Sanal Kaynak Simülatöründe Kullanıcı Etkileşimi

Cemil Öz, Soydan Serttaş, Kayhan Ayar
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sakarya
coz@sakarya.edu.tr, sserttas@sakarya.edu.tr, kayar@sakarya.edu.tr

Özet: Kaynak, imalat sektöründe yaygın olarak kullanılan birleştirme yöntemlerinden biridir. Kaynaklı birleştirme yöntemlerini gerçekleştiren kaynak operatörünün uygulama becerisi, kaynak kalitesine doğrudan etki eder. Dolayısı ile kaynak operatörünün yeterli teknik bilgi ve beceriye sahip olması gerekmektedir. Bu süreç uzun zaman alır ve pahalıdır. Kaynak operatörlerinin uygulamalı eğitimlerinin yanı sıra, son yıllarda simülatörler de kullanılmaktadır. Simülatörlerin kullanılması ile malzeme, enerji, zaman, iş kazaları vb azalması ile maliyetler düşürülmektedir. Bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, dış dünya veya madde olmadan, algıların çok gerçekçi olarak yaşanabilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada sanal bir kaynak simülatörü tasarımı ve çalışma prensipleri verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Kaynak Simülatörü, Sanal Gerçeklik, Kaynakçı Eğitimi, Sanal Eğitim.

User Interaction in Virtual Welding Simulator

Abstract: Welding is a joining method which is widely used in manufacturing sector. Application skills of a welding operator affects directly to welding quality. So it is required that the welding operator should have technical knowledge and abilities. It takes a long period work with high cost and exertion. Beside the practical education of welding opeators, simulators began to be used. Education costs decreases with using simulators because of reduction of material, energy, time, industrial accident etc. Rapid development of computer and software technologies provides realistic perception without outer world and substance. In this study, a virtual welding simulator design and its operating principles are introduced.

Keywords: Welding Simulator, Virtual Reality, Welder Training, Virtual Education.

1. Giriş

Kaynaklı birleştirme yöntemi; otomotiv endüstrisi, tersane, köprüler, çelik konstrüksiyon yapıları, ve makine endüstrisi gibi bir çok alanda yaygın ve ekonomik bir birleştirme metodudur. Kaynak uygulamasını gerçekleştiren kaynakçının etkili bir kaynak eğitiminden geçmesi için maliyet, güvenlik, ve teknolojik kavramlar göz önüne alınmalıdır. Kaynaklı birleştirmelerde teknolojik bilgi ve birikimin yanı sıra, el becerisi ve deneyimi kaynaklı birleştirmeler için en etkili ve önemli parametredir. Kaynaklı birleştirmeler, el hareketleri ve açıları ile yapılan bir uygulamadır. Kaynakçı eğitimi sırasında, temrin parçaları kullanılır ve kaynakçı adayı birçok temrin parçasını israf ederek el becerisini geliştirmeye çalışır. Harcanan bu temrin parçalarının maliyetleri yüksektir ve kaynakçının yetiştirilme sürecinde defalarca tekrarlanır.

Sanal gerçeklik, bir konunun fiziksel olarak taşınmadan, farklı bir ortama kaydırılma kapasitesine sahip teknolojiden ileri gelir. En basit şekliyle, bilgisayarda canlandırılan üç boyutlu görüntülerin, bazı aygıtların yardımıyla insanlara "gerçek bir dünya" gibi gösterilmesidir. Bu amaçla konuyla ilgili duyu organları bir şekilde işlenerek, algılanması sağlanan ortama fiziksel ortam yerine sanal ortam denir. Bu teknoloji-

ye, "yapay gerçeklik", "sanal dünyalar", "sanal ortamlar" gibi isimler de verilmektedir. Sanal gerçeklik sistemlerinin en önemli özelliği, özel aletler kullanan bir kişinin gördüğü görüntüyü gerçek zannetmesi hatta kendisini bu görüntüye kaptırmasıdır [1-3].

