

**AYDINLATMA ELEMANLARINDAKİ IŞIK AKISI  
AZALMALARININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TAHMİNİ****ESTIMATION OF THE LUMINOUS FLUX REDUCTION OF  
LIGHTING ELEMENTS WITH ARTIFICIAL NEURAL  
NETWORKS****Mustafa ŞAHİN<sup>1\*</sup>, Fuat BÜYÜKTÜMTÜRK<sup>2</sup>, Yüksel OĞUZ<sup>3</sup> ve  
Paşa YALÇIN<sup>4</sup>**<sup>1</sup>*Erzincan Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Uçak Teknolojisi Programı,  
Erzincan*<sup>2</sup>*Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü,  
İstanbul*<sup>3</sup>*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik Elektronik  
Mühendisliği, Afyonkarahisar*<sup>4</sup>*Erzincan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, Erzincan***Geliş Tarihi:** 13 Aralık 2013      **Kabul Tarihi:** 17 Nisan 2014**ÖZET**

Bu çalışmada, aydınlatma elemanlarındaki performans düşüşlerini, yıpranmalardan ve kullanımdan kaynaklanan ışık akısı azalmalarının mekân içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımına etkisini, yapay sinir ağları (Artificial Neural Networks) kullanılarak farklı açılardan incelenmiştir. Klasik yöntemlerle hesabı mümkün olmayan, ölçme cihazlarıyla uzun zaman alan ölçümleri, kısa sürede yapay sinir ağlarına minimum hata oranı ile tahmin ettirebilmek ve tahminler sonucunda bir değerlendirme modeli oluşturmaktır. Böylelikle aydınlatma sistemlerinin karmaşık ve uzun zaman alan bakımlarının daha az sürede ve daha güvenilir bir şekilde yapılması hedeflenmiştir. Bunun için öncelikle yapay sinir ağları (YSA) ve aydınlatma kavramları çeşitli açılardan incelenmiştir. Sonuç olarak bu bilgiler doğrultusunda seçilen modelin tahmin ettiği değerler ile ölçülen değerler arasındaki hata oranını çıkartılıp iyi bir aydınlatmanın yanında istenilen yerlerin aydınlatılması sağlanmıştır. Bunun neticesinde, ergonomik, ekonomik ve kullanım açısından daha doğru sonuçlara ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aydınlatma Sistemleri, Yapay Sinir Ağları, Lamba Ömrü, Işık Akısı.

**ABSTRACT**

The aim of this study is analyzing different views of the concept of the decreasing of the quantity of illumination elements luminous flux with the title of artificial neural networks along with modeling the measurements which is impossible for manual measuring because it takes long time with

\*Sorumlu Yazar: [mustafasahin@erzincan.edu.tr](mailto:mustafasahin@erzincan.edu.tr)

measuring device with artificial neural Networks and to predict illumination of unlimited points to artificial neural network with minimum error in a short time and to create a new luminance model results of estimation. In this way, maintenances of luminance systems which is complex and take lots of time, was aimed to establish in less time more reliable. Thus, complex and time consuming maintenance of lighting systems has been targeted in less time. Firstly, artificial neural networks (Artificial Neural Networks) and illumination systems were researched from various positions. As a result, in this study, with estimations of brightness levels, the extent to which the artificial neutral Networks become successful was observed and more correct results have been obtained in terms of both economy and usage.

**Key Words:** Lighting Systems, Artificial Neural Networks, Lamp Life, LuminousFlux

## 1. GİRİŞ

Enerji tasarrufu üretimde, konforda ve iş gücünde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli bir biçimde kullanmak, israf etmemektir. Kullanmakta olduğumuz enerji kaynaklarının hızlı ve bilinçsiz bir biçimde tüketilmesi, insanoğlunu yeni yeni enerji tasarrufu yöntemlerini bulmaya yönlendirmiştir (Şahin vd., 2012).

Aydınlatma sistemlerinde ortalama ömrün tespiti ve aydınlatma elemanlarındaki ışık şiddeti kayıplarının oranının tahmini çok zordur. Sistemin çalışma performansının değerlendirilmesi ve bakım zamanının tespiti ise karmaşık iştir. Bir iç mekânda bakım zamanının tespiti için mekân içerisindeki çalışma yüzeyinde çok sayıda aydınlık düzeyi ölçümleri yapılması gerekmektedir. Yani aydınlatma elemanlarında kayıpların olup olmadığının belirlenmesi için ortam içinde ölçü aleti ile pek çok noktada ölçüm yapılması gerekmektedir. Ölçü aletiyle yapılan bu ölçümlerden sonra ise ortalama aydınlık düzeyi, minimum aydınlık düzeyi ve diğer ölçüm değerlerinden faydalanılarak mekân içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımının düzgünlük faktörü ve izolüks (eş aydınlık düzeyi) eğrileri oluşturulur. Bu işlemler göz önüne alındığında aydınlatma sisteminin bakımı, sistem ömrünün tespiti ve aydınlatma elemanlarındaki kayıpların lüks olarak belirlenebilmesi çok uzun zaman alan yorucu bir çalışma gerektirdiği görülür(Kocabey, 2008).Bu çalışma ile standartlar göz önünde bulundurularak belirtilen minimum noktadaki aydınlık düzeyi ölçümleri ile YSA kullanılarak ortam içinde çalışma düzlemi üzerindeki tüm aydınlık düzeyi dağılımının tahmini yapılmıştır. Bu

tahminler sonucunda zaman içerisinde aydınlatma elemanlarının yıpranmasından kaynaklanan kayıpların çalışma düzlemine yansımalarına zamanında müdahale edilerek, iyileştirme yapılması ve bunun sonucunda ışığa dönüşmeyen elektrik enerjisi israfının önüne geçilmesi sağlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Yapay Sinir Ağları

