

Yapay Sinir Ağları ile Aydınlatma Kalitesi Kontrolü

Mustafa ŞAHİN¹, Fuat BÜYÜKTÜMTÜRK², Yüksel OĞUZ³

¹Erzincan Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Uçak Teknolojisi Programı, Erzincan

²Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü Kadıköy/İstanbul

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Afyonkarahisar

Geliş Tarihi:18.06.2013; Kabul Tarihi:02.09.2013

Özet

Bir aydınlatma sisteminde zaman içerisinde aydınlatma elemanlarının verimlerinin düşmesi, yıpranma, kirlenme, tozlanma gibi etkenler, çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyi dağılımı üzerinde olumsuz yönde etkiye sahiptirler. Zaman içerisinde aydınlatma sistemlerinde ortaya çıkan bu olumsuzluklar hem enerji tüketimi hem de ergonomik çalışma koşulları açısından pek çok olumsuzluklara sebep olur. Sağlıklı çalışma ortamlarının oluşturulabilmesi için ise yeterli ve kararlı bir aydınlık düzeyinin sağlanması şarttır. Bir aydınlatma sisteminin kurulum aşamasından bir süre sonra o ortamdaki aydınlık düzeyi dağılımını ölçmek uzun ve yorucu bir iştir. Bu çalışmada; Aydınlatma kavramı yapay sinir ağları başlığı adı altında farklı açılardan incelenerek, iç mekânlardaki aydınlık kalitesini belirlemek amacıyla yapay sinir ağları kullanılmıştır. Klasik hesaplama yöntemiyle mümkün olmayan, ölçme cihazlarıyla uzun zaman alan ölçümler, yapay sinir ağı sayesinde kısa bir sürede, minimum hata oranı ile tahmin edilmiş ve tahminler Matlab ortamında üç boyutlu olarak modellenmiştir. Böylelikle aydınlatma sistemlerinin karmaşık ve uzun zaman alan bakımlarının daha az sürede ve daha güvenilir bir şekilde yapılması sağlanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, aydınlatma düzeyinin ve kalitesinin tahmininde yapay sinir ağlarının ne ölçüde başarılı olduğu gözlemlenip hem ekonomiklik hem de kullanım açısından daha doğru sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler

Aydınlatma Sistemleri,
Aydınlatma Kontrolü,
Yapay Sinir Ağları,
Aydınlık Düzeyi
Tahmini

Light Quality Control with Artificial Neural Networks

Abstract

In a lighting system, factors such as wearing, pollution, dusting and decrease in output of lighting elements in time, have negative effects on lighting level dispersion on the working plane. Such negative conditions that occur in time in lighting systems cause many disadvantages in terms of both energy consumption and ergonomic working conditions. To establish healthy working environments, it is mandatory to provide a sufficient and stable lighting level. After installation phase of a lighting system, to measure the light level dispersion in that environment is a long and tiring struggle. In this study, the lighting concept is examined from different aspects under title of artificial neural networks and to determine the lighting quality in indoor areas, artificial neural networks are used. Thanks to artificial neural networks, measurements that are not possible with traditional calculation methods and take long time with measurement apparatuses have been calculated with minimum error rate and the calculations have been modeled as three dimensional in Matlab medium. In this manner, maintenances of lighting systems that are complicated and take long time have been realized in a shorter time and more reliable manner. Consequently, in this study, the success level of artificial neural networks in calculation of lighting level and its quality has been observed and it has been determined that more correct results could be obtained in terms of both economy and usage.

Keywords

Illumination Systems;
Illumination Control;
Artificial Neural
Networks; Estimation
of Illumination Level

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Yapılarda, doğal aydınlatmanın yetersiz kaldığı veya istenmediği durumlarda yapay aydınlatma kullanılmaktadır. Yapay aydınlatma, özellikle ofis,

hastane, banka, gece eğitimi veren okullarda ve kesintisiz üretim yapmak zorunda olan ağır sanayi işletmelerinde yani ışığın çok istendiği mekânlarda tercih edilen bir aydınlatma türüdür. Bu tür ortamlarda yapılan ve uygun olmayan bir

aydınlatma tasarımının ortam içerisinde çalışanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi olduğu saptanmıştır (Oğuz and Işık 2003). Aydınlatma özellikle göz sağlığını yakından ilgilendirmektedir. Bu nedenle mekânda kullanım amacına uygun bir aydınlatma yapılması gerekmektedir. Uygun bir biçimde aydınlatılmamış bir çalışma mekânında 6–7 saat çalışmak, birkaç ay sonra göz bozukluğuna neden olabilir. Sadece somut değil soyut olarak etkilerini de hissettiren aydınlatmanın insan üzerindeki psikolojik etkisi büyüktür. Bu yüzden aydınlatma projeleri hazırlanırken dikkat edilmesi gereken sadece aydınlık sağlamak değil sonrasında belirli aralılarla sistemin bakımını yaparak ortam içerisindeki aydınlık düzeyi seviyesini korumaktır. Doğru aydınlatılmış bir ortam, çok ışık alan bir aydınlatma ortamı değil, ne kadar ışığa gereksinim varsa o kadar ışığın kullanıldığı ortamdır. Önemli olan mekânın büyüklüğüne ve ışıktan ne ölçüde ve nasıl yararlanılacağına bakarak, doğru ışığın doğru yerde kullanılmasını sağlamaktır. Yanlış uygulanan aydınlatma sonucunda; parlaklık, zıtlık, ışık azlığı ve çokluğu gibi görsel algıyı zorlaştıracak sorunlar ortaya çıkabiliyor. Aydınlatmanın insan üzerindeki psikolojik etkilerine bakıldığında mekân renkleri, ışık özellikleri ve ışık kaynağı sayısı büyük bir etkindir.

