



# Eğitim Kurumu Binalarında Akıllı Aydınlatma Kontrol Sistemleriyle Gün Işığını Taşıyan Sistemlerin İncelenmesi

**Erkan Erdem**

Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Yöneticisi, [erkanerdemmeb@hotmail.com](mailto:erkanerdemmeb@hotmail.com), ORCID:0000-0002-9979-0276

## Özet

Bu çalışmada eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile gün ışığını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığını taşıyan sistemler incelenmiştir. Akıllı aydınlatma kontrol sistemleri olarak bilinen bu fonksiyonlarda amaç, eğitim kurumu binalarının yapım aşamasından başlayarak günlük eğitim çalışmalarının yapılmasına dek devam eden süreçte sürdürülebilir eğitim kurumu binalarının yapılmasını sağlamaktır. Bu eğitim kurumu binalarında başlıca dikkat edilen konular akıllı aydınlatma, yüksek teknoloji, olası olduğunca gün ışığından yararlanma, yalıtım ve enerji verimidir. Böylelikle akıllı aydınlatma sistemleri binaların etkin 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.

**Anahtar Kelimeler:** Heliostatik Sistem, Aydınlatma Kılavuzu, Aydınlatma Tüpü, Fiber Optik

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

### Abstract

In this study, intelligent lighting control systems and daylight-carrying systems within the framework of methods that maximize daylight in educational institution buildings were examined. The purpose of these functions, known as intelligent lighting control systems, is to ensure the construction of sustainable

educational institution buildings in the process that continues from the construction stage of educational institution buildings to the conduct of daily educational work. The main issues of attention in the buildings of this educational institution are intelligent lighting, high technology, daylight saving as much as possible, insulation and energy efficiency. In this way, intelligent lighting systems aim to minimize the installation load and usage times of energy-consuming systems of educational institution buildings and maximize the use of daylight without compromising the comfort conditions required by active users of buildings.

**Key Words:** Heliostatic System, Lighting Guide, Lighting Tube, Fiber Optic

## **Giriş**

Eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile gün ışığını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığını taşıyan sistemlerin etkin kullanımını öngören sistemlerde bir yapıda hangi gün ışığı aydınlatma sisteminin kullanılacağı tasarım aşamasında belirlenmelidir. Sonradan binalara entegre edilen sistemler uygulama zorluğu, detay hataları ve daha fazla maliyetler getirdiğinden bir sorun teşkil ederler. Bu sorunun cevabını her projenin kendine has yapısı belirler (Bektur ve Hasgül, 2019). Bu belirleyicileri şu şekilde sıralayabiliriz:

**Konum:** Her binanın bulunduğu enlem ve boylam şartlarına göre güneşlenme süreleri ve iklimsel şartlar birbirinden farklıdır. Bazı binalarda daha fazla gün ışığı iç mekâna aktarılmak istenirken bazılarında ise sıcaklık ve termal şartlar sebebiyle gölgeleme ön plandadır.

**Binanın Gün Işığı Alma Hâli:** Yapılaşmanın doğal getirisi olarak binalar diğer binalarla ve çevresindeki gölge verici şartlarla ilişki içersindedir. Tasarım yapılırken diğer binaların etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.

**Mimari Dizayn:** Tasarım bir binanın dış kabuğunu dolayısıyla aydınlanma kararlarını etkiler. Manzara, pencerelerin konumu ve açıklıkları gün ışığı aydınlatma sistemlerinin seçiminde belirleyicidir.

**İşlev:** Bina içersindeki işlevler ortamların aydınlanma seviyesini ve tasarım ilkelerini belirler. Örneğin sinema, konferans salonları, müzeler gün ışığına az ihtiyaç duyarken eğitim kurumları, ofisler, marketler, evler gün ışığı ile aydınlatılan mekânlara ihtiyaç duymaktadır.