Sanal bir dünya oluşturmak için kullanılan aletler; görüntü sağlayan bir ekranı olan başlık, dokunma hissi veren elektronik bir eldiven, eklem hareketlerini sayısallaştıran bir konum ve oryantasyon cihazı vb aletlerdir. Sanal dünyanın oluşturulması için gerekli olan aletlerde kullanılan sistem, beş duyumuz için geçerli olan sistemle aynıdır. Örneğin, kullanıcının eline taktığı eldivenin içindeki mekanizmanın etkisiyle, parmak uçlarına bazı sinyaller verilir ve bu sinyaller beyine iletilir. Beyin bu sinyalleri yorumladığında bu kişi, çevresinde hiç olmadığı halde ipek bir halıya veya yüzeyinde birçok girinti ve çıkıntı bulunan, kabarık desenli bir vazoya dokunduğunu hissedebilmektedir.

Sanal gerçeklik yazılım ve donanımındaki performanssın artması ve fiyatların azalması ile simülatör geliştirme maliyetleri azalmış, Yalnızca uçuş simülatörleri gibi pahalı ve hayati alanlarda değil, kaynakçı eğitimi gibi konular dada uygulanmaya başlamıştır. Kaynakçı yetiştirmedeki, yukarıda bahsedilen beceri ve deneyimler, öncelikle simülatörler yardımıyla yapıldığında enerji, zaman ve maliyet açısından çok önemli kazanımlar elde edilebilir. Kaynak simülatörleri, kaynakçı adaylarının bilgisayar destekli bir platform aracılığı ile sanal ortamda kaynak uygulaması yapmasına olanak sağlar. Bu çalışmada sanal kaynak simülatörü tasarımı ve kullanıcı etkileşimi sunulmuştur.

2. Kaynak Simülatörleri

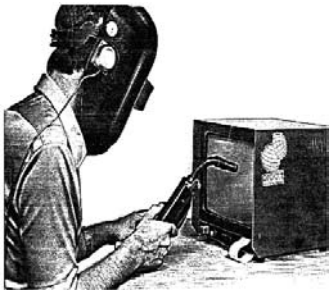
Bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerle, eğitim ve öğretime bilgisayar destekli eğitim kavramı girmiştir. Araştırmacılar eğitimin kalitesini, verimliliğini artırmak ve eğitim süresini düşürmek, eğitimde kullanılan malzeme ve aletlerin maliyetini düşürmek için simülatörler geliştirmektedirler. Kaynakçı eğitimini için de simülatörler geliştirilmiştir. Geliştirilen kaynak simülatörleri döneminin yazılım ve donanım teknolojilerine göre çeşitli özelliklere sahiptirler.

2.1 Eski Nesil Kaynak Simülatörleri

Wu ve arkadaşları [4-5] tarafından yapılan iki ayrı çalışmada kaynak simülatörünün eğitime katkısı incelenmiştir. Mesleki eğitimde önemli bir yer alan ve eğitimi oldukça pahalı olan kaynakçıların eğitimi geliştirilen bir kaynak simülatörü vasıtası ile araştırılmıştır. Sanal ortamda yapılan, 2 yıl süren ve 220 öğrenciye uygulanan kaynak eğitimi sonucunda ıskarta oranı azaltılarak, daha az maliyet ile ve daha kaliteli kaynakların elde edildiği rapor edilmiştir.

Ayrıca, Tim [6] son 10 yıldır Amerika, Kanada ve Fransa'da geliştirilip kullanımı yaygınlaştırılan kaynak simülatörlerinin öğrencilerin sanal eğitimi üzerinde yaptığı olumlu etkisi üzerine bir çalışma yapmıştır. Buradaki sanal eğitimin faydası dolayısı ile, geleneksel eğitimden önce mutlaka sanal eğitimin yapılması tavsiye edilmiştir. İlaveten, ark kaynağının nümerik simülasyonu sonlu elemanlar metodu ile üç boyutlu analiz yapılarak [7] ve gazaltı kaynağının modelleme ve simülasyonu [8] iki grup tarafından rapor edilmiştir.