Son zamanlarda aydınlatma sistemleri üzerine yapılmış olan çalışmalar ağırlıklı olarak binalarda enerji tasarrufuna (Matta and Mahmut 2010) (Galasiu et al. 2007), akıllı aydınlatma kontrol sistemlerine (Jafrancesco et al. 2008), (Dounis et al. 2008), gün ışığından optimum verim sağlamak amacıyla yada aydınlatma elemanlarının az bir enerji kullanarak daha fazla ışık akısı üretmesine yönelik yapılmış çalışmalardır (Singh and Garg 2010) (Kazanasmaz et al. 2009) (Krainer et al. 2009).

Bu çalışmada ise farklı olarak aydınlatma elemanları tek tek değil de bir sistem olarak ele alınmıştır. Böylece kurulu bir aydınlatma sisteminin tasarımı ve ilk kurulum aşamasından sonra kendi haline bırakılması yerine planlı bakım periyotlarında yapılacak basit aydınlık düzeyi ölçmeleri ve yapay sinir ağları yardımıyla daha hızlı ve doğru bir şekilde

iç hacimlerdeki aydınlık düzeyinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda çalışma; az sayıda aydınlık düzeyi ölçümü ile Y.S.A sayesinde ortam içerisindeki tüm aydınlık düzeyi dağılımlarının kolay bir şekilde bulunması açısından büyük önem arz etmektedir. Aksi halde ortam içerisindeki tüm noktalardaki aydınlık düzeyini bulabilmesi için her bakım periyodunda ortamdaki tüm noktalarda aydınlık düzeyi ölçümlerinin yapılması şarttır. Bu işlem ise uzun ve yorucu bir iştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Aydınlatma Sistemleri

İnsan var olduğundan beri enerjiye ihtiyaç duymuştur. En ilkel enerji ihtiyaçlarından biri ısınmanın yanında ışık olmuştur (Kaya 2011). Işık insan yaşamının vazgeçilmez bir ögesi olduğu kadar, mekânların ve cisimlerin niteliklerinin algılanmasını sağlaması açısından da yapı mekanizmasının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Güvenkaya (2008)'e göre aydınlığın niteliği ve niceliği cisimlerin niteliklerinin algılanmasının yani görmenin en belirleyici özelliğini oluşturur.

Aydınlatma, en basit tanımıyla, bir işlevin görülebilmesi için gerekli aydınlık düzeyinin sağlanmasıdır. Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından “çevrenin ve nesnelerin gereği gibi görülmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamak” şeklinde tanımlanmıştır (CIE Uluslararası Aydınlatma Komisyonu). Söz konusu nesne ve çevre her aydınlatma uygulamasında amaca göre farklılıklar gösterir. Bu farklılıklar Aydınlatma Tekniği kavramının çıkmasına sebep olmuştur. Aydınlatma tekniği, Görgülü ve Kocabey (2010)'e göre bir yandan görsel algılamanın en iyi koşullarda gerçekleşmesini sağlarken, öte yandan, bunun, ilk yapım giderleri ve kullanma harcamaları bakımından en ekonomik çözüm elde edilmesini, insan doğasına uygunluğunu ve sonucunda estetik değerler ve mimariye uyum bakımından da doyurucu olmasını sağlamak zorundadır. Günümüzde aydınlatma; öncelikle kişilerin fizyolojik görme ihtiyacına cevap vermeyi amaç edinmenin yanı sıra, görme konforunu, iş verimliliğini ve

mimaride hacim ve yüzeylerin mimari özelliklerini ön plana çıkarmayı amaç edinen bir konu haline gelmiştir (Yavuz 2004). Uygulamada aydınlatmanın nicelik ve nitelik olarak iki önemli boyutu vardır.

Aydınlığın niceliği sayısal değer olarak gerekli aydınlık düzeyinin saptanmasıdır. Bu saptamada yapılan işin özelliği, çalışma süresi, işin hızı, çevre koşulları ve çalışan kişilerin yaşı gibi etkenler önem büyük taşır. Aydınlatmada önemli olan kullanılan hacimlerde yapılan işin amaçlarına uygun bir aydınlatmayı sağlayacak düzeni oluşturmaktır. Burada ışığın rengi, doğrultusu, elde edilen aydınlıkta oluşan gölgelerin yumuşaklığı ve sertliği gibi özellikler rol oynar. Renkli bir nesnenin doğru algılanmasında ise ışık kaynağının renk özelliği büyük önem taşır (Kocabey 1999).

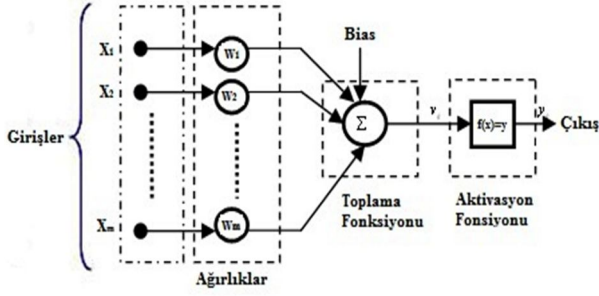
Bugün gerek kişilerin özel isteklerine cevap vermek ve gerekse normal ve olağan üstü koşullar karşısında bulunan toplumların çeşitli sorunlarını çözmek amacıyla iyi bir aydınlatma zorunluluk haline gelmiştir (Doğan 2004). Aksi halde, uygun olmayan aydınlatmada göz yorgunluğu ortaya çıkar ve çalışma alanlarında ciddi yaralanmalara sebep olur. Bir iş ortamında yapılan çalışmada, her üç kişiden ikisinde iş yerindeki fiziksel yorgunluğun zayıf aydınlatmadan dolayı oluştuğu belirlenmiştir (IntKyn. 1)

