 26 erkek) öğrenci oluşturmaktadır.

### Uygulama Süreci

Deney ve kontrol gruplarında süreç aynı adımlarla yürütülmüş sadece kullanılan öğretim materyali bakımından farklılık olmuştur. Öğrencilere anakart montajı hakkında gerekli teorik bilgiler verildikten sonra, montaj uygulamalı olarak araştırmacı tarafından gösterilmiştir (2 ders saati). Sonraki hafta öğrencilerin anakart montajını bireysel olarak tamamlamaları istenmiştir (2 ders saati). Anakart montajının tamamlanmasında kontrol grubundaki öğrenciler basılı materyalleri (Anakart Montajı El Kitabı) kullanırken, deney grubundaki öğrenciler ise AG uygulamalarını kaynak olarak kullanmışlardır. Araştırma süreci Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Araştırma Süreci

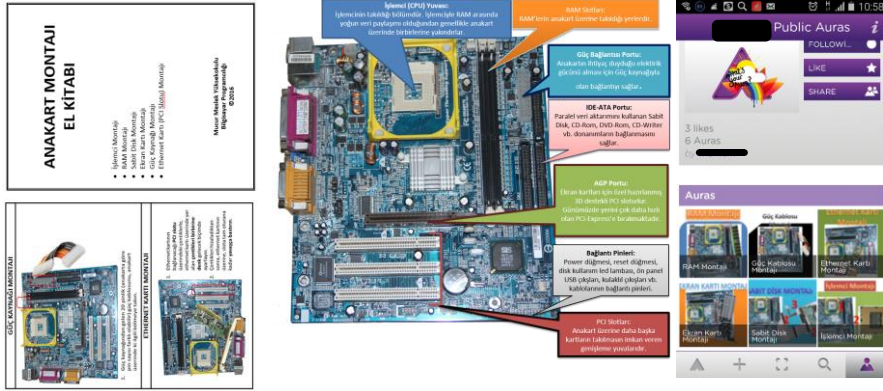
### **Kontrol Grubu Öğretim Materyali**

**Anakart Montajı El Kitabı:** Kontrol grubundaki öğrenciler için anakart montajı hakkında bilgiler içeren kitapçıklar hazırlanarak dağıtılmıştır. Bu kitapçıklarda öğrencilerin anakart montajını yapacakları donanım parçalarının kullanılmasına ve renkli baskı alınmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca öğrencilerin anakart montajı sırasında ihtiyaç duyacakları bilgilere ve montajın nasıl yapılacağına dair yönergelere adım adım yer verilmiştir. Anakart Montajı El Kitabının hazırlanması sürecinde 2 konu alanı uzmanının görüşleri alınarak gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra son hali verilmiştir. Anakart Montajı El Kitabına ait görüntüler Şekil 2’de verilmiştir.

### **Deney Grubu Öğretim Materyalleri**

**AnakartAR Uygulaması:** AnakartAR anakart montajının nasıl yapılacağını gösteren bir işaretçi tabanlı AG uygulamasıdır. AnakartAR uygulaması, Unity 3D oyun motoru kullanılarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bu uygulamada işaretçi olarak, anakart montajının yapılacağı anakartın kendisi belirlenmiştir. Böylelikle öğrenciler Android işletim sistemine sahip taşınabilir cihazlarını (akıllı telefonlarını) bu anakart üzerine tuttuklarında, anakart görüntüsü üzerine hangi donanım biriminin nereye monte edileceği bilgisini içeren sanal ipuçları eklenmektedir. AnakartAR uygulamasının geliştirilmesinde 2 konu alanı uzmanının görüşlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca Bilgisayar Programcılığı 2. sınıf öğrencilerinden 3 gönüllü katılımcıyla (farklı ekran boyutu ve Android işletim sistemi versiyonuna sahip akıllı telefonu olan) pilot uygulama yapılarak uygulamaya son hali verilmiştir. AnakartAR uygulamasına ait ekran görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir.

