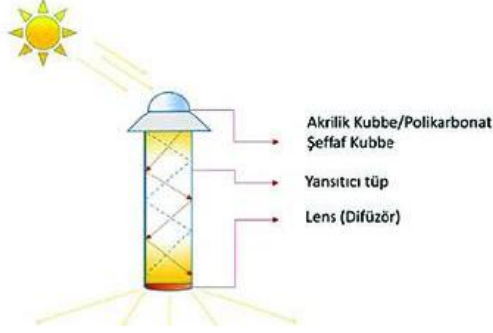


IŞIK TÜPÜYLE DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİNİN İSKENDERUN BÖLGESİNE UYGULANABİLİRLİĞİ VE TASARIMI

Özkan KÖSE İsmail ÜSTÜN Hüseyin YAĞLI N.Adil ÖZTÜRK Cuma KARAKUŞ Yıldız KOÇ Ali KOÇ*

ÖZET



Mevcut durumda yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulum maliyetleri çok yüksek olduğundan ülkemizin tüm enerji ihtiyacını sağlayacak düzeyde geliştirilmesi kısa vade de mümkün görülmemektedir. Ülkemizde harcanan elektrik enerjisinin yaklaşık %25'si aydınlatmada kullanıldığından, enerji tasarrufu yapılabilecek en önemli alanlardan biri de aydınlatmadır. Özellikle hastaneler, sanayi tesisleri, üniversiteler, fabrikalar, okullar ve idari binalarda gündüz

saatlerinde yapay aydınlatma sistemleri kullandığından dolayı, bu binaların aydınlatma sistemlerine uygulanacak enerji tasarrufu yöntemleri ile enerji tüketiminde ciddi oranlarda azalma sağlanabilecektir. Gündüz saatlerinde kamu binalarında yoğun olarak kullanılan aydınlatmanın elektrik enerjisi tüketimi olmadan, ışık tüpleri gibi direkt olarak gün ışığının kullanıldığı sistemlerle yapılabileceği bilinmektedir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında ülkemizde mevcut ışık tüpü üreticisi bir firmanın tasarımları da dikkate alınarak İskenderun bölgesinin ışık tüpü ile aydınlatılabilme potansiyeli incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında ışık tüpü kullanılarak yapılan aydınlatma sisteminin kullanıldığı alanlarda yaşayan insanların sağlığı ve psikolojisi üzerine etkileri irdelenmiş olup sistemin tasarım yöntemi örnek bir tasarım da kullanılarak verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal aydınlatma, gün ışığı, ışık tüpü, güneş tüpü, enerji tasarrufu, çalışma performansı, sağlık

1. GİRİŞ

Günümüzde insan nüfusunun artması ve teknolojinin gelişmesiyle enerjiye olan bağımlılık giderek artmaktadır. Enerjinin üretilmesinde büyük bir paya sahip olan fosil yakıtların tükenmeye başlaması ve çevreye verdiği zararın günden güne artması, bizi daha temiz alternatif enerji



kaynaklarına yönelmektedir. Bu nedenle, temiz bir enerji kaynağı olarak düşünülen yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır ve artan bu ilgi ile birlikte, enerji verimliliğinin artırılması ve etkin bir şekilde kullanımı fikri ortaya çıkmaktadır [1].

Günümüzde, gündüz saatlerinde ofis, hastane, sağlık hizmetleri, idari binalar gibi birçok mekanda yapay aydınlatma (klasik elektrik ile aydınlatma) kullanılmaktadır. Yapay aydınlatma, elektrik enerjisi tüketiminin yanı sıra, iklimlendirme konusunda da artı bir ısı yükü oluşturmaktadır. Türkiye genelinde tüketilen elektriğin yaklaşık %25'i aydınlatmada kullanıldığı düşünüldüğünde, aydınlatma sistemlerinde enerji tasarruf yöntemlerinin kullanımının ve alternatif enerji kaynakları ile birleştirilmesinin önemi açıkça görülmektedir [2]. Enerjisinden etkin ve basit yöntemlerle faydalanabileceğimiz en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş ışığı, gündüz