Aydınlatma sistemlerinin tasarlanmasındaki en önemli amaç aşırı aydınlatma yapmadan ve enerji maliyetini artırmaksızın yeterli ışığın elde edilmesidir. Tasarım aşmasında ortamın kullanım amacına uygun aydınlık düzeyi tespitinin Uluslararası Aydınlik 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 mevcut aydınlatma sistemlerinde ortamdaki doğal ya da yapay aydınlık düzeylerinin hesaplanmasında; 'yapay sinir ağları ile bürolardaki gün ışığının öngörülmesi' (Kazanasmaz et al. 2009), 'yapay sinir ağları kullanarak günışığı veriminin tahmini' (Janjai and Plaon 2011), (Lopez and Gueymard 2007) ve iç hacimlerde aydınlık düzeyi dağılımının bulunması ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmesi' (Kocabey 2008) gibi farklı yöntemlere gidilmesi yeni çözüm yollarının arayışı kaçınılmaz hale geldiğinin kanıtı niteliğindedir.

2.2. Yapay Sinir Ağları

Jin (2007)'e göre yapay sinir hücresi, insan beyninin ve gerçek sinir hücrelerinin bilgi işleme teknolojilerinden esinlenerek, biyolojik sinir sisteminin çalışma şekli simüle edilmek suretiyle geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir yani insan beynindeki nöronlara benzer olarak, yapay nöronların değişik bağlantı geometrisi ile birbirlerine bağlanmasıyla oluşan karmaşık sistemlerdir. Bu karmaşık sistemler klasik yöntemlerle çözülemeyen problemleri insan beyninin çalışma sistemine benzer yöntemlerle çözmeye çalışırlar. Aşağıda Şekil 1'de yapay bir sinir ağı modelinin genel prensip şeması verilmiştir.



Şekil 1. Yapay sinir ağları modelinin genel prensip şeması

Yapay sinir ağları karmaşık ve kötü şartlanmış problemlerin çözümünde oldukça geniş kabul görmüş 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 yapay sinir ağları anahtar bilgi örneklerini çok boyutlu veri tabanından öğrenebilirler (Kalogirou 1999). Bunlara ilave olarak, sinir ağları gürültülü ve eksik verileri işleyebildiklerinden hata toleransları yüksektir.

Medsker (1997) nin deyişine göre yapay sinir ağları ile ilgili çalışmalar XX. yüzyılın ilk yarısında başlamış ve günümüze kadar büyük bir hızla devam etmiştir. Yaklaşık yetmiş yıldır kullanımda olan ve son yıllarda özellikle elektrik, elektronik, kimya, üretim, robotik, malzeme bilimi (Saoud and Khellaf 2011), (Villaverde and Granna 2011), (Cristea et al. 2011), ekonomi (Li and Ma 2010), fiziksel metalürji, otomotiv, savunma ve telekomünikasyon (Matić et al. 2010), gibi birçok alanda başarılı şekilde kullanılmış olan yapay sinir ağlarıyla ilgili günümüzde başarılı uygulamalarından söz eden saygın uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmış yüzlerce makale bulunmaktadır.

2.3. Yapay Aydınlatma Ortamlarındaki Aydınlık

Düzeyi Dağılımının Tahmini İçin Yapay Sinir Ağı Modeli

İyi aydınlatılmış ortamların tasarımı da, belirli noktaların aydınlık değerlerini belirleyebilmek için çeşitli tasarım araçları kullanılmaktadır. Bunlar, maketler, sayısal denklemler ve bilgisayar

programlarıdır. Bu çalışmada aydınlık değerlerinin tahmini için ileri beslemeli (feed forward) yapay sinir ağ modeli kullanılmıştır. Ağın eğitiminde Levenberg-Marquardt (LM) algoritması kullanılmıştır. Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasını tercih etmemizin sebebi ise yapay sinir ağlarının eğitiminde sağlamış olduğu hız ve kararlılıktır.

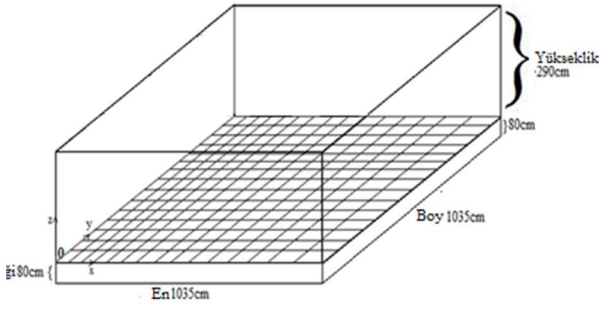
Aydınlık şiddetinin ölçümleri için Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Laboratuvarı kullanılmıştır. Dışarıdan ışık girişini engellemek amacıyla ölçümler gece yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı laboratuvarın eni 10,35 m, boyu 10,35 m ve yüksekliği 3,7 m olarak saptanmıştır. Şekil 2’de görüldüğü gibi ölçüm yapılan sınıfın duvarları beyaz boyalıdır ve yansıtma katsayısı $\rho=0,8$ ’dir. Kapıdan girildiğinde tam karşıda iki adet pencere bulunmaktadır.



Şekil 2. Ölçümlerin yapıldığı laboratuvarın genel görünümü

2.4. Aydınlık Şiddeti Değerlerinin Ölçülmesi

Deneyin yapıldığı ortam aşağıda Şekil 3’deki gibi önce kâğıt üzerinde ve sonrasında fiziksel olarak 70x70 cm.lik karelere ayrılmış ve toplam 225 tane kare elde edilmiştir. Deneyin yapıldığı sınıftaki armatürlerin aydınlık şiddeti düzeyleri artırılıp azaltılmak suretiyle ışık şiddetleri kademeli olarak 4 kademeye ayrılmıştır. Her bir aydınlık kademesi için yerden yüksekliği 80 cm olan çalışma masalarının yüksekliğinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler lüksmetre yardımıyla 70x70 cm. boyutlarındaki karelerin orta kısmında yapılmış, ölçülen tüm değerler lüks olarak kaydedilmiş ve her seviye için ölçülen aydınlık şiddetleri 15x15’lik matrisler halinde gösterilmiştir.



