

# BÜROLARDA GÜNIŞIĞI AYDINLIK DEĞERLERİNİN ÖNGÖRÜLMESİ

Z. Tuğçe KAZANASMAZ  
Murat GÜNAYDIN  
Selcen BİNOL

## ÖZET

Günişığı temel ışık kaynağı olduğu için eski zamanlardan günümüze kadar tasarımcıların ve bina sahiplerinin ilgisini giderek artan bir şekilde çekmiştir. Günişığı doğru tasarlandığı zaman insan sağlığını ve aktiviteleri destekleyici dinamik mekanlar yaratmakta ve binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Uygun olmayan şekilde kullanıldığında ise görüş alanı engellenmekte, enerji tüketimi artmakta ve yüksek miktardaki enerji konforsuz çevre koşullarına neden olmaktadır. Günişığı aydınlatmasının, mekan kullanıcıları üzerinde olumlu psikolojik etkileri olmaktadır. Elektrik aydınlatması ihtiyacı düşük seviyede tutularak enerji tasarrufu sağlanmakta, ısıtma için harcanan enerji miktarı da daha düşük kapasitede mekanik cihazların kullanımını da artırmaktadır. Bu nedenlerle, binalarda günişığının olması geniş çapta enerji tasarrufu potansiyeli olan bir tasarım yaklaşımıdır. Günişığının bahsedilen tüm etkileri ile beraber büro tasarımları, çalışanların davranışları, günişığının çalışma ortamına ve çalışanların iş verimliliğine olan etkisi üzerine yürütülen araştırmalar, günişığını büro yapıları için gerekli kılmaktadır. Bina tasarımlarında günişığı kullanımına yönelik çalışmalar mimarlık alanında önemli bir role sahiptir. Günişığı aydınlık değerlerinin öngörülmesi hem tasarım aşamasında hem de binanın günişığı performansının değerlendirilmesi aşamasında gerekli olmaktadır. Günümüze kadar olan çalışmalarda çeşitli yöntemler kullanılmıştır. En temel olanları ölçekli maketler, bilgisayar programları ve analitik formüllerdir. Bu çalışmada ise yapı fiziği araştırmaları alanında kullanılmak üzere yeni bir yöntem önerilmektedir. Günişığı aydınlık değerlerini tahmin edebilmek için yapay sinir ağ modeli kurulmuş, sonucunda modelin tahmin ettiği değerler ile ölçülen değerler arasında %2'lik hata oranı çıkmıştır. Böylece modelin başarılı bir şekilde sonuç verdiği söylenebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Günişığı, Bürolar, Aydınlık Düzeyi, Mimarlık

## ABSTRACT

As daylight is the primary light source, it has been a topic of growing interest for designers and building owners through history. Properly done, it creates dynamic interiors to support human health and activities, and reduces the building's energy demand. If it is used uncorrectly, it obstructs the vision, energy consumption becomes high, and extensive energy leads to uncomfortable environment. Daylighting has also positive effects on occupants' psychology. It provides energy saving by low electric lighting demand, reduces cooling energy consumption, and makes the potential for a smaller heating, ventilation and air conditioning plant. According to these reasons, utilization of daylight becomes a design approach which has great energy saving potential. Daylighting has become essential for office buildings according to studies about these above reasons, about office design, occupants' behaviour, and studies daylight impact on working environment and work performance. Studies about the use of daylight in building design have a prior role in the field of architecture. Estimation of daylighting level is necessary both in design process and daylighting performance evaluation. A large variety of methods to estimate lighting levels have been used over years. The basic ones are scale models, computer programs and analytical formula. In this study, a new methodology is offered for studies in the field of building physics. An artificial neural network model was employed to estimate daylight illuminance. As a result, the prediction error between the actual data and predicted values was obtained as 2%. Thus, the model was resulted satisfactorily.

**Key Words:** Daylight, Offices, Illuminance, Architecture

## 1. GİRİŞ

Günişığı bürolar için temel ışık kaynağıdır. Gün boyunca konforlu ve verimli bir çalışma ortamı sağlanmasına katkıda bulunmalıdır. Yeterli seviyedeki günişığı elektrik aydınlatma sistemlerinin desteği ile görsel ve psikolojik konfor koşullarını sağlamaktadır. Böylece, doğal (günişığı) aydınlatmanın görsel algıyı geliştirici, iş motivasyonunu artırıcı ve çalışanların performansını ve iş üretkenliğini destekleyici özelliği olduğundan bahsedilebilir [1-4]. Ayrıca, düzgün tasarlanmış doğal aydınlatma bina kullanıcılarının sağlığını ve aktivitelerini desteklemekle beraber, binanın enerji tüketimini azaltır ve ısıtma-soğutma yüklerinin dengelenmesini sağlar [5-7].

Gün ışığı tasarımlarında ve araştırmalarında günişığı aydınlık değeri temel bir unsur olmaktadır. Günişığı kontrol sistemlerin tasarımı için yürütülen binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi çalışmalarının temeli, mekanların doğal aydınlık değerleri ve çalışma alanı aydınlık değerlerine dayanmaktadır. Günişığı tasarımları ise söz konusu aydınlık değerlerinin bina içinde dağılımına bağlıdır [8-11]. Günişığı aydınlık değerlerinin ve bunların iç mekanlarda dağılımının bilinmesi, binanın enerji etkinliği ve görsel konforunun da değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu amaçla, çeşitli tasarım araçları önerilmiştir. Bunlar, çeşitli standartlar, matematiksel hesaplama yöntemleri, bilgisayar programları ve maket yapımıdır [7].

