

# BİNALARIN DOĞAL AYDINLATMA PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Z.Tuğçe KAZANASMAZ  
tugcekazanasmaz@iyte.edu.tr

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümü  
Gülbahçe Kampusu, 35430 Urla-İzmir

## ÖZET

Bina tasarımlarında günışığı kullanımına yönelik çalışmalar mimarlık alanında önemli bir role sahiptir. Günışığı temel ışık kaynağı olarak binalarda doğru tasarlandığı zaman insan sağlığını ve eylemlerini destekleyici dinamik mekanlar oluşturmada ve binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Hem bu nedenlerden dolayı hem de çeşitli tasarım araçlarının (ölçekli maket, matematiksel formüller ve bilgisayar programları) gelişimi ile binaların doğal aydınlatma tasarımı çalışmalarına gittikçe artan bir ilgi oluşmuştur. Tasarım aşamasından sonra binaların doğal aydınlatma performansının değerlendirilmesine yönelik araştırmalar da hem görsel konfor koşullarını hem de sonraki tasarımları destekleyici bilgi oluşturmaktadır. İç hacimde sağlanmış olan uygun günışığı aydınlık değerleri, sadece kullanıcıların rahat görmesini sağlamaz aynı zamanda herhangi bir yorgunluk ve gerginlik olmadan yürütülmesi gereken eylemlerin verimli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesinde de kolaylık yaratır. Ancak görsel konforu sağlamak için parlı oranlarının da uygun seviyelerde sağlanmalıdır ki bu da ışık kaynakları ve tüm yüzeylerin yansıtıcılıklarını içeren faktörlerin incelenmesini gerektirir. Parlı oranlarının dengeli bir dağılım içinde olması mekanın görsel performansını artırır. Performans değerlendirme çalışmalarında yöntem oluşturulurken öncelikle yapılması gereken günışığı her an değişiklik gösterdiği için gün, saat, meteorolojik durum, güneşin konumu ve bina lokasyonu gibi değişkenleri; ışığın binanın içine geçebilme özelliği için binanın yönelimi, pencere boyutları ve konumu; ışığın mekanda düzgün dağılımı için yüzeylerin ışığı yansıtıcılıkları ve renksel özellikleri gibi değişkenlerin tanımlanması ve incelenmesidir. Bu amaçla, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümüne ait üç sınıfta doğal aydınlatma performansı parametrelerinin tanımlanması için bir çalışma yürütülmüştür. İlgili mekanlarda aydınlık seviyeleri ve parlı değerleri ölçülmüş. Konuyla ilgili standartlar ve tasarım normları araştırılmış; sınıflar bilgisayar programı(Velux Daylight Visualizer) aracılığı ile modellenerek pencerelerin farklı koşullar için durumu incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gün ışığı, görsel konfor, doğal aydınlatma performansı, performans parametreleri.

## 1. GİRİŞ

Günışığı, eski zamanlardan günümüze kadar binaların iç hacimlerinin aydınlatılması için kullanılan en temel ışık kaynağı olmuştur. Günışığı doğru ve uygun bir şekilde kullanıldığı zaman, bina kullanıcılarının konforlu bir görüş alanı içinde kolaylıkla ve verimli olarak eylemlerini gerçekleştirmelerini sağlayan etkin bir doğal aydınlatma tasarlanmış olur. İyi tasarlanmış doğal aydınlatma ile mekanların iç görünümü geliştirilmiş olur. Mekanlar daha kolay algılanabilir.

Günışığı, insan sağlığını ve eylemleri destekleyici dinamik mekanlar

oluşturmakla beraber binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Yapay aydınlatma sistemleri daha kısa süreli kullanıldığı için elektrik enerjisi tüketimi de azalmış olmaktadır. Ancak günışığının yetersiz olduğu zamanlarda lokal olan yapay bir aydınlatma sistemi, destekleyici olarak kullanılabilir. Binanın içinde dağılan günışığı, doğal bir ısı kazancı sağladığı için, mekanik ısıtma sistemleri de daha verimli bir şekilde çalışmaktadır. Hem günışığının bahsedilen faydalarından dolayı hem de çeşitli tasarım araçlarının (ölçekli maket, matematiksel formüller ve bilgisayar programları) gelişimi ile binaların doğal aydınlatma tasarımı

çalışmalarına gittikçe artan bir ilgi oluşmuştur.

İç hacmin aydınlanması için olan yeterli ve uygun günışığı, sadece kullanıcıların çevreyi rahat görmesini değil, aynı zamanda herhangi bir yorgunluk ve görsel rahatsızlık olmadan eylemlerin verimli ve etken bir şekilde gerçekleştirilmesini de sağlamalıdır. Bu bağlamda, yeterli aydınlık düzeyi ile görsel konfor koşulları, binanın enerji tüketimi ve enerji performansı kavramlarıyla beraber düşünülmelidir. Bu nedenle de, tasarım aşamasından sonra binaların doğal aydınlatma performansının değerlendirilmesine yönelik araştırmalar yürütülmektedir ve hem görsel konfor koşullarını hem de sonraki tasarımları destekleyici bilgi oluşturulmaktadır [1,2].

