



Eğitim Kurumu Binalarında Akıllı Aydınlatma Kontrol Sistemleriyle Gün Işığını Yönlendiren Sistemlerin İncelenmesi

Erkan Erdem

Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Yöneticisi, erkanerdemmeb@hotmail.com

ORCID:0000-0002-9979-0276

zet

Bu çalışmada eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile gün ışığını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığını yönlendiren sistemler incelenmiştir. Gün ışığının aydınlatmada işlevinde kullanılmasını geliştiren yenilikçi, gelişmiş gün ışığı ile akıllı aydınlatma sistemlerinin etkin kullanılması açıklanmıştır. Bu çerçevede sürdürülebilir eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri kullanılarak gün ışığının etkin kullanılmasını en üst seviyeye çıkaran metodlar yenilikçi ve girişimci perpektifler paralelinde incelenmiştir. Böylelikle bu çalışmanın akıllı aydınlatma sistemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve sistemlerle ilgili temel kavramların, tasarım ölçütlerinin belirlenmesine yardımcı bir kaynak olması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anidolik Sistem, Prizmatik Panel, Lazer Kesim Panel, Holografik Optik

Examination of Systems that Direct Daylight with Intelligent Lighting Control Systems in Educational Institution Buildings

Abstract

In this study, intelligent lighting control systems and daylight directing systems within the framework of methods that maximize daylight in educational institution buildings were examined. The effective use of

innovative, advanced daylight and intelligent lighting systems that improve the use of daylight in its function in lighting has been explained. In this context, methods that maximize the effective use of daylight by using intelligent lighting control systems in sustainable educational institution buildings have been examined in parallel with innovative and entrepreneurial perspectives. In this way, this study is aimed to provide a better understanding of intelligent lighting systems and to be a source to help determine the basic concepts and design criteria related to the systems.

Key Words: Anidolic System, Prismatic Panel, Laser Cutting Panel, Holographic Optics

Giriş

Eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleriyle gün ışığını maksimize eden metodları daha iyi anlamak amacı ile konuları açıklayan kısımlar kullanma amacına göre farklılıklar arz etmektedir.

Biz burada akıllı aydınlatma kontrol sistemleriyle gün ışığını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığını yönlendiren sistemler üzerinde durarak konuya açıklık getirmeye çalışacağız.

Bu çalışmada esas üzerinde durulacak olan akıllı aydınlatma kontrol sistemleriyle gün ışığını yönlendiren sistemler, genellik ile pencere veya tepe pencerelerinden gelen gün ışığı seviyesinin düzenlenmesi, iç hacimlere doğru yönlendirilmesi veya sıcağı kontrol (gölgeleme yapılarak) amacı ile kullanılırlar. Işık kaynağı pencerelerden veya tepe ışıklıklarından gelen gün ışığıdır (Seçme, 2005).

Işık ışınları sistem bileşenleriyle birlikte çeşitli optik yönlerden etkileşim içersindedir. Bu çoklu etkileşimler kaçınılmaz şekilde ışık akışının mühim bir bölümünde kayıpla ve dağıtımında değişikliklerle sonuçlanır (Karaboğa, 2017).

Hava koşullarına veya kullanıcı gereksinimlerine adapte etmek için, gün ışığı aydınlatma sistemleri bazen, hem elle hem otomatik olarak kontrol edilen taşınabilir bileşenleri ihtiva eder (Özkan, 2019).

Gün ışığını yönlendiren sistemler farklı fonksiyonlara sahip beş metoddan oluşurlar. Bunlar; ışık rafları metodu, anidolik sistemler metodu, prizmatik paneller metodu, lazer kesim paneller metodu ve holografik optikler metodudur (Güngör, 2005).

Şekil 1. Akıllı Aydınlatma Kontrol Sistemlerinden Gün Işığını Taşıyan Sistemlere Bir rnek
(Hasan Polatkan Anadolu Lisesi, Bakırköy)



(Erdem, 2022)

Eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile gün ışığıını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığıını yönlendiren sistemlere en belirgin örneklerden biri olan Bakırköy’deki Hasan Polatkan Anadolu Lisesi’nin Şekil 1’de de görüldüğüne üzere tasarım özelliklerine baktığımızda mimari aığından çatı camlamasına ilişkin mevcut yerel, ulusal ve uluslararası tavan cam standartlarını göz önünde bulundurduğu görülmektedir. Söz konusu tavan cam uygulamaları maksimum izin verilen saptırma ve tepe camlama gerilimleri noktasında rehberlik sunarak genellikle farklı yük seviyelerine göre çeşitli bina tiplerine uygundur. Bu neden ile camların kalınlığı ve yalıtım camları biriminin bütünlüğüne dikkate alınmaktadır.

