



Kapalı Basketbol Salonunun Parıltısının Geliştirilen Yapay Sinir Ağları Temelli Yazılım ile Ölçülmesi

Mehmet Kayakuş^{1*}, İsmail Serkan Üncü²

¹ Akdeniz Üniversitesi Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, İşletme Enformatiği Bölümü, Antalya, Türkiye (ORCID: 0000-0003-0394-5862)

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik Bölümü, Isparta, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4345-761X)

(İlk Geliş Tarihi 9 Haziran 2020 ve Kabul Tarihi 26 Ağustos 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.749704)

ATIF/REFERENCE: Kayakuş, M. & Üncü, İ. S. (2020). Kapalı Basketbol Salonunun Parıltısının Geliştirilen Yapay Sinir Ağları Temelli Yazılım ile Ölçülmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 770-777.

Öz

Amacına uygun olarak yapılmış spor salonu aydınlatma tasarımlarıyla müsabakaların iyi görme koşullarında yapılması sağlanabilir. İyi aydınlatılmış spor salonlarında, sporcuların görme kusurlarına bağlı performans kayıpları, sakatlanmalar ve kazalar azalmaktadır. Ayrıca sporcu, hakem ve seyircilerin görme yeteneği artacak ve hakemlerin görmeye bağlı hataları azalacak ve seyircilerin seyir zevki artacaktır. Kapalı basketbol salonlarının aydınlatma ölçümleri noktasal ölçüm yapan lüksmetre ve parıltı ölçer gibi aletler ile yapılmaktadır. Bu yöntemi kullanmak için donanımına, zamana, paraya ve uzman elemana ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada basketbol salonlarının fotometrik değerlerini kamerayla ölçmek ve analiz etmek için bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım C# programlama dili ve yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak geliştirilmiştir. Standartlarda olduğu gibi kapalı basketbol salonunda 91 adet ölçüm noktası belirlenmiştir. Sahanın çekilen fotoğrafı üzerinde fotoğraf işleme programı kullanılarak ölçüm noktalarının piksel (Kırmızı (R), Yeşil (G), Mavi (B)) değerleri öğrenilmiştir. Parıltı ölçer kullanılarak da salondaki ölçüm noktalarının parıltı değerleri ölçülmüştür. Geliştirilen yapay sinir ağı temelli yazılımla parıltıyla piksel (R, G, B) değerleri arasında bir bağıntı kurulmuştur. Elde edilen sonuçların doğruluğunu ve hata oranlarını öğrenmek için doğruluk oranı, ortalama karesel hata (Mean Squared Error-MSE) ve kök ortalama kare hatası (RMSE) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ortalama doğru tahmin oranı eğitim verilerinde % 65,94, test verilerinde % 76,30; ortalama MSE değeri eğitim verilerinde 59,63, test verilerinde 87,67; ortalama RMSE değeri eğitim verilerinde 7,68, test verilerinde 9,24 olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Basketbol salonları, Parıltı, Aydınlatma, Yapay sinir ağları

The Measurement of Luminance of Indoor Basketball Hall by using Developed Artificial Neural Network Based Software

Abstract

Sports competitions with the help of sports hall lighting designs made in accordance with the purpose can be achieved in good visual conditions. In well-lit sports halls, performance losses, injuries and accidents are reduced due to the visual impairment of athletes. The eyesight of athletes, referees and spectators will be improved. The faults related to eyesight of referees will decrease and the watching pleasure of spectators will increase. The lighting measurements of indoor basketball halls are made by means of point-measuring lux meter and luminance meter. In order to use this method, equipment, time, money and experts are needed. In this study, a software has been developed to measure and analyze the photometric values of basketball halls by utilizing a camera. This software was developed using the C # programming language and artificial neural networks method. As in the standards, 91 measurement points were determined in the indoor basketball hall. Pixel (Red (R), Green (G), Blue (B)) values of the measurement points were learned by using the photo processing program on the photograph taken of the field. The luminance of the measurement points in the field were

* Sorumlu Yazar: Akdeniz Üniversitesi Üniversitesi, Manavgat Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, İşletme Enformatiği Bölümü, Antalya, Türkiye, mehmetkayakus@akdeniz.edu.tr

measured by using the luminance meter. With the developed neural network based software, a correlation has been established between the luminance and the pixel (R, G, B) values. Accuracy rate, mean squared error (MSE) and root mean square error (RMSE) methods were used to learn the accuracy and error rates of the results.

