



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

Mehmet Kayakuş<sup>1\*</sup>, İsmail Serkan Üncü<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> 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 kameralı 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 fotoğraf 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,  
[mehmetkayokus@akdeniz.edu.tr](mailto:mehmetkayokus@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 tasarıminın temel amacı, kurulum ömrü boyunca son kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamasıdır (Houser et al., 2010). Yetersiz ve fazla aydınlatma yapılarda nesnelerin 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, nesnelerin tanınmasını hızlandırabilir, görsel dayanıklılığı uzatabilir, spor kalitesini artturır 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 nesneleri (kişiler ve topu) net bir şekilde görebilmesi için aydınlatma düzeyi ve parıltının kontrol altından tutulması gereklidir (Shanghai Sports, 2000). Spor aydınlatmasının diğer bir amacı, kullanıcıların görüş yeteneklerinin fiziksel ve psikolojik gereksinimlerini karşılamak için uygun aydınlatma 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 yaptığından ülkenin形象ını etkileyebilir (Hsu, 2010).

Spor salonlarında aydınlatma tasarımları yapılrken doğal aydınlatmaya, aydınlatma düzeyine, kamaşmaya ve teknolojiye 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 olacağında 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 Błaszcak, Gryko, & Zajac, 2019; Urszula Joanna Błaszcak & Zajac, 2016; Tetri, Chenani, & Rasanen, 2018). Örneğin, LED lambaların ömrü 15.000 saat ile 59.000 saat arasındadır. HPS lambasının ömrü 32.000 saat (Mohandas, Dhanaraj, & Gao, 2019). Zamanla, lambaların ışık verimliliği azalacak ve kullanım ömrüleri açılacaktır.

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

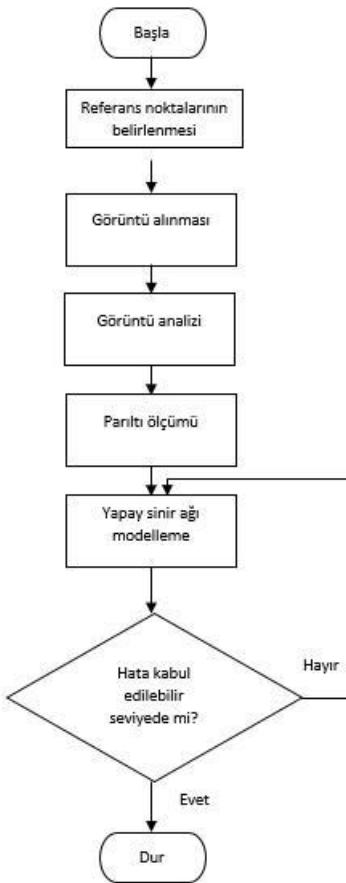
Aydınlatma kaynaklarının verimliliğinin zamanla azalmasından dolayı kapalı spor salonlarında iyi aydınlatma için periyodik olarak aydınlatmasının ölçmesi ve test edilmesi gerekmektedir. Geleneksel ölçüm aletleri olan lüks metre ve parlaklı ölçer yüksek fiyatlarından dolayı maliyetli donanımlardır. Ayrıca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

Bu çalışmada, kapalı basketbol sahasının parlaklı ölçümlerini yapmak için bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım için C# programlama dili kullanılmış olup; yazılımın temel çalışma prensibi yapay sinir ağları 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 büyülükte seyirci kapasitesine sahip bölgelik 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 parlaklığını ölçmek için bir yazılım geliştirilmiştir. Sistem üç temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ölçüm noktalarının parlaklı değerleri öğrenilmiş; ikinci aşamada bu ölçüm noktalarının fotoğrafları üzerinden piksel değerleri (R, G, B) öğrenilmiştir. Bu iki değer arasında regresyon kurmak için yapay sinir ağları kullanılmıştır. Geliştirilen bu sistemin herkes tarafından kullanılabilir olması için grafiksel ve esnek bir ara yüze sahip masaüstü bir yazılım C# programlama dili kullanılarak oluşturulmuştur. Sistem çalışmasının akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



*Sekil 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 sıkılıkla 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. Parlaklı Ölçümü

Parlaklı, bir yüzeyden yansırarak özel bir uzay açı içinde göze ulaşan toplam akı miktarının; yüzeyin görülen kısmına oranı olarak tanımlanmaktadır. Parlaklı kavramı, yüzey, yüzeyin bir noktası ve gözlem doğrultusunu kapsamaktadır. Parlaklı birimi  $\text{cd}/\text{m}^2$ dir ve L ile sembol edilir. Lambert yasasına göre ışık yayan bir yüzeyin parlaklısı (Özkaya & Tüfekçi, 2011):

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

3

Burada,  $\rho$  yüzeyin yansıtma katsayısını, E aydınlatık düzeyini temsil etmektedir

Belirlenen ölçüm noktalarının parlaklığını ölçmek için Konica Minolta LS-160 model parlaklı ölçer kullanılmıştır. Bütün ölçüm noktalarının aynı açısal boyut ile ölçüлere kayıt edilmiştir.

## 2.3. Görüntü Alma Sistemi

Ölçüm noktalarının aynı standartlarda fotoğraflarını almak için kamera (Canon Eos 200D), lens (18-55mm) ve tripoddan oluşan görüntü alma sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem sayesinde salondaki noktaların aynı yükseklikte, aynı açısal boyutta ve aynı kalitede görüntülerini 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.

