



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK PROGRAMI**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA EĞİTİM YAPILARININ  
ENERJİ ETKİN AYDINLATMA AÇISINDAN İNCELENMESİ VE  
UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HÜMEYRA ÇAĞLAR**

**İSTANBUL, 2021**



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK PROGRAMI**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA EĞİTİM YAPILARININ  
ENERJİ ETKİN AYDINLATMA AÇISINDAN İNCELENMESİ VE  
UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hümevra ÇAĞLAR  
(190201003)**

**Danışman  
(Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN)**

**İSTANBUL, 2021**

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı'nda 190201003 numaralı Hümevra ÇAĞLAR'ın hazırladığı "Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Eğitim Yapılarının Enerji Etkin Aydınlatma Açısından İncelenmesi ve Uygulama Örneklerinin Değerlendirilmesi " konulu Mimarlık Tezli Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 17/06/2021 Perşembe günü saat 16 :30 'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** karar verilmiştir.

**Düzeltilme verilmesi halinde:**

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:.... da yapılacaktır.

**Tez Adı Değişikliği Yapılması Halinde:** Tez adının  
.....  
.....  
..... şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Tarih	İmza
(Danışman) Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN	17/ 06/2021	<b>KABUL</b>
Dr. Öğr. Üyesi Emine Merve OKUMUŞ	17/ 06/2021	<b>KABUL</b>
Dr. Öğr. Üyesi Jülide EDİRNE ERDİNÇ	17/ 06/2021	<b>KABUL</b>

## **BEYAN/ ETİK BİLDİRİM**

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağılı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Hümevra ÇAĞLAR

# **SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA EĞİTİM YAPILARININ ENERJİ ETKİN AYDINLATMA AÇISINDAN İNCELENMESİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hümevra ÇAĞLAR**

## **ÖZET**

Sürdürülebilirlik konusu, uzun yıllardır birçok çalışma alanının gündeminde kendine yer bulmuş, gün geçtikçe kapsamı genişleyen bir kavramdır. Mimarlığın çalışma alanı olan yapı üretiminin ekonomi ve teknolojiyle gelişmesi, doğaya etkilerini artırmaktadır. Yapılan çalışmalarla sürdürülebilirlik kavramının mimarlık alanındaki tanımı ve mimarlık çalışmaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir mimarlık fikriyle binaların üretim, kullanım ve kullanım sonrası evreleri için yeni yöntem ve ilkeler oluşturulmuştur.

Özellikle endüstri çağı sonrası bilginin ülkeler arası rekabet konusu haline gelmesiyle eğitim yapıları önem kazanmış; gelişen toplum ve değişen eğitim yöntemlerine uyum sağlaması hedeflenmiştir. Yapı grupları içinde geniş bir yer tutan eğitim yapıları, sürdürülebilir mimarlığın ilke ve stratejilerini göz önüne alarak doğaya zarar vermeden üretilmeye çalışılmaktadır. Sürdürülebilir yaşam anlayışının özellikle küçük yaş gruplarına ait okullarda hakim olması, gelecek nesillere bu fikrin aşılması için önem taşımaktadır.

Sürdürülebilir yapı tasarımlarında enerji kaynaklarının etkili kullanımı ve korunması konuları gündem olmuştur. Yapıların yaşam döngüsü içinde kullanılan enerjinin büyük bir bölümünü aydınlatma ihtiyacı oluşturmaktadır. Eğitim yapıları, uzun kullanım süresine sahip ve enerji tüketim oranı yüksek yapı gruplarındandır.

Yapılan alışmalar, enerjinin etkin kullanımı yoluyla kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanmasını hedeflemektedir. Enerji etkin aydınlatma; görsel performansı destekleyen ve yenilenebilir kaynakların kullanıldığı aydınlatma olarak tanımlanabilir. Gün ışığı kullanımından maksimum verim elde edilen ve mekansal ihtiyaçlara göre farklılaşan aydınlatma sistemlerinin kurulması temeline dayanmaktadır.

Tez alışması kapsamında ikinci ve nc bölümlerde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari kavramları ile bu kavramların eğitim yapıları yaşam döngüsüne etkileri üzerinde durulmuştur. Çalışmanın dördüncü bölümünde eğitim yapılarında mekansal aydınlatma ihtiyaçları ve enerji etkin aydınlatma yöntemleri incelenmiştir. Beşinci bölümde belirlenen eğitim yapılarında enerji etkin aydınlatmaya dair uygulamalar değerlendirilmiştir. Yapılan literatür taraması ve örnek bina incelemeleri sonucunda yapı tasarım aşamasında, temel ışık kaynağı olan gün ışığından maksimum verim sağlanması planlanmalıdır. Aynı zamanda yapay ışık kaynaklarından enerji verimliliği sağlayabilmek amacıyla minimum elektrik enerjisi kullanan aygıtların tercih edilmesi ve sistemin elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla yenilenebilir kaynaklardan enerji dnşm yntemlerinin kullanılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler; **sürdürülebilirlik, eğitim yapısı, enerji korunumu, aydınlatma, ışık.**

# **INVESTIGATION OF EDUCATIONAL BUILDINGS IN TERMS OF ENERGY EFFECTIVE LIGHTING AND EVALUATION OF APPLICATION SAMPLES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE**

**Hümeyra ÇAĞLAR**

## **ABSTRACT**

Sustainability is a concept that has been on the agenda of many fields of work for many years and its scope expands day by day. The development of building production, which is the working area of architecture, with economy and technology increases its effects on nature. The definition of the concept of sustainability in the field of architecture and its effects on architectural studies have been evaluated with the studies. With the idea of sustainable architecture, new methods and principles have been created for the production, use and post-use phases of buildings.

Especially after the industrial age, educational structures gained importance as knowledge became a subject of competition between countries; It is aimed to adapt to the developing society and changing education methods. Educational buildings, which have a large place in building groups, are tried to be produced without harming the nature, taking into account the principles and strategies of sustainable architecture. It is important that the understanding of sustainable living is prevalent in schools belonging to young age groups, in order to instill this idea in future generations.

The issues of effective use and protection of energy resources in sustainable building designs have been on the agenda. A large part of the energy used in the life cycle of the buildings is the need for lighting. Educational buildings are among the building groups with a long service life and high energy consumption rate. The studies carried out aim to meet the needs of the users through the efficient use of energy.

Energy efficient lighting; It can be defined as lighting that supports visual performance and uses renewable resources. It is based on the establishment of lighting systems that achieve maximum efficiency from the use of daylight and differ according to spatial needs.

In the second and third parts of the thesis, the concepts of sustainability and sustainable architecture and the effects of these concepts on the life cycle of educational buildings are emphasized. In the fourth part of the study, spatial lighting needs and energy efficient lighting methods in educational buildings are examined. In the fifth chapter, applications regarding energy efficient lighting in educational buildings are evaluated. As a result of the literature review and sample building studies, it should be planned to provide maximum efficiency from daylight, which is the main light source, in the building design phase. At the same time, in order to provide energy efficiency from artificial light sources, devices that use minimum electrical energy should be preferred and energy conversion methods from renewable sources should be used in order to meet the electricity needs of the system.

Key words; **sustainability, education building, energy conservation, illumination, lighting.**

## ÖNSÖZ

Öncelikle tez danışmanlığımı kabul ederek bilgi, tecrübe ve önerilerini benimle paylaşan, salgın hastalık sürecinin zor koşullarına rağmen her zaman çalışmalarına destek olan kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında teknik ve manevi desteklerinden dolayı değerli meslektaşım Yakup Talip GÜMÜŞ'e ve Sayın Volkan SARI'ya teşekkür ederim. Bu süreçte bana destek olan bütün arkadaşlarıma ve dostlarıma teşekkür ederim.

Özellikle eğitimim konusunda destekçim olan babama; benimle yorulup benimle dinlenen anneme; maddi ve manevi yanımda olan ablama ve enişteme; her aşamada bilgi, tecrübe ve desteğini benimle paylaşan ağabeyime teşekkür ve minneti bir borç bilirim. Bana sağladıkları motivasyondan dolayı canım yeğenlerim Yusuf Eren ve Kerem Talha'ya sonsuz sevgilerimi sunarım.

Haziran 2021

Hümeyra ÇAĞLAR  
Mimar

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
SEMBOLLER .....	xii
ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ .....	xiii
KISALTMALAR .....	xviii
GİRİŞ .....	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	4
1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK .....	4
1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI.....	4
1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ.....	7
1.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK .....	15
1.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM.....	21
1.5. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	25
İKİNCİ BÖLÜM .....	29
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA EĞİTİM YAPILARI..	29
2.1. EĞİTİM VE EĞİTİM YAPILARI .....	29
2.1.1. Eğitim Kavramı.....	29
2.1.2. Eğitim Yapıları.....	32
2.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARI .....	36
2.2.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Kaynak Kullanımı ve Korunumu .....	38
2.2.1.1. Malzeme Kullanımı ve Korunumu .....	38
2.2.1.2. Enerji Kullanımı ve Korunumu .....	42
2.2.1.3. Su Kullanımı ve Korunumu .....	46
2.2.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Arazi Kullanımı ve Korunumu .....	47

2.2.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Yaşamsal Konforun Korunumu .....	49
2.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARININ ÜRETİMİ .....	52
2.3.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapısı Kriterleri ve Gelişim Süreci .....	52
2.3.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarının Üretim Süreci .....	55
2.3.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarının Üretim Kaynakları ve Üretim İlkeleri	57
2.4. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	60
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....	65
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA.....	65
3.1. AYDINLATMA TEKNİĞİNDE TEMEL İLKELER.....	65
3.1.1. Aydınlatmanın Tanımı, Amacı, Niceliği ve Niteliği .....	67
3.1.2. Genel ve Bölgesel Aydınlatma.....	68
3.1.3. Doğal ve Yapay Işık Kaynakları.....	70
3.1.4. Işıklıklar .....	72
3.1.5. Aydınlatma Kontrolü.....	74
3.2. EĞİTİM YAPILARINDA KULLANICILARIN AYDINLATMA İHTİYACI .....	75
3.2.1. Işığın Öğrenciler Üzerindeki Etkisi.....	76
3.2.2. Işığın Eğitimciler Üzerindeki Etkisi .....	77
3.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA İHTİYACI .....	77
3.3.1. Enerji Etkin Aydınlatmada Temel İlkeler .....	78
3.3.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Görsel Konfor ve Mekân Aydınlatması İhtiyaçları .....	80
3.3.2.1. Derslik Alanları .....	82
3.3.2.2. Çok Amaçlı Odalar ve Salonlar .....	85
3.3.2.3. Kütüphane Mekânları.....	87
3.3.2.4. Koridorlar ve Merdivenler .....	89
3.3.2.5. Laboratuvarlar ve Atölye Alanları .....	92
3.3.2.6. Spor Salonları .....	95
3.3.2.7. Kantin, Kafeterya ve Yemekhane Alanları.....	98

3.3.2.8. İdari Mekânlar .....	99
3.3.2.9. Islak Hacimler.....	102
3.3.2.10. Acil Durum ve Güvenlik Aydınlatması .....	103
3.3.2.11. Sağlık Hizmeti Verilecek Mekânlar.....	103
3.3.2.12. Isı Merkezleri ve Sığınak Hacimleri .....	104
3.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA SİSTEMLERİ.....	105
3.4.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Doğal Aydınlatma Sistemleri .....	105
3.4.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Yapay Aydınlatma Sistemleri .....	109
3.4.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Karma Aydınlatma Sistemleri .....	113
3.5. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	115
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>120</b>
<b>4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA ÖRNEKLERİ .....</b>	<b>120</b>
4.1. CEZERİ YEŞİL TEKNOLOJİ TEKNİK VE ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ.....	120
4.2. TUZLA TERAKKİ OKULLARI.....	139
4.3. BAKÜ MTK OKULLARI .....	156
4.4. FMV AYAZAĞA IŞIK LİSESİ.....	179
4.5. ÖZEL İZMİR AOSB NEDİM UYSAL MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ.....	195
4.6. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	214
<b>SONUÇ.....</b>	<b>219</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>224</b>

## SEMBOLLER

<b>°C</b>	: santigrat derece, sıcaklık birimi
<b>cd</b>	: candela, ışık şiddeti birimi
<b>CRI</b>	: Colour Rendering Index, Renksel Geriverim İndeksi
<b>dB</b>	: desibel, ses seviyesi birimi
<b>lm</b>	: lümen, ışık akısı birimi
<b>lx</b>	: lüks, aydınlık seviyesi birimi

## ŞEKİL VE TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların ilişkisi.....	7
Şekil 1.2. 19. yüzyıl sonrası üretim ve tüketim yaklaşımları.....	8
Şekil 1.3. Sürdürülebilir tasarım ilkeleri ve uygulama stratejileri.....	23
Şekil 2.1. Sürdürülebilir eğitim yapısı kriterleri.....	54
Şekil 2.2. Kibert'in kavramsal sürdürülebilir yapım modeli.....	56
Şekil 3.1. Çalışma alanında genel ve bölgesel aydınlatma.....	70
Şekil 3.2. Yapay ışık kaynakları.....	71
Şekil 3.3. Işıklık çeşitleri.....	73
Şekil 3.4. Manuel aydınlatma kontrol sistem elemanı.....	75
Şekil 3.5. Elektronik aydınlatma sistemi.....	79
Tablo 3.1. Eğitim yapılarında mekânsal aydınlatma ihtiyaçları.....	81
Şekil 3.6. Düşey düzlemler için bölgesel aydınlatma.....	83
Şekil 3.7. İdeal sınıf aydınlatma düzeni.....	84
Şekil 3.8. Gün ışığı dağılımının homojen sağlanabilmesi amacıyla yerleştirilen çatı ışıklığı..	85
Şekil 3.9. Doğu Akdeniz Üniversitesi Salamis Çok Amaçlı Salonu.....	85
Şekil 3.10. Çok amaçlı salonlar için ışıklık düzeni önerisi.....	87
Şekil 3.11. Galatasaray Üniversitesi Suna Kıraç Kütüphanesi okuma alanı bölgesel aydınlatma armatürleri.....	88
Şekil 3.12. Kütüphane için önerilen armatür konumları.....	89
Şekil 3.13. Eğitim yapılarında koridor aydınlatma örnekleri.....	90
Şekil 3.14. Koridorlarda armatürlerin yerleşim düzeni.....	91
Şekil 3.15. Sakarya Bahçeşehir Koleji merdiven aydınlatması.....	92
Şekil 3.16. İstanbul Atatürk Fen Lisesi laboratuvarı.....	93
Şekil 3.17. Sakarya Bahçeşehir Koleji müzik atölyesi.....	94
Şekil 3.18. Atölye ve laboratuvarlarda aydınlatmanın kullanıcıya göre konumu.....	94
Şekil 3.19. Spor salonlarında armatürlerin yerleştirilme doğrultusu.....	96
Şekil 3.20. Spor salonlarında kullanılan aydınlatma türleri.....	98
Şekil 3.21. İstanbul Anabilim Eğitim Kurumu yemekhanesi.....	99
Şekil 3.22. Özel ve ortak kullanılan idari mekân örnekleri.....	100
Şekil 3.23. Ayarlanabilir masa aydınlatması.....	101
Şekil 3.24. Üstten, düşey iki yandan ve çevresel ayna önü aydınlatma örnekleri.....	102
Şekil 3.25. Işık rafı çalışma prensibi.....	107
Şekil 3.26. Prizmatik panel kullanımı ile mekân aydınlatması.....	108
Şekil 3.27. Güneş tüpü sistemi çalışma prensibi.....	109
Şekil 3.28. Akkor lamba.....	110
Şekil 3.29. Floresan lamba çalışma mekanizması.....	111
Şekil 3.30. LED aydınlatma iç sistemi.....	112
Şekil 3.31. Flamanlı LED ampul.....	112
Şekil 4.1. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kampüs yerleşim planı.....	121
Şekil 4.2. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat planı.....	121

Şekil 4.3. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML bina enerji modeli.....	122
Şekil 4.4. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML'ye ait gabion bahçe duvarları .....	123
Şekil 4.5. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML cephesindeki ısı geri kazanımlı doğal havalandırma menfezleri .....	123
Şekil 4.6. Bahçeye yerleştirilen rüzgâr türbini .....	124
Şekil 4.7. Fotovoltaik güneş panelleri ve güneş bacalarının yerleşimi.....	125
Şekil 4.8 Atriyum alanı.....	126
Şekil 4.9. Atölye bölümü üzerinde kahverengi çatı uygulaması .....	127
Şekil 4.10 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sınıf görüntüsü.....	127
Şekil 4.11. Dersliklerde pencere ve aydınlatma prensipleri .....	128
Şekil 4.12. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sınıflarında yüksek üst pencereler .....	128
Şekil 4.13. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölye görüntüsü .....	129
Şekil 4.14 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML binasında kullanılan pasif sistemler .....	130
Şekil 4.15 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölye görüntüsü .....	131
Şekil 4.16. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölyelerinde yapay aydınlatma sistemleri .....	131
Şekil 4.17. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Çok Amaçlı Salon Görüntüsü. ....	132
Şekil 4.18. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi pencereleri.....	133
Şekil 4.19 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi çalışma masaları ve güneş kırıcı elemanlar .....	133
Şekil 4.20. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi kitap rafları aydınlatması .....	134
Şekil 4.21. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi aydınlatma armatürlerinin dağılımı. 134	
Şekil 4.22. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sirkülasyon alanları. ....	135
Şekil 4.23. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat koridoru. ....	136
Şekil 4.24. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat sosyal alan.....	136
Şekil 4.25. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML iç avluda sergileme alanı görüntüsü. ....	137
Şekil 4.26. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML idari birimler.....	138
Şekil 4.27. Tuzla Terakki Okulları Kampüsü yerleşim planı. ....	139
Şekil 4.28. Tuzla Terakki okulları kampüsü genel görünümü.....	139
Şekil 4.29. Bloklar arası cam sundurma saçak bağlantısı ve anaokulu bloğuna bakış .....	140
Şekil 4.30. Tuzla Terakki Okulları bahçesi peyzaj alanı görüntüsü .....	141
Şekil 4.31. Tuzla Terakki Okulları çatısına yerleştirilen fotovoltaik güneş panelleri .....	142
Şekil 4.32. Tuzla Terakki Okulları yerleşim şeması.....	143
Şekil 4.33. Tuzla Terakki Okulları sınıf pencerelerinde kullanılan yönlendirici elemanlar... 144	
Şekil 4.34. Tuzla Terakki Okulları'nda lise ve anaokulu sınıflarının koridora bakan cam yüzeyleri .....	144
Şekil 4.35. Sınıflara koridordan bakış .....	145
Şekil 4.36. Galeri ve sınıf birimleri bağlantısını gösteren ilköğretim binası kesiti. ....	145
Şekil 4.37. Tuzla Terakki İlkokulu kat galerisi. ....	146
Şekil 4.38. Tuzla Terakki Okulları lise bloğunda galeri ve merdiven.....	146
Şekil 4.39. Tuzla Terakki Okulları ilköğretim bloğunda galeri.....	147
Şekil 4.40. Terakki Vakfı Okulları Tuzla Kampüsü Lise Kütüphanesi.....	147
Şekil 4.41. Tuzla Terakki Okulları Lise Kütüphanesi .....	148
Şekil 4.42. Parabolik floresan armatürü .....	148
Şekil 4.43. Tuzla Terakki Okulları koridoru. ....	149
Şekil 4.44. Kültür Merkezi bloğu kesiti. ....	149

Şekil 4.45. Tuzla Terakki Okulları konferans salonu .....	150
Şekil 4.46. Tuzla Terakki Okulları Kampüs Meydanı cam döşemesi .....	150
Şekil 4.47. Tuzla Terakki Okulları yüzme havuzunda tavan pencereleri ile doğal aydınlatma. ....	151
Şekil 4.48. Tuzla Terakki Okulları spor salonunda tavan pencereleri ve yapay aydınlatma sistemi.....	151
Şekil 4.49. Tuzla Terakki Anaokulu yemekhane birimi.....	152
Şekil 4.50. Tuzla Terakki Okulları lise bloğu yemekhanesinde çatı penceresi. ....	153
Şekil 4.51. Tuzla Terakki Lisesi yemekhanesi .....	153
Şekil 4.52. Tuzla Terakki Okulları ıslak hacim görüntüsü. ....	154
Şekil 4.53. Tuzla Terakki Okulları cephe aydınlatması .....	154
Şekil 4.54. Tuzla Terakki Okulları kampüsü dış mekân LED spot aydınlatmalar. ....	155
Şekil 4.55. Tuzla Terakki Okulları kampüsü dış mekân LED panel aydınlatmalar .....	155
Şekil 4.56. Tuzla Terakki Okulları meydanında dış mekân aydınlatması .....	156
Şekil 4.57. Bakü MTK Okulları Kampüsü yerleşim planı. ....	157
Şekil 4.58. Bakü MTK Okulları kampüsü kuş bakışı görüntüsü.....	157
Şekil 4.59. Bakü MTK Okulları ana giriş bloğu.....	158
Şekil 4.60. Bakü MTK Okulları ana giriş bloğu enine kesiti .....	158
Şekil 4.61. Bakü MTK Okulları spor salonu ve kültür merkezi bölümleri .....	159
Şekil 4.62. Bakü MTK Okulları saydam ana giriş. ....	159
Şekil 4.63. Bakü MTK Okulları'nda dezaks olarak yerleştirilen sınıf cephesi. ....	160
Şekil 4.64. Bakü MTK Okulları ilkokul ve lise blokları tip planı .....	160
Şekil 4.65. Bakü MTK Okulları sınıf pencereleri .....	161
Şekil 4.66. Bakü MTK Okulları sınıf görüntüsü. ....	161
Şekil 4.67. Bakü MTK Okulları laboratuvar görüntüsü .....	162
Şekil 4.68. Bakü MTK Okulları renkli koridor dolapları. ....	162
Şekil 4.69. Bakü MTK Okulları koridor aydınlatması .....	163
Şekil 4.70. Bakü MTK Okulları'nda lise ve yönetim bloğu arasındaki bağlantı köprüsü.....	163
Şekil 4.71. Bakü MTK Okulları merdivenlerinde aydınlatma .....	164
Şekil 4.72. Bakü MTK Anaokulu.....	164
Şekil 4.73. Bakü MTK Anaokulu planı.....	165
Şekil 4.74. Bakü MTK Anaokulu sınıf görüntüsü.....	165
Şekil 4.75. Bakü MTK Anaokulu cephesinde farklı boyutlu pencereler.....	166
Şekil 4.76. Bakü MTK Anaokulu'nda sınıf ve koridor arası bölücü cam ve mobilya grid tasarımı .....	166
Şekil 4.77. Bakü MTK Anaokulu koridoru .....	167
Şekil 4.78. Bakü MTK Anaokulu merdiveni ve iç rekreasyon alanı.....	168
Şekil 4.79. Bakü MTK Anaokulu merdiveni üzerindeki LED spot armatürler.....	168
Şekil 4.80. Çok amaçlı salonun bina içinden görüntüsü.....	169
Şekil 4.81. Bakü MTK Okulları çok amaçlı salonunda sahneden izleyicilere bakış.....	170
Şekil 4.82. Bakü MTK Okulları çok amaçlı salonunda sahneye bakış.....	170
Şekil 4.83. Bakü MTK Okulları kütüphanesi. ....	171
Şekil 4.84. Bakü MTK Okulları kütüphanesinde genel ve bölgesel aydınlatma armatürleri .	172
Şekil 4.85. Bakü MTK Okulları yemekhanesi .....	172
Şekil 4.86. Bakü MTK Okulları yüzme havuzu. ....	173

Şekil 4.87. Bakü MTK Okulları spor salonu .....	173
Şekil 4.88. Bakü MTK Okulları spor salonunda kullanılan LED spot armatürler. ....	174
Şekil 4.89. Bakü MTK Okulları ana giriş holüne okul bahçesinden bakış.....	174
Şekil 4.90. Bakü MTK Okulları giriş holü tavanı. ....	175
Şekil 4.91. Bakü MTK Okulları fotoğraf sergisi .....	175
Şekil 4.92. Bakü MTK Okulları idari ofis görüntüsü .....	176
Şekil 4.93. Bakü MTK Okulları idari birimlere ait toplantı salonu.....	176
Şekil 4.94. Bakü MTK Okulları bahçe aydınlatması.....	177
Şekil 4.95. Bakü MTK Okulları açık spor sahaları .....	177
Şekil 4.96. Bakü MTK Okulları yönetim bloğu cephe aydınlatması. ....	178
Şekil 4.97. Bakü MTK Okulları cephe aydınlatmasını destekleyen saydam yüzeyler.....	178
Şekil 4.98. Bakü MTK Okulları lise bloğunda cephe aydınlatması. ....	179
Şekil 4.99. FMV Ayazağa Kampüsü kuş bakışı görüntüsü. ....	179
Şekil 4.100. FMV Ayazağa Işık Lisesi binasına tören alanından bakış. ....	180
Şekil 4.101. Ayazağa Işık Lisesi'nde gölgeleme yapan cephe elemanları .....	180
Şekil 4.102. FMV Ayazağa Işık Lisesi fuaye alanı. ....	181
Şekil 4.103. FMV Ayazağa Işık Lisesi sınıf görüntüsü.....	182
Şekil 4.104. FMV Ayazağa Işık Lisesi fizik laboratuvarı. ....	183
Şekil 4.105. FMV Ayazağa Işık Lisesi kimya laboratuvarı.....	184
Şekil 4.106. FMV Ayazağa Işık Lisesi biyoloji laboratuvarı. ....	184
Şekil 4.107. FMV Ayazağa Işık Lisesi müzik sınıfı.....	185
Şekil 4.108. FMV Ayazağa Işık Lisesi müzik stüdyosu.....	185
Şekil 4.109. FMV Ayazağa Işık Lisesi resim atölyesi.....	186
Şekil 4.110. FMV Ayazağa Işık Lisesi sergi salonu.....	186
Şekil 4.111. FMV Ayazağa Işık Lisesi bilişim teknolojileri atölyesi.....	187
Şekil 4.112. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı amfi. ....	188
Şekil 4.113. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı amfide sahne aydınlatması .....	188
Şekil 4.114. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı salon. ....	188
Şekil 4.115. FMV Ayazağa Işık Lisesi kütüphanesi.....	189
Şekil 4.116. FMV Ayazağa Işık Lisesi kütüphanesinde sarkıt armatürler ve LED spot armatürler. ....	189
Şekil 4.117. FMV Ayazağa Işık Okulları Kampüsü spor salonu. ....	190
Şekil 4.118. FMV Ayazağa Işık Okulları fitness salonu. ....	190
Şekil 4.119. FMV Ayazağa Işık Okulları yüzme havuzu cephe ve çatı pencereleri. ....	191
Şekil 4.120. FMV Ayazağa Işık Okulları yüzme havuzu spot aydınlatmalar. ....	191
Şekil 4.121. FMV Ayazağa Işık Lisesi idari ofis örneği. ....	192
Şekil 4.122. FMV Ayazağa Işık Lisesi zümre odası. ....	192
Şekil 4.123. FMV Ayazağa Işık Lisesi koridor görüntüsü. ....	193
Şekil 4.124. FMV Ayazağa Işık Lisesi yemekhanesi .....	194
Şekil 4.125. FMV Ayazağa Işık Okulları Kampüsü bahçe aydınlatması. ....	194
Şekil 4.126. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kütleli yerleşim planı .....	195
Şekil 4.127. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL'de üst kotta yeşil zemin. ....	196
Şekil 4.128. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL doğu cephesinde güneş kırıcılar. ....	196
Şekil 4.129. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisi. ....	197
Şekil 4.130. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde gün ışığı alımı .....	197

Şekil 4.131. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL güzey cephesinde yatay güneş kırıcılar .....	197
Şekil 4.132. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde çatı pencereleri. ....	198
Şekil 4.133. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Lisesi galeride cam tavanı gösteren kesit ...	198
Şekil 4.134. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galeri aydınlatmasının cephe görüntüsü .....	199
Şekil 4.135. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL zemin kat planı .....	200
Şekil 4.136. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL 3. kat planı .....	200
Şekil 4.137. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL doğu cephesinde ahşap güneş kırıcılar. ....	201
Şekil 4.138. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL sınıf görüntüsü .....	202
Şekil 4.139. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL biyoloji laboratuvarı .....	202
Şekil 4.140. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kuzey cephesi .....	203
Şekil 4.141. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL atölye örneği .....	204
Şekil 4.142. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL atölyelerinde masa aydınlatması .....	204
Şekil 4.143. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu tavanında LED spot ve paneller .....	205
Şekil 4.144. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu duvarlarında LED paneller .....	205
Şekil 4.145. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu sahne aydınlatması .....	206
Şekil 4.146. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL güney cephesinde spor salonu ve galeri görüntüsü .....	206
Şekil 4.147. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL spor salonu iç mekân görüntüsü .....	207
Şekil 4.148. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL açık spor sahası ve kantin avlusu .....	208
Şekil 4.149. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kantini .....	208
Şekil 4.150. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde ikincil iç cephe .....	209
Şekil 4.151. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL yemekhanesi .....	209
Şekil 4.152. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL koridorları .....	210
Şekil 4.153. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL sirkülasyon alanlarında yapay aydınlatma ..	211
Şekil 4.154. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL merdiveni .....	211
Şekil 4.155. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galeri ve merdiveni .....	212
Şekil 4.156. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL idari mekânların cam bölücü yüzeyleri. ....	212
Şekil 4.157. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL idari mekânların doğu cephesinde görüntüsü .....	213
Şekil 4.158. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL cephesi gece görüntüsü .....	213
Şekil 4.159. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL bahçe amfisinde gece aydınlatması .....	214
Tablo 4.1. Uygulama örneklerinde mekânsal aydınlatmalar ve özel durumları .....	216

## KISALTMALAR

AOSB	Atatürk Organize Sanayi Bölgesi
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Birliği
BRE	Building Research Establishment, Bina Araştırma Kuruluşu
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi
bkz.	Bakınız
C.	Cilt
CHPS	Collaborative for High Performance School, Yüksek Performanslı Okul için İşbirliği
CIB	International Council for Research and Innovation in Building and Construction, Uluslararası Yapı ve İnşaat Araştırma ve Yenilik Konseyi
CIE	International Commission on Illumination, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
çev.	Çeviren
ed. veya haz.	Editör/yayına hazırlayan
FMV	Feyziye Mektepleri Vakfı
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning; Isıtma, Soğutma ve Havalandırma
IALD	International Association of Lighting Designers, Uluslararası Aydınlatma Tasarımcıları Derneği
IES	Illuminating Engineers Society, Aydınlatma Mühendisleri Topluluğu

IPCC	Devletlerarası İklimsel Değişimler Paneli
LED	Light Emitting Diode, Işık Yayan Diyot
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design, Çevresel Düzenlemede Ve Enerjide Liderlik
MTAL	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
PVC	Polivinil Klorür
syf.	Sayfa/sayfalar
t.y.	Basım tarihi yok
TEML	Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi
UNEP-IETC	United Nations Environment Programme-International Environmental Technology Centre, Birleşmiş Milletler Çevre Programı-Uluslararası Çevre Teknolojileri Merkezi
ve diğ.	Çok yazarlı eserlerde ilk yazardan sonrakiler
VOC	Uçucu Organik Bileşikler
WCED	The World Commission on Environment and Development, Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu

## GİRİŞ

İnsanlar yaşamsal ihtiyaçlarını karşılayabilmek için çeşitli alanlarda birçok faaliyet yapmaktadır. Bu faaliyetlerin temel kaynağını doğa ve doğadan elde edilen hammaddeler karşılamaktadır. Son yıllarda sanayileşmenin ve beraberinde toplumun tüketim hızının artması nedeniyle, doğanın gelecek yıllarda üretim için gerekli hammaddeleri oluşturamayacağı düşüncesi ortaya çıkmıştır. Beraberinde doğayı ve doğal kaynakların devamlılığını koruyarak üretime devam edebilmenin, toplumun ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamamanın alternatif yolları aranmaya başlanmıştır.

Doğanın yetersiz kalması ile insanların yaşamsal ihtiyaçlarını bile karşılayamayacak hale gelmesi düşüncesi, sürdürülebilirlik kavramının oluşmasına neden olmuştur. Sürdürülebilirlik, insan-çevre ilişkisini kuran ve bu ilişki üzerine değerlendirmeler yapan bir kavram olarak ortaya atılmıştır.

Sürdürülebilirlik çalışmaları ile doğaya zarar vermeden, hammadde ve kaynaklara farklı şekillerde işlevler verilmesi gibi çeşitli üretim yöntem ve stratejileri belirlenmiştir. Zaman içerisinde yalnızca üretim aşaması değil, kullanım süreci ve atık değerlendirme evreleri de çalışmalara dahil edilmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı, zamanla anlamı ve kapsamı genişleyen bir çalışma alanı haline dönüşmüş ve birçok çalışma alanıyla ilişkilendirilmiştir. Mimarlık; insan faaliyetlerinin büyük bir kısmını kapsayan inşaat faaliyetleri ve bunun dışında kalan faaliyetleri çevreleyen mekânları oluşturduğundan sürdürülebilir anlayışın hâkim olması gereken alanlardan biridir. Ayrıca multi-disipliner bir alan olan mimarlık, bünyesinde barındırdığı alanların da gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda, özelden genele bakıldığında yapıdan başlayan sürdürülebilirlik kavramının izleri adım adım küresel ölçüğe taşınmaktadır.

Kullanılan ve tasarlanan binaların büyük kısmını kamu yapıları, kamu yapılarının büyük çoğunluğunu da eğitim yapıları oluşturmaktadır. Sürekli değişim ve yenilenme döngüsü yaşanan günümüz çağında ülkeler arası bilgi üretim yarışı artmaktadır. Bu bağlamda eğitim değer kazanmakta ve eğitim alanında yatırımlar yapılmaktadır. Eğitim yapıları da bu yatırımlar bünyesinde gelişmektedir. Ayrıca eğitim yapıları, birer bina ve çevresel mekân olmanın ötesinde; gelecek nesillerin

şekillendirildiği yerler olarak önem kazanmaktadır. Eğitim kalitesini etkileyen faktörlerin başında mekânın ışık, ses, ısı gibi fiziksel özellikleri gelmektedir.

Öğrenci ve öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu oluşturduğu günümüz bilgi toplumunda, eğitim yapıları üretim ve kullanım aşamaları ile geniş bir yer tutmaktadır. Uzun süreli kullanılan mekânlardan olan okullarda enerji kullanımı, doğal kaynakların sürdürülebilirliği konusunda önem taşıyan hususlardandır. Hem kullanıcı ihtiyaçlarının karşılanması, hem enerjinin verimli kullanılması konusu etkin enerji sistemlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Enerji kullanımının yaklaşık %30'unu kapsayan aydınlatmada enerji etkin sistemler kullanılması, sürdürülebilirlik kapsamında kaynak korunumuna katkı sağlamaktadır. Kullanıcı ihtiyaçlarının minimum enerji harcanarak karşılanması; doğaya zarar vermeden eğitim kalitesini olumlu yönde etkilemekte ve gün geçtikçe değer kazanan bilginin sürdürülebilirliği konusunu desteklemektedir.

#### AMAÇ

Eğitim yapıları; toplumların temelini oluşturan bireylerin bilimsel, kültürel, sanatsal ve kişisel anlamda kendilerini geliştirdiği mekânlar olduğundan değer kazanmaktadır. Sanayi devrimi ve endüstrileşme ile küresel anlamda bilgi düzeyi ve eğitim faaliyetleri hızla gelişmekte ve toplumlar arasında bir yarış haline dönüşmektedir. Eğitim mekânının ışık, ısı, ses gibi fiziksel özellikleri eğitim kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Çalışmanın amacı; eğitim yapılarının aydınlatma özelliklerini ve kullanıcıların mekânsal fonksiyonlara göre değişen ihtiyaçlarının incelenmesi, bu ihtiyaçların enerji etkin sistemlerle karşılandığı sürdürülebilir çözümlerin değerlendirilmesidir.

#### KAPSAM

Tez çalışması kapsamında sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilirlik çalışmaları, eğitim yapılarında sürdürülebilirlik ilkeleri, aydınlatma kavramı ve eğitim yapılarında aydınlatma ihtiyaçları değerlendirilmiştir. Eğitim yapılarında sürdürülebilir bir yaklaşım olarak enerji etkin aydınlatma sistemleri konusu üzerinde durulmuştur ve seçilen uygulama örneklerinde yapı içindeki mekânların doğal ve yapay aydınlatma sistemleri incelenmiştir.

## YÖNTEM

Amaç ve kapsamı belirlenen çalışma, literatürdeki konuya ilişkin kitap, tez ve makalelerin incelenmesi ile oluşturulmuştur. Öncelikle konunun temelini oluşturan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimari kavramları ve uluslararası platformlarda kavramlara ilişkin yapılan çalışmalar ile gelişim süreci incelenmiştir. Eğitim yapıları ve aydınlatma ihtiyaçları sürdürülebilirlik kavramı kapsamında değerlendirilmiş, yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji etkin aydınlatma çözümleri ele alınmıştır. Seçilen uygulama örneklerinin bir kısmı yerinde, bir kısmı eğitim kurumlarından ve yapıların tasarımını üstlenen mimari ofislerden elde edilen fotoğraf ve çizimler üzerinden incelenmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

İlk çağlardan itibaren doğa, gizemi ile her şeyi bilmek ve kontrol altında tutmak isteyen insanları korkutmaktadır. İnsanların kontrol ve öğrenme merakı teknolojik gelişmelere sebep olmuş ve bu gelişmelerle insanoğlu doğayı da kendi istediği şekillere sokmaya çalışmıştır. Ancak zamanla doğanın değiştirilmesi, doğaya zarar verme boyutlarına ulaşmıştır. Ortaya çıkan olumsuz durumların çevreye yansması çok yönlüdür. Bu bağlamda sürdürülebilirlik fikri sadece fiziki yapının değil, toplumsal ve kültürel değerlerin de iyileştirilmesi sürecini kapsamaktadır. Özellikle endüstri çağıyla artan seri üretimler ve paralelinde artan tüketim ile atıklar da artmıştır. Oluşan atıkların doğaya bırakılması ve dönüşümleri sağlanamadığı için birikmeleri nedeniyle doğada meydana gelen hasarlar kaynakları etkilemeye başlamıştır ve gücü azalan doğanın toplumun gidişatına ve ihtiyaçlarına yetemeyeceği fikri ortaya çıkmıştır. Belirgin olarak bu çağlarda doğayla savaşmak yerine doğayla uyum içinde işlemek gibi fikirler barındıran sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır.

#### 1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI

Sürdürülebilirlik kavramının geçmişi üzerine yaptığı çalışmada Vehkamäki, dini kaynağının bilinenden eski olduğunu ve ilk İncil'e kadar dayandığını ifade etmiştir. Fikir olarak uzun bir geçmişi olsa de kelime olarak ortaya çıkışı 18. yüzyılı bulmuştur (Şen ve diğ., 2018). Kavramın çıkış noktası, ekonomi ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak oluşan çevre sorunlarının önlenmesi ve doğal yaşamın maksimum seviyede korunabilmesi üzerine odaklanmıştır (Tosun, 2009).

Kelime kökleri incelendiğinde İngilizce karşılığı olan "sustainability" kelimesinin, Latince'deki "tutmak" anlamına gelen "tenere" sözcüğünden türetildiği belirtilmiştir. Aynı zamanda İngilizce kökü olan "sustain", "sürdürmek, devam ettirmek" anlamları taşımaktadır (Tufan ve Özel, 2018).

Sürdürülebilirlik kavramı zamanla tarımdan finansa, mimarlıktan sosyolojiye birçok farklı alanda kullanılmaya ve farklı şekillerde ele alınmaya başlamıştır. Her

disiplin için önemsenen kavramlar değişkenlik gösterdiğinden sürdürülebilirlik tanımları da değişik şekillerde ortaya çıkmıştır. Başlıca sürdürülebilirlik tanımları şu şekildedir:

-Türkçe’de kelime karşılığı “sürekli, daimi, kesintisiz, devamlı olma kabiliyeti” olarak çevrilebilir.

-Oxford Dictionary’de sustainability kelimesi “belli oranda veya düzeyde devam ettirebilme” olarak açıklanmıştır.

-WordNet’teki tanımıyla “belirsiz bir süre boyunca bir durum veya sürecin devam edebilme kapasitesi”ni ifade etmektedir (Yavuz, 2010).

-Brundtland Raporu’na göre sürdürülebilirlik; “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını riske atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama” tanımı yaygın olarak kullanılmaktadır (Karakurt Tosun,2009). Raporda sürdürülebilirlik kavramı, ilk defa kalkınma ile birlikte kullanılmış ve kapsamı genişletilmiştir (Şen, ve diğ., 2018).

-Mimar Çelik Erengeçgin’e göre “her şeye rağmen değil, her şeyi dikkate alarak yaşamı sürdürme çabası” olarak tanımlanmıştır (Özmehmet, 2007).

-Tekeli’ye göre sürdürülebilirlik; “çevre hareketi içinde ortaya çıkan oldukça yaygın olarak kabul gören ve içeriği siyasal süreç içinde, sürekli olarak yeniden belirlenmeye çalışılan bir ahlak ilkesidir” (2001).

-Salomone, “insanoğlunun yükünü taşıyabilmek adına yeryüzünün kapasitesini muhafaza etmek” olarak tanımlamıştır (Şen ve diğ., 2018).

-Bossel’e göre sürdürülebilirlik, “tüm toplum hayatının tarihsel olarak yürütülmesini besleyen ve devamlılığı sağlayan çeşitli insan aktiviteleridir” (Kocaoğlu, 2017).

-Kentbilim Terimleri Sözlüğü’nde “çevre değerlerinin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açamayacak biçimde akılcı yöntemlerle, bugünkü ve gelecek kuşakların hak ve yararları da göz önünde bulundurularak kullanılması ilkesinden özveride bulunmaksızın, ekonomik gelişmenin sağlanmasını amaçlayan çevreci dünya görüşü” biçiminde açıklanmıştır (Keleş, 1998).

-Michael Allaby sürdürülebilirlik kavramını, Macmillan Dictionary of the Environment'te "yenilenebilir kaynakların tüketilmesine dayanarak sürekli devam eden ve çevre üzerinde sınırlı bir tahribatta bulunan ekonomik büyüme" şeklinde tanımlamıştır (Bozlağan, 2010).

-Araştırma ve Sürdürülebilirlik Danışmanı Ali Gizer'e göre sürdürülebilirlik, pozisyon almak demektir. Gelecekte çizilen iş yaşamı ve sosyal yaşam resmine göre insanları, bireyleri ve şirketleri o güne hazırlamaktır (URL-1).