**Aurasma:** Anakart montajının nasıl yapılacağını uygulamalı videolarla göstermek amacıyla Aurasma platformundan yararlanılmıştır. Bu amaçla stüdyo ortamında donanım parçalarının (işlemci, RAM, sabit disk, ekran kartı, ethernet kartı, güç kaynağı) anakarta nasıl monte edileceğini gösteren eğitsel videolar çekildi. Videoların çekimi sırasında 1 uzmandan destek alındı. Aurasma platformunda bir hesap açıldı ve bu videoların oynatılacağı resimler tanıtılarak hazırlanan eğitsel videolarla eşleştirmeler yapıldı. Ardından bu resimler bir kitapçık haline getirilerek, öğrencilere dağıtıldı. Öğrencilerden Aurasma uygulamasını akıllı telefonlarına kurarak, ders için açılan Aurasma hesabını takip etmeleri istendi. Böylelikle öğrenciler anakart montajı sırasında ihtiyaç duydukları bilgilere AG uygulaması aracılığıyla erişebildiler. Aurasma uygulamasına ait ekran görüntüsü Şekil 2’de verilmiştir.



Anakart Montajı El Kitabı

AnakartAR Uygulaması

Aurasma Uygulaması

Şekil 2. Çalışmada Kullanılan Öğretim Materyalleri

### Verilerin Toplanması

Verilerin toplanmasında öğrencilere fiziksel test uygulanmıştır. Bu amaçla uygulamalı olarak öğrendikleri anakart montajını yapmaları sağlanmıştır. Anakart üzerine işlemci, RAM, sabit disk, ekran kartı, ethernet kartı ve güç kaynağı montajını yaparlarken video kaydı alınmıştır. Bu sırada araştırmacı, öğrencilerin montajı tamamlama sürelerini ve yaptıkları hata sayılarını not almıştır. Daha sonra videolar 1 konu alanı uzmanı eşliğinde analiz edilerek, öğrencilerin montajı tamamlama süreleri ve montaj sırasında yaptıkları hata sayıları net olarak tespit edilmiştir. Hata sayısı belirlenirken, aynı hatanın tekrar edilmesi durumunda, yeni hata sayısı olarak eklenmemiştir. Uygulama ve veri toplama sürecine ilişkin fotoğraflar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Uygulama Süreci ve Fiziksel Test Fotoğrafları



### Verilerin Analizi

Deney ve kontrol gruplarındaki üye sayılarının kabul edilen alt sınır olan 30'dan az olmasından (Roscoe, 1975; Akt: Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Ö., Karadeniz, ve Demirel, 2008) ve verilerin normal dağılım göstermemesinden dolayı parametrik olmayan testlerin uygulanmasına karar verilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde grup büyüklüğü 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilks ( $p < .05$ ) testinden yararlanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Bu nedenle deney ve kontrol gruplarının montaj süresi ve montajda yapılan hata sayısı bakımından anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin tespitinde, Mann Whitney U-Testi kullanılmıştır.

## BULGULAR

### Katılımcıların Montaj Süresi ve Hata Sayısına İlişkin Bulgular

Araştırmaya katılan öğrencilerin anakart montajını tamamlama süreleri ve montaj sırasında yaptıkları hata sayılarına ilişkin ortalamalar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Montaj Süresi ve Hata Sayısına İlişkin Ortalamalar

Deney Grubu			Kontrol Grubu		
Katılımcı	Süre (sn)	Hata Sayısı	Katılımcı	Süre (sn)	Hata Sayısı
D1	92	2	K1	71	1
D2	91	3	K2	130	4
D3	114	2	K3	217	13
D4	111	2	K4	124	5
D5	287	6	K5	142	3
D6	57	2	K6	75	3
D7	134	3	K7	129	5
D8	161	7	K8	302	10
D9	161	6	K9	158	5
D10	77	1	K10	254	5
D11	144	5	K11	113	4
D12	49	1	K12	305	12
D13	158	3	K13	91	2
D14	173	5	K14	68	1
D15	104	1	K15	182	3
D16	96	3	K16	73	1
D17	265	5	K17	117	3
D18	98	1	K18	305	5
D19	154	4	K19	126	3
D20	67	1			
D21	117	2			
Ortalama	129.05	3.10	Ortalama	156.95	4.63

Tablo 2 incelendiğinde deney grubunda montajı en kısa zamanda tamamlama süresi 49 sn ve en uzun tamamlama süresi 287 sn iken, grubun ortalama süresinin 129.05 sn olduğu görülmektedir. Deney grubunda en az hata sayısı 1, en çok hata sayısı 7 iken, grubun hata ortalamasının 3.10 olduğu anlaşılmaktadır.