EĞİTİM KURUMU BİNALARINDA GÜN IŞIĞINI YÖNLENDİREN AKILLI SİSTEMLER

1. Işığ Rafları Metodu

Işık raflarıyla ilgili sistemin tasarım amacı kısaca pencereye yakın bulunan kısımda gölgelendirme yapmak, gün ışığını daha iç kısımlara taşıyarak iç ortamda homojen bir aydınlatma sağlamaktır. Işık rafları ile iç mekândaki gün ışığı seviyesi arttırılmaz ancak aydınlık seviyesi yayılarak hem görsel hem de termal açıdan daha konforu bir iç mekân sağlanmış olur (Bağ vd., 2020).

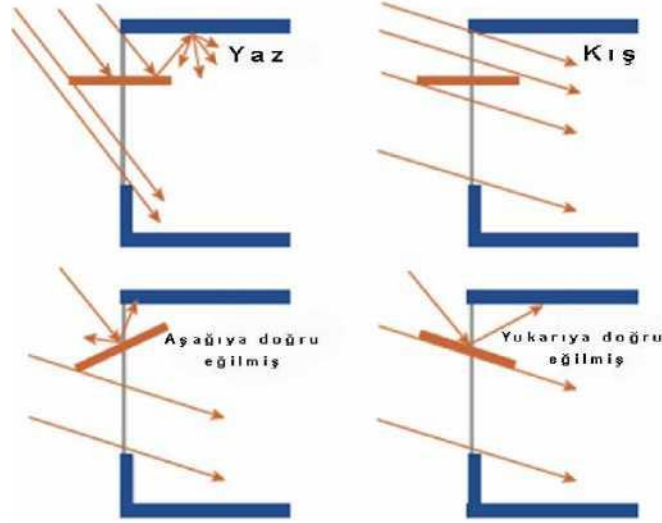
Şekil 2.Ash Creek Intermediatate Okulu Aydınlatma Laboratuvarı Işık Rafı Uygulaması (Londra-İngiltere)



(Bağ vd., 2020)

Işık rafları binanın içersinde ve/veya dışarısında genişletilebilir. Bundan dolayı bu rafın farklı fonksiyon özelliği kolayca fark edilebilir. Rafların altındaki kısımda bir pencere net bir manzara sağlar (Karaboğa, 2017).

Şekil 3.Işık Rafları Metodunun Mevsime Göre Yönünü Değiştirilerek Uygulanması



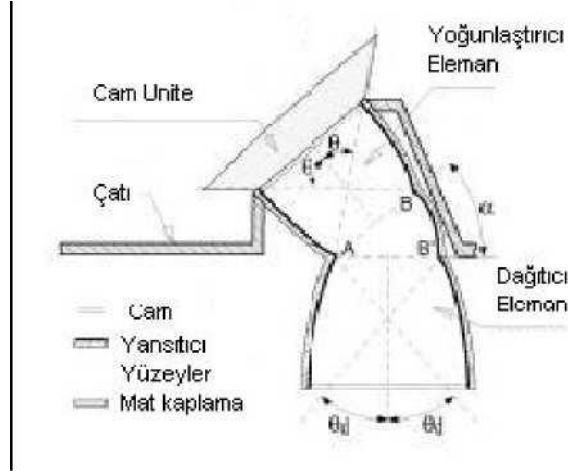
(Güngör, 2005)

Işığ rafının derinliği ve cam yüzeyindeki yüksekliliği enlem ve iklimsel verilere dayanarak belirlenmelidir (Şekil 3). Ayrıca odanın derinliği tasarımda etkilidir. Düşük enlemlerde i ışık rafının boyu üstten gelen direk güneş ışığıı engelleyecek kadar uzatılabilir (Güngör, 2005).

2.Anidolik Sistemler Metodu

Anidolik sistemler göğün geniş bir bölümünden gelen yayınığ gün ışığııı hacim içine iletirken direk gün ışığııının hacme girmesini engelleyen sistemlerdir (Bağ vd., 2020). Şekil 4'te göründüğü gibi toplayıcı ve dağıtıcı zeliikteki reflektörler sistemin temelini oluştururlar.