**Aydınlanma:** Standart bir pencere sistemi ile iç mekâna ışık homojen bir şekilde yayılmaz. Pencerelere yakın bulunan kısımlar daha yüksek aydınlık seviyesindeyken iç kısımlar karanlıkta

kalır. Bu aydınlanma farkı ve pencerelere yakın kısımlardaki sıcaklık ortamda rahatsız eder. Kontrol gerektirir.

**Binadan Beklenen Enerji Verimliliği:** Son dönemde gündemde mühim bir yer tutmakta bulunan enerji verimliliği ülkemizde de enerji verimliliği yasa tasarısının kabul ile hız kazanmış ve büyük binalar, işletmeler bu konu hakkında daha duyarlı hle gelmiştir. Enerjideki sarfiyatındaki en mühim kalemlerden biri aydınlatmadır. Doğru bir gün ışığı aydınlatma sistemi ile enerji tasarrufu sağlanabilir.

**Ekonomik şartlar:** Gelişmiş gün ışığı aydınlatma sistemleri standart bir pencere sistemiyle karşılaştırıldığında maliyetli sistemlerdir. Doğru sistem tasarım aşamasında devreye girmezse sonradan yapılacak bulunan sistemler bu maliyetleri daha da arttırmaktadır. Maliyet uygulanacak bulunan sistemin seçiminde belirleyicidir.

**Hedefler:** Hedefler ağıkça bir kez belirlendiğinde, sunulan gün ışığı aydınlatma sisteminin ilerleyişi detaylı analiz gerektirerek yapılacaktır (Bektur ve Hasgl, 2019).

Konumuzu oluşturan gün ışığı taşıyan sistemlerin etkin kullanımını öngören sistemlerde üç işlev yerine getirilmelidir. Bu işlevler; gelen ışığın çevreden toplanması, gelen ışığın bina örtüsünün içersinden taşınması ve gelen ışığın içeriye girmesinin sağlanmasıdır (Seçme, 2005).

Eğitim kurumu binalarında akıllı aydınlatma kontrol sistemleri ile gün ışığını maksimize eden metodlar çerçevesinde gün ışığını taşıyan sistemlere en belirgin örneklerden biri olan Bakırköy'deki Hasan Polatkan Anadolu Lisesi'nin çatısında yer alan tepe camları yapay ışık ihtiyacını azaltmak, doğal gün ışığı kaynağı sunmak ve bunları yaparken aynı zamanda solar ve termal yalıtım gereksinimlerini karşılamak amacıyla inşa edilmiştir. Cam tavanlar doğal gün ışığını binanın merkezinden geçirerek aydınlık ve hoş bir iç mekan yaratırlar. Böylelikle yapay ışık gereksinimini asgari düzeye düşürerek doğal ışık kaynağından maksimum ölçüde yararlanmaya imkan sunarlar.

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



(Erdem, 2022)

Gün ışığını taşıyan sistemler çerçevesinde inşa edilen cam tavan yapılarında yük altında bozulmalar olmaması için yukarıda Şekil 1'deki gibi Hasan Polatkan Anadolu Lisesi'nin tavan desteğinde de görüldüğü üzere cam destek sisteminin yeterli düzeyde olması gerekir. Dikey camlamanın aksine bu camlama şeklinde kar yağışı, bakım, su ve sabit yük (camın sürekli olarak maruz kaldığı özgül ağırlığı) unsurlarının dikkate alınması gerekmektedir. Şayet cam tavan erişilebilir bir alan olarak kullanılabilirse bu kısım bir cam zemin olarak görülmelidir. Sertleştirilmiş cam bazı ışıklık uygulamaları için yeterli olsa da bu tip uygulamalarda çoğunlukla lamine güvenlik camı tavsiye edilmektedir. Bu yöntemle gün ışığından maksimum yarar sağlanmak suretiyle enerji tasarrufunda en üst seviyede verim elde edilmektedir.

## **EĞİTİM KURUMU BİNALARINDA GÜN IŞIĞINI TAŞIYAN AKILLI SİSTEMLER**

### **1.Heliostatik Sistemler Metodu**

Heliostatlar sistemi enerji elde edilmesinde mühim bir yer tutmaktadır. Sun flower olarak bilinen heliostation kullanıldığı ve toplam alanın 71.130 metrekare olduğu proje ile ortada bulunan bir toplayıcıya güneş ışınları yansıtılmaktadır. (Bağ vd., 2020).