Sakarya Üniversitesi'nde Yaşar Top tarafından "simülasyon ve temrinle ark kaynakçısı yetiştirme programı" isimli bir yüksek lisans tezi [10] ve daha sonra da Top ve Fındık tarafından konu ile ilgili bir makale yayınlanmıştır [11]. Bu çalışmalarda, yurtdışından ithal edilen KOSGEB'deki etkileşimi zayıf bir kaynak simülatörü kullanılarak iki farklı grupta toplam 24 öğrenci üzerinde uygulama yapılmıştır. Ark kaynağı, MIG ve TIG kaynak yöntemlerini önce sanal ortamda kullanan öğrencilerin, ardından yaptıkları gerçek uygulamalarda daha başarılı oldukları, daha kaliteli kaynaklar yaptıkları ve ıskartaya çıkarttıkları parçalarda önemli azalma olduğu saptanmıştır. Şekil 1'de eski nesil bir kaynak simülatörü görülmektedir.



Şekil 1. Eski Nesil Kaynak Simülatörü [9, 11]

2.2 Yeni Nesil Kaynak Simülatörleri

Yeni nesil kaynak simülatörleri, bilgisayar donanım ve yazılım teknolojileri kullanılarak, sanal ortamla kullanıcı arası etkileşimin sağlandığı 3-boyutlu simülatörlerdir. Bu simülatörlerin üzerinde ilk olarak, U.S.A, Kanada ve Fransa'da geçtiğimiz 10 yıl içerisinde çalışılmaya başlanmıştır.

Bu simülatörler temiz, sessiz, güvenli ve hesaplıdır. Herhangi atık bir maddeye ve dumana neden olmadığı için temiz; metal plaka, elektrot veya gaz kullanılmadığı için hesaplı; kullanıcı kulaklığı dışında ses verilmediği için sessiz; ve bilgisayar sisteminin çalışması için gerekli elektrik dışında enerji kullanılmadığı için de güvenlidir. Ancak sistem bütünü ile ele alındığında, yazılımın gerçeklenip donanım ile bütünleştirilmesi zordur ve satın alınmak istendiğinde pahalıdır.

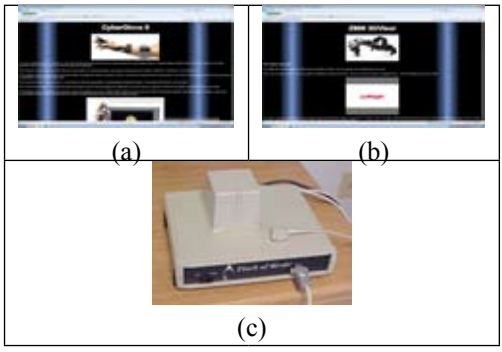
3. Sistemin Donanımı

Kaynak yapan kişi kaynak aletlerini çalıştırılmasını ve kaynak sırasında bir çok görevi elleri ile gerçekleştirmesine rağmen, bilgisayar ve bilgisayar kontrollü uygulamalar için bizler, yaygın olarak klavye ve fare kullanmaktayız. Eldiven ve benzeri cihazlar, bu tür uygulamalarda zorlukları kaldırmak için geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, bir sağ el eldiveni Cyberglove™ (Şekil2-a) parmak açılarından faydalanarak elin şeklini elde etmek için kullanılmıştır. Eldiven bükülme açılarını veren 18 sensöre sahiptir. Data toplama frekansı 150 Hz dir. Bu çalışmada 15 sensör kullanılmaktadır, bu sensörlerden 3 tanesi başparmak, diğer parmaklarda ikişer sensör ve 4 sensörde parmak aralarında bulunmaktadır. Avuç içindeki sensörler kullanılmamıştır.

Elin 3B uzayda konum ve oryantasyonunu elde etmek için, bileğe Flock of Birds® (Şekil2-c) motion trackerlar monte edilmiştir. Cihaz bir verici ve alıcıdan oluşmaktadır. Etrafındaki algılama alanı yaklaşık 170 cm olan alıcı sabit bir konuma yerleştirilir. Verici sensör de bileğe yerleştirilir. Böylece bilek konum ve oryantasyonu elde edilir.