Ancak görsel konforu sağlamak için parıltı oranlarının da uygun seviyelerde sağlanmalıdır ki bu da ışık kaynakları ve tüm yüzeylerin yansıtıcılıklarını içeren faktörlerin incelenmesini gerektirir. Parıltı oranlarının dengeli bir dağılım içinde olması mekanın görsel performansını artırır. Performans değerlendirme çalışmalarında yöntem oluşturulurken öncelikle yapılması gereken günışığı her an değişiklik gösterdiği için gün, saat, meteorolojik durum, güneşin konumu ve bina lokasyonu gibi değişkenleri; ışığın binanın içine geçebilme özelliği için binanın yönelimi, pencere boyutları ve konumu; ışığın mekanda düzgün dağılımı için yüzeylerin ışığı yansıtıcılıkları ve renksel özellikleri gibi değişkenlerin tanımlanması ve incelenmesidir. Bu amaçla, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Bölümüne ait üç derslikte doğal aydınlatma performansı parametrelerinin tanımlanması için bir çalışma yürütülmüştür. İlgili mekanlarda aydınlık seviyeleri ve parıltı değerleri ölçülmüş. Konuyla ilgili standartlar ve tasarım normları araştırılmış; sınıflar bilgisayar programı (Velux Daylight Visualizer) aracılığı ile modellenerek yukarıda

bahsedilen değişkenlerin farklı koşullar için durumu incelenmiştir.

## 2. GÖRSEL KONFOR

Görsel konfor, ısı konfor ve enerji tüketimi birbiriyle bağlantılı üç kavramdır. Konforlu bir görsel ortam oluşturabilmek için iç hacimde öncelikle yeterli bir aydınlık düzeyi sağlanmalıdır. Günışığı bina içine alındıkça güneş ışınımı da beraberinde gelmekte, böylece içerde hem ışık ve hem de ısı olmaktadır. Yaz döneminde, güneş ışınımı yoğunluğu çok yüksek olduğu zaman, ısı konfor koşullarını da sağlayabilmek için ve yoğun ısı kazancını azaltmak için güneş ışınımının binaya kontrollü olarak alınması gerekir. Kış döneminde ise, güneş ışınımı istenilen bir doğal aydınlık düzenini sağladığı için ve mekanın ısıtma ihtiyacının bir kısmını karşıladığı için olumlu bir etki oluşturduğu söylenebilir. Ancak çok geniş cam yüzeylere sahip binalarda aşırı ısınma problemi ile kış döneminde bile karşılaşmaktadır ki buna karşı önlemler alınmalıdır. Pencere ve diğer cam yüzeyler ısı kayıp/kazanç durumları dikkate alınarak uygun malzemelerle ve sistemlerle tasarlanmalı, yüzey sıcaklıkları da mekanı kullanan insanların konforu ve enerji verimliliği düşünülerek sabitlenmelidir. Camın optik ve ısı özelliklerine de tasarım aşamasında karar verilmelidir [3,4].

İç hacimlerin aydınlatma tasarımında dikkate alınması gereken başlıca ışık kalitesi kriterleri arasında aydınlatma düzeyi, parıltı dağılımları, kamaşmanın önlenmesi, ışığın yönlendirilmesi, gölgeleme ve ışık renkleri yer alır. Her defasında tüm kriterler, herhangi bir mekana özel gereksinimleri sağlamak için düzgün bir şekilde tasarıma adapte edilmelidir. Özellikle de bahsedilen sıraya göre öncelikle önem verilmelidir. Tabi ki tasarıma başlarken yeterli aydınlık düzeyi şartı sağlanmalıdır.

İnsanların görsel açıdan konforlu bir çevrede yaşayabilmeleri için parlıltı oranlarını sağlamak, ışıık kaynaklarını ve yüzey yansıtıcılıkları gibi faktörleri dikkatlice incelemeyi gerektirmektedir. Görsel konfor için, görüş alanı içindeki en yakındaki iş alanı ile onu çevreleyen yüzeylerin parlıltıları arasında bir denge kurulmalıdır. Böylece çok karanlık arka plan yüzeyler ve ya göz alıcı, çok parlak bir çevreden kaçınılmış olur. Görsel performans, iç hacimde doğru parlaklık dengeleri veren bir aydınlatma ile güçlenmiş olur. Kontrast da sağlık bir görüş ortamı için gereklidir. Görüş alanı içindeki bir objenin etrafında doğru ve düzgün dağılımlı parlaklık, objenin şeklini ortaya çıkartmaktadır. Objelerin üzerinde gölge ve aydınlanmış yüzeyler oluşur. Bunun için de uygun yüzey yansıtıcılıklarının seçilmesi ve pencere sisteminin tasarlanması önemlidir [3,4,5] (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma masasının arkasından doğrudan gelen günışığının ekranda kamaşma problemi olmasına neden olması [3]

### 3. BİNALARIN DOĞAL AYDINLATMA PERFORMANSI

Binaların doğal aydınlatma performanslarının değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler önerilmektedir. Bunlardan en

yeni olanı, aydınlatılan iç hacim ve kullanılan malzemelere bağlı olarak, pencerelerin günışığı aydınlatma elemanı gibi yapılandırıldığını kabul etmektedir. Yöntem, binaların ve bina bileşenlerinin günışığı karşısındaki davranışının değerlendirilmesine dayanmaktadır. Görsel çevrenin, mekanı kullanan insanların görsel ihtiyaçlarına nasıl uygunluk sağladığının araştırılmasına yönelik, objektif bir analiz önerilmektedir.