Keywords: Basketball hall, Luminance, Lighting, Artificial neural network

1. Giriş

Aydınlatma tasarımının temel amacı, kurulum ömrü boyunca son kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamasıdır (Houser et al., 2010). Yetersiz ve fazla aydınlatma yapılarında nesnelere görülebilirliğini olumsuz etkileyecektir (Zhou, Wang, & Feng, 2014). Kullanım yerine göre uygun aydınlatma ortamının sağlanması ve bunun korunması önemlidir.

Spor aydınlatmasının temel amacı, sporcular ve seyirciler için uygun bir aydınlatma ortamı sağlamaktır (Houser, Wei, & Royer, 2011; Hsu, 2010). İyi tasarlanmış aydınlatma, gözlerdeki yorgunluğu azaltabilir, nesnelere tanınmasını hızlandırabilir, görsel dayanıklılığı uzatabilir, spor kalitesini artırır ve müsabakalarda oluşabilecek yaralanma ve kazaları önleyebilir (Tun, 1993). Aydınlatmada sadece oyuncular için değil aynı zamanda canlı olarak maç izleyenler ve televizyon başında maç izleyenler içinde önem teşkil etmektedir. Bu kişilerin maçtaki nesnelere (kişiler ve topu) net bir şekilde görebilmesi için aydınlık düzeyi ve parlaltının kontrol altından tutulması gereklidir (Shanghai Sports, 2000). Spor aydınlatmasının diğer bir amacı, kullanıcıların görüş yeteneklerinin fiziksel ve psikolojik gereksinimlerini karşılamak için uygun aydınlık düzeyi, renk sıcaklığı ve aydınlatmayı sağlamaktır. Farklı aydınlatma koşulları, spor etkinliklerinde atmosferi etkileyerek farklı görsel psikolojik algıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Sung, 2001). Ayrıca, spor salonlarındaki ışıklandırma tasarımı ve kalitesi, o ülke uluslararası etkinliklere ev sahipliği yaptığında ülkenin imajını etkileyebilir (Hsu, 2010).

Spor salonlarında aydınlatma tasarımları yapılırken doğal aydınlatmaya, aydınlık düzeyine, kamaşmaya ve tekdüzeliğe dikkat edilmesi gerekmektedir (TS EN 12193, 2019; FIBA Central Board, 2018). Aydınlatma spor alanlarının inşasında anahtar bir unsurdur. Güvenlik, teknik şartname, ekonomi ve enerji tasarrufu gereksinimlerini karşılamak için uluslararası standartlara uygun olmalıdır (Tsai, 1983). Hatalı yapılan aydınlatma projelerinin düzeltilmesi güç olacağından binanın yapım aşamasında aydınlatmanın iyi planlanması gerekmektedir (Korukçu, 2015).

Spor aydınlatma sistemleri genellikle akşamları çalışırlar ve nadiren tüm yıl kullanılırlar. Bu yüzden uzun ömürlüdürler. Tüm ışık kaynaklarında olduğu gibi, zaman içinde ışık çıkışında kayıplar olacaktır (Houser et al., 2010). Her bir lambanın verimli lambaların ömrü farklıdır (Urszula J Błaszczak, Gryko, & Zajac, 2019; Urszula Joanna Błaszczak & Zajac, 2016; Tetri, Chenani, & Rasanen, 2018). Örneğin, LED lambaların ömrü 15.000 saat ile 59.000 saat arasındadır. HPS lambasının ömrü 32.000 saattir (Mohandas, Dhanaraj, & Gao, 2019). Zamanla, lambaların ışık verimliliği azalacak ve kullanım ömürleri aşılacaktır.

Çevresel faktörler lambaların verimliliğini etkiler (Cengiz & Cengiz, 2018). Aydınlatma sistemlerinde kullanılan armatürlerin çevresel şartlara bağlı olarak kirlenmesinden dolayı ışık akısında azalma; kullanılan malzemede bozulmalardan dolayı fotometrik performanslarında düşme olacaktır. Bakım faktörü diye adlandırılan bu değişken sayesinde kaybolan performans telafi edilebilmektedir. Bakım faktörü, çevresel şartlara, aydınlatma sistemini şekline ve armatürün özelliklerine ve standartlarda açıklanan yöntemlerle belirlenmektedir (Nail, 2015).