Yıllar boyunca doğal aydınlatma tasarımları çok çeşitli şekillerde uygulandığı için, aydınlık değerlerinin belirlenmesi ve tahmin edilmesi, tasarım boyunca gerekli olan en temel aşama olmuştur. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, bürolarda doğal aydınlık değerlerinin öngörülmesi için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi binasında bir çalışma yürütülmüştür.

## 2. BÜROLARDA GÜNIŞIĞI TASARIMI

Bürolarda günişığı kullanımının en temel amacı konforlu ve verimli bir çalışma ortamı yaratmaktır. Doğal aydınlatmanın, çalışanların performansının ve üretkenliğinin artırılmasında olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Çalışanlar doğal ışık ve manzaraya doğru bina âşıklıkları tercih etmektedir. Ayrıca, doğal aydınlatma kullanarak binanın enerji tüketiminin azaltılması da mümkün olmaktadır. Gün boyunca elektrik aydınlatmasına gerek duyulmadığından elektrik enerjisi tüketimi azalır. Enerjinin korunması sonucunda da, çevreye salınan zararlı atıkların neden olduğu asit yağmurları, hava kirliliği ve küresel ısınma da azaltılabilir [7].

ANSI (American National Standards) ve IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) büro tasarımlarını açık plan ofisler ve özel ofisler olarak iki grupta inceler. Açık plan ofislerde çalışanlar tek ortak çalışma alanında bulunmakta ve çeşitli iş ve aktiviteleri yürütmektedir. En uygun aydınlık değerlerinin belirlenebilmesi için özellikle iş konumlarının tanımlanması ve parıltı (ışıklılık) kontrastlarının mekanın genelinde düşünülmesi gerekmektedir. (ANSI/IESNA, 1993). Özel ofisler ise diğerlerine oranla daha küçük ve duvar/tavan bölmeleriyle tanımlanmış ve genelde tek kullanıcı için tasarlanmış mekanlardır. Parıltı (ışıklılık) kontrolü, doğrudan ve dolaylı kamaşmalar daha az olacağından daha az önemlidir; daha kolay tasarlanır.

Büro binalarında ortak alanlar (giriş holü, merdiven, asansör koridor v.s.) atriyum içinde tasarlanabilir. Atriyum, binanın çekirdek kısmına doğal ışığı alabilmek için ve çevreleyen mekanları dış çevre ile bağlayabilmek için en etkili tasarım elemanıdır [11,12]. Atriyumun güneşe göre yönelimi, formu, çatısının ışık geçirgenliği, atriyumda bulunan yüzeylerin yansıtıcılığı ve günişığının atriyumu çevreleyen mekanlara kadar ulaşabilmesi bazı tasarım kriterlerini oluşturmaktadır [12]. Bürolarda çeşitli aktivitelere göre önerilen aydınlık seviyeleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Gerçek koşullar ve mevcut durumlar çeşitlilik göstereceği için tasarım aşamasında karar verilen aydınlık değerleri önerilen değerlerden fazla ya da az olabilir. Bire bir değerler uygulanamayabilir çünkü kullanıcıların görsel algısı farklılık gösterebilmekte ve ışığın kalitesi mekanda daha fazla yada daha az ışık gerektiğini belirleyebilmektedir. Işığın kalitesi yüksek ise önerilen aydınlık değerleri

yaklaşık %25 azaltılabilir ve ya kullanıcıların ortalama yaşı kırkın zerindeyse %35 artırılabilir. Bu tablo IESNA önerilen aydınlık değerleri tablolarından adapte edilmiştir [13].

Çalışanların çalışma ortamları hakkındaki düşünceleri ve tercihleri ile ilgili araştırmalar yapılmış; bilgisayarla çalışanların ortalama 100-300 lux aralığında bir aydınlık düzeyini, diğerlerinin ise 300-600 lux aralığını tercih ettikleri ortaya çıkmıştır [14].

Bürolarda uygulanan farklı doğal aydınlatma sistemlerini açıklayabilmek için çeşitli örnekleri incelemek gerekmektedir. Bunlardan biri, Solihull' da inşa edilen Arup Kampus ofis binalarıdır. Mümkün olduğu kadar fazla miktarda güneş ışığından faydalanmak amacıyla bina kuzey-batı ve güney-doğu yöneliminde tasarlanmıştır. Bina, paralel olarak yerleştirilmiş 60' şar metre uzunluğunda 24 metre derinliğinde iki