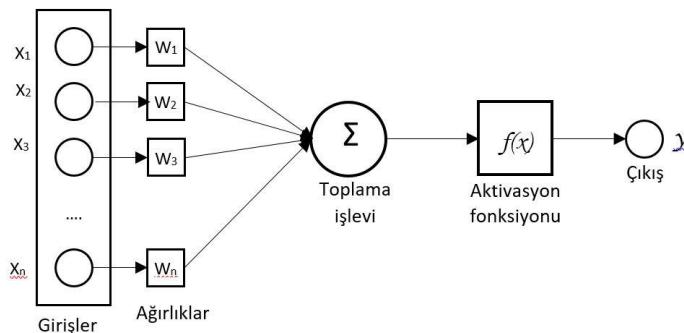
Ölçüm noktalarının fotoğrafları görüntü işleme programına aktarılmış ve burada piksel (R, G, B) değerleri öğrenilmiştir. Bunun için her ölçüm noktasının 25x25 boyutlarında piksel değerlerinin ortalaması alınmıştır.

## 2.4. Yazılım

Basketbol salonunun parlaklı 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 ağları

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

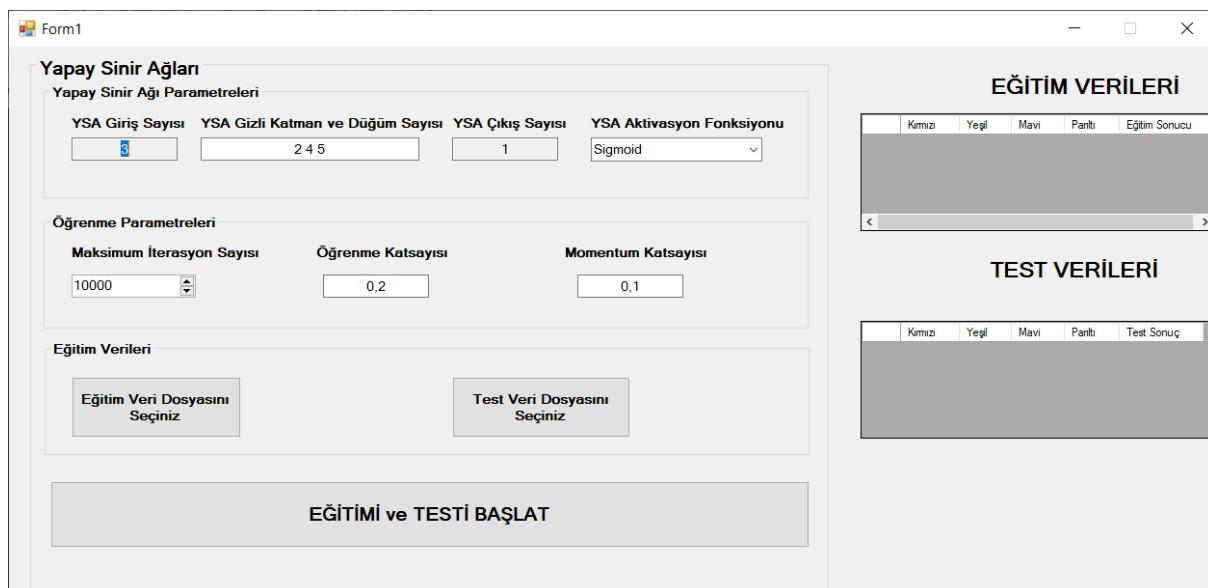


Şekil 4. Yapay sinir ağı modeli

Girişler çevreden aldığı bilgiyi sinire getirir. Ağırlıklar yapay sinir tarafından alınan girişlerin sinir üzerindeki etkisini belirleyen uygun katsayılardır. Her bir giriş kendine ait bir ağırlığa sahiptir. Toplama işlevi sinirde her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamlarını eşik değeri ile toplayarak etkinlik işlevine gönderir. Toplama işlevinin sonucu, etkinlik işlevinden  $f$  (etkinlik) geçirilip çıkışa iletılır. 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 5'de hazırlanan yazılımın arayüzü görülmektedir.



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 (parıltı) 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 katmandada 10 nöron içerenen modelde başarı elde edilmiştir. Bu tasarımda, geri yayılım algoritması ağ modeli kullanılmıştır. Giriş değerleri ve çıkış değerleri arasındaki hata sinyalini 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 egzersiz 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 parlaklığını ölçmek için yapay sinir ağları tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir.

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

Işık ölçüm değerleri çevresel şartlara göre değişebilen bir büyülüklük olduğu için kapalı spor salondaki yapay aydınlatma kaynaklarının parlaklı 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 faydalanan 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.

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

Parlaklı ölçer cihazı noktasal ölçüm yapabilmektedir. 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 çıktıığı görülmüştür. Ayrıca işlemleri için rastgele seçilen değerlerin sonuçları etkilediği ve farklı test işlemlerinde farklılıkların olduğu görülmüştür. Veri sayısı ve verilerin rastgele seçimi sonuçları etkilememiştir.

Bu çalışmada yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları yöntemi tercih edilmiştir. Başarı oranını artırmak 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

- Açıklar, M., & Sivrikaya, O. (2020). Yıkanmış Türk Linyit Kömürlerinin Üst Isıl Değerinin Destek Vektör Regresyonu ile Tahmini. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi(18), 16-24.
- Błaszczyk, U. J., Gryko, Ł., & Zajac, A. S. (2019). Characterization of multi-emitter tuneable led source for endoscopic applications. Metrology and Measurement Systems, 26(1).
- Błaszczyk, U. J., & Zajac, A. S. (2016). Selected metrology problems implied by the application of LED technology in lighting. Informatyka, Automatyka, Pomiary 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, İ. (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 ışıl 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., & Coşkunsu, S. (2015). LED Board Error Detection Automation with Image Processing. *Acta Physica Polonica A*, 128(2B).
- Üncü, İ., Coşkunsu, 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).