**Şekil 2.**Heliostatik Sistemler Metodunun Uygulama rneği (Galatasaray Üniversitesi, Beşiktaş)



(Bakır, 2019)

Heliostat sistemlerin yaygın kullanılması için heliostat sistemlerinde maliyet azaltımı ve performans arttırıcı çalışmalar yapılmaktadır. Bu da gelişmiş gün ışığı sistemlerindeki heliostat kullanılmasının giderek yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Bakır, 2019).

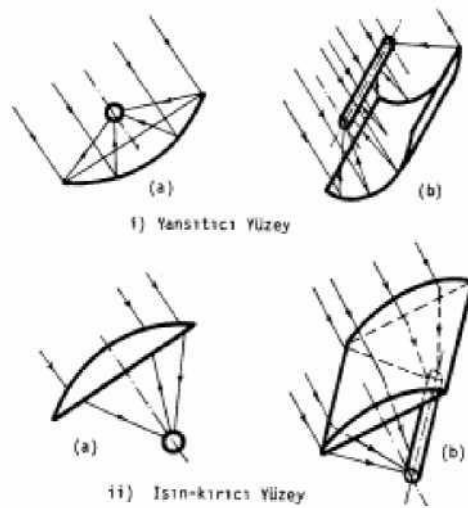
**Şekil 3.** Heliostatik Sistemler Metoduyla Uygulanan Güneş Kulesi (School Sun Flower, Kaliforniya-ABD)



(Thompson, 2018)

Heliostatlarda çevresel etkilerle yüzey üzerinde zamanla toz ve kirlenme oluşmakta buda verimin düşmesine sebep bulunmaktadır. Belirli periyotlarla temizlenmesi gerekmektedir (Thompson, 2018).

**Şekil 4.**Heliostatlarla Gün Işıklarının Yansıtıcı Yüzey Veya Işın Kırıcı Yüzey İle (a) Bir Noktaya (b) Bir Doğruya Yoğunlaştırılması

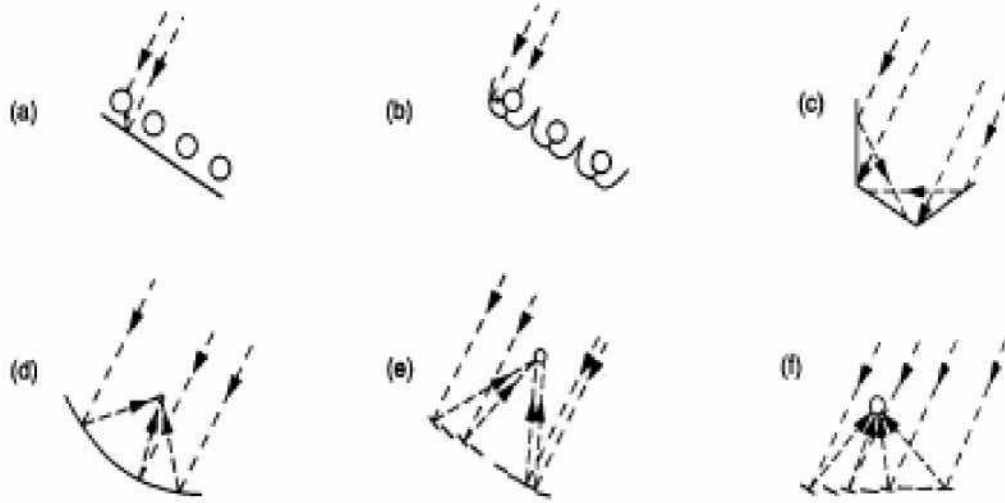


(Thompson, 2018)



Heliostatlar güneş ışınlarını kuleye odaklamak için güneş enerji kulelerinde çok miktarda kullanılmıştır. Buradaki amaç belirli bir noktaya güneş ışığı toplamaktır (Thompson, 2018).

