

# Futbol Hakemlerinin Eğitimi Amacıyla Tasarlanan Futbol Simülasyonunda Maçın Dinamizmini Sağlayan Etmenler

Ulaş Güleç, Murat Yılmaz, Mert Ali Gözcü

Çankaya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, Türkiye  
{ulasgulec, myilmaz}@cankaya.edu.tr  
mertaligozcu@gmail.com

**Özet** Futbol, dünyada 34 milyon kişi ile dünyanın en ilgi çekici ve en popüler spor dallarından biridir. Buna ek olarak, futbol çok büyük ekonomik yatırımlar alan bir iş alanı olarak da görülebilir. Hem birçok kişinin yakından takip ettiği hem de çok büyük bir ekonomik güce sahip olan futbol oyununda maçların yönetimini yapan, pozisyonlar hakkında karar veren hakemlerin eğitimi çok büyük bir önem kazanmaktadır. Hakemlerin eğitimi konusunda Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) önemli bir miktarda bütçe ayırmasına rağmen hakemlerin karar verme performanslarında hala bazı eksiklikler bulunmaktadır. Bu çalışma, hakemlerin karar verme yeteneklerini yükseltmek amacıyla sanal bir futbol maçının simüle edilmesini amaçlamaktadır. Bu çalışmanın başarılı olabilmesi için, simüle edilen maçın gerçek maçtaki atmosferi ve dinamizmi sağlaması gerekmektedir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında bir futbol maçının dinamizmini ve atmosferini etkileyen etmenler hakemler ( $N=10$ ) ile yapılan kullanıcı testleri ile elde edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, sistemin başarılı olup olmayacağını anlayabilmek için hakemler ile bir dizi röportaj yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, böyle bir futbol maç simülasyonunun hakemlerin eğitimi üzerine kullanılabilecek faydalı bir araç olduğu ortaya çıkmıştır.

## 1 Giriş

Son 30 yılda, dünya çapında yaklaşık olarak 34 milyon kişinin katılımıyla futbola olan ilgi çok önemli bir şekilde artmıştır [1]. Bu nedenden dolayı, futbol oyununda verdiği kararlarla maçın yönetimini sağlayan futbol hakemlerinin rolü de büyük bir önem kazanmıştır. Maçı adil bir şekilde yönetebilmek ve maçın dengesini kaybetmeden maçı kontrol altında tutabilmek için hakemler maç esnasında doğru kararlar vermek zorundadırlar. Aksi takdirde, futbol oyununun güçlü olan ekonomik yapısından dolayı hakemlere verilen tepkilerin şiddeti de ekonomik yapıyla doğru orantılı bir şekilde artmaktadır [2,3]. Durum böyle olmasına rağmen, literatürde bulunan çalışmalara göre hakemler ortalama olarak maç başına 140 karar vermekte olup, bu kararların yüzde 17 ile 25'i yanlıştır [4-6]. Bu sayısal değerler dikkate alındığı zaman hakemlere verilen eğitimde bazı eksikliklerin ya da yanlışların olduğu ortaya çıkmaktadır.

Hakemler futbol oyun kuralları hakkında kendilerini geliştirebilmek amacıyla Uluslararası Futbol Federasyonları Birliği (FIFA) tarafından geliştirilmiş olan “*Futbol Oyun Kuralları (FOK)*” kitabını kullanırlar [7]. Bu kaynağa ek olarak, üst düzey hakemlerin eğitiminde kullanılmak amacıyla video tabanlı öğrenim araçları da geliştirilmiştir [8]. Ancak, her iki eğitim aracında hakemlerin eğitimi amacıyla kullanıldıkları zaman hakemlerin kendilerini geliştirebilmeleri açısından yetersiz kalmaktadır. Çünkü, FOK kendi içerisinde barındırdığı uzun metinlerle hakemlere teorik bilgilerini geliştirme şansı sunmaktadır. Ancak, hakemler bu kitabı kendilerini geliştirmek amacıyla kullanırları zaman pratik hayata yönelik herhangi bir bilgi bulamamaktadır. Video tabanlı öğrenim araçları FOK ile karşılaştırıldığı zaman maç içerisinde gelişen pozisyonları hakemlere izletip, onların verdiği kararları alıp, en sonunda pozisyonlarla ve hakemlerin yaptığı yorumlarla ilgili geri bildirim yapma özelliklerinden ötürü nispeten de olsa FOK’a göre daha etkili bir araç olduğu söylenebilir. Her ne kadar video tabanlı öğrenim araçları pozisyonları tekrar edilmesi açısından hakemler için avantajlı bir araç olsa da hakemlerin saha içerisinde oluşan atmosferi yaşayarak saha içi tecrübelerini arttırmaları gerekmektedir. Ancak, yapılan hatalar sonucu tecrübenin kazanıldığını varsayarsak eğer hakemlerin saha içerisinde minimum hata yapması gerektiği durumunu da dikkate alırsak hakemlerin gerçek maçlarda tecrübe kazanması yerine onlara gerçek saha atmosferini yaşatabilecek sanal bir ortamın tasarımı çok büyük bir önem kazanmaktadır. Böylelikle, 3B ortamların sağladığı avantajları kullanarak hakemlere sahaya çıkmadan sanal ortamlarda sanal maçlar yönetti-  
rerek tecrübe kazanma fırsatı veren bir ortamın tasarımı önemlidir.