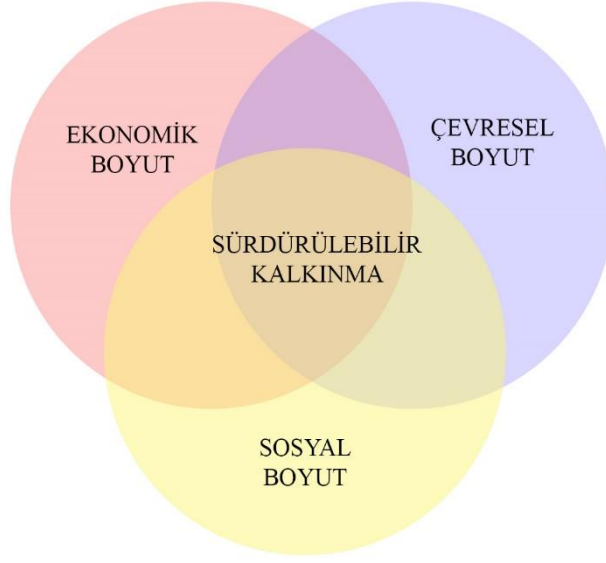
-Sağlıklı bir varoluş için, her bir parçanın ihtiyacının sürekli akışını sağlayacak bir sistemin kapasitesi olarak tanımlanabilir (Tokat, 2010).

-Sürdürülebilirlik, çevreyle uyum içinde çalışan ve doğanın belirlediği tüketim sınırlarını aşmadan yaşamın devam ettirilmesidir.

Sürdürülebilirliğin temel hedefi; doğal dengedeki bozulmaları onararak yeniden dengelemek, oluşabilecek hasarlar için önlemler almak ve insan etkisini minimize etmektir (Çiğın ve Yamaçlı, 2020).

Birleşmiş Milletler 2005 yılında düzenlenen Dünya Zirvesi'nde sürdürülebilirliği üç alt başlıkta tanımlamıştır: ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunması (Şekil 1.1). Sürdürülebilirliğin ekonomik kalkınma alanında sağlanabilmesi, ekonomik faaliyetler için gerekli doğal kaynakların verimli kullanılması duyarlılığını gerekli kılmaktadır. Sosyal kalkınma, toplumda bilinçsiz tüketim yerine doğaya duyarlı tüketim bilincinin hâkim olması ile sağlanmaktadır. Çevrenin korunması açısından değerlendirildiğinde ise, doğayı en doğal haliyle bırakan, insan faaliyetleri sonucu minimum hasar ve atık bırakılan veya zarar görmüş ekolojik parçaların geri kazanılmasını hedefleyen bir anlayıştır (Yavuz, 2010). Bu anlayışa göre ekonomik ve çevresel politikalar arasında bir koordinasyon sağlanırsa, sosyal anlayışlarda da olumlu yönde ilerleme gerçekleşmesi beklenebilir.

Sürdürülebilir kalkınma, üç boyutuyla neredeyse tüm çalışma alanlarıyla ilişki kuran disiplinler arası bir kavram haline gelmektedir. Ayrıca problemlere çözüm yaklaşımıyla faydacı ve politik yönleri de mevcuttur.



Şekil 1.1. Sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik, çevresel ve sosyal boyutların ilişkisi (Tutulmaz, 2012).

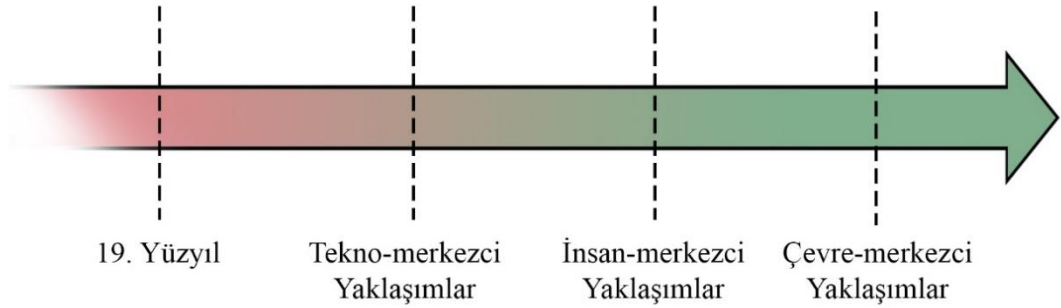
Genellikle çevresel koruma ve ekonomi ilişkisi hakkında anlamlandırılan ve çalışmaların yoğunlaştığı sürdürülebilirlik zamanla sosyal, kültürel ve siyasal konuları da kapsar hale gelmiştir. Dolayısıyla sürdürülebilir yaklaşımlarda kabul gören beş temel ilke oluşmuştur: gelecek nesillerin düşünülmesi, doğanın korunması, eşitlik, kaliteli yaşam koşullarının sağlanması ve katılımın artırılması (Kocaoğlu, 2017). Birçok bileşeni irdeleyen sürdürülebilirlik, çeşitli bakış açılarıyla gelişmekte, zıt iddiaların tartışılmasıyla derinleşmektedir. Aslında farklı düzlemlerde yer alan, farklı alanlarda işleyen, farklı çalışma alanlarının hepsinin ortak noktası haline gelmiştir.

## 1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Literatürdeki yaygın kaniya göre sürdürülebilirlik kelimesinin ilk kullanılışı 1713 yılına uzanmaktadır ve tarım, ormancılık gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kapsamaktadır. Alman bir maden işletmecisi olan Hans Carl von Carlowitz, Saksonya bölgesindeki maden ocaklarının büyük orman tahribatına yol açtığını fark etmiş ve ormancılık sektörünün devam ettirilmesi gerektiğine dikkat çekmek istemiştir. Bu bağlamda 1713 yılında Yabani Ağaç Yetiştirme Kılavuzu (Sylvicultura Oeconomica) adlı eserini yazmış ve burada sürdürülebilirliğin Almanca karşılığını kullanmıştır (Şen ve diğ., 2018).

Düşüncenin literatüre somut olarak girişi 19. yüzyıl başlarına tekabül etmektedir. Arthur Young, Britanya Adaları'nda tarım arazilerinin ortaklaşa işlenmesi yerine bireysel işlenmesi ile ürün verimliliği ve oranının arttığını fark etmiştir. Bu durumdan hareketle de sürdürülebilirlik fikrinin temellerini oluşturabilecek incelemelerini ve inceleme sonuçlarını 1804 yılında hazırladığı “General View of Agriculture of Hertfordshire” isimli kitabında kaleme almıştır (Bozlağan, 2010).

1. ve 2. Dünya Savaşları sonrası özellikle bilim ve teknoloji alanında gelişmeler yaşanmış, gelişmelere bağlı olarak yeni çalışma alanları oluşmuş ve ekonomi de hızla büyümeye başlamıştır. Doğal kaynakların sınırsız olduğu fikrini benimseyen ekonomi anlayışı ve pazar odaklı küreselleşme ile tüketim artmış, tüketimi karşılamak için üretim de paralel olarak artınca kaynakların kontrolü sağlanamamıştır (Şekil 1.2). Kontrolsüz endüstri ve fosil yakıt kullanımının artışı ile atık, kirlilik ve sera gazı oranı da yükselmiştir. Oluşan baskılar ekosistemi bozmaya ve doğanın kendini yenileme işlevini yerine getirememesine neden olmuştur (Aytıs ve Polatkan, 2010).



Şekil 1.2. 19. yüzyıl sonrası üretim ve tüketim yaklaşımları.

Sürdürülebilirlik kavramı ilk dönemlerde kirliliğin azaltılması, kentsel mekân kalitesinin artırılması ve insan - doğa ilişkisinin değiştirilmesini hedefleyen gelecek planlarıdır. Modern çağda sürdürülebilirlik hakkında ilk hareketler Batı ülkelerinin endüstrileşme sonrası şehirlerde meydana gelen kirlilik ve olumsuz hayat şartlarının değiştirilmesi ve düzeltilmesine ilişkin sosyo-politik düşüncelerin mekâna yansımaları şeklinde ortaya çıkmıştır (Boyacıoğlu ve diğ., 2020).

70'lerin başında oluşan petrol krizi sonrası insanlar, tüm doğal kaynakların bir gün tükenebileceğinin farkına varmışlardır. Bu dönemlere kadar özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın olan büyüme ve tüketimin sınırsız olduğu fikri sorgulanmaya başlamıştır (Tokat, 2010). Ekoloji hakkında yaşanan tartışmaların odak noktası genellikle sürdürülebilirlik olmuş ve sürdürülebilirlik fikri on yıl içinde uluslararası görüşmelerde de yer almaya başlamıştır. Kalkınma politikaları, sürdürülebilirlik tartışmalarıyla birlikte daha ılımlı gelişim fikirlerine dönüşmeye başlamıştır (Bozlağan, 2010).

1970'li yıllarda sürdürülebilirlik kavramı çevre ile birlikte incelenmeye başlanmıştır. Ciddi olarak ülkelerin gündemine girişinin ilk somut örneği G-7 ülkeleri tarafından hazırlatılan “Büyümenin Sınırları” (Limits of Growth) başlıklı çalışmadır (Şen ve diğ., 2018). Çalışma ile nüfus yoğunluğu, üretim, besin tüketimi, hammadde kaynakları ve çevre kirliliği hususları ve birbirleriyle ilişkileri incelenmiştir. Mevcut düzenin devamı halinde hammadde kıtlığı ve çevre kirliliği gibi nedenlerle insanların da yok olma tehlikesiyle karşılaşacağı, Sorunların çözülebilmesi için gerekli olan denetimsiz büyüme ve gelişmenin sınırlandırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Büyümenin Sınırları Raporu, tüm gelişmişlik seviyesindeki ülkeler için aynı tür önerilerde bulunduğundan dolayı gelişmekte olan ülkeler rapora karşı çıkmıştır. Bunun sonrasında Maseroviç ve Pestel tarafından dünyanın tek bütün olarak kabul edilemeyeceğini ve ülkelerin farklı büyüme modellerini benimsemeleri gerektiğini belirten “İnsanlık Dönüm Noktasında” adlı rapor hazırlanmıştır (Tokat, 2010).

Bir sonraki çalışma, çevre sorunlarının ilk defa ciddi anlamda ele alındığı 1972 yılında Stockholm'de gerçekleşen İnsani Çevre Bildirgesi'dir. Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen ve 113 ülkenin katıldığı toplantı eko-gelişme tartışmaları çevresinde gelişmiş ve insan ve yaşam ortamı ilişkisi sorgulanmıştır (İncedayı, 2004). Bildirgede çevre taşıma kapasitesi, kaynak kullanımı, kuşaklar arası adalet, ekonomi-sosyal çevre ile kalkınma-çevre ilişkileri ortaya konmuştur (Bozlağan, 2010). Konferansta çevreye zararsız yöntemlerle kalkınmaya ve gelişmekte olan ülkelerin büyümesi için çeşitli yöntemlere yer verilmiştir. Ayrıca bildirgenin 15. ve 16. maddelerinde çevreyi etkileyen olumsuz durumları azaltmak ve maksimum seviyede ekonomik, sosyal fayda sağlamak amacıyla kentler ve yerleşmelerin planlanması

gerektiği, nüfus politikalarının çevreyi olumsuz etkileyen aşırı nüfus ve kalkınmayı engelleyen düşük nüfus yoğunluğu olan bölgelerde uygulanması gerektiği ifade edilmiştir. Böylece konferansta yaşanabilir kent vurgusu ile kent planlamasının ilkeleri ortaya konmuştur (Tosun, 2009).

1972-80 arasında geçen süreçte büyük etkiler yaratmasa da sürdürülebilirlik çalışmaları devam etmiştir. 1977 yılında Dennis Pirages'in "Sürdürülebilir Toplum" eseri, 1978 yılında Akdeniz'deki kirlilik sorununa çözüm bulmak amacıyla kabul edilen Barselona Antlaşması bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir.

Sürdürülebilirlik kavramının kalkınma ile birlikte ele alındığı önemli çalışmalardan biri 1980 yılında Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği tarafından ortaya çıkarılan "Dünya Koruma Stratejisi" (World Conservation Strategy)'dir (Şen ve diğ., 2018). Çalışmada fiziksel çevre üzerinden incelemeler yapılmış, ekonomi-çevre ve insan-çevre ilişkisi irdelenmiştir. Dünya Koruma Stratejisi'ndeki çevreyle her etkileşimin olumsuz sonuçlanacağı fikri nedeniyle, gelişme ve kalkınma karşıtı olduğu düşünülmüş ve eleştirilmiştir (Bozlağan, 2010).

1987 yılında BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (The World Commission on Environment and Development) tarafından hazırlanan Brundtland Raporu, endüstrileşme sonrası tüm dünyayı etkisi altına alan ekonomi merkezli kalkınma anlayışını, raporda ilk defa tanımlanan sürdürülebilir gelişme anlayışı ile değiştirmiştir. Çevre koruma konusu; yoksulluk, eşitsizlik, artan nüfus ve doğal yapının bozulması kapsamında irdelenmiş, tüm ülkeler için yeni bir sürdürülebilir kalkınma programı önerilmiştir (Tonguç ve Özbayraktar, 2017). Brundtland Raporu ile sürdürülebilirlik kavramı, ilk defa kalkınma sözcüğü ile birlikte kullanılmış ve "sürdürülebilir kalkınma" olarak günümüze kadar gelmiştir. Çalışmada, mevcut düzende dünyayı ve yaşam koşullarını gelecekte tehdit eden koşullardan bahsedilmiştir (Bakırlıoğlu, 2012). Artan sorunlara karşı, çevresel ve ekonomik gelişme arasındaki dengenin sağlanması ve gelişmenin devamlılığının sağlanması en önemli çözüm yolu olarak belirlenmiştir (Bozlağan, 2010). Raporun yayımlanmasıyla sürdürülebilir kalkınma üç temel ilke üzerine kurulmuştur:

- i. Kaynakların verimli kullanımı ile ekonomik sürdürülebilirlik sağlanmalıdır.
- ii. İnsan aktivitelerinde, çevre koruma konusu odağa alınmalıdır.
- iii. Kişi ve toplumlara adil davranılmalı, yoksul ülkelerin sömürülmesi önlenmelidir (Şen ve diğ., 2018).

1983 yılında BM genel sekreterinin isteği ile hazırlanıp 1987’de BM Genel Kurulu onayını alan Brundtland Raporu ile sürdürülebilir kalkınma yaşamın tüm alanlarında kendine yer bulmaya başlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramının küresel bir kavram olması gerektiği, bütünün parçaları olduğu anlayışıyla da tüm ülkelerin bu fikre göre hareket etmesi durumunda istenen düzenlemelerin sağlanabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca ülkelerin benimsediği politikalarda da ekonomik, sosyal, siyasal ve teknolojik sistemlerin birlikte çalışarak çevreye verilen zararı minimum düzeye indirilmesi amaçlanmıştır (Tosun, 2009)

1992 yılında ünlü bilim insanlarının oluşturduğu uzman bir ekip, Heidelberg Buluşması adı altında bir araya gelmişlerdir. Bu zamana kadar yapılan çalışmaların gerçekçi olmadığını, insanlığın çevreye karşı tutumunun yanlış olduğunu ve bu düzenle devam etmenin ulusların ekonomilerini olumsuz etkileyeceğini öne sürmüşlerdir (İncedayı, 2004).

BM’nin 1992 yılında Rio de Janeiro’da gerçekleştirdiği Çevre ve Kalkınma Konferansı, sürdürülebilir kalkınma kavramını uluslararası düzlemde bir ilke haline getirmiştir. Rio Konferansının konu hakkında en önemli adımı, alınan kararlar ve kararlaştırılan uygulamalarda yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve bireylerin de merkezi yönetimlerle ortak çalışması gerektiğinin ifade edilmesidir (Tosun, 2009). Konferansta küresel boyutta çevre değişimi, biyolojik çeşitlilik ve kaynakların azalması ve iklim değişikliği konuları ele alınmıştır. Konferans sonunda 120 ülke tarafından kabul edilen Rio Deklarasyonu -diğer adıyla Gündem 21- ile sürdürülebilir kalkınma fikrinin “21. yüzyıl için en önemli ekonomik ve çevresel politika” olduğu onaylanmıştır. Özellikle dikkat çekilen konular ise; kaynak kullanımı, kalkınma politikası içindeki grupların sorumluluklarının güçlendirilmesi, uygulamaların planlanması ve hayata geçirilmesinin nasıl yapılacağıdır (Şen ve diğ., 2018).

Çevre ve Kalkınma Konferansı ile sürdürülebilir gelişme fikri çerçevesinde her insanın sağlıklı ve verimli bir hayat hakkı olduğu onaylanmıştır. Ayrıca konferansta ve Gündem 21’de sürdürülebilir yerleşim alanları, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir orman gelişimi gibi konuların üzerinde durulmuştur (Bozlağan, 2010). Konferansta elde edilen sonuçlar, kendisinden önce yapılan çalışmaları gölgede bırakmış, konferans sonunda sürdürülebilirlik, küresel anlamda onaylanan bir kavram haline gelmiştir (İncedayı, 2004).

1992 yılında gerçekleştirilen bir diğer adım ise Avrupa Birliği Beşinci Eylem Programı’nın kabul edilmesidir. AB’nin gelecekte oluşturacağı politikalar için oluşturulacak yasaların kesinlikle çevre koruması hakkında kararlar içermesi gerektiğinden söz edilmiştir (Şen ve diğ., 2018). Programın en belirgin özelliği sürdürülebilirlik çalışmalarında yerel yönetimleri baş aktör olarak kabul etmesidir. Ayrıca birçok kararın da sadece yerel yönetimler sayesinde uygulamaya geçebileceği onaylanmıştır.

1993 tarihli Rio Konferansında alınan kararların uygulanmasını denetlemek ve yönetimler arası karar verme koordinasyonunu sağlamak amacıyla Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu oluşturulmuştur. Komisyon her yıl hükümetler tarafından gönderilen tüketim alışkanlıkları, nüfus, yoksulluk, ekonomi, eğitim hakkındaki raporları incelemektedir (Bozlağan, 2010).

Birleşmiş Milletler’in 1995 yılında Kahire’de gerçekleştirdiği Nüfus ve Kalkınma Konferansı ile 1996 yılında İstanbul’da gerçekleştirdiği İnsan Yerleşimleri Konferansı (Habitat II) sürdürülebilir kalkınma ve nüfus arasındaki ilişkinin biçimlenmesinde dönüm noktası olmuştur (Şen ve diğ., 2018). Nüfus ve Kalkınma Konferansı’nda sürdürülebilir gelişme ile günümüzde ve gelecekte bütün insanların eşit haklara sahip olacağı, çevre ve kalkınma ilişkisinin dengede kalmasının sağlanacağı ifade edilmiştir. Habitat II’de ise sürdürülebilir kalkınma kavramının çeşitli disiplinlerle ilişkisi kurulmuş ve etki alanı genişletilmiştir. Ayrıca amaçlar ve ilkeler bölümünde sürdürülebilir gelişmenin insan yerleşimleri için zorunlu bir koşul olması gerekliliğinden söz edilmiştir (Bozlağan, 2010). Habitat II’nin sonuç bildirgesinin bir maddesinde insan yerleşimleri için, insanların sağlık, güvenlik, mutluluk gibi ihtiyaçlarının karşılandığı kaliteli yaşam ortamlarına teşvik edilmiş ve

yaşamın sürdürülebilirliği için mekânların önemi üzerinde durulmuştur (Karakurt Tosun, 2009).

1997 tarihli Kyoto Protokolü ile iklim değişimlerinin çevre üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Gündem 21’de sürdürülebilirlik anlayışının küresel işbirliği ile gerçekleştirilebileceği kabul edilmesi anlayışıyla, küresel ortaklığı yönetebilmek amacıyla, yakın tarihlerde BM tarafından Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu oluşturulmuştur (İncedayı, 2004) Aynı yıl içinde sürdürülebilir gelişmeyi yalnızca konuşulan bir konu olmaktan çıkarıp, uygulama alanlarına dahil etmek amacıyla Rio +5 Forumu bir araya gelmiştir. Küresel, ulusal ve yerel seviyelerde strateji ve yöntemler belirlenmiştir. Geniş bir katılımcı grubuyla oluşturulan forumda, katılımcılar kendi tecrübe ve önerilerini paylaşmış ve bu sayede en iyi alternatiflerin oluşması hedeflenmiştir (Bozlağan, 2010). 20.yüzyılda sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte çevre koruma konusunun bu kadar gündeme gelmesinin nedeni, günümüzde de devam etmekte olan sürdürülemez üretim ve üretim için tüketim kalıplarıdır. Ekonomik kalkınma-çevre ikileminde tercih edilen ekonomik kalkınma olmuştur. Bu durum 1970’li yıllardan itibaren değişim göstermiştir. İnsanlar gelecek kaygısı duymaya başlamış ve çözüm için alternatif yollar aramışlardır.

Birçok ülke yapıların çevre üzerindeki etkisini ölçmek ve bunları somut birer veri haline dönüştürebilmek için çeşitli sertifika sistemleri oluşturmaktadır. Başlangıçta her ülke için yerel üretim tekniklerinin teşvik edildiği çıkarıldığı özel sistemler oluşturulması hedeflense de, son yıllarda LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) ve BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) sistemleri uluslararası boyutlarda etkili olmuş ve çeşitli ülkelerde kullanılmıştır. Türkiye de kendine özgü yeşil bina sertifika sistemi olmayan ülkelere dendir ve uluslararası kimlik kazanan sistemleri kullanmaktadır. BREEAM, 1990 yılında BRE tarafından hazırlanmıştır ve ilk yeşil bina değerlendirme sistemi olma özelliği taşımaktadır. LEED, 1998 yılında Amerikan Yeşil Binalar Konseyi tarafından oluşturulmuştur (Tavşan ve Yanılmaz, 2019).

Sürdürülebilirlik çalışmalarının 21. yüzyılda ilk örneklerinden biri 2002 yılında Johannesburg’da gerçekleştirilen BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’dir. Toplantıda başlıca konular olarak çevre koruması, temiz su, sağlık, eğitim,

tarım, yoksulluk gibi konular ele alınmıştır. Zirvede Eylül 2000’de düzenlenen BM Milenyum Zirvesi sonucunda oluşturulan milenyum gelişim hedeflerine binaen yoksulluk konusu öne çıkmıştır (Şen ve diğ., 2018). Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi, o zamana kadar yapılan tüm çalışmalar için genel değerlendirme yapılan bir toplantı niteliğindedir. Zirve özel sektör kuruluşlarından devlet temsilcilerine kadar birçok kademedeki temsilcinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Sürdürülebilir kalkınma stratejileri hakkındaki son gelişmelerin tartışılması, Gündem 21’de alınan kararların uygulamasında karşılaşılan problemlerin çözümlenmesi, karşılıklı deneyim ve önerilerin paylaşılması üzerinde odaklanılmıştır (Bozlağan, 2010). 1992 tarihli Gündem 21 ile 2002 tarihli Johannesburg Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nden elde edilen ortak sonuç, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin ekonomik sürdürülebilirliğin arka planında kalmaması gerekliliğidir (Şen ve diğ., 2018). Bu aşamaya kadar düzenlenen her toplantı ve yapılan her çalışma sürdürülebilirliğin farklı bağlamlarını değerlendirip farklı hususlarda geliştirilmesine ve insanların bilinçlendirilmesine yönelik olmuştur.

2007 yılında yine BM tarafından düzenlenen Devletlerarası İklimsel Değişimler Panelinde (IPCC), bilim insanları iklimsel değişimin başlıca etkeninin karbondioksit salınımı olduğunu belirtmiştir. Ek olarak da gaz salınımındaki artışın neredeyse tamamının insanlardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bunun üzerine sürdürülebilirlik konusuna olan ilgi artmış ve yeni plan ve yöntemler araştırılmaya başlanmıştır (Yavuz, 2014).

2010 yılında oluşturulan Ekolojik Ayak İzi Atlası’na göre; 2007 yılına kadar dünyanın üretme kapasitesinin iki katının tüketildiği ve artık üretim hızına yetişemediği ifade edilmiştir. 2012’de “İstedığımız Gelecek” adlı çalışmada da 1992’den itibaren küresel anlamda sürdürülebilir kalkınmayı başarma yetisini engelleyen mali, ekonomik, besin ve enerji sorunlarıyla artmakta olan, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sınıflandırılan üç boyutunun uyumu konusunda yetersiz kalındığı kabul edilmiştir. Bu ifadelerle sürdürülebilirlik konusunda yapılan çalışmalarda kararlar etkili olsa da uygulama konusunda başarısız olduğu ve yapılan çalışmaların beklentiyi karşılamadığı ifade edilebilir (Bakırlioğlu, 2012).

Konu hakkında çalışmalar yapan ve her yıl yayınladığı raporlarda gelişmelere yer veren Worldwatch Enstitüsü, 2036 yılı için çok sıkı tedbirler alınan bir yaşam öngörmektedir. Bu planlamaya göre; konutlarda komşularla ortak kullanılan mekanların artacağı ve birçok alanın ortak kullanılacağı, iklim değişiminin etkilerine uyum sağlanacağı, ulaşım problemleri nedeniyle insanların 2 km çaplı kentsel mekanları kullanabileceği beklenmektedir (Boyacıoğlu ve diğ., 2020).

### 1.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

Gropius, mimarlığı “adaletsiz sosyal yaşamın bozukluklarını onarmak için çevreyle uyumlu tasarımlar yapmak” şeklinde tanımlamıştır (Boyacıoğlu ve Pulat Gökmen, 2020). Sürdürülebilirlik kavramının mimarlık alanındaki tanımı, kaynak tüketimi konusunda bilinçli ve yaşam döngüsü boyunca çevre şartlarıyla uyumlu bir mimari anlayışı şeklinde açıklanabilir (Can ve Kurtoğlu, 2017).

Ekolojik mimarlık olarak da ifade edilen sürdürülebilir mimarlık; konum, enerji ve su gibi yenilenebilir kaynakların aktif kullanımı, kaynakların verimli kullanımı, binanın kullanım sürecinde ekonomik, sosyal ve çevresel fayda sağladığı, biyolojik, kültürel ve psikolojik verilerinin tümünün birlikte değerlendirildiği, yaşam süreci boyunca yapının -atık maddeleri de dahil olmak üzere- ekolojik çevreyle uyumlu çalıştığı tasarım ve inşa yöntemi olarak açıklanabilir (Aytıs ve Polatkan, 2010). Sürdürülebilir mimarlık, tasarım kriterleri oluşturulurken doğal ve yerelin kullanılması veya benzerlerine yönelimle başlayan; doğanın kendi habitatına geri kazandırılmasıyla sona eren bir süreçtir (Çiğın ve Yamaçlı, 2020).

Doğan Hasol, ekolojik mimarlığı “Çevre sorunlarının artışı nedeniyle enerji tasarrufuna sahip, aktif yalıtımlı, gün ışığından maksimum faydalanan ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanıldığı mimarlık” şeklinde tanımlamıştır (Moza ve Tokman, 2015). Ayrıca sürdürülebilirliğin hem bina, hem de kent ölçeğinde önemsenmesi gereken çok boyutlu bir kavram olduğunu vurgulamıştır (Hasol, 2014).

Sürdürülebilirlik kavramı, mimarlıkla birlikte kentsel tasarım gündemine de etki etmiştir. Literatürde sürdürülebilir kentleşme için “kullanıcı ihtiyaçlarını, mevcut kentlerden daha iyi karşılayan ve şehir sistemlerinin ihtiyaçlarını giderecek şekilde geliştirildiği kent” ve “süreklilik içinde değişimi sağlamak amacıyla, sosyo-ekonomik

çıklarının çevre ve enerji ile ilgili kaygılarla uyumlu hale getirildiği kent” şeklinde tanımlamalar yapılmıştır. Sürdürülebilir kentleşme tanımlamaları incelendiğinde üç faktör göze çarpmaktadır. Birincisi kullanıcı-kent etkileşimi, ortak alan ve kamu hizmetlerinde kalitenin artırılması gerekliliğidir. İkincisi kentin varlığının yaşam alanı olarak sürekliliğinin sağlanmasıdır. Üçüncü faktör kentin kapasitesinin üzerinde kaynak kullanımı nedeniyle üretim ve tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesidir (Tosun, 2009).

Ayşin Sev, “Sürdürülebilir Mimarlık” adlı kitabında “mevcut koşullar ve varlığın her devrinde gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da gözeterek yenilenebilir kaynak kullanımına öncelik veren, kaynakları etkin kullanan, sağlık ve konfor koşullarını sağlayacak kalitede yapılar inşa etme etkinliklerinin tamamı” şeklinde açıklamıştır (Tavşan ve Yanılmaz, 2019). 1970’lerde “çevresel tasarım”, 1980’lerde “yeşil tasarım”, 1980’lerin sonu ve 1990’ların başında “ekolojik tasarım”, 1990’ların ortasından itibaren “sürdürülebilir tasarım” şeklinde çeşitli şekillerde kullanılmıştır (Çelik, 2018). Tanımlamalar dikkate alındığında sürdürülebilir mimarlıkta tüketim yerine üretim aşamalarına odaklanarak üretimden sonraki süreçte de işlevinin yanında çevreye verilen zararın minimuma düşürülmesi hedeflenmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı, toplumla ilgili birçok çalışma dalıyla ortak alanlar barındıran mimarlığı yeniden değerlendirmeye almış ve sürdürülebilir mimarlığın ortaya çıkması sağlanmıştır. Sürdürülebilir mimarlık kavramı, alana yeni tanımlar ve yeni bilgileri dâhil etme çabasına girmiştir. Sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte mimarlığa dâhil edilen bilgiler teknolojik, çevresel ve sosyal olgular olarak üçe ayrılabilir. Sürdürülebilir kalkınma, üç olgunun aynı anda sağlandığında gerçekleştirilmiş olur. Bu nedenle kapsam olarak da üç alanın kesişiminde yer almaktadır.

Sürdürülebilir mimarlıkta teknolojik olgu, yapının yaşam döngüsü boyunca doğaya vereceği tahribatı azaltmak için harcadığı enerjinin yeni teknolojik sistemlerle azaltılması olarak açıklanabilir. Teknolojinin biçim kaygıları yerine çevreci mimarlık anlayışına hizmet etmesi teşvik edilmektedir. Çevresel olgu, yapının tasarlanacağı çevrenin doğal verilerini (iklim, malzeme vb.) kullanarak çevreye tam uyumlu yapı tasarımının oluşturulmasıdır. Sosyal olgu ise, çevreye karşı sorumluluğunu yerine

getirirken kullanıcıları göz ardı etmeden sosyal hayat ve kültürün de devamlılığının sağlanmasıdır. Bu durumu, mimarlığın insanlara ve kültüre karşı yükümlülüğü olarak tanımlamak mümkündür (Adıgüzel, 2010).

Bir yapı, kullanıcılarıyla birlikte çevresini ve ortak kullanım alanlarını, uzun vadede ekolojik dengeyi de etkilemektedir. Ekolojik denge üzerinde ormanların yok edilmesi, kaynak kullanımı, temiz su kaynaklarının kirletilmesi, ozon tabakasına zarar verilmesi gibi etkileri gözlemlenebilir (Özmehmet, 2007). Sürdürülebilir mimarlık; yapının inşa edileceği çevreye ait doğal kaynaklar ve iklim özellikleri gibi yerel olguları yapıyla bütünleştiren ve bu verilerin oluşturduğu çerçevede bir yapım yöntemi seçen, kaynak korunumu için kendi enerjisini üretebilen -enerji etkin-, atık yönetimini sağlıklı şekilde gerçekleştirebilen ve tüm bunların birlikte işlemlerini sağlayan bir yapı süreci olarak açıklanabilir (Tavşan ve Yanılmaz, 2019). Sürdürülebilir mimaride bilişim sistemlerinin aktif kullanımı sayesinde bilgi paylaşımı ve bilgilerin saklanması, kullanıcıların bilgilere erişiminin kolaylaşması ile alternatif yöntemler artmaktadır ve geleneksel yöntemler zamanla farklılaşmaktadır (Moza ve Tokman, 2015). Kısaca, sürdürülebilirlik kavramı ile mimarlıkta temel bilgilerin hatırlanması, yeni teknolojiler ile doğa şartlarının bir araya getirilmesinin hedeflendiği söylenebilir.

Kim ve Rigdon, sürdürülebilir mimarlığın temellerini üç ilkeye bağlamıştır: Kaynak korunumu, yaşam döngüsünün sağlanması, insan merkezli tasarım. Sürdürülebilir yapıların ve tasarım düşüncesinin ana hedefi enerji kullanımını azaltmak ve kaynak devamlılığının sağlanması, çevrenin doğal koşullarının korunması, çevreyi korurken insan sağlığı ve konforunun maksimum seviyede sağlanması, kültürel ve politik görüşlerin de göz önüne alınmasıdır (Tonguç ve Özbayraktar, 2017).

Sürdürülebilir mimari fikri ile birlikte yeşil tasarım, yeşil bina gibi kavramlar hayatımıza girmiştir. Yeşil tasarım; doğal ortama ait öğelerin mimarinin temelini oluşturması şeklinde tanımlanabilir. Yeşil binalarda, fikrin temelini oluşturan tasarım alanı ve iklimdir. İkinci kriter ise mevcut çevresel ortamın kullanıma kadar olan aşamalarında çevresel ölçütlere duyarlı yaşam ortamları oluşturulmasıdır (Salama ve El-Ashmouni, 2020). Bakıldığında, yapının inşa edileceği çevreye ait verilerin kullanıldığı, doğal olarak o çevreye ait olduğundan zararı minimum derecede olan,

kullanıcı beklentilerini maksimum seviyede karşılayan projeler, sürdürülebilirlik anlamında hedefleri yerine getirmiş sayılabilir.

Mimarlık, mevcut doğal dengeyi koruyacak bakış açıları yerine, sistem üzerinde köklü değişiklikler yapan, sürdürülebilir olmayan düşüncelere dönüşmektedir. Mimarlığın ana eksenini teknik bilgilerden, doğa bilimi ve felsefeye doğru yol almaktadır. Yani çevreye etkisi ölçülemeyecek kadar büyük projeler yerine, küçük ölçekli ve yerel mimariden izler taşıyan tasarımlar ilgi çekmektedir (Boyacıoğlu ve diğ., 2020).

Çevre sorunlarının küresel boyutta önem kazanması sonucu 1970'lerde başlayarak ortaya çıkan farkındalık, özellikle kaynakların verimli kullanıldığı, çevresiyle uyumlu bir mimari anlayışı gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda, mimari tasarımda forma ilişkin fikirlerin yanında yaşam döngüsü boyunca kaynakların verimli kullanımını destekleyen teknolojiler ve yapı ürünleri önem kazanmaktadır (Can ve Kurtoğlu, 2017).

1982 tarihli Dünya Doğa Şartı belgesiyle kavramlaşan sürdürülebilirlik fikri, yine aynı yıl Alman Çevre Bakanlığı'nın isteğiyle hazırlanan "Ekolojik İnşa" kitabıyla mimarlık literatüründe de yer edinmiştir (Tonguç ve Özbayraktar, 2017).

1980-1982 yılları arasında Avrupa Konseyi, Kentsel Rönesans İçin Avrupa Kampanyası adlı bir çalışma geliştirmişlerdir. Sözü edilen kampanya ile "yerleşmelerde daha iyi yaşam" şiarıyla yaşam alanlarının gelişiminin yere özel olması gerekliliğine değinilmiştir.

1990'lı yıllarda Thomas Fisher, sürdürülebilir mimarinin beş ana prensibini şu şekilde açıklamıştır:

- Sağlıklı iç çevre (zararlı gaz salınımı, filtre sistemleri, bitki kullanımı vb.)
- Etkin enerji (ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma vb.)
- Ekolojik malzeme
- Çevreci biçim (arazi, bölge, iklim ve kullanıcılarla uyum)
- İyi tasarım (etkin ve uzun ömürlü çözümler) (Özçuhadar, 2007).

Özetle, sürdürülebilir mimari, doğal çevreyle uyumu hedeflemektedir. Uyumu sağlayabilmek için de doğanın verilerini toplayıp tasarıma adapte etmektedir. Doğal çevrenin iklim, coğrafi yapı, topoğrafya, yeraltı ve yerüstü suları; yapay çevrenin ulaşım, altyapı sistemleri, çevre yapılar gibi verileri toplanıp tasarlanacak yapı tasarımı için değerlendirilmelidir.

1992’de yapılan Rio Zirvesi sonucu oluşturulan Gündem 21’in “Sürdürülebilir İnsan Yerleşimleri Gelişmesinin Desteklenmesi” adlı yedinci bölümünde, yerleşim yerlerinin kalitesinin geliştirilmesi amaçlanmış ve bazı hedefler belirlenmiştir. Tüm insanlık için yeterli yerleşim birimi, yerleşim alanlarının yönetiminde düzenlemeler yapılması, arazi kullanımı, ulaşım ve altyapı hizmetleri, enerji kullanımı gibi konularda sürdürülebilir yöntemlerle çevresel kapasitenin devamlılığı gibi konular ele alınmış ve konu hakkında yeni hedefler ortaya konmuştur (Tosun, 2009).

27 Mayıs 1994 tarihinde Danimarka’nın Aalborg şehrinde yalnızca sürdürülebilir kentleşme üzerine odaklanan Avrupa Sürdürülebilir Kentler ve Kasabalar Konferansı düzenlenmiştir. Konferans sonunda oluşturulan Aalborg Şartı’nda sürdürülebilirlik, bölgesel karar aşamalarının tümünü içeren, dengeyi amaçlayan, bölgesel ve üretken bir süreç olarak açıklanmıştır. Ayrıca, doğaya uygun yaşam şartları, nesiller ve toplumlar arası eşitlik, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik konularında geliştirilen fikirlerin kentlerin tasarımına ışık tuttuğu ifade edilmiştir.

1996 yılında İstanbul’da düzenlenen Habitat II’de sürdürülebilir yerleşim kriterleri ve planlamaları ele alınmış ve gelecek yıllar için çalışmaların bu doğrultuda ilerlemesi hedeflenmiştir. Ayrıca günümüz kentlerinin toplumsal, siyasi, kültürel, çevresel sorunları ele alınıp dünya genelinde bu sorunların çözümlenmesi gerektiği açıklanmıştır (Tosun, 2009).

İnsan yapımı çevrelerin doğal ortamlar üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaması ve biyolojik çeşitliliğe fayda sağlayabilmesi için sürdürülebilir tasarım fikirleri 21. yüzyılın sürekli gelişen ve değişen dünyasında değer kazanmaktadır. Gelişimin ve verimliliğin devamlılığı; bütüncül bir sürdürülebilirlik anlayışının hâkim olması, kullanılan malzemelerde, üretim tekniklerinde, alt ve üst yapı projelerinin

tamamında, tüketim ve tüketime bağılı olarak üretim kalıplarında, devlet kurumlarından bireylere kadar tümünün ortak hareket etmesiyle gerçekleştirilebilir (Aytis ve Polatkan, 2010).

2010 yılında yayınlanan Ekolojik Ayak İzi Atlası'nda, insan faaliyetleri sonucu 2007 yılına kadar geçen süreçte Dünya'nın kapasitesinin iki katının tüketildiği ifade edilmiştir (Bakırlıoğlu, 2012). İnşaat sektörü; insan faaliyetleri ile harcanan toplam enerjinin 1/3'ünü, küresel elektrik tüketiminin 1/2'sini, küresel karbon salınımının ise 1/3'ünü kapsamaktadır (URL-2). Avrupa ülkelerinde okullar, oteller, hastaneler gibi ticari sektöre ait binaların enerji kullanımı, 2018 yılında yayınlanan Uluslararası Enerji Görünümü (IEO2018) raporuna göre yıllık ortalama %1,3 artmaktadır. 2012'de yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Yönergesi ile inşaat sektöründe enerji verimliliği artmıştır (Alemdağ, 2020). Oranlara bakıldığında mimarlıkta sürdürülebilir yöntemler seçilmesinin genel tabloya etkisi yadsınamaz.

Son yıllarda insanların neden olduğu küresel iklim değişikliği, beraberinde getirdiği olumsuz coğrafi sonuçlar ile yıllardır devam eden sürdürülebilirlik çalışmalarının merkezine yerleştirilmiştir. Mimarlık gündemi de bu duruma paralel olarak değişmiş ve doğaya etkilerin azaltılmasına teşvik eden sürdürülebilir mimarlık anlayışına yönelmiştir. Bu yönelim ile teknoloji odaklı çevreci mimarlık anlayışı, enerji etkin tasarımlar ve karbon ayak izinin azaltılması gibi teknik analizlere odaklanmıştır. İkinci etkisi ise mimarlık anlayışında bakış açısının yerel ölçekten küresel ölçeye çıkarılmasıdır. Bu sayede küresel anlamda sürdürülebilir yaklaşımlar ile özel anlamda çevreci mimarlık fikirlerinin olası etkilerinin belirlenebileceği ortak bir sistem ortaya çıkmış oldu (Boyacıoğlu ve diğ., 2020).

Sürdürülebilir mimari anlayışı kaynakların korunması ve geliştirilmesi fikrini sosyal ve ekonomik kalkınma amacıyla sentezleyerek; mimari ve kentsel gelişimin etkilediği tüm sosyal, ekonomik ve çevresel faktörler arası dengenin kurulmasını, kalkınma şeklinin yerel, ulusal ve uluslararası kuruluşların ortaklaşa kararlaşmasını gerektirmektedir (Tosun, 2009).

#### 1.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM

Tasarım, nesnelere aracılığıyla kültürel devamlılığın bir parçası olarak anlam kazanır ve toplumsal gelişimi sağlamaya yardımcı olur. Bu özellikleriyle ele alındığında sürdürülebilirlik; toplum-meslek arasındaki etkileşim ve geleneksel değerlerin sürdürülebilmesini sağlayan bir araç, tasarımda kullanıcının aktif rol oynaması ve farklı çalışma alanlarının bütünleşme aracı olarak ifade edilebilir (İncedayı, 2004).

Sürdürülebilir tasarım kavramı, ürünün yaşam döngüsü süreci boyunca gösterdiği performans ele alınarak değerlendirilir. Bu anlamda sürdürülebilir tasarım, kendi devamlılığını sağlayabilmeli, enerji tasarrufu sağlamalı, atıkları minimum seviyede olmalı hatta geri dönüştürülebilir atıklar oluşturmalı, üretim ve kullanım aşamalarında montaj ve bakım kolaylığı göstermelidir (Tavşan ve Yanılmaz, 2019).