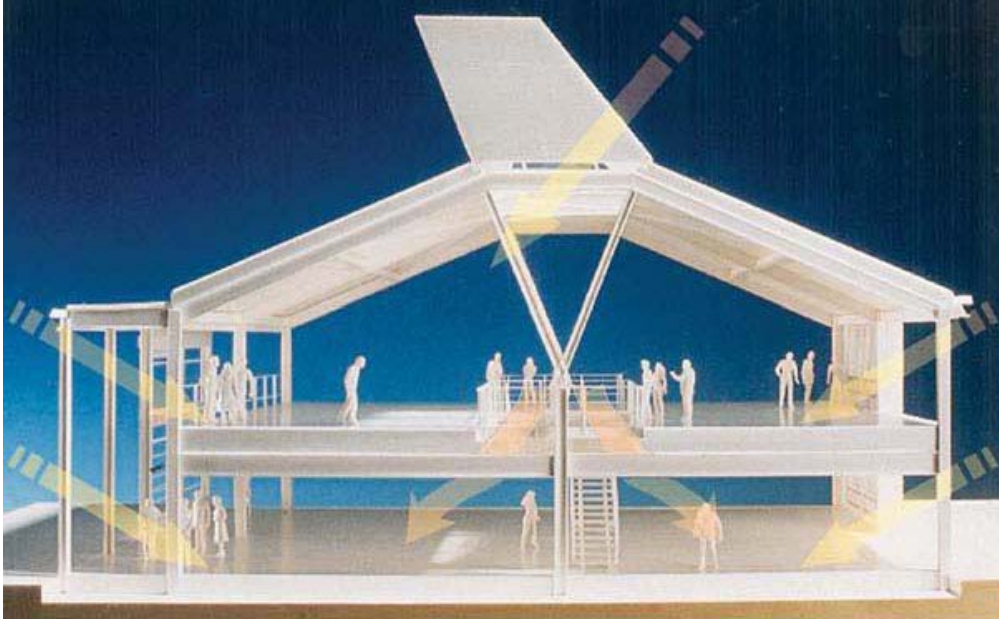
**Tablo 1.** Bürolarda Gerçekleşen Eylemler İçin Aydınlık Değerleri [13]

Eylemler	Footcandles*
1. Genel aydınlatma	
a. Ortak kullanım alanları (karanlık mekanlarla çevrili)	3
b. Kısa ve geçici ziyaretler için basit yönlenme (koridor)	8
c. Çalışma alanları (sadece belli zamanlarda yapılan görsel iş)	15
2. İş aydınlatması	
a. Geniş çapta ve yüksek kontrast gerektiren görsel iş performansı için	30
b. Küçük çapta ve orta kontrast gerektiren görsel iş performansı için	75
c. Küçük çapta ve düşük kontrast gerektiren görsel iş performansı için	150

katlı iki bloktan oluşmaktadır. Işığın binanın alt seviyelerine kadar iletilmesini sağlamak amacıyla çatı ışıklıkları ve döşemelerde açıklıklar düşünülmüştür. Bina dışında ise, çatı boyunca belli aralıklarla kapalı yüksek çıkıntılar yerleştirilmiştir. Ofislerin merkezlerine, iç kısımlarına güneş ışığının geçmesi tepe ışıklığı gibi olan bu çatı çıkıntıları ile olmaktadır (Şekil 1 ve 2). Şekil 3' te ise ofis binasının iç hacminde güneş ışığının dağılımı görülmektedir.



**Şekil 1.** Arup Kampus, Ofis Binaları [15]



Şekil 2. Ofis Binası Maketinin Kesiti [15]



Şekil 3. Ofislerin İç Hacminde Güneşin Dağılımı [15].

Kuzey doğu ve güneybatı cephelerinde, kamaşma problemlerini önlemek için cam yüzeyler mümkün oldukça azaltılmış. Binanın esas cephelerine bakan mekanlarda çalışanlar, elle çalışan ve kişilerin kendilerinin kontrol edebildiği güneş kırıcı storlu pencerelerin yakınında oturmaktadır. Söz konusu güneydoğu cephesi Şekil 4' te görülmektedir [15].





**Şekil 4.** External Hand-Operated Louvers To The South East Elevation[15]

Binalarda ışık kontrol sistemleri tasarımı için yapılan doğal aydınlatma performansı araştırmalarında ve doğal aydınlatma tasarımlarında, iç mekanların aydınlık seviyeleri, çalışma alanı aydınlık seviyeleri ve söz konusu aydınlık seviyelerinin hacim içinde dağılımı esas alınmaktadır [2, 9, 10, 11]. İç hacim çevresel konfor koşulları sağlanmaya çalışılırken binanın enerji kullanımının da düşürülmesi amaçlanmaktadır ve bu yönde araştırmalar yürütülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı Task 31 araştırma grubu çalışmaları dört farklı tema etrafında yoğunlaşmıştır. Bunlar kullanıcıların bakış açısı ve ihtiyaçları, aydınlatma sistemlerinin bütünleştirilmesi ve iyileştirilmesi, doğal aydınlatma tasarım elemanları ve binaların doğal aydınlatma performansı takip ağı ve tasarım desteğidir [4].

Bir çalışmada, binanın dış çeperine bakan ofisler için simulasyon yöntemine dayalı ısısal ve doğal aydınlatma analizleri yapılmış. Farklı cephe tasarımı alternatiflerinin (cam yüzey alanı, gölgeleme ve ışık kontrol elemanları ile) erken tasarım aşamasındaki ofis yapılarının ısısal ve doğal aydınlatma performansları üzerinde etkisi incelenmiş [16]. Başka bir çalışmada ise doğal aydınlatma etkenliklerine (verimliliklerine) göre binaların cephe tasarımlarının tarihsel gelişimine bakılmış, en güncel cephe teknolojilerinin binanın doğal aydınlık performansına olan etkisi incelenmiştir [17]. Kischkoweit-Lopin (2002) çeşitli aydınlatma sistemlerini incelemiş, en uygun doğal aydınlatma sisteminin binanın gereksinimlerini karşılayacak şekilde seçilmesi gerektiği, aksi şekilde mekanların aşırı ısınması ve kamaşma problemlerinin (görsel konfor problemleri) oluştuğunu açıklamıştır [18].