Literatürde, birçok farklı alanda katılımcıların gerçek ortama çıkmadan sanal ortamlarda tecrübe kazanması amacıyla birçok çalışma bulunmaktadır [9–12]. Çeşitli bilgi, tecrübe ve kişi sayısı ile yapılan bu çalışmalar sonucu elde edilen pozitif bulgular dikkate alınarak bu çalışmadaki temel hedef, futbol hakemlerinin sahaya çıkmadan kendilerini gerçek bir stadyumun yarattığı atmosferin içinde bir maç yönetiyormuş gibi sanal bir stadyum içerisinde sanal bir maç yönetmesini sağlayabilecek 3B bir futbol simülasyonunun tasarlanmasıdır. Böylelikle, hakemlerin tecrübe kazanmak için gerçek maç yönetmeyi beklemesine ve sanal ortamda kazanılan tecrübe sayesinde gerçek maç içerisinde yapılan hataların sayısı minimuma indirilerek hataların cezasını çekmesine gerek kalmayacaktır.

Bu makalenin devamı şu şekilde oluşturulmuştur. Bir sonraki bölümde, simülasyon alanında kişilerin ilgili alanlardaki bilgi donanımlarını ve tecrübe seviyelerini arttırmak amacıyla geliştirilmiş benzer çalışmalar ile ilgili bir literatür taraması sunulacaktır. Ardından, sanal bir stadyum içerisinde sanal bir maç tasarımı yaparken gerçek stadyum içerisinde oynanan gerçek bir maç atmosferini oluşturabilmek için hangi faktörlerin ne derecede etkili olduğu detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Dördüncü bölümde, araştırmanın katılımcılar ile yapılan röportajlar sonucu elde edilen sözel bilginin analizi sunulacaktır. Son bölümde ise araştırma sırasında elde edilen sonuçlar tartışılacak, gelecekte yapılması planlanan çalışmalar hakkında bilgiler verilerek bildiri sonlandırılacaktır.

## 2 Literatür Değerlendirmesi

Literatürde, sanal gerçeklik teknolojisinin faydalarından yararlanılarak birçok farklı uygulama alanlarında kişilerin bilgi ve tecrübe seviyelerini arttırmak amacıyla geliştirilen ve eğitim aracı olarak kullanılan birçok simülasyon programı bulunmaktadır. Bu programlara örnek olarak, Annesi and Mazas [13] katılımcıların sportif aktivitelerini arttırabilmek amacıyla sanal bir spor ortamı tasarlayıp, bu ortamı katılımcılar ile test ettikten sonra bu şekilde tasarlanabilecek sanal bir ortamın kişilerin ilgisini çekerek sportif aktivitelerini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Seymour ve diğerleri [14] tıp bölümünde okuyan son sınıf öğrencilerinin ameliyatları sırasındaki yeteneklerini geliştirebilmek amacıyla sanal bir ameliyat ortamı tasarlamıştır. Bu sistemi test edebilmek amacıyla benzer özellikler taşıyan 16 öğrenci seçilmiş, ve daha sonra bu 16 öğrenci rastgele bir şekilde 8 öğrenci sanal gerçeklik teknolojilerini kullanacak şekilde bir grup, diğer 8 öğrenci ise geleneksel yöntemleri kullanacak şekilde bir grup olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Öğrencilerin yetenekleri arasındaki farkı görebilmek için çalışmanın başlangıcında öğrencilere bir ön test, çalışmanın sonunda ise bir son test yapılmıştır. İki grubun gelişimleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farkın olup olmadığını anlamak için ön ve son test sonuçları Mann-Whitney testi ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen analiz sonuçlarına göre, sanal gerçeklik dünyası kişilerin yeteneklerini geliştirme ve tecrübelerini arttırma konusunda kullanılabilecek etkili bir eğitim aracıdır. Benzer bir çalışma da it-faiyecilerin yön bilgilerini geliştirmek amacıyla Bliss ve diğerleri [15] tarafından gerçekleştirilmiştir. İtfaiyeciler kullandıkları yöntemlere göre gruplara ayrılmış olup, kendi alanları ile ilgili çeşitli testlere tabi tutulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel bir test olan ANOVA ile analiz edilmiş ve sanal gerçekliğin etkili bir eğitim aracı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalara ek olarak, Hays ve diğerleri [16] pilotların uçuş tecrübelerini arttırmak amacıyla uçuş simülasyonlarının analiz edildiği toplam 247 bildirinin toplu analizini içeren bir çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, uçuş simülasyonlarının kesin bir şekilde pilotların uçuş kabiliyetlerini ve tecrübelerini arttırdığı ortaya çıkmıştır.