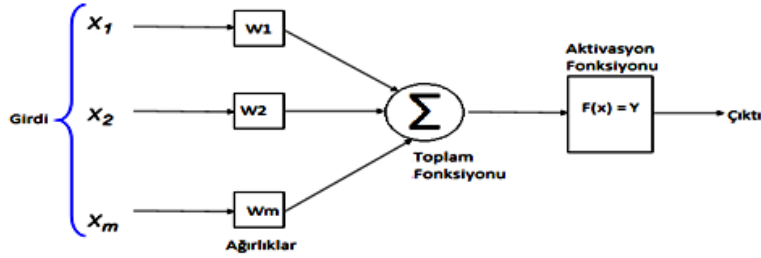
Bilgisayar ortamında, beynin yaptığı işlemleri yapabilen, karar veren, sonuç çıkararak, yetersiz veri durumunda var olan mevcut bilgiden yola çıkarak sonuca ulaşan, sürekli veri girişini kabul eden, öğrenen, hatırlayan bir algoritma kısaca "Yapay Sinir Ağları" (YSA) olarak adlandırılır. YSA, insan beyni esas alınarak modellenmiş bir sistemdir. Klasik yöntemlerle çözülemeyen problemleri insan beyninin çalışma sistemine benzer yöntemlerle çözmeye çalışırlar(Kalogirou, 2000).

YSA, insan beynindeki nöronlara benzer olarak meydana getirilen yapay nöronların değişik bağlantı geometrisi ile birbirlerine bağlanmasıyla oluşan karmaşık sistemlerdir(Jin, 2007; Kalogirou, 2000).

Yukarıdaki tanımdan da anlaşıldığı üzere yapay sinir hücreleri biyolojik sinir hücrelerine benzer yapıdadır. Yapay bir sinir hücresinin elemanları, gerçek bir sinir hücresi elemanlarıyla aşağıdaki gibi eşleştirilmektedir; (Şekil 1).

- Nöron - İşlemcileman
- Dendrit - Girdi
- HücreGövdesi - Transfer Fonksiyonu
- Akson-Yapaynöronçıkışı
- Sinapslar - Ağırlıklar'a

karşılık gelir(<http://www.psych.utoronto>)



Şekil 1. Yapay nöron

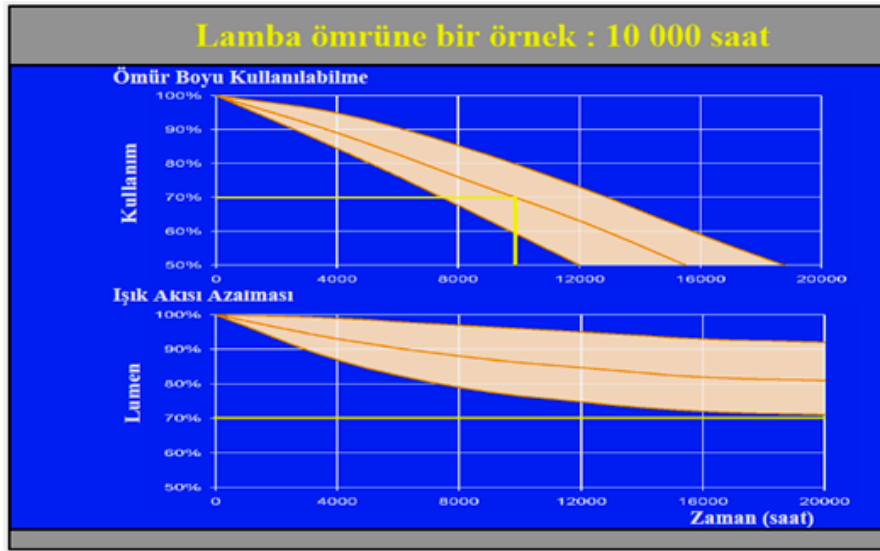
Yaklaşık olarak XX. yüzyılın ilk yarısında kullanılmaya başlanmış ve günümüze kadar büyük bir hızla kullanımına devam edilen YSA karmaşık ve kötü şartlanmış problemlerin çözümünde oldukça geniş kabul görmüş bir yöntemdir. Günümüzde kullanılan tahmin yöntemlerinde genellikle analitik bilgisayar kodları kullanılmaktadır. Kullanılan algoritmalar ise genellikle karmaşık diferansiyel eşitliklerin çözümüne dayanmakta ve doğru sonuçların elde edilebilmesi için güçlü bilgisayarlara ve zamana gereksinim duyulmaktadır. Oldukça karmaşık matematiksel yöntem ve algoritmalar yerine YSA'lar anahtar bilgi örneklerini çok boyutlu veri tabanından öğrenebilirler. Bunlara ilave olarak, sinir ağları gürültülü ve eksik verileri işleyebildiklerinden hata toleransları yüksektir(Kalogirou, 1999; Medsker, 1997).

Yaklaşık yetmiş yıldır kullanımda olan YSA son yıllarda özellikle elektrik, elektronik (Saoud and Khellaf, 2011), kimya, üretim, robotik (Villaverde and Granna, 2011), malzeme bilimi (Cristea et. al., 2011), ekonomi (Li and Ma, 2010), fiziksel metalürji, otomotiv, savunma ve telekomünikasyon (Matić et. al., 2013), gibi birçok alanda başarılı şekilde kullanılıyor. YSA ile ilgili günümüzde başarılı uygulamalarından söz eden saygın uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmış yüzlerce makale bulunmaktadır.