Şekil 4.Anidolik Sistemler MetodununFonksiyonel Yapısı



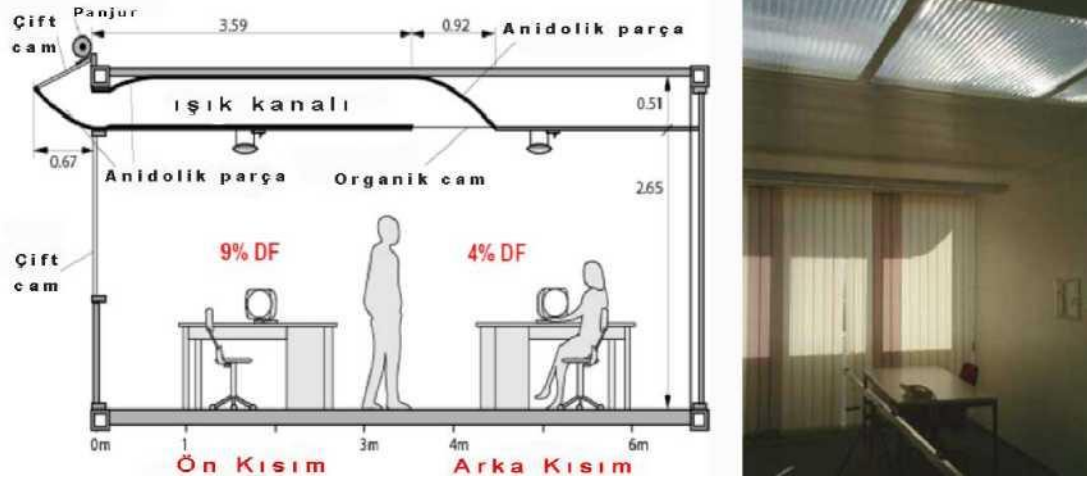
(Bağ vd., 2020)

Gelişmiş aydınlatma sistemlerinin büyük bir bölümü, açık gök koşulları için tasarlanmışlardır ve doğru uygulandıkları takdirde, gün ışığının toplanmasında ve hacim içine yönlendirilmesinde başarı göstermişlerdir. Kapalı gök koşullarında da, doğal ışığı etkin bir şekilde toplayıp, hacim içerisine dağıtabilecek sistemlerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur (Bağ vd., 2020).

2.1. Anidolik Tavanlar

Anidolik tavan sistemleri kapalı gök koşullarına sahip bölgelerdeki binalarda, gökyüzündeki yayıncı ışığı hacmin derinliklerine yönlendirmek amacı ile kullanılırlar (Narlı, 2007). Şekil 5'te görüldüğü gibi, bir ışık kanalı ve bu ışık kanalının başında ve sonunda yer alan reflektörlerden oluşurlar.

Şekil 5. Anidolik Tavan Uygulamasının Çizimsel Göskavramı ve Uygulama Fotoğrafi



(Narlı, 2007)

Anidolik tavan sistemlerinde cephe yüzeyinde bulunan ilk reflektör yayınlık ışığı toplayarak ışık kanalına iletir. Işık kanalının i yüzeyi yüksek yansıtıcı özelikte olup, ışık tam iç yansıma prensibine göre kanal boyunca iletilir (Güngör, 2005).

2.2. Anidolik Açıklıklar

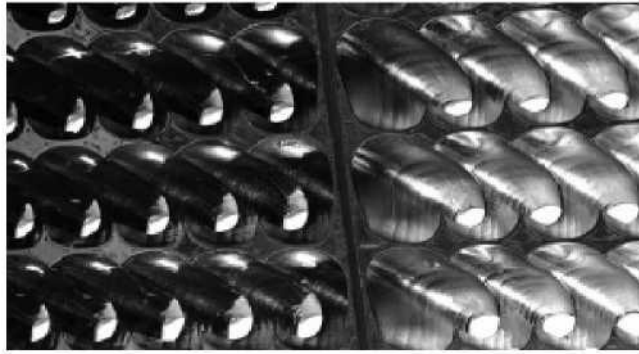
Anidolik açıklıklar göğün geniş bir bölümünden gelen yayınlık gün ışığını hacim içine iletirken, direkt güneş ışığının hacme girmesini engelleyen sistemlerdir. Aşağıda yer alan Şekil 6 ve 7’de göründüğü gibi, toplayıcı ve dağıtıcı özelikteki reflektörler sistemin temelini oluştururlar.

Şekil 6. Anidolik Açıklıklar Uygulaması Yapılmış Test Odasından Fotoğraflar



(Güngör, 2005)

Şekil 7.Anidolik Petek Sisteminin Fonksiyonel Yapısı



(Karaboğa, 2017)

Anidolik toplayıcı eleman, ışığı dar huzmeli olarak toplayarak, sistemin performansını artırır. Girişte toplanan yayınlık ışık, alüminyum yüzeylerden yansıyarak dağıtıcı elemana gelir (Narlı, 2007).