Sürdürülebilirlik için tasarım keşifleri, eskimiş ürünlerden estetik ilginin yararlı nesnelere, bunların yeniden bağlamsallaştırılmasıyla geçişi sağlamak için bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, eski ve yeni, değerli ve değersiz, zanaat ve seri üretim, çeşitlilik ve birlik gibi çeşitli kutupları birleştirmeyi amaçlamaktadır. Tasarım yoluyla sürdürülebilirlik, geleneksel tasarım ve üretim araçlarını ve tasarım keşifleri yoluyla mevcut estetik kavramını eleştiren bir yaklaşımdır. Stuart Walker tarafından yapılan araştırmalar, yerel olarak üretilen yapı malzemeleri, yeniden kullanılan ve yeniden şekillendirilebilen malzemeler ve nesnelere seri üretilen parçaların bir kombinasyonu ile tasarlanan günlük fonksiyonel nesnelere tasarımlarıdır (Bakırlioğlu, 2012).

Ternaux, insanların çevreye yaklaşımının doğrusal olduğunu, kaynağı çıkarmak, işlemek ve atık olarak bırakmak şeklinde işlediğini ifade etmiştir. Günümüz üretim ve tüketim düzeni sınırlı doğal kaynakları göz ardı ederek sınırsız büyümeyi ve beraberinde verimlilik ile yeterliliğin de sağlanacağını varsaymaktadır. Sürdürülebilirlik planlamalarında malzemelerden maksimum derecede faydalanıp verimliliği artırarak kaynak kullanımı azaltılmaktadır. Bu sayede yaşam kalitesinin ve gelişiminin devamlılığı uzun vadede sağlanmış olur (Bakırlioğlu, 2012).

Mies van der Rohe'nin "Az çoktur" anlayışı, sürdürülebilir tasarım için ilke kabul edilebilir. Tasarımda malzemenin korunması, enerji etkinliği açısından verimli

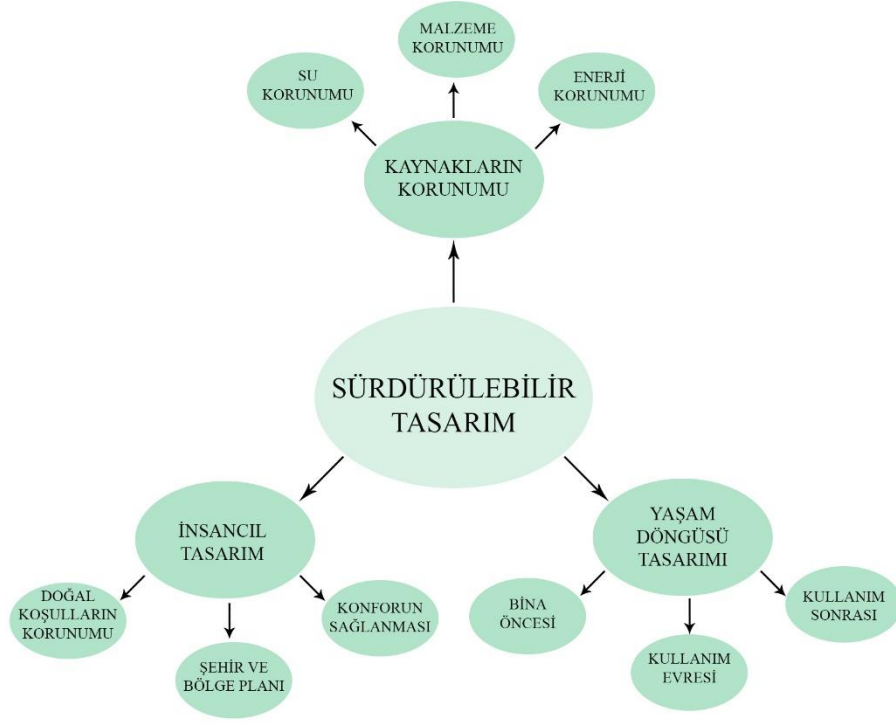
olması, bununla birlikte oluşan son üründen maksimum fayda sağlanması hedeflenmektedir (Çiğın ve Yamaçlı, 2020). Sürdürülebilir tasarım çalışmaları ürünler ve üretim süreçlerinin, mevcut sistemlerle bağlantı kurmasını ve sistemin işlemlerini aksatacak veya yavaşlatacak olumsuz etkileri engellemek için ölçüm sistemleri oluşturmaktadır. Minnesota Üniversitesi'nde sürdürülebilir mimari konusunu inceleyen "Sürdürülebilir Tasarım Rehberi" adlı çalışmada, konunun çevre ile ilgili değerlendirme konularını alan, su, enerji, iç ve dış mekân kalitesi, malzeme ve atıkların geri dönüşümü olarak tasarım öncesi, tasarım aşaması, kullanım ve kullanım sonrası şeklinde sınıflandırmıştır (Özçuhadar, 2007).

Bir yapının, üretiminden kullanım ömrünün sonuna kadar doğa üzerinde kısa ve uzun vadeli çeşitli etkileri vardır. Bu etkileri azaltmak ve ekosistemin sağlıklı bir şekilde devamlılığının sağlanabilmesi için mimari tasarımlarda sürdürülebilir yöntemlerin tercih edilmesi büyük önem taşır. Kim ve Rigdon'a göre sürdürülebilir tasarım üç temel kavramsal ilkeye dayanmaktadır:

- Kaynakların korunumu
- Yaşam döngüsü tasarımı
- İnsancıl tasarım (Şekil 1.3) (Can ve Kurtoğlu, 2017).

Kaynak korunumu; yenilenebilir kaynak tercihi, malzemelerin etkin kullanımı, etkin tasarım yöntemleri, geri dönüşüm ve çevreye uyum gibi konuları içermektedir. Yaşam döngüsünün sağlanması; binaların tasarım, yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında doğa üzerindeki etkilerinin analizini kapsamaktadır. İnsan merkezli tasarım ise; kullanıcı konforunu artırmak için gerekli ulaşım, kentsel planlama, altyapı, doğal çevreyle birliktelik gibi konuları içermektedir (Alemdağ, 2020).

Bu ilkeleri temel alarak düzenlenen yapılarda enerji korunumu için alternatif tedbirler olmalı, sağlıklı mekân koşulları sağlanmalı, yeniden kullanımı mümkün ve insan sağlığına zararsız malzemeler kullanılmalıdır. Sürdürülebilir tasarımlarda en büyük kaygı doğanın korunması olduğundan enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi ve bunun yeni teknolojileri kullanarak çözümlenebilmesi ve geliştirilmesine özen gösterilmelidir.



Şekil 1.3. Sürdürülebilir tasarım ilkeleri ve uygulama stratejileri (Özçuhadar , 2007).

Sürdürülebilir tasarımlarda asıl amaç kullanıcılara fiziksel ve psikolojik fayda sağlamaktır. Bu fayda da ancak yukarıda sözü edilen üç kavramsal ilkenin uygulama alanları sayesinde yapının iç, dış ve yakın çevresiyle olan ilişkilerinin düzenlenmesi sonucu sağlanabilir (Baysan, 2003).

Mimaride, tasarım ve ekoloji kavramlarının birlikte kullanılması 1960-1970’li yıllarda fiziksel ve sosyal sürdürülebilirlik uygulamaları ile başlamıştır. İlk yıllarda yapılan çalışmalara örnek olarak 1970’lerde Mimar Paolo Solari tarafından Arizona’da tasarlanan ilk ekolojik kent Arcosanti gösterilebilir. Sürdürülebilir mimari tasarım konusundaki bu çalışma enerji kullanımının neden olduğu çevre sorunlarına dikkat çekmek amacıyla binalarda enerji ihtiyacını azaltacak yöntemler kullanılmıştır (Moza ve Tokman, 2015).

Enerji korunumu çalışmaları, mimaride sürdürülebilirliği çevresel, ekonomik ve estetik yönleriyle ele almaktadır. Tasarımcıları disiplinler arası ilişkilerin kurulduğu çalışmalara teşvik etmekte, enerji korunumu konusunda insanların bilgilendirilmesini

hedeflemektedir. Yapılan çalışmalar sonucu gelişen teknolojiyle birlikte birçok ürün geliştirilmiş ve bu ürünler sürdürülebilir mimari tasarımlara yön vermeye başlamıştır. Sürdürülebilir çalışmalar sonucu doğa içinde dönüşüm iki şekilde mümkündür: geri dönüşümlü veya tekrar kullanılabilir malzeme kullanımı ve yapının ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması. Yenilenebilir kaynakların kullanıldığı yöntem ve malzemeler, zamanla sürdürülebilir mimaride temel bileşenler haline gelmiştir (Can ve Kurtoğlu, 2017).

2000 yılında Almanya Hannover’da düzenlenen EXPO 2000’de William McDough tarafından Gezege Hakları beyannamesi ile sürdürülebilir tasarım için baz alınabilecek prensipler belirlenmiştir:

- İnsan yaşamı ve doğanın birlikte devamlılığının sağlanması,
- Tasarımın, doğal çevre ile ilişkisi ve çevreye etkilerinin belirlenmesi,
- Kültürel değerlerin malzeme ile ilişkisinin özenli kurulması,
- Tasarım aşamasında alınan kararların, sağlıklı yaşam ve doğa üzerindeki etkilerinden doğacak sorumluluğun bilincinde olunması,
- Tasarlanan yapının uzun zaman sonra bile değerli ve kullanıma uygun olması,
- Yapı ve kullanılan malzemeler için maksimum seviyede geri dönüştürülebilir tercihler ile atık oluşumunun önüne geçilmesi,
- Enerji çözümlerinde doğal kaynaklardan ve doğal enerji dönüşümlerinden faydalanılması,
- Tasarımın doğal çevreyle uyumunun sağlanması, doğanın oluşturduğu sınırların içinde tasarıma yön verilmesi,
- Tasarım ve üretim sürecinde rol alan bireyler ve kurumlar arasında bilgi paylaşımı ile fikrin iyileştirilmesi (Öç, 2013).

Tüm süreçler düşünüldüğünde, sürdürülebilirlik açısından tasarım aşaması, özellikle işlevsellik, maliyet ve doğal yaşama etkilerinin belirlendiği aşamadır. Bu durumun sebebi olarak, tasarlanacak yapının yaşam döngüsü süreci boyunca geçerli olacak kararların %70’inden fazlasının bu evrede verilmesi gösterilebilir. Ayrıca

tasarımdan sonraki aşamaların çoğu, tasarım aşamasında alınan kararlar doğrultusunda ilerlemektedir. Tasarım aşamasında kararlar verilirken üç hedefe odaklanmak gerekir: yaşam döngüsü sürecinde yapının kullanıcısı ve çevresine sağladığı faydanın en üst seviyeye çıkarılması, geri dönüştürülebilir malzeme kullanımının maksimum sayıda olması, atık miktarının minimuma indirgenmesidir (Zeren ve Nakıboğlu, 2009).

### 1.5. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

İnsanoğlu, tüm etkinliklerinin başlıca kaynağı olan doğa üzerinde hâkimiyet kurmak istemiş ve geliştirdikleri çeşitli yöntemlerle doğa üzerinde değişiklikler yapmıştır. Ancak zaman içerisinde doğada yapılan değişimler, zarar verme boyutuna ulaşmıştır. Özellikle endüstri çağıyla birlikte geçilen tüketim çağında, kaynakların da tükenebileceği ve doğanın yetersiz kalacağı fikriyle sürdürülebilirlik düşünceleri ortaya atılmıştır.

Fikir olarak ilk çağlara kadar uzandığı düşünülse de, kavram olarak oluşturulması 18. yüzyılı bulmuştur. Başlarda çevre sorunlarının azaltılması ve doğal yaşamın devam ettirilmesi konularına odaklanmıştır. Ancak zaman içinde birçok alanı kapsayan ve ortak çalışmalarla problemleri çözmeyi hedefleyen multi-disipliner bir kavram haline dönüşmüştür.

Birçok ulusal ve uluslararası çalışmaya konu olmuş sürdürülebilirlik kavramı, farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ancak günümüzde kabul gören tanımı Brundtland Raporu'ndaki "gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını riske atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama" şeklindeki tanımdır. Bu tanım ile kalkınma kavramıyla birlikte ele alınmaya başlamış ve kapsamı genişletilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma, üç temel problemin ortak çözümünü hedeflemektedir: doğal çevrenin korunması, ekonomik gelişmenin devamlılığı ve sosyal hayatın sürdürülebilirliği.

Dünya Savaşları sonrası değişen dünya düzeninde hâkim olan sınırsız tüketim anlayışı, doğal kaynakların bir gün tükenebileceği sorununu gündeme getirmiştir. 1970'li yıllarda konu hakkında ilk resmi çalışmalar yapılmış, uluslararası gündemde yer almaya başlamıştır.

Sürdürülebilirlik kavramının çeşitli tanımları ve kapsamı sonrasında sürdürülebilirlik hakkında yapılan çalışmalar ve çalışmaların içerikleri incelenmiştir. Başlıcaları;

Büyümenin Sınırları (Limits of Growth) - 1970: Uluslararası bağlamda yapılmış sürdürülebilirlik çalışmalarının ilk somut örneğidir. Nüfus, üretim, beslenme, hammadde ve çevre kirliliği konuları üzerinde durulmuştur.

İnsani Çevre Bildirgesi – 1972: BM tarafından sürdürülebilirlik konusunda düzenlenen ilk çalışmadır. Bildirgede çevre taşıma kapasitesi, kaynak kullanımı, kuşaklar arası adalet, ekonomi-sosyal çevre ile kalkınma-çevre ilişkileri ele alınmıştır.

Brundtland Raporu – 1987: BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (The World Commission on Environment and Development - WCED) tarafından hazırlanmıştır. Çevre sorunları; yoksulluk, eşitsizlik, artan nüfus ve çevre bozulmaları üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan en kapsamlı çalışmadır. Raporla birlikte ekonomik kalkınma odaklı gelişim fikirlerinin, sürdürülebilir kalkınma ile değiştirilmesi hedeflenmiştir.

Rio de Janeiro Çevre ve Kalkınma Konferansı – 1992: Konferans, yerel yönetimlere de sorumluluk vermesi ile öne çıkmaktadır. Konferans sonrası kabul edilen Gündem 21 (Rio Deklarasyonu)'nda sürdürülebilir yerleşim alanları, sürdürülebilir tarım, sürdürülebilir orman gelişimi konuları öne çıkmaktadır.

BM Nüfus ve Kalkınma Konferansı – 1995: Nesiller arası adalet ile çevre-ekonomik kalkınma ilişkisi değerlendirilmiştir.

İnsan Yerleşimleri Konferansı (Habitat II) – 1996: Sürdürülebilirlik kavramının farklı disiplinlerle ilişkisi kurulmuş, kapsamı genişlemiştir. Yaşam ortamları için sağlık, güvenlik, mutluluk gibi ihtiyaçlar ile kaliteli yaşam ortamlarının sağlanması üzerinde durulmuştur.

Kyoto Protokolü – 1997: Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için küresel işbirliğine işaret edilmiştir.

Rio+5 Forumu – 1997: Küresel, ulusal ve yerel ölçeklerde sorumluluklar belirlenmiş ve planlamalar yapılmıştır. Katılımcıların karşılıklı fikir alışverişi ile yöntemlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi – 2002: Çevre koruması, temiz su, sağlık, eğitim, tarım, yoksulluk konuları ele alınmış, yoksulluk konusu öne çıkmıştır. Yapılan tüm çalışmalar için değerlendirme niteliğindedir. Çevresel ve sosyal kalkınma problemlerinin, ekonomik kalkınmanın arka planında kalmaması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çeşitli ulusal ve uluslararası sürdürülebilirlik çalışmaları ve alınan kararlarla birlikte sürdürülebilirlik kavramının mimarlık alanındaki tanımı ve mimarlığa etkileri değerlendirilmiştir. Sürdürülebilir mimarlık, Doğan Hasol tarafından çevre sorunlarının artışı nedeniyle enerji tasarrufuna sahip, aktif yalıtımlı, gün ışığından maksimum faydalanan ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanıldığı mimarlık şeklinde tanımlanmıştır.

İnşaat sektörü, insan faaliyetleri ile harcanan toplam enerjinin 1/3'ünü, küresel elektrik tüketiminin 1/2'sini, küresel karbon salınımının ise 1/3'ünü oluşturmaktadır. Sürdürülebilirliğin kaynak ve enerji korunumu hedefleri göz önüne alındığında, mimarlıkta sürdürülebilir tercihler yapılmasının önemi de ortaya çıkmaktadır.

Ekonomik gelişmeler yaşandıkça mimari faaliyetler artmış, doğa üzerindeki tahribat da doğru orantılı olarak yükselmiştir. Teknolojinin sağladığı imkânlarla doğa üzerindeki etkiyi azaltacak mimari yöntemler, malzemeler ve binalar oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir mimarinin sağlanabilmesi üç temel ilkeye bağlanmıştır: kaynakların korunumu, yaşam döngüsü tasarımı ve insancıl tasarım. Yapının tasarım aşamasından başlayarak kullanım ve kullanım sonrası evrelerde enerji, su ve malzemelerin verimli kullanımı, atık oluşumunun azaltılması için geri dönüşümlü veya yeniden kullanılan malzeme seçilmesi, sağlıklı yaşam ortamını oluşturarak insan sağlığının ve yapının uzun süre kullanılabilmesi hedeflenmektedir. Mevcut doğal ve yapay çevre ile tam uyum içinde çalışan bir yapı için var olan çevreye ait verilerin değerlendirilip yapıya adapte edilmesi gerekmektedir. Bu durum aslında mimarlığın

inşa edilecek çevreye ait malzemeler, kaynaklar, iklim ve coğrafya koşullarıyla oluşturulması gerektiğini göstermektedir.

Tüm sürdürülebilirlik tanımlamaları ve bu doğrultuda yapılan çalışmalar ile ortaya çıkan sürdürülebilir tasarım fikri, kriterleri ve yararları irdelenmiştir. Sürdürülebilir tasarım prensipleri olarak; insan-doğa ilişkisinin ortak devamlılığı, tasarımın mevcut çevreyle ilişkisinin düzenli kurulması, tasarımın uzun süre kullanılabilir olması, geri dönüşümlü malzeme kullanımı ile atık oluşumunun önüne geçilmesi, doğanın belirlediği sınırlara uygun bir tasarım oluşturulması, süreçte rol alan bireylerin iletişimde olması gerekliliği belirlenmiştir.

Tasarım aşaması, yapının inşaat, kullanım ve kullanım sonrası aşamaları için kararların verildiği aşamadır. Bu nedenle yapının ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinin belirlendiği süreçtir. Tasarımda verilen kararlar yapının sürdürülebilir olmasının ilk adımlarıdır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK BAĞLAMINDA EĞİTİM YAPILARI

Eğitim, bireylerin doğduğu andan itibaren bedeni gibi zihninin, bilgi birikiminin, psikolojisinin ve sosyal yeteneklerinin gelişmesi için yeni şeyler öğrenme ve bu bilgi ve becerileri edinme etkinliğidir. İnsan, doğduğu andan itibaren içine girdiği yeni dünyada kendine yabancı olan nesne ve durumları keşfetmeye başlar. Bu sayede farkında olmadan da olsa öğrenme süreci başlamış olmaktadır. Günümüz dünyasında belirli bir yaşa geldikten sonra ise eğitim farkında olarak eğitim kurumları içinde ve gelişmiş yöntemlerle bilinçli şekilde gerçekleştirilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde eğitim kavramı, eğitim yapılarının özellikleri ve sürdürülebilirlik bağlamında eğitim yapılarının değerlendirilmesi yapılacaktır.

#### 2.1. EĞİTİM VE EĞİTİM YAPILARI

##### 2.1.1. Eğitim Kavramı

Eğitim kavramı, Türk Dil Kurumu tarafından yapılan tanıma göre “çocuk ve gençlerin sosyal yaşantılarında yer edinmeleri için gerekli bilgi, beceri ve anlayışları elde etmeleri için, kişisel gelişimleri için okulda veya okul dışında, etkin veya etkin olmayan yollarla destek olma” şeklinde ifade edilmiştir (URL-3).

Yeni şeyler öğrenme ve kendini geliştirme arzusu, insanlığın ilk çağlarından itibaren var olan bir olgudur. Haliyle farkında olmadan eğitilme hali olarak tanımlanabilecek öğrenim, insanların var oluşuyla birlikte ortaya çıkmıştır. Zaman içerisinde bilgilerin paylaşılması ve geliştirilmesi amacıyla konu hakkında çalışmalar yapılmaya ve eğitim olgusu geliştirilmeye başlamıştır. Çalışmalarla birlikte eğitim kavramı farklı şekillerde tanımlanmıştır:

-Kişinin beklentisi ve ilgi alanlarına göre toplumun bilgi birikimi, kültürel değerleri ve bunlara uygun davranışları ile şekillenmesini, çağın durumuna uygun mesleki bilgi ve becerilere sahip olmasını, psikolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel yaşama uyum sağlamasını destekleyen süreçtir (Yeşildaş, 2017).

-Yahya Akyüz'e göre, insanın zihinsel, bedensel, toplumsal becerilerinin ve tutumlarının istenilen yönde gelişmesi veya bireyin bazı hedeflere yönelik yeni beceri, tutum ve bilgiler edinmesi sürecindeki aktivitelerinin tamamıdır (2019).

-Eğitim, bilgi ve becerilerin geliştirilmesi ve yenilerinin edinilmesi için uygulanan etkinlikler dizisidir (Karakuş, 2019).

-Kişinin doğumundan ölümüne kadar olan hayat sürecini içeren eğitim, bir davranış edindirme mühendisliği olarak, "kültürleme" ve "sosyalleştirme" sürecidir. Bireyin yaşamını düzenli olarak devam ettirebilmesi ve üyesi olduğu topluma adapte olmasını sağlayıp, üretken bir birey olarak topluma fayda sağlaması için gerekli davranışlarla donanması, bireyleri belli amaçlara uygun yetiştirme eylemidir (Özkan, 2006).

-Özetle eğitim, bir bireyin içinde bulunduğu toplumda kendine yer edinebilmek ve toplumun şartlarına uyum sağlamak için kendini koşullara uygun hale getirmesi sürecidir.

Eğitimin ana hedefi, bireylerin psikolojik olarak daha iyi hale getirilmesi ve kişilik olarak gelişimini sağlamaktır. Hedef, bireye dönük gibi görünse de toplumun bireylerden oluştuğu düşünüldüğünde, birey ve toplum üzerindeki etkisi kavranabilir (Erman ve Ayalp, 2020).

Öğrenme iki şekilde gerçekleşebilir. Birincisinde; bireyin öğrenme halini kontrol altına alıp bilgi edinmek için çaba sarf etmesi gerekmektedir. Bilinçli bir şekilde öğrenme çabasını eğitim olarak tanımlamak mümkündür. İkinci durumda ise; yaşanan bir olay sonucu edinilen olumlu veya olumsuz tecrübe ile o olay hakkında bilgi edinilmiş olur. Bu duruma örnek olarak; sıcak ısıtıcıya dokunduğumuzda elimiz yandıktan sonra bu eylemin tehlikeli olduğunu fark etmemiz verilebilir (Laska ve Gürbüzürk, 2019) .

Eğitim, ilk insanın varoluşuyla başlamış, değişen ve gelişen dünya ile devamlılığını koruyacaktır. Bir insanın doğumundan ölümüne kadar devam eden öğrenme eylemi, kültürel sürdürülebilirliğin önemli bir parçasıdır.

Eğitim kavramı eski Türkçe'de "terbiye" olarak karşılık bulmaktadır. Toplumsal beklentiye uygun konuşan ve davranan, tutumları toplum tarafından onay

gören kişiler terbiyeli olarak nitelendirilmekteydi. Anlaşılacağı üzere, eğitim kişinin düşünce ve hareketlerinin toplumun istediği kalıplara dönüştürülmesi olarak düşünülmekteydi. Eğitim süreci, psiko-sosyal bir varlık olan insanın, ihtiyaç ve becerileri doğrultusunda davranışlarında değişimler yapılmasını hedeflemektedir. Bu değişimler, kişinin içinde bulunduğu topluma ait bireylerde var olması beklenen özellikleri içerir. Kısacası, toplumun kendi kültürünü ve sosyal yaşamını bireye aşılması olarak tanımlanabilir. Bu sayede birey, topluma ait hale gelmekte, toplum içinde kendine yer edinmektedir. Diğer bir bağlamda bakıldığında ise toplumdan bireye, bireyden gelecek nesillere olmak üzere kültürün devamlılığı sağlanmaktadır (Özkan, 2006).

Günümüzde eğitim kavramı üç farklı anlamda kullanılmaktadır. Öncelikli anlamında sosyal bir sistem ve kurumu ifade etmektedir. Sistemin kendi içinde kural ve kanunları, öğretici ve öğrencileri mevcuttur. İkinci olarak bir fiilin sonucu olarak kullanılmaktadır. Bu anlamda artık gelişmiş eğitim sistemleri ve sistemlerin kategorilerinden söz etmek mümkündür. Üçüncü olarak bireyler arasında etkileşimler ile belirlenmiş eğitim sürecinin dışında, yaşamın her evresinde süregelen bir süreç olduğu belirtilmiştir (Karakuş, 2019).

Endüstri sonrası dönemde bilim ve teknolojinin hayat şartlarını belirleyecek tek etken olacağı ve “bilgi toplumu” anlayışının hâkim olacağı görüşü ileri sürülmüştür. Bilgi toplumunda öncelikli amaç eğitilmiş ve bilgili insanlardır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerden başlayarak tüm dünyada yeni bilgiler üretmek için bir yarış başlamıştır. Öyle ki ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bilimsel çalışmalara olan katkıları ile ölçüleceği ve ayrıcalık sağlayacakları öne sürülmüştür. Postmodern çağda bilginin bir değerlendirme ölçütü olması nedeniyle eğitimin kapsamı ve hedefleri de genişlemiştir. Artık en az bir yabancı dil bilen, sadece temel eğitim bilgileri olan değil bilişim teknolojilerine de vakıf, bilgiye erişmeyi ve edindiği bilgilerden yeni olgular üretmeyi bilen, multi-disipliner çalışabilen, yerel ve küresel arasındaki bağlantıyı düzgün kurabilen insanlar yetiştirmek hedeflenmektedir (Aslan, 1998).

Günümüzde eğitimin önemi daha artmış, eğitim için yatırımlar yapılmaya başlanmıştır. Toplumların gelişmişlik seviyeleri, dünya ekonomisinde yer edinmesi ve bilgi toplumu olmasıyla belirlenmektedir. Teknoloji ile iletişimdeki gelişmeler

sayesinde bireyler ve toplumlar arası bilgi akışı hızlı ve sürekli hale gelmiştir. Bilgi teknolojileri ile yaşam şekillerinde de değişimler yaşanmaktadır. Bu bağlamda sürekli gelişen ve değişen toplum içinde bireylerin uyum sağlayabilmesi için çağdaş bilgi ve becerilere sahip olması gerekmektedir. Eğitimin önemi hızlı gelişim süreciyle ön plana çıkmaktadır. Eğitim, çevresiyle karşılıklı etkileşimli olan değişken bir sistemdir ve hızlı gelişme süreciyle birlikte değişime uyum sağlaması gerekmektedir (Kol, 2003).

Ülkeler sosyal yapılarını devam ettirirken, dönemin bilimsel gelişmişlik düzeyine de ayak uydurmak istemektedir. Popüler kültür, hem bireye kendine bir kimlik oluşturması için yeni ufuklar açmakta, hem de toplum içinde başkalaşarak dışlanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle belli kalıplar içinde yetiştirilmiş, birbirinin aynısı bireyler ortaya çıkmaktadır (Özkan, 2006). İçinde bulunduğumuz postmodern çağda her an ortaya çıkan yeni gelişmeler nedeniyle toplumlar yenilikleri bünyesine kazandırma zorunluluğunda kalmıştır. Mevcut düzen sorgulanmaya, var olanın yerine daha iyisi yerleştirilmeye çalışılmıştır. Süregelen eğitim anlayışı da sorgulanarak toplumsal değişimde bir üst adım olan postmodern eğitim düzeni oluşturulmuştur. Modern çağdaki sınırları belirlenmiş, öğrenciyi pasif konuma düşüren, sert, katı ve otoriter, nesnel bilginin öncelikli olduğu sistem yerine; sorgulamayı, öznel bilgiyi, bireysel değerleri ve öğrenciyi önemseyen, farklı fikirlerin değer gördüğü bir eğitim sistemine geçilmiştir (Kırbaçoğlu Kılıç ve Bayram, 2014). Yeni eğitim düzeninde ana eksene birey oturtulmuş, bilginin zamana ve duruma göre değişkenlik gösterebileceği benimsenmiş, bilgiye ancak araştırma ve deneyimleme yoluyla ulaşılabileceği ve bilginin ihtiyaca göre yorumlanması öğretilmeye çalışılmaktadır.

### **2.1.2. Eğitim Yapıları**

Eğitim, bireylerin kimliklerini ve karakterlerini oluşturmak, toplumsal yaşam içinde var olmasını sağlamak, zihinsel, bedensel ve duygusal gelişimi için yaşam boyu devam eden bir eylemdir. Eğitim çok yönlü bir fiil olduğundan eğitim yapılarının tüm bu aktivitelere cevap verecek nitelikte olması beklenir. Kullanıcıların barınma ihtiyacının yanı sıra yeni öğrenme yöntemleri ve sunulan imkânlarla birlikte toplum kültürüne katkı sağlamaktadır. Bu nedenle çağın gereksinimlerini karşılayacak yapılar olarak tasarlanmalıdır.

Türk Dil Kurumu, birincil eğitim yapısı olan okulu “her türlü eğitim ve öğretim etkinliklerinin topluca yapıldığı yer” olarak açıklamıştır (URL-3).

Eğitim yapılarının tasarımında dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır:

- Öğrenciler için tasarlanmış yapı (yaş gruplarına uygun tasarım öğeleri)
- Sosyal yaşam alanı ve çevre ile etkileşim (topoğrafya, iklim, bitki örtüsü)
- Mekân, strüktür ve hacim
- Esneklik
- Konfor koşulları
- Doğa dostu yapılar ve sürdürülebilirlik
- Mimari kimlik (URL-4; Karakuş, 2019).

Herman Hertzberger, eğitim yapıları için sürekli değişen ve teşvik edici ortamlara sahip olup kullanıcılara farklı mekânsal seçenekler sunabilmesi gerektiğini dile getirmiştir. Ek olarak bu yapıları içinde çocukların birbiriyle mücadele ettiği, birlikte etkinlikler yaptığı, karşılıklı bilgi alışverişinde bulunduğu, çocukların kendilerini sosyal açıdan geliştirdiği yerler olarak tanımlamaktadır (Şensoy, 2020).

Öğrenme eylemi için uygun koşullar sağlanarak oluşturulmuş çevreler tasarlanmış öğrenme ortamı olarak tanımlanmaktadır. Tasarlanmış öğrenme mekânlarında sağlanması gerekli yedi temel özellik; yapısal koşullar ve yapısal durum, büyüklük ve kapasite, işlevsel yeterlilik, çevresel kalite, güvenlik ve emniyet, çevresel konuma uygun sembolik değer ve estetik olarak sıralanmıştır (Erman ve Ayalp, 2020).

Eğitim yapıları, çocukların deneyimleyerek gelişimlerini sağladıkları yerlerdir. Gelecek nesiller bu yapılar içinde tasarlanıyorsa ve bu yapılar gelecek dönemlerde de kullanılmayı hedefliyorsa amaç, esnek ve mekânsal adaptasyonu sağlayan sürdürülebilir yapılar tasarlamaktır (Kayacık, 2016). Bütün eğitim yapıları, gerekli ortam ve koşullar oluşturulduğunda uygun bir gelişime imkân sağlayan mimari detaylar ile tasarlanabilir. Böylece eğitimi ve dolaylı yoldan ülke gelişimini olumlu yönde etkileyebilir.

Eğitim yalnızca okulla sınırlı kalmadığından öğrenciler ve eğitmenlerin okul dışındaki ilişkilerinin de eğitim verimliliğini etkileyen faktörler olduğu söylenbilir. Walberg, eğitimde verimlilik konusunu incelerken okul dışındaki yaş grupları aktiviteleri ve serbest zaman değerlendirilmesi gibi faktörleri ele almıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrenmeyi doğrudan etkileyen faktörler; ğrenci ilgileri, ğretim ve çevresel faktörler olarak üç sınıfta değerlendirilmiştir. Bu faktörler hem karşılıklı etkileşim içindedir, hem öğrenme sürecini etkilemektedir. Okul dışında öğrenmenin devamı göz önüne alındığında çevresel faktörler incelenirken ev ve çevresinin de verimliliğe etkisi yadsınamaz (Parlak, 2019).

Tasarımlarında insan-doğa ilişkisini ön plana çıkaran ve esneklik sayesinde eğitim yapılarının çok işlevli kullanımını hedeflemesiyle tanınan Hollandalı mimar Herman Hertzberger, okul yapılarında yenilikçi mekân kullanımı ve kullanım alanlarını tanımlarken kent hayatını örnek almaktadır. Kentlerde olduğu gibi buluşma, toplanma ve bir araya gelme mekânları oluşturularak bu alanlarda öğrencilerin karşılıklı etkileşim içinde öğrenmesi hedeflenmektedir. Okullar, mikro kent modeliyle oluşturulurken öğrenme, sirkülasyon alanları olan koridorlar ve merdivenlerde de devam ettirilmektedir. Bu sayede mekânlar çoklu ve esnek kullanıma olanak sağlamakta, dönüştürülebilir özellikleri ile çeşitli etkinliklere uygun koşulları oluşturabilmektedir (Erman ve Ayalp, 2020).

İyi bir öğrenme ortamı, öğrencileri stresten kurtarmakta ve motivasyonu artırmaktadır. Öğrenciler, fiziksel çevreye karşı aşırı duyarlıdır ve mekânlara olumlu veya olumsuz şekilde davranışlarıyla tepki vermektedirler. Mcguffey eğitim verimliliği üzerine yaptığı araştırmada güvenli, modern ve kontrollü fiziksel çevrenin öğrenmeyi pozitif etkilediği sonucuna varmıştır. Ayrıca fiziksel koşulların farklı yaşlardaki öğrencileri farklı şekillerde etkilediğini, bu nedenle tasarım kararlarında kullanıcı yaş grubunun önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir (Al, 2014). Nasıl ki sosyal mekânlar insanlar için birer cazibe merkezi ise, okullar da yalnızca bilimsel bilgilerin öğretildiği bir ortam olmak yerine, kullanıcısı olan ğrenci grubu için ilgi çekici hale dönüştürülmemelidir (Karakuş, 2019).

Eğitim kurumu, öğrencilerin öğrenme mekânı olduğu gibi öğretmenlerin de çalışma alanıdır. Aydınlatma, sıcaklık, renk, gürültü gibi fiziksel faktörler öğretmenin

çalışma verimini etkilemektedir. Mekânların çalışma performansına etkilerini araştıran Overbaugh'un fiziksel koşullar hakkında öğretmenler ile yaptığı çalışmada küçük boyutlu ve kalabalık sınıflarda verimli bir ders işleyişi yapılamadığını açıklamıştır. Gürültünün sebep olduğu baş ağrısı ile motivasyonu düşürdüğü, ayrıca ses yalıtımı olmayan ortamlarda diğer sınıfların rahatsız olabileceği fikriyle sınıf içi çalışmaların azaltıldığı tespit edilmiştir. Ek olarak öğretmenler yalnızca sınıf içinde aktif olmak yerine, okul içinde dinlenebilecekleri ve sosyalleşebilecekleri alanlara ihtiyaç duymaktadırlar (Al, 2014).

Bireyleri algılama, yorumlama, düşünme ve açıklama gibi faaliyetlerde geliştirmeyi amaçlayan ve çevresiyle uyumlu tasarlanmış bir eğitim yapısı düşündüğümüzde; öğrencilerin sosyal çevresini ve çevresel ilişkilerini kavramasındaki etkisi açıkça görülmektedir. Ayrıca eğitimciler, öğrencilerin okullarına yürüyerek ulaşabilmesinin daha verimli olduğunu, bireylere kamusal yaşam alanları içinde yön bulma, yakın çevresini algılama gibi yetiler kazandırdığını ifade etmişlerdir (Karakuş, 2019).

Bir eğitim yapısı tasarımında gelecekte oluşabilecek gelişim ve değişimlere uyum sağlayabilmesi gerektiği düşünülmelidir. Bu sayede zamanla farklılaşan ihtiyaç değişimlerine uyum sağlaması kolaylaşacaktır. Ayrıca havalandırma, ışık, ısı, akustik gibi ihtiyaçların doğru çözümlenmesi eğitim kalitesini artırmaktadır (Yeşildaş, 2017).

Eğitim binaları, öğretmen ve öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayacak kapasitede alan ve öğelere sahip olmalıdır. Kullanım verimliliği için yapıyı oluşturan her birim yeterli alanı sağlayacak boyutlarda tasarlanmalıdır. Eğitim yapıları incelemesinde boyutlara göre sınıflandırma yapan Karl Otto, sınıfların 78-84 m<sup>2</sup> alana sahip olması gerektiğini, her birey için 2,5 m<sup>2</sup> alana ihtiyaç olduğunu belirtmiştir (Karakuş, 2019). Birçok ülkede alan yerine hacim üzerinden hesaplamalar yapılmaktadır. İç mekân kullanım konforu açısından irdelendiğinde üç boyutlu düşünerek hesaplamak daha doğru bir yöntemdir. Bir kişinin bir ders süresinde ihtiyacı olan temiz hava, ses, ışık ve ısının ergonomik olarak dağılabilmesi gibi faktörler alandan sonra kat yüksekliğini, yani hacmi de belirlemiş olacaktır (Çetinkaya, 2016). Milli Eğitim Bakanlığı'nın hazırladığı eğitim yapıları asgari tasarım ilkeleri yönergesinde farklı bölgelerde, farklı

seviye eğitim kurumları ve eğitim kurumları içindeki birimler için hacim standartları belirlenmektedir.

Eğitim yapıları, ait olduğu toplumun özelliklerini yansıtmakta, kullanıcılarının değer olgularını çeşitli yöntemlerle ortaya çıkarmaktadır. Yapı inşa edildiği çevrenin fiziksel ve sosyal koşullarını içerdiği gibi, topluma kazandırılan öğretiler de çevreye göre değişkenlik göstermektedir. Örneğin; kırsal kesimdeki bir okulun kullanıcıları ile kentlerdekinin ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Eğitim yapıları içinde bu ihtiyaçların karşılık bulabilmesi için koşullar çevreye uygun hale getirilmelidir (Tavşan ve Yanılmaz, 2019).

Günümüz öğrenme mekânlarının oluşumunda toplumsal gereklilikler ve zamanın şartlarına uygun şekilde dijital teknolojiler ve bütüncül öğrenme yaklaşımı ana unsurdur. Bireysel farklılıklara imkân sağlayan ve öğrenci merkezli olarak tanımlanan günümüz öğrenme ortamı ve eğitim yapılarının tasarımında üç temel eğilim öne çıkmaktadır:

-Sosyal ve aktif öğrenmeyi destekleyen tasarım,

-İnsan merkezli tasarım,

-Öğrenme deneyimini zenginleştirmek için teknolojiyle bütünleşik tasarım (Erman ve Ayalp, 2020).

## 2.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARI

Eğitim yapıları; hem nesillerin yetiştirilmesi ve gelişimindeki rolüyle, hem de mevcut yapılar içindeki sayıca yüksek oranı ve enerji tasarrufuna sağlayabileceği katkılar nedeniyle sürdürülebilir mimari alanında önemli bir yere sahiptir. Sürdürülebilirlik kavramının tanım ve kapsam alanı değiştikçe farklı adlarla ifade edilen sürdürülebilir eğitim yapılarının ortak yönleri “*sağlıklı, konforlu, enerjiyi etkin kullanarak doğaya ve çevreye en az zarar veren, bakımı ve işletimi kolay*” olmalarıdır. Kullanım konforuyla birlikte enerji ve kaynakların etkin kullanımını amaçlamaktadır (Çelik, 2018).

Şirket, kuruluş ve bireylere iklim değişikliği hakkında bilgilendirme yaparak olumsuz etkileri azaltmayı hedefleyen Leonardo Academy'nin Cleaner and Greener Programı Raporu'na göre sürdürülebilir okullar açık ve kapalı mekânlardan, öğrencilerden, öğretmenlerden ve yöneticilerden yarar sağlamaktadır. Bu durum göz önüne alınarak uzun vadede binaların toplam yaşam süreleri dikkate alındığında yatırım maliyetlerinin geleneksel yöntemlere oranla çok az olduğu belirlenmiştir (Katırcı, 2016). Sürdürülebilir eğitim yapıları, çocuklar ve toplumun diğer bireylerinde sürdürülebilirlik bilinci oluşturmalı ve bunu bir yaşam şekli haline getirmelerini sağlamalıdır. Yapı, bu bağlamda öğrenciler için bir laboratuvar görevi üstlenmektedir (Tavşan ve Yanılmaz, 2019).

Milli Eğitim Bakanlığı'nın açıkladığı 2019-2020 verilerine göre ülkemizde okul öncesi, ilkökul, ortaokul ve ortaöğretim düzeyinde kayıtlı 18.241.881 öğrenci ve 68.589 okul bulunmaktadır (MEB, 2020). Yüksek Öğretim Kurulu istatistiklerine göre önlisans, lisans ve lisansüstü eğitim seviyelerinde toplam 7.970.133 öğrenci eğitim almaktadır (URL-5). Toplam nüfusun yaklaşık %32'sini kapsayan öğrenci nüfusu ile öğretmen ve veliler de hesaba katıldığında eğitim yapıları ile sağlanacak enerji tasarrufu ve kazandırılacak çevre bilincinin etkisi yadsınamaz boyutlara ulaşmaktadır.

Eğitim yapıları; eğitim yaklaşımları, öğrencilerin sağlığı ve karmaşık işlevleri bünyesinde barındırması ile detaylı analizlerle gerçekleşen tasarım sürecini gerekli kılmaktadır. Birçok farklı ve karmaşık işlev (spor salonu, kafeterya, atölyeler, vb.) küçük bir alanda toplanmaktadır. Mevcut çevreyle etkileşimli bir öğrenme sağlayarak çevre ile bütünleşmeye olanak sağlayan okul yapıları, sağlıklı ve güvenli ortam oluşumuna da katkı sağlamaktadır (Alemdağ, 2020).

Çalışmada, öğrenme için bir araç haline gelen ve kullanıcılarını bu yönde olumlu etkileyen sürdürülebilir eğitim yapıları; kaynak kullanımı, arazi kullanımı ve yaşamsal konfor açısından irdelenmiştir.

### **2.2.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Kaynak Kullanımı ve Korunumu**

1994 yılında Charles J. Kibert tarafından listelenen sürdürülebilir mimarlığın temel ilkeleri şu şekildedir:

- Kaynak tüketiminin minimuma indirilmesi,
- Geri dönüşüm yoluyla kaynakların maksimum düzeyde tutulması,
- Yenilenebilir kaynak kullanımının artırılması,
- Doğal çevrenin korunması,
- Sağlığa zararlı faktörlerden arınmış ve kaliteli çevrenin oluşturulması (Yetkin, 2019).