Kaynakçının sanal kaynak ortamını izleyebilmesi için, başa takılan(HMD-Head Mounted Display, Şekil2-b) ekran kaynak maskesi içerisine yerleştirilmiştir. Kullanıcının başına yerleştirilen baş oryantasyonunu izleyen cihaz ile de sahne gözlemcisine yerleştirdik. Böylece kaynakçı, başını hareket ettirdiğinde bir kameradan gerçek ortama bakıyorken nasıl görüntü elde ediyorsak, maske içerisindeki görüntüde öyle olacaktır. Stereo hoparlör sistemi ile de kullanıcıya sanal sesler verilecektir.



Şekil 2. Etkileşim cihazları **a)**Eldiven, **b)**Başa takılan ekran, **c)**Konum ve oryantasyon cihazı

4. Sanal Modellerin Oluşturulması

Sanal Kaynak Simülatörü çalışmasında, öncelikle simülatörü oluşturan sanal modellerin oluşturulması gerekmektedir. Bu modeller 3B modelleme ve tasarım programlarından yararlanılarak oluşturulmaktadır. Sakarya üniver-

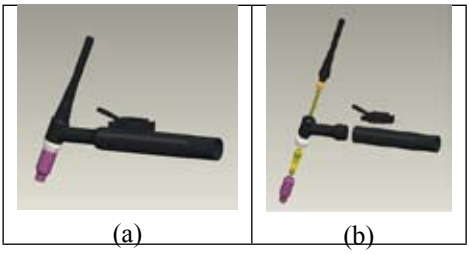
sitesinde Pro/ENGINEER programı lisanslı olarak kullanıldığından, modellerin oluşturulmasında bu program tercih edilmiştir.

4.1. Veri Elde Etme

Gerçeğe yakın bir sahne oluşturabilmek için 3 boyutlu modelleri oluşturulacak alet, sarf malzeme ve düzeneklerin en, boy, yükseklik verileri ve dış yüzey fotoğrafları, yapılacak kaynak türüne göre hesaplamalar sonucu veya doğrudan alınacak veriler belirlenerek gerek veri tabanına gerekse de elektronik olarak dosyalanmaktadır.

4.2. Sanal Model Oluşturma

Sanal modelleri geliştirmek, sırası ile, onların iskeletini gerçekleştirmek, kaplamak, anime etmek ve grafik motorlarının kabul edeceği formatta sunmaktır. Bu sıra ile takip edilecek çok sayıda ara işlemlerin yürütülmesini gerektirir. Bu işlevler; modelin işlevi ve özelliklerini belirleme, Modelin karalama çizimlerinin oluşturulması, modelin 3B model tasarım programları ile çizilmesi, görüntü işleme programları ile kaplamaların hazırlanması, modele kaplamanın giydirilmesi ve grafik motorunda etkileşime izin verecek şekilde animasyon ve sıralamalarının gerçekleştirilmesidir [12].

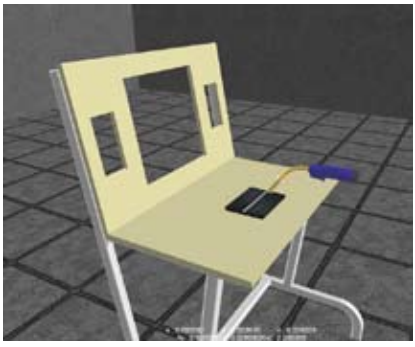


Şekil 3. a)TIG kaynak torcunun Pro/ENGINEER modeli (montaj resmi), **b)** TIG kaynak torcunun Pro/ENGINEER modeli (patlatılmış montaj resmi)

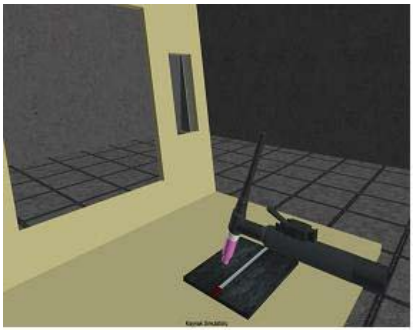
Günümüzde çok sayıda profesyonel 3B model geliştirme programları (3D Studio max, Creator, Maya vb) bulunmaktadır. Bu programlar oyun, film ve simülasyon karakterleri oluşturmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca Pro/Enginer, Catia gibi CAD/CAM yazılımları ile üretim amaçlı 3B modeller dizayn edilmektedir. Bu modellerde diğer dosya formatlarına dönüştürülerek oyun ve film karakterleri olarak kullanılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılacak sahne ve modeller Pro/ENGINEER programı ile oluşturulmaktadır. Şekil 3'te 3B modelli oluşturulmuş torç verilmiştir.