Yukarıda belirtilen çalışmalarda görüldüğü üzere literatürde bulunan birçok farklı alanda yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik dünyasının kişilerin becerilerinin ve tecrübelerinin arttırılmasında kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Futbol alanında ise geliştirilen birkaç simülasyon programı bulunmaktadır. Bu çalışmalara örnek olarak, Brüttsch ve diğerleri [17] yürüme problemi yaşayan çocukların yürüme yeteneklerini geliştirmek amacıyla hareket platformunun da dahil edildiği sanal bir futbol oyunu tasarlamışlardır. Yaşları 10 ile 17 arasında değişen ve farklı seviyelerde sinirsel yürüme problemleri olan 18 çocuğun katılımıyla yapılan bu çalışmada, katılımcılar sanal futbol oyununun içerisinde karşılarında 2 sanal rakip oyuncunun arasından topa vurmaya ya da koşarak onları geçmeye çalışarak topu hedeflenen noktaya vurmaya çalışmaktadırlar. Ayrıca, bu sistemde pediatrik Lokomat sistemi bir hareket platformu olarak kullanılarak oyunun içerisinde olan topa vurma efektlerinin sonucunda oluşan güç katılımcıların vücuduna yansıtılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, sanal gerçeklik dünyasının geleneksel tedavi yöntemlerine göre katılımcıları daha iyi motive ederek daha

etkili bir tedavi yöntemi olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmaya destek olarak Weiss ve diğerleri [18] tarafından yapılan çalışmada, futbol simülasyonlarının kişilerin fiziksel rehabilitasyon tedavilerinde kullanılabilirlik etkili bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Diğer bir çalışma ise McLeod ve diğerleri [19] tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, futbolcuların kafa topuna çıkarken yaptıkları vücut hareketleri sanal gerçeklik ortamı yaratılarak analiz edilmiş ve futbolculara topa daha iyi vurabilmeleri için olması gereken vuruş hareketleri simüle edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, geliştirilen sanal ortamın futbolcuların kafa topuna nasıl vurması gerektiği konusundaki yeteneklerini geliştirmesinde faydalı olduğu gözlemlenmiştir. Koyama ve diğerleri [20] gerçek hayatta oynanan bir maçın görüntüleri stadyum içerisine yerleştirilen kameralarla kaydedip eş zamanlı bir şekilde kaydedilen maçın görüntülerini 3 boyutlu sanal ortama çevirmişlerdir.

### 3 Yöntem

Literatürde bulunan birçok çalışmaya göre, sanal bir ortamın başarısının kişileri ne kadar ve hangi derecede gerçek hayattan koparıp sanal ortama bağlayıp bağlamadığının ve kişilerde ne kadar "orada bulunma" duygusunu yarattığının ölçülmesi ile anlaşılacağı belirtilmiştir [21–23]. Bu çalışmada, futbol hakemlerinin eğitimi için sanal bir stadyum içerisinde tasarlanacak olan sanal bir futbol maçının kişileri motive edecek ve onların ilgisini çekebilecek bir şekilde tasarlanması amacıyla simülasyon programında olması gereken faktörlerin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu faktörler, sanal ortamda bir maç tasarlanarak, bu maçın 10 hakemle test edilmesinden sonra hakemlerle röportajlar yaparak belirlenmiştir.