Çoğu zaman dergilerde gördüğümüz iç hacim fotoğraflarına bakarak, gerek fotoğrafçının yeteneği sayesinde gerekse çekim yapılan zamanın iklim koşullarının farklılık göstermesi nedeniyle doğal aydınlatmanın mekan üzerindeki etkisi ve gerçekten aydınlık mı, yoksa karanlık mı olduğu anlaşılamamaktadır. Acaba aydınlık düzeyi binayı kullananların eylemlerine uygun mudur veya güneş kırıcı elemanlar etkin ve verimli bir şekilde kullanılmakta mıdır? Benzer tüm sorular, binanın doğal aydınlatma açısından 'performansı' kavramını ortaya çıkartmaktadır. Bu, aydınlatmanın kalitesini rapor olarak sunan görsel bir imajın ötesinde bir çalışma gerektirmektedir. Bina, ışığın içinde dağıldığı optik bir sistem olarak kabul edilmektedir. Pencerelerin boyutları, yüzeylerin şekil ve yapısal özellikleri bu dağılımı etkilemektedir. Bu nedenle, inceleme sahasında, her bir elemanın söz konusu sistem içindeki rolü tanımlanmalıdır. Böylece her bir elemanın mimari sonuç üzerindeki başarılı ya da başarısız etkisi anlaşılabilir ve tasarım alanında kullanılabilir bilgi üretilebilmektedir [5].

İşıığın oda içinde dağılımını açıklayabilmek için çeşitli yüzeylerin (çalışma alanı, duvarlar, bilgisayar ekranı, resimler vs.) aydınlık seviyesi ölçümlerinin yapılması gerekir. Ancak doğal ışığın yoğunluğu her an değiştiği için, dış alandaki anlık yatay aydınlık seviyesi ile iç referans noktalarının aydınlık seviyesi arasındaki oranı incelemek gereklidir. Bu oran

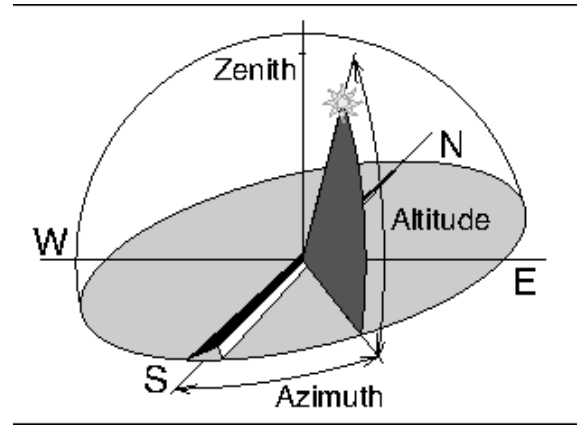
güneşliği faktörü (DF) olarak tanımlanır ve birimi yüzde (%) ile ifade edilir. Dış aydınlık seviyesi arttığı zaman iç aydınlık seviyesi de aynı oranda artar. Ancak, belirli bir referans noktasının güneşliği aydınlık değeri başka önemli etkenlere bağlıdır. Bunlar, gök tipi, pencerelerin büyüklükleri ve konumu, cam tipi, referans noktası ile pencere arasındaki mesafe, iç yüzeylerin yansıtma katsayıları, binanın konumu, yönelimi vb' dir [4,6].

Bu çalışmada, söz konusu etkenler, güneşliğine ve doğal aydınlatma tasarımı üzerindeki etki türlerine göre aşağıdaki gibi üç grupta incelenmiştir. Güneşliğinin dış ortamdaki aydınlık değerine ve miktarına etki eden gün, saat, gök durumu (havanın kapalılık oranı), güneşin konumu ve binanın yer üzerinde konumu ilk grupta yer almaktadır. Güneşliğinin bina içine geçebilmesi için belirli oranlarda açıklıklar tasarlanmalıdır. Bunlarda pencere açıklıkları olmakta, ölçü ve konumları değiştikçe dış ortam aydınlık değeri aynı olsa da bina iç referans noktasındaki değer de değişmektedir. Ayrıca iç hacimlerin yönelimi de aynı dış ortam ve gök koşullarında referans noktalarının aydınlık değerlerini etkilemektedir. Güneşliğinin iç hacimlere geçmesine etki edenler de ikinci grupta yer almaktadır. Benzer dış ortam koşullarında ve benzer pencere açıklıklarında bile iç hacimdeki yüzey yansıtıcılıkları, yüzeylerin renk ve optik özellikleri farklılık gösterdiği için referans noktalarında farklı aydınlık değerleri ölçülebilmektedir. Bu nedenle, gün ışığı iç hacimde iken dağılımına etki eden parametreler de üçüncü grupta incelenmektedir.

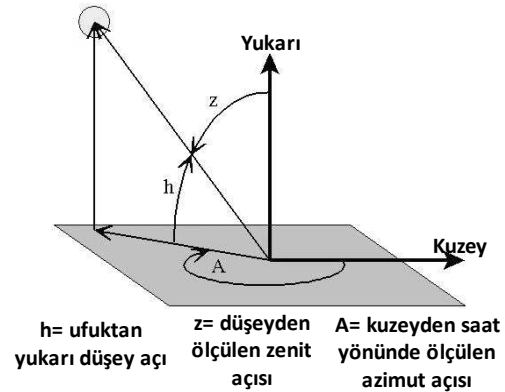
### 3.1 Güneşliğine etki eden parametreler

Dünya hem güneş etrafında hem de kendi etrafında döndüğü için dünya üzerinde herhangi bir noktada, saat ve mevsimlere bağlı olarak güneşin konumu değişir. Güneşin konumu, altitüd açısı ve azimut açısı kavramlarıyla tanımlanır. (Şekil 2a,

Şekil 2b). Güneşin yükseklik açısı diye de adlandırılabilen altitüd açısı, enlem çizgileri, mevsim ve saate göre değişen güneşin merkezi ile ufuk çizgisi arasındaki açı olmaktadır. Azimut ise kuzey yönü çizgisi ile güneşin merkezinden geçen düşey dairenin arasındaki yatay açıdır [7].