Görüldüğü üzere sürdürülebilir mimarlığın sağlanabilmesinde dikkat edilmesi gereken hususların büyük çoğunluğu kaynak kullanım ve korunumuyla ilişkilidir. Yapıların inşasında kullanılan kaynaklar üç başlıkta sınıflandırılmaktadır: malzeme, su ve enerji. Çalışmanın bu bölümünde kaynakların kullanımında sürdürülebilir koşullar ve tasarruf yöntemleri irdelenmiştir.

#### **2.2.1.1. Malzeme Kullanımı ve Korunumu**

Sürdürülebilir yapı, malzemenin hali hazırdaki özelliklerinde bozulmalar oluşmadan, malzemenin bileşenlerini oluşturan maddelerde veya çıkarıldığı kaynaklarda bir azalma olmadan, devamlılığı sağlanan bir sistemler bütünü olarak tanımlanabilir. Malzeme seçim aşamasında; yüksek performanslı, düşük maliyetli ve estetik kriterlere uygunluğun yanında, sürdürülebilirlik kriterlerini de karşılaması gerekmektedir (Tufan ve Özel, 2018).

Malzeme-çevre etkileşimi, yapının yaşam döngüsü boyunca devam edeceğinden tüm süreçler göz önüne alınmalıdır (Sezgin ve Çelebi, 2011). Bu durumda bir malzemenin işlenme süreci ne kadar uzun ve aşamaları ne kadar fazla ise, doğaya verdiği zarar da doğru orantılı olarak artmaktadır. Örneğin; taş gibi doğal malzemelerin kimyasal yayılımları, plastik gibi hammadde temininden kullanım aşamasına kadar uzun süreçlerden geçen malzemelere oranla daha azdır.

Yapı malzemeleri, doğadan hammadde edinimi ile başlayan ve kullanım ömrünün sonlanması ile yok edilmesi veya geri dönüştürülmesi arasında geçen bir yaşam döngüsüne sahiptir. Yapılarda kullanılan malzemeleri yaşam döngüsü, malzemelerin ve paralel olarak inşa edilen yapının hizmet ömrünü belirlemektedir. Hizmet ömrünü tamamlayan bir yapı malzemesi, eğitim yapılarında kullanıcıları sosyolojik, psikolojik ve biyolojik açıdan etkileyerek sağlık problemlerine neden olmaktadır. Eğitim yapılarını da kapsayan yapı malzemelerinin hizmet ömrü standartları, ilk olarak 1992 tarihli Yeni Zelanda standardında belirlenmiştir. Örneğin; beton, taş gibi malzemelerin hizmet ömrü yapıyla sürerken, boya ve çatı malzemelerinin hizmet ömrü daha kısadır (Küçüktüvek, 2020).

Yaşam döngüsünün temel süreçleri üretim, uygulama ve yıkım olarak devam etmektedir:

-Üretim süreci, yapı malzemesinin işlenerek biçimlendiği aşamadır. Bu aşamada ürün verimliliği belirlendiğinden kusurlu ürün miktarı minimize edilmeli, kusurlu oluşan ürünler düzeltilerek yeniden kullanıma uygun hale getirilmelidir. Ayrıca üretim aşamasında harcanan enerji ve oluşan atık miktarları ile kaynak verimliliğinin önüne geçilmemelidir. Bu aşamada oluşacak atıkların çevresel kirliliğe yol açmaması adına atıkların filtrelenerek doğaya zarar vermeyecek hale getirilmesi gerekmektedir.

-Uygulama süreci, üretilen yapı ürünlerinin bir araya gelerek yapıyı oluşturduğu, binaya eklendiği aşamadır. Malzemelerin verimli kullanılarak minimum kayıpla atıkların azaltılması gerekmektedir. Bu bağlamda mekân tasarlanırken malzeme ölçülerinin standartlarına uyulması büyük önem taşımaktadır. Her aşamada olduğu gibi atıkların çevresel etkileri azaltılmalı, su ve enerji israfından kaçınılmalıdır.

-Yıkım süreci, kullanım ömrünü tamamlayan yapı malzemelerinin sökülme aşamasıdır. Yeniden kullanıma uygun malzemeler, yerinde veya başka bir yerde değerlendirilebilir. Geri dönüşümlü malzemeler ise bu aşamada başka bir malzeme için hammadde olarak kullanılmaktadır (Baykal, 2013). Bir maddenin geri dönüşümü doğrudan çevresel etkiyi azaltabilir. Ancak, geri dönüştürme işlemi için kullanılan enerji miktarı hesaba katılmalıdır (Green ve diğ., 2012). Örneğin; PVC (polivinil

klorür) malzemelerin geri dönüşümü, karmaşık aşamalar içermekte ve maliyeti yüksek işlemlerden oluşmaktadır. PVC'nin geri dönüşümü ile çevre kirliliği azalmak yerine artmaktadır.

İnşaat faaliyetleri, kısa bir süre içinde büyük miktarlarda enerji ve malzeme tüketimiyle sonuçlanır ve geri kazanılması veya yok edilmesi gereken önemli miktarlarda atığa neden olabilir. Ek olarak, malzemeleri ve ekipmanı sahaya getirmek ve sahadan uzaklaştırmak için gereken nakliye de enerji tüketir. Aslında geri dönüşüm aşamasında bile emisyonlar ve doğal ekosistemlerle diğer çatışmalar nedeniyle çevresel etkilere neden olur (Canarlan, 2007).

Sürdürülebilir malzemelerin sağlığa zararlı toksik maddeler içermeme, geri dönüştürülebilme veya yeniden kullanılabilme, atık haline geldiğinde doğaya zarar vermeme, yerel ve doğal malzemelerden elde edilme özellikleri sayesinde; yapının kullanım ve işletme aşamalarında çevresel etkilerini azaltarak, kullanıcı konforuna da katkı sağlamaktadır. Geri dönüşüm sertifikasına sahip ürünlerin kullanımı, formaldehit içermeyen yalıtım malzemeleri, VOC (uçucu organik bileşikler) ve PVC içermeyen malzemeler, biyolojik bozulmalara karşı dayanıklı ahşaplar kullanılması yapıyı sağlıklı ve sürdürülebilir hale getirmektedir (Alemdağ, 2020).

Yapı kabuğunu oluşturan malzeme ve yapım sistemlerinin enerji korunumu sağlayan malzemelerden seçilmesi ve tabakaların oluşturulması, binanın kullanım sürecinde enerji harcamalarını büyük oranda etkilemektedir (Alemdağ, 2020). Yapının doğal çevreye etkisi belirlenirken enerji tüketimi ve sera gazı emisyonları incelenmelidir. İklim değişikliğinde en fazla olumsuz etki yaratan malzemeler beton ve çeliktir. Resmi verilere göre inşaat sektöründe beton kullanımı, diğer tüm malzemelerden iki kat fazladır. Betonun ana bileşeni olan çimento, fosil yakıtlardan sonra sera gazı oluşumuna katkı sağlayan ikinci üründür. Enerjinin büyük kısmı, agregaların çıkarılması aşamasında harcanmaktadır. Çelik ise bünyesinde çok fazla enerji bulundurmaktadır. Çeliğin üretim ve kullanım aşamalarında yüksek oranda su ihtiyacı oluşmaktadır (Tufan ve Özel, 2018).

Bir yapının çevresiyle etkileşimini belirleyen faktör, yapı bileşenlerini oluşturan malzemelerdir. Malzemede sürdürülebilirliğin sağlanması için kendi doğal özelliklerini kaybetmeden yapı tasarımı ve kullanıcı ihtiyaçlarının belirlediği kriterleri sağlaması gerekmektedir. Bu kriterlerin başlıcaları:

- Üretim, taşıma ve inşaat aşamalarında harcanan enerjinin az olması,
- CO<sub>2</sub> emisyonunun minimum seviyede olması,
- Hammaddelerin çıkarılması ve sonrasında ekolojik zararın minimuma indirgenmesi,
- Bakım ihtiyacının ve bakım masraflarının az olması,
- Esnek kullanıma uygun olması,
- Geri dönüştürülebilir ve geri dönüşümünün kolay olması (Baykal, 2013).

Yapılara uygulanan boya, cila, yapıştırıcı gibi uygulandıktan sonra kuruyan ürünler, yapının iç mekân kalitesini olumsuz etkilemekte ve kurduktan sonra da havaya kirletici yaymaya devam etmektedir. 2014 yılında sürdürülebilir bina sertifikasyon programlarından biri olan ILFI tarafından, yaydığı toksinler nedeniyle insan sağlığına zarar veren ve kullanımından kaçınılması gereken malzemeler; kurşun, polivinil klorür, ahşap malzemelerin kullanım ömrünü uzatmak için uygulanan emprenye maddeleri, halojenlenmiş alev geciktiriciler, asbest, kadmiyum, uçucu organik bileşikler (VOC), silika ve cam elyafı şeklinde sıralanmıştır (Küçüktüvek, 2020).

Özellikle son yıllarda, malzemelerin sistemli kullanımı ve kontrolünün sağlanması ile klasik malzeme anlayışının dışına çıkılmaya başlanmıştır. Akıllı malzeme olarak karşımıza çıkan yeni kullanımlarda, klasik anlayışın tersine kullanım aşamasına gelindiğinde asıl işleve ek olarak olumlu özellik değişimleriyle uyum sağlaması beklenmektedir. Klasik malzeme anlayışındaki “çevresel etkenler karşısında belirli bir sürede bozulup kullanım ömrü sona eren pasif malzeme” fikrinin yerini, “çevresel etkilere uygun şekilde nitelik veya işlev değiştiren aktif malzeme” düşüncesi almaya başlamıştır (Toker, 2020).

### 2.2.1.2. Enerji Kullanımı ve Korunumu

Sürekli artış içinde olan dünya nüfusu ile enerji ihtiyacı da artmaktadır. Ancak tam tersi olarak enerji üretilen kaynaklar da azalmaktadır. Ülkeler, hayat şartları ve gelişmişlik seviyelerini enerji ihtiyacını karşılayarak ortaya koymaya çalışmaktadır. Bu nedenle enerji talebini karşılarken rahat bulunan, kullanıma hazırlanması kısa süren ve ekonomik yükü az olan çözümler aramış ve fosil yakıtlara yönelmişlerdir. Fosil yakıtların ekonomik ve kullanım kolaylığının yanında; doğaya zararlı gaz salınımları ile hava kirliliği, sera etkisi, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle 1987’de Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, çevre tahribatını azaltacak yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını teşvik etmiştir. 2018 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar artmış, yenilenebilir enerji kullanım payı %33’ün üzerine çıkmıştır (Karakaş, 2020). Fosil yakıt kullanımının ülkemizdeki en önemli sonuçlarından biri de fosil yakıt ithalatının artmasıdır. Sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın sağlanabilmesi için alım oranının satışa göre az olması gerekmektedir. Bu bağlamda ekonomik şartlar çerçevesinde, ihtiyaca uygun, yeni ve yenilenebilir enerji kullanımı artırılmalıdır (Öztürk ve diğ., 2018).

Enerji ihtiyaçlarının bölgesel olarak değişmesiyle, enerji kullanımına bağlı çevresel etkiler de değişmektedir. Enerji sürdürülebilirliğinin sağlanması; kullanılacak altyapı, enerjinin taşınması ve doğru planlama ile büyük ölçüde sağlanabilmektedir. Yapılarda enerji verimliliğinin öncelikli prensibi enerji ihtiyacının azaltılması, sonrasında verimli enerji kullanımı ile insan sağlığına zararsız yöntemlerin seçilmesidir (Baykal, 2013).

Enerji kullanımında fosil yakıtlar üzerine bir düzen kurulmuş olması ve yenilenebilir kaynak kullanımına geçiş sürecinin uzunluğu nedeniyle, yenilenebilir kaynaklar ikincil durumda kalmaya devam etmektedir. Bazı ülkelerde ise yeterli kaynak bulunmasına rağmen altyapı yetersiz kaldığından kaynaklar istenilen ölçüde kullanılamamaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için toplum ve çevreyi olumsuz etkilemeyen, yenilenebilir ve aynı zamanda ekonomik kaynakların kullanımını gerektirmektedir (Önal, 2020).

Yapıların her an enerji kullanıyor oluşu, çevresel etkilerini oluşturan başlıca faktördür. Eğitim yapıları, birbiriyle ilişki içinde çok bileşenli enerji sistemlerine sahiptir. Sistemin enerji kullanımı, küçük ölçekte okul bütçesini etkilerken, küresel çevre üzerinde de etkilere sahiptir. Uygun öğrenme ortamının sağlanabilmesi için sistem bileşenlerinin uyum içinde işlemesi gerekmektedir. Okulun bulunduğu yere ait iklim koşulları, arazi yapısı gibi faktörler enerji ihtiyacını belirlemektedir (Alemdağ, 2020). Ayrıca enerji tüketimi fazla olan malzemeler ve yapay enerji sistemlerinin kullanımı ile kullanılan enerji miktarı da artmaktadır.

Malzeme seçimlerinde olduğu gibi enerji kaynakları seçiminde de ilk tercihler çevreye ait doğal enerji kaynakları içinden yapılmalıdır. Bu durumda doğal çevreyle uyum yaklaşımı ile enerji verimliliği konuları birlikte planlanabilir (Çiğın ve Yamaçlı, 2020).

Binanın tasarımından başlayarak kullanımına kadar olan aşamalarda enerji kullanımı ve enerji kaynaklarının korunması, bütüncül bir planlamayı gerektirmektedir. Enerji kaynaklarından yararlanırken teknolojik gelişmelerden faydalanan, çeşitli disiplinlerin uyumlu çalışabildiği mekânsal organizasyonlar oluşturulmalıdır. Planlama süreci, konuyu uzmanları, siyasal veriler ve kültürel altyapının ortak sınırları içinde yapılmalıdır. Süreç sosyal bilincin sağlanmasıyla başlatılmalıdır (Bilge, 2007). Çünkü yapıda enerji kullanımını belirleyen başlıca faktör kullanıcılarıdır. Kullanıcıların ihtiyaçları ve yapı içindeki aktiviteleri, enerji kullanım miktarını belirlemektedir.

Yapı kabuğunda dış mekân ile iç mekân arası sıcaklık geçişleri ve ısı kaybı olmaktadır. Mekanik sistemler ile iç mekânlarda kış aylarında ısıtma, yaz aylarında soğutma sağlamak için enerji harcanmaktadır. Yapı kabuğunda gerçekleştirilen ısı yalıtım sistemleri ile mekanik sistemlere düşen görev azalmakta, buna paralel olarak da enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca yalıtım ile fazla ısının yapı elemanları üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler önlenerek yapı ömrü uzatılmaktadır (Baykal, 2013).

Isı kaybının en fazla olduğu duvarlar, günümüzde yalıtım malzemesini içinde barındıran katmanlı elemanlar olarak üretilmektedir. Bu sayede duvarların ısıyla birlikte su ve yangına karşı dayanımı da artırılabilir (Güvenç, 2008).

Eğitim yapıları başlıcası derslikler olan birçok farklı işlevi ve mekanı içinde barındıran kompleks yapılardır. Çevresel algının %85 oranında göz ile sağlandığı düşünülürse görsel konfor ve aydınlatmanın önemi de ortaya çıkmaktadır. Tasarım aşamasında görsel konfor koşullarından ödün verilmeden ve harcanacak enerji miktarını azaltan sistem alternatifleri mevcuttur. Bu nedenle doğal aydınlatmanın yanında kullanılan yapay aydınlatma sistemlerinin enerjisini etkin ve verimli kullanması sağlanmalıdır (Çelik, 2019).

Yapıların ısı, temiz hava ve nem gibi iç ortam konfor koşullarını sağlayan HVAC sistemleri, aktif mekanik sistemlerden oluştuğundan yüksek enerji kullanımına neden olmaktadır. Bu bağlamda HVAC sistemlerinde enerji verimliliği sağlanması amacıyla alınacak başlıca önlemler şöyle sıralanabilir:

- Enerji etkin HVAC sistemlerinin oluşturulması,
- Verimliliği sağlayacak kontrol mekanizmasının kurulması,
- Enerji analizleri ile verimlilik ve tasarruf verilerinin belirlenmesi (Baykal, 2013).

Aktif olarak yapıda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme için çalışan sistemlerin yanında, yapının tasarım aşamasında yönelimi, formu ve kabuğunun özellikleri göz önüne alınarak, pasif ısıtma performansını artırmak mümkündür. Bu sayede mekanik sistemlerin iş yükü ve enerji kullanımı azalacaktır (Güvenç, 2008).

Enerji korunumu, etkin enerji kullanım teknolojileri ile tasarlanan sistemlerle desteklenmeli ve kendi enerjisini üreten bina sistemleri oluşturulmalıdır. Enerji döngüsü sağlanırken, kaynakların sürdürülebilirliğini destekleyecek alternatif sistemler geliştirilmelidir. Çeşitli alternatifler oluşturularak, çevresel şartlara uygun, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendiren ve ekonomik sistemler geliştirilmeli ve bu sistemler içinden yapıya uygulanabilir olanı seçilmelidir (Bilge, 2007). Aslında enerji tasarrufu, enerji artıklarının değerlendirilmesi, fazla enerjinin depolanması

yöntemleriyle enerji tüketiminin sosyal ve ekonomik kalkınmanın önüne geçmeden, enerji ihtiyacının azaltılmasıdır (Güvenç, 2008).

Etkili öğrenme mekânlarında, algılamanın büyük çoğunluğu göz ile sağlandığından aydınlatma büyük önem taşımaktadır. Ayrıca yapılarda kullanılan enerjinin %10'u aydınlatma elemanları tarafından kullanılmaktadır ve enerji tasarrufunda büyük paya sahiptir. Aydınlatma sistemlerinde görsel konforu bozmadan enerji tasarrufu için; aydınlık ihtiyacını karşılayacak doğru yapay aydınlatma sisteminin kullanılması ve doğal-yapay aydınlatma sistemlerinin uyumlu çalışması gerekmektedir (Baykal, 2013).

Yapılarda enerji kullanımı konusunda tasarım aşamasında alınan kararlar, gelecek yıllar içindeki adımlar için de öncü olmaktadır. Uygulamaya gelindiğinde tasarımda oluşturulan kararlarla teknolojik gelişmelerin birlikteliği enerji verimliliğine büyük katkılar sağlamaktadır. Günümüzde enerjinin yapıya güvenli şekilde ulaştırılması, kullanılmayan kısmının muhafaza edilmesi ve kullanımla birlikte tüm bu aşamalarda enerji kaybının azaltılmasını hedefleyen enerji sistemleri oluşturulmuştur (Çiğın ve Yamaçlı, 2020).

Ekolojik mimarlık ile gündeme gelen, yaşam döngüsü boyunca kullandıkları enerji miktarına göre binalar üç şekilde gruplanabilir:

*-Enerji Tasarruflu Bina;* standart binalardan düşük enerji harcar,

*-Sıfır Enerjili Bina;* enerji ihtiyacını kendi bünyesindeki yenilenebilir kaynaklardan sağlar,

*-Artı Enerjili Bina;* ihtiyacından fazla enerji üretir (Güvenç, 2008).

Eğitim yapılarında; bina yaşı, binanın bakım durumu, kullanıcı sayısı ile kullanılan elektrik tesisatına bağlı olarak enerji kullanımı değişiklik göstermektedir. Günümüz eğitim yapılarında eğitim yapılarına yüklenen yeni fonksiyonlar ve bu fonksiyonlara bağlı olarak artan ekipman sayısı ile enerji kullanımı da artmıştır (Baykal, 2013). Paralelinde sürdürülebilir bina tasarımı düşüncesi de genişlemekte ve doğal enerji kaynakları bina tasarımında daha fazla yer bulmaktadır. Zaman içerisinde değişen şartlara uyum sağlayarak konfor koşullarına uyumlu hale gelebilen sistemler, bina tasarımlarına dahil edilmektedir (Güvenç, 2008).

### 2.2.1.3. Su Kullanımı ve Korunumu

Suyun kullanım alanları; evsel, endüstriyel ve tarımsal olarak sınıflandırılmaktadır. 2008 yılı verilerine göre; Türkiye’de su kullanımının %74’ü tarımsal, %15’i evsel, %11’i endüstriyel alanlarda gerçekleşmiştir. Bu oranların 2023 yılında tarımsal faaliyetler için %64, evsel kullanım için %16 ve endüstriyel tüketim için %20 şeklinde değişmesi beklenmektedir (Şahin, 2010).

Su, aslında yenilenebilir kaynaklardan olmasına rağmen nüfus artışı, çevre kirliliği, ekonomik problemler, iklim değişimi gibi nedenlerden dolayı döngüsünü tamamlayamamaktadır (Yetkin, 2019). Su problemlerinin artmasının başlıca iki nedeni vardır. Birincisi nüfusun sürekli artması ile mevcut kaynakların ihtiyaçlara yetememesi, ikincisi iklim değişikliği sonucu su döngüsünün hızlanmasıdır. Nüfus artışıyla birlikte su ihtiyacının artmasının asıl sebebi, gıda ihtiyacına bağlı olarak tarımsal su tüketiminin artmasıdır. İklim değişikliğiyle yaşanan hızlı su döngüsü sonucunda ise suyun dünya üzerindeki dağılımı eşit olmamaktadır. Su kaynakları bazı bölgelerde çok yoğun, bazı bölgelerde ise çok az olmaktadır (Yılmaz, 2009).

Su kaynaklarının giderek azalması nedeniyle, suyun yenilenebilir kaynak olarak değerlendirilmesi için dönüştürülerek tekrar kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Birçok ülkede su kaynaklarının ihtiyaçları karşılayamayacak kadar az olması nedeniyle su yönetimi ve planlaması alanlarında uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. İnsanların yaşamsal faaliyetleri için kullandıkları suların arıtılarak bahçe sulaması gibi alanlarda yeniden değerlendirilmesi örnek olarak verilebilir. Atık suların yeniden kullanımıyla birlikte doğru tesisat elemanlarının seçilmesi, düzenli bakım yapılması gibi yöntemlerle de su kullanımının azaltılması sağlanabilmektedir. Ayrıca alternatif su kaynakları olarak yağmur suyu kullanımı artmaktadır. Yeni su kaynaklarına erişimin kolay olmadığı durumlarda bu uygulamalar daha da önem kazanmaktadır (Şahin, 2010; Aslanbaş, 2017).

Tüm uygulamaların gözle görülür şekilde yapılması, örneğin yağmur suyunun depolanıp bu suyla bahçe sulanması, çocukların sürdürülebilirlik eğitimine katkı sağlayarak yeni fikirler oluşmasını desteklemektedir (URL-6).

### 2.2.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Arazi Kullanımı ve Korunumu

1993 yılı Dünya Mimarlık Birliği genel kurulu bildirisinde sürdürülebilir yapı tasarımı; kaynak korunumuyla birlikte, sağlıklı işlevsel ve uzun ömürlü yapı üretimi, çevresel ve sosyal kriterlere uygun arazi kullanımı şeklinde tanımlanmıştır (URL-7). Bir yapı tasarımında alan seçimi ve analizlerin düzgün yapılabilmesi, ilk aşamadır. Bu aşamada doğru tercihler yapılması, devamında üretilecek ve kullanılacak yapının sürdürülebilirlik konusundaki performansını etkileyen birincil faktörlerdendir.

Analizler sırasında belirlenen arsanın konumu, jeolojik ve topografik özellikleri, coğrafi ve iklimsel özellikleri, çevre yapılar ve arsalar ile ilişkisi, boyut olarak yeterliliği ve esnekliğe uygun olup olmadığı gibi fiziksel koşullar öncelikli olarak incelenmelidir (Evrar, 2012). Eğitim yapıları için alan belirlenirken temel amaç, yapı kullanıcılarının çevredeki kirlilik kaynaklarından uzaklaştırılmasıdır. Bu sebeple endüstriyel ve tarımsal kirleticiler, zararlı gaz emisyonuna sebep olan faaliyet alanlarına yakın arazilerin tercih edilmemesi gerekmektedir. Aynı zamanda yüksek gerilim, nakil ve fay hatlarına uzak mesafelerdeki alanlar güvenliğin maksimum seviyede sağlanabilmesine katkı sağlamaktadır. (Kayıhan ve Tönük, 2008).

Arazi, binanın oturacağı düzlem olmak yanında içinde yaşam devam eden bir çevrenin parçasıdır. Yapının oturacağı arazinin belirlenmesinde çevresel doğal sınırların belirlenmesi ve bozulmasının engellenmesi, iklim ve topoğrafya özellikleri, alt ve üst yapılardan yeterli fayda sağlanabilmesi ve sürdürülebilir yapıların genel ilkelerinden doğal çevreye minimum zarar verilmesi kriterleri göz önüne alınmalıdır (Alemdağ, 2020). Mevcut bitki örtüsüne minimum düzeyde hasar verilmesi, yeşil dokunun azaldığı günümüzde önem kazanmıştır. Bu durumda alan üzerindeki ağaçların korunması fikri ön plana çıkmaktadır. Yapı tasarlanırken ağaçların konumları da göz önüne alınmalı, alanda korunması mümkün değilse taşınması sağlanmalıdır.

Yapılaşmış kentsel bir çevrede yer alan ve tasarlanacak yapının uygun yönelimine müsaade edecek arsalar, yapının doğrultularının düzgün belirlenmesi ile binanın aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma gibi konularda enerji tasarrufu sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Kayıhan ve Tönük, 2008). Yapı için seçilen

arazilerin tarımsal olarak düşük verimlilerden seçilmesi ile verimli toprakların korunması sağlanmalıdır (URL-7).

Arazi kullanımında maksimum verim elde etmek için analizler sırasında odaklanılan bir diğer konu arazi formudur. Tasarlanan yapının arazi formu ile uyumlu olması aynı zamanda çevreye de uyumunu kolaylaştırmaktadır. Çevre yapıların boyut ve konumları, yeşil dokunun dengeleyici unsurlar olarak konumlandırılması, rüzgâr yönü ve şiddetine göre yaya akslarının belirlenmesi gibi kararlar arazi formuna göre verilmelidir (Gülşeker, 2018).

Ekolojik anlamda hassas bazı bölgelerde inşaat aşamasında çalışacak ağır iş makineleri çevredeki canlılara, yapılaşmış bir çevre ise bölge halkına veya toprak yapısına zarar verebilmektedir (Evrans, 2012). Bu gibi durumlarda bölge şartlarına uygun çalışmalar yürütülmeli, mümkün değilse yeni arsa alternatifleri aranmalıdır.

Sürdürülebilir bir eğitim yapısı için uygun görülen arsa özellikleri, yeni yapılacak eğitim binalarının yüksek performanslı olmasını sağlamayı hedefleyen CHPS (Collaborative for High Performance School) tarafından oluşturulan Best Practices Manuel adlı raporda şu şekilde belirlenmiştir:

- Yapılaşma için uygun araziler,
- Birincil tarım arazileri dışındaki alanlar,
- Sulak bölgelere 30 metreden yakın olmayan alanlar,
- Bölgeye ait sel baskını kotundan minimum 1,5 metre yüksek kottaki alanlar,
- Endemik ve epidemik türlere ait habitatları oluşturmayan alanlar,
- Kamuya ait park ve mesire yerleri dışındaki alanlar,
- Yakın çevresinde eğitim yapısının ortak kullanabileceği tesisler bulunan alanlar (CHPS, 2002).

Nüfus yoğunluğu düşük bölgelerde yapı tasarımı sırasında mevcut altyapı sistemi ihtiyacı karşılamamaktadır. Ek olarak, şehir merkezleri yerine bu bölgelerin tercihi ulaşım için harcanan enerji miktarının artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle eğitim binası için alan seçilirken daha önceden üzerinde bir yapı inşaa edilmiş olması

avantaj sağlamaktadır. Hem altyapı ve ulaşım konusunda tüm ihtiyacı karşılamasa bile belirli bir seviyeye kadar bu sistemleri içermektedir; hem de kullanılmış veya zarar görmüş bu alanların doğasına uygun yapı tasarımı ile iyileştirilmesi ekolojik sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Kayıhan ve Tönük, 2008).

### **2.2.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Yaşamsal Konforun Korunumu**

Doğru planlanmış öğrenme ortamı, öğrenme işlevini fiziksel ve psikolojik olarak doğrudan olumlu yönde etkilemektedir. Yapıya ait genel fiziksel özellikler, psikolojik konfor ile desteklendiğinde öğrenci ile öğretici arasındaki anlama ve anlama sürecini pekiştirmektedir.

Bir mekân tasarımı ile asıl hedeflenen işlevsel amacına uygunluğun maksimum seviyede sağlanmasıdır. Analizler sırasında öncelikli olarak işlevsel kurgu belirlenmeli, mekânsal organizasyon bu dolaşım şeması üzerine oluşturulmalıdır (Akyıldız ve Yıldız, 2020). Eğitim yapılarında işlevsel gerekliliklerden sonra hedeflenen koşul, vakitlerinin büyük çoğunluğunu inşa edilecek yapı içinde geçirecek olan öğrenci ve öğretmenler için gerekli ergonomiyi sağlamaktadır. Öğrenme mekânlarında konfor koşullarının sağlanması için ısı, ışık, sıcaklık, gürültü düzeyi, mekândaki nesnelerin biçim, malzeme ve rengi, güvenlik, mekân algısı ve gerekli görüş açısının sağlanabilmesi önem taşımaktadır.

Ergonomi, çevrenin bireylere uygun hale getirilerek birey üzerindeki olumsuz etkileri azaltıp verimliliği artırmayı hedeflemektedir. Eğitim, bireylerin yalnızca bilgi edinme süreci değil, yeni davranışlar edinme ve gelişmesidir. Bu durumda, eğitim yapılarında ergonomi öğrencilerin gelişimini daha dengeli ve sağlıklı gerçekleştirmesine katkıda bulunacaktır (Önder ve diğ., 2013). Diğer bir ifadeyle ergonominin eğitim yapılarında uygulanma amacı; kullanıcıların mekâna göre değil, mekânın öğrenci ve öğretmenlere göre tasarlanması ve dönüştürülebilmesidir (Tapkı ve Türkyılmaz, 2018).

Tasarım aşamasında kullanıcı konforunun ne derece sağlanabileceği tam olarak belirlenmemektedir. Çünkü yapıdan beklentiler her birey için farklılık göstermektedir. Ancak yapı içinde değişkenlik ve farklı koşullara uyum sağlayabilme

potansiyelinin kullanıcı memnuniyetini artırdığı gözlemlenmektedir (Akyıldız ve Yıldız, 2020). Yapıda esnekliğin sağlanabilmesi, farklı öğrenme yöntemlerine ve farklı işlevlere olanak sağladığı gibi; gerektiğinde bireyselliği ön plana çıkararak kullanıcının beklentilerini farklı yönlerden karşılayabilmektedir.

Öğrenme ortamlarında verimin maksimum düzeyde sağlanabilmesi için mekânsal boyutlar için belirlenmiş standartlara uyulması gerekmektedir. Sınıfların yüksekliği, bölgenin gün ışığı seviyesine göre ayarlanmalıdır, ancak yükseklik için belirlenmiş standart minimum 3.00 metredir. Oturma yerleri boyutları 0.80 metre derinlikte ve arkasından 0.80 metre geçiş boşluğu kalacak şekilde oluşturulmalıdır. Tahtaya en yakın sıranın mesafesi 2.00 metreden kısa olmamalı, en uzak sıranın mesafesi ise 9.00 metreyi aşmamalıdır. (Önder ve diğ., 2013). Bu standartlar belirlenirken görüş alanı ve algı mesafeleri göz önüne alınmıştır.

Mekânsal konfora etki eden faktörlerden biri de kullanılan donatılardır. Dersliklerde öğrenciler için sağlıklı duruş pozisyonuna kolayca geçebilecekleri sıraların seçilmesi, ders esnasında uzun süre oturan öğrencilerin fiziksel konforuna katkıda bulunmaktadır. Sıra ve masaların, kullanıcı olarak belirlenen yaş grubu antropometrik ölçülerine uygun seçilmesi gerekmektedir (Tapkı ve Türkyılmaz, 2018).

Eğitim faaliyetleri başta görsel algılama olmak üzere bütün duyuları kapsamaktadır. Görsel konfor, görsel algının rahatsız edici etkilerinin azaltılması ve uzun süre maruz kalındığında yorgunluğa sebep olmamasıdır. Görsel konforun sağlanmasına etki eden faktörler; mekânda kullanılan doğal ve yapay aydınlatmalar, renk ve dokular gibi fiziksel olgulardır. Yetersiz ve kötü bir aydınlatma sistemi, öğrencilerde konsantrasyon problemine neden olmaktadır. Ayrıca az ışık gibi fazla ışık alan ortamlarda da keskin gölgeler oluşmakta ve görüş açısı olumsuz etkilenmektedir. Işık kontrolü için gerekli elemanlar sağlanmalıdır. Dersliklerde yeterli doğal ışığın alınabilmesi için pencere alanı, zemin alanının %18'i kadar olmalıdır. Yazı tahtası kullanılan sınıflarda doğal ışığın doğru açıyla alınması için yazı tahtası, pencerenin soluna konumlandırılmalıdır. Yapay aydınlatmalar ise gün ışığıyla uyumlu çalışacak şekilde planlanmalı ve seçilmelidir (İsmailoğlu ve Zorlu, 2018).

Kullanıcıların işitsel konforu, sözlü iletişimin aksamadan devam etmesi, çalışmanın seyrine göre bireyselliğe ve sessizliğe olanak sağlanması, bir derslik içinde yüksek sese sebep olabilecek bir çalışma yapılırken diğer dersliklerin bu durumdan rahatsız olmasının önlenmesi ile sağlanabilir. Eğitim yapıları için belirlenen maksimum ses seviyesi arsa içinde 70 dB, koridor ve merdivenler gibi sirkülasyon alanları için 45 dB, sınıflar için 35 dB olarak belirlenmiştir (Özbıçakçı ve diğ., 2012).

Eğitim ortamlarında görsel ve işitsel konfordan sonra performansı etkileyen ortam koşulu iklimsel koşullar, yani ısı ve nemdir. İklimsel konfor koşulları kullanıcılara göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu durum kullanıcının yaşı, vücutlarının ısı üretme kapasitesi, vücut ısısının çevreye bağlı değişimi, solunum düzeyi gibi durumlara bağlıdır (Özcan, 2013). Öğrenme ortamları için sıcaklık değer aralığı 17-23°C, ideal sınıf sıcaklığı 19-21,5°C'dir. Daha düşük veya yüksek sıcaklık durumunda öğrencinin zihinsel kontrolü zayıflamakta ve algı seviyesi düşmektedir. Küçük yaşlardaki öğrencilerin kullanması planlanan sınıflarda ısı yetişkinlere nazaran daha serin olarak düzenlenmelidir. Öğrenci sağlığı açısından mekanın nem oranının %30-50 arasında kalması sağlanmalıdır (Önder ve diğ., 2013; Tapkı ve Türkyılmaz, 2018).

Her türlü kamusal yapıda olması gerektiği gibi eğitim yapılarında da fiziksel engelli kullanıcıların konforu da göz önüne alınmalı, gerekli donatılar sağlanmalıdır. Rampayla ulaşım sağlanabilecek alanlara gerekli rampalar konumlandırılmalı, engelli standartlarına uygun asansör, tuvalet ve gerekli yerlerde izleyici alanları ayrılmalıdır (Tapkı ve Türkyılmaz, 2018).

Mekânın niteliklerini belirleyen tüm özelliklerin yanında, kullanıcı sayısı da eğitim kalitesi üzerinde önemli bir faktördür. Kişi sayısı arttıkça hareket alanı ve tartışmalardan öğrencilerin aldığı tatmin azalmaktadır. Bu durum öğretici için ise hâkimiyet problemine sebep olmaktadır.

### 2.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARININ ÜRETİMİ

Sürdürülebilir eğitim yapılarının üretimi bölümü; eğitim yapılarında sürdürülebilirliğin gelişimi ve kriterlerin belirlenmesi, yapının proje aşamasından kullanım aşamasına kadar geçen üretim süreci ve yaşam döngüsünün değerlendirilmesi ile bu döngüde kaynakların doğru ve etkin biçimde değerlendirilmesini kapsamaktadır.

#### 2.3.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapısı Kriterleri ve Gelişim Süreci

1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından modern mimarlık ve mühendislik alanlarında irdelenmesi gereken temel mesele olarak ifade edilen sürdürülebilir mimarlık, 1990'lı yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Sürdürülebilir tasarım fikri geliştikçe inşa edilecek yapılar için değerlendirilmesi gereken faktörler şu şekilde sıralanabilir:

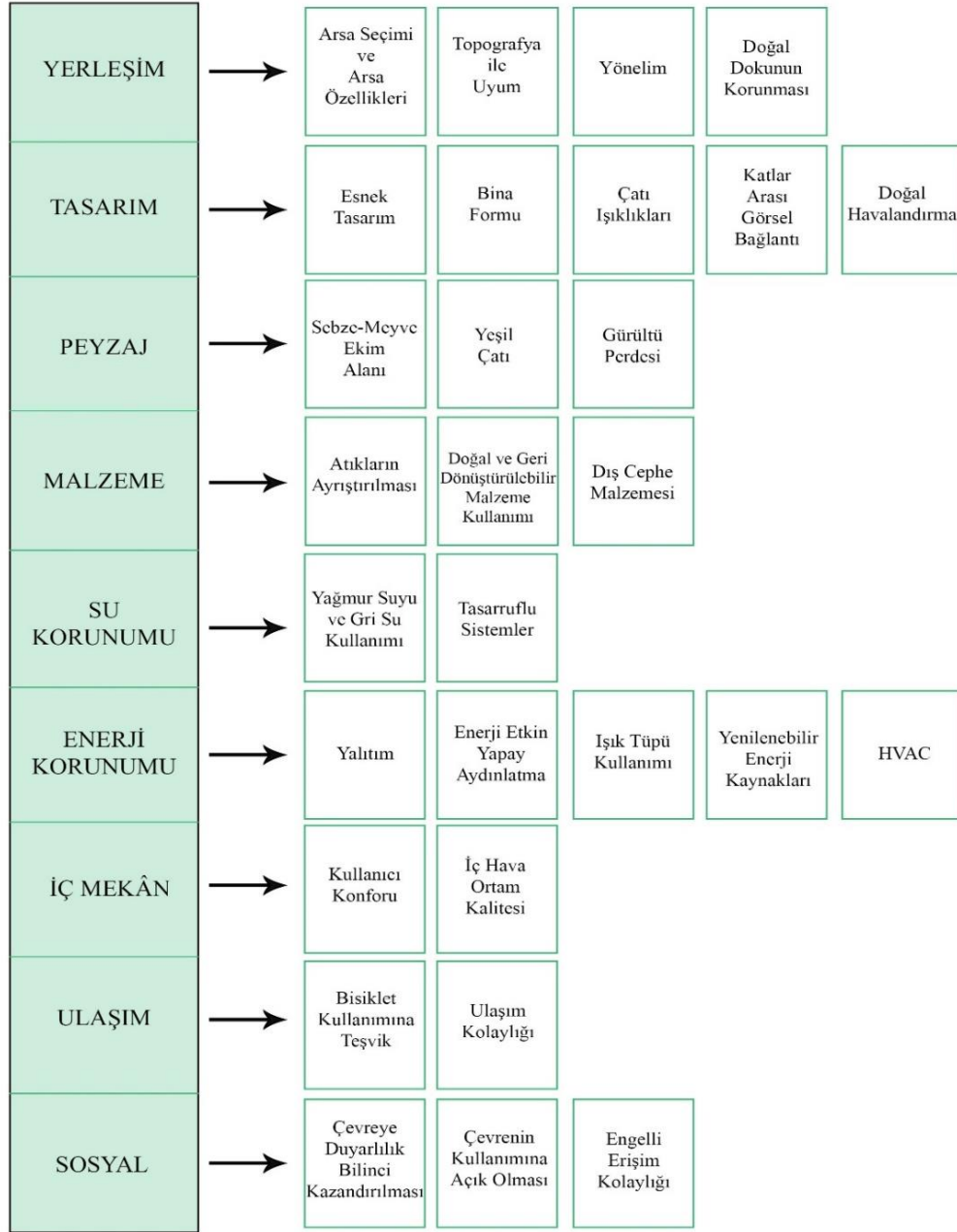
- Kaynakların verimli kullanılması,
- Enerji etkin sistemler ile enerji tasarrufu sağlanması,
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile kaynaklarda sürdürülebilirliğin sağlanması,
- Suyun korunması ve geri dönüştürülmesi,
- Doğal çevrenin korunması ve restorasyonu,
- Sel kontrolü,
- Geri dönüşüme uygun, sağlığa zararsız ve yerel malzemelerin kullanılması,
- Sağlıklı iç mekân ortamının oluşturulması,
- Dayanıklı ve uzun ömürlü malzeme ile tasarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması,
- Kullanım kolaylığı ve uyum için esneklik,
- Farklı ulaşım alternatiflerine erişim (Şahin ve Dostoğlu, 2015).

LEED sertifika programında yer alan değerlendirme kriterleri incelendiğinde bazı kriterler, okul binaları için daha önceliklidir. Bu kriterlerden bazıları eğitim

kalitesini artırmak amacıyla mekânsal konfor, ışık kalitesi ve yoğunluğu, gün ışığından rasyonel derecede yarar sağlanmasına olanak sağlayacak aydınlatma sistemi, mekânda işitsel konforu sağlayacak akustik, sağlığa uygunluk, doğal havalandırma, enerji verimliliği ve yeşil alanlar organizasyonudur (Taşçı, 2015).

Sürdürülebilir yapı tasarımı denildiğinde akla öncelikli olarak fiziksel çevrenin korunması gelmektedir. Ancak fiziksel koşulların yanında spor faaliyetlerine olanak sağlanması, çevrenin eğitime dâhil edilmesi, sosyal gelişimin desteklenmesi amacıyla sosyal olanakların sağlanması ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması, bireysel güvenlik koşullarının da sağlanması gerekmektedir. Sürdürülebilir eğitim yapısı genel olarak enerji ve su korunumu, atıkların minimize edilmesi veya geri dönüştürülmesi, kirletici potansiyeli olan materyallerden uzaklaşma, doğal yaşamı devam ettirebilme ve kullanıcıların yapıya dâhil edilmesi olarak ele alınabilir (Gülşeker, 2018).