## 2.2. Aydınlatma Sistemleri

Aydınlatma, en basit tanımıyla, bir işlevin görülebilmesi için gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasıdır. Günümüzde aydınlatma: öncelikle kişilerin asgari fizyolojik görme ihtiyacına cevap veren, ekonomik koşullar içinde görme konforunu ve verimliliği arttıran ve aynı zamanda aydınlatılan yerin mimari özelliklerini de vurgulayan özel bir tekniktir. Aydınlatma sistemlerinin tasarlanmasındaki en

önemli amaç aşırı aydınlatma yapmadan ve enerji maliyetini artırmaksızın yeterli ışığın elde edilmesidir. Bu nedenle “tam olarak ne kadar ışık yeterlidir? Sorusunu cevaplamadan önce, bir ortamdaki uygun aydınlık düzeyine doğrudan etkiye sahip faktörlerin bilinmesi gerekir. Aydınlatmada enerjinin verimli kullanımı için; kurulum aşamasında amaca uygun aydınlatma tasarımı yapılmalı, aydınlatma sisteminin kurulu gücü ve yapay aydınlatma sisteminin kullanım süresi en aza indirilmeli, mevcut bir sistemde kullanım esnasında bakım ve temizlik çalışmaları düzenli olarak yapılmalıdır. Çünkü zamana bağlı olarak aydınlatma elemanlarının ışık akısı değerlerinde azalmalar meydana gelmektedir. Yani zamanla aydınlatma elemanlarının ekonomik ömürleri ve ortalama ömürleri dolmaktadır. İstatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma sisteminde, lambaların 100 saat kullanımından sonraki toplam ışık akılarının, %30 kayba ulaştıkları ana kadar geçen süreye ekonomik ömür denir. İstatistiksel bakımdan değerlendirmeye yetecek sayıda lambadan oluşan bir aydınlatma sisteminde, normal şartlarda lambaların % 50'sinin kullanılmaz hale gelmesi için geçen süreye ise ortalama ömür denir (Onaygil, 2007). Aşağıdaki Şekil 2’de lamba ömrünün zamana bağlı grafiği verilmiştir.



**Şekil 2.** Lamba ömrünün zamana bağlı grafiği

Dâhili ortamların aydınlatılması, ortam içindeki çalışma düzlemi üzerinde kullanıcıların işlerini rahatlıkla yapabilmelerini

sağlayacak bir aydınlık düzeyinin sağlanmasıdır. Dolayısıyla uygun aydınlık düzeyinin ve sürekliliğinin sağlanması aydınlatma tekniği hesaplamalarının en önemli bölümünü oluşturur. Tasarım aşmasında ortamın kullanım amacına uygun aydınlık düzeyi tespitinin Uluslararası Aydınlık Komisyonu (CIE-Commission Internationale de L'éclairage) tarafından önerilen aydınlık düzeyi seçim aşamalarına uygun yapılması ve uygun bir aydınlatma sisteminin kurulması gerekmektedir. Ancak kurulum aşamasından sonra aydınlatma sistemini kendi haline bırakarak sadece sorunlu aydınlatma cihazlarının değiştirilmesi kesinlikle iyi bir aydınlatma yöntemi değildir. Çünkü zamanla lambaların ışık düzeylerindeki azalma ve bakım eksiklikleri sebebiyle aydınlatmada oluşacak yetersizlikler kullanıcıların çalışma motivasyonlarını ve iş verimi üzerinde olumsuz etkiler yaratacaktır (Şahin, 2010). Aydınlatma benzetim (simülasyon) programları, ilk kurulum aşamasında kurulacak sistemin boyutunun tespitinde büyük kolaylık sağlar. Ancak mevcut bir aydınlatma sisteminin yeterliliğinin değerlendirilmesi aydınlatma tekniğinde hala karmaşık bir problemdir. Dâhili ortamlarda aydınlık düzeyi uygunluğunun değerlendirilebilmesi için öncelikle aydınlık düzeyinin doğru ölçülmesi ve içerideki aydınlık düzeyi dağılımının düzgün olup olmadığının kontrolü gerekir. Bu sebeple çalışma düzlemi üzerindeki aydınlatma düzeyi uygunluğunun değerlendirilmesinde ortam içinde ölçü aleti ile pek çok noktadan ölçüm alınması gerekir. Bu ise uzun, yorucu ve gerçek zamanlı ölçümler ile mümkündür. Dolayısıyla YSA ile gün ışığının öngörülmesinde (Kazanas vd., 2007), aydınlık kalitesi kontrolünde (Şahin vd., 2012).günüşiği veriminin tahmininde (Janjai, Plaon, 2011; Lopez and Gueymard, 2007), iç hacimlerde aydınlık düzeyi dağılımının bulunmasında (Kocabey, 2008) vb. gibi farklı yöntemlere gidilmesi yeni çözüm yollarının arayışı kaçınılmaz hale geldiğinin kanıtı niteliğindedir.

### ***2.3. Aydınlatma Elemanlarındaki Zamana Bağlı Kayıpların Tahmini İçin Yapay Sinir Ağı Modeli***

Aydınlatma sistemlerinde belirli noktaların aydınlık değerlerini belirleyebilmek için çeşitli tasarım araçları kullanılmaktadır. Bunlar, maketler, sayısal denklemler ve bilgisayar programlarıdır. Bu çalışmada, zamana bağlı olarak aydınlatma elemanlarındaki kayıpların iç mekân içerisindeki dağılımının tahmin

edilebilmesi amacıyla ileri beslemeli (feedforward) yapay sinir ağ modeli kullanılmıştır. Ağın eğitiminde Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılmıştır. Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasını tercih edilmesinin temel nedeni ise yapay sinir ağlarının eğitiminde sağlamış olduğu hız ve kararlılıktır.