**Şekil 5.**Farklı Tipte Tasarlanmış Yoğunlaştırıcılar: (a) Arka Plandaki Yansıtıcıdan Yansıyan Işınları Yutan Boru Tip, (b) Eğri Yüzeyli Yansıtıcıdan Yansıyan Işınları Yutan Boru Tip, (c) Düzlem Yansıtıcılı Düzlem Yutuculu Tip, (d) Parabolik Yoğunlaştırıcı Tip, (e) Fresnel Yansıtıcı, (f) Kuleye Yoğunlaştırıcı Tip



(Narlı, 2007)

Aynalardan oluşan odaklı toplayıcılar, güneş ışınlarını tek bir kez veya ardı ardına iki kez yansıtarak yoğunlaştırır veya yönlendirir. Aynalar, düz silindirik, konik, küresel veya parabolik olabilir (Narlı, 2007).

**Şekil 6.**Heliostatik Sistemler Metodunun Fiber Optikler Metoduyla Birlikte Kullanılması



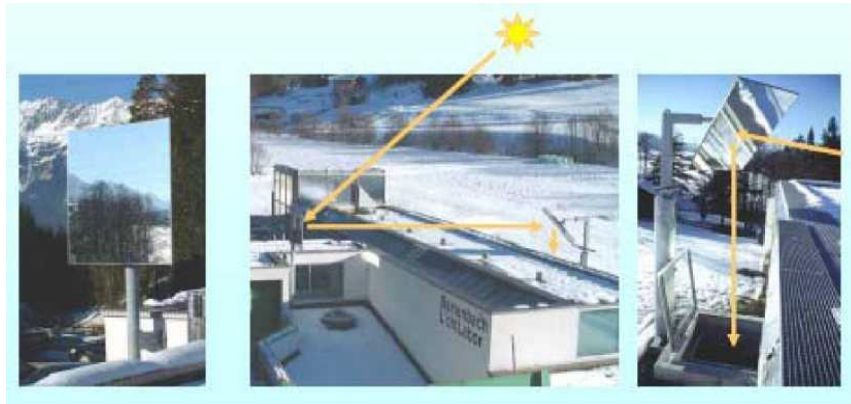
(Thompson, 2018)

Yukarıda Şekil 6’da farklı tipte tasarlanmış yoğunlaştırıcı sistemler gösterilmiştir. Bu sistemlerde güneş ışınları bir toplama hattı üzerine yoğunlaştırılmaktadır

## **2.Akıllı Aydınlatma Kılavuzları Metodu**

Akıllı aydınlatma kılavuzu yada akıllı aydınlatma kılavuzları (light guide) olarak adlandırılan sistem güneş ışığını mekânın içerisine prizmatik asetat bulunan ve saydam borulardan oluşan ışık ileticileri ile taşınmaktadır (Şen, 2017).