2.3.Anidolik Petekler

Anidolik petek sistemleri yüksek açısız seçiciliğin yanı sıra, direkt güneş ışığı ve kamaşmanın da yönlü kontrolünü sağlarlar. Bu sistemler, içi boş reflektörlerden oluşurlar. Parabolik

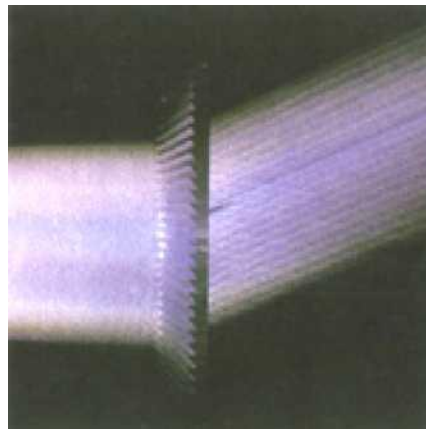
yoğunlaştırıcılardan ilki dışarıya yönlendirilmiştir ve yüksek eğim açılı ışığı geri yansıtırken, düşük eğim açılı ışığı sistem içine geçirir. Kamaşmayı engellemek amacı ile ışık tavana doğru 25 derecelik açıyla yönlendirilir (Bağ vd., 2020).

Anidolik petek sistemleri, uygulamada stor düzeninde veya pencerenin üst bölümüne sabitlenerek kullanılabilirler. Reflektrlere hasar gelmemesi için bütün uygulamalarda sistem çift cam arasına yerleştirilmelidir (Karaboğa, 2017).

3.Prizmatik Paneller Metodu

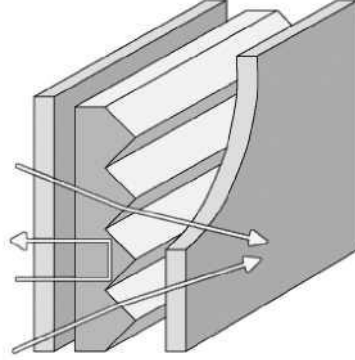
Prizmatik elemanlarda yayınık gök ışığını odanın derinliklerine yönlendiren prizmatik paneller, optik özelikleri sayesinde direk güneş ışığının da kontrolünü sağlarlar. Gelen ışığın belli bir kısmını engellediği için ortamdaki gün ışığı faktörü değerini düşürür. Kapalı gök koşullarının bulunduğu iklimler için müsait değildir. Prizmatik sistemler sabit veya hareketli olabilirler (Bağ vd., 2020).

şekil 8.Prizmatik Paneller Metodunun Işığı Yönlendirmesini Gösteren Fotoğraf



Prizmatik paneller 50 yılı aşkın süredir gök ışınını dağıtma amacıyla kullanılagelmiştir. Günümüzde prizmatik paneller gün ışığını yönlendirme amacına hizmet ederek, gelişmiş aydınlatma sistemleriyle birleştirilmişlerdir (Narlı, 2007).

Şekil 9.Prizmatik Paneller Yapısı İçinde Farklı Açılarla Gelen Işınları Farklı Yönere Yönlendirmesini Gösteren Şematik Çizim



(Karaboğa, 2017)

Prizmatik panellerde kırılma ve yansıtma özeliği bir arada kullanılır. Gelen ışınların bir kısmı da prizmatik yapı içersinde yutulur. Verimlilik katsayısı kullanılan malzemeye göre %70-80'lere çıkar (Karaboğa, 2017).

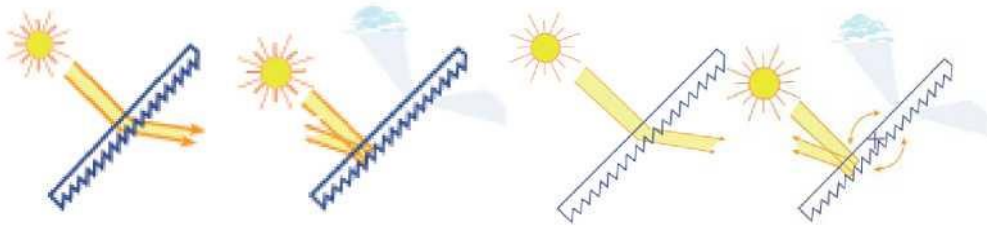
Şekil 10.Prizmatik Paneller Metoduyla Uygulanmış Gölgeleme Sistemi



(Bağ vd., 2020)

Prizmatik paneller gün ışığı ve güneş ışığı yönlendirmek ve güneş ışığı engellemek için kullanılırlar. Eğimli prizmatik levhada bir yüz gümüşle kaplanarak gelen ışınların geriye yansıması sağlanır böylece direk gelen güneş ışığı kırılarak dışarıya yansır, zenite yakın bölgeden gelen ışınları ise geçirir (Bağ vd., 2020).

Şekil 11.Prizmatik Paneller Aracılığıyla Gün Işığının Etkin Kullanma Şekilleri



(Taşkın, 2009)

Prizmatik paneller asitle taşlama yöntemiyle 1 mm den az üretilmektedir. Bu şekilde çift cam arasında uygulamaya izin vermektedir. Prizmatik paneller direk gün ışığını kırarak yoğun gün ışığını içeriye almak suretiyle gölge amacı ile kullanılmaktadır (Taşkın, 2009).