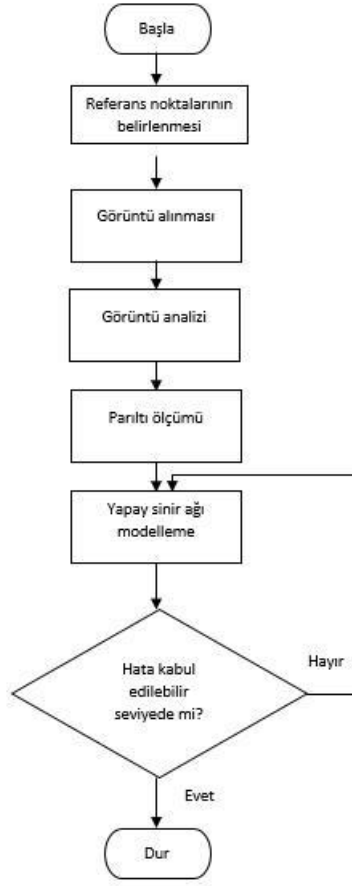
Aydınlatma kaynaklarının verimliliğinin zamanla azalmasından dolayı kapalı spor salonlarında iyi aydınlatma için periyodik olarak aydınlatmasının ölçmesi ve test edilmesi gerekmektedir. Geleneksel ölçüm aletleri olan lüks metre ve parlaltı ölçer yüksek fiyatlarından dolayı maliyetli donanımlardır. Ayrıca bu ölçü aletleri noktasal olarak ölçüm yaptıkları için zaman zaman bu yöntem zaman alıcıdır. Bu yönetime alternatif olarak gelişen teknolojiyle beraber yeni ve modern ölçüm teknikleri ve yöntemleri de geliştirilmiştir. Birçok alanda olduğu gibi, aydınlatma ölçümlerinde görüntü işleme ve yapay zekâ teknikleri kullanılmaya başlanmıştır (Corcione & Fontana, 2003; Kayakuş & Üncü, 2019; Üncü, Arisoy, & Büyükarikan, 2015; Üncü & Coşkun, 2015; Üncü, Coşkun, Sönmez, & Biçakçı, 2016).

Bu çalışmada, kapalı basketbol sahasının parlaltı ölçümlerini yapmak için bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım için C# programlama dili kullanılmış olup; yazılımın temel çalışma prensibi yapay sinir ağı modelidir.

2. Materyal ve Metot

Kapalı spor salonlarında hedeflenen aydınlatma değerleri salonunun niteliğine göre değişmektedir. Üç temel aydınlatma sınıfı bulunmaktadır. Sınıf 1, uluslararası ve ulusal üst düzey müsabakalara uygun salonları içindir. Sınıf 2, orta büyüklükte seyirci kapasitesine sahip bölgesel ve kulüp düzeyindeki müsabakalara ev sahipliği yapabilecek salonlardır. Sınıf 3 ise genellikle seyirci içermeyen yerel veya küçük kulüpler gibi düşük seviyeli müsabakalar için uygundur. Genellikle eğitim, beden eğitimi (okul sporları) ve rekreasyon faaliyetleri bu kategoriye girmektedir (TS EN 12193, 2019).

Bu çalışmada kapalı basketbol salonunun parlaltısını ölçmek için bir yazılım geliştirilmiştir. Sistem üç temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ölçüm noktalarının parlaltı değerleri öğrenilmiş; ikinci aşamada bu ölçüm noktalarının fotoğrafları üzerinden piksel değerleri (R, G, B) öğrenilmiştir. Bu iki değer arasında regresyon kurmak için yapay sinir ağı kullanılmıştır. Geliştirilen bu sistemin herkes tarafından kullanılabilir olması için grafiksel ve esnek bir ara yüze sahip masaüstü bir yazılım C# programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sistem çalışmasının akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sistem çalışmasının akış şeması

Donanımsal ölçü (parıltı ölçer) aletinden elde edilen değerler ile yapay sinir ağları kullanılarak hazırlanan yazılımdan elde edilen sonuçların doğruluğunu ve hata oranını öğrenmek için doğruluk oranı, ortalama karesel hata (Mean Squared Error-MSE) ve kök ortalama kare hatası (RMSE) yöntemi kullanılmıştır.