### 3. GÜNIŞIĞI AYDINLIK DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ İÇİN YÖNTEMLER

İyi ışıklandırılmış binaların tasarımı için, belirli noktaların aydınlık değerlerini belirleyebilmek için çeşitli tasarım araçları kullanılmaktadır. Bunlar, maketler, sayısal denklemler ve bilgisayar programlarıdır.

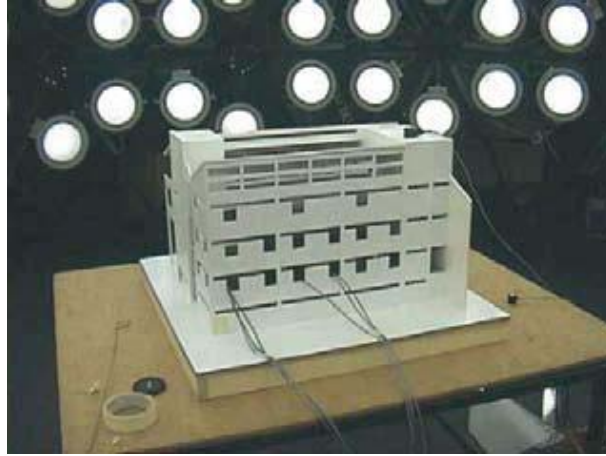
#### 3.1 Maket

Ölçekli maket yöntemi, binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi için geçerli bir yöntem olmaya devam etmektedir. Bu yöntem, bina içi aydınlık düzeyinin doğru olarak tahmin edilebilmesini sağlar. Bu amaçla hazırlanmış bir maket, eğer benzer gökyüzü koşulları sağlanarak test edilirse, esas bina hakkında gerçeğe en yakın verileri sağlayabilir [10, 19]. Maket, binanın yeniden üretilmiş hali olarak kabul edilir. Bu nedenle de, temel bazı özellikler uygulandığında en basit ve taslak maketler bile sayısal değerler elde etmek için kullanılabilir. Tek bir tasarım elemanı bile değiştirilerek farklı koşulların karşılaştırılması yapılabilir [13, 19].

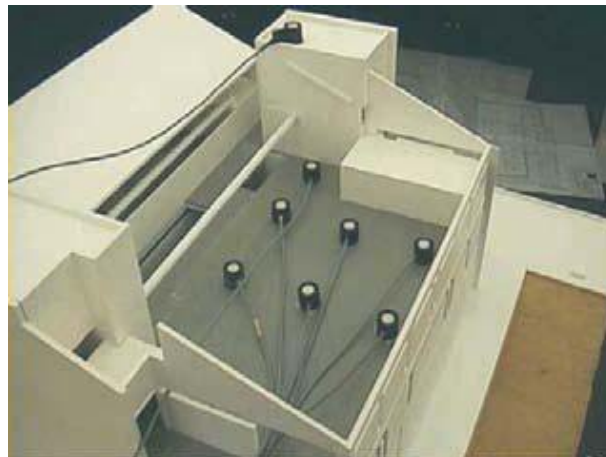
Ancak maket tekniğinin de bazı dezavantajları bulunmaktadır. Makette kullanılan malzemenin ve işçiliğın maliyeti yüksek olabilir. Maketin yapımı ve test edilmesi için yeterli zaman olmalıdır. Maketi test etmek için uygun dış hava koşullarının sağlanmasını beklemek yada yapay gökyüzü sağlayıcıların (simülatör) olması ve yeterli ölçüm ekipmanının bulunması gerekir [13,19].

Maket yapımında dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır. Binanın tüm doğramaları en ince ayrıntısına kadar özenilerek detaylandırılmalıdır ve maket içine gereğinden fazla miktarda ışığın girmesi önlenmelidir. Malzemeler gerçek koşulu yansıtacak şekilde seçilmelidir. Yüzey yansıtıcılıklarının ve pencerelerde kullanılan camın ışık geçirgenliğinin uygun malzemeler seçilerek doğru olarak uygulanması gerekir. Opak duvarlar opak malzemelerle modellenmelidir. Maket oranları 1:8 ile 1:32 arasında değişebilir. Büyük maket yapımlarında 3/8 inch = 1 foot oranı en uygun oran olarak önerilmektedir [11, 13, 19]. Maketin çeşitli açılardan fotoğrafının çekilmesi gerekir ve maketin içindeki aydınlık seviyesinin ölçülmesi için aydınlık ölçer cihazlara ihtiyaç olmaktadır. Maketler, yapay gökyüzü koşulları altında test edilebilir. Ancak yapay gökyüzü oluşturmak hem pahalı hem de zordur. Çoğu zaman gerçek gökyüzü ve güneş, günışığı maketlerinin test edilmesi için kullanılır [13].

Maketin iç ve dış aydınlık değerlerinin doğru ve yeterli bir şekilde ölçülmesi oldukça önemlidir. (Cosine-corrected and color-corrected) ışıkölçerler kullanılmalıdır. Cosine-corrected ışıkölçer farklı açılardan gelen ışığın düzleme 90 derecelik açıyla düşüyormuş gibi hesaplayarak ölçüm yapar. Color-corrected olması ise insan gözüne uyum sağlayacak hassasiyeti sağlaması içindir [11].