4.Lazer Kesim Paneller Metodu

Lazer kesimli panellerde akrili panellerin üstünde birbirine bağlı kesiklerin atılması ile oluşan düzenler bulunur. Pencere sistemi içerisinde lazer kesim paneller göz seviyesinin altında kullanılmamalıdır. Kesikler ışığı yukarıya doğru yönlendirir bu da kamaşmaya neden olur (Karaboğa, 2017).

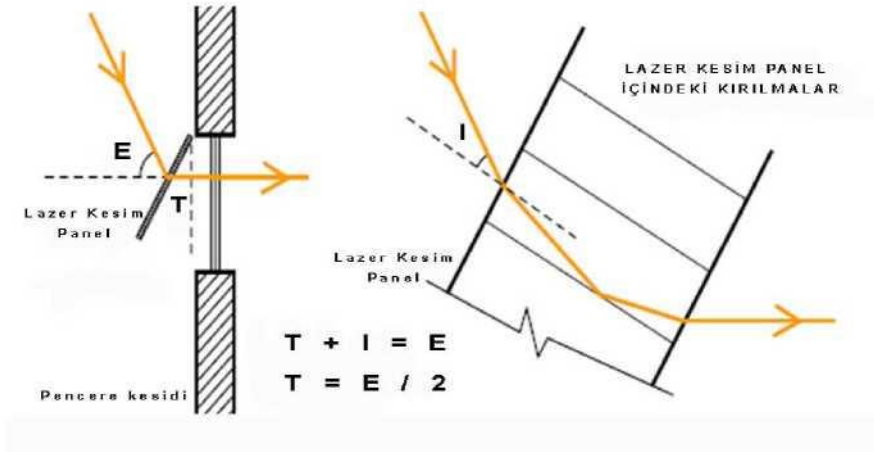
Şekil 12.Lazer Kesim Paneller Metodunun Uygulama Örneği (School Brisbane, Sidney-Avustralya)



(Karaboğa, 2017)

Şekil 12'de de görüldüğü üzere eğitim kurumu binasında kullanılan lazer kesim paneller ışığı odanın içine doğru yönlendirmektedir.

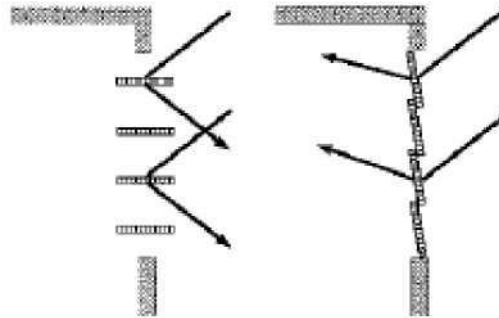
Şekil 13.Lazer Kesim Panellerin Kırılma Bakımı İle Gün Işığı Arasındaki İlişki



(Bağ vd., 2020)

Lazer kesim paneller yüksek açıyla gelen ışığı yönlendirirken, normale yakın açıyla gelen ışığı içeriye geçirir. Dış ortam tam net olmasa da görünmektedir (Bağ vd., 2020).

Şekil 14.Lazer Kesim Panellerin Farklı Açılarda Gün Işığını Yönlendirmesi

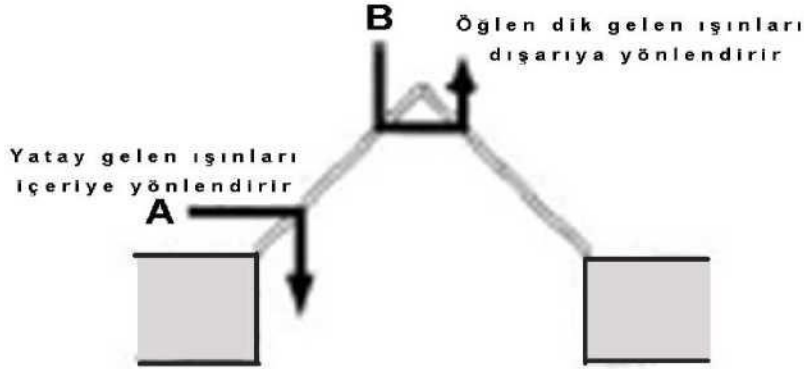


(Narlı, 2007)

Şekil 14'te gösterildiği gibi bu sistemlerde, yani lazer kesim panellerde düşeyde kullanılacağı gibi çatı kısmında da kullanmak için uygundur (Narlı, 2007).