Ortalama karesel hata (MSE) bir regresyon eğrisinin bir dizi noktaya ne kadar yakın olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır. MSE değerinin sıfıra yakın olan olması tahminlerin daha iyi bir performans gösterdiğini belirtmektedir. Denklem 1’de MSE formülü görülmektedir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2 \quad 1$$

Kök ortalama kare hatası (RMSE) yöntemi tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki uzaklığın bulunmasında sıklıkla kullanılan, hatanın büyüklüğünü ölçen kuadratik bir metriktir. RMSE sıfıra eşit ve yakın olması tahminlerin iyi bir performans gösterdiğini belirtmektedir. Denklem 2’de RMSE formülü görülmektedir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i)^2} \quad 2$$

Denklem 1 ve 2’de gösterilen n veri sayısını, i örnek numarasını, y ölçülen değeri, x tahmin edilen değeri göstermektedir.

2.1. Ölçüm Noktalarının Belirlenmesi

Standartlara göre kapalı basketbol salonlarında aydınlatma ölçümleri oyun sahası veya toplam oyun alanının ölçülmesine göre yapılmaktadır. Oyun sahası müsabakanın gerçekleştiği çizgiler ile sınırlı olan 28 m uzunluğu 15 m genişliği olan alandır. Toplam oyun alanı ise oyun sahasına güvenlik alanının eklenmesiyle oluşan 32 m uzunluğu 19 m genişliği olan alandır.

Bu çalışmada oyun alanının parıltı ölçümleri yapılmaktadır. Bunun için ilk olarak basketbol salonunun ölçüm noktalarının belirlenmesi yapılmıştır. Ölçümler için standartlarda olduğu gibi salonun yüzeyi üzerinde 2 m x 2m aralıklarla (ızgaralandırma) ölçüm noktaları belirlenmiştir. Bu şekilde toplam 91 ölçüm noktası işaretlenmiştir. Şekil 2. belirlenen ölçüm noktaları görülmektedir.



Şekil 2. Ölçüm noktalarının belirlenmesi

2.2. Parıltı Ölçümü

Parıltı, bir yüzeyden yansiyarak özel bir uzay açısı içinde göze ulaşan toplam akı miktarının; yüzeyin görülen kısmına oranı olarak tanımlanmaktadır. Parıltı kavramı, yüzey, yüzeyin bir noktası ve gözlem doğrultusunu kapsamaktadır. Parıltı birimi cd/m^2 'dir ve L ile sembol edilir. Lambert yasasına göre ışık yayan bir yüzeyin parıltısı (Özkaya & Tüfekçi, 2011):

$$L = \frac{E \cdot \rho}{\pi}$$

3

Burada, ρ yüzeyin yansıtma katsayısını, E aydınlık düzeyini temsil etmektedir

Belirlenen ölçüm noktalarının parıltısını ölçmek için Konica Minolta LS-160 model parıltı ölçer kullanılmıştır. Bütün ölçüm noktalarının aynı açısız boyut ile ölçülerek kayıt edilmiştir.

2.3. Görüntü Alma Sistemi

Ölçüm noktalarının aynı standartlarda fotoğraflarını almak için kamera (Canon Eos 200D), lens (18-55mm) ve tripattan oluşan görüntü alma sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem sayesinde salondaki noktaların aynı yükseklikte, aynı açısız boyutta ve aynı kalitede görüntüleri alınabilmektedir. Görüntü alma sistemi Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. Görüntü alma sistemi

Görüntü alma sistemi 1,5 m yüksekliğe ayarlanarak bütün ölçüm noktalarının fiziksel olarak aynı şartlarda görüntü alınması sağlanmıştır. Sonuçlara etki etmemesi için sistemin flaş mekanizması devre dışı bırakılmış ve ham görüntü elde etmek için görüntü işleme yapmayan manuel özelliği kullanılmıştır. Ayrıca işlenmemiş ham görüntü formatı olarak kullanılan .raw formatı kullanılmıştır.

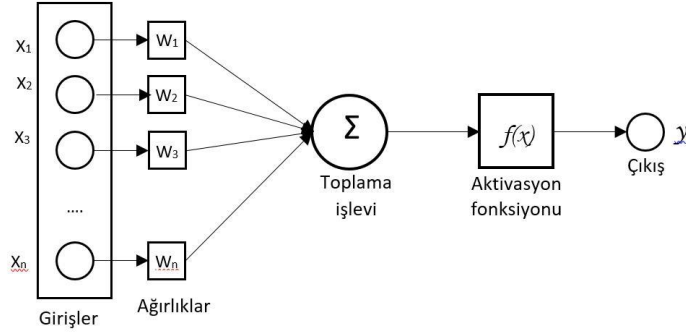
Ölçüm noktalarının fotoğrafları görüntü işleme programına aktarılmış ve burada piksel (R, G, B) değerleri öğrenilmiştir. Bunun için her ölçüm noktasının 25x25 boyutlarında piksel değerlerinin ortalaması alınmıştır.