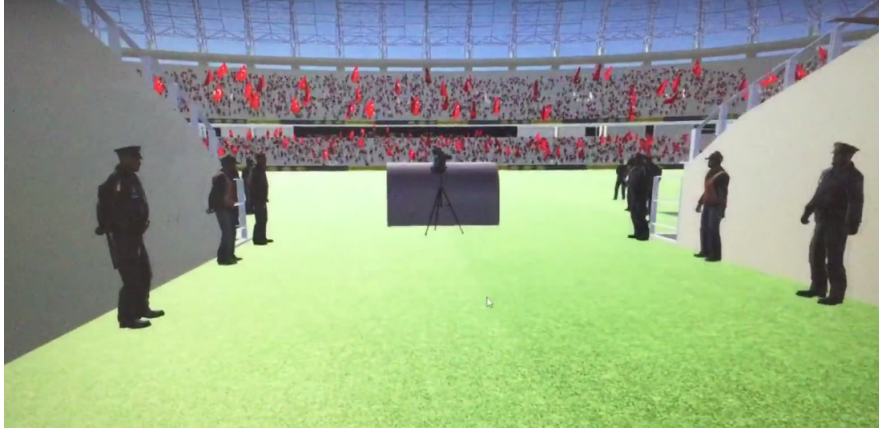
Çalışmaya başlamadan önce, bir futbol maçının atmosferini oluşturan etmenler uzman görüşleri alınarak tespit edilmiştir. Bu görüşler sonucu ortaya çıkan etmenler:

- Stadyum
- Seyirci
- Kullanılan nesnelere standart olması
- Oyuncu modelleri
- Maçın dinamizmi

şeklinde sıralanmıştır.

Bu etmenlerden ilki olan stadyumun gerçek hayattaki atmosferi sağlayabilmesi amacıyla bu çalışmada geliştirilen futbol hakem eğitim simülasyonunda (FHES) gerçek bir stadyum olan Estadio Placido Aderaldo Castelo'nun modeli kullanılmıştır. Buna ek olarak, Şekil 1 de gösterildiği üzere simülasyon programına hakemlerin sahaya çıkış sahnesinden başlanarak, buradan oluşan atmosferi arttırabilmek amacıyla koridorun her iki yanına polisler ve saha görevlileri eklenmiştir.

Ayrıca, sahalarda sıkça görülen kamera saha görevlilerinin oturacağı kulübenin arkasına yerleştirilmiştir. Bu nesnelere ek olarak, sahadaki atmosferi arttırabilmek amacıyla hakemler ve oyuncular sahaya çıkarken hem tribünde bulunan



**Şekil 1.** Sahaya Çıkış Sahnesi

seyircilerin sesleri hem de birçok takımın sahaya çıkarken kullandıkları "The Last of the Mohicans" müziğinin sesi ortama eklenmiştir.

İkinci etmen olan seyircilerin gerçekliğe uygun olması amacıyla farklı şekilde tasarlanan insan modelleri stadyum içerisinde olan koltuklara yerleştirilmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Maçın Başlama Anındaki Seyircilerin Durumu

Sistemi test edecek olan hakemler Türk olduğu ve yaşlarının 29 ile 35 arasında olmasından dolayı, bu sporla ilgilenen herkesin hafızasında yer edinmiş olan 2002 Dünya Kupası'nda oynanan Türkiye - Brezilya maçının atmosferi

oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, Şekil 2'de de görüldüğü üzere bir kısım seyircilerin ellerinde Türk Bayrağı, diğer seyircilerin ellerinde ise Brezilya bayrağı bulunmaktadır. Seyircilerin stadyum içerisindeki dağılımı gerçek hayattaki dağılıma uygun olarak bir kale arkası ve bir düzlük (maraton) tribünü Türk taraftarlarına, diğer kale arkası ve diğer düzlük (kapalı) tribünü ise Brezilyalı taraftarlara verilecek şekilde tasarlanmıştır. Seyircilerin stadyumlarda yarattığı dinamizmi oluşturabilmek için seyirci modellerine zıplama, el ve kol sallama, sarılma ve oturup kalkma animasyonları eklenmiştir. Son olarak, seyirci maç içerisinde farklı tezahüratlar yapabilmesi için bir video sitesinde bulunan gerçek maç videolarında söylenen birçok tezahüratın ses analizlerinin yapılması sonucu birleştirilerek ortaya çıkan ses dosyaları seyirci modellerine eklenmiştir.