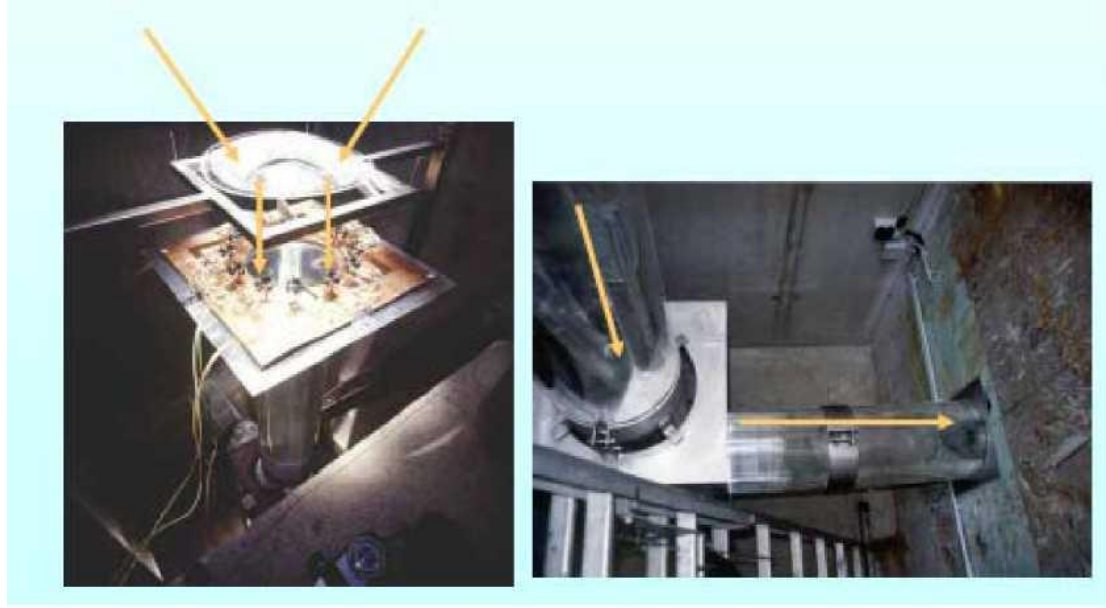
**Şekil 7.**Akıllı Aydınlatma Kılavuzlarına Gün Işığını Aktaran Heliostat Sisteminin Gösterilmesi



(Bakır, 2019)



**Şekil 8.**Gün Işığının Akıllı Aydınlatma Kılavuzları İle Taşınması



(Thompson, 2018)

**Şekil 9.**Akıllı Aydınlatma Kılavuzları İle Taşınan Gün Işığının Eğitim Kurumu Binalarının İ Hacminde Kullanılması



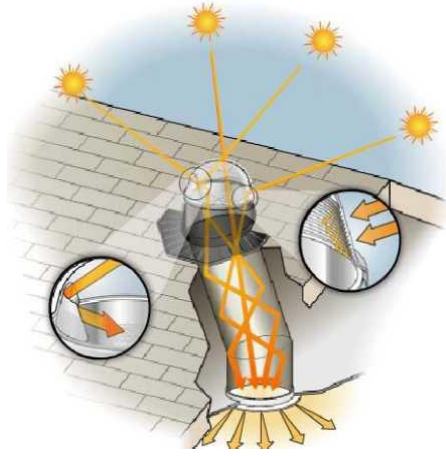
(Narlı, 2007)

Prizmatik asetatin özeliği, üzerine belirli bir eşik değerli açının altına düşen ışıkları, tam yansıtma prensibine bağlı olarak yansıtmasıdır (Narlı, 2007).

### **3.Akıllı Aydınlatma Tüpleri Metodu**

Akıllı aydınlatma tüpleri, gün ışığını taşıyan bir sistemdir. Gün ışığı girmeyen ortamlara tüp ile taşınan gün ışığı iletilir (Şen, 2017).

**Şekil 10.**Akıllı Aydınlatma Tüplerinin Kullanım Prensibinin Şematik Gösterimi



(Narlı, 2007)

**Şekil 11.**Akıllı Aydınlatma Tüpleri İle Eğitim Kurumu Binalarının İç Mekân Aydınlatmasının Şematik Gösterimi



(Şen, 2017)

Yansıtma katsayısının teknolojik gelişmelerle birlikte %95'lerden %98'in üzerine çıkmasıyla ev ve sanayi kullanılmasında yaygınlık kazanmıştır (Şen, 2017).

**Tablo 1.**Akıllı Aydınlatma Tüpleri İçin Gün Işığının Yansıtma Katsayısı

<b>Yansıtma Sonunda Kalan Işığ Miktarı (%)</b>					
Yansıtma Katsayısı	0 Yansıtma	5 Yansıtma	10 Yansıtma	15 Yansıtma	20 Yansıtma
99.7 %	100 %	98.51 %	97.04 %	95.59 %	94.17 %
98.0 %	100 %	90.39 %	81.71 %	73.86 %	66.76 %
96.0 %	100 %	81.54 %	66.48 %	54.21 %	44.20 %
95.0 %	100 %	77.38 %	59.87 %	46.3 %	35.85 %

(Bakır, 2019)

Tablo 1'de de görüneceği gibi yansıtma katsayısındaki arttış bu sistemin kullanılabilirliğini mantıklı kılmıştır. Ev ve sanayide uygulaması çok miktarda yapılmış bulunan sistemin, Türkiye'deki kullanma uygulamaları 2007'de başlamıştır (Bakır, 2019).