Şekil 2a. Azimut ve altitüd açıları [8].



Şekil 2b. Azimut ve altitüd açılarının farklı bir gösterimi [9].

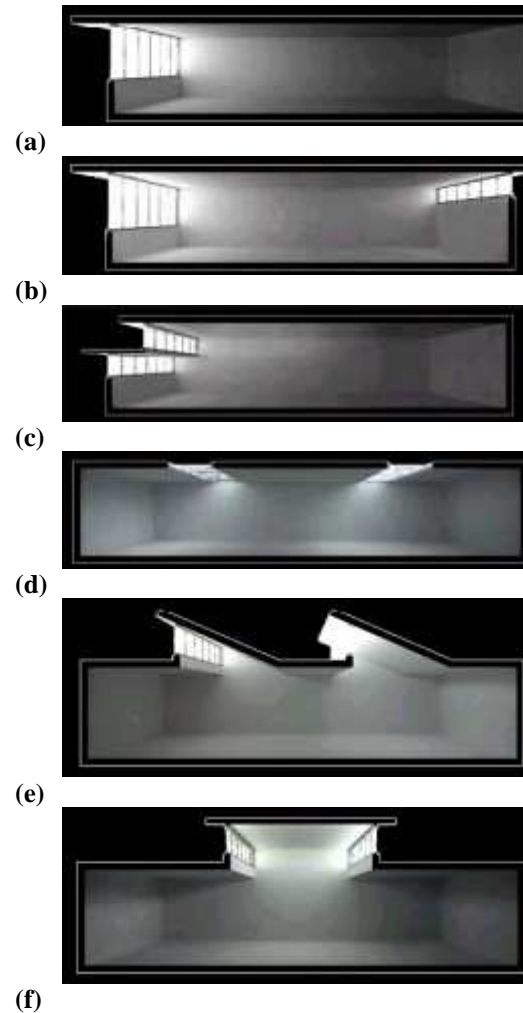
Bugüne kadar yürütülen çeşitli çalışmalarla, güneşin konumu ve gök koşullarının iç hacimdeki referans noktasının doğal aydınlık değerini belirleyici olduğu görülmüştür. Bu nedenle, ölçümler gün içinde değişik saatlerde yapılmakta ve dış ortam hava koşulları değerlendirmeye alınmaktadır [6,10,11].

### 3.2 Günüşğının iç hacimlere geçmesine etki eden parametreler

Binanın konumu kadar güneşe göre yönelimi de önemlidir ve doğal aydınlatma tasarımı ile doğrudan ilgilidir [12]. Her bir yönelme için farklı tasarım stratejileri geliştirilmelidir. Kuzey yarımküre için, binaların güney cephesindeki cam yüzeyler, kışın güneş ısısı istenildiği zaman kullanılmalıdır. Kuzey cephesindeki açıklıklar ise kış güneşi istenmediği zaman uygulanmalıdır. Yazın aşırı ısınma veya yoğun kamaşma problemlerine karşı, yarım gün boyunca doğrudan güneş ışığına maruz kalan doğu ve batı yönlerine bakan açıklıklardan kaçınılmalıdır [4,13]. Her bir mimari program yönelme açısından kendine özgü özellikleri barındırdığı için, binanın fonksiyonu (ofis, okul, hastane vb.) yönelme ihtiyacını belirler. Binanın iç mekanlarının düzenlenmesine göre gün ışığından en fazla miktarda faydalanılması amaçlanır. Kuzey yarımkürede yer alan bir konut örneği için, mutfak, kahvaltı odası (veya yatak odası bile olabilir) gibi mekanların çoğunlukla sabah ışığından faydalanması için binanın doğu yönünde konumlandırılması gerekir. Diğer taraftan, oturma odası veya salon gibi öğleden sonra ve akşam kullanılan odaların güney veya batıya bakması uygun olmaktadır [12].

Pencerelerin uygulanışının en temel amaçlarından biri günüşğının binaya girebilmesi olduğu için, boyutlarının ve konumunun tasarlanması, doğal aydınlatma tasarımına da doğrudan etki eder [4,12]. Pencere açıklığı iç çevre ile dış çevreyi birbirine bağlar; pencereler duvar düzleminde olabileceği gibi çatı açıklıkları şeklinde de tasarlanabilir. Yatay olarak tasarlanmış pencereler, duvarın tavana yakın kısımlarında konumlandırılmış ise günüşği mümkün olan en uzak noktalara kadar ulaşır. Böylece kamaşma gibi problemler çözülmüş olur ve iç hacimde yüzeyler ve pencereler arasındaki kontrast azalmış olur.

Işık ne kadar yukarıdan (tepe ışıklıkları gibi) girerse o kadar dengeli ve ışıklı bir aydınlatma tasarımı elde edilir [12,13]. Özellikle güneye bakan çatı ışıklıkları çeşitli avantajlar sunar. Bunlardan biri çatıdan geçen gün ışınının binanın herhangi bir bölümüne dağıtılabilmesidir. Pencere açıklıkları ne kadar geniş olursa o kadar aydınlık bir iç ortam oluşturulur. Aydınlatılması istenilen alanlardaki ışık miktarı pencerelerden uzaklaştıkça azalır. Pencere hattı ile aydınlatılacak noktalar arasındaki mesafe önemli bir tasarım kriteri olmaktadır. Şekil 3' te farklı konumlarda ve büyüklüklerdeki pencere açıklıklarının odanın aydınlatılmasına olan etkisi görülmektedir.