Şekil 5. 1/50 Ölçekli Maket Örneği [15]



Şekil 6. Aydınlık Ölçüm Sensörlerinin Maket İçine Yerleşimi [15]

### 3.2 Bilgisayar Programları

Binaların tasarım aşamasında aydınlatma sistemlerinin tasarımı için bilgisayar programlarının kullanımı gün geçtikçe zorunlu olmaktadır. Tasarımcılar doğru aydınlatma sistemlerini binaları için uygulayabilmektedir. Ancak, program kullanıcıları hala beklenen hata oranlarını tahmin edebilmekte zorluk çekmektedir. Bilgisayarların gelişmiş hesaplama kapasitesiyle, binaların enerji tüketimini minimize edebilmek için en uygun pencere büyüklüğü ve çeşidi bulunabilmektedir [6].

Bina tasarımcıları, günışığı aydınlatma tasarımı ilkelerini binalarına uygulamak için bu tür programları kullanabilir. Bina içinde belirlenmiş her bir nokta için belirli koşullar altında günışığı aydınlık değerleri programlar aracılığı ile tespit edilebilmektedir. Hacim içindeki aydınlık dağılımı incelenebilmektedir. Bilgisayar programları, binaların yıllık enerji tüketimini de tahmin edebilmekte; ayrıca da alternatif günışığı kontrol yöntemleri uygulanabilmektedir. Tüm bunlara ek olarak, güneşin konumu ve zaman ile ilgili de tahmin yapabilmektedir. Programların sayılan tüm becerileri kullanılarak gölgeleme elemanları (güneş kırıcılar) tasarımı ve görsel ve termal performans için planimetrik konfigürasyon çalışmaları yapılabilmektedir [7].

Doğal aydınlatma tasarımları ve araştırmalarında kullanılan belli başlı programlar şöyle sıralanabilir; 3DStudioMax, Softimage, Maya, Light Wave 3D, Energy Plus, Lightscape, Relux Professional, Skyvision, Delight and OptiCAD. Genel olarak iki temel hesaplama yöntemi kullanılmaktadır; ışınsallık (radiosity) ve ışın izleme(raytracing). Farklı yüzey elemanlarının merkez noktalarının aydınlık (illuminance) ve parlaklık (luminance) değerleri ışınsallık yöntemi ile belirlenebilmektedir [4]. Bir ortamdaki yüzeylerin, yayılan (diffuse) ışığı emmelerini ve aralarında yansıtılmalarının hesabı üzerine kurulu bir işlemdir. Işın izleme yönteminde ise gözlemcinin gözünden yayıldığı varsayılan ışık demetlerinin izlenerek yüzeylerin görselliği tanımlanmaktadır. Işın izleme tekniğinde, kaynağından çıkan ışınlar üç boyutlu ortam içinde takip edilir. Bu yöntem ile ışık hacim içindeki nesnelere göre nesnelere yansır veya kırınımına uğrar. Tüm yansıma ve kırınım hesaplamalar katıldığı için daha etkin bir yöntemdir [4].



Şekil 7. Lightscape Programı İle Modellenmiş Bir İç Hacim Örneği.(Lightscape)

### 3.3 Denklemler

Denklemler aracılığı ile hesaplama yöntemleri, iç hacim koşullarının dışarı ile bağlantısı hakkında bilgi sağladığı için tasarımcılar tarafından kullanılmaktadır. Sonuçlar, dış aydınlık seviyeleri ile iç hacimdekilerin oranı kurularak ifade edilir. En temel formül günüşiği faktörü (DF) olarak adlandırılır. [19].

$$DF = 100 \times \frac{E_i}{E_e} \quad (1)$$

Yukarıdaki formülde  $E_i$  iç aydınlık değeri,  $E_e$  ise dış aydınlık değeri, DF ise günüşiği faktörünü ifade eder.

İç hacimde herhangi bir noktanın günüşiği aydınlık değeri, çok sayıda etkene bağlıdır. Bunlardan bazıları gök tipi (açık, kapalı, yarı bulutlu gibi), pencerelerin ölçüsü ve konumu, cam tipi, nokta ile pencere arasındaki mesafe, dış engel durumu, yüzeylerin yansıtma katsayıları v.b. dir. Söz konusu parametreleri de içeren ve günüşiği aydınlık değerinin hesaplanması için çeşitli denklemler önerilmektedir [19, 20].

## 4. GÜNIŞİĞİ AYDINLIK DEĞERLERİNİN KESTİRİMİ İÇİN YAPAY SİNİR AĞ MODELİ

Bu çalışmada, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümü C blok ofislerinin doğal aydınlık değerlerinin kestirimi için üç katmanlı ve ileri beslemeli (feed forward) yöntem ile yapay sinir ağ modeli Microsoft Excel programında kurulmuştur [21]. Model kurulurken Excel elektronik çizelge (spreadsheet) yöntemi ile simpleks optimizasyon (simplex optimization) uygulanmıştır [22, 23]. Modelde toplam 13 nöron girdi parametresi olarak, bir nöron de çıktı parametresi olarak kullanılmıştır. Girdi parametreleri gün, saat, dış hava sıcaklığı, nem, güneş ışınımı, UV indeks, UV doz, aydınlık ölçüm noktalarının pencereye uzaklığı, pencere sayısı, odaların yönü, oda boyutları, ölçüm noktaları ve katlar olmuştur. Doğal aydınlık değerleri ise çıktı parametresi olarak modele katılmıştır (Tablo 2).