**Şekil 12.**Akıllı Aydınlatma Tüpleri İle Eğitim Kurumu Binalarının Aydınlatılması (Trkimento MTAL, Ümraniye)



**Tablo 2.**Akıllı Aydınlatma Tüpleri İle Boru Çapı ve Performans Özellikleri Arasındaki İlişki

<b>Boru çapı</b>	<b>Aydınlatma Alanı</b>	<b>Potansiyel Maksimum Uzunluk</b>	<b>Toplanan Işık Akısı (Lümen) Ortalama-Max</b>
250 mm	14-19 m <sup>2</sup>	6m	3,000 - 4,600
350 mm	23-28 m <sup>2</sup>	9m	6,000 - 9,100
530 mm	38-40 m <sup>2</sup>	15m	13,500- 20,8500

(Küçüksille, 2007)

Sistemin en mühim avantajlarından biride UV'yi neredeyse tamamen engellemesi ve sıcaklığını da iletememesidir. Bunun sayesinde gün ışığından faydalanmayı arzulayan ancak ısı nedeni kullanılmayan mekân açısından uygundur (Şen, 2017).

#### **4.Fiber Optikler Metodu**

Fiber optik yaygın bir kullanma alanı bulunan nispeten yeni bir teknolojidir. İlk kullanma alanı telekomünikasyondur ve bilgilerin ışık sinyalleri ile gönderilmesi sağlanmıştır. Bununla beraber fiber optik medikal görselleme, diş hekimliği özel aydınlatması, mikroskoplar, kameralar

binalarda sıcaklığı, nemi basıncı olen sensörler gibi çok yaygın bir kullanma alanı bulunmaktadır (Bakır, 2019).

**Şekil 13.**Fiber Optik Kablolar İle Eğitim Kurumu Binalarının Aydınlatılmasında Gün Işığının Etkin Kullanılması



(Thompson, 2018)

1990'larla birlikte uzak mesafe yapay ışık taşımada kullanılmıştır. Bu teknolojiye ışık bir noktadan diğerine veya birkaç noktaya fiber optik kablolarla taşınmaktadır. Bu teknoloji havuzların içersindeki aydınlatmalarda, müzelerde, dekoratif amaçlı noktasal ışık gerektiren mimari uygulamalarda, trafik sinyallerinde ve birçok dekoratif uygulamayla günümüzde geniş bir kullanma alanı bulunmaktadır (Thompson, 2018).

**Şekil 14.**Fiber Optikler İle Himewari Sisteminin Birlikte Kullanılmasıyla Gün Işığı Toplayıcılığı Modellemesi



(Şen, 2017)

Fiber optik ile gün ışığı aydınlatma sistemleri gün ışığını taşıyan sistemlerdendir. Gün ışığı tüpü gibi gün ışığını bir kısımdan alıp aydınlatılması istenilen yere kadar taşır. Fiber optik küçük kesiti sayesinde çok derin yerlere veya çok katlı binalardaki gün ışığı almayan kısımlara kolay bir şekilde taşınabilir (Şen, 2017).

Aşağıdaki Şekil 15’te 2 farklı fiber optik ışık toplayıcısından örnek verilmiştir (Küçüksille, 2007).

**Şekil 15.**Gün Işıklarını Takip Eden Parans Solar Paneli (Parans SP2 Modellemesi)



Fiber optikler konusunda en iyi bilinen ve ulaşılabilir bulunan Japonya’daki La Foret Engineering firmasının üreticisi olduğu Himawari’dir. Himawari sistemi altıgen şekilli, petek modelli Frensel lensli ışık toplayıcı (yatay, düşey hareketli), ışığı süzer ve fiber optik kablunun içine toplar (Bakır, 2019).