aydınlatmanın kullanıldığı ve gün ışığından faydalanılmadığı mekanların aydınlatılmasında kullanılarak enerji tasarrufu yapılmasına katkıda bulunmasının yanı sıra insan sağlığına da olumlu etkiler sağlamaktadır [3]. Güneş ışığından en etkin şekilde faydalanabilmek üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Zerrin (2005), akıllı binaların tasarımında güneş enerjisinin doğru kullanılması için kullanılması gereken parametrelerin optimum değerlerinin belirlenmesine yardımcı olacak bazı yöntemleri, iş kulelerinin enerji verimliliği üzerine yapmış olduğu bir çalışmaya uygulamıştır. Bu çalışmanın sonucunda, otomasyon ve elektrik-elektronik sistemlerin pasif sistemle uyumlu çalışabileceğini göstermiştir [4]. Damla ve ark. (2009), yapmış oldukları çalışmada aydınlatma kontrolünün hastane, idari ve sağlık hizmeti veren mekanlarda kullanımından bahsetmişlerdir. Ayrıca, hastanelerin hasta odaları dışındaki bölümlerinde aydınlatma özelliklerini incelemişlerdir. Bunlara ek olarak çalışma kapsamında, aydınlatmada görsel konfor, görme oranlarının etkinlik derecesi ve



aydınlatma-mekan ilişkisini de incelemişlerdir. Böylece hastanelerin 24 saat açık olmasından dolayı aydınlatma verimliliğinin çalışmalarının uygulanması için en öncelikli mekan olduğunu öne sürmüşlerdir [5]. Nagehan (2010), dış ortamın aydınlık düzeyine bağlı olarak iç hacmin doğal aydınlık karakteristiğini çıkarmış olduğu çalışmada, doğal aydınlatmanın ofis koşullarında verimliliği arttırdığını ve görsel bir konfor oluşturduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca, iç ortamın mimari yapısından ve eşyalardan kaynaklı yansımaların günışığı verimini düşüren etkenlerden biri

olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda, aydınlatma için gün ışığından ne zaman ve ne kadar etkin kullanılacağı bilinmese de, enerjinin verimli kullanılması için en önemli adımın aydınlatma ile atılacağını tespit etmişlerdir [6]. Han ve ark. (2010) ofis ve inovatif evlerde aydınlatma, ısıtma ve soğutma maliyetlerini önemli ölçüde azaltan yeni teknolojiler üzerine kısa araştırmalar yapmış oldukları çalışmada, enerjinin daha verimli kullanılması üzerine birtakım fikirler ve tasarımlar sunmuşlardır [7]. Alpin (2007), çalışması kapsamında binalarda gün ışığından yararlanma yöntemlerini incelemişlerdir. Gün ışığından faydalanma yöntemlerinden olan ışık tüpleri ve ışık rafları gibi sistemler hakkında bilgi vermişlerdir. Gün ışığının görsel konfor sağlamanın yanında enerji verimliliğine de katkıda bulunduğunu gördükleri çalışmada gün ışığının iç mekana maksimum oranlarda alınabilmesinin ancak kontrol mekanizmalarıyla mümkün olacağı sonucuna varmışlardır [8]. Roseman ve ark. (2008), bu çalışmada bir mekanın güneş ışığıyla doğal aydınlatma yapılması için uygun maliyetli bir yöntemin geliştirilmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Mekanın doğal aydınlatmasını, pencerelerin üzerine konulan kubbe biçimindeki bir aparat ile gün ışığının toplanması ve optik bir aparat ile ışığın içeri yansıtılması ile sağlamış ve bu yöntem kullanıldığında çevre ve sağlık bakımından faydalı olacağını ileri sürmüşlerdir [9]. Rüya ve ark. (2015) bir mekanda pasif ve aktif güneş enerjisinden faydalanma yöntemlerini incelemişlerdir. Güneş enerjisini yalnızca doğal ısıtma ve soğutmada değil, aynı zamanda doğal aydınlatma işlemlerinde de kullanılabileceğini vurgulamış ve inşaat sektöründeki mekan tasarımının enerji verimliliği açısından önemine değinmişlerdir [10]. Bu çalışmada, enerji verimliliği üzerine birçok çalışma yapılmasına rağmen üzerine yeterince çalışma yapılmamış olan ışık boruları ve bu borular kullanılarak yapılan doğal aydınlatma üzerine araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, ışık borusunun enerji tasarrufuna ve insan sağlığına etkileri de incelenmiştir. Tüm bunlara ek olarak, gün ışığının çalışma performansı üzerindeki etkileri gözden geçirilmiş, sistemin güneş ışığı yoğunluğunun fazla olduğu İskenderun bölgesine uygulanabilirliği ve sistem tasarımı araştırılmış ve tasarım için gereklilikler incelenmiştir.