2.4. Yazılım

Basketbol salonunun parıltı değerleriyle piksel değerleri arasında bağıntı kurmak için yapay zekâ teknikleri kullanılarak masaüstü bir program geliştirilmiştir. Programın esnek, değişken, hızlı çalışabilmesi için C# programlama dili tercih edilmiştir. Yapay zekâ tekniklerinden de yapay sinir ağları kullanılmıştır.

2.4.1. Yapay sinir ağı

Yapay sinir ağı (YSA) girdi ve çıktı verileri arasındaki karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri belirleyebilen esnek bir matematiksel yapıdır (Açıkkar & Sivrikaya, 2020). Yapay sinir ağı en uygun değeri bulma, sınıflandırması, model seçimi ve işlev tahmini gibi işlerde başarılıdır. Bir yapay sinir, biyolojik sınırlara göre daha basit olmasına karşın, biyolojik sınırların 5 temel işlevini taklit ederler. Bunlar, girişler, ağırlıklar, toplama işlevi, etkinlik işlevi ve çıkıştır (Çetin, 2007). Şekil 4'te yapay sinir ağı modeli gösterilmiştir.



Şekil 4. Yapay sinir ağı modeli

Girişler çevreden aldığı bilgiyi sinire getirir. Ağırlıklar yapay sinir tarafından alınan girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılarıdır. Her bir giriş kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Toplama işlevi sinirde her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamalarını eşik değeri ile toplayarak etkinlik işlevine gönderir. Toplama işlevinin sonucu, etkinlik işlevinden f (etkinlik) geçirilip çıkışa iletilir. Sinir, etkinlik işlevinin eşik seviyesinin altında çıkış üretmez. Sinir, etkinlik işlevinin eşik seviyesinin üzerinde çıkış üretir. Çıkış, etkinlik işlevi sonucunda dış dünyaya veya diğer sinirlere gönderildiği yerdir (Çetin, 2007).

2.4.2. Yazılımın tanıtılması

Geliştirilen yazılım Microsoft Visual Studio 2015 IDE'sinde C# programlama dili kullanılarak hazırlanmıştır. Yazılımın kullanımı kolay, ulaşılabilir ve esnek bir masaüstü program olmasına dikkat edilmiştir. Şekil 6'da hazırlanan yazılımın arayüzü görülmektedir.

Şekil 5, yazılımın arayüzünü göstermektedir. Pencere başlığı "Form1"dir. Sol tarafta, "Yapay Sinir Ağları" başlıklı bir bölüme yerleştirilmiştir. Bu bölümde, "Yapay Sinir Ağı Parametreleri" başlıklı alt bölümde, "YSA Giriş Sayısı" (3), "YSA Gizli Katman ve Düğüm Sayısı" (2 4 5), "YSA Çıkış Sayısı" (1) ve "YSA Aktivasyon Fonksiyonu" (Sigmoid) parametreleri yer almaktadır. "Öğrenme Parametreleri" başlıklı alt bölümde, "Maksimum İterasyon Sayısı" (10000), "Öğrenme Katsayısı" (0,2) ve "Momentum Katsayısı" (0,1) parametreleri yer almaktadır. "Eğitim Verileri" başlıklı alt bölümde, "Eğitim Veri Dosyasını Seçiniz" ve "Test Veri Dosyasını Seçiniz" butonları yer almaktadır. Sağ tarafta, "EĞİTİM VERİLERİ" başlıklı bir bölüme yerleştirilmiştir. Bu bölümde, "Eğitim Sonucu" başlıklı bir tablo yer almaktadır. Tablonun başlığı "Kırmızı", "Yeşil", "Mavi", "Pantı" ve "Eğitim Sonucu" olarak belirtilmiştir. Tablonun içeriği boş görünmektedir. "TEST VERİLERİ" başlıklı bir bölüme yerleştirilmiştir. Bu bölümde, "Test Sonuç" başlıklı bir tablo yer almaktadır. Tablonun başlığı "Kırmızı", "Yeşil", "Mavi", "Pantı" ve "Test Sonuç" olarak belirtilmiştir. Tablonun içeriği boş görünmektedir. Pencerenin alt kısmında, "EĞİTİMİ ve TESTİ BAŞLAT" butonu yer almaktadır.