**Tablo 3.**Eğitim Kurumu Binalarının Dış Mekânında 98.000 Lux Gün Işığı Olduğunda Fiber Kablolar İle Taşımadaki Performans Özellikleri

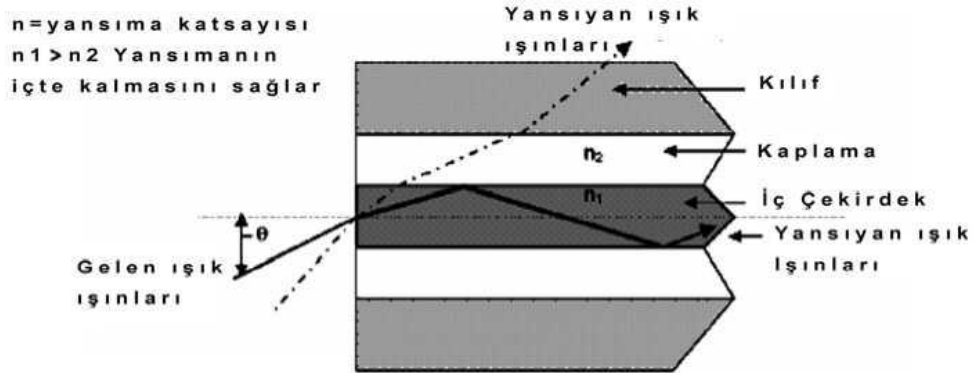
<b>Himewari Fiber Optik Sonuçları (98,000 Lux Gün Işığı Olduğunda)</b>			
<b>(Fiber Çekirdek Çapı 1.0 mm ve Toplam 6 Fiber Çekirdeği)</b>			
<b>Uzunluk (m)</b>	<b>Ortalama Aydınlatma Lux</b>	<b>Aydınlatılan Genişlik (m)</b>	<b>Aydınlatılan Alan (m2)</b>



0.5	7,967	0.554	0.241
1.0	1,990	1.109	0.966
1.5	884	1.663	2.172
2.0	497	2.217	3.860
2.5	318	2.772	6.035
3.0	221	3.326	8.688

(Küüksille, 2007)

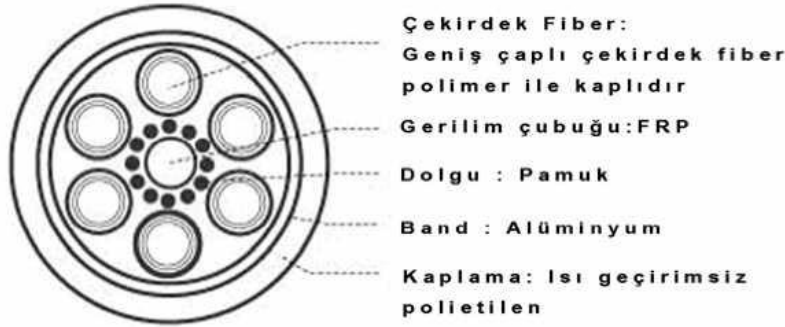
**Şekil 16.**Fiber Optik Kabloların Fonksiyonel Yapısı ve Gün Işığını Uzun Mesafede Taşıma Prensipli



(Bakır, 2019)

Gün ışığı ile aydınlatmada toplanan ve yönlendirilen gün ışığını fiber optik kablo demeti taşıyabilir (Bakır, 2019).

**Şekil 17.**Eğitim Kurumu Binalarında Gün Işığının Etkin Kullanılmasını Sağlayan Fiber Optik Kabloların Kesiti



Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin fiber optik kablolar yolu taşınarak aydınlatmada kullanılması amacı ile gün ışığı aydınlatma sistemi, Türkiye’de Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü’nde tasarlanmış, kurulmuş ve test edilmiştir. Şekil 18’de karanlık bir test odasındaki neticesi gözükmemektedir (Karaboğa, 2017).