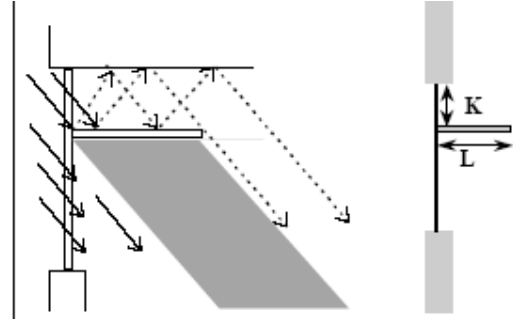


Şekil 3. Pencere konumlarına göre ışığın dağılımı [3]

### 3.3 Güneşin iç hacimde dağılımına etki eden parametreler

Güneşin iç hacimde dağılımına, yüzeye çarpan ışığın yansımaya ve kırılma özelliği ile ışığın ve yüzeylerin renksel yapıları da etki eder. Işığı yönlendirmek için kullanılan en temel ve yeni tasarım elemanı ışık rafları olmaktadır. (Şekil 4) Işık rafı, pencereyi alt ve üst bölümlere ayırır. Üzerine düşen dolaysız gün ışınımını içeriye yansıtarak, pencereye uzak bulunan yüzeylerin aydınlanmasını sağlar. Böylece daha dengeli ve homojen bir ışık dağılımı olur. Pencerenin iç veya dış kısmında olabildiği gibi yüksek yansıtıcılıklı malzemelerden veya işlenmiş alüminyumdan yapılır [3].

Yüzeylerin renkleri, üzerlerinde yansıttıkları ışığın yapısı ve değişik dalga boylarındaki yansıtıcılıklarına göre değişir. Renklerin ışığı yansıtma özelliği ile aydınlık seviyesindeki değişim arasında bağlantı ele alınması gereken önemli bir araştırma konusu olmaktadır. Her bir renk farklı bir yansıtıcılık özelliğine sahiptir. Işık kaynağının renksel niteliği de iç hacimdeki görsel konfor durumunu etkilemektedir. Cisimler, ışık kaynağının yaydığı ışığın renginin tonlarında görülebilmektedir [14].



Şekil 4. Pencerenin içine yerleştirilmiş ışık rafı. [3].

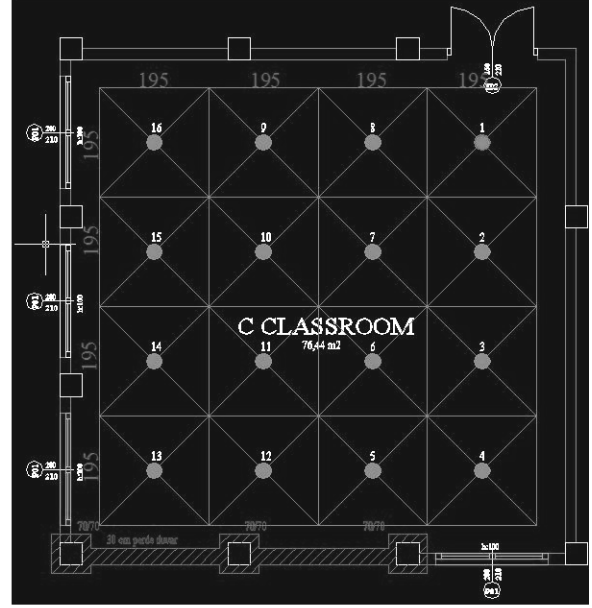
## 4. ÖRNEK ÇALIŞMA

Doğal aydınlatma araştırmalarının temel amacı güneşten mümkün olan en fazla miktarda faydalanmak ve iç ortam konfor koşullarını böylece sağlamak için varsa problemleri tespit etmek ve yeni tasarım çözümleri üretmektir. Dersliklerde, doğal aydınlatma gerekli olmasına rağmen doğru uygulanmasında zorluklar vardır. Derslikler çok büyük ve derinliği fazla olan mekanlar olabilmektedir. Dersliklerde, çeşitli işler ve eylemler bir arada yürütülebilmektedir. Güneşin, iç mekan kalitesini artırıcı özelliği olduğu ve kullanıcıların eylemlerini desteklediği, insan sağlığını olumlu yönde etkilediği ve iş performansını arttırdığı bilinmektedir [1,2]. Doğal aydınlatma tasarımına da etki eden faktörlerden aydınlık seviyesi, parlaklıklar ve ışığın renksel sıcaklığı gibi temel parametreler söylenebilir. Bu çalışmada, İzmir Yüksek Teknoloji Mimarlık Bölümü B Binası'na ait üç derslik için doğal aydınlatma performansına etki eden değişkenler incelenmiş. Söz konusu odaların aydınlık seviyeleri, ışıklılık ve renksel sıcaklık değerleri ölçülmüş. Konuyla ilgili

standartlar ve tasarım normları araştırılmış; derslikler bilgisayar programı (Velux Daylight Visualizer) aracılığı ile modellenerek pencerelerin ölçü ve konumunun farklı olduğu tasarımlar için aydınlık değerlerinin durumu incelenmiştir.