Aydınlık şiddetinin ölçümlerinde verilerin gerçek zamanlı olması için günlük hayatta kullanılan bir oturma odası kullanılmıştır. Dışarıdan ışık girişini engellemek amacıyla ölçümler gece yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı odanın eni 3m, boyu 3,5m ve yüksekliği 2.6m olarak saptanmıştır. Aydınlatma elemanı olarak bir adet 100W akkor flemenli lamba kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 2’de görüldüğü gibi ölçüm yapılan odanın duvarları pembe boyalıdır ve yansıtma katsayısı  $\rho=0.45-0.55$ ’dir ve aydınlatma türü ise dağıtılmış aydınlatmadır. Kapıdan girildiğinde tam karşıda bir adet pencere bulunmaktadır (Şekil 3). Ortam 30x35 cm karelere ayrılmış ve her aydınlık kademesi için ayrı ayrı toplam  $9 \times 9 = 81$ ’er adet aydınlık düzeyi ölçümü kaydedilmiştir.



**Şekil 3.** Ölçümlerin yapıldığı oturma odasının genel görünümü

#### **2.4. Farklı Aydınlık Seviyelerinde Mekân İçerisindeki Lüks Değeri Ölçümleri**

Ölçümler Şekil 4'deki lüksmetre düzeneği ile yerden 90 cm yükseklikte yani çalışma masası yüksekliğinde yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı iç mekân aşağıda Şekil 5'de görüldüğü gibi 30x35 cm lik karelere ayrılmış ve toplam 81 adet nokta elde edilmiştir. Ölçüm yapılan mekândaki armatürlerin aydınlık düzeyleri artırılıp azaltılmak suretiyle (dim edilerek) mekân içerisindeki aydınlık düzeyi kademeli olarak 4 seviyeye ayrılmıştır.



**Şekil 4.** Ölçümlerin yapıldığı LUTRON Marka lüksmetre düzeneği



**Şekil 5.** Ölçüm yapılan iç mekânın 30x35 cm'lik karelere ayrılmış hali



Ortam içerisindeki ölçülen tüm değerler lüks olarak kaydedilmiş ve her seviye için ölçülen lüks değerleri 9x9'luk matrisler halinde kaydedilmiştir. Daha sonra eğitim verileri iki gruba ayrılmıştır. İlk grup modelin öğrenmesi için (training), ikinci grup ise modeli test etmek (testing) için kullanılmıştır. Ölçümlerin gece yapılması ve ölçüm yapılan ortamın dördüncü katta bulunması münasebetiyle ölçümler esnasında ortama dışarıdan herhangi bir ışık girişi söz konusu olmamıştır. Bu yüzden, oluşturulan yapay sinir ağı modelinin nöron girdi parametresi olarak iç mekânın tam ortasındaki birbirine dik 9'ar tane iki sıradaki 18 adet aydınlık düzeyi değerleri (lüks değerleri) ve 4 ayrı aydınlık seviyesi için  $4 \times 18 = 72$  adet ağırlık değeri kullanılmıştır. Oluşturulan sinir ağının hedef verileri olarak ise her aydınlık düzeyinde 81 adet olmak üzere dört ayrı aydınlık düzeyi için ortam içerisinde ölçülen toplam  $4 \times 81 = 324$  adet aydınlık düzeyi değeri kullanılmıştır.

YSA eğitiminde sadece orta iki sıradaki aydınlık düzeyi değerlerini kullanmamızın nedeni ileride aydınlatma elemanlarında meydana gelecek problemlerde az sayıda noktada ölçüm yaparak bütün hacim içerisindeki her bir noktanın aydınlık düzeyini tahmin edip aydınlatma elemanındaki ışık akısı kayıplarına ulaşabilmektir. Aynı şekilde hedef değerlerinin çok sayıda olmasının nedeni ise daha hassas tahmin verilerine ulaşabilmektir. Burada Şekil 6'da görüldüğü gibi dört farklı aydınlık seviyesinin kullanılmasının sebebi eğitilecek yapay sinir ağına aydınlatma elemanında herhangi bir performans kaybı olduğunda mekân içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımının nasıl etkilendiğini öğretmektir.



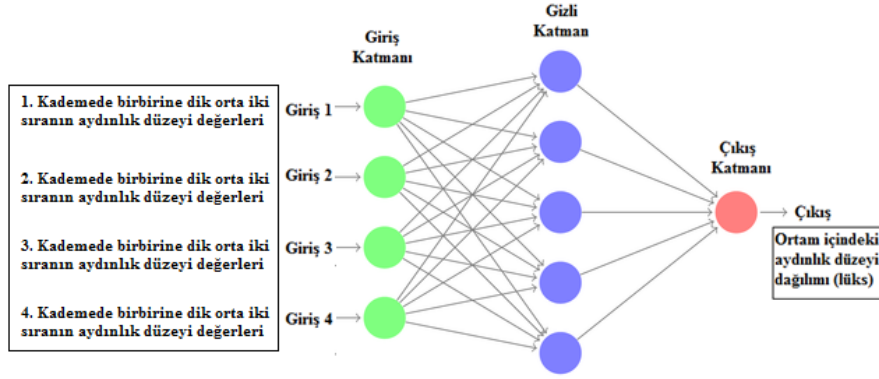
**Şekil 6.** Ölçümlerin yapıldığı ortamın dört farklı aydınlık düzeyi dağılımı.

Aydınlık kademelerinin %20 ve %100 aralığında olma sebebi ise bu aralıktaki tüm seviyelerde az sayıda noktanın lüks değerlerinin

ölçümüyle ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımını eğitilmiş olan yapay sinir ağına tahmin ettirebilmektir. Yani sistem ister %21 performansla çalışsın isterse %99 performansla çalışsın, sistem bu performans değerlerinde iken ölçülen az sayıda lüks değerine karşılık olarak eğitilmiş olan yapay sinir ağına ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımlarının tahmin ettirilebilmesi hedeflenmiştir. Aydınlatmanın seviyelere ayrılma sebebi de budur. Ayrıca oluşturulan yapay sinir ağı modeli 12 iterasyon ile öğrenme işlemi tamamlamıştır. Modelin performansı 12'den daha düşük iterasyon sayısı için azalmakta, daha fazla iterasyon (yineleme) sayısı için ise çıktı değerlerini ezberlemektedir.