2. GÜNIŞIĞI İLE AYDINLATMADA IŞIK BORUSUNUN KULLANIMI

2.1. Enerji Verimliliğine Etkisi

Yenilenebilir enerjiyi faydalı bir şekilde kullanmak için birçok uygulama hayata

geçmiştir. Bu uygulamaların en önemlilerinden birisi de ışık tütünün aydınlatmada kullanılmasıdır. Işık tüpü ile aydınlatma sistemi, gün ışığını görsel konforu bozmadan kontrollü bir şekilde dışardan alarak iç mekanlara ulaştıran, gün ışığının olumsuz yönlerini avantajlı hale getirerek konforlu aydınlatmayı sağlayan inovatif bir sistemdir. Işık tüpü, özellikle gündüz mesai saatlerinin uygulandığı hastane, ofis, üniversite, fabrika ve idari binalarda aydınlatma giderlerini azaltırken, soğuk aydınlatma özelliği sayesinde, soğutma yükünün en fazla olduğu saatlerde, soğutma yükünde yaklaşık %15'lik azalma sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, ışık tütünün UV ışınlarını geçirmemesi, sera etkisi oluşturmaması, kurulumunun kolay olması ve işletme giderlerinin düşük olması, uygulanabilir bir sistem olduğunu göstermektedir [11].

ÇAP (cm)	IŞIK TÜPÜNÜN VERİMİ (%)							
	25		35		40		53	
YANSITMA KATSAYISI	0.92	0.995	0.92	0.995	0.92	0.995	0.92	0.995
L (m)								
2	58	96	67	97	71	98	87	99
4	35	93	46	95	51	96	60	97
6	21	90	32	93	37	94	47	95
8	13	87	23	91	27	92	37	94
10	9	84	16	88	20	90	29	92
12	5	52	12	86	15	88	23	91

Gün ışığı ile aydınlatma, gündüz aydınlatma ihtiyacı olan her alanda, sıfır elektrik enerjisi tüketimiyle yaklaşık 6-8 saat uygulanabilmekte ve önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Doğal aydınlatmanın enerji tasarrufuna etkisini görme açısından örnek bir tasarım ve sistemin hesabı yapılmıştır [12]. 1 m² için 10 W aydınlatma gücü gerektiği kabul edilen 2000 m² lik bir sanayi tesisine ışık tüpüyle doğal aydınlatma uygulanmış olan tesiste, 2000 m² için saatte 20000 W (20 kW) aydınlatma gücüne ihtiyaç duyulduğu hesaplanmıştır. Bu tesise uygulanacak doğal aydınlatmayla günde ortalama 8 saat bilinen elektrikli aydınlatma sisteminin kullanılmayacağı düşünüldüğünde, sadece bir binadan ve sadece aydınlatmadan günde toplam 160 kWh ve yılda 57600 kWh tasarruf edilebileceği görülmüştür [12]. Işık tüpü uygulaması dünya genelinde kamu binalarına ve sanayi tesislerine uygulandığında önemli miktarda bir enerji tasarrufunun yapılacağı bu çalışmada da açıkça görülmektedir.