Günüşiği aydınlık değerlerinin tespit edilmesi için alan çalışması yapılmış, örnek binada odaların içinde tespit edilen referans noktalarının gün boyunca üç defa (saat 9.00, 12.00 ve 15.00 te) aydınlık değerleri portatif lüksmetre ile (aydınlık ölçer ile) ölçülmüş. Değerler oluşturulan tablolara kaydedilmiş ve binanın planına işlenmiştir. Aydınlık değerlerinin ölçümleri, CIBSE (1994) ölçüm yöntemine göre yapılmıştır. Ölçüm noktaları **Şekil 8'** de binanın kat planında ve **Şekil 9'** da kesitte gösterilmektedir. Ölçüm zamanı Kasım 2007 ile Ocak 2008 tarihlerini kapsamaktadır. Tüm hava koşulları (açık, kapalı ve bulutlu hava) sağlanmaktadır.

Yapay sinir ağ modeli kurulurken, veriler iki gruba ayrılmıştır. İlki modelin öğrenmesi için (training), diğeri ise modeli test etmek (testing) için kullanılmıştır; toplam olarak 100 veri seti 14 parametre ile kurulmuştur. Bunlardan 13'ü girdi parametreleri, 14'üncü ise çıktı parametresidir. Model 10000 iterasyon (her bir öğrenme seti için bir iterasyon denilmektedir) ile öğrenme işlemini tamamlamaktadır. Modelin performansı 10000'den daha düşük iterasyon sayısı için azalmakta, daha fazla iterasyon sayısı için de çıktı değerlerini ezberlemektedir. Modelin performansı, aydınlık hata yüzdesi ile hesaplanmıştır.

$$IPE = \frac{E(i) - T(i)}{T(i)} 100\% \quad (2)$$



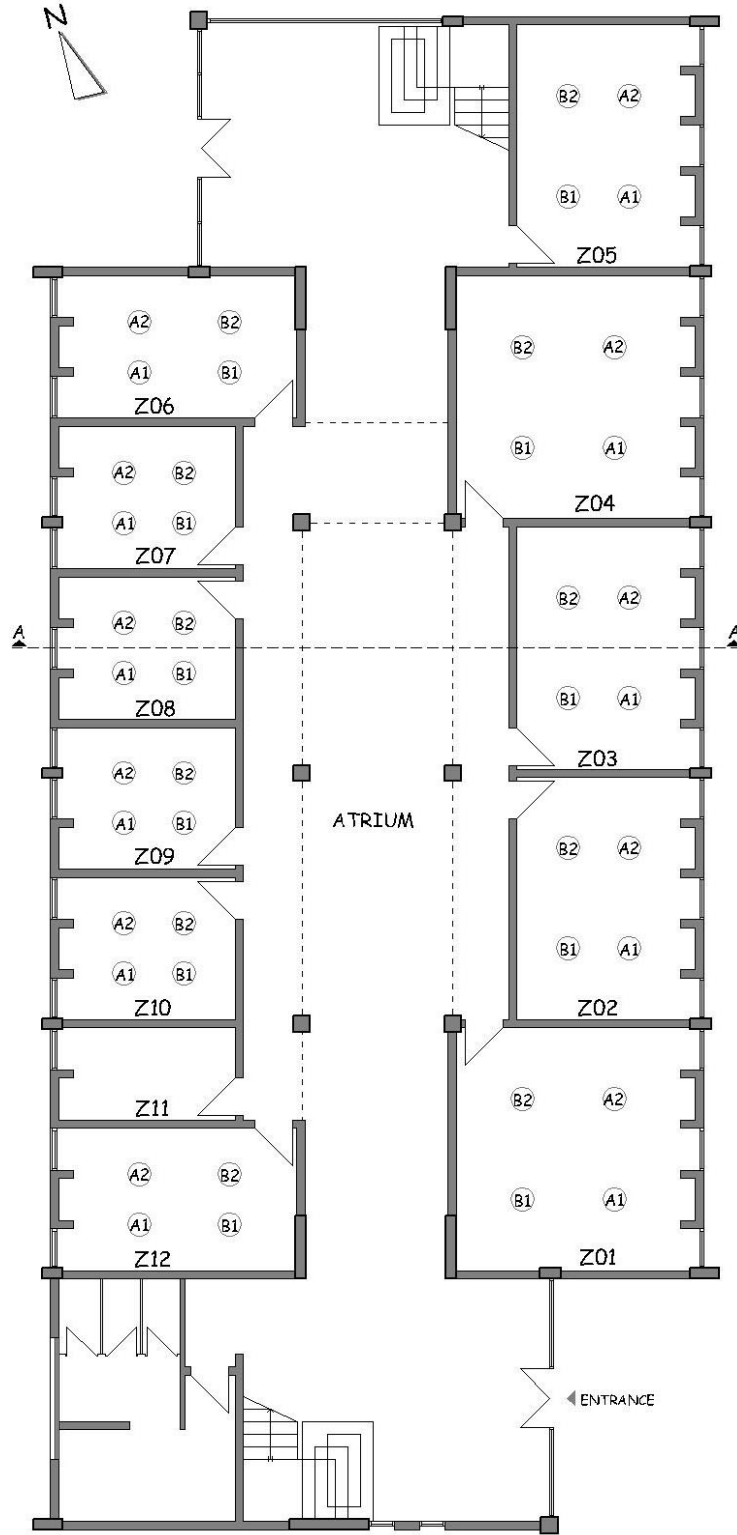
**Tablo 2.** Yapay Sinir Ağ Modelinde Kullanılan Değişkenler