Sürdürülebilir bir eğitim yapısının sahip olması gereken kriterler; yerleşim, tasarım, çevre düzenleme, materyal, su korunumu, enerji tasarrufu, iç mekânın aktif kullanımı ve esnekliği, ulaşım ve sosyalleşme alt başlıklarında sınıflandırılmıştır (Şekil 2.1) (Küçük, 2016). Belirlenen kriterlerin birçoğu yeni tasarlanan yapılarda tercih edilmesinin yanında mevcut binalara da adapte edilebilmektedir. Ancak yerleşim alt başlığındaki arsa seçimi ve özellikler, topografya ile uyum, yönelim, doğal dokunun korunması; yapı tasarımı alt başlığındaki esnek mekan tasarımı, bina formu, ışıklıklar, katlar arası görsel ve işitsel ilişki ile doğal ve yenilenebilir malzeme kullanımı koşulları yapının tasarım ve gelişim aşamalarında sağlanmak zorundadır.



Şekil 2.1. Sürdürülebilir eğitim yapısı kriterleri (Küçük, 2016).

Eğitim yapısının sürdürülebilirliğe katkısı, mekânın kendisinin de bir öğrenme alanı olarak kullanılması ve çocuklarda doğal yaşamı koruma bilinci geliştirmesidir. Bu bağlamda yapının bütünsel olarak değerlendirilmesi ve deneyim yoluyla pozitif bir öğrenme ortamı oluşturulması gerekmektedir (Gülşeker, 2018). Sürdürülebilirlik eğitimi, bireylerin bu konuda bilinçlenme ihtiyacının karşılanması gerektiği konusu Çocuk Hakları Sözleşmesi'nde de yer almaktadır (Taşçı, 2015).

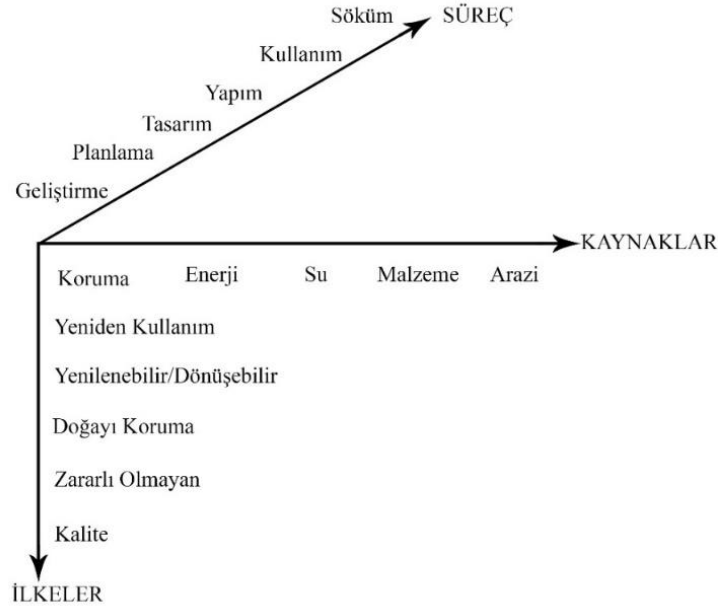
### 2.3.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarının Üretim Süreci

Sürdürülebilir yapı üretimi; gelişim ilkelerini göz önüne alarak yapının ve yapıya hizmet edecek alt yapı sistemlerinin planlanması, tasarlanması, malzemelerin elde edilmesinden faydalı şekilde kullanılması, yıkım ve yıkımla oluşan atıkların değerlendirilmesini kapsayan projelendirme ve inşaat sürecidir (Evrans, 2012). Süreç içinde ilkelere ve kaynaklara bağlı olmak, koşullara uyumlu ilerlemek olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Sürdürülebilir yapı üretimi ile oluşturulan yapılarda hedef, belirlenmiş süre ve kalite standartlarında belirli maliyetle üretimin yanında çevreye duyarlı ve kullanıcının yaşam kalitesini artıran binalar olmasıdır (Şenel, 2010). 1994 yılında gerçekleştirilen I. Uluslararası Sürdürülebilir Yapım Konferansı'nda sürdürülebilir yapıya üzerine araştırma yapan Charles J. Kibert, geleneksel yapıya yöntemlerinde maliyet, süre ve kaliteye önem verildiğini; sürdürülebilir yöntemlerde bu özelliklere ilave olarak kaynakların korunması, çevreye zarar verilmemesi ve sağlıklı yaşam alanları oluşturulması hedeflenmiştir (Kibert, 2005).

Yapının üretim süreci üretileceği hammaddelerin çıkarılmasından başlayarak inşa edilmesi, kullanılması, gerekirse tadilat yapılması veya yıkımı ile bu aşamalarda ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi veya olumsuz bir duruma sebep olmayacak şekilde yok edilmesini kapsamaktadır. Bu döngü "Yapı Yaşam Döngüsü" olarak adlandırılmaktadır.

Kibert, sürdürülebilir yapıyı ifade etmek amacıyla bir kavramsal model oluşturmuştur (Şekil 2.2). Bu modele göre sürdürülebilir yapı üretimi; ilkeler, kaynaklar ve yaşam döngüsü arasında oluşmaktadır. Ayrıca modelde yapının yaşam süreci; geliştirme, planlama, tasarım, kullanım ve yapı sökümü olmak üzere altı aşamaya ayrılmıştır. Kullanım aşamasının içinde gerektiğinde yenileme ve iyileştirme işlemleri gerçekleştirilmektedir (Hoşkara ve Sey, 2008; Şenel, 2010).



Şekil 2.2. Kibert'in kavramsal sürdürülebilir yapım modeli (Kibert, 2005).

Yaşam döngüsü değerlendirmesi ile binaların yaşamlarının çeşitli evrelerinde çevresel etkilerini belirlemek ve fikir geliştirme aşamasından itibaren bu etkileri azaltacak planlamaları hedeflemektedir (Evrar,2012).

Yapı yaşam döngüsü, kullanılacak ürün seçimleriyle başladığı ve seçilen ürünler tüm süreci etkileyeceğinden değerlendirmeler genellikle yapı ürünleri üzerinden yapılmaktadır. Son yıllarda önem kazanan yaşam döngüsü değerlendirmeleri, ürünlerin tüm etkilerini kapsayacak biçimde hesaplanmalıdır (URL-8).

Yapı üretim sürecine ürün bazında bakıldığında süreç:

- Hammadde edinimi ve çıkarılması,
- Yapı ürününün üretilmesi,
- Ürünün yapıya uygulanması,
- Yapının kullanılması,
- Ürünün geri dönüşümü veya yok edilmesi (Taygun, 2005).

Eğitim yapıları bağlamında süreç ele alındığında; yapı kullanımına kadar olan evrelerde diğer işlevleri yüklenen yapılar gibi bakılması yeterli olacaktır. Ancak kullanım evresine gelindiğinde yalnızca çevreye uyumlu, sağlığa zararsız, kaynak korunumlu olması yetersiz kalacak; bu hedeflerle birlikte öğrencilere sürdürülebilirlik bilinci kazandırması gerekecektir. Örneğin; öğrencilerin uzun süre vakit geçirdiği bir mekân olduğundan enerji kullanımını da yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Enerji tasarrufuna destek olurken, aynı zamanda öğrencilere yöntemi de aşlamak hedeflenmelidir. Yani tasarım aşamasında yapıda uygulanmak üzere seçilen ilkelerin göz önünde olması ve öğrencilerde bir yaşam tarzı haline dönüşmesi sağlanmalıdır.

### **2.3.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarının Üretim Kaynakları ve Üretim İlkeleri**

Bir yapı, üretim sürecinde çeşitli kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Kibert, oluşturduğu kavramsal sürdürülebilirlik modelinde (Şekil 2.2) gerekli kaynakları enerji, su, malzeme ve arazi olarak ele almıştır. Ancak bu kaynaklar yalnızca doğal kaynaklardır. Üretim sürecinde ise yalnızca doğal kaynaklar yeterli değildir.

Enerji kullanımını, iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi sorunlara neden olmaktadır. Bu etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için enerji kullanımında ve üretiminde etkin sistemlerin kullanılması bir ihtiyaç haline dönüşmüştür. Yeni binalarda etkin sistemler yaygınlaşırken, mevcut binalarda da bu anlamda yenilemeler ve iyileştirmeler yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Şenel, 2010).

Malzeme seçiminde sürdürülebilir olması anlamında geri dönüştürülebilir veya yeni bir malzeme üretiminde hammadde olabilecek olanlar öne çıkmaktadır. Ayrıca kullanım ömrünün uzun olması, kolay montaj ve söküm yapılabilmesi, bakım ihtiyacının az olması malzeme seçiminde mali anlamda kolaylık sağlamaktadır.

Su kullanımını ve tasarrufu konusunda öne çıkan suyun kendi içinde bir döngü oluşturacak şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Günümüzde suyun etkin kullanımı konusunda en sık kullanılan yöntemler yağmur suyunun toplanması ve değerlendirilmesi, gri suyun toplanması ve dönüştürülmesi ile yeniden kullanımının sağlanmasıdır.

Arazinin etkin kullanılması ise yapının çevreye adaptasyonu ile fonksiyonlarını daha sağlıklı yerine getirmesi sağlanmaktadır. Ayrıca arazi seçiminde enerji ve su gibi kaynakların korunumu kolaylığı göz önüne alınarak kaynakların sürdürülebilirliği sağlanabilir.

İnşaat sektöründeki araştırma ve yeniliklerin değerlendirilmesi amacıyla toplanan konsey CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) ile UNEP-IETC (United Nations Environment Programme-International Environmental Technology Centre) işbirliğiyle 2002 yılında hazırlanan raporda kaynaklar dört grupta sınıflandırılmıştır:

- Doğal sermaye (fiziksel çevrenin oluşturduğu sağladığı kaynaklar)
- İnsan sermayesi (işgücü, eğitim, kültür, zekâ, vb.)
- Üretilmiş sermaye (binalar, altyapı sistemleri, araçlar, aletler, vb.)
- Mali sermaye (nakit para, kredi, vb.) (Hoşkara ve Sey, 2008).

Kaynakların tüketilmesi veya azalması, yapı endüstrisi için büyük problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle kaynak kullanımında sürdürülebilir yapı ilkelerine uyulması riskleri azaltmaya, hatta önlemeye yardımcı olacaktır.

Sürdürülebilir yapı üretimi ile canlı ve cansız varlıklardan oluşan ekosistemin devamlılığının sağlanması amacıyla çözümler oluşturmak hedeflenmektedir. Bu amaçla çalışmanın başlangıcında kavramsal çerçevenin belirlenmesi ilerleyen aşamalar için de kolaylık sağlamaktadır.

Sürdürülebilir bina üretimi konusundaki en temel çalışma Kibert'in oluşturduğu modeldir (Şekil 2.2). Modelde ortaya konan üretim ilkeleri:

- Kaynak tüketiminin en aza indirilmesi,
- Kaynakların yeniden kullanımının artırılması,
- Yenilenebilir veya başka ürünlere dönüşebilir kaynak kullanılması,
- Çevrenin doğal yapısının korunması ve devamlılığın sağlanması,
- Sağlığa zararsız bir çevre oluşturulması,

-Yapılaşmış çevre oluşturulurken kalitenin devamlılığı şeklinde sıralanabilir (Evrans, 2012).

Sürdürülebilir kalkınmanın asıl hedefini “bugün ve gelecek nesiller için yaşam koşullarını iyileştirmek” olarak tanımlayan Foundations, yapım ilkeleri olarak şu aşamaları izlediğini belirtmiştir:

-Yerleşim: Mevcut yapılaşmış ve doğal çevrenin karakterinin devamlılığı sağlanmalı, ulaşım, altyapı gibi hizmetler geliştirilmelidir.

-Malzemeler: Yerel, doğal ve geri dönüştürülebilir malzemelere öncelik verilmelidir.

-Yapım Teknikleri: Yapının yaşam döngüsü boyunca tasarrufa destek olacak uygun teknikler belirlenmelidir.

-Bilgi İletişim Teknolojileri: Yapı tasarımının gelecekteki teknolojik gelişmelere uyum sağlaması düşünülmelidir.

-Toplum Katılımı: Toplum, kendi kullanımları için oluşturulacak bina hakkında bilgilendirilmeli, planlama ve tasarım aşamalarında toplumsal düşünceler göz önüne alınmalıdır.

-Yerel Kaynaklar: Yerel ekonomiye katkı sağlamak, ulaşım harcamalarını da azaltmak amacıyla bölgede yaşayan insanlarla çalışmanın sürdürülmesi fayda sağlamaktadır (Hoşkara ve Sey, 2008).

Günümüzde en yaygın bilinen, Kim ve Rigdon tarafından geliştirilen sürdürülebilir kalkınma kavramsal modelinde temel ilkeler üçe ayrılmaktadır: kaynakların planlı kullanılması, yaşamsal döngü planlaması ve kullanıcı ihtiyaçlarına uygun tasarım. Mimarlıkta amaç kullanıcıların bazı aktiviteleri gerçekleştirmesi için gerekli ortamların oluşturulması olduğundan, eğitim yapıları tasarımında da öğrenme ortamı oluşturulurken işleve uygunluk ile birlikte insan sağlığının korunması ilkesi öne çıkmaktadır (Evrans, 2012). Bu model ile genel anlamda yaşam döngüsü boyunca yapıda enerji tasarrufunun artırılması, kaynak ve atık kontrolü ile çevre kirliliğinin azaltılması ve sağlıklı mekânlar oluşturulması üzerinde durulmuştur. Diğer yandan ise

basit ve düşük enerjili malzeme ve teknolojik gelişmeleri birlikte değerlendirerek daha az çevresel etki yaratmayı hedeflemektedir (Şenel, 2010).

Sürdürülebilir bir eğitim yapısının toplum ölçeğinde bakıldığında toplumsal tüketim alışkanlıklarının yeniden düzenlenmesi ve devlet-sivil toplum kuruluşları-halk arasında işbirliği sağlamak gibi ilkeler önem taşımaktadır. Yapı ölçeğinde bakıldığında daha çok fiziksel çevreye uyum ve zararsız olmama konuları öne çıkmaktadır. İklimsel verilere uygunluk, enerji verimliliği, yağmur suyu ve atıkların değerlendirilmesi bunlardan bazılarıdır (Aytıs ve Polatkan, 2010).

İlkeler genel anlamıyla değerlendirildiğinde sürecin kentsel ölçekte kararlar ile başlayıp yapı malzemesinin hammadde ve üretim biçimine kadar farklı düzeylerde değerlendirmeleri kapsadığı görülmektedir. Yapının, tek bir öğesi veya tek bir süreci değil, mümkün olan her aşamasında sürdürülebilirlik fikrinin hâkim olması beklenmektedir.

Eğitim yapıları, nesillerin yetiştirilmesindeki rolünün yanında yapı grupları içinde sayıca yüksek oranda bulunduğundan çevre koruma ve enerji tasarrufuna büyük katkılar sağlayabilmektedir. Sürdürülebilir mimariye uygun inşa edilen eğitim yapılarının ortak yönleri sağlıklı, konforlu, etkin enerji kullanan, çevreye az zarar veren, bakımı ve işletimi kolay yapılar olmasıdır.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın verilerine göre nüfusun yaklaşık %32'sini oluşturan öğrenciler ve yanında öğretmenler vakitlerinin büyük bir kısmını okullarda geçirmektedir. Çevre bilinci ve sürdürülebilirlik ilkelerine uygun eğitim yapılarında enerji ve su tasarrufu büyük boyutlara ulaşmaktadır.

#### 2.4. BÖLÜMÜN DEğERLENDİRİLMESİ

Eğitim, bireylerin doğumundan ölümüne kadar devam eden, zihnini ve bilgi birikimini geliştirmek amacıyla yeni şeyler öğrenme ve beceriler edinme aktivitesidir. İnsanlar doğdukları anda içine girdikleri yeni dünyada bilinçsiz olarak sürekli yeni şeyler öğrenme sürecine girerler. Günümüzde ise belirli bir yaşa geldikten sonra eğitim kurumları içinde, geliştirilmiş eğitim yöntemlerine uygun olarak öğrenmeye devam ederler.

Eğitim kavramı, konu hakkında çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamıyla, bireyin içinde yaşadığı topluma uyum sağlaması ve faydalı olabilmesi için zihinsel ve bedensel beceriler kazanması, bunların yanında da sosyalleşmesi surecidir. Eğitim ile hedeflenen aslında bireyden başlayarak, bireylerin oluşturduğu toplumların daha iyi seviyelere ulaşmasını sağlamaktır.

Endüstri sonrası dönemde hayat şartlarının, toplumun bilgi seviyesine göre oluşacağı fikri ne sürülmüştür. Bu nedenle başta gelişmiş ülkeler olmak üzere insanların eğitimine önem verilmeye ve yeni bilgilerin ortaya konması hakkında ülkeler arasında rekabet edilmeye başlanmıştır. Özellikle bu çağda eğitim kavramının kapsamı da genişlemiştir. Artık eğitim için yatırımlar yapılmış, teknolojik gelişmeler eğitimi kalitesini artırmak için kullanılmıştır.

Birincil eğitim yapısı olarak kullanılan “okul”, sözlük tanımıyla “her türlü eğitim ve öğretimin topluca yapıldığı yer”dir. Toplumlar için bu derece önemli bir hale gelen eğitimin içinde gerçekleştiği yapılar, eğitimin farklı yöntemleri ve gereksinimlerine cevap verebilecek seviyede gelişmiş olmalıdır.

ğrenme eylemi her birey için farklı koşullarda verimli olduğundan, eğitim yapısının bu beklentilere yanıt vermesi planlanmalıdır. Ayrıca ocuklar gözlem ve deneyim yoluyla daha iyi öğrenebilmektedir. Gelecek nesillerin içinde yetiştiği ve gelecek dönemlerde kullanılması planlanan yapıların bu beklentilere cevap vermesi beklenmektedir.

Sadece bilimsel bilginin öğretildiği değil, çocukların ailesi dışında toplum içinde yer aldığı ilk ortam okullardır. Bu anlamda sosyal becerilerinin gelişmesi ve kültürel tutumların edinilmesi amacıyla öğrencilerin karşılıklı etkileşim içinde olması önem kazanmaktadır.

Eğitim mekânları, öğrenciler kadar öğretmenlerin de kullanım alanıdır. Mekânların ışık, sıcaklık, renk, gürültü gibi fiziksel koşulları, öğretmenlerin verimini de etkilemektedir.

Günümüz ğrenme mekânlarında toplumun gereklilikleri ve döneme uygun teknolojilerin kullanılması ana prensiptir. ğrenme mekânlarının tasarımında üç temel

eğilim öne çıkmaktadır: sosyal ve aktif öğrenmeye olanak sağlayan tasarım, insan merkezli tasarım, teknolojiyle bütünleşik tasarım.

Sürdürülebilir mimarlıkta gerçekleştirilmesi hedeflenen kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması, mevcut çevreyle uyumlu yapılar tasarlanması ve kullanıcı konfor koşullarının gerçekleştirilmesidir. Çalışmada bu konu incelenirken kaynaklar üç sınıfta toplanmıştır: malzeme, enerji ve su.

Sürdürülebilir yapı tasarımında malzeme seçiminde yüksek performanslı, düşük maliyetli ve estetik kriterlere uygunluk öne çıkmaktadır. Bunlara ek olarak uzun ömürlü olması, sağlık problemlerine yol açmaması, yapının yıkımı durumunda atık haline geldiğinde yeniden kullanılabilirliği veya geri dönüştürülebilirliği gerekmektedir. Yapı kabuğunu oluşturan malzemeler için enerji korunumu sağlayanlardan seçilmesi, kullanım aşamasında binanın enerji tüketimini ve ekonomik harcamaları azaltmaya yardımcı olmaktadır.

Yapıların üretiminden başlayarak yıkımına kadar geçen süreçte sürekli enerji kullanılıyor olması, çevresel etkilerini oluşturan temel faktördür. Eğitim yapıları, birbiriyle ilişki içerisinde çeşitli bölümler veya yapılar grubundan oluştuğu için enerji sistemleri de çok bileşenlidir. Malzeme seçimlerinde olduğu gibi enerji kaynaklarında da çevreye ait veya çevreyle uyumlu olanların seçilmesi öncelik sebebidir. Günümüzde enerji korunumu konusunda enerji etkin sistemler geliştirilmektedir. Bu sayede enerji döngüsü sağlanırken kaynakların sürdürülebilirliği de desteklenmektedir.

Su, aslında yenilenebilir kaynaklardandır. Ancak nüfusun artması ve iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Bu nedenle de dönüştürülerek yeniden kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Atık suların yeniden kullanılması, doğru tesisat seçimi ve düzenli bakım yapılması ile su kullanımının azaltılması sağlanabilmektedir.

Bir yapı tasarımında ilk aşama, arazinin seçilmesi ve gerekli analizlerin yapılmasıdır. Bu aşamada doğru seçimler yapılması, bina performansını etkileyen birincil etkenlerdendir. Arazi kullanımında konum, jeolojik ve iklimsel özellikler, çevre yapılarla uyum, arazi boyutunun işlevler için yeterliliği gibi fiziksel koşullar

incelenmelidir. Binanın arazi içinde düzgün konumlandırılması ile aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma gibi konularda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca yapı formunun arazi formuyla uyumlu olması aynı zamanda yakın çevresine adaptasyonunu da hızlandırmaktadır.

Bir yapı için işlevsel gerekliliklerden sonra hedeflenen koşul, öğrenci ve öğretmenler için gerekli ergonominin sağlanmasıdır. Kaliteli öğrenme ortamlarında ısı, ışık, sıcaklık, gürültü düzeyi ve ses yalıtımı, nesnelerin renk ve dokusu, güvenlik hissi ve gerekli görüş açısının sağlanabilmesi konfor koşullarından bazılarıdır. Bu koşullar için bazı standartlar getirilse de her birey için bu koşullar farklılık göstermektedir. Bu nedenle tasarım aşamasında uyum sağlama potansiyeli tam olarak belirlenmemektedir.

Çalışmanın bu bölümünde son olarak sürdürülebilir eğitim yapılarının üretim süreci incelenmiştir. Sürdürülebilir mimarlık fikrine göre yapılarda değerlendirilmesi gereken faktörler; verimli kaynak kullanımı, etkin enerjili sistem kullanımı ile enerji tasarrufu sağlanması, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılması, su kaynaklarının korunması, doğal çevre yapısının korunması, geri dönüştürülebilir ve sağlığa zararsız malzeme kullanımı, iç mekân kalitesinin artırılması, dayanıklı ve uzun ömürlü malzeme kullanımı ve kullanım kolaylığıdır. Bu kriterlerin yanında eğitim kalitesinin artırılması amacıyla mekânsal konfor, ışık kalitesi ve yoğunluğu, maksimum doğal ışık kullanımı prensibine dayalı aydınlatma sistemi, işitsel konforu sağlayacak akustik, doğal havalandırma, enerji verimliliği ve yeşil alan organizasyonu sağlanmalıdır.

Eğitim yapısının sürdürülebilirliğe katkısı, mekânın da öğretici olarak rol oynaması ve çocuklar üzerinde çevre koruma bilinci geliştirmesidir. Bu bağlamda yapının değerlendirmesi bütünsel olarak ele alınmalı, çevre koruma çalışmalarına çocuklar dâhil edilerek deneyimleme yoluyla bilgi edinmeleri sağlanmalıdır.

Bir yapının üretim süreci, inşaatında kullanılacak malzemelerin hammadde olarak çıkarılmasından başlayarak kullanım sonrası dönüştürülerek farklı bir iş veya gerektiğinde yıkımını kapsayan döngüdür. Charles J. Kibert, sürdürülebilir bina yapımı için oluşturduğu kavramsal modelde üretim sürecini; geliştirme, planlama, – içinde yenileme ve iyileştirme ile birlikte- kullanım ve yapı söküm olarak aşamalara

ayırmiştir. Eğitim yapılarında bu süreçler ele alındığında, ek olarak süreçler içerisindeki sürdürülebilirlik çalışmalarına öğrencilerin dâhil edilerek bu bilinci çocukken edinmeleri hedeflenmelidir.

Kibert'in oluşturduğu sözü edilen modelde yapı üretim kaynakları; enerji, su, malzeme ve arazi olarak ele alınmıştır. Ancak bu kaynaklar yalnızca doğadan elde edilen kaynaklardır ve yapı üretiminde yeterli değildir. CIB ve UNEP-IETC'nin işbirliğiyle oluşturulan raporda ise kaynaklar dört sınıfta toplanmış ve daha kapsamlı ele alınmıştır.

- Doğal sermaye
- İnsan sermayesi
- Üretilmiş sermaye
- Mali sermaye.

Sürdürülebilir mimarlık çalışmalarının başında öncelikli olarak ilkeler belirlenmeli ve bu ilkeler doğrultusunda hareket edilmelidir. En temel hedef çevreye zararsız ve kaynakların devamlılığını sağlayan yapı üretimidir. Bu ilkeye ek olarak doğal ve yerel malzeme kullanımı, yapım aşamasında kullanılan tekniklerin fazla enerji harcamaması, teknolojik gelişmelere ve çağa uyum, toplumun kültürel kriterlerine uygunluk ve yerel ekonomiye katkı sağlaması gerekmektedir. Eğitim yapılarında toplumsal tüketim alışkanlıklarının yeniden düzenlenmesi ve tasarruf bilincinin bina içindeki yaşamla oluşturulması, resmi ve özel kuruluşlar arasında işbirliği sağlayarak sosyal sürdürülebilirliğe katkı sağlaması beklenmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA

Kullanılan enerji kaynaklarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı nedeniyle, son yıllarda alternatif enerji kaynakları ve enerji kullanım yöntemleri araştırmaları hız kazanmıştır. Elektrik enerjisi, yapılarda kullanılan enerjiler içinde büyük bir paya sahiptir. Kullanılan yapılar içinde eğitim yapılarının oranına bakıldığında, kullanılan enerji miktarları ve sağlanabilecek enerji tasarrufu ortaya çıkmaktadır. Eğitim binalarında elektrik enerjisi tüketiminin %56'sı aydınlatma ihtiyacı için kullanılmaktadır. Bu bağlamda elektrik enerjisi kullanımının optimum seviyelere indirgenebilmesi amacıyla aydınlatma sistemlerinde enerji tasarrufu konusunda çalışmalar artırılmıştır.

Enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik konusuna ek olarak kullanıcıların aydınlık ihtiyacı göz önüne alınmalıdır. Görüş alanı içinde aydınlık ve karanlık parçalar, mekân hakkında kişilerin bilgi edinmesine kolaylık sağlamaktadır. Kişinin mekân hakkında yeteri kadar bilgi edinebilmesi, uyum sağlamasına ve yabancılik hissinden uzaklaşmasına yardımcı olmaktadır. Kişinin bir çevrede kendini güvende hissedebilmesi, mekândaki ışık şiddetiyle ilişkilendirilmiştir. Karanlık bir ortamda kullanıcı yeteri kadar çevresel veri edinemediğinden korkar ve bu durum ruh haline yansır (Hidayetoğlu, 2020).

1990'lı yıllarda sürdürülebilir gelişmeler sonucunda eğitim yapıları, enerji tasarrufu sağlanarak uygun mekânların sağlanması üzerine ele alınmıştır. Çalışmanın bu bölümünde aydınlatma ve aydınlatma tekniğine dair kavramlar, eğitim yapılarında aydınlatma ve enerji etkin aydınlatma konuları ele alınmıştır.

#### 3.1. AYDINLATMA TEKNİĞİNDE TEMEL İLKELER

Aydınlatma ihtiyacı her işlev ve amaca göre farklılaşmaktadır. Bu çeşitlilik sonucu aydınlatma teknikleri oluşturulmuştur. Kullanılacak tekniğin öncelikli hedefi nesnelerin en iyi şekilde algılanması ve mekânsal işlev yerine getirilirken görsel konforun sağlanmasıdır. Bunların yanında kurulum ve kullanım harcamaları için

ekonomik çözümler, estetik ve mimari yapıya uygunluk amaçlanmalıdır (Şahin ve diğ., 2015).

İyi bir aydınlatma sistemi oluşturulmasında temel ilkeler;

-Yapılacak etkinliğe uygun ışık şiddetinin belirlenmesi,

-Yeterli aydınlık ve gölgenin sağlanması,

-Göz kamaşması gibi görsel rahatsızlıkların engellenmesi,

-İşleve uygun ve kaliteli rengin seçilmesi şeklinde sıralanabilir (Ersoy ve Ersoy, 2007).

Bir mekan için aydınlatma tekniği ve sistem seçiminde dikkat edilmesi gereken kavramlar ve aydınlatma terimleri şunlardır:

-*Işık akısı*: Bir ışık kaynağından çıkarak her yöne dağılan ve gözün algılayabildiği toplam ışık miktarıdır. Birimi lümen (lm)'dir. Işık kaynağının, yani aydınlatma sisteminin ve sisteme ait aygıtların gücüyle doğru orantılı olarak artar (Özcan ve Çağlar, 2020).

-*Işık şiddeti*: noktasal bir ışık kaynağının bir doğrultuda akan ışık akısı miktarıdır ve candela (cd) ile ölçülür (URL-10). İdeal noktasal ışık kaynağında, ışık akısının her doğrultuda eşit olması beklenmektedir. Ancak ışık kaynağının tasarımı, yönlendirilmesi gibi nedenlerle ışık şiddeti doğrultuya göre farklılık göstermektedir (Ganslandt ve Hofmann, 1992).

-*Aydınlık seviyesi*: Belirli bir yüzeyi aydınlatan ışık miktarıdır. Işık akısının yüzey alana oranı ( $lm/m^2$ ), aydınlık seviyesini ifade etmektedir. Işık akısı ışık kaynağının oluşturduğu toplam ışık miktarını ifade ederken, aydınlık seviyesi bu ışığın belirlenen yüzeye çarpanlarına karşılık gelmektedir. Birimi lüks (lx)'tür (Özcan ve Çağlar, 2020).

-*Parıltı*: Aydınlatma Sözlüğü'nde bir yüzeyin az veya çok ışık yayarak görünmesine bağlı görsel algı verisi olarak tanımlanmıştır. Parıltı, kişinin algısına bağlı bir kavramdır ve ölçülebilen bir büyüklük olan ışıklılığın psikolojik karşılığıdır (Sirel, 2012).

*-Renksel Geriverim İndeksi:* Bir nesnenin ışık vasıtasıyla renklerinin ayırt edilebilmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Renksel geriverim indeksi, bireylerin doğru algılama yeteneği açısından ışık kalitesini değerlendirmektedir. Değer arttıkça aydınlatılan yüzeylerin gerçek renginin algılanma oranı artmaktadır. Renksel geriverim indeksi (CRI) 1 ile 100 arasında değer kazanmaktadır. Gün ışığı, renksel geriverim konusunda en kaliteli ışıktır ve değeri 100'dür (Özcan ve Çağlar, 2020).

Günümüzde görsel konfor ve görme ihtiyaçlarının yanı sıra çalışma verimi ile mimari hacimler ve yüzeylerin vurgulanması, aydınlatma tekniğinin amaçları arasına girmiştir.

### **3.1.1. Aydınlatmanın Tanımı, Amacı, Niceliği ve Niteliği**

-Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından “mekan ve mekan içindeki nesnelere gerektiği gibi görülmesini sağlamak amacıyla ışık vermek” şeklinde tanımlanmıştır (Şahin ve diğ., 2014).

-Aydınlatma Sözlüğü'nde “nesnelere, çevrelere veya belirlenmiş bir bölgeye görülebilmeleri için ışık uygulanması” olarak açıklanmıştır (Sirel, 2012).

-Illuminating Engineers Society (IES) ve International Association of Lighting Designers (IALD) tarafından “görsel çevrenin ihtiyaçlarının doğal çevreye en az etki ederek karşılanması” şeklinde tanımlanmıştır (Çelik ve Ünver, 2019).

-“Mekân ve nesnelere görsel algılanmasını sağlayabilmek için gerekli ışık kaynaklarının en uygun şekilde kullanılmasıdır” (Özsunur ve Öztıp, 2019).

-“Bir fonksiyonun yerine getirilebilmesi için yeterli aydınlık seviyesinin sağlanmasıdır” (Şahin ve diğ., 2015).

Aydınlatmanın amacı; mekânsal fonksiyon yerine getirilirken kullanıcıların yaptıkları işi ve kullandıkları nesneyi görmesi, gün boyu süren kullanım sırasında görsel yorgunluğun önlenmesidir. Son yıllarda mimari öğelerin vurgulanması da aydınlatmanın amaçları arasına girmiştir.

Aydınlatma sisteminin niceliği, gerekli aydınlık seviyesinin lüks olarak sayısal olarak karşılığı ile belirlenmektedir. Niceliği ifade eden değerler, mekana yüklenecek işleve, mekanın kullanım süresine, belirlenen hedef kullanıcıların yaş ortalamasına

bağlıdır (Şahin ve diğ., 2015; Özcan ve Çağlar, 2020). Eğitim ortamlarında aydınlık düzeyi ihtiyacı yapılacak aktiviteye göre 200 ile 750 lx arasında değişmektedir. Kullanılacak aydınlatma sisteminin renk ve dokuların doğru algılanmasını desteklemesi amacıyla renksel geriverim indeksinin (CRI – Colour Rendering Index) minimum 80 olması beklenir (TS EN 12464-1).

Nitelikli bir aydınlatma ise gözle algılanması gereken en küçük nesnelere bile algılanmasının sağlanması, yüzey şekilleri ve dokuların doğru algılanabilmesi, mekân içerisinde yön bulmanın ve doğrultuların kolay saptanabilmesi, renk algısı ve renkler arası ayrımın doğru yapılabilmesi, görsel rahatsızlık duymadan uzun süre ortamda bulunulabilmesi ile sağlanmış olur (Ersoy ve Ersoy, 2007). Aydınlatmanın niteliği, mekânsal fonksiyonlara bağlı olarak görsel algılamanın özelliklerine göre belirlenmelidir (Sirel, 1992).

Aydınlatma sistemlerinde enerji etkin bir iç aydınlatma sistemi tasarlanabilmesi için değerlendirilmesi gereken faktörler şunlardır:

- Yapay aydınlatma sistemi seçimi,
- Lamba, ışıklık ve yardımcı araçları seçimi,
- Aydınlatma elemanlarının yerleştirilme yüksekliği,
- Hesaplamaların doğruluk oranı,
- Sistemin bakımının yapılması (Becerik, 2010).

### **3.1.2. Genel ve Bölgesel Aydınlatma**

Genel aydınlatma; bir mekânın tümünün mekânsal işleve uygun bir aydınlık düzeyinde aydınlatılmasıdır. Bölgesel aydınlatma ise mekân içinde belirli bir bölümü vurgulamak amacıyla genel aydınlatmadan farklılaştırılmasıdır. Bölgesel aydınlatma, genel aydınlatmanın ihtiyaçlara yanıt vermekte yetersiz kaldığı durumlarda sisteme dahil edilmelidir (URL-9).

Genel aydınlatma ile mekânda ihtiyaç duyulan aydınlık düzeyinin mekânın her noktasında eşit seviyede tutulması hedeflenmektedir. Genel aydınlatmanın en büyük faydası, mekânın tümü gerekli ışık düzeyine ulaştığından mekânsal esnekliğin kolayca

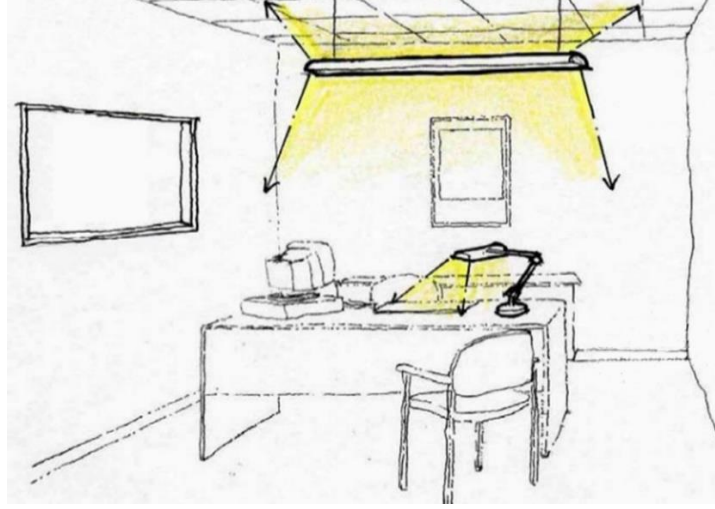
sağlanmasıdır. Olumsuz yönü ise, detaylı işlere uygun aydınlık düzeyi sağlandığından ve aydınlık her alanda aynı olduğu için enerji tüketimi fazladır (Uluslan, 2012).

Aydınlatma sisteminde kullanılan farklı aygıtlar ve farklı mekânsal ihtiyaçlar, çeşitli genel aydınlatma türlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Genel aydınlatma sistemlerini; dolaylı, dolaysız, yarı dolaysız ve karma aydınlatma olarak sınıflandırmak mümkündür.

Aydınlatılması hedeflenen nesne veya mekânın, tek kaynak ve doğrusal bir kanal üzerinden ışıklandırılması ile oluşan aydınlatma, doğrudan aydınlatma olarak adlandırılmaktadır. Doğrudan aydınlatma sistemlerinde kaynaktan çıkan ışığın tamamı veya tamamına yakın bir kısmı aydınlatılmak istenen yüzeye düşmektedir. Dolaylı aydınlatma ise ışığın dağılması ve yüzeylerden yansiyarak aydınlatılacak nesneye ulaşması ile gerçekleştirilmektedir (Özsungur ve Öztop, 2019). Yansıtma oranı yüksek renkler ve materyallerin kullanıldığı mekânlarda dolaylı aydınlatma tercih edilebilir. Bu sayede aşırı ışık yansımaları ile oluşacak kamaşmaların önüne geçilmiş olur.

Bölgesel aydınlatmada, mekânda yapılacak aktiviteler için önem taşıyan belirli nesnelerin genel aydınlatma ile ulaşamayan aydınlık seviyesine ulaşması ve dikkat çekmesi hedeflenmektedir. Yalnız bölgesel aydınlatma yapılması görsel konfor koşullarını sağlamamaktadır. Bu nedenle genel aydınlatmaya ek olarak bölgesel aydınlatma uygulanmalıdır (Sirel, 1993). Bölgesel aydınlatma vurgu, efekt ve yönlendirme amaçlarıyla uygulanmaktadır (Uluslan, 2012).

Şekil 3.1’de bir çalışma mekânındaki genel ve bölgesel yapay aydınlatmalar ifade edilmiştir. Tavan aydınlatması, tüm ortamı ışıklandırmayı hedef edinmekte, bir bölgeye veya noktaya odaklanmamaktadır. Ayrıca bu ışık kaynağından doğrudan ortama aktarılan ışık dolaysız, tavana çarpıp yansiyarak mekâna dağılan ışık ise dolaylı aydınlatma sağlamaktadır. Gün ışığı olan zamanlarda pencereler de genel aydınlatmaya destek olmaktadır. Masa üzerindeki aydınlatma elemanı ise yalnızca masa üzerinde konsantre olunması beklenen alanı ışıklandırmayı planlamaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma alanında genel ve bölgesel aydınlatma (URL-11).

Eğitim yapılarında genel aydınlatma olarak dolaylı aydınlatmalar tercih edilmektedir. Bu sayede ışığın tüm mekânda eşit dağılması ve parlamaların önlenmesi sağlanmaktadır. Genellikle özel çalışma alanlarında dikkat dağınıklığının önlenmesi ve detaylı çalışmalarda görsel algının ve konsantrasyonun kontrol edilebilmesi amacıyla vurgulu; koridor, merdiven gibi sirkülasyon alanlarında yönlendirme ve acil durum çıkışlarını gösterme amacıyla etkili bölgesel aydınlatmalara yer verilmektedir.

### 3.1.3. Doğal ve Yapay Işık Kaynakları

Işık üreten veya yayılımını sağlayan cihazlara ışık kaynakları denir. Doğal ve yapay olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Güneş, ateş, flüoresan ve ışık yayan radyoaktifler doğal aydınlatmalara; mum, kandil, gaz lambası ve elektrikli lambalar yapay aydınlatmalara örnek gösterilebilir.

Doğal aydınlatma; doğal ışıktan yararlanarak gerçekleştirilen aydınlatmadır. Işık şiddeti, yapay aydınlatmaya oranla yüksektir. Doğal ışık dağılımının coğrafya, iklim, çevresel ve yasal sınırlamalar gibi sebeplerle ihtiyaçları karşılayamadığı durumlarda yapay aydınlatmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Özsungur ve Öztop, 2019). Özellikle tüm gün kullanılan mekanlarda doğal aydınlatma tercih edilmesi hem aydınlatmada harcanacak enerjiyi azaltmakta, hem ısı kazancı sağlayarak ısı için harcanacak enerjiden tasarruf sağlamaktadır (Bayram ve diğ., 2019).

Üç temel doğal ışık kaynağı vardır:

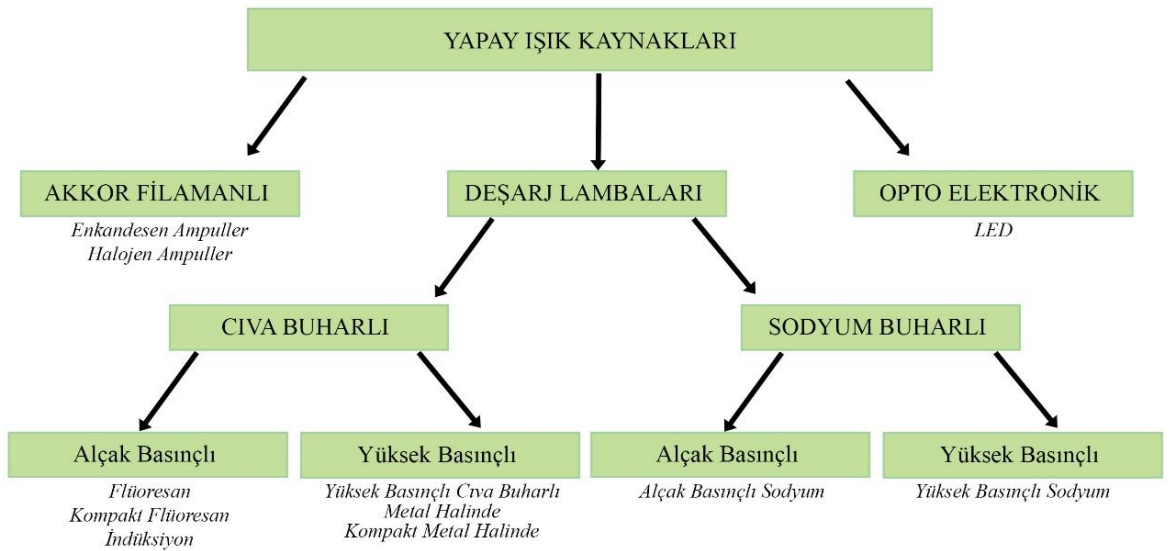
-Gündüz gökyüzünde dağılarak oluşan gün ışığı,

-Doğrudan güneşten gelen güneş ışığı,

-Doğal veya yapay ışıkların yüzeylerden yansması ile oluşan ışık (Ulusan, 2012).