2.2. İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Gün ışığının iç mekanlarda kullanılması, aydınlatma giderlerinde tasarruf sağlamanın yanı sıra, insan sağlığı üzerinde de olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. Gün ışığıyla aydınlatma yapılan mekanlarda yaşayan insanların depresyon, uyku düzensizliği, uyuşukluk gibi sağlık problemlerinin azaldığı gözlemlenmiştir [13]. Çünkü gözlere gelen ışık yoğunluğu, vücudun günlük ritminin düzenlenmesine yardımcı olan sinir sistemini uyarmaktadır. Işık yoğunluğuna göre üretilen melatonin hormonunun yanlış zamanda salgılanması, insan üzerinde uyuşuklukla birlikte uyku bozukluğu görülmesine de neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, melatonin hormonunun sürekli olarak farklı zamanlarda salgılanması, kronik yorgunluğa ve depresyona sebep olacağı, hatta kansere bile neden olabileceği anlaşılmıştır. Diğer yandan, yapay ışık yoğunluğu farkları, günlük işlevsel bozuklukları tetiklemektedir. Meme kanseri ile yapay aydınlatma arasındaki ilişkiyi inceleyen bilim adamları, ışıkta uyumak, gece çalışmak ve geç yatmanın hastalık riskini %60 arttırdığını ortaya çıkarmaktadır [14].

2.3. Çalışma performansına etkisi

Binalarda gün ışığı ile aydınlatma kullanımı, çalışanların üretkenliklerini arttırdığı ve şirket

HİZMET ENDÜSTRİLERİ	LÜKS	HASTANELER	LÜKS
Oteller ve Yiyecek İşleri	200	Muayene odaları	200
Resepsyonlar	500	Personel Odaları	100
Restoranlar	200	Laboratuvarlar	500
Büfeler	300	KONUTLAR	LÜKS
Konferans Salonları	300	Mutfak	300
Self Servis Tesisleri	300	Oturma Odaları	100

ekonomisinde ciddi artışlara neden olduğu ileri sürülmektedir. Çalışan personeller üzerinde yapılan incelemelerde, personelin psikolojik olarak daha rahat çalıştığı ve yaptığı işlerde başarı oranının yaklaşık %15-20 oranında arttığı gözlenmektedir. Yurtdışında yaklaşık 100 okul üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda gün ışığıyla aydınlatılan sınıflarda öğrencilerin matematikte ve okumadaki başarılarında sırasıyla yaklaşık %10-20 ve %18-26 oranlarında artış olduğu gözlenmiştir. Okullarda gün ışığının kullanılması ile dışarıdan gelen ısı kazancın, parlamanın ve kamaşmanın minimize edilmesinden dolayı, öğrencilerin performansında olumlu bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Satış mağazalarında ve sanayi tesislerinde gün ışığının kullanılmasıyla, çalışanlarda, hata ve kaza oranlarında düşüş olduğu, çalışanların üretkenliklerini arttırdığı, çalışanların ruh haline olumlu etkilerinin olduğu ve daha az devamsızlık sağladığı görülmüştür [15-17].

3. Işık Tüpünün Teknik Özellikleri ve Tasarımı

Gün ışığıyla doğal aydınlatma yapmanın sağlık, performans ve enerji verimliliğine faydalı olacağı net olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin faydalı özelliklerini kullanan ışık tüpüyle aydınlatma sistemlerinin, fabrikalar, tesisler, depolar, okullar, hastaneler, alışveriş merkezleri gibi aydınlatmanın ihtiyaç duyulduğu her yerde kullanımı uygun ve kurulumu basittir.