### 2.5. Yapay Sinir Ağı Eğitiminde Kullanılan Değişkenler

YSA ile herhangi bir tahmin yapabilmesi için öncelikle oluşturulacak yapay sinir ağının eğitilmesi gerekir. Sinir ağı eğitiminde kullanılan değişkenler ise ağırlık ve hedef değerleridir. Şekil 7'de görüldüğü gibi modelinin nöron girdi (ağırlık) parametresi olarak 72 adet, çıktı (hedef) parametresi için ise 324 adet olmak üzere toplam 396 adet aydınlık düzeyi değeri (lüks) eğitim verisi kullanılmıştır.



Şekil 7. Yapay sinir ağı modelinde kullanılan ağırlık ve hedef değerleri

### 2.6. Yapay Sinir Ağı Modelinin Ağırlık Değerleri

Aydınlatma elemanlarının ömürlerinin azalmasından kaynaklanan kayıp aydınlık düzeyi dağılımının tahminin de kullanacağımız YSA eğitimi aşamasında ağırlık verisi olarak Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11 deki ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler en azdan en çok a doğru Şekil 8'de birinci kademede, Şekil 9'de ikinci

kademede, Şekil 10'da üçüncü kademede ve Şekil 11'de dördüncü kademede olmak üzere dört ayrı aydınlık seviyesinde yapılmıştır. Burada ağırlık değeri sadece mekân içerisindeki birbirine dik orta iki sıranın  $9 \times 2 = 18$  adet lüks değeri olmak şartıyla toplamda 4 farklı aydınlık düzeyi için  $4 \times 18 = 72$  adettir ve bu değerlere yapay sinir ağının ağırlık değerleri denir. Burada, sadece orta iki sıradaki lüks değerlerini ölçmemizdeki amaç az sayıda ölçüm yaparak ortam içerisindeki tüm noktaların aydınlık düzeyi dağılımını tahmin edebilmektir.

				13,04					
				16,23					
				19,02					
				21,78					
10,68	13,41	16,76	20,66	22,41	21,09	17,65	14,38	12,30	
				20,6					
				17,89					
				15,53					
				12,92					

Şekil 8. Birinci kademede ölçülen ağırlık değeri

				35,2					
				42,8					
				51,9					
				61,1					
30,7	39,4	48,6	59,6	65,3	60,9	51,1	41,4	35,1	
				61,4					
				54,7					
				46,5					
				38,4					

Şekil 9. İkinci kademede ölçülen ağırlık değeri

				54,2					
				65,8					
				79,4					
				93,2					
47,9	60,4	73,3	91,1	100,4	90,7	74,2	60,5	50,6	
				92,6					
				78,4					
				66,9					
				56,1					

Şekil 10. Üçüncü kademede ölçülen ağırlık değeri

				55,9					
				70,8					
				84,7					
				99,1					
49,6	61,4	77,4	95,1	105	98,5	78,6	64,2	51,7	
				94,1					
				81,7					
				68,6					
				58,3					

Şekil 11. Dördüncü kademede (Aydınlatma sistemi %100 verimle çalışırken) ölçülen ağırlık değerleri

## 2.7. Yapay Sinir Ağı Modelinin Hedef Değerleri

Oluşturduğumuz yapay sinir ağı modelinin eğitiminde kullanılacak verilere hedef değerleri denilmektedir. Burada kullanılan hedef değerleri ise ortam içerisinde ölçümler yaparak

kaydettiğimiz aydınlık düzeyi (lüks) değerleridir. Bu değerler Şekil 12’de birinci kademede (minimum aydınlık düzeyi), Şekil 13’de ikinci kademede, Şekil 14’de üçüncü kademede ve Şekil 15’de dördüncü kademede (%100 verimle çalıştırılarak) alınan değerlerdir. Bu dört farklı aydınlık düzeyi için her düzeyde 81’er adet olmak üzere toplam  $4 \times 81 = 324$  adet lüks değeri ölçülmüştür. Ağın hedef değerlerinin ağırlık değerlerinden çok daha fazla olmasının nedeni ise daha hassas tahmin verilerine ulaşabilmektir.

8,52	9,93	11,44	12,66	13,04	13,31	12,38	10,29	8,98
9,34	10,81	12,83	15,21	16,23	13,99	15,01	11,65	10,09
9,82	11,87	14,91	17,77	19,02	18,35	16,62	12,84	10,63
10,44	13,01	16,29	19,65	21,78	20,27	17,63	14,17	12,18
10,68	13,41	16,76	20,66	22,41	21,09	17,65	14,38	12,30
10,21	12,31	15,75	19,80	20,6	19,84	16,39	13,96	11,86
9,38	11,63	14,02	17,30	17,89	17,61	15,28	13,21	11,3
8,35	10,57	12,34	15,35	15,53	14,94	13,14	11,93	10,21
7,23	8,82	11,03	12,85	12,92	12,58	11,15	10,82	9,33

**Şekil 12.** Birinci kademede (minimum aydınlık düzeyi) ölçülen hedef değeri

24,2	28,3	32,1	34,7	35,2	34,8	35,8	32,1	28,7
25,9	31,8	36,8	41,3	42,8	42,2	40,2	35,4	31,6
28,1	35,7	41,5	50,1	51,9	50,9	47	39,7	33,2
29,9	38,1	46,2	56,9	61,1	57,5	50,1	40,8	34,4
30,7	39,4	48,6	59,6	65,3	60,9	51,1	41,4	35,1
30,7	37,8	46,8	57,1	61,4	58,5	49,7	39,9	33,9
28,9	36,3	41,6	50,4	54,7	54,4	47,3	37	32,2
26,6	32,3	36,3	42,3	46,5	45,7	41,1	33,9	29,6
23,4	27,5	32,5	36,2	38,4	39,0	37,2	31,6	26,9