4.3. Sanal Ortamın(sahnenin) Oluşturulması

Oluşturulan sanal modeller, kaynak platformu sahnesi üzerine yerleştirilir (Şekil4). Daha önce modelleme programları ile dizayn edilen, 3B modeller, obje uzayında iken, bu objeler, sahne(dünya) uzayına yerleştirilir. Sahne üzerinde bir kısım objeler çalışma sırasında sabit, bir kısmı da dinamik olarak ayarlanır. Grafik motoru ile sahneye yerleştirilecek oyuncular(kullanıcı) ve gözlemci(kameralar) ile kullanıcı etkileşimi sağlanır. Kullanıcı dinamik objeleri, giriş cihazları yardımı ile sahne deki dinamik ve/veya statik objelerle çarpışmaya tabi tutar ve fizik motoru ile hesaplanan fiziksel etkiler sahneye yansıtılır (Şekil5).



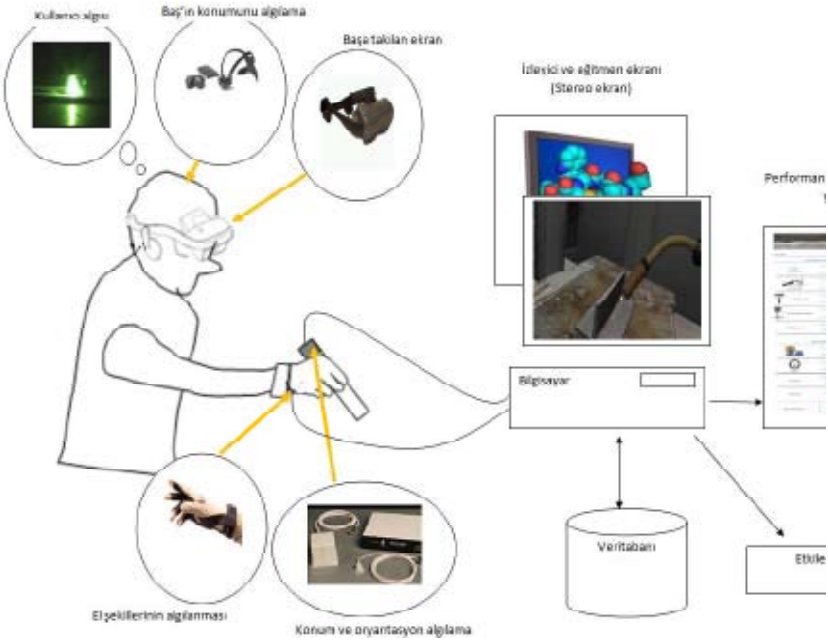
Şekil 4. Düz kaynak için oluşturulan sahne modeli (filtre edilmiş ve kaplanmış şekil)



Şekil 5. Tig Kaynak Torcunun Grafik Motoru ile Gerçek Zamanlı Çizimi

5. Sanal Kaynak Simülatörü Sisteminin Genel Yapısı

Simülatörü kullanarak, kaynak eğitimi gerçek bir kaynak kabini olmadan, test çubukları veya plakalarını kullanmadan (kontrollü test şartları altında) yapılır. Elle yapılan ark kaynağında gerekli olan el-göz koordinasyon yeteneklerini öğretmek için kullanılır. Şekil 6'da bu sistemin yapısı gösterilmektedir. Sistem; sanal modeller, etkileşim yazılımı, performans analizi ve test yazılımı, sanal ses üretici yazılım, giriş birimleri, çıkış birimleri ve bilgisayar modüllerinden oluşmaktadır.