Türkiye’de yok denecek kadar az üretimi olan bu sistemin yerli üretimini ülkemizde Sunvia (Form Endüstri) başta olmak üzere birkaç firma üslenmektedir. Işık tüpünün çalışma prensibi Şekil 1’de görülmektedir. Işık tüpü temel olarak üç parçadan oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, güneşin doğuşundan batışına kadar güneş ışığını her açıda toplayan, sararma dayanımı ve mukavemeti yüksek olan ve yaklaşık %95 ışık geçirgenliğine sahip olan şeffaf kubbedir. Bu kubbelerin ısı geçirgenliği az olduğundan, soğutma yükünün azalmasına yardımcı olmaktadır. İkincisi, şeffaf kubbenin topladığı ışığı iç meknlara taşımaya yarayan ve yansıtma katsayısı yüksek (yaklaşık 0.99) olan yansıtıcı tüptür. Gümüş-alüminyum alaşımı olduğundan ultraviyole (UV) ışığına dayanıklı hale gelmektedir. Üçüncü ve son kısım ise yansıtıcı tüpten gelen ışığın aydınlatılması istenen iç meknlara homojen bir şekilde dağıtılmasını sağlayan, UV ışınımına dayanıklı ve elektrostatik yüklemelere karşı dayanımı yüksek olan lenslerdir (difüzörler). Işık tüpünün montaj edilmiş hali ve ışık tüpünün çeşitli uygulama alanları Şekil 2 ve Şekil 3’de gösterilmektedir.

Işık tüpü tasarımı yapılırken birçok parametreye dikkat edilmesi gerekmektedir. Işık tüpünün verimliliğini şeffaf kubbenin konumu, yansıtıcı tüpün uzunluğu ve mekanın büyüklüğü doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra, havanın açık ya da kapalı olması da performansını etkileyen unsurlar arasındadır. Işık tüpünün çap ve mekan büyüklüğüne göre eşdeğer güçleri Tablo 1’de verilmektedir.

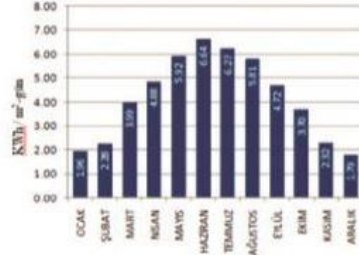
25 cm çaplı ışık tüpleri banyo, mutfak ve yatak odaları gibi küçük meknlarda kullanılırken, 55 cm ve 90 cm çaplarındaki ışık tüpleri mağaza, fabrika, alışveriş merkezi ve konferans salonları gibi büyük meknlarda kullanılmaktadır. Meknlara göre gerekli aydınlık düzeyleri Tablo 2’de verilmektedir. Işık tüpüyle doğal aydınlatmada verimliliği etkileyen en önemli konulardan birisi de şeffaf kubbeye montajlanmış yansıtıcı tüpün mekana olan uzaklığıdır. Dış mekan ile iç mekan arasındaki bağlantı uzak ise, ciddi oranda verimlilik düşecektir. Işık tüpünün uzunluğunun verime etkisi Tablo 3’de verilmektedir.

Bu tabloda ışık tüpünün verimliliği, yansıtıcı tüpün iç mekana olan uzunluğu ve tüpün iki farklı yansıtma katsayısı ve dört farklı çap değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. Tabloda okunan deneysel verilerde görüldüğü üzere, yansıtıcı tüpün uzunluğu değiştikçe verimlilik ciddi oranda

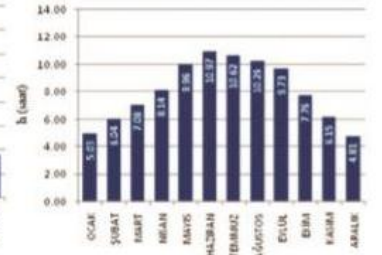
düşmektedir. Bunun yanı sıra, yansıtıcı tüpün çapı ve yansıtma katsayısı arttıkça verimlilikte ciddi artışlar görülmektedir.