**Şekil 13.** İkinci kademede ölçülen hedef değeri

36,7	43,5	49,3	52,7	54,2	54	49,3	43,8	36,8
39,9	46,9	56,4	63,4	65,8	65,1	57,7	50,3	40,5
42,3	54,7	64,6	75,0	79,4	76,3	65,5	55,4	45,6
45,1	58,7	71,1	86,3	93,2	86,3	72,9	60,1	50,1
47,9	60,4	73,3	91,1	100,4	90,7	74,2	60,5	50,6
47,1	58,9	71,7	88,6	92,6	86,3	70,6	58,5	48,9
44,2	54,3	64,7	76,6	78,4	77,2	66,5	55,4	46,1
40,7	48,6	57,7	65,6	66,9	65,5	58,3	49,7	41,3
35,9	40,2	49,9	57,3	56,1	55,1	51,7	44,3	35,1

**Şekil 14** Üçüncü kademede ölçülen hedef değeri

37,5	44,4	50,4	55,3	55,9	56,2	50,2	45,6	37,3
40,7	47,9	58,5	65,1	70,8	68,1	61,9	52,9	41,8
43,9	55,2	67,6	78,2	84,7	81,6	68,1	58,1	45,5
46,9	59,5	75,8	89,1	99,1	93,3	77	63,6	48,9
49,6	61,4	77,4	95,1	105	98,5	78,6	64,2	51,7
48,2	59,2	74,8	90,5	94,1	92,4	74,9	61,9	50,3
45,1	55,1	68,8	78,9	81,7	81,4	68,4	59	47,6
41,2	49,9	59,4	68,6	68,6	67,9	60,8	51,7	42,6
36	41,8	51,1	58,3	58,3	57,7	53,3	46,1	36,4

**Şekil 15** Dördüncü kademede (Aydınlatma sistemi %100 verimle çalışırken) ölçülen hedef değerleri

## 2.8. Veri Normalizasyonu

Eğitim aşamasından hemen önce bazı ön işlemler gerçekleştirilerek YSA’nın öğrenme performansı artırılabilir. Yani ağ eğitiminde kullanılacak ağırlık ve hedef verileri belirli işlemlerden geçirilmek suretiyle yapay sinir ağının eğitimi daha verimli hale getirilebilir. Normalizasyon işlemi ham eğitim verilerine uygulanır.

Çünkü ham eğitim verileri doğrudan YSA eğitiminde kullanılamaz. Yapay sinir ağında katmanlar arasında geçişlerde veriler eşik fonksiyonlarından geçerler ve bu eşik fonksiyonlarının çıkış aralıkları [0,1] aralığında olur. Ham verilerin YSA üzerinde kullanılması için bu aralıklara çekilmesi gerekir. Yani enformasyon bölgesi birçok uygulamada, gerçek değerlerin "0" ile "1" arasında normalize edilmesi gerekir.

Bu çalışmada Min-Maxnormalizasyon kullanılmıştır. Minimum; bir verinin alabileceği en düşük değer iken, maksimum; verinin alabileceği en yüksek değeri ifade eder. Bir veriyi Min-Max yöntemi ile 0 ile 1 aralığına indirgemek için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$x' = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Yukarıdaki denklemde;

$x'$  = Normalizasyonu yapılmış veri

$x_i$  = Girdi değerleri

$x_{\max}$  = En büyük girdi değeri

$x_{\min}$  = En küçük girdi değerini ifade etmektedir.

Yapay sinir ağının eğitiminde normalize edilmiş giriş ve çıkış değerleri kullanılır. İşlem sonunda ters dönüşüm yapılarak gerçek değerlere dönüşüm sağlanır.

### 3. TARTIŞMA

Aydınlatma sistemlerini tasarım aşamasından sonra arzu edilen aydınlık düzeyi dağılımı sürekliliğinin sağlanması aydınlatma tekniği hesaplamalarının en önemli bölümünü oluşturur. Tasarım aşamasında ortamın kullanım amacına uygun aydınlık düzeyi tespitinin Uluslararası Aydınlık Komisyonu (CIE-Commission Internationale de L'éclairage) tarafından önerilen aydınlık düzeyi seçim aşamalarına uygun yapılması ve uygun bir aydınlatma sisteminin kurulması gerekir. Kurulum aşamasından sonra aydınlatma sistemini kendi haline bırakarak sadece sorunlu aydınlatma cihazlarının değiştirilmesi kesinlikle iyi bir aydınlatma yöntemi değildir. Çünkü zamanla lambaların ışık düzeylerindeki azalma, kirlenme, tozlanma ve bakım eksiklikleri sebebiyle

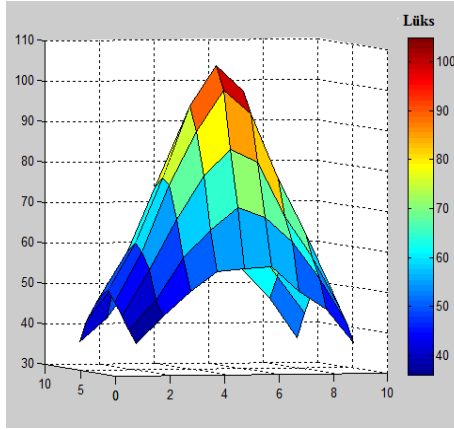
aydınlatmada oluşacak yetersizlikler kullanıcıların çalışma motivasyonları ve iş verimi üzerinde olumsuz etkiler yaratır. İyi aydınlatılmış binaların tasarımı sırasında belirli noktaların aydınlık değerlerini belirleyebilmek için (Kocabey, 2008) ve (Kazanasmaz, 2009)'un çalışmalarında olduğu gibi sayısal denklemler, bilgisayar programları ve çeşitli tasarım araçları kullanılmıştır.