Yapay ışık doğal yollarla kendiliğinden ortaya çıkmayan, genellikle elektrik enerjisinin dönüştürülmesi ile elde edilen ışıktır. Teknolojinin gelişmesiyle yapay aydınlatma için çok çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Başlıca yapay aydınlatma araçları lambalardır.

Aydınlık ihtiyacında enerji tasarrufu sağlanabilmesi ve görsel konforun sürdürülebilirliği için öncelikli olarak doğal aydınlatma, doğal ışığın yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatma tercih edilmelidir. Yapay aydınlatmalara ihtiyaç duyulmasının temel nedeni, mekân içinde ışığı dengeli dağılımının sağlanabilmesidir (Özşungur ve Öztıp, 2019). Şekil 3.2’de yapay ışık kaynakları sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.2. Yapay ışık kaynakları (Becerik, 2010).

Sürdürülebilir kalkınma kavramının öne çıkmasıyla mimari tasarımlarda gün ışığı kullanımı artmıştır. Binalarda gün ışığı kullanımına dair ilk örnekler düşey pencerelerdir. 17. ve 18. yüzyıllarda binaların iç bölümlerinde kalan mekânlara doğal ışık alınabilmesi amacıyla tepe ışıklıkları tasarlanmıştır. 19. yüzyılda öğrenme mekânlarında gün ışığı kullanımının incelendiği çalışmalar yapılmıştır. 1874 yılında yayınlanan *Okul Mimarisi: Okulların Planlanması, Tasarlanması, İnşası ve Tefrişi İle İlgili Pratik Açıklamalar* (School Architecture: Being Practical Remarks On The Planning, Designing, Building And Furnishing Of School Houses) adlı kitapta Edward Robert Robson, sınıf aydınlatmaları için standartlar oluşturmuştur. Örneğin; parlamalardan ve gölgelerden korunmak için pencere alanlarının zemin alanlarının yaklaşık %20'si kadar olması gerektiğini belirtmiştir (Djalilova ve Şahin, 2020).

#### **3.1.4. Işıklıklar**

Aydınlatma Sözlüğü'nde ışıklıklar, diğer deyişle aydınlatma aygıtları; "ışığın dağılımını düzenlemeye, süzmeye veya değiştirmeye yarayan, lambaları tutturucu, koruyucu tüm parçaları ve olası yan devreler ile şebeke bağlantısını sağlayan parçaları içeren aygıtlar" şeklinde tanımlanmıştır (Sirel, 2012).

Mekânın kullanım amacı, aydınlatma sistemi ve ışıklıkların seçiminde belirleyicidir. Ortam için belirlenmiş gerekli ışık miktarını sağlayacak aygıtların ve ışık kaynaklarının seçilmesi gerekmektedir. Bu seçimlerle birlikte aydınlatılacak düzleme bağlı olarak dolaylı, dolaysız, yarı dolaysız ve karma aydınlatma sağlanmalıdır (Becerik, 2010).

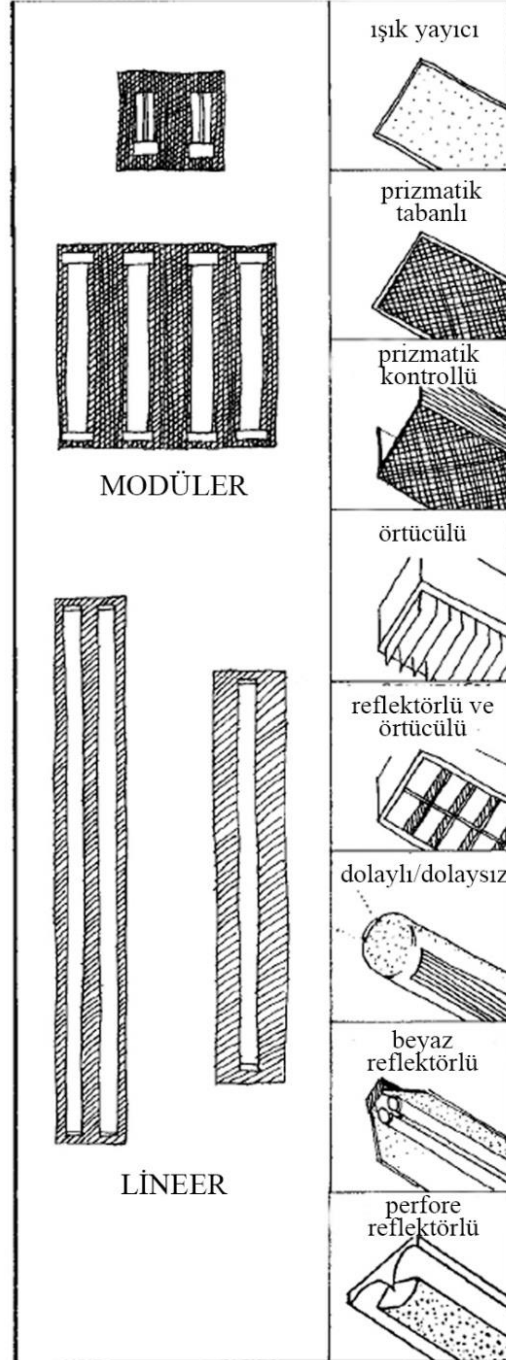
Bir ışıklıktan beklenen performanslar:

- Lambanın ışık dağılım eğrisini düzenlemek,
- Lambalar arası bağlantı kurulmasını sağlamak,
- Işık kaynaklarının stabil çalışma düzeyini koruyabilmesi için ortam sıcaklığının ayarlanması,
- Göz kamaşmasını belirli bir sınırdan koruması,
- Farklı ortamlarda lamba ve ek parçaları koruması,
- Kurulmuş ve bakımının ekonomik olması,

-Mekânsal estetiğe uyumlu olması,

-Etkin enerji kullanımının hedeflenmesi şeklinde sıralamak mümkündür (Uluslan, 2012).

Şekil 3.3'te yaygın kullanılan ışıklık türleri ifade edilmiştir.



Şekil 3.3. Işıklık çeşitleri (Kazanasmaz, 2015).

### 3.1.5. Aydınlatma Kontrolü

Aydınlatma kontrolü; yansıma miktarı, ışığın iletilmesi, göz kamaşmasının ve renk sıcaklığının kontrolüdür (Özsungur ve Öztop, 2019). Işık kontrolünün sağlanabilmesi için kullanılan aydınlatma elemanları, ürün tasarımı ve malzeme seçimleri önem kazanmaktadır. Doğru seçimler ile düşük enerji kullanımı ile yeterli ışık seviyesine ulaşılarak enerji tasarrufu sağlanmaktadır (Yılmaz ve diğ., 2019).

Aydınlatma kontrol sistemlerinin ilk kullanıldığı yıllarda hedef, konfor koşullarını sağlamaktı ve özellikle konutlarda kullanılmak üzere tasarlanıyordu. Günümüz koşullarında bina tasarımcıları ve kullanıcılarının en büyük endişesi enerji kullanımı ve tasarrufudur. Etkin enerji kullanımı hem kaynak tüketimi, hem ekonomi yönünden katkı sağlamaktadır. Doğru ve işlevsel bir aydınlatma kontrolü ile aydınlatma için harcanacak enerjiden tasarruf edilmesi amaçlanmaktadır.

Aydınlatma kontrol sistemleri; zamana ve ihtiyaca bağlı olarak aktif edilebilmelidir. Sistemin gün ışığına bağlı olarak aydınlatma sistemini devreye sokması ve ihtiyaç dışı enerji tüketimini önlemesi hedeflenmektedir. Günümüzde sistemsel arızaları haber vererek oluşabilecek tahribatları azaltabilen, diğer sistemlerle bağlantı kurarak ortak bir sistem üzerinden kontrol edilebilen yazılımlar geliştirilmiştir (Ulusan, 2012).

Aydınlatma kontrol sistemleri dört farklı prensip ile çalışmaktadır:

Hareket/varlık algısı ile,

Zaman programlaması ile,

Işık şiddetine göre,

Diğer sistemlerle kombine olarak (Alsat, 2011).

Elektronik aydınlatma sistemlerinin yanı sıra manuel olarak kullanıcıların direkt sistem elemanından veya cep telefonu gibi akıllı cihazlarla sistemle bağlantı kurularak kontrol edilmesi sağlanmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Manuel aydınlatma kontrol sistem elemanı (URL-13).

Aydınlatma kontrol sistemleri, enerji tasarrufu için yalnız başına yeterli gelmemektedir. Ek olarak aydınlatma için kullanılacak enerjinin kontrol edilebilmesi yapay aydınlatma sistemlerinde kullanılan lambaların etkinliği de önem taşımaktadır. Bununla birlikte mekânsal işleve uygun aydınlatma türü ve lambaların konumlarının doğru belirlenmesi gerekmektedir.

### 3.2. EĞİTİM YAPILARINDA KULLANICILARIN AYDINLATMA İHTİYACI

Le Corbusier, mekânı ışığın ve güneşin doldurulduğu bir kap ve insanlar için yaşam makineleri olarak tanımlamaktadır. Bu ifadeyle Le Corbusier ışığın mimari mekâna psikolojik ve duygusal bir anlam yüklediğini ifade etmiştir (Niesewand, 1999). Işık kaynağı, mekâna taşınması ve yayılımı, ışık miktarı insanların mekân algısıyla birlikte fizyolojik ve psikolojik sağlığını da etkilemektedir.

İç mekânlarda kullanılan yapay aydınlatma sisteminden elde edilen ışığın özellikleri her zaman aynı olduğundan değişken gün ışığı ile uyum sağlayamaz ve insan vücudunun ihtiyaçlarını karşılayamaz. Bu sebeple insanlar, günlük rutinlerini oluşturan ve aydınlık-karanlık algısıyla oluşan sirkadiyen ritimlerinde olumsuzluklarla karşılaşabilmektedir. Olumsuz durumların önlenmesi için gün ışığının ve farklı dalga boylarındaki ışıkların insanlar üzerindeki etkileri belirlenerek kullanıcı ihtiyaçlarına uygun akıllı aydınlatma sistemleri geliştirilmektedir (Memiş ve Ekren, 2019).

### 3.2.1. Işığın Öğrenciler Üzerindeki Etkisi

Öğrenme, bireyin çevresindeki olayları, durumları ve kendisine anlatılanları algılaması yoluyla gerçekleşen bir eylemdir. Bir eylemin gerçekleşebilmesi için gerekli asgari algılamanın %80'i göz vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Öncer, 2000).

Görme duyusu, farklı aydınlatma koşullarına uyum sağlama açısından yeteneklidir. Ancak bununla birlikte görsel yanılgılar da oluşabilmektedir (Ersoy ve Ersoy, 2007). Oluşan yanılgılar, öğrenme eyleminin yerine getirilmesine engel olmaktadır. Bilgi aktarımının ve algılamanın yanlış olması, öğrencinin hafızasında yanlış yer edinmesine ve hayatına yanlış uygulamasına yol açmaktadır.

Göz kamaşması, aydınlatmanın olumsuz etkilerinden biridir. Bir bölgenin gerektiğinden fazla ışık alması veya bir yüzeyin ışığı yüksek oranda yansıtması ile oluşmaktadır. Kamaşmalar ise dikkat dağınıklığına yol açmakta ve algılama oranını azaltmaktadır. Aşırı parlaklık nedeniyle oluşan kamaşmaya bağlı görüş bozuklukları özellikle çocuklar için hareketli eylemlerde kaza ve yaralanmalara yol açmaktadır. Doğru aydınlatma sistemi tercihleri ile mekânın her noktasında ışık düzeyi aynı seviyede tutularak göz yanılgıları ve kamaşmalar önlenebilir.

Çeşitli işlevler için mekânlarda olması gereken aydınlık düzeyi değerleri üzerine farklı çalışmalar yapılmış ve standartlar oluşturulmuş. Farklı ülkeler için yapılan çalışmalarda okuma işlevi için getirilen standartlar ortalaması 500 lx civarındadır (Erdem ve Enarun, 2007).

Aşırı ışık seviyesi gibi ışık titreşimi ve ışığın yetersizliği de olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Işığın titreşmesi, genellikle flüoresan lambalarda ışığın belirli aralıklarla yanıp sönmeye şeklinde gerçekleşir. Dikkat dağınıklığı, göz yorgunluğu ve psikolojik rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Işık yetersizliği ise hareketli eylemlerin yapıldığı sınıflarda ve merdiven gibi riskli sirkülasyon alanlarında kazalara yol açmaktadır (Özsungur ve Öztop, 2019).

Sınıflarda gün ışığından maksimum derecede yararlanılması, enerji tasarrufunun yanında öğrenci ve öğretmenlerin verimliliğini artırmaktadır. Mekânsal yetersizlikler nedeniyle penceresiz odaların derslik ve atölye olarak dönüştürülmesi ders için olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Yalçınkaya, 2012).

Aydınlatma sisteminde tercih edilen aygıtların ışığın yanında ürettiği ses ve ısı mekân kullanıcıları üzerinde etkili olmaktadır. Özellikle kütüphaneler gibi sessiz çalışma ortamlarında aydınlatma sisteminin oluşturduğu ses dikkat dağınıklığı, psikolojik rahatsızlıklar ve bunlara bağlı baş ağrısına neden olabilmektedir.

### **3.2.2. Işığın Eğitimciler Üzerindeki Etkisi**

Aydınlık seviyesi, performans ve görsel konforu etkileyen başlıca faktörlerden biridir. Yapılan çalışmalarda ışık düzeyinin ruh hali, görsel algı performansı, memnuniyet, sağlık ve güvenlik hissini yüksek derecede; iş performansı ve sosyal ilişkileri ise orta derecede etkilediği gözlemlenmiştir (Erdem ve Enarun, 2007).

Aşırı ışık nedeniyle oluşan kamaşma ve parlamalar eğitimciler üzerinde de öğrencilerle benzer durumlara sebep olmaktadır. Kamaşma, gözlerde yorgunluk ve hatta ileri derecelerde ağrılara sebep olmaktadır. Bu durum da eğitimcinin çalışma verimini, dolayısıyla ders kalitesini düşürmektedir (Ersoy ve Ersoy, 2007).

Yetersiz ışık ve ışık titreşmesi, eğitimcilerde de öğrencilerdeki gibi dikkat dağınıklığı, yorgunluk hissi, ağrı ve psikolojik rahatsızlıklara neden olmaktadır. Ek olarak aşırı veya yetersiz ışık seviyesi, eğitimcinin görüş açısını daraltarak sınıfın tamamında hâkimiyet kurmasını önlemektedir. Doğru ve dengeli aydınlatma ise öğrenci ve öğretmen arasındaki görsel iletişimi kuvvetlendirerek eğitim kalitesine katkı sağlamaktadır.

Aydınlatma tercihleri bireyden bireye farklılık göstermektedir. Bu nedenle aydınlatma çalışmalarında objektif değerlendirmeler yeterli değildir. Kullanıcıların özel beklentileri de dikkate alınmalıdır.

### **3.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA İHTİYACI**

Okul ve sınıflar, öğrenmeye katkı sağlamak amacıyla iyi bir aydınlatma sistemine ihtiyaç duyarlar. İyi aydınlatma, algılamaya destek olmanın yanında öğrencilerin kendilerini güvende hissetmelerini sağlamaktadır.

Eğitim yapıları tasarımları için oluşturulan tasarım kılavuzlarında ülkenin eğitim sistemi ve yönetmeliklere uygun, enerji etkin sistemlere sahip okulların

üretilmesi ve mevcut eğitim binaların da bu şartlara uygun hale getirilmesi amaçlanmaktadır (Çelik ve Ünver, 2019). Aydınlatma, eğitim yapıları içinde harcanan elektrik enerjisinin %30'luk dilimini kapsamaktadır. Bu bağlamda öncelik öğrenci ve öğretmenlerin aydınlatma ihtiyaçlarının karşılanması, ikincil amaç ise enerji tasarrufudur.

### **3.3.1. Enerji Etkin Aydınlatmada Temel İlkeler**

Yapılarda sürdürülebilir aydınlatma, ön tasarım aşamasından başlayarak görsel, enerji kullanımı ve çevresel performansların değerlendirilmesi ile mümkündür. Etkin enerjili aydınlatma; teknolojik gelişmelerin takip edilmesi ve uygulanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi ve görsel performansın sekteye uğratılmaması olarak açıklanabilir (Çelik ve Ünver, 2019).

Öğrenme mekânlarında görsel konforun artırılması ve performansın yükseltilmesi için gün ışığı kullanımı büyük önem taşımaktadır. Doğal ışık kullanılan ortamlarda bireylerin psikolojik sorunlardan uzaklaştığı ve eylemlerinden zevk aldığı gözlemlenmiştir. Özellikle eğitim yapıları gibi uzun süreli kullanılan yapılarda doğal aydınlatma kullanılması, hem doğal ısı kazancı sağlamakta hem de aydınlatma için harcanacak enerjiden tasarruf etmektedir (Bayram ve diğ., 2020).

Doğal aydınlatma, güneşin konumu, mevsimsel hareketler ve gökyüzünün bulutluluk oranına göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan sabit aydınlık düzeyi için dersliklerde düzgün dağılımı sağlayacak aydınlatma sistemleri oluşturulmalıdır (Onak ve Yıldırım, 2020). Bu sistemler gün ışığı ile uyumlu çalışmaktadır. Işıklıkların konumları, yaydıkları ışık miktarı ve gücü önem taşımaktadır. Örneğin; fazla doğal ışık alan cephelerde bulunan dersliklerde pencere yakınlarındaki bölümler, dersliğin iç kısımlarına oranla daha az yapay ışık desteğine ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle iç kısımlardaki aygıtların yaydığı ışık miktarının fazla olması gerekmektedir.

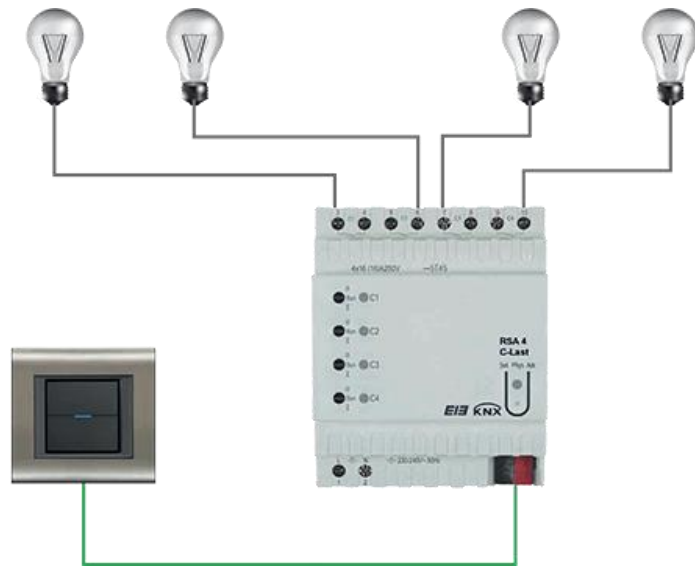
Sınıf içinde öğrencilerin aydınlatma ihtiyaçları benzerlik göstermektedir. Bu nedenle eşit dağılmış genel aydınlatma sistemi tercih edilmesi gerekmektedir. Derslikler, açık ofisler, spor salonları gibi geniş ve her noktasında eşdeğer eylemler

yapılması planlanan mekânlarda düzgün dağılmış bir aydınlık ihtiyacı oluşmaktadır (Kayakuş, 2018).

Öğrenme mekânlarında LED (Light Emitting Diode) aydınlatma sistemlerinin tercihi, enerji etkin aydınlatma sağlarken, bakım maliyetlerinin düşük olması sayesinde kaynakların ve ekonominin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Ayrıca LED aydınlatma sistemleri mekânın tümünde eşit aydınlık seviyesini sağlayarak gölgelenmeyi azaltmakta ve görünürlüğü artırmaktadır (Yılmaz, 2018).

Sınıfların yapay aydınlatma sistemleri dolaylı veya yarı dolaylı olarak tasarlanmış ise tavanlar da ışığı yansıtarak aydınlatmaya destek olmaktadır. Bu nedenle tavanların ışık yansıtıcılık oranının %70 veya üzerinde olması, enerji tasarrufu sağlamaktadır. Yüzeylerin yansıtıcılık oranının yükseltilmesi rengine bağlıdır ve tavanlarda beyaz ve yakın renkler kullanılması gerekmektedir (Uluslan ve Fitöz, 2017).

Son dönemlerde sınıflarda sıkça kullanılan projeksiyon sistemleri ve akıllı tahtalar da ışık yaymaktadır. Bu nedenle fazla ışık oluşumunu ve olumsuz etkilerini önlemek için kontrol sistemleri de sisteme dâhil edilmiştir. Kontrol sistemi ile ihtiyaç fazlası aydınlatma aygıtlarının çalışması durdurulabilmekte veya gerekli ışığı karşılayacak düzeye indirilebilmektedir (Yılmaz, 2018). Şekil 3.5'te tungsten ve halojen lambalar için kullanılabilen otomasyon anahtarı ve kontrol modülünden oluşan elektronik aydınlatma kontrol sistemi şematize edilmiştir.



Şekil 3.5. Elektronik aydınlatma sistemi (URL-12).

### 3.3.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Görsel Konfor ve Mekân Aydınlatması İhtiyaçları

Eğitim yapılarının en çok kullanılan ve en önemli bölümü olan sınıflar, bireyleri çocukluktan başlayarak uzun yıllar vakitlerinin büyük bölümünü geçirdikleri yerlerdir. Öğrenciler için, işlenecek dersin ve yapılacak aktivitenin özelliğine göre fiziken ve psikolojik olarak yorulmadan akademik performansın artırılması, mekânsal hoşnutluğun sağlanması amacıyla uygun fiziki ortam gerekmektedir. Görsel konforun sağlanmasında pencere boyutları, mekânın yönelim aksı ve ışık engelleyiciler gibi parametrelerin göz önüne alınması gerekmektedir.

Öğrenme mekânları içerisinde aydınlatmadan kaynaklanan kamaşmanın önlenmesi için, ışık kaynaklarının parıltı değeri azaltılmalı, ışık kaynağının gözle görülen kısmı genişletilmeli veya panjurlama gibi tekniklerle optik kontrol sağlanmalıdır (Uluslan ve Fitöz, 2017).

Birçok ülkede eğitim yapılarında uyulması gereken kriterler tasarım kılavuzları ile standart ve yönetmeliklere dönüşmüştür. Ülkemizde öğrenme mekânlarında bulunması gereken aydınlatma koşulları, 2013 yılında yürürlüğe giren “TS EN 12464-1: Işık ve Işıklandırma İş Mahallerinin Aydınlatılması-Bölüm 1: Kapalı Alandaki İş Mahalleri” standardı ile resmileşmiştir. Tablo 3.1’de standart olarak belirlenen minimum aydınlatma ihtiyaçları belirtilmiştir (Çelik ve Ünver, 2019).

Aydınlık düzeylerinin yanında öğrenme mekânları için kamaşma indisi 19, renksel geriverim katsayısı 80 CRI olarak belirlenmiştir. Yansıtıcılık oranları ise; zemin için %30-50, yazı tahtası için minimum %20, sıralar için %30-50, duvar ve pencereler için %40-60 ve tavan için %70-90 olarak sağlandığında ideal aydınlatma elde edilmiş olur (Küçükdoğu, 2007).

Mimari Fonksiyon	Aydınlık Düzeyi (lx)
Sınıflar	300
Akşam okulu-sınıflar	500
Konferans salonu	500
Sunum panosu	500
Sanat atölyesi	500
Teknik çizim atölyesi	750
El sanatları atölyesi	500
Müzik salonu	300
Bilgisayar laboratuvarı	300
Dil laboratuvarı	300
Giriş holü	200
Sirkülasyon alanları ve koridor	100
Merdiven	150
Toplantı salonu	200
Öğretmenler odası	300
Kütüphane	500
Kitap rafları	200
Depo	100
Spor salonu	300
Kantin/kafeterya	200
Mutfak	500

Tablo 3.1. Eğitim yapılarında mekânsal aydınlatma ihtiyaçları (TS EN 12464-1,2013).

Mimari ve aydınlatma ihtiyaçları, başarılı şekilde karşılanan mekânlar öğrenci ve öğretmenler üzerinde olumlu izlenimler bırakarak memnuniyet hissi yaratmakta ve motivasyonu yükselterek çalışma verimini artırmaktadır.

Görsel konfor ihtiyaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Doğal ve yapay aydınlatma

-Aydınlık seviyesi,

-Onaylanabilir parlılık ve gölge karşıtlığı,

-Uygun renk seçimi.

- Güneş ışığı ihtiyacı
- Hacim ve yüzeylerin görünmesi

- Dış ortamla görsel bağlantı

-İç mekândan dışarının görülmesi,

-Dışarıdan içerinin görülmesinin engellenmesi ve mahremiyet,

-İç ve dış mekânlar arası bağlantı elemanı olan saydam yüzeylerin ışık kırılmasını engellemesi (Uluslan ve Fitöz, 2017).

Gerekli görsel konfor koşulları sağlanmadığında öğrencilerde yanlış algılama, anlama zorluğu, dikkat dağınıklığı, bulanık görme, yorgunluk, göz kuruması veya yaşarması, sinirlilik, baş ağrısı gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Bayram ve diğ., 2020).

### 3.3.2.1. Derslik Alanları

Derslikler, eğitim yapılarının ana fonksiyonu olan öğrenmenin gerçekleştiği ve en fazla vakit geçirilen mekândır. Eğitim yapılarının ana mekânları olarak kabul edilebilir. Bu bağlamda verimliliği etkileyecek faktörler olan ışık, ses, koku, nem gibi kriterlerin değerlendirilmesi öncelikli olan bölümlerdir.

Türkiye’de kabul gören standart TS EN 12464-1’e göre sınıflar için;

-Aydınlık düzeyi; genel kullanım sınıfları için 300 lx, yazı tahtası ve sunum panolarının bulunduğu bölümler için 500 lx, akşam ve yetişkin derslikleri için 500 lx, teknik resim sınıfları için 750 lx olarak,

-Kamaşma indisi 19 olarak,

-Renksel geriverim katsayısı 80 CRI olarak,

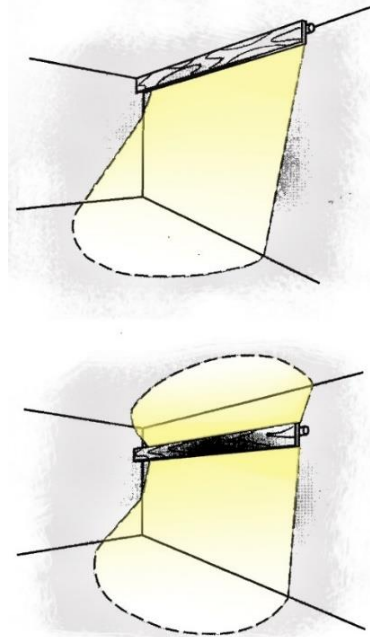
-Yansıtıcılık oranları; zemin için %30-50, yazı tahtası için %20, sıralar için %30-50, duvar ve pencereler için %40-60, tavan için %70-90 olarak belirlenmiştir (TS EN 12464-1, 2013).

Derslik iç duvarları, üzerine monte edilen eşya ve mobilya ekipmanlarıyla birlikte %40-60 arası ışık yansıtıcılığı sağlayan mat yüzeyler olarak tasarlanmalıdır. Yarı dolaylı veya dolaylı yapay aydınlatma aygıtlarının kullanım durumunda tavan, ışığı yansıtarak ikincil bir ışık kaynağı görevi üstlenmektedir. Bu nedenle tavanlar için

ışık yansıtıcılığı minimum %70, zemin için de maksimum %50 olarak belirlenmiştir. (Uluslan, 2012).

Sınıflarda öğrenciler tarafından en sık gerçekleştirilen eylem okuma-yazmadır ve aydınlatma tasarımında değerlendirilmesi gereken en önemli unsurdur. Yazma, yakın mesafeli ve yatay düzlemin aydınlatılmasıyla sağlanırken; okuma eylemi, özellikle yazı tahtasının okunması ve görülebilir olması düşey düzlemin aydınlık seviyesi ile gerçekleşmektedir. Öğrencilerin, sınıf içi konumlarından hem yatay hem düşey düzlemleri algılaması ve gözün bu geçişe uyum sağlaması gerekmektedir (Kayakuş, 2018).

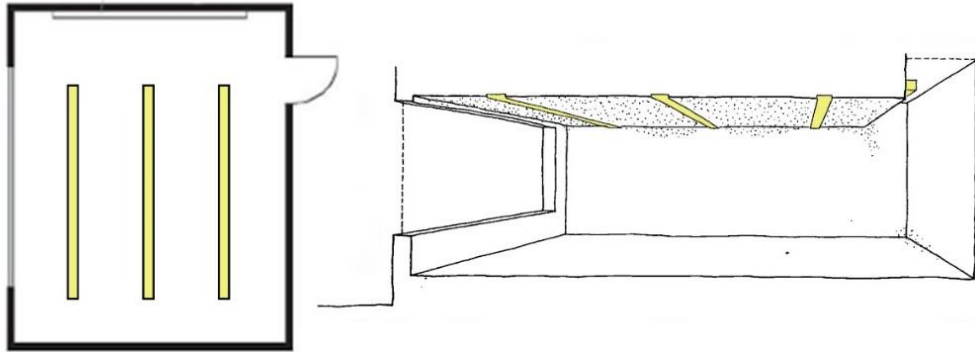
Son yıllarda yaygınlaşmakta olan esnek öğrenim ile sınıf içinde sabit oturma ve çalışma düzeni yerine, çeşitli aktivite ve çalışma yöntemlerine olanak sağlayan esnek çözümler üretilmiştir. Grup çalışmaları, bireysel çalışmalar ve ders sunumları gibi farklı durumlar için aydınlatma sisteminin de uyum sağlaması beklentisi oluşmaktadır. Genel anlamda yüzeylerin homojen aydınlatıldığı ışık düzeni idealdir. Ancak sunum yapılan yazı tahtası gibi yüzeylerin, genel aydınlatma sistemine ek olarak ihtiyaç halinde aktif edilip kapanabilen aygıtlarla aydınlatılması önerilmektedir (URL-14). Şekil 3.6'da benzer düşey elemanların aydınlatılmasında kullanılabilecek bölgesel aydınlatma görselleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Düşey düzlemler için bölgesel aydınlatma (Kazanasmaz, 2015).

Sınıflarda görsel algı ihtiyaçlarının yanında parlaklık ve kamaşma hususlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Parlaklık ve kamaşma etkisi, öğrencilerin algısını azalttığı gibi göz yorgunluğu ve baş ağrısı, ayrıca bunlara bağlı psikolojik yorgunlukları da beraberinde getirmektedir. Bu durum öğrenme aktivitesini olumsuz etkilemekte, verimliliği azaltmaktadır (Yılmaz, 2018). Asgari çalışma ortamı ihtiyaçları sağlanırken maksimum ölçüde güneş ışığı kullanılmalıdır. Doğal ışığın varlığı, insanlar üzerinde psikolojik rahatlık sağlayarak çalışma verimini yükseltmektedir (Kayakuş, 2018). Aşırı gün ışığına bağlı kamaşmanın önlenmesi için güneş kontrol panelleri ve gölgeleme elemanları kullanmak gereklidir. Yapay aydınlatmalarda ise kamaşma indisine yakın parlaklık değerlerindeki ışıklıklar tercih edilmelidir (Uluslan, 2012).

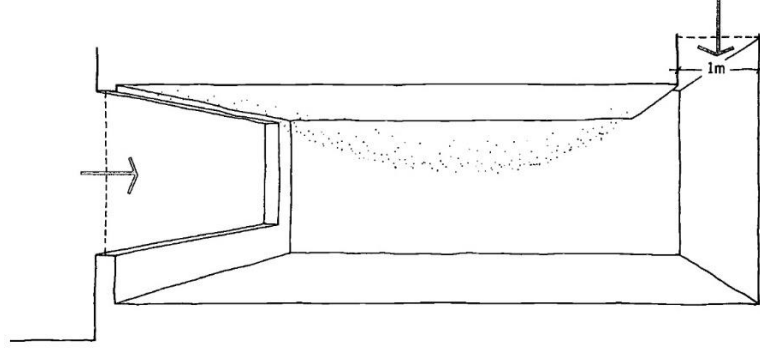
Sınıf içinde kamaşmanın önlenmesi ve homojen ışık dağılımının sağlanabilmesi amacıyla aydınlatma aygıtlarının öğrencilerin bakış yönüne paralel yerleştirilmesi önerilmektedir. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) tarafından belirlenen fizyolojik ve psikolojik konfor koşullarına uygun bir derslik şeması Şekil 3.7’de verilmiştir (Uluslan ve Fitöz, 2017).



Şekil 3.7. İdeal sınıf aydınlatma düzeni (Uluslan ve Fitöz, 2017; Loe ve diğ., 1999).

Gün ışığı kullanılırken pencere boyutları, cephe yönelimi ve mevsimsel faktörler yeterli ışık alımında etkili olmaktadır. Tüm koşullar sağlandığında yeterli ve fazla ışık alınmıyorsa gölgeleme ve perdeleme elemanları ile aydınlık seviyesi ihtiyaca uygun düzenlenebilmektedir. Ancak derin mekanlar için pencerelerden, sınıfın karşı

yüzeyine yeterli ışık ulaşmamakta ve sınıf içinde ışık dengesi sağlanamamaktadır. Bu gibi durumlarda Şekil 3.8’de gösterildiği gibi oturma düzenine paralel çatı ışıklığı veya yapay aydınlatma aygıtı yerleştirilmesi önerilmektedir.



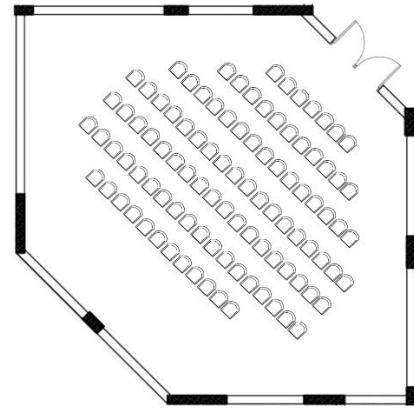
Şekil 3.8. Gün ışığı dağılımının homojen sağlanabilmesi amacıyla yerleştirilen çatı ışıklığı (Loe ve diğ., 1999).

### 3.3.2.2. Çok Amaçlı Odalar ve Salonlar

Çok amaçlı salonlar; toplantı, konferans gibi sunum yoluyla veya birebir görüşmelerin gerçekleştirildiği mekânlardır. Genel anlamda mekân aydınlatması tasarımında öncelik verilmesi gereken konu dikkatin toplanması ve aydınlatma sisteminin değişen etkinliklere uyum sağlayabilmesidir. Şekil 3.9’da Doğu Akdeniz Üniversitesi Salmis Salonu, tiyatro düzeni planı ve çeşitli varyasyonlarda kullanım kapasiteleri ifade edilmiştir.



Şema				
Düzen	Tiyatro	Sınıf	Toplantı	U
Kapasite	100	48	48	50



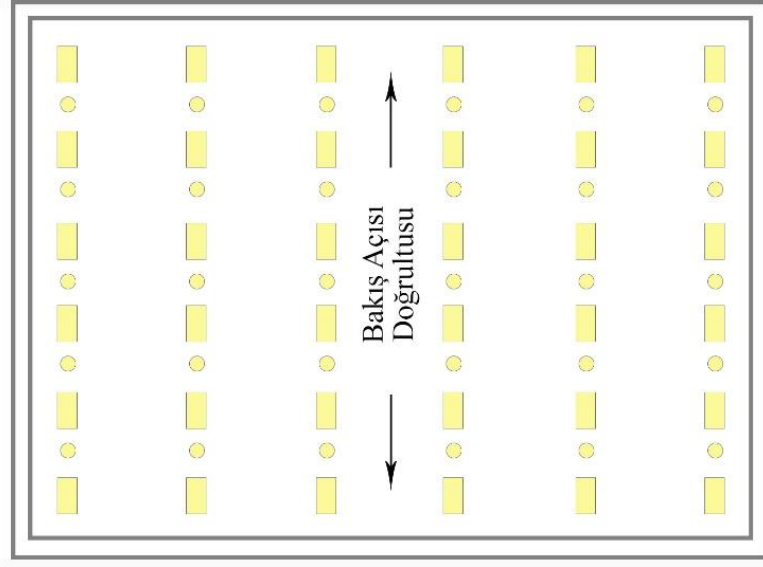
Şekil 3.9. Doğu Akdeniz Üniversitesi Salmis Çok Amaçlı Salonu (URL-15).

Çok amaçlı salonlarda aydınlatma kontrol sistemleri ile çeşitli kullanımlar için esnek bir aydınlatma sağlanmaktadır. Salon içerisinde sunumun yanında not alma, toplantı düzeninde karşılıklı sohbet gibi aktiviteler gerçekleşmekte ve her aktiviteye aydınlatma senaryosunun uyumuna ihtiyaç duyulmaktadır (Yılmaz, 2018).

Çok amaçlı salonlar genellikle penceresiz ve doğal ışık almayan, rampa veya basamaklı zemine sahip alanlardır. Film gösterimi gibi genel aydınlatma sisteminin devre dışı bırakılması gereken durumlar için güvenlik aydınlatması önem kazanmaktadır. Koridor, basamak, çıkış yönleri etkili bölgesel aydınlatma ile algılanabilmeli, güvenli hareket alanları oluşturulmalıdır. Ayrıca acil durumlar için aydınlatma sisteminin kolayca aktif edilebilmesi ve salonun hızlı tahliyesi sağlanmalıdır (URL-14).

TS EN 12464-1 standardına göre konferans salonu, oditoryum ve amfi gibi sunum amaçlı kullanılacak mekanlar için aydınlık seviyesi 500 lx; öğretmenler odası, toplantı odası gibi okuma, yazma, karşılıklı iletişim kurulması hedeflenen mekanlar için aydınlık seviyesi 300 lx olarak belirlenmiştir. Bu mekânların tamamı için kamaşma indisi 19, renksel geriverim indeksi 80 CRI olarak belirlenmiştir (TS EN 12464-1, 2013).

Çok amaçlı salonlar ve konferans salonlarında ışık kaynakları sınıflarda olduğu gibi izleyicilerin bakış açısı doğrultusunda yerleştirilmelidir. Ancak sınıflardan farklı olarak doğrusal yapıda, geniş yüzeyli aydınlatmalar yerine spot gibi dar yüzeyli, çok sayıda aydınlatma yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir (Şekil 3.10). Ayrıca hareketli ışık kaynakları kullanıldığında ışığın yönlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bu sayede ışığın kontrolü daha kolay sağlanmaktadır.



Şekil 3.10. Çok amaçlı salonlar için ışıklık düzeni önerisi (Uluslan, 2012).

### 3.3.2.3. Kütüphane Mekânları

Kütüphane alanlarında aydınlatma sistemi; genel ortam aydınlatması, dikey kitaplıkların aydınlatılması, çalışma alanlarının aydınlatılması ve dolaşım alanlarının aydınlatılması gibi çeşitli işlevlerin yerine getirilmesine uygun olarak koordine edilmelidir (Loe ve diğ., 1999).

Kütüphaneler, öğrencilerin sınıf dışında öğrenme eylemini en yoğun gerçekleştirdiği ve en uzun vakit geçirilen alanlardan biridir. Bu bağlamda sınıflar gibi kullanıcıların ve mekânın verimliliği görsel algı kalitesine bağlıdır.

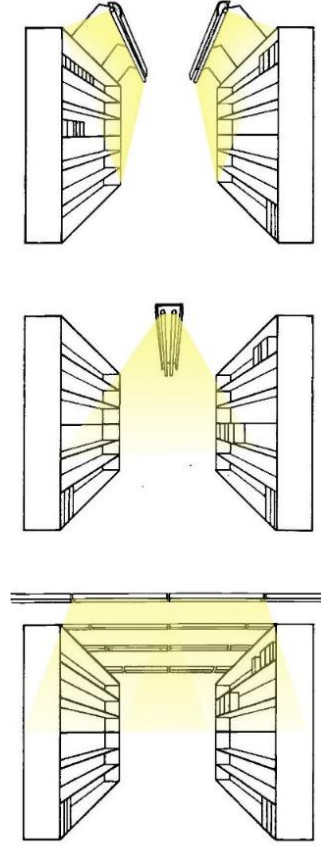
Mekân içerisinde hem etkin enerji kullanımı hem de görsel konfor açısından doğal aydınlık ortamı oluşturulmalıdır. En çok ışık alması gereken bölüm okuma ve çalışma salonudur. Bu kısımlarda gözü yormayan bir ışık kaynağı kullanılarak genel ve bölgesel aydınlatma sağlanmalıdır (Şekil 3.11) (Kuru ve Türkyılmaz, 2019).



Şekil 3.11. Galatasaray Üniversitesi Suna Kıraç Kütüphanesi okuma alanı bölgesel aydınlatma armatürleri (Çevik, 2015).

Tavana bağlı aydınlatma armatürlerinin sağladığı ışık, okuma alanları için yeterli olabilir, ancak ışığın dağılımından dolayı kitap koleksiyonunun bulunduğu bölümlerde alt raflarda aydınlık seviyesinin düşük olması nedeniyle dikey kitaplıklarda kullanılması doğru değildir. Dikey formdaki kitaplıkların aydınlatılmasında asimetrik ışık dağılımına sahip armatürler tercih edilmelidir. Ayrıca alt raflar için daha fazla aydınlatma, açık renkli bir zemin kaplaması kullanılarak yansıyan ışıktan sağlanabilir. Kitaplık konumlarının değişmesi durumu var ise, doğrudan kitap yığınlarıyla ilişkili bir aydınlatma yerine kitap yığınlarının doğrultusuna dik konumlandırılmış sürekli bir aydınlatma hattı kullanılması önerilmektedir (Şekil 3.12) (Loe ve diğ., 1999).

TS EN 12464-1 standardına göre okuma ve çalışma alanları ile kitap alım masasının aydınlık seviyesi 500 lx, kitap koleksiyonlarının bulunduğu raflarda aydınlık seviyesi 200 lx olmalıdır. Tüm alanlar için renksel geriverim indeksi 80 CRI, kamaşma indisi 19 olarak belirlenmiştir (2013).



Şekil 3.12. Kütüphane için önerilen armatür konumları (Loe ve diğ., 1999).