Bu çalışma sırasında öncelikle, farklı yönlere bakan dersliklerin farklı gün ve saatlerdeki aydınlık ve renksel sıcaklık düzeyleri aydınlık ölçer cihazlarla ölçülmüştür. Ayrıca çeşitli yüzeylerin parlaklık değerlerine bakılmış, ilgili standartlarla ölçülen değerler karşılaştırılmıştır. Referans ölçüm noktalarının sayısı, oda indeksi formülü kullanılarak tespit edilmiş [15,16], noktaların yeri ise yerden 80cm çalışma alanı yüksekliğinde ve CIBSE ölçüm yöntemi [15] ile bulunmuştur. Derslik C için ölçüm noktalarının yerleri Şekil 5’te örnek olarak gösterilmiştir.

Cam yüzey oranı (cam yüzeyi alanının taban alanına oranı) Derslik A için %10 çıkmıştır. Lawrence Berkeley National Laboratory standartlarına göre bu oran yeterli olsa da, iç hacmin iyi ve düzgün aydınlatıldığı anlamına gelmemektedir. Oda güney batı yönelimindeki pencereleriyle, gün ortasında yüksek aydınlık düzeyine (550-660lüks) ulaşmaktadır. Odanın en aydınlık noktaları (P2,P3,P4) ile en karanlık noktaları (P11,P20,P19) arasındaki oran ortalama (70/566 lüks) 0.12 gibi düşük bir değer olmaktadır. Bu, aydınlık seviyesinin mekan içinde homojen olarak dağılmadığının bir göstergesidir.



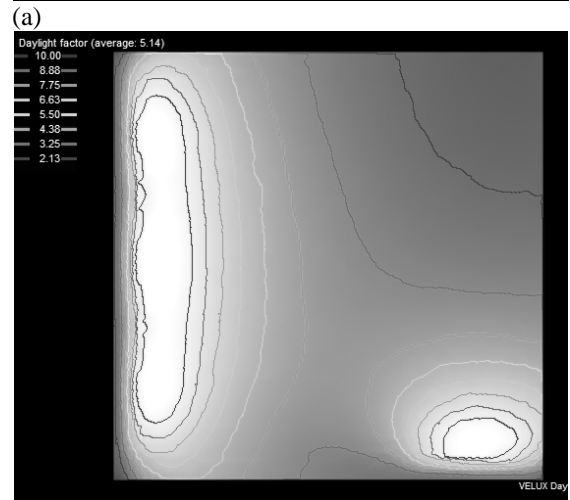
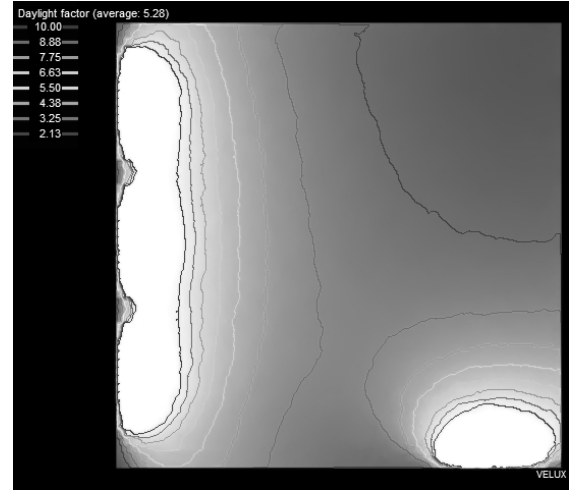
Şekil 5. Derslik C planı üzerinde ölçüm noktalarının yerleşimi ve sayısı.

Ölçüm yapılan günler arasında ve gün içindeki aydınlık seviyesi değişimleri, güneşin konumuna ve gök durumuna göre de değişmektedir. Cam yüzeyi oranı, sadece batı yönüne bakan penceresi olan Derslik B için %24, kuzey ve doğu yönlerine bakan pencerelerin olduğu Derslik C için ise % 21 olarak hesaplanmıştır. Dersliklerin fiziksel özellikleri, pencerelerin büyüklükleri ve ortalama aydınlık seviyeleri ile ilgili genel bilgiler Tablo 1’de verilmektedir.

Velux Daylight Visualizer programı, doğal aydınlatma tasarımı için düşünülmüş, üç boyutlu olarak mekanın modellenmesinin yapılabildiği, pencere gibi açıklıkların tasarlanabildiği ve aydınlık ve parlaklık değerleri ile günışığı faktörü değerlerinin de görsel çıktı olarak verilebildiği tüm ilgili tasarımcılara yönelik bir programdır. Bina bileşenlerinin (duvar, çatı, pencere, kapı, yüzey malzemeleri) bilgileri girilebildiği gibi binanın yönelimi ve lokasyonu da seçilebilmektedir. Derslik C, örnek seçilerek Velux programında modellenmiş, pencerelerin konumunun ışık düzeyine etkisinin incelenmesi için de iki farklı durum oluşturulmuştur. İlkinde pencere denizliği yerden 90cm

yüksekliğinde yerleştirilmiş, ikincisinde ise pencere yerden 150 cm yükseklikte konumlandırılmıştır. İkinci durumda günışığı faktörü eğrileri incelenerek odanın en az ışık düzeyine sahip alanlarının aydınlık düzeyinde artış olduğu gözlenmiştir (Şekil 6). Programın hesapladığı aydınlık değerlerinin, ölçülen değerlere yakın olduğu görülmüş, referans noktalarının değerleri Şekil 7’ de görsel olarak gösterilmektedir.