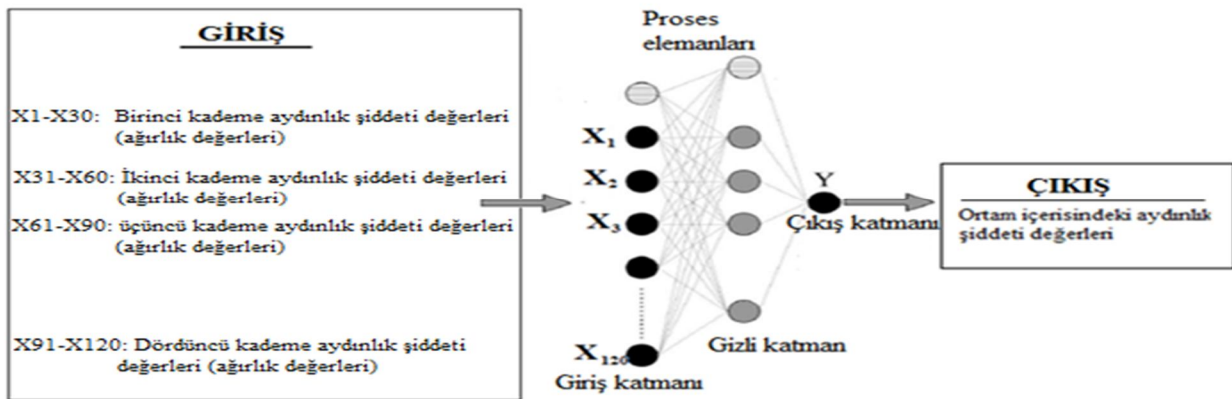
Şekil 3. Laboratuvarın 15x15 karelere ayrılmış hali

Yapay sinir ağı modeli oluşturulurken veriler 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 üçüncü 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 çapraz iki köşeden köşeye 15'er adet ve 4 aydınlık seviyesi için $2 \times 15 \times 4 = 120$ olmak üzere, toplam 120 adet aydınlık şiddeti değerleri kullanılmıştır. Oluşturulan sinir ağının hedef verileri olarak ise her aydınlık düzeyinde 225 adet olmak üzere dört ayrı aydınlık düzeyi için ortam içerisinde ölçülen toplam $4 \times 225 = 900$ adet aydınlık şiddeti değeri kullanılmıştır. Burada, giriş değerleri için sadece köşegenler üzerindeki aydınlık düzeylerini kullanmamızın nedeni ileride aydınlatma elemanlarında meydana gelecek problemlerde az sayıda ölçüm yaparak bütün hacim içerisindeki her bir noktanın aydınlık düzeyini tahmin edebilmektir. Aynı şekilde hedef değerlerinin çok sayıda olmasının nedeni ise daha hassas tahmin verilerine ulaşabilmektir. Burada 4 ayrı aydınlık seviyesinin kullanılmasının sebebi

eğitilecek yapay sinir ağına hangi köşegen değerlerinde nasıl aydınlık dağılımına sahip olduğunu öğretmektir. Ayrıca aydınlık kademelerinin % 0 ve % 100 aralığında olma sebebi ise bu aralıktaki tüm köşegen değeri ölçümlerinde ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımını eğitilmiş olan yapay sinir ağına tahmin ettirebilmektir. Yani sistem ister % 1 performansla çalışsın isterse % 99 performansla çalışsın, sistem bu performans değerlerinde iken ölçülen köşegen değerlerine karşılık olarak eğitilmiş olan yapay sinir ağına ortam içerisindeki aydınlık düzeyi dağılımlarının tahmin ettirebilmesi hedeflenmiştir. Aydınlatmanın seviyelere ayrılma sebebi de budur. Ayrıca oluşturulan yapay sinir ağı modeli 13 iterasyon ile öğrenme işlemini tamamlamıştır. Modelin performansı 13'den daha düşük iterasyon sayısı için azalmakta, daha fazla iterasyon sayısı için ise çıktı değerlerini ezberlemektedir.

2.5. Yapay Sinir Ağı Modelinde Kullanılan Değişkenler

Yapay sinir ağları ile herhangi bir tahmin yapabilmesi için öncelikle oluşturulacak yapay sinir ağının eğitilmesi gerekir. Sinir ağı eğitiminde kullanılan değişkenler ise ağırlık ve hedef değerleridir. Şekil 4'da görüldüğü gibi modelinin nöron girdi (ağırlık) parametresi olarak 120 adet, çıktı (hedef) parametresi için ise 900 adet olmak üzere toplam 1020 adet aydınlık şiddeti değeri (lüks) eğitim verisi kullanılmıştır.