Girdi Değişkenleri	Modelde kullanılan veriler	
	Minimum	Maksimum
Gün (1,2,3.....100)	1	114
Saat (9.00, 12.00, 15.00)	9.00	15.00
Dış hava sıcaklığı( <sup>0</sup> C)	5.70	22.00
Nem	29.00	89.00
Güneş ışınımı	12.00	700.00
UV İndeks	0.00	3.50
UV Doz	0.00	0.19
Aydınlık ölçüm noktalarının pencereye uzaklığı (m)	1	2
Pencere sayısı (1,2,3)	1	3
Odaların yönü(1= doğu; 2= batı)	1	2
Oda boyutları(uzunluk/genişlik)	0.58	1.30
Ölçüm referans noktaları (1=A <sub>1</sub> ; 2=A <sub>2</sub> ;3=B <sub>1</sub> ;4=B <sub>2</sub> )	1	4
Katların sayısı(1= zemin kat; 2= birinci kat)	1	2
Günlüğü aydınlık değeri (lüks-lx)	9.40	1679.00

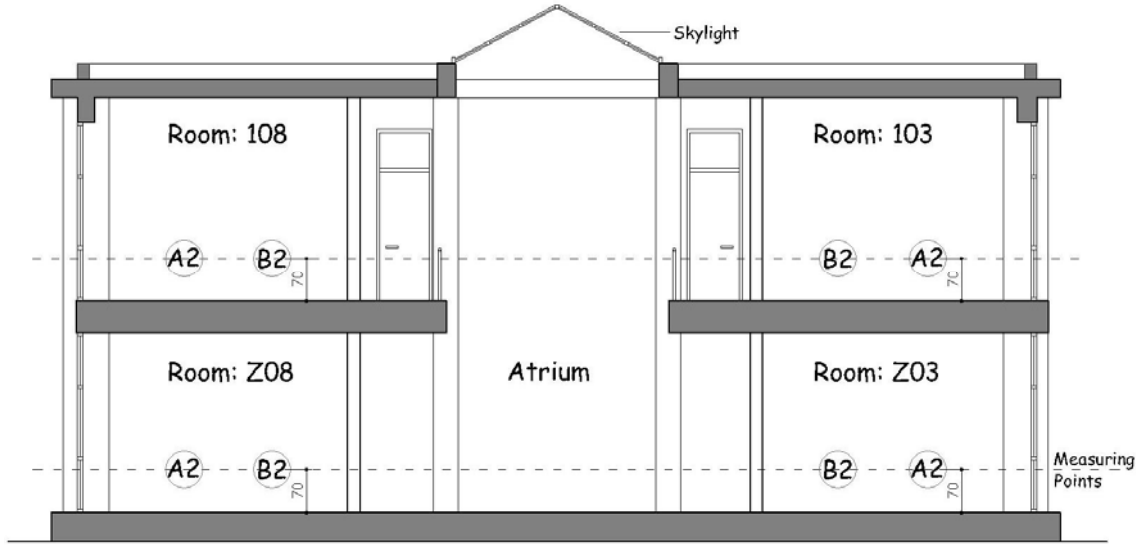
## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, bürolar için günışığı tasarımının öneminden ve gün ışığı aydınlık değerlerinin tespit edilebilmesi için yöntemlerden bahsedilmiştir. Bürolarda konforlu ve verimli bir çalışma ortamı oluşturmak için günışığından faydalanılması ve doğal aydınlatmanın etkin biçimde tasarlanması gerekmektedir. Etkin bir doğal aydınlatma ile binanın enerji tüketiminin azaltılması ve çalışanların performansı ile üretkenliğinin artırılması da mümkün olmaktadır. İyi ışıklandırılmış binaların tasarımı sırasında belirli noktaların aydınlık değerlerini belirleyebilmek için maketler, sayısal denklemler ve bilgisayar programları gibi çeşitli tasarım araçları kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise örnek seçilen binadaki ofislerin aydınlık değerlerinin tahmin edilebilmesi için bir yapay sinir ağ modeli kurulması yeni bir yöntem olarak önerilmiştir.

Model, % 2'lik hata payı ile aydınlık değerlerini doğru tahmin edebildiği için bu çalışmadan başarılı bir sonuç elde edilmiştir. Aydınlatma tasarımları ve araştırmaları için, çeşitli tasarım kriterleri, ölçekli maketler, bilgisayar programları ve sayısal hesaplama yöntemlerinin yanı sıra, yapay sinir ağ modeli uygulamasının da mimarlar ve araştırmacılar tarafından kullanılabilmesi düşünülmektedir. Binaların günışığı performansının değerlendirilmesi çalışmalarında da faydalanılabilecek bir yöntem olabilir. Ayrıca, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında mevcut binaların aydınlık değerleri ile ilgili geri bildirim almak için daha kısa süreli ve başarılı bir yöntem olduğu da düşünülmektedir.