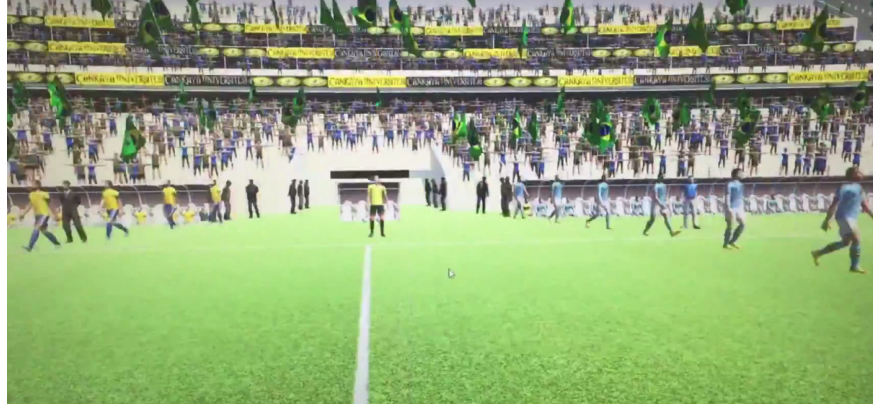
Bir diğer etmen olan saha içi kullanılmak üzere malzemelerin gerçek hayat ile standart olabilmesi için Şekil 3'te de görüldüğü üzere simülasyon programında gerçek hayatta kullanılan hakem bayrağı ve futbol topu kullanılmıştır.



**Şekil 3.** Saha İçi Malzemeleri

Ayrıca, kulübe önlerine su şişeleri, içlerine ve yanlarına futbolcu malzemelerinin taşındığı siyah çantalar eklenmiştir. Bu nesnelere ek olarak, 8 adet saha içi kamerası ve kameramanlar da saha kenarlarına yerleştirilmiştir.

Dördüncü etmen olan oyuncu modellemelerinde oyuncuların gerçekliğe uygun olması amacıyla farklı şekilde tasarlanan oyuncu modelleri kullanılmıştır (Şekil 4). Tasarlanan maç Türkiye - Brezilya arasında olduğu için Türk oyunculara bu sene için tasarlanan turkuaz mavi olan forma, Brezilyalı oyunculara ise klasik sarı-mavi olan forma giydirilmiştir.



Şekil 4. Seromniye Çıkan Oyuncu Modelleri

Son etmen olan maçın dinamizmini sağlayabilmek amacıyla, "*Basit Yapay Zeka (Basic Artificial Intelligence (BAI))*" şeklinde tabir ettiğimiz bir yapay zeka algoritması geliştirildi. Bir futbol maçında bilindiği üzere 2 takım ve her takımda biri kaleci olmak üzere 11 kişiden toplam 22 kişi bulunmaktadır. Maçın dinamik yapısında kalecilerin çok önemli bir rolü olmadığı için diğer 20 oyuncunun saha içerisindeki konumlarının doğru bir şekilde ayarlanması çok büyük bir önem taşımaktadır. BAI maç esnasında oyuncuları "*manuel kontrol altındaki oyuncular*" ve "*BAI kontrolü altındaki oyuncular*" olmak üzere 2 farklı şekilde gruplamaktadır. Eğer bir oyuncu "*manuel kontrol altındaki oyuncular*" şeklinde işaretlenmiş ise, kendisi için daha önce belirlenmiş olan pozisyonlar arası geçiş yapacaktır. Ancak, bir oyuncu "*BAI kontrolü altındaki oyuncular*" şeklinde işaretlenmiş ise, BAI algoritmasının yönlendirmesi ile kendi kararlarını verir. BAI algoritması topa sahip olmayan oyuncuların saha içerisinde dinamik bir şekilde hareket edebilmesi için tasarlanmıştır. BAI algoritmasının çalışma mantığı aşağıdaki gibidir:

- İlk adım olarak, takımları birbirlerinden ayırt edebilmek amacıyla Türkiye 1 ve Brezilya 2 olacak şekilde numaralandırma işlemi yapılır.
- Türkiye'nin saha içi dizilişi 4 defans oyuncusu, 4 orta saha oyuncusu ve 2 hücum oyuncusu (4-4-2 taktiği) olacak şekilde, Brezilya'nın saha içi dizilişi ise 4 defans oyuncusu, 2 defansif orta saha oyuncusu, 3 ofansif orta saha oyuncusu ve 1 hücum oyuncusu (4-2-3-1 taktiği) olacak şekilde tasarlanmıştır. Her iki takımın defans yapma stratejisi adam-adama savunma şeklinde ayarlanmıştır. Böylelikle, saha içerisindeki pozisyonlarına göre oyuncular birbirleriyle eşleştirilmiştir.
- Her oyuncu oynadığı pozisyona göre defans, orta saha ve hücum oyuncusu olmak üzere sınıflandırılmıştır. Oyuncuların oynadıkları pozisyonları ayırt edebilmek amacıyla her pozisyona defans oyuncusuna 0, orta saha oyuncusuna 1 ve hücum oyuncusuna 2 olacak şekilde bir sayı atanmıştır.