Her iki durum için de günışığı faktörü değerlerine bakılmış. Cahier des Recommendations Techniques de Construction of the French Ministere de l’Education standartlarının derslikler için önerdiği minimum % 1,5’lik günışığı faktörü değerinin sağlandığı görülmüştür. Bu değer, İngiltere’deki okullar için özellikle tek yönden ışık alan derslikler için %2’ye çıkartılmış; aydınlık değerleri de 300-500 lüks arasında önerilmiştir. Bu standart da karşılanmaktadır. Alman DIN 5034-4 standartlarında bahsedilen normal olarak sınıflandırılan görsel işlerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan 250-500 lüks doğal aydınlık değerinin de sağlandığı yapılan ölçümlerle anlaşılmıştır. Pencere ölçüleriyle ilgili standartlar araştırıldığında (The British Code BR 8206’ da); 8 metre derinliğinden az olan odalar için, pencere alanının, pencerenin bulunduğu dış duvar alanının %20’si kadar olması, derinliği 14 metreden fazla olan odalar için ise %35’i kadar olmasının önerildiği görülmektedir. İncelenen derslikler söz konusu oranları sağlamaktadır [17]. (Tablo 1).



(a)  
(b)  
Şekil 6. Derslik C planı üzerinde günışığı faktörü eğrilerinin durumu; pencereler yerden (a)’ da 90 cm yükseklikte, (b)’de ise 150cm yükseklikte

## 5. SONUÇ

Bu çalışma ile doğal aydınlatma performansına etki eden değişkenlere dikkat çekmek amaçlanmıştır. Bu nedenle, değişkenler gruplandırılarak yeniden yorumlanmış, deneme niteliğinde bir alan çalışması ile de günışığı temel parametrelerinin ölçümü ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Velux programında ise pencere ölçü ve konumlarının farklı durumları için referans noktalarındaki aydınlık değerleri incelenmiştir. Binaların doğal aydınlatma performansı çalışmaları özellikle son yıllarda giderek artan bir ilgi ile devam etmektedir. Bu çalışmalar, günışığından maksimum miktarda yararlanarak enerji performansı yüksek ve



görsel konfor koşulları kullanıcıları memnun edecek şekilde olan iç mekanlar tasarlamak için yürütülmelidir.

## 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**, Vol.42, s.979–83, 1993.

[2] Fontoynt, M., “Perceived performance of daylighting systems: lighting efficacy and agreeableness”, **Solar Energy**, Vol.73, s. 83–94, 2002.

[3] Architerra, **VisualComfort in Chapter 4**. web site accessed at 18th January 2009. [http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4\\_2\\_VISUAL\\_COMFORT.pdf](http://www.architerra.gr/EducationalMaterial/CH4_2_VISUAL_COMFORT.pdf)

[4] International Energy Agency (IEA), “**Daylight in Buildings, A source book on daylighting systems and components**”, International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems, The Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, 2000.

[5] Fontoynt, M., “**Daylight Performance of Buildings**”, James and James (Science Publishers), France, 1999.

[6] CIE-Uluslararası Aydınlatma Komisyonu, “**Günışığı, Doğal günışığı hesabı için Uluslar arası tavsiyeler**”, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, 1972.

[7] Daniels, K. “**Advanced Building Systems: A Technical Guide for Architects and Engineers**”, Birkhäuser-Publishers for Architecture, Basel, Boston, Berlin, 2003.

[8] <http://www.learn.londonmet.ac.uk> web site accessed at 18th January 2009.

[9] <http://www.srrb.noaa.gov> web site accessed at 18th January 2009.

[10] Kazanasmaz, T., Günaydın M. ve Binol, S., “Artificial neural networks to predict daylight illuminance in office buildings”, **Building**

**and Environment**, Vol.44, No.8, s. 1751-1757, 2009,

doi:10.1016/j.buildenv.2008.11.012

[11] Aybar, U., **Ankara MESA Yonca Evler Sitesinin Doğal Aydınlatma açısından incelenmesi**, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 18, No 1, s. 45-56, 2003.

[12] Phillips, D., “**Daylighting: Natural light in architecture**”, Architectural Press., England, 2004.

[13] Lenchner, N., “**Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects**”, John Wiley and Sons Inc., United States of America, 2001.

[14] Berköz E. ve Küçükdoğu M. “**Aydınlatma Ders Notları**”, İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, İstanbul, 1983.

[15] CIBSE No 3, “**Working Plane illuminance in electrically lit spaces**”, 1996

[16] Türkoğlu, K. ve Çalkın Y., “Ofis ve İşyeri Aydınlatmasında standartlar ve standart ölçümler”, **6. Ulusal Aydınlatma Kongresi**. Aydınlatma Türk Milli Komitesi, 23-24 Kasım İTÜ, Taşkışla İstanbul. s.152-157. 2006.

[17] Boubekri, M. “An overview of the current state of daylight legislation”, **Journal of the human-environmental system**. Vol.7;No.2,s.57-63, 2004.