4. İskenderun Bölgesine Uygulanabilirliği

Ülkemizde ışık tüpünün en iyi uygulanabileceği yerlerden biri de Hatay'ın İskenderun ilçesidir. İskenderun ilçesinin m² başına düşen güneş ışınım miktarı ve güneşlenme süreleri Şekil 4 ve Şekil 5' te verilmektedir.



Şekil 4 İskenderun bölgesinin ay içerisindeki m² başına düşen güneş radyasyon miktarı (20)



Şekil 5 İskenderun bölgesinin ay içerisindeki bir günlük güneşlenme süresi (20)

Güneş ışınım miktarı ve güneşlenme süresi en fazla olan bölgelerden biri Hatay'ın İskenderun ilçesidir. İskenderun bölgesi yıllık ortalama 8 saat güneşlenme süresine sahiptir. Bunun yanı sıra, soğutma yükünün en fazla olduğu yaz aylarında ise ortalama 10 saatin üzerinde güneşlenme süresi bulunmaktadır. İskenderun bölgesinin güneşlenme süresinin yüksek olması, ışık tüpüyle doğal aydınlatma yapılabilecek en iyi yerlerden biri olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Işık tüpü İskenderun bölgesine uygulandığında, soğuk aydınlatma özelliğiyle hem iklimlendirme hem de aydınlatma alanında ciddi oranda enerji tasarrufu sağlayacaktır.

5. SONUÇLAR

Ülkemizin güneş enerji potansiyeli birçok Avrupa ülkesinden daha iyi olmasına rağmen, gün ışığından faydalanan sistemler ülkemizde yeterince kullanılmamaktadır. Avrupa ülkelerinde birçok uygulama örneği bulunan bu sistemin ülkemizde çok az uygulaması mevcut olmakla birlikte çalışma mantığını ve kurulum parametrelerine hakim uzman kişi sayısı yeterli değildir. Bu çalışmada neticesinde gün ışığının iç mekânlarda kullanılmasıyla aydınlatmada ciddi oranda enerji tasarrufu yapılabileceği görülmüştür. Isıl geçirgenliği düşük olduğundan dolayı, ışık borularının kullanılması ile soğutma yüklerinde ciddi oranlarda enerji tasarrufu sağlanabileceği anlaşılmıştır. Bu sistemin kullanılmasıyla, ülkemizin fosil yakıtlara bağımlılığı ve CO₂ emisyonu ciddi oranlarda azalacaktır.

Gün ışığının iç mekânlarda kullanılması, enerjide verimliliği sağlamanın yanı sıra insan sağlığına olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Bununla birlikte gün ışığının çalışanların performansı üzerinde faydalı etkileri olduğu görülmüştür. Okullarda kullanımı yaygınlaşan Avrupa ülkelerinde yapılan incelemeler sonucunda, öğrencilerin başarı oranlarının arttırdığı görülmüştür. Işık borusu kullanılacak olan mekânların bulunduğu bölgelerin maliyet ve enerji tasarrufu açısından dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Çünkü bu sistemlerin verimliliği, ülke ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle, güneşlenme sürelerinin fazla olduğu ve m²'ye düşen ısı yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde kullanılmasının daha faydalı olacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle yüksek güneşlenme süresine sahip İskenderun bölgesinde ışık borusu ile aydınlatma yapılabileceğini görülmüş ve bu sistemlerin kullanılması ile özellikle soğutma yükünün fazla olduğu yaz aylarında soğutma giderlerinde önemli ölçüde azalma göstereceği anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Birim alana düşen güneş ışınım miktarı açısından zengin bölgelerden birisi olan İskenderun bölgesinde ve ülkemizin güneş bakımından elverişli diğer bölgelerinde güneş ışığından en verimli şekilde faydalanılmasını ve aydınlatmadan kaynaklı enerji tüketiminin ve dolayısı ile CO₂ salınımının azaltılmasını sağlamak için hazırlanmış olan bu çalışmada, sistemin anlaşılması ve gerekli verilerin