Aydınlatma elemanlarında zamana bağlı ışık akısı azalmalarının tespiti çok zor olduğundan, sistemin çalışma performansı ve bakım zamanının tespiti karmaşık iştir. Bakım zamanının tespiti için ortam içindeki çalışma düzleminde aydınlık düzeyi ölçümleri yapılması gerekmektedir. Ancak bu ölçümlerden sonra aydınlatma elemanının mekân için gerekli ışık akısı miktarına sahip olduğunu anlayabiliriz. Ölçülen bu aydınlık düzeyi değerlerinden, ortalama aydınlık düzeyi, minimum aydınlık düzeyi ve diğer ölçüm değerlerinden faydalanılarak, düzgünlük faktörü, eş aydınlık düzeyi eğrileri olan izolüks (eş aydınlık düzeyi) eğrilerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu işlemler göz önüne alındığında aydınlatma elemanlarının ömrünün tespiti çok uzun zaman alan ve yorucu bir çalışma gerektirdiği görülür. Bu çalışma ile standartlar göz önünde bulundurularak belirtilen az sayıda noktada aydınlık düzeyi ölçülüp, ölçümlerden alınan değerlerle YSA kullanarak ortam içinde çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyleri YSA ile tahmin edildi. Bu tahminler sonucunda aydınlatma elemanlarının ömürlerinin dolup dolmadığının, yeterli ışık akısına sahip olup olmadığının tespiti sağlanıp, zaman içinde kaynaklanan enerji kaybına, doğru anda müdahale edilerek, iyileştirme yapılması ve bunun sonucunda ışığa dönüşmeyen elektrik enerjisi israfının önüne geçilmesi sağlandı. Gerek aydınlatma elemanlarının ömrünün tayininde sağladığı kolaylık, kazandırdığı zaman ve emek kazancı, gerekse zaman içinde kaynaklanan enerji kaybına, doğru anda müdahale edilerek, iyileştirme yapılması ve bunun sonucunda ışığa dönüşmeyen elektrik enerjisi israfının önüne geçilmesi bakımından aydınlık dağılımlarının tahmin edilmesinin büyük önem arz etmektedir.

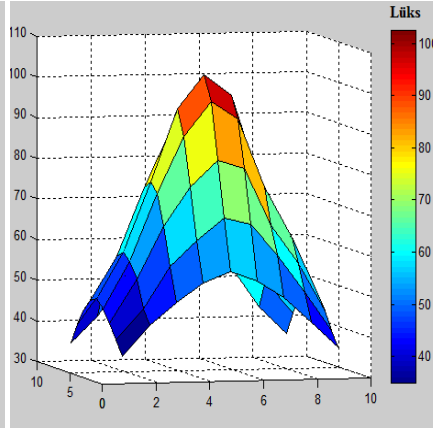
Bu bilgiler ışığında, ölçümler için seçilen iç mekânda aydınlatma elemanının ortalama ömrünün tahmin edilebilmesi için bir yapay sinir ağ modeli kurulması yeni bir yöntem olarak önerilmiştir. Bu doğrultuda bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuş ve ortam içerisindeki aydınlık şiddeti değerleri, oluşturulan bu sinir ağı modeline tahmin ettirilmiştir. Tahmin edilen bu aydınlık düzeyi

değerlerinden yola çıkılarak aydınlatma elemanının yeteri kadar ışık akısı üretip üretmediği gözlemlenmiştir.

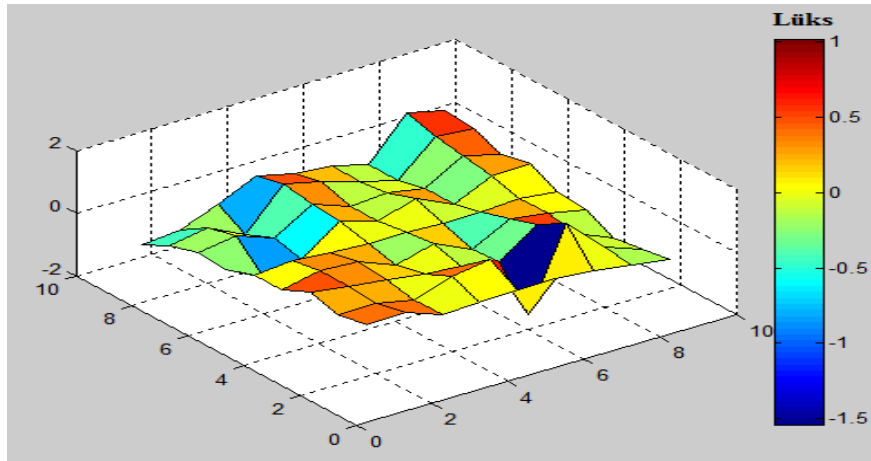
ANN ile tahmin edilen veriler Şekil 17'de görüldüğü gibi üç boyutlu olarak MATLAB ortamında modellenmiştir. Şekil 16'daki ortam içerisindeki gerçek aydınlık dağılımı ile Şekil 17'deki yapay sinir ağının tahmin ettiği aydınlık şiddeti dağılımı farkı ise Şekil 18'de görüldüğü gibi oluşturulan yapay sinir ağının hata grafiğini vermiştir ve bu oran %0,8 olarak saptanmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı aydınlatma elemanlarının ömrünün dolup dolmadığını, yani yaydığı ışık akısı miktarının %0,8'lik bir hata oranı ile tahmin edebildiği için bu çalışmadan başarılı bir sonuç elde edilmiştir.