Şekil 5. Yazılım arayüzü

Kullanıcı eğitim ve test verilerini excel dosya formatında yazılıma yükleyebilmektedir. YSA aktivasyon fonksiyonu olarak kullanıcıya sigmoid ve tanjant sigmoid seçenekleri sunulmaktadır. YSA giriş sayısı 3 (R, G, B) ve YSA çıkış sayısı 1 (parlıt) olarak belirlenmiştir. Bu değerler sabit olarak belirlenmiştir ve kullanıcının değiştirmesine izin verilmemektedir. Öğrenme parametreleri kısmından kullanıcı maksimum iterasyon sayısı (varsayılan 10000), öğrenme katsayısı (varsayılan 0,2) ve momentum katsayısı (varsayılan 0,1) parametrelerini belirleyebilmektedir. Kullanıcı gizli katman ve düğüm sayısı kendisi karar verebilmekte ve değiştirebilmektedir.

3. Uygulama

Parıltı ölçer kullanılarak belirlenen noktaların parıltı değerleri, görüntü alma sistemi kullanılarak da piksel değerleri öğrenilmiştir. Tablo 1'de ölçüm noktalarının parıltı değerleri; Tablo 2'de piksel (R, G, B) değeri görülmektedir.

Tablo 1. Noktaların parıltı değerleri (cd/m^2)

Ölçüm noktaları	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	112,78	115,83	117,36	112,58	77,47	333,24	119,83	222,23	116,84	112,29	66,83	55,37	44,66
2	44,66	330,45	331,18	333,99	332,24	335,41	334,92	442,63	336,15	332,91	227,02	330,68	44,69
3	44,45	332,26	330,74	441,58	333,36	226,23	334,58	227,78	227,3	331,74	229,38	224,83	44,7
4	55,27	55,44	66,81	444,88	229,58	334,96	77,79	119,42	224,96	331,18	55,91	55,28	44,63
5	77,74	77,39	113,37	330,85	440,22	334,09	110,37	333,68	442,37	223,02	66,3	55,9	55,05
6	114,91	550,4	440,84	449,48	664,46	664,53	557,36	553,24	338,81	225,87	332,36	223,73	44,67
7	66,07	228,15	227,65	229,44	336,62	338,13	330,73	229,44	339,82	227,64	222,05	117,71	33,05

Tablo 2. Noktaların piksel değerleri (R, G, B)

Ölçüm noktaları	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	67	66	52	45	73	63	47	46	138	137	119	126	118
	78	75	66	57	81	75	61	56	85	89	80	81	77
	102	103	91	84	98	97	91	77	43	50	52	49	47
2	131	211	209	201	211	208	215	211	52	49	74	70	178
	137	179	175	166	175	165	180	166	63	60	82	77	113
	135	131	127	117	118	99	125	98	91	88	101	93	42
3	120	196	194	183	192	190	191	187	203	214	206	202	130
	115	155	146	136	143	140	145	135	169	178	162	162	135
	110	89	80	74	76	72	79	64	122	125	101	106	138
4	100	93	98	166	171	171	108	175	197	192	190	185	115
	96	93	90	119	119	121	103	123	151	144	141	139	112
	101	101	95	65	63	62	105	61	80	78	74	77	113
5	70	104	80	153	158	167	78	163	170	209	91	94	103
	77	96	77	105	106	114	83	111	124	177	89	90	102
	94	96	88	57	58	58	100	55	71	125	94	93	106
6	69	145	145	154	148	153	153	158	169	167	76	70	69
	67	99	94	104	95	99	105	103	120	113	79	74	77
	80	59	55	55	50	49	58	48	64	60	91	84	96
7	62	147	128	123	132	122	137	138	152	158	143	142	53
	59	99	81	77	81	83	90	85	101	104	91	94	61
	66	52	47	44	44	55	54	43	54	50	51	54	79

Basketbol salonunun parıltısını öğrenmek için yapay sinir ağları (YSA) kullanıldı. Yapay bir sinir ağı modeli üç giriş (R, G, B), üç gizli katman ve bir çıkış (parlaklık) katmanı ile tasarlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu en başarılı sonuç olarak her gizli katmanda 10 nöron içeren modelde başarı elde edilmiştir. Bu tasarımda, geri yayılım algoritması ağı modeli kullanılmıştır. Giriş değerleri ve çıkış değerleri arasındaki hata sinyali tespit ederek, bu hata sinyaline göre ağırlıkları tekrar güncellenmektedir. Ayrıca iterasyon sayısı 10.000, momentum 0,1, öğrenme katsayısı 0,2 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada 91 tane veriden oluşan veri seti kullanılmıştır. Bu verilerin 64'ü eğitim seti, 27'si test seti (% 70 eğitim,% 30 test) olarak kullanılmıştır. Test ve eğersiz verileri rastgele seçilmektedir. Sonuçları değerlendirmek için doğruluk oranı, MSE (Ortalama Kare Hatası), Kök ortalama kare hatası (RMSE) yöntemleri kullanılmıştır.