Kontrol grubunda montajı en kısa zamanda tamamlama süresi 68 sn ve en uzun tamamlama süresi 305 sn iken, grubun ortalama süresinin 156.95 sn olduğu görülmektedir. Deney grubunda en az hata sayısı 1, en çok hata sayısı 13 iken, grubun hata ortalamasının 4.63 olduğu anlaşılmaktadır.

Ortalamalar incelendiğinde AG uygulaması kullanan deney grubunun anakart montajını basılı materyal kullanan kontrol grubuna göre yaklaşık %20 daha kısa sürede ve yaklaşık %50 daha az hata yaparak tamamladıkları söylenebilir.

### **AG Uygulaması Montaj Süresinde Anlamlı Farklılık Oluşturmaktadır mıdır?**

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin montaj sürelerinin anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi için Mann Whitney U-testi yapılmıştır. Bu testin sonucuna ilişkin bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Montaj Süresinin Gruba Göre U-Testi Sonucu*

Grup	n	$\bar{X}$	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U Değeri	z	p
Deney	21	129.05	18.83	395.50	164.500	-.948	.347
Kontrol	19	156.95	22.34	425.50			

Tablo 3 incelendiğinde, AG uygulamasıyla derslerin işlendiği deney grubu ile basılı öğrenme materyallerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin montaj süreleri arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur (U=164.500, p>.05).

### **AG Uygulaması Montajda Yapılan Hata Sayısında Anlamlı Farklılık Oluşturmaktadır mıdır?**

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin montajda yapılan hata sayılarının anlamlı düzeyde farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi için Mann Whitney U-testi yapılmıştır. Bu testin sonucuna ilişkin bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. *Montajda Yapılan Hata Sayısının Gruba Göre U-Testi Sonucu*

Grup	n	$\bar{X}$	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U Değeri	z	p
Deney	21	3.10	18.12	380.50	149.500	-1.376	.178
Kontrol	19	4.63	23.13	439.50			

Tablo 4 incelendiğinde, AG uygulamasıyla derslerin işlendiği deney grubu ile basılı öğrenme materyallerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin montajda yapılan hata sayıları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur ( $U=149.500, p>.05$ ).

## **TARTIŞMA ve SONUÇ**

Yapılan analizler sonucunda, AG öğrenme materyallerinin öğrencilerin montajı tamamlama süreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak ortalamalar incelendiğinde anakart montajını AG ile öğrenen öğrencilerin, basılı materyalle öğrenenlere göre yaklaşık %20 daha hızlı tamamladıkları anlaşılmaktadır. Anakart montajının hızlı ve doğru biçimde tamamlanmasında teorik bilgiye sahip olunmasının yanında pratik beceriler de önemli etkiye sahiptir. AG teknolojisi sahip olduğu özelliklerle öğrenenlerin hem teorik hem pratik becerilerinin gelişimine olumlu katkı sağlayabilir. Yürütülen çalışmalarda AG kullanımının konuların daha kolay biçimde öğrenilmesini sağlayarak (Kaufmann, 2003; Shelton ve Hedley, 2002), öğrenen başarılarını artırdığı belirtilmektedir (Abdüsselam ve Karal, 2012; Özarslan, 2013; Shelton ve Hedley, 2002; Sırakaya, 2015). Ayrıca bakım, tamir ve montaj gibi uygulamalı alanlarda AG teknolojisinin işçi ve operatörlerin görevleri daha hızlı biçimde yerine getirmelerini sağladığı da bilinmektedir (Henderson ve Feiner, 2009; Tang vd., 2003). Öğrenenlerin hem teorik hem pratik becerilerine sağlanan katkının, anakart montajını daha kısa sürede tamamlamalarını sağladığı düşünülmektedir. Bu sonuç AG teknolojisi kullanmanın anakart montaj süresini kısalttığını belirten çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (Baird ve Barfield, 1999; Baird, 1999; Westerfield vd., 2015).