elde edilmesi konusunda gerekli teknik desteği sağlayan ve çalışma sureci içerisinde manevi desteğini esirgemeyen Sunvia Őirketi ailesi başta olmak üzere, Sunvia Genel Müdürü Güray Korun Bey'e ve Sunvia Satış Sorumlusu Ali Osman Yılmaz Bey'e yapmış oldukları katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunmaktayız.

KAYNAKÇA

1. Koç, E., & Őenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu-genel deđerlendirme. Mühendis ve Makina, 54(639), 32-44.
2. Gençođlu, M. T., & zbay, E. (2007). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri.
3. Altomonte, S. (2012). Lighting and Physiology: artificial and natural lighting and its relation to the human body. Deakin University, Australia. Retrived from, www. melbourne. vic. gov. au/.../Study3TechnicalPaper_updated. DOC retrieved, 19.
4. Yılmaz, Z. (2006). Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji. Tesisat Muhendisligi Dergisi, (91), 7-15.
5. Altuncu, D. (2009). Aydınlatma kontrol sistemlerinin hastanelerde kullanımı. tasarım+ kuram dergisi, 5(8), 116-143.
6. GEK, N.F., 2010. Bir Hacmin Gniřiđi Karakteristiđinin ıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.. Mühendislik Fakültesi, İstanbul.
7. Han, H. J., Jeon, Y. I., Lim, S. H., Kim, W. W., & Chen, K. (2010). New developments in illumination, heating and cooling technologies for energy-efficient buildings. Energy, 35(6), 2647-2653.
8. Yener, A. K. Binalarda Gniřiđından Yararlanma Yntemleri: ađdař Teknikler.
9. Rosemann, A., Mossman, M., & Whitehead, L. (2008). Development of a cost-effective solar illumination system to bring natural light into the building core. Solar Energy, 82(4), 302-310.
10. Demircan, A. G. R. K., & Gltekin, A. B. Binalarda Pasif Ve Aktif Gneř Sistemlerinin İncelenmesi Investigation Of Passive And Active Solar Systems In Buildings.
11. Grgl, S.: "Işık Borusuyla Aydınlatılan Odanın Őebeke Destekli Yapay Aydınlatma İle Kontrol Ve Grntlenmesi", Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstits, İstanbul, Türkiye, (2011).
12. http://www.sunvia.net/content/pdf/sunvia_hakkinda.pdf
13. Van Bommel, W. J. M., & Van den Beld, G. J. (2004). Lighting for work: a review of visual and biological effects. Lighting Research & Technology, 36(4), 255-266.
14. zelik, F., Erdem, M., Bolu, A., & Glsn, M. (2013). Melatonin: Genel zellikleri ve psikiyatrik bozukluklardaki rol. Psikiyatride Gncel Yaklařımlar, 5(2).
15. Edwards, L., & Torcellini, P. (2002). Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants (No. NREL/TP-550-30769). National Renewable Energy Lab., Golden, CO.(US).

16. Heschong, L., Wright, R. L., & Okura, S. (2002). Daylighting impacts on human performance in school. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 31(2), 101-114.
17. Boyce, P. (2004). Reviews of technical reports on daylight and productivity. Report, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, Retrieved on, 11(17), 2009.
18. <http://www.solatube.com/residential/day-nightlighting> (Eriřim tarihi: 18.09.2017)
19. http://www.pelsan.com.tr/resources/files/minimum_aydinlik_duzeyleri.pdf (Eriřim tarihi: 18.09.2017)
20. <http://www.eie.gov.tr/mycalculator/Aciklamalar.aspx> (Eriřim tarihi: 18.09.2017)