Şekil 15.Eğitim Kurumu Binalarının Çatısında Kullanılan Lazer Kesim Panellerin Dik Gün

Işınlarını Geri Gönderip Yatay Gün Işınlarını İçeriye Alması



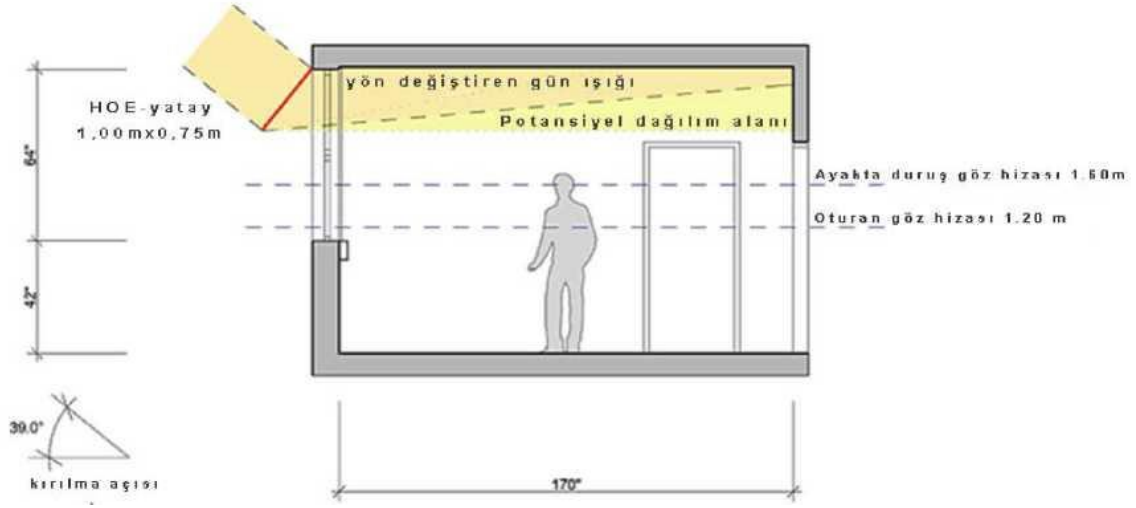
(Taşkın, 2009)

Açılı yerleşim sayesinde dik gelen ve sıcaklık etkisi bulunan güneş ışınları geri yansıtılmış, yataydan gelen ışınlar ise yansıtılarak iç mekâna alınmıştır. Böylece gelişmiş gün ışığı aydınlatma çözümü sunulmuştur (Taşkın, 2009).

5.Holografik Optikler Metodu

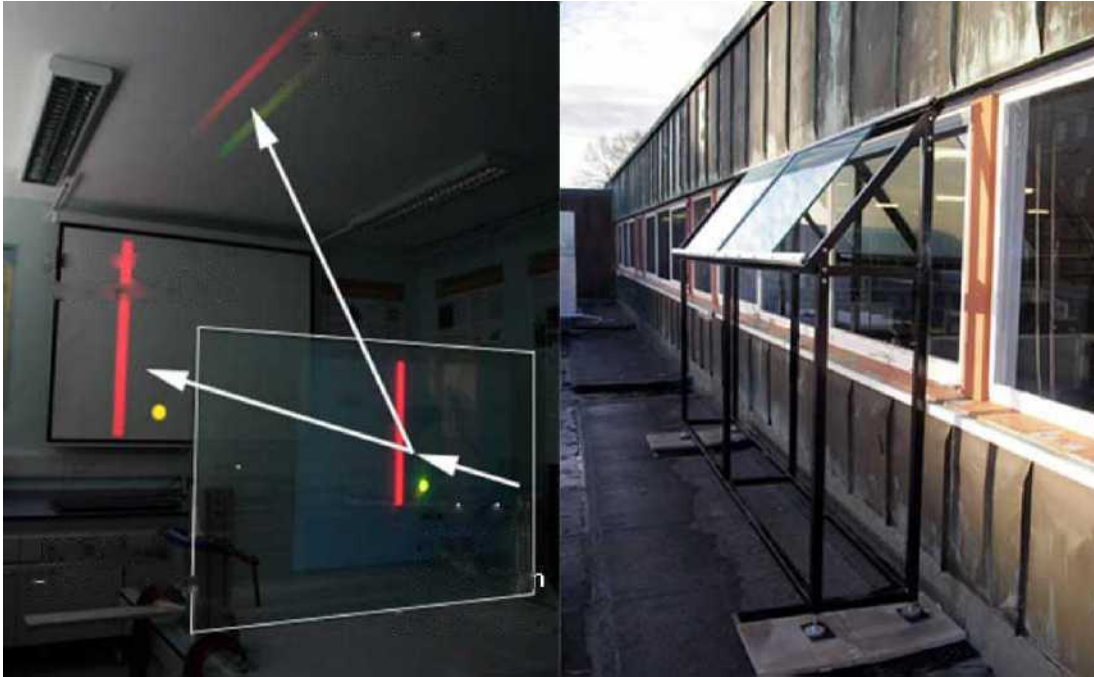
Temelde bileşenleri, camdan müteşekkil panellerin ortasına laminize edilen, holografik ızgara unsurların bulunduğu polimerif filmlidir. Holografik bileşenler göksel uzvun tepedeki noktasından yayımsal ışını binanın içersine yönlendirebilmektedir (Narlı, 2007).