Veriler rastgele seçildiği için farklı veriler altında farklı sonuçları gözlemleyebilmek için yapay sinir ağı modeli 5 kez çalıştırılmıştır. Eğitim ve test verileri için Tablo 3'de doğruluk, MSE ve RMSE değerleri görülmektedir.

Tablo 3. doğruluk, MSE ve RMSE değerleri

Test No	Eğitim			Test		
	Doğruluk (%)	MSE	RMSE	Doğruluk (%)	MSE	RMSE
1	63,75	75,21	8,67	60,75	55,66	7,46
2	70,00	55,91	7,48	79,25	111,54	10,56
3	74,68	52,26	7,23	90,37	97,34	9,87
4	57,50	42,64	6,53	75,55	120,13	10,96
5	63,75	72,14	8,49	75,55	53,72	7,33
Ortalama	65,94	59,63	7,68	76,30	87,67	9,24

Çalışma sonucunda ortalama doğru tahmin oranı eğitim verilerinde % 65,94, test verilerinde % 76,30; ortalama MSE değeri eğitim verilerinde 59,63, test verilerinde 87,67; ortalama RMSE değeri eğitim verilerinde 7,68, test verilerinde 9,24 olmuştur.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada basketbol salonlarının parıltısını ölçmek için yapay sinir ağları tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir.

Ölçümler için Konica Minolta LS-160 parıltı ölçer ve Canon Eos 200D fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Bu cihazlardan yapılan ölçümlerin aynı sonuçları ortaya koyabilmesi için aynı görüş açısı ile ölçülmesi ve fotoğraf alınması gerekmektedir. Sistemde hazırlanan görüntü alma sistemi ile parıltı ölçümünde aynı görüş açısının kullanılmasına dikkat edilmiştir. Bunun için görüntülerin standart olması için tripot, kamera ve lensten oluşan bir görüntü alma sistemi oluşturulmuştur.

Işık ölçüm değerleri çevresel şartlara göre değişebilen bir büyüklük olduğu için kapalı spor salondaki yapay aydınlatma kaynaklarının parıltı ölçümünde dış etkenlerin en az düzeye indirilmesine hedeflenmiştir. Bunun için kapalı spor salonunda bulunan aydınlatma amaçlı ışık kaynakları dışındaki bulunan yapay aydınlatma kaynakları (bina aydınlatması, reklam panoları, skorboard vb.) kapatılmıştır. Kapalı spor salonlarında doğal aydınlatmadan faydalanmak ve havalandırma için bulunan camlardan gelecek ışığı (güneş ışığı, ay ışığı, yıldızların ışığı vb.) engellemek için önlemler alınmış ve en uygun (doğal aydınlatmanın minimum olduğu) zaman diliminde ölçümler yapılmıştır.

Parıltı ölçer yüzeyden yansıyarak gelen ışık miktarını ölçmek için kullanılmaktadır. Bu yüzden yüzeyin yansıma katsayısı ölçümleri etkilemektedir. Yüzeyin yapısı, yıpranma katsayısı, rengi ölçüm sonuçlarını etkileyecektir. Bu yüzden farklı salonlarda yapılacak ölçümler için salona özgü veri setinin oluşturulması gerekmektedir.

Parıltı ölçer cihazı noktasal ölçüm yapabilirken geliştirilen yapay sinir ağları temelli yazılım sayesinde bütün basketbol salonunun fotometrik ölçümleri kısa sürede yapılabilmektedir. Böylece zamandan ve paradan tasarruf edilebilmektedir.

Test ve eğitim verilerinin doğru tahmin oranı %71,12 olmuştur. Çalışmada, elde edilen sonuç verilerinin MSE ve RMSE değerleri sıfıra yakın değerler alması amaçlanmıştır. Sonuçlar yorumlandığında eğitim ve test verileri normalize edilmediği için bu değerler yüksek çıktığı görülmüştür. Ayrıca işlemleri için rastgele seçilen değerlerin sonuçları etkilediği ve farklı test işlemlerinde farklılıkların olduğu görülmüştür. Veri sayısı ve verilerin rastgele seçimi sonuçları etkilemiştir.