Şekil 4. Yapay sinir ağı modelinde kullanılan ağırlık ve hedef değerleri

2.5.1. Oluşturulan ANN modelinin ağırlık değerleri

Aydınlik düzeyi tahmininin de kullanacağımız yapay sinir ağının eğitimi aşamasında ağırlık verisi olarak, ortam içerisindeki aydınlatma elemanları Şekil 5’de birinci kademe (ortam karanlık iken), Şekil 6’da ikinci kademe, Şekil 7’de üçüncü kademe ve Şekil 8’de dördüncü kademe (% 100 verimle çalıştırılarak) olmak üzere dört ayrı aydınlik düzeyinde aydınlik şiddeti değeri ölçümleri yapılmıştır. Bu sadece iki köşegen üzerinde olmak şartıyla toplamda dört farklı aydınlik düzeyi için $15 \times 2 \times 4 = 120$ adettir ve bu değerlere yapay sinir ağının ağırlık değerleri denir. Burada, sadece iki köşegen üzerindeki lüks değerlerini ölçmemizdeki amaç daha az aydınlik şiddeti değeri ölçümü yaparak ortam içerisindeki tüm noktaların aydınlik düzeyi şiddetini tahmin edebilmektir. Ayrıca giriş verisi olarak % 0 yani karanlık ortam verilerinin kullanma sebebimiz % 0’dan % 100 performans aralığına kadar tahminlerde bulunabilmektir. Karanlık ortamda aydınlik düzeyi dağılımının tamamının sıfır olacağı aşikardır fakat yapay sinir ağ bu bilgilerle eğitilmediği sürece köşegen değerlerinin tamamının sıfır olduğunda ortamın karanlık yani tüm aydınlik düzeyi dağılımlarının sıfırlanacağını bilemez.

Şekil 5. Birinci kademe (aydınlatma sistemi kapalı iken) ortamdaki aydınlik şiddeti değerleri

263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
0	322	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	0
0	0	363	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304	0	0
0	0	0	374	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334	0	0	0	0
0	0	0	0	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	364	0	0	0	0
0	0	0	0	0	407	0	0	0	0	393	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	435	0	427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	443	0	0	443	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	455	0	442	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	443	0	0	0	414	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	440	0	0	0	0	0	0	388	0	0	0	0	0	0
0	0	0	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368	0	0	0	0	0
0	0	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	355	0	0	0	0
0	404	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	0	0
345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265

Şekil 6. İkinci kademe ölçülen aydınlik şiddeti değerleri

301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221
0	411	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298	0
0	0	472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	341	0	0
0	0	0	474	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343	0	0	0
0	0	0	0	446	0	0	0	0	0	0	0	361	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	453	0	0	0	0	440	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	490	0	494	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	515	0	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	482	0	0	0	462	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	463	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	468	0	0	0	0	0	0	0	0	381	0	0	0	0	0	0
0	0	487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	0	0
0	430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	370	0	0	0
421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	326

Şekil 7. Üçüncü kademe ölçülen aydınlik şiddeti değerleri

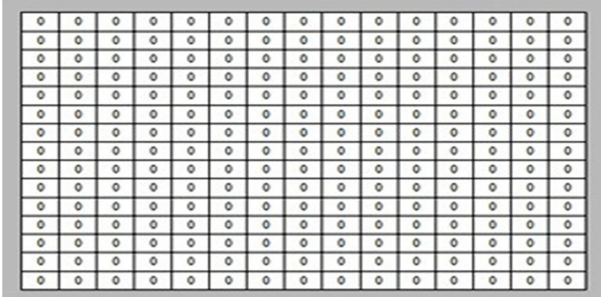
504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	385
0	555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	557	0
0	0	533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495	0	0
0	0	0	487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	362	0	0	0	0
0	0	0	0	415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	361	0	0	0	0
0	0	0	0	0	446	0	0	0	0	429	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	515	0	531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	556	0	566	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	494	0	0	0	482	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	450	0	0	0	0	0	0	377	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	435	0	0	0	0	0	0	0	0	374	0	0	0	0	0	0
0	0	488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	495	0	0	0	0	0
0	576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511	0	0	0
493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360

Şekil 8. Dördüncü kademe (Aydınlatma sistemi % 100 verimle çalışırken) ölçülen aydınlik şiddeti değerleri

2.5.2. Oluşturulan ANN modelinin hedef değerleri

Oluşturduğumuz yapay sinir ağ modelinin eğitiminde kullanılacak verilere hedef değerleri denilmektedir. Burada kullanılan hedef değerleri ise ortam içerisinde ölçümler yaparak kaydettiğimiz aydınlik şiddeti değerleridir. Bu değerler Şekil 9’da birinci kademe (ortam karanlık iken), Şekil 10’da ikinci kademe, Şekil 11’de üçüncü kademe ve Şekil 12’de dördüncü kademe (% 100 verimle

çalıştırılarak) alınan değerlerdir. Bu dört farklı aydınlık düzeyi için her düzeyde 225' er adet olmak üzere toplam 900 adet aydınlık şiddeti değeri ölçülmüştür. Ağın hedef değerlerinin ağırlık değerlerinden çok fazla olmasının nedeni ise daha hassas tahmin verilerine ulaşabilmektir. Yine giriş değerlerinde olduğu gibi hedef verisi olarak % 0 yani karanlık ortam verilerinin kullanma sebebimiz % 0'dan % 100 performans aralığına kadar tahminlerde bulunabilmektir. Ayrıca karanlık ortamda aydınlık düzeyi dağılımının tamamının sıfır olacağı bilinir fakat yapay sinir ağı bu bilgilerle eğitilmediği sürece köşegen değerlerinin tamamının sıfır olduğunda ortamın karanlık olacağını bilemez.