Şekil 16.Holografik Optikler Metoduyla Dik Gün Işınlarının Odanın Derinlerine Yönlendirilmesi



(Karaboğa, 2017)

şekil 17.Holografik Optikler **Metodunun Southampton niversitesi'nde** Test Edilmesi



(Karaboğa, 2017)

şekil 17'de göründüğü Ėzere holografik optik elemanlar ışık yönlendirmesi için kırılımı kullanmaktadır. Bir kırılım ızgarasını şekillendiren mikroskobik şeritler saydam bir filme basılır (Karaboğa, 2017).

Sonuç

Günüşığı yüzyıllardır aydınlatmanın temel kaynağıdır. Doğal aydınlatma sağlayıcısı olarak en çok bilinen ve kullanılan yöntem pencerelerdir. Pencerelerden gelen ışıkla aydınlatma konutlarda yeterince olabilmektedir.

Ancak sanayide ve çok katlı eğitim kurumu binalarında, geniş oturma alanlı binalarda gün ışığı pencere bölgesine yakın kısımlarda kalmakta, odanın derinliklerine ışık aktarılamadığı için homojen bir aydınlatma sağlanamamakta, bu durumda söz konusu yerlerde gün içerisinde yapay aydınlatmanın kullanılmasına sebep bulunmaktadır.

Ayrıca sıcaklık sebebiyle güneş ışığı her mekânda istenmemekte, yine depo gibi geniş hacimli alanlarda yapay aydınlatma kullanılmaktadır.

Dünyada çevre duyarlılığı kapsamında sanayide, konutlarda ve eğitim kurumu binalarında yeni standartlar belirlenmektedir. Son dönemde yaygınlaşmaya başlayan bu standartlar, özellikle eğitim kurumu binalarını akıllı aydınlatma sistemleriyle oluşturulan enerjiyi etkin kullanmalarına göre sınıflandırmaktadır.

Akıllı aydınlatma sistemleri olarak bilinen bu fonksiyonlarda amaç, inşaatın hafriyat aşamasından başlayarak günlük yaşamın başlamasına kadar devam eden süreçte çevreye karşı duyarlı bulunan eğitim kurumu binalarının yapılmasıdır.

Eğitim kurumu binalarında başlıca dikkat edilen konular akıllı aydınlatma, yüksek teknoloji, olası olduğunca gün ışığından yararlanma, yalıtım ve enerji verimidir.

Çevreye duyarlı proje yapmak kapsamında akıllı aydınlatma sistemleri etkin eğitim kurumu binaları tasarımları önem kazanmıştır. Akıllı aydınlatma sistemleri etkin eğitim kurumu binaları kullanıcılarının gereksinme duyduğu konfor koşullarından ödün vermeden, eğitim kurumu binalarının enerji tüketen sistemlerinin kuruluş yükünü ve kullanma sürelerini minimize etmeyi ve gün ışığı kullanılmasını maksimize etmeyi amaçlar.

Kaynakça

Aykin, T. **Çok Ara Pencerele Optimal Aydınlatma Planlaması**, Management Science, 42, 2018, 591 – 602.

Aykin, T. “Çoklu Kesmeler ve Kesme Pencerele ile Optimal Gün Işığı Planlaması İçin Kompozit Aydınlatma Algoritması”, **Journal of the Operational Research Society**, 49, 603 - 615, 2019.

Aykin, T., “Sürdürülebilir Mimari Problemine Dönük Modelleme Yaklaşımlarının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi”, **Avrupa Yöneylem Araştırmaları Dergisi**, 125, 381 - 397, 2000.

Aylaz, R. “Akıllı Eğitim Kurumu Binalarında alışma çizelgelerinin Modellenmesi”, **Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi E - Dergisi**, 2(III), 2014.

Bağ, N., zdemir, M., T. Eren, “0 - 1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi İle Mimari Aydınlatma Problemi zm”, **International Journal of Engineering Research and Development**, 1,2 - 6, 2020.

Bakır, M. A. **Tamsayılı Programlama Teori, Modeller ve Algoritmalar**, Nobel Basımevi, Ankara, 2019.