Bu çalışmada yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları yöntemi tercih edilmiştir. Başarı oranını arttırmak için ölçüm nokta sayısı artırılabilir ve diğer yapay zekâ teknikleriyle hesaplamalar yapılabilir. Böylece doğru tahmin oranı artacak; MSE ve RMSE değerleri azalacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 3899.

Kaynakça

- Açıkkar, M., & Sivrikaya, O. (2020). Yıkanmış Türk Linyit Kömürlerinin Üst Isıl Değerinin Destek Vektör Regresyonu ile Tahmini. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(18), 16-24.
- Błaszczak, U. J., Gryko, Ł., & Zajac, A. S. (2019). Characterization of multi-emitter tuneable led source for endoscopic applications. *Metrology and Measurement Systems*, 26(1).
- Błaszczak, U. J., & Zajac, A. S. (2016). Selected metrology problems implied by the application of LED technology in lighting. *Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska*.
- Cengiz, M. S., & Cengiz, Ç. (2018). Numerical Analysis of Tunnel LED Lighting Maintenance Factor. *IIUM Engineering Journal*, 19(2), 154-163.
- Corcione, M., & Fontana, L. (2003). Optimal design of outdoor lighting systems by genetic algorithms. *Lighting Research & Technology*, 35(3), 261-277.

- Çetin, E. (2007). *Yapay Zekâ Uygulamaları*. Baskı, Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- TS EN 12193 (2019). *Aydınlatma ve Işık. Spor Aydınlatması*.
- Houser, K., Royer, M., & Mistrick, R. (2010). Light loss factors for sports lighting. *Leukos*, 6(3), 183-201.
- Houser, K., Wei, M., & Royer, M. P. (2011). Illuminance uniformity of outdoor sports lighting. *Leukos*, 7(4), 221-235.
- Hsu, C.-H. (2010). The Effects of Lighting Quality on Visual Perception at Sports Events: A Managerial Perspective. *International Journal of Management*, 27(3), 693.
- Kayakuş, M., & Üncü, I. (2019). Research note: the measurement of road lighting with developed artificial intelligence software. *Lighting Research & Technology*, 51(6), 969-977.
- Korukçu, Ö. (2015). Spor salonlarında ısı konfor iç hava kalitesi ve aydınlatma. Paper presented at the 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- Mohandas, P., Dhanaraj, J. S. A., & Gao, X.-Z. (2019). Artificial Neural Network based Smart and Energy Efficient Street Lighting System: A Case Study for Residential area in Hosur. *Sustainable Cities and Society*, 48, 101499.
- Nail, E. (2015). Yol Aydınlatma Armatürleri için Bakım Faktörünün Belirlenmesi. Paper presented at the VIII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir.
- Özkaya, M., & Tüfekçi, T. (2011). *Aydınlatma Tekniği*, Birsen Yayınevi. In: İstanbul.
- FIBA Central Board (2018). *Basketball Equipment*.
- Shanghai Sports (2000). *Sports Buildings in Shanghai*. In. China: Tongji University Press.
- Sung, P. S. (2001). The design concepts of landscape lightings. *Journal of Laminating Engineering*, 18(1), 25-29.
- Tetri, E., Chenani, S. B., & Rasanen, R.-S. (2018). ADVANCEMENT IN ROAD LIGHTING. *Light & Engineering*, 26(2).
- Tsai, C. C. (1983). *Facilities of Sports Buildings*. In. Taipei: Sports Publishing.
- Tun, C. K. (1993). *Sports Venues*. In. China: People's Sports Publishing House.
- Üncü, İ., Arisoy, A., & Büyükarikan, B. (2015). Stable Light Level Detection in the Light Pools Using Neural Network Algorithms. *Acta Physica Polonica A*, 128(2B).
- Üncü, İ., & Coşkun, S. (2015). LED Board Error Detection Automation with Image Processing. *Acta Physica Polonica A*, 128(2B).
- Üncü, İ., Coşkun, S., Sönmez, C., & Biçakçı, O. (2016). CRI and GAI Comparison in LED Light Sources Using Image Processing. *Acta Physica Polonica A*, 130(1), 379-381.
- Zhou, J., Wang, X., & Feng, D. (2014). Importance-aware lighting design in volume visualization. Paper presented at the 2014 13th International Conference on Control Automation Robotics & Vision (ICARCV).