Özellikle kalabalık kullanıcı grubuna sahip kütüphanelerde acil durum aydınlatması unutulmamalı, kaçış yolları ve rotaları acil aydınlatma aygıtları ile gösterilmelidir. Kullanılacak acil aydınlatma kitlerinin, elektrik kesintisi durumunda da güvenliği sağlaması gerekmektedir (Yılmaz, 2018).

#### 3.3.2.4. Koridorlar ve Merdivenler

Sirkülasyon alanları olarak adlandırılan mekânlar, kullanıcıları okulun ana girişinden başlayarak farklı yönlere ve belirli alanlara ulaştırmaktadır. Bina planına hakim olmayan kullanıcıların bile yönlerini kolay ve güvenli bir şekilde bulması hedeflenmektedir. Rotaların kolay bulunabilmesi amacıyla görsel uyarıcılara yer verilmesi, kaçış yollarına erişimler için de acil durum aydınlatması gerekmektedir (Loe ve diğ., 1999).

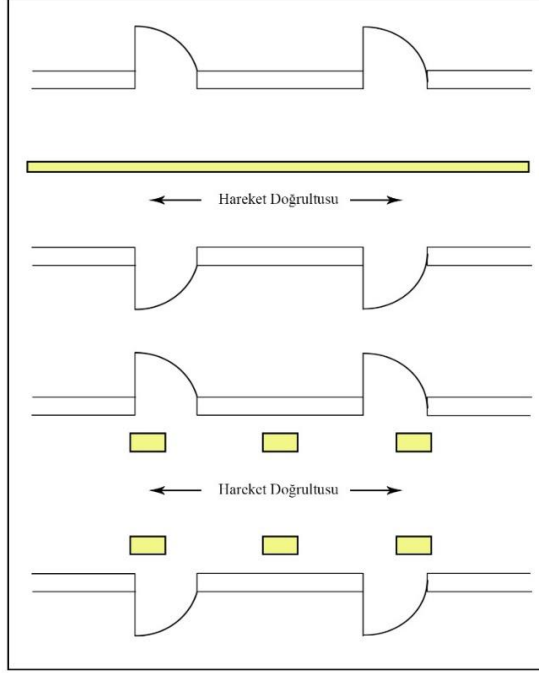
Koridorlar, genelde gün ışığından mahrum bölümlerdir. Bu nedenle gündüz de yapay aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanım yoğunluğunun azaldığı gece saatlerinde aydınlatmanın güvenlik nedeniyle tamamen kapanması yerine 20 lx'e kadar düşürülmesi tavsiye edilmektedir (Yılmaz, 2018). Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için koridor aydınlatma aygıtları seçilirken ışık seviyesi ayarlanabilir olanlar tercih edilmelidir.

Dolaplarla kaplı koridorlar, sadece geçiş işlevi için kullanılanlara oranla daha yüksek tavanları gerektirir. Ayrıca koridorlarda kullanılan pano, monitör gibi elemanlar ile güvenlik personelinin konumlandığı noktalarda ekstra aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 3.13) (Kesten, 2006).



Şekil 3.13. Eğitim yapılarında koridor aydınlatma örnekleri (URL-16; URL-17).

Koridorlarda yetersiz aydınlatma, tünel etkisi ve karanlık noktalar oluşturarak kişiler üzerinde olumsuz psikolojik etki yaratmaktadır. Doğru aydınlatılmış koridorlarda ise mekanın geniş görünmesi sağlanarak sirkülasyon hız kazanmaktadır (URL-14). Koridorlarda aydınlatma düzeni, hareket doğrultusunda olmalıdır. Bu sayede aydınlatmanın yanında yönlendirmeyi de sağlamış olmaktadır (Şekil 3.14) (Uluslan, 2012).



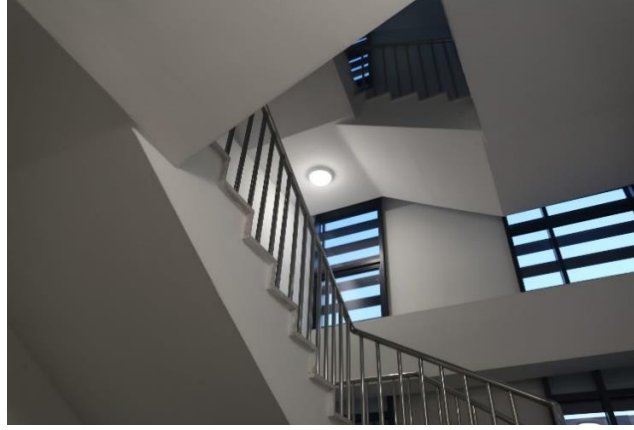
Şekil 3.14. Koridorlarda armatürlerin yerleşim düzeni (Loe ve diğ., 1999).

Merdivenlerde aydınlık seviyesinin düzenlenmesi güvenlik için son derece önemlidir. Basamaklarda karanlık nokta ve gölge oluşması sonucu doğru görsel algı oluşmaması güvenlik problemleri doğurmaktadır. Bu problemlerin oluşmaması için keskin ve sert gölgeler oluşturmayan ve kamaşmaya neden olmayacak aydınlatmalar idealdir.

Son dönemlerde sirkülasyon alanlarının aydınlatılmasında manuel olarak aktif edilen aydınlatma sistemleri yerine hareket, ses, varlık sensörleri ile çalışan sistemler kullanılmaktadır. Sensörler sayesinde sadece mekân kullanılırken sistem aktive olur. Bu sayede hem gerektiğinde ihtiyaç duyulan aydınlatma sağlanmış, hem de boşa enerji harcanması önlenmiş olur (Yılmaz, 2018).

Programlanan merdiven ve koridor aydınlatmaları, sınıf değişiklikleri ile koordine edilmelidir. Ayrıca sirkülasyon alanlarının aydınlatma sistemleri, acil durum alarmları ile aktif hale gelmelidir. Bu sayede kaçış anında oluşacak kazaların önlenmesi sağlanabilir (Kesten, 2006).

Merdivenleri aydınlatan armatürlerinin konumları belirlenirken bakım yapılması gerektiğinde kolay ulaşılabilir noktaların seçilmesi gerekmektedir. Merdiven sahanlıkları bu durum için iyi tercihler olmaktadır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Sakarya Bahçeşehir Koleji merdiven aydınlatması (URL-18).

TS EN 12464-1 standardında, eğitim yapıları için aydınlık seviyeleri giriş hollerinde 200 lx, koridorlar için 100 lx, merdivenler için 150 lx olarak belirlenmiştir. Kamaşma indisi giriş salonu için 22, koridor ve merdivenler için 25 olarak; renksel geriverim indeksi tümü için 80 CRI olarak belirtilmiştir (TS EN 12464-1, 2013).

#### 3.3.2.5. Laboratuvarlar ve Atölye Alanları

Gözlem ve tecrübe yoluyla kazanılan bilgi ve hünerlerin, öğrenme üzerindeki pozitif etkisini doğru aydınlatma ve ışık ile artırmak mümkündür. Doğru kurgulanmış aydınlatma sistemleri, algıyı güçlendirmenin yanında yaratıcılık ve üreticiliği desteklemektedir.

İlkokullar için laboratuvar ve atölyelerde gerçekleştirilen aktiviteler genellikle genel öğretim faaliyetlerinin içinde yer almaktadır ve dersliklerdeki aydınlatma koşulları yeterli olmaktadır. Ancak olağandışı durumlar tasarım aşamasında değerlendirilmelidir. Ortaöğretim, lise ve yükseköğretim laboratuvarları daha detaylı okuma ve gözlemlerin gerçekleştirildiği alanlardır (Loe ve diğ., 1999).

Fen bilimleri laboratuvarlarında detayların net olarak algılanabilmesi ve keskin gölgelerden kaçınılması gerekmektedir. Laboratuvarlarda cisimlerin renklerinin algılanması da çalışmaların seyrini etkilemektedir. Bu bağlamda renk algısının doğru sağlanabilmesi için renksel geriverim indeksi yüksek armatürler tercih edilmelidir (URL-14). Şekil 3.16'da İstanbul Atatürk Fen Lisesi laboratuvarında renk ve aydınlatma sistemi gösterilmiştir.



Şekil 3.16. İstanbul Atatürk Fen Lisesi laboratuvarı (URL-19).

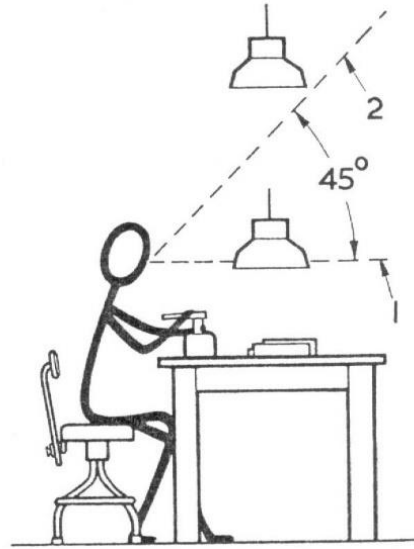
Laboratuvar kazalarında ve kullanıcıların zarar görmesinde aydınlatma, ses kirliliği, ısı konforu, iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan ışınlar ile vibrasyon gibi fiziksel etmenler önem taşımaktadır (Gürkan, 2018). Çalışma alanlarında gerçekleşen kazaların nedenleri içinde yetersiz veya yanlış aydınlatma, %20'lik bir paya sahiptir (URL-16). Laboratuvarlarda dikkat edilecek konuların birçoğu, laboratuvarlarla ilişkili hazırlık ve malzeme odaları için de geçerlidir. Kazaların önlenmesi ve materyallerin güvenli şekilde kullanılması temel hedeftir.

Sanatsal aktivitelerin gerçekleştirildiği atölyelerde kamaşmanın azaltılması önerilmektedir. Özellikle görsel sanatların icra edildiği mekânlarda yanlış renk algısının ve gölgelenmenin önüne geçilmeli ve bu amaçla renksel geriverim indeksi yüksek, homojen aydınlatma sistemleri seçilmelidir (Şekil 3.17) (URL-14). Ayrıntılı çalışmaların yapıldığı atölyelerde, yön değiştirebilen ve çeşitli görevlere uyum sağlayabilen bireysel aydınlatmalar ile genel aydınlatmanın uyumu gerekmektedir.



Şekil 3.17. Sakarya Bahçeşehir Koleji müzik atölyesi (URL-18).

Kamaşmanın önlenmesi için ışık kaynağının, çalışma anında bakış açısı içerisindeki 45 derecelik alana girmemesi gerekmektedir (Şekil 3.18) (URL-16). Kullanılacak bireysel ve lokal aydınlatmalarda yapılacak faaliyete göre uygun yükseklik belirlenmeli veya yüksekliği ayarlanabilir armatürler tercih edilmelidir.



Şekil 3.18. Atölye ve laboratuvarlarda aydınlatmanın kullanıcıya göre konumu (URL-16).

Sanatsal aktiviteler için genel aydınlatmada temel gereksinim yaklaşık 500 lx'tür. Fazla güneşli alan cephelerde, özellikle heykel gibi doku özellikleri önemli olan aktiviteler için ışığı dengeleyecek güçlü yönelimli aydınlatmalar tercih edilmelidir. Fazla gün ışığının kontrolü için ise pencerelerde güneş koruma cihazları kullanılmalıdır (Loe ve diğ., 1999).

Atölyelerde çalışma alanları aydınlatmasında kontrast esas dikkate alınmalıdır. Üzerinde çalışılan tezgâh ile asıl işleme tabi tutulan materyal arasındaki renk farkı düzeyine göre, aydınlık seviyesi de değişmelidir (URL-16).

Medya ve bilişim teknolojileri atölyelerinde, cihazların yaydıkları ışıklar da aydınlatmaya katkı sağlamaktadır. Bu alanlarda dolaylı aydınlatma aygıtları ile kamaşmanın önlenmesi hedeflenmelidir (URL-14).

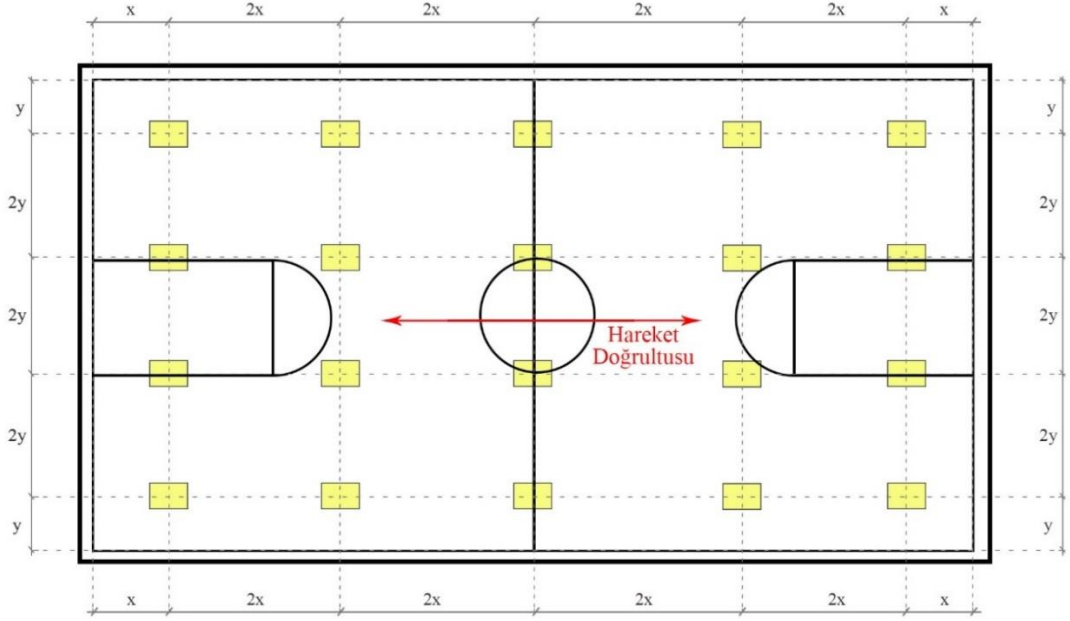
Laboratuvar ve atölyeler, bireysel ve grup halinde çalışmaların yanında öğretmenlerin konu hakkında sunumlar yaptığı mekânlardır. Bu nedenle bölgesel ve bireysel aydınlatmaların yanında genel aydınlatma kurallarında da dersliklerde olduğu gibi kamaşma ve gölgeler göz önüne alınmalıdır. Ayrıca bakış açısını kendi çalışma alanından genel mekâna çeviren öğrencilerde kamaşmanın önlenmesi amacıyla iki sistem arasında uyum sağlanmalıdır.

TS EN 12464-1 standardına göre aydınlık seviyeleri müzik atölyeleri ve bilişim teknolojileri sınıfları için 300 lx, laboratuvar ve sanat atölyeleri için 500 lx, teknik çizim atölyeleri ile yükseköğrenim sanat atölyeleri için 750 lx olarak belirlenmiştir. Kamaşma indisi teknik çizim atölyeleri için 16, diğer tüm laboratuvar ve atölyeler için 19 olarak; renksel geriverim indeksi yükseköğrenim sanat atölyeleri için 90 CRI, diğer tüm laboratuvar ve atölyeler için 80 CRI olarak belirlenmiştir (TS EN 12464-1, 2013).

#### 3.3.2.6. Spor Salonları

Spor salonları, hem bireysel hem de grup olarak faaliyetlere yönelik mekânlardır. Doğru aydınlatma, mekânın çekiciliğini artırarak öğrenciler üzerinde spora teşvik edici izlenimler bırakabilmektedir. Armatürlerin konumları belirlenirken özellikle spor aletlerinin üzerinde bulunmalı ve aletlerin dikkat çekiciliğine katkı sağlamalıdır, tekdüzelik ve gölgelenme minimuma indirgenmelidir. Eğitim yapıları içindeki spor salonları, spor aktivitelerinin yanında mezuniyet, konser ve topluluk toplantıları gibi büyük ölçekli aktiviteler için de kullanılmaktadır. Aydınlatmanın, planlanan faaliyetlere göre seviyesinin uyarlanabilir olması gerekmektedir.

Kapalı alanlarda ve topla yapılan sporlar için kullanılan mekânlarda aydınlatma sistemi tasarlanırken temel ilke, oyuncuların birbirlerini ve topun hareketlerini kolayca izleyebilmesi ve ışık kaynağının oyuncuların görüş açısına girmemesidir (Ezelsoy ve Ünver, 2013). Işık kaynaklarının yerleştirilme doğrultusu sporcuların ve topun hareket doğrultusuna paralel olmalıdır (Şekil 3.19). Aydınlatmalar eşit aralıklarla, düzgün dağılımlı olarak planlanmalıdır. Ancak mekânın duvar kenarlarına gelindiğinde, aydınlatma ve duvar arasında mesafe yarıya düşürülmelidir. Şekil 3.19’da aydınlatmalar arası düşeyde  $2y$ , yatayda  $2x$  mesafe bırakılırken; armatür ve duvar arasında düşeyde  $y$ , yatayda  $x$  mesafe bırakıldığı görülmektedir. Bu düzenle hedeflenen, armatürlerden çıkan ışığın her noktaya eşit ulaşmasını sağlamaktır.



Şekil 3.19. Spor salonlarında armatürlerin yerleştirilme doğrultusu.

Spor ve jimnastik salonları için genel kabul gün ışığının faydalı olduğu yönündedir. Ancak güneşin konumu gün içerisinde hızla değiştiğinden, çoğu zaman yukarı doğru bakış açısına sahip olan sporcularda parlama ve görsel algıda bozulmalara neden olmaktadır. Salon için gün ışığı sağlayan açıklıklar mevcut ise, bu açıklıkların gerektiğinde kullanılmak üzere gölgelenebilir olması gerekmektedir (Loe ve diğ., 1999).

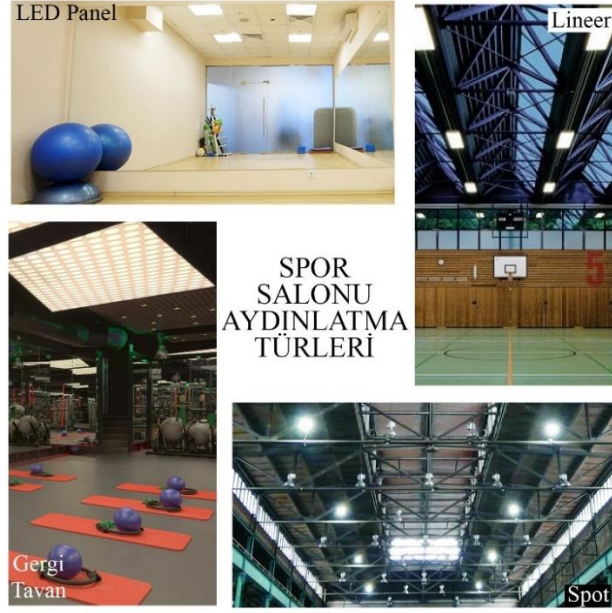
Yüksek tavanlı salonlar için, yüksek ışık akısı sağladıklarından dolayı HID (High Intensity Discharge – Yüksek Yoğunluklu Boşaltım) ve floresan lambalar kullanıma uygundur. Bu aygıtlar, içerisindeki gazların boşaltımı sırasında çıkardıkları gürültü nedeniyle sınıflar, kütüphaneler gibi sessiz ortamlar için tercih edilmemektedir (Kesten, 2006).

Spor aletlerinin kullanılacağı alanlarda, aydınlatma sisteminin amacı aletlerin doğru algılanabilmesi ve kullanım güvenliğinin sağlanmasıdır (Ezelsoy ve Ünver, 2013). İhtiyaç duyulan yüksek aydınlık düzeylerinin sağlanması yalnızca spot ışıklarla sağlanabilmektedir. Ancak spot ışıkların doğrudan kullanıcıların yüzüne ışık vermesi kamaşmaya neden olmaktadır. Bu nedenle ışığı dağıtan ve keskin olmayan ışık kaynakları tercih edilmelidir (Yılmaz, 2018). Kullanılan armatürlerin ve bağlantı kablolarının güvenlik amacıyla darbeye karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Salonların yüksek tavanlı olması ve aydınlatma tesisatına erişimin zor olması, hasar durumunda armatüre erişimi ve tadilatını da zorlaştırmaktadır (Loe ve diğ., 1999).

Spor salonlarında kamaşmanın yanında bir diğer önemli konu flicker etkisidir. Flicker, ışığın titremesi veya ışık yoğunluğunun anlık olarak değişimidir. Bu durum özellikle floresanlarda çok sık meydana geldiğinden, spor salonlarında kullanımından kaçınmak gereklidir. Flicker etkisi aktif hareket halindeki sporcularda baş ağrısı ve yorgunluk gibi sağlık problemlerine yol açmaktadır (Yılmaz, 2018).

TS EN 12464-1 standardında spor salonları için belirlenen değerler; 300 lx aydınlık seviyesi, 22 kamaşma indisi ve 80 CRI renksel geriverim indeksi olarak belirlenmiştir (2013).

Kapalı ve geniş hacimlerde, mekânsal kullanıma uygun aydınlık seviyesini, homojen dağılmış ve kamaşmaya neden olmayan armatürlerle sağlamak önemli bir kriterdir. Yüksek tavanlı hacimlerde sarkıt aygıtların kullanılması görsel konfor için avantaj sağlamaktadır. Spor salonu aydınlatmalarında genellikle LED paneller, lineer aydınlatmalar, spot aydınlatmalar veya gergi tavan kullanılmaktadır. (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Spor salonlarında kullanılan aydınlatma türleri (URL-21; URL-22; URL-23; URL-24).

### 3.3.2.7. Kantin, Kafeterya ve Yemekhane Alanları

Eğitim yapıları içindeki kantin ve kafeteryalar, öğrencilerin yeme-içme ihtiyaçlarını karşıladıkları, bunun yanında da ders aralarında dinlendikleri ve sosyalleştikleri alanlardır.

Kısa süreli kullanımlar için kurgulanmış olan bu mekânlar, doğru aydınlatma kullanıldığında iletişimi güçlendirerek sosyal yaşama; oluşturulan olumlu atmosfer öğrencilerin bitirdikleri veya başlayacakları ders için enerji toplayarak verimliliğin artmasına katkı sağlamaktadır (URL-14).

Kantin, kafeterya ve yemekhaneler genellikle esnek masa düzenlerine sahip alanlar olduğundan, mekânın tümüne yönelik genel aydınlatma çözümleri önem kazanmaktadır. Derslikler, laboratuvarlar veya atölyeler gibi detaylı ve dikkat gerektiren aktiviteler yapılmadığından bölgesel olarak yüksek aydınlık düzeylerine de ihtiyaç duyulmamaktadır.

Yüksek aydınlık düzeylerine ihtiyaç duyulmayan bu mekânlar için doğrudan aydınlatma yerine dolaylı aydınlatma daha verimli olmaktadır. Şekil 3.21’de İstanbul Anabilim Eğitim Kurumları’na ait yemekhane görselinde spotlar ile sağlanan dolaylı aydınlatma gösterilmiştir.



Şekil 3.21. İstanbul Anabilim Eğitim Kurumu yemekhanesi (URL-20).

Tüm mekânlarda olduğu gibi yeme-içme mekânları olarak adlandırılan kantin, kafeterya ve yemekhanelerde de gün ışığı kullanımını önem taşımaktadır. Güneş ışığı sayesinde hem kullanıcı konforu artmakta, hem de gündüz yapay aydınlatmalara duyulan ihtiyaçla birlikte enerji kullanımını azalmaktadır.

TS EN 12464-1 standardında eğitim yapılarına ait kantinler ve diğer yeme içme alanları için 200 lx, mutfaklarda hijyen koşullarının sağlanması ve kazaların önlenmesi amacıyla 500 lx aydınlık seviyesi belirlenmiştir. Bu alanların tümünde kamaşma indisi 22, renksel geriverim indeksi 80 CRI olarak standartlaşmıştır (TS EN 12464-1, 2013).

#### 3.3.2.8. İdari Mekânlar

İdari mekânlar, eğitim yapıları içinde müdür, müdür yardımcısı, öğretmenler gibi kullanıcılar için ayrılmış, çalışmalarını yürütebilecekleri, ders aralarında dinlenebilecekleri ve gerektiğinde bir araya gelip toplantı yapacakları mekânlardır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Özel ve ortak kullanılan idari mekân örnekleri (URL-25).

Çalışma ve dinlenme gibi birçok farklı işlevi barındırabilen bu mekânların aydınlatılmasında bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Yeterli aydınlık seviyesi,
- Nitelikli ışık kullanımı,
- Tekdüze aydınlatma,
- Sabit aydınlatma,
- Kamaşmanın önlenmesi (Coşkuner ve Öztop, 2016).

Çalışmak için ayrılmış ofis gibi bölümlerde sarı gibi çok sıcak renkler kullanılması uzun çalışma saatlerinin son vakitlerinde dinlendirici etkisi ile uyku haline neden olmaktadır. Aydınlatmada daha soğuk renkler tercih edilmesi çalışma verimini artırmaktadır (Yılmaz, 2018).

Genelde bilgisayar kullanılan mekânlarda ışığın ekrandan yansıması görsel rahatsızlıklara yol açmaktadır. Bu nedenle ayarlanabilir esnek masa aydınlatmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 3.23). Masa aydınlatması ile çalışmaya uygun olacak şekilde ve miktarda ışık tek yönden sağlanarak gölge oluşumu önlenmelidir (Özbudak ve diğ., 2003).



Şekil 3.23. Ayarlanabilir masa aydınlatması (URL-26).

Çalışma ortamlarında homojen aydınlatmayı sağlamak amacıyla ışığı difüze eden panel, lineer, downlight veya sarkıt aydınlatma armatürleri kullanılmaktadır. Bu sayede çok parlak ve karanlık alanlar oluşması önlenerek göz yorgunluğu ve göz ağrısının önüne geçilebilir (Yılmaz, 2018).

İdari mekânlarda aydınlatma yapılırken dikkat edilmesi gereken bir konu da flicker etkisidir. Flicker etkisi, ışığın sürekli değişmesi ve titreşmesi ile çalışma anında verimi azaltmakta, dinlenme vakitlerinde bu fonksiyonun yerine getirilmesini zorlaştırarak görsel ve psikolojik yorgunluğa sebep olmakta, toplu çalışma veya toplantı anında ise dikkat dağınıklığı ve iletişim bozukluklarına yol açmaktadır.

Türkiye standartlarına göre idari mekânlar ve öğretmen odaları için 300 lx aydınlık seviyesi, 19 kamaşma indisi ve 80 CRI renksel geriverim indeksi uygundur (TS EN 12464-1, 2013).

### 3.3.2.9. Islak Hacimler

Yansıtıcı ve parlak yüzeylere sahip ıslak hacimlerde, ışığı homojen dağıtan ve kamaşmaya neden olmayacak armatürler önerilmektedir. Genel aydınlatmanın yanında ayna önü aydınlatmalar ile görsel konfor desteklenebilir. Kişinin aynada kendini rahat ve gerektiği netlikte görebilmesi ayna çevresindeki aydınlatma düzenine bağlıdır. Ayna önü aydınlatması genelde aynanın düşey iki yanına yerleştirilen ışık kaynakları ile sağlanmaktadır. Bunun yanında sadece üst kenarda yatay veya aynanın tüm yüzeylerinde dekoratif kullanıldığı çeşitleri de mevcuttur (Şekil 3.24) (URL-14).



Şekil 3.24. Üstten, düşey iki yandan ve çevresel ayna önü aydınlatma örnekleri (URL-27; URL-28; URL-29).

Islak hacimler, yapılar içindeki diğer bölümlere oranla daha dar alanlardır. Bu nedenle duvarlar için beyaz tonlarında açık renkler tercih edilerek mekanın geniş gösterilmesi sağlanmalıdır (Özbudak ve diğ., 2003).

Lavabo ve tuvaletlerde genel aydınlatma 50 ile 100 lx arasında olmalıdır. Ancak tuvalet bölmelerinde verimli temizliğin sağlanabilmesi amacıyla daha yüksek seviyelerde aydınlatmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Coşkuner ve Öztop, 2016).

Islak hacimler yapı içerisinde kısa süreli kullanılan alanlardır. Aydınlatma ve suyun kısa süreli kullanımlar dışında açık unutulurken, boşa harcanmasının önüne geçmek amacıyla hareket, ses veya varlığa karşı duyarlı sensörlü sistemler tercih edilmesi tavsiye edilmektedir. Ayrıca kullanılacak armatürlerin seçiminde suya dayanıklılık göz önüne alınmalı, armatürlerin uzun ömürlü kullanımı hedeflenmelidir.

Türkiye’de ıslak hacimler için 200 lx aydınlatma seviyesi, 25 kamaşma indisi ve 80 CRI renksel geriverim önerilmektedir (TS EN 12464-1, 2013).

### 3.3.2.10. Acil Durum ve Güvenlik Aydınlatması

Acil durum aydınlatması; aydınlatma sistemlerinde meydana gelen arıza sonucu yeterli aydınlatmanın sağlanamadığı durumlarda kullanıcı güvenliğini koruyabilmek amacıyla gerekli aydınlatmayı sağlayan aydınlatma sistemidir (Uluslan, 2012). Acil durum aydınlatmasında temel koşul, herhangi bir tehlike anında bina dışına çıkan güvenli kaçış yollarının yeterli miktarda aydınlatılmasıdır (URL-30).

Deprem veya yangın gibi sebeplerden dolayı bina elektriğinin güvenlik amacıyla kesilmesi veya şebekelerde oluşan sorunlar nedeniyle binaya elektrik ulaştırılamaması durumunda öğrencilerin kaçış yolu boyunca hızlı ve güvenli hareket etmesi sağlanmalıdır (Kesten, 2006). Acil durum aydınlatması, gerektiğinde hemen devreye girerek 1 saatten az olmamak şartıyla çalışmalıdır. Kaçış yolu aydınlatmasında gereken aydınlık düzeyinin yarısına 5 saniye içinde, tamamına 60 saniye içinde ulaşılması ve bina tahliyesinin en kısa sürede yapılması gerekmektedir (Loe ve diğ., 1999).

Gece kullanımı devam eden eğitim yapılarında güvenlik aydınlatması iç mekânda yeterli değildir, bina çevresinde de uygulanmalıdır. Yapı çevresi ve yapıya ait açık faaliyet alanları hırsızlığa karşı veya kullanıcıların can güvenliğinin korunması amacıyla aydınlatılmalıdır (Kesten, 2006).

Acil durum aydınlatması yönetmeliklerde mekânlara göre tanımlanmıştır. Gerekli aydınlık seviyeleri kaçış yolları için zeminden 1 metre yüksekte minimum 2 lx, merdiven ve kapı gibi kaçış anında kaza ve yığılma riski olan yerlerde minimum 5 lx, paniğe neden olabilecek alanlarda 2 lx, yüksek riskli mekânlarda ise minimum 15 lx olmalıdır (Uluslan, 2012).

### 3.3.2.11. Sağlık Hizmeti Verilecek Mekânlar

Eğitim yapıları içinde gerçekleşecek kazalar, yaralanmalar veya çeşitli nedenlerle öğrenci veya öğretmenlerin rahatsızlanması durumunda ilk müdahalenin yapılabilmesi amacıyla bir sağlık birimi bulunması gerekmektedir.

Işık kalitesi, miktarı ve özellikleri kişilerin psikolojik ve fiziksel sağlığı üzerinde oldukça etkilidir. İyi aydınlatılmış mekânlar, rahatsızlıkların tedavi sürecine

olumlu katkı sağlarken, yeterli aydınlatmanın sağlanmadığı mekânlar rahatsızlıkları artırmaktadır.

Sağlık birimlerinde aydınlatma sistemi tasarlanırken enerji tasarrufu konusundan önce hastaların konforu ve müdahaleler sırasında güvenliğin sağlanması değerlendirilmelidir. Bu noktada kamaşma ve flicker etkisinin önüne geçmek zorunlu hale gelmektedir (Yılmaz, 2018). Çünkü tıbbi müdahaleyi yapan bireylerde meydana gelecek görsel bozukluk, bir rahatsızlığı gidermeye çalışırken yenisini eklemeye yol açabilmektedir.

Eğitim yapıları içerisindeki revirler olarak özelleştirilmiş olmasa da genel olarak revir, ilkyardım ve tıbbi müdahale odaları için 500 lx aydınlık seviyesi ve 80 CRI renksel geriverim değerleri uygun görülmektedir (TS EN 12464-1, 2013).

#### 3.3.2.12. Isı Merkezleri ve Sığınak Hacimleri

Isı merkezleri ve sığınaklar, zemin kotunun altında tasarlanan, gün ışığından mahrum ve yüksek aydınlık seviyelerine ihtiyaç duyulmayan alanlardır.

Isı merkezleri, bir yapının ısıtma ve soğutma gibi termal koşullarının kontrolünün sağlandığı teknik birimlerdir.

Isı merkezlerinde aydınlatma armatürleri, tavandan 50 cm aşağıda ve havalandırma sisteminin altında olacak şekilde konumlandırılmalıdır (URL-31). Aydınlatma sisteminin havalandırmanın altında bırakılma sebebi, kaynağından çıkan ışığın mekâna etkin biçimde dağılımının sağlanmasıdır.

Kazan dairelerinde aydınlatmalar tavana değil duvarlara monte edilen floresanlarla da sağlanabilir. Ancak bu durumda ısı merkezi içindeki yüksek sıcaklığa dayanabilecek ve kazalara yol açmayacak aygıtlar seçilmelidir.

Sığınaklar, biyolojik ve kimyasal silahların etkilerinden ve doğal afetlerden insanlar ve insanların yaşaması için gerekli canlı ve cansız varlıkların korunması amacıyla inşa edilen korunaklardır (Sığınak Yönetmeliği, 2010).

Sığınaklar, ekstrem bir durum ortaya çıktığında insanların yaşamlarını sürdürmelerini sağlayacak alanlar olduğundan yaşam için gerekli her faktörün (yiyecek, içecek, havalandırma vb.) yeterli miktarda bulunduğu yerlerdir. Yüksek

seviyelerde ışığa ihtiyaç duyulmasa da çarpma ve yaralanmaların önüne geçilmesi sağlanacak kadar ışığa ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanılan aydınlatma sisteminin havalandırma gibi yaşamsal faktörleri sağlayan sistemler ile uyumlu çalışması şarttır.

Genel aydınlatma kullanılmayacak durumlar için ihtiyacı karşılamak amacıyla el feneri gibi mobil aydınlatmaların sığınak içerisinde bulunması gerekmektedir (Sığınak Yönetmeliği, 2010).

### 3.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA SİSTEMLERİ

Sürdürülebilir okul yapılarında, aydınlatma konusunda öncelikli hedef gün ışığından maksimum yararlanarak yapay aydınlatma ile tüketilen elektrik enerjisini minimize etmektir. Bunun yanında hem sağlıklı öğrenme ortamı oluşturulması, hem de öğrencilerin sürdürülebilirlik konusuna dair teorik olarak öğrendiklerinin uygulamalı olarak da desteklenmesi hedeflenmektedir.

Sağlıklı bir öğrenme ortamı sağlanırken aynı zamanda enerjinin etkin kullanılması fikri, yapılar içerisinde daha fazla gün ışığı kullanımını, gün ışığı yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatmanın tercih edilmesini sağlamıştır. Gün ışığının çalışma performansı üzerindeki olumlu etkisi de bu tercihler üzerinde etkili olmuştur. Bu bağlamda, doğal ışıktan tümüyle kopmadan, günışığı ve yapay aydınlatma kombinasyonu ile karma sistemler geliştirilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde doğal, yapay ve karma aydınlatma sistemlerinin sürdürülebilir eğitim yapılarında kullanım yöntemleri ve avantajları değerlendirilmiştir.

#### 3.4.1. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Doğal Aydınlatma Sistemleri

Sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir mimari kavramları ile binalarda gün ışığı kullanımı da öne çıkmıştır. İç mekânların doğal ışık seviyeleri yapının konumu, yönelim doğrultusu, mevsim ve gökyüzü şartları, mekânın formu ve pencere büyüklüğü gibi parametrelere bağlıdır. Doğal ışığın kullanımı, bölgelerin coğrafi özellikleri ve güneşin açısına bağlı olarak bölgesel bina tipolojilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır.

Günüşğının mekânsal etkisi belirlenirken EN 15193 standardına göre hacim-pencere boyutları, çevresel engel koşulları, yapının coğrafi konumu, günüşğı kontrolü ve yönelim koşulları değerlendirilmelidir (Sümengen ve Yener, 2015).

Binaların bulunduğu yere göre gün ışığı ihtiyaçları değışkenlik göstermektedir. Aşırı güneş ışığı alan bölgelerde parlama ve yansımalar olumsuz etkilere neden olurken, güneş görmeyen yerlerde doğal ışıktan maksimum derecede yararlanılması gerekmektedir. Bu bağlamda pencere boyutları ve yapıda konumlanması bölgelere göre farklılaşmaktadır. Pencere, dış duvarlarda veya doğrudan çatıdan ışık alımını sağlayan çatı pencereleri olarak kullanılmaktadır (Djalilova ve Şahin, 2020).

Özellikle 20. yüzyıl sonlarında çevre bilinci ve sürdürülebilirlik kavramının gelişmesiyle, yenilenebilir enerji kullanımı konusu tartışılır hale gelmiştir. Enerji verimliliği çalışmalarında, aydınlatma aygıtlarının sayısını azaltmak yerine aydınlık düzeyi azaltılmadan, görsel ihtiyaçların karşılanacağı verimli yöntemler üzerinde durulmuştur. Yenilenebilir enerji arayışında aydınlatma sistemleri, güneş ışığı merkezli tasarlanmaya ve uygulanmaya başlanmıştır. Gün ışığı kullanımıyla yalnızca aydınlatma için değil, iklimlendirmede kullanılan enerjiden de tasarruf sağlanmıştır. Doğal ışık kullanımından sonraki adım olarak ihtiyaçlara uygun armatürlerin belirlenmesi tavsiye edilmektedir.

Eğitim yapılarında aydınlatmanın büyük ölçüde doğal ışık ile sağlanması hedeflenmektedir. Ancak gün ışığı eğitim mekânlarının aydınlatma ihtiyaçları için genellikle yetersiz kaldığından yapay aydınlatma elemanları ile desteklenmektedir. Bu kapsamda güneş ışığını elektrik ve ısı enerjisine dönüştüren güneş panelleri sıklıkla kullanılmaktadır. Fotovoltaik paneller aracılığıyla güneş pillerinde depolanan enerji, mekânların enerji ihtiyaçlarında kullanılmaktadır (Djalilova ve Şahin, 2020). Fotovoltaik panellerde depolanan enerji ile yapay aydınlatmaların ihtiyaç duyduğu enerji gün ışığından sağlanmaktadır, aydınlatmada doğal ışık kullanım yöntemi değildir.

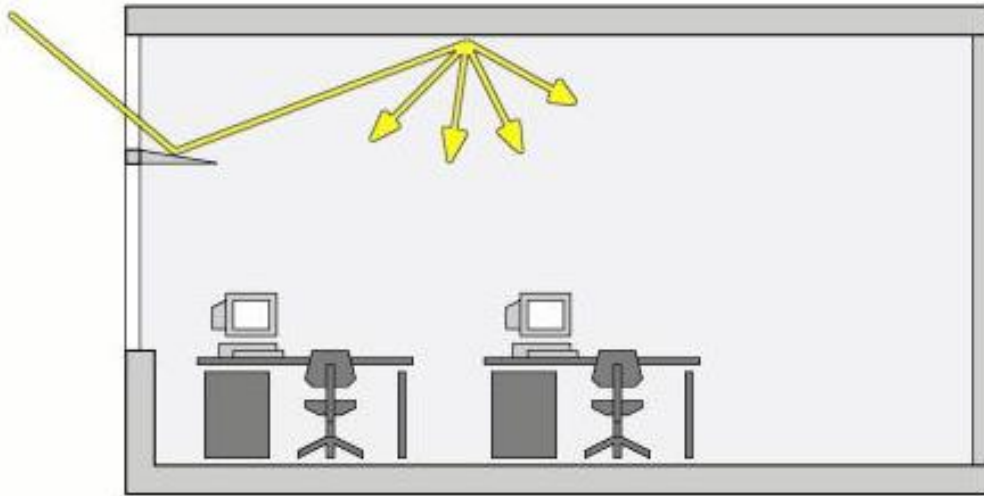
Enerji etkin aydınlatma sistemlerinde, gün ışığından maksimum fayda sağlayarak yapay aydınlatma sistemlerinin yükünün hafifletilmesi ve enerji tüketiminin minimuma düşürülmesi hedeflenmektedir (Kazanasmaz ve diğ., 2014).

Güneş ışığı, enerjiden tasarruf sağlamanın yanında kullanıcıların ruh hali ve performansı üzerinde de olumlu etkilere sahiptir. Aydınlatma kullanıcılar için teknik bir kavram ve kurallar bütünü olmanın ötesinde duygusal ve estetik ihtiyaçların karşılanmasını sağlayan manzaranın oluşturulması anlamına gelmektedir (Kazanasmaz ve diğ., 2014).

Son yıllarda teknolojik gelişmelere bağlı olarak geleneksel doğal aydınlatma yöntemlerine ek olarak modern sistemler gelişmiştir. Gün ışığının planlı kullanımı ile iç mekanlarda ışığın verimli kullanımını sağlayan sistemlere örnek olarak ışık rafları, prizmatik cam sistemleri, yönlendirici camlar ve güneş tüpleri gibi sistemler kullanılmaya başlanmıştır (Demir ve diğ., 2020).

Işık yönlendiriciler, pencere camı üretiminde cama entegre edilen bazı bileşenler sayesinde ışığın yansıtılması ve yönlendirilmesi şeklinde kullanılmakta, ışığın mekâna etkin yayılması ve kullanım konforuna yardımcı olmaktadır.

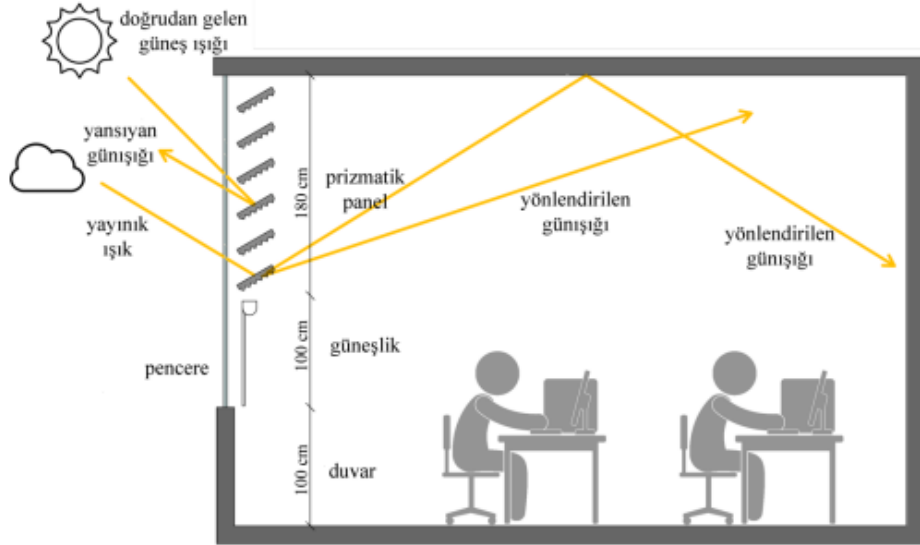
Işık rafı, üst yüzeyi ışığı yansıtacak materyalle kaplanmış, pencerenin iç veya dış mekân yüzünde kullanılabilen açılı veya tam yatay plakalardır. Gölgeleme ve ışığı yansıtarak aydınlatma görevleri üstlenmektedir (Demir ve diğ., 2020). Gölgeleme işlevi sayesinde, pencereye yakın alanlarda fazla ışığa bağlı kamaşmaların önüne geçilmektedir. Belirlenen açıyla gün ışığını aydınlatılmak istenen bölgeye yansıtarak, ihtiyaç duyulan aydınlık seviyesinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Işık rafı çalışma prensibi (URL-32).