Araştırmanın bir başka sonucuna göre, AG öğrenme materyallerinin öğrencilerin anakart montajında yaptıkları hata sayıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak ortalamalar incelendiğinde anakart montajını AG ile öğrenen öğrencilerin, basılı materyalle öğrenenlere göre montajı yaklaşık %50 daha az hata yaparak tamamladıkları anlaşılmaktadır. Bu sonuç AG kullanımının anakart montajında yapılan hata sayısını azalttığını belirten çalışmalarla paralellik göstermektedir (Baird ve Barfield, 1999; Baird, 1999; Westerfield vd., 2015). AG teknolojisi gerçek görüntüyle sanal verilerin üst üste bindirilerek bir bütün olarak sunulmasını sağlar (Sääski vd., 2008). Böylelikle öğrenenlerin gerçek görüntü üzerinde ihtiyaç duydukları bilgileri eş zamanlı olarak görebilmelerinin önünü açar. Bu özelliği AG'yi nesnelere müdahale edilerek öğrenilebilecek montaj konusunda ideal yöntem haline getirmektedir (Westerfield vd., 2015). Montaj becerilerinin kazandırılmasında uzmanın bireysel öğretim ile konuyu öğretmesi etkili olabilir. Ancak zaman, maliyet gibi kaynakların verimli kullanımı söz konusu olduğunda bu yöntemin kullanılabilirliği zayıflamaktadır. AG ise gerçek ve sanalı birleştirerek, öğrenenlerin ihtiyaç duydukları uzman bilgi ve tecrübesini eş zamanlı olarak sunabilmektedir. Öğrenenlerin anakart montajında daha az hata yapmalarında, AG teknolojisinin sunduğu bu ortamın etkili olduğu söylenebilir.

Anakart montajında AG kullanımının öğrencilerin montaj süreleri ve montajda yaptıkları hata sayısına etkisini incelemek için yürütülen bu çalışma, Bilgisayar Programcılığı programı 1. sınıflarında öğrenim gören 40 (14 kadın, 26 erkek) öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrenim gördükleri program gereği örneklem grubunun bilgisayar deneyiminin ortalamasının üzerinde olduğu söylenebilir. Bu nedenle örneklem büyüklüğü ve öğrencilerin bilgisayar deneyimi göz önüne alındığında, araştırma sonuçlarının benzer gruplar için genellenebilir olduğu söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarısı üzerine etkisi: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170–181.
- Alfianita, V. (2014). *Augmented Reality Application As Computer Assembly Learning Based On Android Mobile*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <http://doi.org/10.1.1.30.4999>
- Bai, Z., Blackwell, F., & Coulouris, G. (2013). Through the looking glass: Pretend play for children with autism. In *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2013* (pp. 49–58).
- Baird, K. M. (1999). *Evaluating the effectiveness of augmented reality and wearable computing for a manufacturing assembly task*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Baird, K. M., & Barfield, W. (1999). Evaluating the effectiveness of augmented reality displays for a manual assembly task. *Virtual Reality*, 4(4), 250–259. <http://doi.org/10.1007/BF01421808>
- Cai, H. (2013). *Using augmented reality as motivators for youth environmental education: An American Haris's tongue fern conservation project*. State University of New York.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on* (Vol. 2, pp. 659–669).
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462.
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295–311. <http://doi.org/10.1007/s40692-014-0021-y>
- Henderson, S. J., & Feiner, S. (2009). Evaluating the benefits of augmented reality for task localization in maintenance of an armored personnel carrier turret. In *8th International Symposium Mixed and Augmented Reality* (pp. 135–144).
- Kaufmann, H. (2003). Collaborative augmented reality in education. *Institute of Software Technology and Interactive Systems, Vienna University of Technology*.
- Ke, C., Kang, B., Chen, D., & Li, X. (2005). Affective Computing and Intelligent