Bektur, G., Hasgl, S. “İmar Modellemeleri: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi**, 385 - 402, 2019

Bolat, B., İmrak, E. “Mühendislik Uygulamalarında Işın Algoritmaları ve Parabollerin İşlevleri,” **Journal of Engineering and Natural Sciences Sigma**, 4, 264 - 271, 2017.

Ceylan, H. “Gün Işığından Daha ok Yararlanmak İçin Algoritmik Hesaplamalarla Modellenmesi”, **İMO Teknik Dergisi**, (II)238, 3599 - 3618, 2015.

Deveci, M., Demirel S., zcan, E. “Kurum Binalarının Aydınlatılması Problemleri İçin lek Geliştirme ve Uygulama nerileri”, **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, 1 - 14, 28, 2015.

Erdem, Erkan. Hasan Polatkan Anadolu Lisesi, Fotoğraf, İstanbul, 2022.

Eryıldız, E. K. “Gelişmiş Aydınlatma Sistemleri İçin Çok Kriterli Bir Aydınlatma Modeli”, **Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University**, Cilt 31, No 2, 263 – 276, 2016.

Güngör, İ. **Güneşin Etkin Kullanılması (Modeller, Algoritmalar ve Uygulamalar)**, Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 2005.

Hasdemir, B. **Aydınlatma Sistemleri**, Alfa Basım, Ankara, 2012.

İncir, G. **İşyerlerinin Aydınlatılması**, Milli Prodüktivite Yayınları, İstanbul, 2016.

Karaboğa, D. **Binaların Elektrik Enerjisi Tüketiminde Aydınlatmanın Payı**, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2017.

Kazanas, T. **Binaların Doğal Aydınlatma Sistemleri**, Noel Yayınları, İstanbul, 2009.

Küçüksille, E. U. **Gün Işığı Optimizasyonunun Planlanması: Ofislerde Uygulanması**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2007.

Narlı, M. **Sürdürülebilir Mimaride Aydınlatma Problemleri**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2007.

Okutan, H. **Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri**, İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü Yayınları, İzmir, 2018.

Örs, M. **Akıllı Aydınlatma Çizelgelenmesi Modeli** Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2015.

Özdamar, M. **İleri Aydınlatma Teknolojileri**, Orfeus Yayınları, Ankara, 2008.

Özer, Y. A. **Çok Katmanlı Aydınlatmalarda Kullanılan Modern Teknolojiler**, Fırat Yayıncılık, Elazığ, 2017.

Özkan, M. S. **Aydınlatma Kontrol Sistemlerinde Modelleme Hedef Programlama**, Ekin Kitabevi, İstanbul, 2019.

Özlu, K. **Eğitim Kurumu Yapılarının İnşası Aşamasında Kullanılan Aydınlatma Sistemlerine Giriş**, İstanbul, 2016.

Öztürk, F. **Gelişmiş Doğal ve Yapay Aydınlatma Sistemleri**, Hedef Yayınları, Ankara, 2016.

Öztürkoğlu, Y. Çalışkan, F. “Güneş Enerjisinin Planlanması ve İmar-İnşa Uygulaması”, **Dokuz**

Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16, 1, 115 - 133, 2021.

Seçkiner, S. U., Kurt, M. “Gün Işığı–Aydınlatma Teknolojisi Yaklaşımı İle Enerji Minimizasyonu”, **Gazi Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Dergisi**, 20(II), 2005.

Seçme, N. Y. **Mimari Tasarım Sürecinde Tasarım-Eknoloji İlişkisi ve Enerji Sorunu**,Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya, 2005

Serinken, M. “Gün Işığının Mimari Modellemesinde Yaşanan Problemler”, **Akademik Mimari Dergisi**, 48 – 51, 2019.

Sungur, B. “Sürdürülebilir Binaların Çizelgeleme Problemi İçin Karma Tamsayılı Hedef Programlama Modellemesinin Geliştirilmesi”, **İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi Istanbul University Journal of the School of Business Administration**, 1, 49 - 64, 2018.

Sungur, B. “Mimari Yapıların Aydınlatılması İçin Tamsayılı Programlama Modeli”, **Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 24, 2, 23 - 31, 2019.

şen, Z. K. **Binalarda Gün Işığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler**, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2017.

Taşkın, Ç. **Sayısal Yöntemlerde Yöneylem Algoritmalarının Kullanılarak Mimarilerde Gün Işığından Faydalanma Metotları**, Alfa Aktüel, Bursa, 2009.

Taze, B. **Elektrik İstihali İçin Güneş Pillerinin Kullanılmasında Verimi Arttırıcı Yeni Bir Yöntem**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2017

nal, F. M., Eren, T. “Bina Tasarımı Aşamasında Hacim İçindeki Doğal Işık Dağılımını Belirlemek İçin Bir Model”, **Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi**, 4, 1, 28 - 37, 2019.