- Her oyuncunun saha içerisinde gidebileceği maksimum noktayı belirleyebilmek için futbol sahası dikey olarak 4 bölgeye ayrılmıştır. Sahaya yukarıdan bakıldığı zaman her bölge en soldaki bölge 1, en sağdaki bölge 4 olacak şekilde numaralandırılmıştır.
- Maç süresi boyunca algoritma yukarıda yapılan ayrıma göre topun hangi bölgede ve hangi takımda olduğunu kontrol eder.
- Futbol sahasına yukarıdan bakıldığı zaman sağ tarafta bulunan kale Türkiye'nin kalesi, sol tarafta bulunan kale ise Brezilya'nın kalesi olacak şekilde tasarlanmıştır.
- Eğer top birinci bölgedeyse ve Türkiye topa sahipse, Türkiye tehlikeli bir biçimde hücum yapmaktadır. Brezilya defans oyuncuları saha içerisindeki hem kendi konumları ile eşleştikleri rakip oyuncunun konumu arasındaki hem de topun konumu ile arasındaki mesafeyi Öklid mesafesi kullanarak hesaplar. Eğer defans oyuncusu topa daha uzaksa, kendi eşleştiği rakip oyuncuyu takip etmeye devam eder. Eğer top daha yakınsa, oyuncu topa doğru koşar. Brezilya orta saha oyuncuları eşleştikleri rakip oyuncuları takip ederler. Bu esnada, saha içi hareketliliği arttırmak için Brezilya hücum oyuncuları 2 ile 3. bölge arasında hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Türkiye defans oyuncuları orta sahada sabit bir şekilde beklerler. Türkiye orta saha oyuncuları 1 ile 2. bölge arasında hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Türkiye hücum oyuncuları her oyuncuya farklı olacak şekilde atanan 3 farklı pozisyon arasında koşarlar. Eğer oyuncu birinci pozisyonuna ulaştıysa, ikinci pozisyonuna; ikinci pozisyonuna ulaştıysa, üçüncü pozisyonuna; üçüncü pozisyonuna ulaştıysa, tekrar birinci pozisyonuna koşar. Böylece, sanki takım arkadaşından top istediği için saha içerisinde boş pozisyon arayan bir oyuncu görünümüne bürünür. Eğer top dördüncü bölgedeyse ve Brezilya topa sahipse, Brezilya tehlikeli bir biçimde hücum yapmaktadır. Bu durumda, algoritma tam ters şekilde çalışmaktadır.
- Eğer top ikinci bölgedeyse ve Türkiye topa sahipse, Türkiye hücum yapmaktadır. Brezilya defans oyuncuları eşleştikleri rakip oyuncuları takip ederler. Bu sefer, Brezilya orta saha oyuncuları saha içerisindeki hem kendi konumları ile eşleştikleri rakip oyuncunun konumu arasındaki hem de topun konumu ile arasındaki mesafeyi Öklid mesafesi kullanarak hesaplar. Eğer orta saha oyuncusu topa daha uzaksa, kendi eşleştiği rakip oyuncuyu takip etmeye devam eder. Eğer top daha yakınsa, oyuncu topa doğru koşar. Bu esnada, saha içi hareketliliği arttırmak için Brezilya hücum oyuncuları 2 ile 3. bölge arasında hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Türkiye defans oyuncuları 3 ile 4. bölge arasında hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Türkiye orta saha ve hücum oyuncuları her oyuncuya farklı olacak şekilde atanan 3 farklı pozisyon arasında bir önceki maddede anlatılan mantıkla koşarlar. Eğer top üçüncü bölgedeyse ve Brezilya topa sahipse, Brezilya hücum yapmaktadır. Bu durumda, algoritma tam ters şekilde çalışmaktadır.
- Eğer top üçüncü bölgedeyse ve Türkiye topa sahipse, Türkiye hücum yapmak için hazırlık yapmaktadır. Brezilya orta saha ve hücum oyuncuları topa koşarlar. Brezilya defans oyuncuları eşleştikleri rakip oyuncuları takip ederler. Türkiye defans oyuncuları 4. bölge içerisinde hafif tempolu bir şekilde



koşarlar. Türkiye orta saha oyuncuları her oyuncuya farklı olacak şekilde atanan 3 farklı pozisyon arasında iki önceki maddede anlatılan mantıkla koşarlar. Türkiye hücum oyuncuları 1 ile 2. bölge arasında hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Eğer top ikinci bölgedeysen ve Brezilya topa sahipse, Brezilya hücum yapmak için hazırlık yapmaktadır. Bu durumda, algoritma tam ters şekilde çalışmaktadır.