**Şekil 18.**Ege Üniversitesi Test Odasında Fiber Optik Kablolar İle Gün Işığının Etkin Kullanılması Gösteren Uygulama Örneği



Fiber optik ile iç mekâna UV ve sıcaklık iletilmez, sadece görünür ışık kısmı iletilir. Eğer gün ışığı

fiber optik kablo ile taşınacaksa sıcaklık istenmez. Işık spektrumundan sıcaklığın ayrılması için soğuk aynalar (cold mirror) kullanılır. Soğuk aynalar seçici yüzeye sahiptir, görünür ışığı ve sıcaklığı ayırır (Sungur, 2020).

Fiber optik kablo 2 farklı yansıtma katsayısı bulunan malzemeden oluşmaktadır. Yansıtma katsayılarındaki farklılık ışığın çok uzun mesafelere değer kaybetmeden taşınmasını sağlar (Bakır, 2019).

## **Sonuç**

Eğitim kurumu binalarında gün ışığı ile aydınlatma konusunda en çok kullanılan ve basit çözüm pencerelerdir. Pencereden gelen ışık belli bir alanı yoğun aydınlattığı için iç mekânda homojen bir aydınlatma oluşmaz.

Işığın yanı sıra sıcaklık, kamaşma gibi olumsuz özellikleri de beraberinde getirmesi neticesi pencerelere ek kombinasyonlarla ve pencerelerden bağımsız olarak gün ışığını iç mekâna alan gelişmiş ve yenilikçi olarak adlandırılan gün ışığı aydınlatma sistemleri ortaya çıkmıştır. Her ne kadar gelişmiş olarak adlandırılrsa da sistem yaygınlığı, maliyetleri ve sistemin her koşulda olumlu bir şekilde çalışacağı her sistemde garanti değildir.

Eğitim kurumu binalarının bazılarında gelişmiş gün ışığı sistemleri yayınlık gün ışığını bina içerisine alan ve direk gün ışığını bina içerisine alan sistemler şeklinde de dizayn edilmiştir. Hatta yansıtıcılar ve ışık rafları, pencere ile entegre sistemler, ışık yönlendiriciler şeklinde eğitim kurumu binalarının yapımı da söz konusudur.

Akıllı aydınlatma kontrol sistemleri çerçevesinde eğitim kurumları binalarının yapımında tam bir standartlaşmaya gidilememesinin sebebi gelişmekte bulunan bu sistemlerin tek başlarına veya beraber kullanılarak yeni sistemler oluşturulmaları ve bunların farklı güneş ışınları karşısındaki farklı kullanma amacıdır.

Akıllı aydınlatma sistemleri konusunda eğitim kurumu binalarında enerji etkinliği aydınlatma için harcanacak bulunan enerjinin azalmasıyla, yani akıllı aydınlatmanın etkin ve doğru kullanılmasıyla gerçekleşir.

Bu çalışma kapsamında gün ışığının aydınlatmadaki 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 maksimum seviyeye çıkaran metodlar yenilikçi ve girişimci metodlar paralelinde incelenmiştir.

Böylelikle bu çalışmanın akıllı aydınlatma sistemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve sistemlerle ilgili temel kavramların, tasarım ölçütlerinin belirlenmesine yardımcı bir kaynak olması amaçlanmıştır.

### **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 Yöneyem Araştırmaları Dergisi**, 125, 381 - 397, 2000.

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

Bağ, N., Özdemir, M., T. Eren, “0 - 1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi İle Mimari Aydınlatma Problemi Çözümü”, **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., Hasgül, 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 Çok Yararlanmak İçin Algoritmik Hesaplamalarla Modellenmesi”, **İMO Teknik Dergisi**, (II)238, 3599 - 3618, 2015.

Deveci, M., Demirel S., Özcan, E. “Kurum Binalarının Aydınlatılması Problemleri İçin Ölçek Geliştirme ve Uygulama Önerileri”, **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**, İzmirleri Teknoloji Enstitüsü Yayınları, İzmir, 2018.

rs, M. **Akıllı Aydınlatma izelgelenmesi 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 Işığında 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

Ünal, 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.