**Tablo 1.** Dersliklerin genel özellikleri ve ölçüm değerleri.

|  | Derslik A            | Derslik B             | Derslik C             |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Derslik boyu                                 | 1780 cm              | 880 cm                | 880 cm                |
| Derslik eni                                  | 1190 cm              | 580 cm                | 880 cm                |
| Derslik yükseklik                            | 4000cm               | 4000cm                | 4000cm                |
| Çalışma yüzeyi                               | 80                   | 80                    | 80                    |
| Oda indeksi                                  | 1.78                 | 0.87                  | 1.1                   |
| Ölçüm noktalarının sayısı                    | 20                   | 9                     | 16                    |
| Pencere boyu                                 | 200cm                | 200cm                 | 200cm                 |
| Pencere yüksekliği                           | 210 cm               | 210 cm                | 210 cm                |
| Pencere sayısı                               | 4                    | 3                     | 4                     |
| Pencerelerin yerden yüksekliği               | 100 cm               | 100 cm                | 100 cm                |
| Cam yüzeyi alanı m <sup>2</sup>              | $5*(2.1*2.0) = 21$   | $3*(2.1*2.0) = 12.6$  | $4*(2.1*2.0) = 16.8$  |
| Taban alanı m <sup>2</sup>                   | 206.70               | 51.06                 | 76.44                 |
| Cam yüzeyi oranı %                           | $21/206.70 \cong 10$ | $12.6/51.06 \cong 24$ | $16.8/76.44 \cong 21$ |
| Dış duvar alanı m <sup>2</sup>               | $17.80*4=71.2$       | $(8.80+5.80)*4=58.4$  | $(8.80+8.80)*4=70.4$  |
| Cam alanı/Dış duvar alanı oranı %            | 29.5                 | 21.6                  | 23.9                  |
| E <sub>ort</sub> 24 Kasım, saat 12:00 (lüks) | 213                  | 774.6                 | 789.6                 |
| E <sub>ort</sub> 24 Kasım, saat 15:00 (lüks) | 147.27               | 296.91                | 374.65                |
| E <sub>ort</sub> 25 Kasım, saat 9:00 (lüks)  | 343.42               | 535                   | 432.2                 |
| E <sub>ort</sub> 25 Kasım, saat 12:00 (lüks) | 669.69               | 291                   | 543.8                 |
| E <sub>ort</sub> 25 Kasım, saat 15:00 (lüks) | 279                  | 465                   | 487                   |
| E <sub>ort</sub> 27 Kasım, saat 9:00 (lüks)  | 227                  | 406                   | 579                   |
| E <sub>ort</sub> 27 Kasım, saat 12:00 (lüks) | 551                  | 663                   | 766                   |
| E <sub>ort</sub> 27 Kasım, saat 15:00 (lüks) | 313                  | 481                   | 672                   |

**Tablo 2.** Ölçüm değerlerinin kaydedildiği örnek veri tablosu

| Tarih                   | 24 Kasım  |        |           |        |           |        |
|-------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| Saat                    | 12:00     |        |           |        |           |        |
| Yer                     | Derslik A |        | Derslik B |        | Derslik C |        |
|                         | lüks.     | Kelvin | lüks      | Kelvin | lüks      | Kelvin |
| P1                      | 216.3     | 5405   | 492.7     | 4459   | 257.7     | 4587   |
| P2                      | 573.2     | 5629   | 400.2     | 4446   | 392.6     | 4749   |
| P3                      | 640.6     | 5665   | 299.3     | 4351   | 558.7     | 5089   |
| P4                      | 481.1     | 5550   | 503       | 4658   | 1740      | 5784   |
| P5                      | 147       | 4598   | 650.6     | 4763   | 736.5     | 5101   |
| P6                      | 257       | 4948   | 688.1     | 4821   | 581.8     | 4976   |
| P7                      | 245.6     | 5076   | 1471      | 4991   | 428.5     | 4743   |
| P8                      | 233.6     | 5073   | 1256      | 5130   | 363.5     | 4689   |
| P9                      | 183       | 5038   | 1211      | 5335   | 541.8     | 4906   |
| P10                     | 110.6     | 4760   |           |        | 559.6     | 4868   |
| P11                     | 63.5      | 4346   |           |        | 689.3     | 5024   |
| P12                     | 102.4     | 4633   |           |        | 672.9     | 4904   |
| P13                     | 139.4     | 4747   |           |        | 1533      | 5470   |
| P14                     | 162       | 4753   |           |        | 1434      | 5467   |
| P15                     | 220.7     | 4832   |           |        | 1022      | 5276   |
| P16                     | 125       | 4883   |           |        | 1122      | 5456   |
| P17                     | 117.3     | 4433   |           |        |           |        |
| P18                     | 96.4      | 4387   |           |        |           |        |
| P19                     | 83.9      | 4438   |           |        |           |        |
| P20                     | 66.9      | 4294   |           |        |           |        |
| Parıltı değerleri       |           |        |           |        |           |        |
| N1 (cd/m <sup>2</sup> ) | 39.66     |        | 20.35     |        | 478.7     |        |
| N2 (cd/m <sup>2</sup> ) | 31.6      |        | 115.5     |        | 21.77     |        |
| N3 (cd/m <sup>2</sup> ) | 8.59      |        | 41.75     |        | 95.44     |        |
| N4 (cd/m <sup>2</sup> ) | 39.46     |        | 99.45     |        | 150.7     |        |
| N5 (cd/m <sup>2</sup> ) | 50.61     |        | 116.9     |        | 171.4     |        |
| N6 (cd/m <sup>2</sup> ) | 61.93     |        | 93.48     |        |           |        |
| N7 (cd/m <sup>2</sup> ) | 59.16     |        |           |        |           |        |
|                         |           |        |           |        |           |        |

Şekil 7 Derslik C 'nin Velux programında hesaplanan aydınlık değerlerinin gösterimi