- Eğer top dördüncü bölgedeysen ve Türkiye topa sahipse, Türkiye defanstan çıkmaya çalışmaktadır. Brezilya orta saha ve hücum oyuncuları topa koşarlar. Brezilya defans oyuncuları eşleştikleri rakip oyuncuları takip ederler. Türkiye defans oyuncuları 4. bölge içerisinde hafif tempolu bir şekilde koşarlar. Türkiye orta saha ve hücum oyuncuları her oyuncuya farklı olacak şekilde atanan 3 farklı pozisyon arasında üç önceki maddede anlatılan mantıkla koşarlar. Eğer top birinci bölgedeysen ve Brezilya topa sahipse, Brezilya defanstan çıkmaya çalışmaktadır. Bu durumda, algoritma tam ters şekilde çalışmaktadır.

#### 4 Vaka Çalışması

Bu etmenlerin kişileri etkileyip etkilemediğini görebilmek amacıyla, simülasyon programı yaşları 29 ile 35, hakemlik tecrübeleri ise 7 ile 10 yıl arasında değişen 10 hakem ile test edilmiştir. Hakemler 3 dakika süren pozisyonları seyretmişlerdir. Hakemler pozisyonları sanal ortamda seyrettikten sonra, hakemlere aşağıda belirtilen soruların olduğu bir anket yapılmıştır.

**S1:** Bu araç, hakemlerin saha içi tecrübelerini arttırabilecek bir araç mıdır?  
**S2:** Gerçek stadyumun yarattığı baskı ile sanal stadyumun yarattığı baskı arasında önemli bir fark var mı?

Bir katılımcı:

*“Stadyumun yarattığı atmosfer bizim için çok önemli, çünkü, eğer bir hakem kalabalık bir stadyum içerisinde maç yönetmeye alışkın değilse tecrübe eksikliğinden ötürü maç esnasında bazı hatalar yapabilir. Maalesef, hatalarının bedelini ödemedi kalabalık bir ortamda maç yönetmeyi sağlayan bir ortam şu ana kadar yoktu. Bu nedenle, bu sistem hakemlerin hatalarının bedelini ödemedi yeteneklerini geliştirebileceği ve tecrübelerini arttırabileceği bir ortam sunuyor.”*

Diğer bir katılımcı:

*“ Hakem eğitimin daha interaktif bir şekilde olması hakemlerin yeteneklerini ön plana çıkarması yönünden daha faydalı olacaktır. Bize verilen eğitimde biz 3. kişi olarak video da gelişen pozisyonları izleyerek eğitim*

*alıyoruz. Ancak, gerçek hayatta sahanın içinde ilk gözden sizin o kalabalık atmosfer içerisinde anlık bir şekilde karar vermeniz gerekiyor. Sistem içerisinde pozisyonları hakem gözünden seyredip karar vermek kesinlikle bu sistemin en güzel yanı. Bu sayede, hakemler pozisyon tecrübelerini arttırma şansını yakalayacaktır.”*

Bu yorumlara ek olarak, hakemlerin yüzde 80’i bu sistemi başarılı bulmasına rağmen, 3 dakika olan pozisyon süresinin arttırılması gerektiğini düşünmektedirler.

## 5 Sonuçlar ve Gelecek Çalışmalar

Bu çalışmanın amacı, sanal bir futbol maçındaki atmosferin gerçek maç atmosferine benzemesi için tasarım esnasında hangi faktörlerin düşünülmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu faktörlerin önemi ve etkisi, futbol hakemlerinin eğitimi için tasarlanan 3 boyutlu sanal bir stadyum içinde sanal bir maçın 10 hakem ile test edilmesiyle onaylanmıştır. Buna ek olarak, literatürdeki benzer çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmalardan yola çıkılarak futbol hakemlerinin saha içi tecrübelerini arttırmak amacıyla 3 boyutlu sanal bir ortam tasarlanmıştır. Böyle bir ortamın hakemlerin eğitiminde kullanılabilir etkin bir araç olacağı kanısına varılmıştır.