Şekil 9. Birinci kademede (ortam karanlık iken) ölçülen aydınlık şiddeti değerleri (hedef değerleri)

263	291	298	299	300	282	280	280	279	256	256	247	241	223	200
294	322	332	334	335	324	325	320	317	306	290	279	271	255	225
314	343	363	365	369	362	359	355	350	337	324	314	304	285	256
319	350	367	374	381	376	372	365	368	359	346	334	321	303	273
321	354	367	377	390	388	389	384	382	372	364	348	337	316	287
328	364	379	392	407	407	407	406	403	393	378	364	355	334	308
345	377	398	415	427	431	435	430	427	422	404	384	374	354	323
358	392	414	425	441	450	449	443	441	437	418	399	386	366	334
361	396	419	431	449	455	455	445	442	432	411	395	386	365	334
363	395	411	431	439	443	441	438	427	414	399	385	375	353	322
368	396	415	430	440	445	436	429	419	399	388	373	364	341	314
372	360	425	445	455	451	447	434	413	394	380	368	360	339	310
378	416	438	438	457	458	452	438	413	388	372	360	355	336	300
362	404	427	427	443	446	438	419	400	372	358	344	338	323	288
345	378	396	409	421	422	418	404	378	358	332	320	311	297	265

Şekil 10. İkinci kademede ölçülen aydınlık şiddeti değerleri (hedef değerleri)

301	331	342	347	344	323	314	310	308	311	270	265	261	250	221
348	411	418	428	443	450	457	445	430	429	385	299	312	298	257
364	421	472	475	483	490	494	502	482	467	401	357	341	328	281
353	425	469	474	481	489	490	499	475	464	395	343	349	332	292
350	414	431	444	446	448	452	451	429	389	361	361	361	343	304
367	410	416	433	451	453	447	450	448	440	412	391	393	373	331
412	446	455	461	470	489	490	485	494	490	479	449	435	415	363
430	459	475	486	516	532	521	513	524	518	489	480	463	443	379
421	458	465	486	508	519	515	505	512	509	480	473	461	432	376
396	437	451	462	474	482	485	479	475	462	447	429	410	392	354
382	418	436	450	463	464	459	450	435	417	400	383	377	365	330
396	434	448	468	484	487	477	462	446	412	392	381	384	373	335
382	429	487	509	507	512	513	498	475	431	403	394	400	364	351
396	430	499	500	505	511	525	505	482	433	400	395	398	370	353
421	401	464	485	502	505	487	475	445	406	371	362	376	366	326

Şekil 11. Üçüncü kademede ölçülen aydınlık şiddeti değerleri (hedef değerleri)

504	553	546	557	575	562	450	541	524	447	383	405	469	486	385
547	555	566	624	596	585	581	579	539	492	410	435	519	557	450
519	525	533	545	560	555	512	545	526	477	404	419	495	512	419
403	457	469	487	483	440	412	430	450	409	367	362	395	396	337
350	388	403	414	415	404	412	406	400	380	361	359	355	354	310
401	414	409	418	445	446	435	427	436	429	403	381	388	379	332
461	493	472	473	530	541	515	498	531	532	489	456	465	470	389
548	576	536	535	611	651	598	571	621	632	569	519	557	570	362
493	531	494	503	567	592	556	533	566	570	519	476	515	518	424
400	450	437	447	489	494	486	477	480	482	438	419	433	429	363
325	336	364	375	450	454	449	402	398	396	377	365	373	365	329
395	412	420	435	489	494	486	402	401	440	377	374	406	403	355
461	493	488	509	511	523	540	527	449	430	404	412	495	496	365
548	576	536	540	630	581	572	532	469	422	410	410	498	511	375
493	500	494	533	541	555	562	511	411	447	383	405	422	412	360

Şekil 12. Dördüncü kademede (Aydınlatma sistemi % 100 verimle çalışırken) ölçülen aydınlık şiddeti değerleri (hedef değerleri)

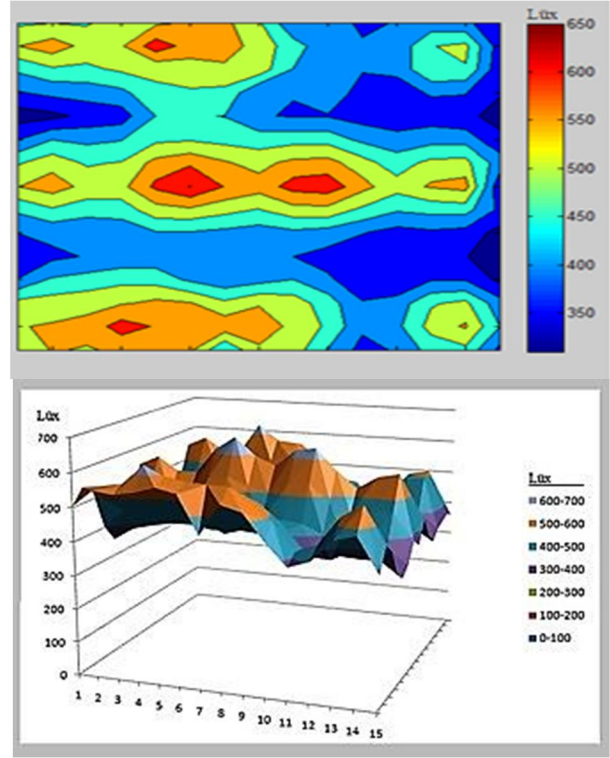
3. Aydınlik düzeyi dağılımı ve tartışma

Aydınlik düzeyinin ve sürekliliğinin sağlanması aydınlatma tekniği hesaplamalarının en önemli bölümünü oluşturur. Tasarım aşamasında ortamın kullanım amacına uygun aydınlık düzeyi tespitinin Uluslararası Aydınlik Komisyonu (CIE-Commision Internationale de L'eclairage) tarafından önerilen aydınlık düzeyi seçim aşamalarına uygun yapılması ve uygun bir aydınlatma sisteminin kurulması gerekir. Fakat aydınlatma sistemini kendi haline bırakarak sadece sorunlu aydınlatma cihazlarının değiştirilmesi kesinlikle iyi bir aydınlatma yöntemi değildir. Çünkü zamanla lambaların ışık düzeyindeki azalma, kirlenme, tozlanma ve bakım eksiklikleri sebebiyle aydınlatmada oluşacak yetersizlikler kullanıcıların çalışma motivasyonları ve iş verimi üzerinde olumsuz etkiler yaratır. İyi ışıklandırılmış 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.