- Interaction: First International Conference, ACII 2005, Beijing, China, October 22-24, 2005. Proceedings. In J. Tao, T. Tan, & R. W. Picard (Eds.) (pp. 836–841). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.  
[http://doi.org/10.1007/11573548\\_107](http://doi.org/10.1007/11573548_107)
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3–4), 163–174.
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of Augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144–153. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>
- Özarslan, Y. (2013). *Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Anadolü Üniversitesi, Eskişehir.
- Perez-Lopez, D., & Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 12(4), 19–28. Retrieved from <http://eric.ed.gov/?id=EJ1018026>
- Rambli, D. R. A., Matcha, W., & Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211–219. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Ramirez, H., Mendoza, E., Mendoza, M., & González, E. (2015). Application of augmented reality in statistical process control, to increment the productivity in manufacture. *Procedia Computer Science*, 75, 213–220. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.240>
- Reiners, D., Stricker, D., Klinker, G., & Müller, S. (1999). Augmented reality for construction tasks: doorlock assembly. In *International workshop on Augmented Reality: Placing Artificial Objects in Real Scenes* (pp. 31–46).
- Rios, H., González, E., Rodriguez, C., Siller, H. R., & Contero, M. (2013). A mobile solution to enhance training and execution of troubleshooting techniques of the engine air bleed system on Boeing 737. *Procedia Computer Science*, 25, 161–170. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.020>
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., & Perry, J. (2006). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31–45. <http://doi.org/10.1007/s10956-006-9036-0>
- Sääski, J., Salonen, T., Hakkarainen, M., Siltanen, S., Woodward, C., & Lempiäinen, J. (2008). Integration of design and assembly using augmented reality. In S. Ratchev & S. Koelemeijer (Eds.), *Micro-Assembly Technologies and Applications: IFIP TC5 WG5.5 Fourth International Precision Assembly Seminar (IPAS'2008) Chamonix, France February 10–13, 2008* (pp. 395–404). Boston, MA: Springer US. [http://doi.org/10.1007/978-0-387-77405-3\\_39](http://doi.org/10.1007/978-0-387-77405-3_39)
- Schrier, K. (2006). Using augmented reality games to teach 21st century skills. In *ACM SIGGRAPH 2006 Educators program on - SIGGRAPH '06* (p. 15). New York, New York, USA: ACM Press. <http://doi.org/10.1145/1179295.1179311>
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop* (p. 8–pp).
- Shelton, B. E., & Stevens, R. (2004). Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking. In *Proceedings of the 6th international conference for the learning sciences*. Lawrence Erlbaum & Associates, Mahwah, NJ.
- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi*. Yayınlanmamış

- doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sırakaya, M., & Seferoğlu, S. S. (2016). Öğrenme ortamlarında yeni bir araç: Bir eğitilence uygulaması olarak artırılmış gerçeklik. In A. İşman, F. Odabaşı, & B. Akkoyunlu (Eds.), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016* (pp. 417–438). Adapazarı: TOJET ve Sakarya Üniversitesi.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1–5.
- Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5–29. <http://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>
- Tang, A., Owen, C., Biocca, F., & Mou, W. (2003). Comparative effectiveness of augmented reality in object assembly. In *SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 73–80). New York, New York, USA.
- Tomi, A. Bin, & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Webel, S., Bockholt, U., Engelke, T., Gavish, N., Olbrich, M., & Preusche, C. (2013). An augmented reality training platform for assembly and maintenance skills. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(4), 398–403. <http://doi.org/10.1016/j.robot.2012.09.013>
- Westerfield, G., Mitrovic, A., & Billingham, M. (2015). Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly. *Int J Artif Intell Educ*, (25), 157–172.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570–585. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., & Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 165–173. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wang, J. Y. (2012). The effects of augmented reality on students' moon phases concept learning and their conceptual changes of misconception. In *2012 International Conference on Business and Information*. Sapporo, Japan.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140.
- Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Martínez, L. B., Ortega, D. G., & Rodríguez, M. A. (2013). Mobile serious game using augmented reality for supporting children's learning about animals. *Procedia Computer Science*, 25, 375–381. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.046>

## SUMMARY

Augmented Reality (AR) can be defined as the technology which allows synchronous augmentation of real world images by virtual data (Azuma, 1997; Caudell & Mizell, 1992). In other words, AR can be defined as the environment of synchronous mixed reality (Sirakaya & Seferoğlu, 2016). Rapid advances in mobile technologies have caused a significant increase in the use of AR for educational purposes (Wu et al., 2013). Studies have shown that AR use in educational environments enhances student interest and attention (Delello, 2014; Tomi & Rambli, 2013), increases motivation (Kerawalla et al., 2006; Tomi & Rambli, 2013), develops spatial skills (Shelton & Stevens, 2004; J. C. Yen et al., 2012) and contributes to increased participation in the class (Bai et al., 2013; Cai, 2013; Delello, 2014).