Şekil 6. Sanal kaynak simülatörü modülleri

6. Sonuçlar

Kaynak simülatörü ile kaynak eğitimi gerek ülkemizde gerekse diğer gelişmekte olan ülkelerde çok fazla yaygın değildir. Maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı ülkemizde çok az yerde kullanılmaktadır. Aslında kaynak eğitimi alacak kaynakçının uygulama öncesi kaynak simülatörü ile gerçeğe yakın sanal eğitim görmesi enerji, zaman ve temrin sarfiyatı gibi birçok açıdan fayda sağlayacaktır. Buna ilaveten uygulamalı kaynak eğitimlerinde kaynak eğitimine yeni başlayan kaynakçı adaylarını elektrik çarpması, sıcak kaynak metalinden oluşan yanıklar, tecrübesizlik ve dikkatsizlikten dolayı kaynaklanan hatalar, göz alması ve gözde oluşan sağlık problemleri gibi birçok tehlike beklemektedir. Bu tehlikeler karşısında kaynakçı adayları kaynak uygulamalarına karşı moral bozukluğu, ürkeklik ve özgüvenin yitirilmesi gibi psikolojik davranışlar sergileyebilmektedirler. Kaynak simülatörü ile bu tehlikeler minimize edilebilir. Bu çalışmada düşük maliyetli sanal bir kaynak simülatörü tasarımı ve bileşenleri incelenmiştir.

7. Teşekkür

Bu makale TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Gurubu (MAG) tarafından desteklenen 109M087 numaralı "Sanal Kaynak Simülatörü Tasarımı ve İmalatı" konulu araştırma projesi

desteği ile hazırlanmıştır. Bu vesile ile başta proje koordinatörü Doç. Dr. Cemil ÖZ ve tüm proje ekibi, TÜBİTAK'a ve projenin yürütüldüğü kurum olan Sakarya Üniversitesi'ne teşekkür eder.

8. Kaynaklar

[1] Ellis, S.R., "Nature and Origin of Virtual Environments: A Bibliographic Essay", **Computing Systems in Engineering**, 2,4, pp.321-347, (1991).

[2] Astheir, P., Dai, Göbel, M., Kruse, R., Müller, S., ZACHMANN, G., "Realism in Virtual Reality", Magnenat Thalmann and Thalmann D, **Artificial Life and Virtual reality, John Wiley**, pp. 189-209, (1994).

[3] Slater, M., Usoh, M., "Body Centred Interaction in Immersive Virtual Environments", Magnenat Thalmann and Thalmann D, **Artificial Life and Virtual reality, John Wiley**, pp. 125-147, (1994).

[4] Wu, C., "Microcomputer-based welder training simulator", **Computers in Industry**, 20, 321-325, 1992.

[5] Wu, C., Wen, C., Wu, L., "A microcomputer-controlled welder training system", **Computers Education**, 20 (3) 271-274, 1993.

[6] Heston, T.; "Virtually welding", **The Fabricator**, March 2008.

[7] Hamide, M., Masoni, E., Bellet, M.; "Adaptive mesh technique for thermal metallurgical numerical simulation of arc welding processes", **Int. J. for Numerical Methods in Eng.,** 73: 624-641, 2008.

[8] Palani, P. K., Murugan, N.; "Modeling and simulation of wire feed rate for steady current and pulsed current gas metal arc welding using 317L flux cored wire", **Int. J. Adv. Manuf. Technol.**, 34: 1111-1119, 2007.

[9] Schow, H. B.; "Welding simulator spot designator system", US Patent No: 4.132.014, Jan 2,1979

[10] Top, Y., "Simülasyon ve temrinle ark kaynakçısı yetiştirme programı", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Haziran 1997.

[11] Top, Y., Findik, F. "Ark kaynakçısının eğitiminde simülatör kullanımı", **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Sakarya, 1998.

[12] Franson, D., Thomas, E., Game character design complete, using 3ds max 8 and adope photoshop cs2, ISBN-13: 978-1-59863-270-5, **Thomson**, (2007).