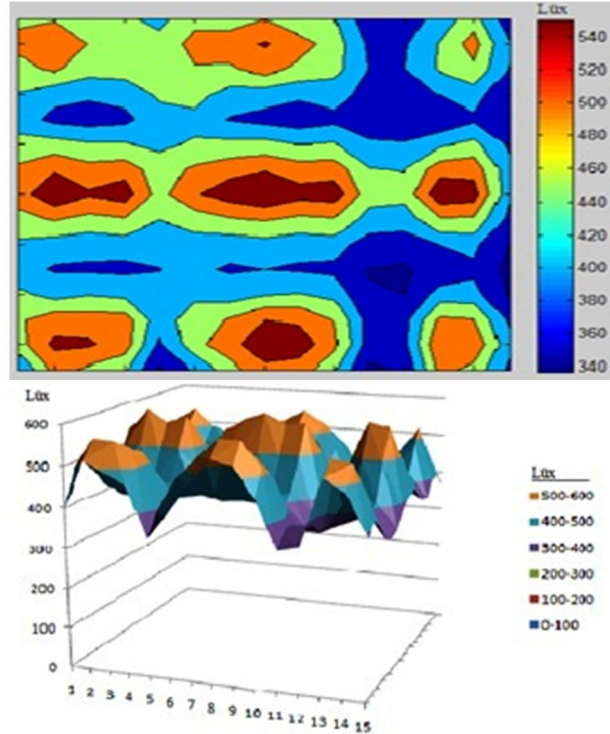
Aydınlatma sisteminde ortalama ömrün tespiti çok zor olduğundan, sistemin çalışma performansı ve bakım zamanının tespiti karmaşık iştir. Bakım zamanının tespiti için ortam içindeki çalışma düzleminde aydınlık düzeyi ölçümleri yapılması gerekmektedir. Ancak aydınlığın uygun olup olmadığının belirlenmesi ortam içerisinde ölçü aleti ile pek çok noktada ölçüm yapılmasını gerektirir. Ölçülen bu aydınlık düzeyi değerlerinden, ortalama aydınlık düzeyi, minimum aydınlık düzeyi ve diğer ölçüm değerlerinden faydalanılarak, düzgünlük

faktörü, eş aydınlık düzeyi eğrileri olan izolüks eğrilerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu işlemler göz önüne alındığında aydınlatma sisteminin bakımı ve ömrünün tespiti çok uzun zaman ve yorucu bir çalışma gerektirdiği görülür. Bu çalışma ile standartlar göz önünde bulundurularak belirtilen minimum noktada aydınlık düzeyleri ölçülüp, ölçümlerden alınan değerlerle yapay sinir ağları kullanarak ortam içinde çalışma düzlemi üzerindeki aydınlık düzeyleri Y.S.A ile tahmin edildi. Bu tahminler sonucunda aydınlatma sisteminin bakım ve ömrünün dolup dolmadığının 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 sisteminin 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.

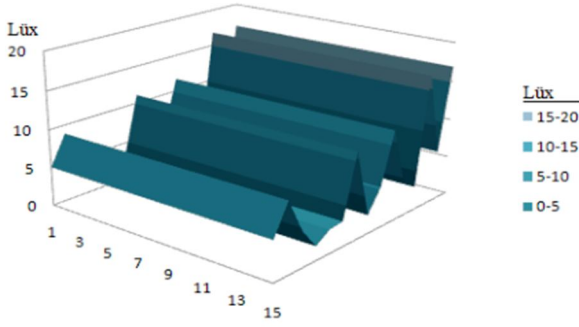
Bu bilgiler doğrultusunda, çalışma için seçilen laboratuardaki aydınlık değerlerinin tahmin edilebilmesi için bir yapay sinir ağ modeli kurulması yeni bir yöntem olarak önerilmiştir. Bu doğrultuda bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuş ve ortam içerisindeki aydınlık şiddeti değerleri oluşturulan bu sinir ağı modeline tahmin ettirilmiştir. ANN ile tahmin edilen veriler Şekil 14'da görüldüğü gibi üç boyutlu olarak MATLAB ortamında modellenmiştir. Şekil 13'deki ortam içerisindeki gerçek aydınlık dağılımı ile Şekil 14'deki yapay sinir ağının tahmin ettiği aydınlık şiddeti dağılımı farkı ise Şekil 15 görüldüğü gibi oluşturulan yapay sinir ağının hata grafiğini vermiştir ve bu oran %1 olarak saptanmıştır. Oluşturulan yapay sinir ağı % 1'lik bir hata oranı ile aydınlık şiddeti dağılımının tahmin edebildiği için bu çalışmadan başarılı bir sonuç elde edilmiştir.



Şekil 13. Ortam içerisindeki gerçek aydınlık düzeyi dağılımının iki ve üç boyutlu grafikleri.



Şekil 14. Yapay sinir ağının tahmin ettiği aydınlık düzeyi dağılımının iki ve üç boyutlu grafikleri.



Şekil 15. Yapay sinir ağı hata dağılımı grafiği.