In addition, characteristics such as learning by doing (Singhal et al., 2012; Wojciechowski & Cellary, 2013), enhancing reality with the help of virtual data without isolating students from the real world (Matcha & Rambli, 2013) and student-centered learning (Delello, 2014) provide ideas about the beneficial uses of AR technology in applied-training. Especially, the ability of AR to present abstract concepts and 3D models in combination with real world objects makes AR an ideal method in terms of maintenance and assembly which are topics that require learning by intervention and doing (Westerfield et al., 2015). Skills such as assembly, repair and maintenance that are taught to students are difficult subjects to teach without individual training or expert supervision and these methods are not often used due to high costs involved. Diagrams, schemas, instructions and educational videos prepared to help teaching assembly are not practical since they require the user to switch between the material and the application in each step (Westerfield et al., 2015). In addition to creating increases in assembly periods and errors, these materials also cause physical strains. With its ability to combine the real and the virtual synchronously, AR may prevent these problems (Ke, Kang, Chen, & Li, 2005; Webel et al., 2013). Students may have access to the information they need without turning their heads or bodies to the source of information that is located elsewhere (Baird, 1999; Baird & Barfield, 1999). Although there are several studies on AR systems developed to increase the productivity of personnel such as workers, technicians and operators at work, the number of studies related to applied training is rather limited. Therefore, this study aimed to determine the effect of AR technology on the time spent on motherboard assembly by the students and the number of errors they make.

The study group of the research which utilized a quasi-experimental design with post test matched control groups was composed of 40 participants.

The process was implemented using the same steps in the experimental and control groups and the process differed only in terms of the teaching material. After students were provided with the necessary theoretical knowledge about

motherboard assembly, the researcher demonstrated it in practice (2 class hours). Later, students were asked to complete motherboard assembly individually (2 class hours). While the control group students used the printed material (Motherboard Assembly Handbook), students in the experimental group used AR applications (MainboardAR, Aurasma). Students were given a physical test for data collection. Students were videotaped while they were assembling the processor, RAM, harddisk, graphic card, ethernet card and power supply on the motherboard. Later, the videos were analyzed to identify the periods for task completion and the number of errors they made. Since the number of participants in experimental and control groups was less than the accepted lower limit of 30, it was decided to utilize non-parametric tests.

Results of analyses presented no statistically significant differences between the students who learned about assembly with the help of printed materials and the students who were taught with the help of AR applications in terms of assembly period and the number of errors. However, when the means were examined it was identified that compared to the students who learned about assembly with the help of printed materials, the students who were taught with the help of AR applications were able to complete the process in 20% less time. Similarly, it was also found that the experimental group completed motherboard assembly with 50% less errors.

In addition to having theoretical knowledge, practical skills are also crucial in rapid and accurate motherboard assembly. With the features it has, AR technology can make positive contributions to the development of both theoretical and practical skills in learners. It is reported in previous studies that use of AR increases student achievement (Özarslan, 2013; Shelton & Hedley, 2002; Sırakaya, 2015) by ensuring easier learning (Kaufmann, 2003; Shelton & Hedley, 2002). Also it is known that AR technology ensures that workers and operators complete tasks more rapidly in applied fields such as maintenance, repair and assembly (Henderson & Feiner, 2009; Tang et al., 2003). The contributions to theoretical and practical skills allow completing the main board assembly in shorter periods. Result obtained in the current study is supported by the previous studies reporting that use of AR technology shortens motherboard assembly time (Baird, 1999; Baird & Barfield, 1999; Westerfield et al., 2015).

It is observed that students who learned motherboard assembly with the help of AR materials completed the assembly with 50% less errors compared to students who learned the process with the help of printed materials. This result is parallel to the results reporting that AR use reduces the number of errors during motherboard assembly (Baird, 1999; Baird & Barfield, 1999; Westerfield et al., 2015). Individual teaching by an expert may be effective while teaching students assembly skills. However, when productive use of time and costs are considered, the practicality of this method is weakened. AR combines the real and the virtual and presents expert knowledge and experience simultaneously. It can be argued that the environment offered by AR technology is effective in reducing the number or errors made by students in motherboard assembly.