Gelecek çalışma olarak ise, öncelikle 3 dakika süren pozisyonların süresi yeni pozisyonlar eklenerek uzatılacaktır. Hakemlerin kendilerini daha fazla sahada hissedebilmesi için Omni gibi bir hareket platformu sisteme entegre edilecektir. Böylelikle, sistem hakemleri simülasyon içerisinde koşmak istediklerinde klavye kullanmak yerine hareket platformu üzerinde koşma imkanı sağlayarak yeni bir yeteneğe kavuşacaktır.

## Kaynaklar

1. Giulianotti, R., Robertson, R.: The globalization of football: a study in the globalization of the serious life. *The British Journal of Sociology* **55** (2004) 545–568
2. Allmers, S., Maennig, W.: Economic impacts of the fifa soccer world cups in france 1998, germany 2006, and outlook for south africa 2010. *Eastern Economic Journal* **35** (2009) 500–519
3. Dobson, S., Goddard, J.: *The economics of football*. Cambridge University Press (2011)
4. Helsen, W., Bultynck, J.B.: Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *Journal of sports sciences* **22** (2004) 179–189
5. Van Meerbeek, R., Van Gool, D., Bollens, J.: Analysis of the refereeing decisions during the world soccer championship in 1986 in mexico. In: *Science and football. Proceedings of the first world congress of science and football*. (1987) 377–384
6. Solomon, A.V., Paik, C., Alhauil, A., Phan, T.: A decision support system for the professional soccer referee in time-sensitive operations. In: *Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, 2011 IEEE, IEEE (2011) 35–40
7. FIFA: *Laws of the game*. (2014)

8. Schweizer, G., Plessner, H., Kahlert, D., Brand, R.: A video-based training method for improving soccer referees intuitive decision-making skills. *Journal of Applied Sport Psychology* **23** (2011) 429–442
9. Slater, M., Spanlang, B., Sanchez-Vives, M.V., Blanke, O., et al.: First person experience of body transfer in virtual reality. *PloS one* **5** (2010) e10564
10. Cruz-Neira, C., Sandin, D.J., DeFanti, T.A.: Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the cave. In: *Proceedings of the 20th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, ACM (1993) 135–142
11. Grantcharov, T.P., Bardram, L., Funch-Jensen, P., Rosenberg, J.: Learning curves and impact of previous operative experience on performance on a virtual reality simulator to test laparoscopic surgical skills. *The American journal of surgery* **185** (2003) 146–149
12. Zyda, M.: From visual simulation to virtual reality to games. *Computer* **38** (2005) 25–32
13. Annesi, J.J., Mazas, J.: Effects of virtual reality-enhanced exercise equipment on adherence and exercise-induced feeling states. *Perceptual and motor skills* **85** (1997) 835–844
14. Seymour, N.E., Gallagher, A.G., Roman, S.A., OBrien, M.K., Bansal, V.K., Andersen, D.K., Satava, R.M.: Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Annals of surgery* **236** (2002) 458
15. Bliss, J.P., Tidwell, P.D., Guest, M.A.: The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters. *Presence* **6** (1997) 73–86
16. Hays, R.T., Jacobs, J.W., Prince, C., Salas, E.: Flight simulator training effectiveness: A meta-analysis. *Military Psychology* **4** (1992) 63
17. Brüttsch, K., Schuler, T., Koenig, A., Zimmerli, L., Mérillat, S., Lünenburger, L., Riemer, R., Jäncke, L., Meyer-Heim, A.: Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* **7** (2010) 1
18. Weiss, P.L., Rand, D., Katz, N., Kizony, R.: Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* **1** (2004) 12
19. McLeod, P., Reed, N., Gilson, S., Glennerster, A.: How soccer players head the ball: A test of optic acceleration cancellation theory with virtual reality. *Vision Research* **48** (2008) 1479–1487
20. Koyama, T., Kitahara, I., Ohta, Y.: Live mixed-reality 3d video in soccer stadium. In: *Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings. The Second IEEE and ACM International Symposium on*, IEEE (2003) 178–186
21. Riva, G., Davide, F., IJsselsteijn, W.: Being there: The experience of presence in mediated environments. *Being there: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments* **5** (2003)
22. Çiflikli, B., Isler, V., Güdükbay, U.: Increasing the sense of presence in a simulation environment using image generators based on visual attention. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* **19** (2010) 557–568
23. Witmer, B.G., Singer, M.J.: Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and virtual environments* **7** (1998) 225–240