4. Sonuç

Bu çalışmada, iç mekânlarda aydınlatma sistemlerinin tasarımlarının öneminden ve bu ortamlardaki aydınlık düzeyinin tespiti için yapay sinir ağlarının kullanımından bahsedilmiştir. Bu doğrultuda aydınlık düzeyi tahmini için bir yapay sinir ağı modeli oluşturulmuş ve bu doğrultuda eğitilmiştir. Eğitilmiş olan yapay sinir ağı sayesinde az sayıda aydınlık düzeyi ölçümünden yola çıkarak ortam içerisindeki her bir noktanın aydınlık düzeyi tahmin edilmiş ve üç boyutlu olarak modellenmiştir (Şekil 14). Her bakım periyodunda ortamın aydınlık düzeyi dağılımını çıkartmak çok uzun zaman alan yorucu bir iş olduğundan, bu işlem daha önce eğittiğimiz Y.S.A sayesinde çok kısa bir zaman diliminde gerçekleşmiştir. Ortam içerisindeki aydınlatma elemanlarında yüzde kaç kayıp olursa olsun oluşturduğumuz Y.S.A %0 ve %100 aydınlık düzeyi değerleri arasında eğitildiği için doğru sonuca ulaşmıştır. Tüm bunların yanı sıra oluşturulan yapay sinir ağı modeli kullanılarak tahmin edilen aydınlatma verileri ile gerçek aydınlık verileri karşılaştırılmış (Şekil 15) ve % 1'lik bir hata oranı ile doğru sonuca ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Aydınlatma sistemlerinin tasarımları aşamasında, çeşitli bilgisayar programları ve sayısal hesaplama yöntemlerinin yanı sıra, yapay sinir ağı modeli uygulamasının da kullanılabileceği kanıtlanmış ve kapalı ortamlardaki aydınlık değerleri ile ilgili çabuk ve kısa sürede geri bildirim alındığı görülmüştür. Sonuç olarak aydınlık şiddeti tahmininde yapay sinir ağı kullanımının başarılı bir yöntem olduğu kanıtlanmıştır.

Kaynaklar

- Oğuz G.P., Işık N., 2003. Tarihi Yapılardaki Doğal ve Yapay Aydınlatma Uygulamaları. II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri.
- Matta, S., Mahmud, S.M., 2010. An intelligent light control system for power saving", 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 3316 – 332.
- Galasiu, A.D., Newsham, G.R., Suvagau, C., Sander, D.M., 2007. Energy saving lighting control systems for open-plan offices: a field study. *Leukos*, 4, 7-29.
- Jafrancesco, D., Mercatelli, L., Fontani, D., Francini, F., Sansoni, P., 2008. Indoor illumination by solar light collectors. Chartered Institution of Building Services Engineers, *Lighting Research & Technology*, 40, 323–332.
- Dounis, A.I., Tiropanis, P., Argiriou, A., Diamantis, A., 2011. Intelligent control system for reconciliation of the energy savings with comfort in buildings using soft computing techniques. *Energy and Buildings*, 43, 66–74.
- Singh, M.C., Garg, S.N., 2010. Illuminance estimation and daylighting energy savings for Indian regions. *Renewable Energy*, 35, 703-711.
- Kazanasmaz, T., Günaydın, M., Binol, S., 2009. Artificial neural networks to predict daylight illuminance in office buildings. *Building and Environment*, 44, 1751-1757.
- Krainer, A., B., Peternelj, J., Lah, M.T., Zupančič, 2006. Daylight illuminance control with fuzzy logic. *Solar energy*, 80, 307-321.
- Kaya, E., 2011. Aydınlatma Kontrolünün Enerji Verimliliğine Katkısı. VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri.
- Güvenkaya, R.K., 2008. İlköğretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetimi Açısından Yönlere Göre Uygun Cephe Seçeneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Yaklaşım. Doktora Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 365.
- Görgülü S., Kocabey S., Yüksek İ., Dursun B., 2010. Enerji Verimliliği Kapsamında Yapılarda Doğal Aydınlatma Yöntemleri: Kırklareli Örneği. *Uluslararası II. Trakya Bölgesi Kalkınma-Girişimcilik Sempozyumu*.
- CIE Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
- Yavuz, C., 2004. Stadium Lighting Techniques-Applications Around The World And Turkey. *Aydınlatma Türk Milli Komitesi*, İstanbul.
- Kocabey, S., 1999. Dahili Ortamlarda Aydınlik Seviyesinin Kontrolü Ve Enerji Tasarrufunun Sağlanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi, İstanbul, 102.

- Doğan, H., 2004. Sonlu farklar yöntemiyle aydınlatma hesabının analizi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi, İstanbul, 99
- Şahin, M., 2010. Yapay sinir ağları ile dâhili ortamlardaki aydınlık düzeyinin analizi”, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elektrik Eğitimi, İstanbul, 118.
- 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*, 88, 840-847.
- Lopez, G., Gueymard, C.A., 2007. Clear-sky solar luminous efficacy determination using artificial neural Networks. *Solar Energy*, 81, 929–939.
- Kocabey, S., 2008. İç Hacimlerde Aydınlik Düzeyi Dağılımının Bulunması Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi”, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elektrik Eğitimi, İstanbul, 155.
- Jin, L.V., 2007. Summary of Artificial Neuron Model Research. *Industrial Electronics Society, 33rd Annual Conference of the IEEE*, 677 – 682.
- Kalogirou, S.A., 1999. Applications of Artificial Neural Networks in Energy Systems a Review. *Energy Conversion and Management*, 40, 1073-1087.
- Medsker, L.R., 1997. The future of artificial neural networks could be bright. *Computers/Control engineering*, 10, 28-9.
- Saoud, S., Khellaf, A., 2011. A neural network based on an inexpensive eight-bit microcontroller. *Neural Computing and Applications*, 20, .329-334.
- Villaverde, I., Granna, M., 2011. Neuro-evolutionary mobile robot egomotion estimation with a 3D ToF camera. *Neural Computing and Applications*, 20, 345-354.
- Cristea, V.M., Hosu A., Sandru, M., Seserman, L., 2011. Antioxidant activity prediction and classification of some teas using artificial neural Networks. *Neural networks*, 127, 1323-1328.
- Li, Y., Ma, W., 2010. Applications of Artificial Neural Networks in Financial Economics: A Survey. *Computational Intelligence and Design (ISCID)*.
- 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.*, 1-4.

İnternet Kaynakları

1-<http://www.steelcase.com> (12.8.2009).