Şekil 16. Mekân içerisindeki gerçek aydınlık dağılımı



Şekil 17. ANN ile tahmin edilen veriler



Şekil 18. Yapay sinir ağının hata grafiği.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, kapalı mekânların vazgeçilmez unsuru olan aydınlatma sistemlerinin tasarımlarının öneminden ve bu ortamlardaki aydınlatma elemanlarındaki zamana bağlı kayıpların aydınlatma sistemine yansımalarının YSA ile tahmininden bahsedilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda zamana bağlı aydınlık şiddeti kayıplarının tahmini için bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuş ve bu doğrultuda eğitilmiştir. Eğitilmiş olan yapay sinir ağı sayesinde zamana bağlı olarak mekân içerisindeki az sayıda ölçüm değerinden yola çıkarak ortam içerisindeki her bir noktanın aydınlık düzeyi tahmin edilmiş ve üç boyutlu olarak modellenmiştir (Şekil 17). Her bakım periyodunda ortamın aydınlık düzeyi dağılımını çıkartmak çok uzun zaman alan yorucu bir iş olduğundan, bu işlem daha önce eğittiğimiz YSA sayesinde çok kısa bir zaman diliminde gerçekleşmiştir. Ortam içerisindeki aydınlatma elemanlarında %20 ile %100 arasında ne kadar kayıp olursa olsun oluşturduğumuz YSA %20 ve %100 aydınlık düzeyi değerleri arasında eğitildiği için doğru sonuca ulaşmıştır. Tüm bunların yanı sıra oluşturulan yapay sinir ağı modeli kullanılarak zamana bağlı olarak tahmin edilen aydınlatma verileri ile tasarım aşamasında olması gereken gerçek aydınlık düzeyi verileri karşılaştırılmış ve %0,8'lik bir hata oranı ile doğru sonuca ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Aydınlatma sistemlerinin tasarımları aşamasından sonra, zamana bağlı ışık akısı azalmalarının tahmininde yapay sinir ağı modeli uygulamasının kullanılabileceği kanıtlanmış ve iç mekânlardaki aydınlık değerleri ile ilgili çabuk ve kısa sürede geri bildirim alındığı görülmüştür. Sonuç olarak aydınlatma elemanlarının ömür tayininde tahmininde yapay sinir ağı kullanımının başarılı bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır.

#### KAYNAKÇA

- Cristea, V.M., Hosu A., Sandru, M., Seserman, L., 2011. Antioxidant activity prediction and classification of some teas usin artificial neural networks. *Neural networks, Food Chemistry*, Vol.127, pp. 1323-1328.
- Janjai, S.,Plaon, P. 2011. Estimation of sky luminance in the tropics using artificial neural networks: Modeling and performance comparison with the CIE model. *Applied Energy*, Vol. 88, pp. 840-847, Thailand.



- Jin, L.V. 2007. Summary of Artificial Neuron Model Research', Industrial Electronics Society, IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE, 5-8 Nov. pp. 677 - 682, Taipei.
- Kalogirou S. A. 2000. Long-Term Performance Prediction of Forced Circulation Solar Domestic Water Heating Systems Using Artificial Neural Networks", Applied Energy, pp 61-75.
- Kalogirou S.A. 2000. Artificial Neural Networks in Renewable Energy Systems Applications: A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, pp 373-401.
- Kalogirou, S.A. 1999. Applications of Artificial Neural Networks in Energy Systems a Review. Energy Conversion and Management, Vol. 40, pp. 1073-1087.
- Kazanasmaz, T., Günaydın, M., Binol, S. 2009. Artificial neural Networks to predict daylight illuminance in office buildings. Building and Environment, vol. 44, Issue 8, pp. 1751-1757.
- Kocabay S. 2008. İç Hacimlerde Aydınlik Düzeyi Dağılımının Bulunması Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Li, Y., Ma, W. 2010. Applications of Artificial Neural Networks in Financial Economics: A Survey. Computational Intelligence and Design (ISCID), China.
- Lopez, G., Gueymard, C.A. 2007. Clear-sky solar luminous efficacy determination using artificial neural networks. Solar Energy , Vol. 81, pp. 929-939, USA.
- Matić, D., Kulić, F., Sanchez, M.P., Llinares, J.P. 2010. Artificial Neural Networks Eccentricity Fault Detection of Induction Motor, Fifth International Multi-conference on Computing in the Global Information Technology, pp.1, Serbia.
- Medsker, L.R. 1997. The future of artificial neural Networks could be bright", Computers/Control engineering, Vol.10, pp. 28-9, Washington, DC, USA.
- Onaygil, S. 2007. Aydınlatmanın Temel Prensipleri', Tedaş Semineri, 23-24 Ocak.
- Saoud, S., Khellaf, A., 2011. A neural network based on an inexpensive eight-bit microcontroller, Neural Computing and Applications, Vol.20, pp.329-334, Algeria.
- Şahin, M., 2010. Yapay sinir ağları ile dâhili ortamlardaki aydınlık düzeyinin analizi, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Şahin M, Büyüktümtürk F, Oğuz Y. 2012. Yapay Sinir Ağları ile Aydınlık Kalitesi Kontrolü, AKU J. Sci. Eng. Pp.1-10.

Villaverde, I., Granna, M. 2011. Neuro-evolutionary mobile robot egomotion estimation with a 3D ToF camera, Neural Computing and Applications, Vol.20, pp. 345-354, Spain.

U.R.L:<http://www.psych.utoronto.ca/users/reingold/courses/ai/cache/neural2.html> Erişim: 13.11.2012

\*\*\*\*