Şekil 8. Ölçüm Noktalarının Bina Planındaki Görünümü [21,23]



Şekil 9. Ölçüm Noktalarının Bina Kesitinde Gösterimi [21,23]

#### KAYNAKLAR

- [1] MANAV, B. An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to colour temperature and illuminances, *Building and Environment*, 42, 979-983, 1993.
- [2] PARK, K.W., Athienitis A.K., Workplane illuminance prediction method for daylighting control systems, *Solar Energy*, 75, 277-284, 2003.
- [3] FONTOYNONT, M., Perceived performance of daylighting systems: Lighting efficacy and agreeableness, *Solar Energy*, 73, 83-94, 2002.
- [4] RUCK, N.C., International Energy Agency's Solar Heating and Cooling Task 31, 2006.
- [5] CAPELUTO, I.G., The influence of the urban environment on the availability of daylighting in office buildings in Israel, *Building and Environment*, 38, 745-752, 2003.
- [6] MIYAZAKI, T., Akisawa, A., Kashiwagi T., Energy savings of office buildings by the use of semi-transparent solar cells for windows, *Renewable Energy*, 30, 281-304, 2005.
- [7] LESLIE, R.P., Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?, *Building and Environment*, 38, 381-385, 2003.
- [8] LI, D.H.W., Tsang E.K.W., An analysis of measured and simulated daylight illuminance and lighting savings in a daylit corridor, *Building and Environment*, 40, 973-982, 2005.
- [9] ATIF, M.R., Galasiu, A.D., Energy performance of daylight-linked automatic lighting control systems in large atrium spaces: report on two field-monitored case studies, *Energy and Buildings*, 35, 441-461, 2003.
- [10] THANACHAREONKIT, A., Scartezzini, J.L., Andersen, M., Comparing daylighting performance assessment of buildings in scale models and test modules, *Solar Energy*, 79, 168-182, 2005.
- [11] LITTLEFAIR, P., Daylight prediction in atrium buildings, *Solar Energy*, 73, 105-109, 2002.
- [12] CALCAGNI, B., Paroncini, M. Daylight factor prediction in atria building designs, *Solar Energy*, 76, 669-682, 2004.
- [13] LECHNER, N. *Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects*, John Wiley and Sons Inc., 2001.
- [14] GALASIU, A. D. and Veitch J. A. Occupants preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review, *Energy and Buildings*, 38, 728-742, 2006.
- [15] PHILLIPS, D., "Daylighting: Natural light in architecture", Architectural Press, 2004.
- [16] TZEMPELIKOS, A. and Athienitis, A. K. The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand, *Solar Energy*, 2006.

- [17] SARIDAR, S. and Elkadi, H., The impact of applying recent façade technology on daylighting performance in buildings in eastern Mediterranean, *Building and Environment*, 37, 1205-1212, 2002.
- [18] KISCHKOWEIT-Lopin, M., An overview of daylighting systems, *Solar Energy*, 73, 77-82, 2002.
- [19] MOORE, F., "Environmental control systems heating cooling lighting", Mc Graw-Hill Inc., 1993.
- [20] SERRA, R., Chapter 6 – Daylighting, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2, 115-155, 1998.
- [21] KAZANASMAZ, T., Günaydın, M., Binol, S., Artificial neural networks to predict daylight illuminance in office buildings, *Building and Environment* (2009), doi:10.1016/j.buildenv.2008.11.012.
- [22] HEGAZY, T., Aayed, A., Neural network model for parametric cost estimation of highway projects, *Journal of Construction Engineering and Management*, May/June, 210-218, 1998.
- [23] BİNOL, S., A Prediction Model for Daylighting Illuminance for Office Buildings, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aralık, 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

### Z. Tuğçe KAZANASMAZ

1978 doğumludur. 2000 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 2002 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesinden Mimarlık Yapı Bilimleri'nden yüksek lisansı, aynı üniversiteden 2005 yılında Doktor ünvanını almıştır. 2005 yılından beri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde, öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Hastane tasarımı, mimari aydınlatma, binaların doğal aydınlatma performansı ve enerji etkin tasarım konularında çalışmaktadır.

### Murat GÜNAYDIN

1970 doğumludur. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 1992 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinden yüksek lisans çalışmasına başlamıştır. 1995 yılında Illinois Institute of Technology'den inşaat mühendisliği yüksek lisansı aynı üniversiteden 1999 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1993-1999 yıllarında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi, 1994-1999 yıllarında Illinois Institute of Technology'de Araştırma Asistanı olarak görev yapmıştır. 1999 yılından beri İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde, öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Yapım mühendisliği ve yönetimi, inşaat sektöründe toplam kalite yönetimi, proje yönetiminde bilgi teknolojileri, akıllı binalar ve enerji etkin tasarım konularında çalışmaktadır.

### Selcen BİNOL

1982 doğumludur. 2005 yılında Uludağ Üniversitesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 2004-2006 yıllarında Adana'da, Arıkoğlu Mimarlık Ltd. Şti ve Lider Mühendislik Mimarlık Ltd.Şti. bürolarında mimarlık çalışmalarında bulunmuştur. 2008 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümünden yüksek lisans derecesini almıştır. Tezinde büroların günışığı tasarımı ve yapay sinir ağ modeli konularını çalışmıştır.