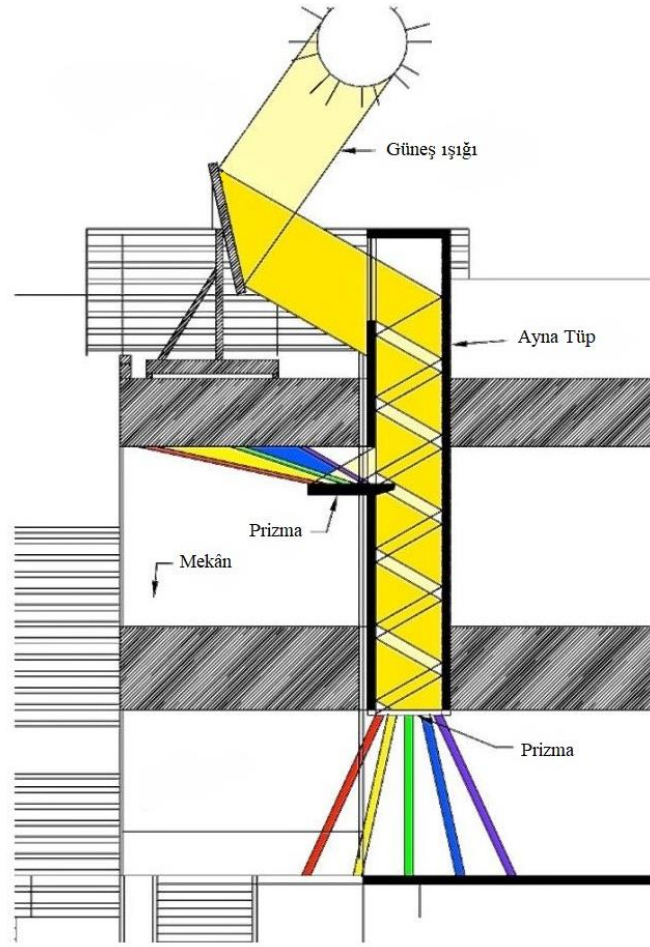
Işık raflarının ışık seviyesini artırdığı düşünülmektedir. Ancak yalnızca pencere önünde yoğun olan ışığı mekâna yayarak homojen aydınlatma sağlanmasını hedeflemektedir. Binanın dış cephesinde kullanılan ışık rafları, alt pencereyi güneş ışığına karşı gölgelemekte ve pencereye yüksek açıyla vuran ışığı daha küçük açılarda kırarak iç mekâna dağıtmaktadır. Pencereye içeriden montaj yapılan ışık rafları ise doğrudan ışık girişini önleyerek parlamayı azaltmakta ve düşük açılı gün ışığının mekâna yeterli düzeyde yayılımına destek olmaktadır (Kesten, 2006).

Bir diğer doğal aydınlatma sistemi, doğrudan gelen ve kamaşmaya yol açabilecek gün ışığını gölgeleyen ve yayınık ışığın mekâna alınmasını sağlayan prizmatik panellerdir (Şekil 3.26). Prizmatik paneller, özellikle düşey pencerelerde kullanılarak günışığının kontrolü ve görsel konforu sağlayacak miktarda ışığın kullanımını sağlamaktadır (Köse ve Kazanasmaz, 2019).



Şekil 3.26. Prizmatik panel kullanımı ile mekân aydınlatması (URL-33).

Modern gün ışığı kullanım yöntemlerinden biri olan ışık tüpleri, diğer adıyla güneş tüpleri, derin planlı mekanlarda iç kısımlara veya binanın dışarı kapalı olan bölümlerine doğal ışığın ulaşmasını sağlamaktadır (Demir ve diğ., 2020). Güneş tüpü sisteminin çalışma prensibi, bina boyunca aydınlatılmak istenen mekana uzayan içi aynalı bir tüpte gün ışığının toplanmasıdır. Tüp içindeki ayna yüzeyi sayesinde ışık sürekli yansyarak mekâna ulaşmaktadır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Güneş tüpü sistemi çalışma prensibi (URL-34).

Güneş tüpleri, borulu bir tepe penceresi gibi çalışmaktadır. Özellikle ıslak hacimler, mutfak, kapalı personel odaları gibi küçük alanlar için kullanışlıdır. Ayrıca fazladan gün ışığına ve asimetrik gün ışığı dağılımını dengelemeye ihtiyaç duyulan mevcut alanların iyileştirilmesi amacıyla sonradan eklenebilir (Kesten, 2006).

### 3.4.2. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Yapay Aydınlatma Sistemleri

Günüşğının yetersiz kaldığı durumlarda ihtiyaç duyulan aydınlık seviyesinin sağlanması amacıyla armatürler kullanılarak ve enerji tüketilerek gerçekleştirilen aydınlatmaya yapay aydınlatma denir. Yapay aydınlatmanın avantajı istenilen mekânı istenilen zamanda aydınlatmanın mümkün olmasıdır (Demir ve diğ., 2020).

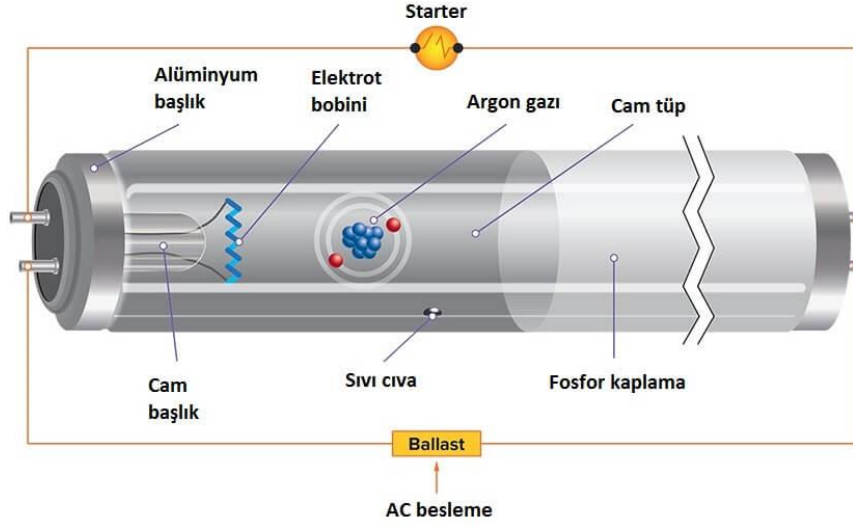
Lamba ve armatürlerin seçiminde armatürlerin konumu ve aralarındaki mesafeler göz önüne alınmalıdır. Ayrıca mekânsal fonksiyona uygun renksel geriverim indeksine sahip, kullanım ömrü ve bakımının ekonomik olması önemli parametrelerdir. Yapay aydınlatma aygıtları akkor lambalar, floresanlar, halojen aydınlatma sistemleri ve LED sistemler olarak sınıflandırılabilir.

Akkorlar, enerji verimliliği açısından en düşük lambalardır. Ayrıca sağladığı ışık miktarı, diğer aydınlatma aygıtlarına oranla daha düşüktür. Bu nedenle küçük mekanlar ve kısa zaman dilimlerinde, zorunluluk halinde kullanılması tavsiye edilmektedir (Demir ve diğ., 2020). Akkor lambaların avantajları; düşük kurulum maliyeti, kullanım kolaylığı, renksel geriverimin iyi olması ve bakımının kolay olmasıdır. Bunun yanında düşük performans ve kısa kullanım ömrü gibi olumsuz yanları bulunmaktadır (Kesten, 2006). Akkor lambaların düşük enerji verimliliği ve düşük ışık sağlaması nedeniyle son yıllarda kullanımını azalmıştır. Şekil 3.28’de akkor lamba gösterilmiştir.



Şekil 3.28. Akkor lamba (URL-35).

Floresanlar, cam boru şeklinde tasarlanmıştır. Lamba içine giren elektrik enerjisi, düşük enerjili cıvanın deşarjıyla fosforun dönüşümü ile ışık oluşturmaktadır (Kesten, 2006). Şekil 3.29’da floresan lambaların mekanizması şematize edilmiştir. Akkorların kısa ömürlü ve maliyetli olması sebebiyle öne çıkmıştır. Geleneksel aydınlatma tiplerine oranla yüksek ışık düzeylerine ulaşmaktadır ve homojen ışık dağılımı sağlamaktadır (Demir ve diğ., 2020).

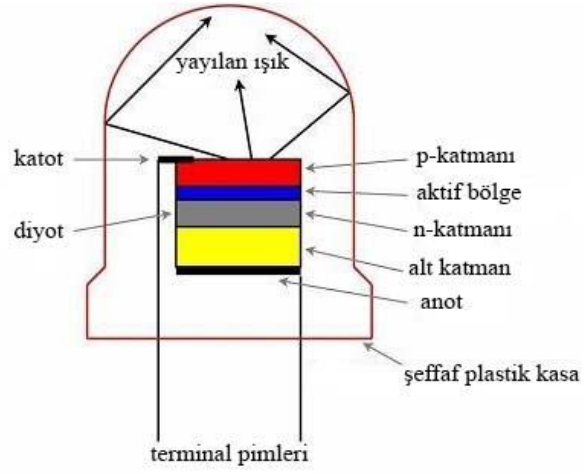


Şekil 3.29. Floresan lamba çalışma mekanizması (URL-36).

Halojen lambalar, enerji verimliliği açısından akkorların gelişmiş bir versiyonu olarak tanımlanabilir. Mekân aydınlatmasından çok projektörler, mobil aydınlatmalar ve otomotiv aydınlatmaları olarak tercih edilmektedir.

LED teknolojisi ile birlikte, aydınlatma sistemlerinde etkin enerji kullanımına olanak sunan bir beyaz ışık kaynağı geliştirilmiştir. Laboratuvar sonuçlarına göre; 200 lm/W etkinlik değeri ve 50.000 saatlik kullanım ömrüne sahip LED'ler, enerji etkin ışık kaynakları olarak ön plana çıkmaktadır (Kazanasmaz ve diğ., 2014). LED armatürlerin enerji kullanımı, diğer aydınlatma sistemleriyle kıyaslandığında daha düşüktür ve son yıllarda kullanım oranı artmaktadır.

LED ampullerin çalışma prensibi diyotlar arası elektrik geçişi temeline dayanmaktadır. Aydınlatmanın içerisinde, diyotlar arası elektriğin yüksek dirençten küçük dirence geçişi kontrollü olarak sağlanmaktadır (Şekil 3.30). Flamanlar ve katmanlar arası direnç farkından dolayı elektrik enerjisinin ışığa dönüşümü sağlanmaktadır (Şekil 3.31).



Şekil 3.30. LED aydınlatma iç sistemi (URL-42).



Şekil 3.31. Flamanlı LED ampul (URL-43).

Yapay aydınlatma sistemleri, ışık kaynaklarının oluşturduğu ışığın mekâna dağılımı bakımından beş farklı sistem oluşturur;

- Doğrudan aydınlatma (%90-100),
- Yarı dolaysız aydınlatma (%60-90),
- Homojen aydınlatma (%40-60),
- Yarı dolaylı aydınlatma (%10-40),
- Dolaylı aydınlatma (%0-10) (Uluslan, 2012).

Aydınlatma sistemleri, armatürlerden çıkan ışıkların mekâna dağılma yüzdeleri ile sıralanmıştır. Doğrudan aydınlatma sistemlerinde ışığın neredeyse tamamı mekânı aydınlatırken, dolaylı aydınlatmada yüzeylerden yansiyarak mekâna dağılmaktadır. Bu durumda doğrudan aydınlatma sistemleri enerji verimliliği anlamında en etkin sistemlerdir. Ancak ışık doğrudan nesnelere çarptığından keskin gölgelere ve doğrudan kullanıcı gözüne ulaştığından kamaşmalara sebep olmaktadır. Dolaylı aydınlatmada ise tam tersine mekânın yeterli aydınlık düzeyine ulaşamaması durumunda görsel algı koşulları sağlanamamış olur ve mekânsal fonksiyonlar sağlıklı şekilde yerine getirilemez. Her iki durumda da görsel konfor koşulları olumsuz etkilenmektedir.

Mekânların genel aydınlatılması tasarlanırken, homojen aydınlatma sağlanması hedeflenmektedir. Bu sayede kamaşma ve gölgelerin azalması, mekânın her noktasında eşit aydınlık düzeyleri ve kullanıcılar için eşit şartlar sağlanmış olmaktadır.

Kontrol sistemleri ile özellikle yapay aydınlatma sistemine ait armatürlerin ihtiyaç dışı kullanımının azaltılması hedeflenmektedir. Armatür seçimlerinden sonra kontrol sistemlerinin düzgün kurulumu sayesinde az enerji ile aydınlatma ihtiyacı karşılanmakta, sürdürülebilir kalkınmanın enerji korunumu hedefine katkı sağlanmaktadır.

### **3.4.3. Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Karma Aydınlatma Sistemleri**

Eğitim mekânlarının kullanım süreleri genelde gün ışığının mevcut olduğu vakitlerdir. Bu nedenle mekânlarda gün ışığının olumlu etkileri de düşünülerek doğal aydınlatmaya öncelik tanınmaktadır. Bu sayede hem elektrik kullanımı tasarrufu sağlanmakta hem kullanıcı memnuniyeti artırılmaktadır. Ancak gün ışığının görsel konfor koşulları için yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatma sistemine gereksinim duyulmaktadır.

Doğal ışık alan iç mekânların yapay ışık ihtiyacı, gün ışığı almayan mekânlara oranla daha azdır. Bu bağlamda, doğal ışıktan maksimum yararlanılması, yapay ışık ihtiyacını ve doğrudan enerji kullanım miktarını azaltmaktadır (Özçelik ve Yılmaz, 2019). Ancak doğal ışık kullanımında dezavantaj, mevsime veya gün içerisinde

güneşin konumuna göre aydınlık seviyesinin sabit kalmamasıdır. Böyle durumlar için ise aydınlatma sisteminin aydınlık düzeyinin gün ışığına uygun şekilde ayarlanabilmesi gerekmektedir.

Doğal ve yapay aydınlatmanın birlikte kullanılacağı durumlarda iki sistemin de iyi analiz edilmesi ve birbirine uyumunun sağlanması gereklidir. Doğal ve yapay ışığın birlikte kullanımında genellikle en büyük problem, gece yalnızca elektrikli sistem kullanılacağında iki sistem arası geçişin düzgün sağlanmasıdır. Bu durumda kontrol sistemleri devreye girmektedir (Kesten, 2006).

Kontrol sistemlerinin amacı, aydınlatma sistem ve aygıtlarının gerektiği zaman ve gerektiği kadar çalışmasını, bunun dışındaki zamanlarda ise devre dışı bırakılmasını sağlamaktır. Gün ışığının yeterli olduğu durumlarda aydınlatma armatürlerinin devre dışı bırakılabilmesi, manuel veya otomatik kontrol sistemleriyle sağlanabilir.

Gün ışığına bağlı kontrol sistemleri sayesinde görsel konfordan ödün verilmeden enerji tüketimi azaltılmaktadır (Yener ve diğ., 2009). Güneş ışığı ve güneş ışığının yetersiz kalması halinde yapay aydınlatmanın birlikte kullanıldığı sistemler karma aydınlatmalar olarak sınıflandırılabilir. Bir nevi gün ışığına göre ayarlanmış ve kontrol edilebilen yapay aydınlatma sistemi demek de mümkündür.

Tüm aydınlatma sistemleri değerlendirildiğinde tasarımı doğru yapılmış bir karma aydınlatma sistemi, görsel konforla birlikte etkin enerji kullanımını sağlayan sistemlerdir. Ancak yapının bulunduğu bölgeye özgü gün ışığı verilerinin titizlikle analiz edilmesi ve yalnızca yetersiz kaldığı noktaların kapatılması adına elektrikli sistemlere başvurulması gerekmektedir.

Karma aydınlatmalarda doğal ve yapay aydınlatma sistemlerinin entegrasyonu söz konusu olduğundan, iki ışığın da gereklilikleri sağlanmalıdır. Bu nedenle tasarım ve kurulum aşamaları en zorlu sistemlerdir. Ancak kullanım konforu ve maliyeti, enerji tasarrufu gibi özellikleri, tercih edilme sebepleridir.

### 3.5. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sürdürülebilir yapı kavramının gelişimiyle birlikte enerji kaynakları, kullanımı veya alternatifleri de gündem olmuştur. Yapılar içinde kullanılan enerjinin büyük bir bölümü aydınlatmayı kapsadığından, aydınlatma konusu çalışmalara dahil olmuştur. Çalışmaların hedefi, etkin enerji kullanımı ve kaynak korunumu sağlanırken kullanıcı ihtiyacının da karşılanmasıdır.

Aydınlatma ihtiyacı; mekânın boyutları, kullanım amacı, kullanıcıların fiziksel ihtiyaçları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. İyi bir aydınlatmada yapılacak faaliyete uygun ışık şiddeti, yeterli gölge ve aydınlık alanlar, kamaşmanın önlenmesi, işleve uygun ve kaliteli ışık renginin seçilmesi önem kazanmaktadır.

Son yıllarda aydınlatma yalnızca görsel algılama ve görme ihtiyaçlarının karşılanmasında değil, mimari mekân veya yüzeylerin vurgulanmasında da önem kazanmıştır.

Aydınlatma çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Aydınlatma Sözlüğü'ndeki en genel tanımıyla "nesnelere, çevrelere veya belirlenmiş bir bölgeye görülebilmesi için ışık uygulanması"dır. Aydınlatmanın temel hedefi; fonksiyonlar yerine getirilirken kullanıcıların nesnelere görsel olarak algılanması ve görsel yorgunluğun engellenmesidir. Bu bağlamda nitelikli bir aydınlatma ile şekillerin, dokuların ve en küçük nesnelere bile rahatça algılanabilmesi, doğrultu ve yön bulmanın kolay olması ve renkler arası ayrımın yapılabilmesi gerekmektedir.

Mekân içerisinde aydınlatma kapsamına göre genel ve bölgesel aydınlatmalar olarak sınıflandırılmaktadır. Genel aydınlatma mekânın tümünde işleve uygun bir aydınlık düzeyi sağlanmasını, bölgesel aydınlatmada yalnızca belirlenmiş bir alanın vurgulanması veya bu alanda odaklanarak çalışmanın kolaylaşmasını hedeflemektedir.

Eğitim yapıları içinde öğrenme alanlarında ışığın eşit dağıtılabilmesi amacıyla ve parlamaların önlenmesi amacıyla dolaylı genel aydınlatma, bireysel çalışma alanları ve atölye gibi alanlarda görsel algı ve konsantrasyon kontrolü amacıyla vurgulu bölgesel aydınlatma, yönlendirme amacıyla merdiven ve acil çıkış alanlarında etkili bölgesel aydınlatma uygulanmaktadır.

Işık kaynakları, doğal ve yapay ışık kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Güneş, ateş, ışık yayan radyoaktifler doğal ışık kaynaklarına örnek gösterilebilir. Doğal ışık dağılımı coğrafya, iklim, çevresel sınırlamalar gibi faktörlere göre değişkenlik göstermektedir. Yapılarda aydınlatmanın yanında ısı kazancına da katkı sağlamaktadır.

Yapay ışık ise genellikle elektrik enerjisi dönüşümü ile ortaya çıkan ışıktır. Yapay ışık kaynaklarının en büyük avantajı ışığın mekânda homojen yayılımını sağlayabilmesidir. Doğal aydınlatmanın yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatmaya başvurulması, enerji tasarrufu anlamında önem taşımaktadır.

Aydınlatma sisteminde ışık kaynakları ve aygıtlar kadar kontrol sistemi de önem kazanmıştır. Zamana ve kullanıcı ihtiyaçlarına göre ışık şiddetini veya dağılımını ayarlayarak gereksiz enerji tüketimini önlemektedir.

Eğitim yapılarının temel işlevi olan öğrenmenin yaklaşık %80i görme yoluyla gerçekleşmektedir. Doğru aydınlatma seviyesi ve ışık özelliklerine sahip olunmadığı durumlarda görsel yanılgılar oluşabilmektedir. Ayrıca aşırı yüksek veya düşük ışık düzeyleri, ışık titreşimi gibi durumlarla birlikte dikkat dağınıklığı, baş ağrısı ve psikolojik rahatsızlıklar görülmektedir.

Yapılan araştırmalarda doğru aydınlatmanın ruh hali, görsel algı, memnuniyet, güvenlik hissi, çalışma ve öğrenme performansı, sağlık ve sosyal ilişkileri olumlu etkilediği gözlemlenmiştir. Eğitim yapıları, bu faktörlerin tümünü bünyesinde barındırdığından doğru aydınlatma tercihleri başta öğrenci ve öğretmenler olmak üzere tüm kullanıcıları etkilemektedir.

Enerji etkin aydınlatma; teknolojik gelişmelere uygun, görsel performansı destekleyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı aydınlatma sistemleri olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda gün ışığından maksimum yararlanılan sistemler tercih edilmelidir.

Eğitim yapıları gibi günün büyük bölümünde aktif olarak kullanılan yapılarda doğal ışık kullanımı önem kazanmaktadır. Bu sayede hem aydınlatma ve ısıtma enerjilerinden tasarruf sağlanmakta hem de kullanıcı konforu üst seviyelere çıkarılmaktadır.

Eğitim yapıları içinde en sık kullanılan alanlar olan sınıflarda öğrenme ve öğretme verimini etkileyecek ışık, ses, koku, nem gibi faktörlerin değerlendirilmesi öncelik kazanmaktadır. Sınıf aydınlatmasında öncelikli değerlendirilmesi gereken unsur okuma-yazma eylemidir. Yakın ve uzak mesafelerde gerçekleşen okuma eylemlerinde öğrencilerin yatay ve düşey düzlemleri algılaması ve geçişlerde gözün uyum sağlaması planlanmalıdır.

Eğitim yapıları; çok amaçlı salonlar, kütüphaneler, idari mekanlar, spor salonları, sirkülasyon alanları, kantin ve kafeteryalar gibi birçok farklı işleve hizmet eden bağımsız birimleri bünyesinde barındırmaktadır. Her alanda görsel algının gerekli düzeyde sağlanması öncelikli hedeftir. Bu durum işlevlere göre farklılık göstermektedir. Ayrıca her birim için gerekli aydınlık düzeyleri, renksel geriverim indeksi ve kamaşma indisi gibi özellikler tasarım aşamasında göz önüne alınmalıdır. Bu değerler ülkemiz için TS EN 12464-1 standardında ifade edilmiştir.

Sağlıklı bir öğrenme ortamı oluştururken enerjinin etkin kullanılması endişesi, gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda yapay aydınlatma kullanımını sağlamıştır. Doğal ışık kullanımının artması, coğrafi bölgelere ve bu bölgelere göre değişen gün ışığı miktarlarına göre bina tipolojilerinin farklılaşmasına yol açmıştır. Aşırı güneşli bölgelerde kamaşma ve parlamaların önlenmesi, bulutlu havaların hakim olduğu bölgelerde ise ışığın tamamının yapıya alınması gerekmektedir.

Gün ışığı kullanımında verimi artırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

-*Fotovoltaik paneller*, diğer adıyla güneş pilleri, güneş enerjisini depolayarak elektrik enerjisine dönüştürmekte ve yapının ihtiyaçlarında kullanılmaktadır.

-*Işık yönlendiriciler*, pencere camlarına entegre edilen maddeler ile ışığın kırılmasını ve yönlendirilmesini sağlamaktadır.

-*Işık rafı*, ışığın yoğun olduğu pencere önünde gölgeleme elemanı olarak kullanılırken, yansıtıcı üst yüzeyi ile pencereye yüksek açıyla vuran ışığı kırarak mekânın iç bölümlerine dağıtarak aydınlatmaya destek olmaktadır.

-*Prizmatik paneller*, yüksek açıyla vuran ışığı yansıtarak parlaklığın önlenmesi ve düşük açılı ışığın mekâna dağıtılmasını sağlamaktadır.

-*Işık tüpü*, bina boyunca uzanan aynalı bir tüp sayesinde binanın gün ışığı almakta zayıf kalan bölgelerine ışığın ulaşmasını sağlamaktadır.

Günüşiğinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılması gereken yapay aydınlatmaların avantajı istenilen zamanda istenilen mekânın aydınlatılmasıdır. Yapay aydınlatma sistemleri ve aygıtları zaman içerisinde gelişmiştir.

Uzun yıllar kullanılan akkor lambalar, düşük ışık miktarı oluştururken enerji verimliliği açısından da zayıftır. Bu nedenle sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirildiğinde kullanılması doğru olmayan bir aygıttır.

Floresanlar, cıva deşarjıyla birlikte fosforun dönüşümü sonucu ışık yaymaktadır. Akkorlara göre daha yüksek ışık seviyelerine ulaşabilmektedir. Mekânda homojen ışık dağılımı sağlayabilmesi en büyük avantajıdır.

LED teknolojisi ile enerjinin etkin kullanıldığı bir beyaz ışık kaynağı geliştirilmiştir. Enerji verimliliği konusunda diğer ışık kaynaklarından çok öndedir. Son yıllarda sürdürülebilirlik fikrinin gelişimiyle kullanımı da artmıştır.

Yapay aydınlatma sistemleri, ışık kaynaklarından çıkan ışığın mekâna dağılımı bakımından doğrudan, yarı dolaysız, homojen, yarı dolaylı ve dolaylı aydınlatmalar olarak sınıflandırılmaktadır. Doğrudan aydınlatmada aşırı ışık seviyeleri nedeniyle parlama ve kamaşmalar ortaya çıkmakta, dolaylı aydınlatmada ise yeterli aydınlık düzeyine ulaşılamadığından görsel algı ihtiyacı karşılanmamaktadır. Genel aydınlatma için ideal olan homojen aydınlatmadır.

Doğal ve yapay ışığın organize olarak kullanıldığı sistemler, karma aydınlatma sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Gün ışığının yetersiz kullanıldığı durumlarda yapay aydınlatmaya başvurulması fikri hakimdir. Kontrol sistemleri, karma aydınlatma sistemlerinin vazgeçilmez unsurlarından biridir. Kontrol sistemleri, doğal ve yapay aydınlatma sistemleri arasındaki koordinasyonu sağlamaktadır. Amaç, sistem ve aygıtların gerektiği zaman ve gerektiği kadar çalışması, bunun dışındaki vakitlerde ise devre dışı bırakılmasıdır. Aydınlatma sisteminde enerjinin etkin kullanılmasında en önemli öğelerdendir.

Karma aydınlatma sistemleri, doğal ve yapay aydınlatma sistemlerini bir arada içerdiğinden tasarımı ve kurulumu zordur. Ancak enerji verimliliği ve kullanım

konforu nedeniyle sürdürülebilir düşünce bağlamında tercih edilmelidir. Karma aydınlatmaların çalışma prensibi, etkin enerji kullanım kriterleriyle birebir örtüşmektedir. Mümkün olduğunca doğal ışık, yetersiz kaldığı durumlarda görsel konforu sağlamak amacıyla yapay ışık kullanımı teşvik edilmektedir.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### 4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM YAPILARINDA ENERJİ ETKİN AYDINLATMA ÖRNEKLERİ

Eğitim yapıları, çocukların aileleri dışında ilk kez sosyalleştiği ve gelecek nesillerin şekillendiği kurumlardır. Eğitim mekânlarında aydınlatma, enerji kullanımı ve kullanıcı konforunun yanında eğitim kalitesini etkileyen birincil faktörlerdendir. Öğrencilere yaşam boyu devam edecek enerji ve çevre koruma bilincinin verilmesi amacıyla etkin enerji kullanımını canlı olarak mekânlarda deneyimlemeleri fayda sağlamaktadır. Çalışmanın bu bölümünde sürdürülebilirlik ve enerji etkin aydınlatma bağlamında örnek yapılar incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

#### 4.1. CEZERİ YEŞİL TEKNOLOJİ TEKNİK VE ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ

Örnek yapı olarak seçilen Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi kapsamında Ankara Eryaman'da bir eğitim kampüsü olarak tasarlanmıştır. Türkiye'de enerji verimliliğinin artırılması projesi; Küresel Çevre Fonu desteği ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ortaklığında, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında gerçekleştirilmektedir (URL-37).

Bina, kamu yapılarının yüksek enerji tüketimleri ve sera gazı salınım oranlarına dikkat çekerek bu tüketim maliyetlerinin azaltılabileceğini gösteren bir örnek olarak oluşturulmuştur. En önemli hedefi ise bütünlük ve aynı zamanda çevre dostu yapıların ülkemizde gerçekleştirilebilir olduğunu kanıtlayan bir model ortaya koymaktır. Türkiye'nin ilk yenilenebilir enerjili okulu olarak tasarlanmıştır. Isınma, havalandırma, aydınlatma gibi ihtiyaçlar için kullanacağı enerjinin büyük bölümü, alana yerleştirilen ve binaya entegre edilen pasif sistemlerle ve doğal yollarla sağlanmaktadır.

Eğitim binası, spor salonu ve pansiyon binası olmak üzere üç bloktan oluşmaktadır. Eğitim binası, atriyum çevresinde konumlanmış sınıflar ve atölyelerin bulunduğu kısımlardan oluşmaktadır. Bünyesinde 26 derslik, 6 laboratuvar, 10 atölye ve kapalı spor salonu ile toplam 21.940 m<sup>2</sup> kapalı alanı bulunmaktadır (Yöntem, 2016) (Şekil 4.1).



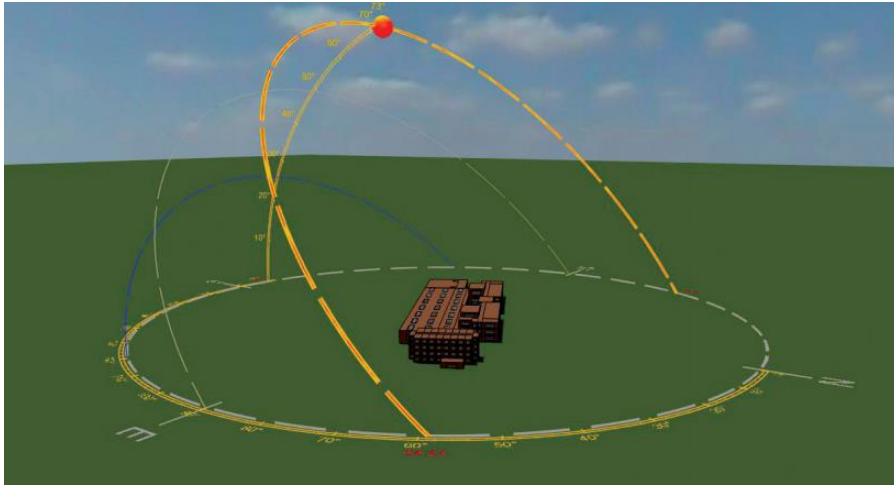
Şekil 4.1. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kampüs yerleşim planı (Yöntem, 2016).

Yapı, iç avluda toplanan ana sirkülasyon hattının ve iç avlunun iki yanına yerleştirilen sınıf ve atölyelerden oluşmaktadır. Kampüs içindeki tüm sınıflarda ve atölyelerde doğal havalandırma ve iklimlendirme sistemleri mevcuttur. Gün ışığından aydınlatmanın yanında diğer kullanımlar amacıyla elektrik üretilmesi de sağlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat planı (Şimşekler İnşaat Proje Arşivi).

Sürdürülebilirliğin sosyal, kültürel ve ekonomik boyutlarına dair kriterler, tasarımdan kullanıma kadar gerçekleşecek her aşamaya dair çözümler hazırlanmış ve değerlendirilmiştir. Bina tasarımında bina performansı ve kullanıcı konforunun maksimuma ulaşması hedeflenmiştir. Bu bağlamda gerekli teknik özellikler ve etkin enerji kullanımı parametrelerinin değerlendirilmesi amacıyla Bina Bilgi ve Enerji Modelleme çalışmaları yapılmıştır (Şekil 4.3) (URL-38).



Şekil 4.3. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML bina enerji modeli (Yöntem, 2016).

Bina Enerji Modelleri (Şekil 4.3), yapının tasarımı aşamasında çevresel veriler ve iklim özelliklerinin değerlendirilmesi ve değerlendirme sonuçlarına göre yapının doğrultusu, dış kabuk sistemi, termal ve görsel konfor kriterleri ile kullanılacak yenilenebilir enerji kaynaklarının analizlerini içermektedir.

Enerji ve malzeme korunumu amacıyla, tasarımda pasif sistemlere öncelik verilmiştir. Birçok pasif sistemi bünyesinde barındıran bina; enerji, su ve kaynak korunumuna katkı sağlamaktadır. Pasif sistemler, binanın tümüne entegre edilerek bir bütün halinde işlemesi ve kendi içinde bir döngü ile sistem yaratması sağlanmıştır.

Binanın bahçesi gabion duvarlarla çevrilidir. Gabion duvar, çevreye özgü geri dönüştürülebilir malzemelerden üretilmektedir. Ayrıca organik görüntüsü ile estetik katkı sağlamaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML'ye ait gabion bahçe duvarları (URL- 39).

Bahçede tören alanı zemini, geçirimli döşemeler ile kaplanmıştır. Bu sayede toprakaltı borulara su geçişi sağlanmakta ve biriken su depolanmaktadır. Toplanan su bahçe sulaması gibi alanlarda kullanılarak su korunumuna katkı sağlamaktadır.

Yapı cephesinde pencerelerle birlikte mekanlara ait havalandırma menfezleri tasarıma dahil edilmiştir. Menfezler sayesinde tüm iç mekânlarda doğal havalandırma sağlanmıştır. Doğal havalandırma menfezleri ve ısı geri kazanımlı menfezler kullanılmıştır (Şekil 4.5). Bu sayede kış aylarında doğrudan soğuk havanın iç mekânlara girişi önlenerek, havanın ihtiyaç duyulan sıcaklığa getirilmesi sağlanmaktadır. Kullanılan menfezler, olumlu ortam koşulları oluştururken; mekanik havalandırma sistemi için harcanacak enerjiden tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 4.5. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML cephesindeki ısı geri kazanımlı doğal havalandırma menfezleri.

Doğal havalandırma amacıyla; menfezlere ek olarak çapraz havalandırma bacası sistemi kurulmuştur. Çapraz havalandırma sistemleri; bina cephelerindeki rüzgâr basınç bölgelerine göre kurulmaktadır. Hava girişi yüksek basınç bölgesine, çıkışı ise alçak basınç bölgesine konumlandırıldığında sistemin etkisi artmaktadır (Yüksek ve Esin, 2011).

Yapının ihtiyacı olan elektrik enerjisinin başlangıçta %25'lik bir kısmının yenilenebilir kaynaklardan karşılanması, ilerleyen dönemlerde bu oranın artması hedeflenmektedir. Elektrik enerjisi üretimi için güneş ve rüzgâr enerjisinden faydalanılmıştır. Yapıya ait alanın en yüksek rüzgâr alan güneybatı köşesine yerleştirilen rüzgâr türbini (Şekil 4.6) ile yıllık 200 kW kadar enerji üretilmektedir. Üretilen elektrik enerjisi, yapı içinde aydınlatma, ısıtma, iklimlendirme gibi ihtiyaçlarda kullanılmaktadır.



Şekil 4.6. Bahçeye yerleştirilen rüzgâr türbini (URL-41).

Binanın cephe ve çatı sistemleri, “doğal ışıktan maksimum fayda sağlayabilmek” ilkesi üzerine kurgulanmıştır. Güneş duvarları ile havalandırma sistemlerinde ısıtma ve soğutma yapılmakta, güneş kırıcılar ile güney cephesinden alınan güneş ışığının yalnızca ihtiyaç kadar olan kısmı mekânların aydınlatması amacıyla yapı içine alınmaktadır. Bunlara ek olarak bina ve otopark çatısına yerleştirilen fotovoltaik güneş panelleri sayesinde, güneş ışığından elektrik üretimi sağlanmakta ve binanın ihtiyaç duyduğu elektriğin yaklaşık %80'i paneller tarafından karşılanmaktadır (Şekil 4.7).

Fotovoltaik güneş panellerinin güneş alma miktarı, enerji üretim ve depolama miktarını doğrudan etkilemektedir. Kuzey yarımkürede güneş ışığının yoğun olduğu güney yönünde, Bina enerji Modeli ile belirlenen açıya göre yönelim sağlanmıştır. Kurulan sistemler sayesinde depolanan enerji, güneş ışığı olmayan günlerde yapay aydınlatma sistemlerine destek olmaktadır.



Şekil 4.7. Fotovoltaik güneş panelleri ve güneş bacalarının yerleşimi (URL-41).

Binada doğal aydınlatma sistemleri ve günışığı kullanım yöntemlerinden güneş bacası sistemi de uygulanmıştır. Güney cephesinde kalan atölye binasının çatısında fotovoltaik güneş panellerinin aralarına yerleştirilen güneş bacaları, binanın orta veya iç kısmında kalan ve yeterli gün ışığı alamayan bölümlere bina boyunca gün ışığı iletilmesini sağlamaktadır.

Yapının farklı cephelerinde, güneş ışığı analizlerine göre farklı sistemler kullanılmıştır. Güney cephesinde havalandırma için güneş duvarları inşa edilmiştir. Güneş duvarları sayesinde mekâna girecek havanın solar borularda güneş enerjisi ile ön ısınması veya soğuması sağlanmakta, ihtiyacı karşılayacak duruma geldiğinde mekânlara ulaşmaktadır.

Kuzey cephesinde ise güneş ışığı potansiyeli daha düşük olduğundan yeraltı borulama sistemleri kullanılmıştır. Bu sistemde ise havanın önce toprakaltındaki

borulardan geçmesi ve ön ısıtma veya soğutması sağlandığında havalandırma sistemine ulaşması sağlanmaktadır.

Tasarım aşamasında binanın yönelimi, cephe açıklıkları ve cepheye yerleştirilen güneş kırıcı paneller, mahallerin yerleştirildiği konumlar; binanın yıllık güneş eğrisine göre hesaplanmıştır. Bu sayede iç mekânlarda doğal aydınlatma kullanım imkânının artırılması hedeflenmiştir.

Sınıfları ve atölyeleri birbirine bağlayan atriyum, bina grubunun merkezinde kapalı bir avlu olarak işlevlendirilmiştir. Atriyum çatısında kullanılan etfe kaplama ile, güneş ışığının iç mekâna alınması hedeflenmiştir (Şekil 4.8). Etf; iki veya üç tabakalı, ışık geçirgenliği yüksek, tabakalar arasındaki hava sayesinde ısı yalıtımlı, hafif bir çatı malzemesidir. Güneş ışığından maksimum fayda sağlayabilmek amacıyla çatı, güney yönüne eğimli olarak tasarlanmıştır. Ancak mekâna doğrudan alınan güneş ışığının neden olacağı aşırı ısınma, etfenin ısı yalıtım özelliğiyle dengede tutulmaktadır.



Şekil 4.8 Atriyum alanı (URL-40).

Atriyum çevresinde konumlanan mahallerin atriyumla ilişkisini kurabilmek ve etfe çatıdan bina içine alınan ışığın katlara rahat ulaşmasını sağlamak amacıyla, kat arası dolaşımlarda atriyumu çevreleyen revaklar tasarlanmıştır (Şekil 4.8). Yapay aydınlatma sistemi, gün içinde yalnızca ihtiyaç halinde doğal aydınlatmayı desteklemek amacıyla kullanılmaktadır.

Atriyum çevresinde sınıflar ve atölyelerin bulunduğu bölümlerin çatılarında sulama ihtiyacı olmayan yeşil çatı çeşitlerinden kahverengi çatı uygulaması yapılmıştır (Şekil 4.9). Kahverengi çatı sayesinde HVAC sistemleri için enerji kullanımı azaltılmaktadır. Aynı zamanda çatı bileşenlerinin kullanım süresini uzatmakta ve yağmur suyu emme özelliği sayesinde su kullanımında altyapının yükünü hafifletmektedir (Aras, 2019).



Şekil 4.9. Atölye bölümü üzerinde kahverengi çatı uygulaması (URL-39).

Binanın cephe açıklıkları belirlenirken LEED sertifikasyon sistemine uygun doğal aydınlatma kriterleri göz önüne alınarak, sınıflarda yalnızca doğal ışık ile 100 lx aydınlık seviyesinin sağlanacağı şekilde tasarlanmıştır. Pencereleler, yatay olarak da bölümlendirilerek ışık, sınıfın iç kısımlarına ulaştırılmıştır (Şekil 4.10; Şekil 4.11).



Şekil 4.10 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sınıf görüntüsü (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).



Şekil 4.11. Dersliklerde pencere ve aydınlatma prensipleri (Yöntem, 2016).

Güney cephesindeki sınıf pencerelerine ek olarak sınıfların iç kısımlarında bulunan yüksek üst pencereler, atriyumdan bina içine alınan doğal ışığın sınıflara da ulaşmasını ve sınıf içinde doğal ışık homojenliğini desteklemektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sınıflarında yüksek üst pencereler (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Sınıflarda duyulan aydınlatma ihtiyacı büyük oranda gün ışığı ile karşılanmaktadır. Ancak gün ışığının yetersiz kaldığı kapalı havalarda ve gün ışığı olmayan vakitlerde kullanılmak üzere, sınıflardaki asma tavan içine yüksek enerji verimli LED panel aydınlatmalar yerleştirilmiştir. Aydınlatma aygıtları, öğrencilerin bakış yönüne paralel olacak şekilde üç sıra halinde konumlanmıştır (Şekil 4.10; Şekil 4.12). Sınıflarda kullanılan akıllı tahta da bir yapay ışık kaynağı görevi üstlenmektedir. Bu sayede tahtanın algılanabilmesi amacıyla ekstra ışıklık takviyesine ihtiyaç kalmamaktadır.

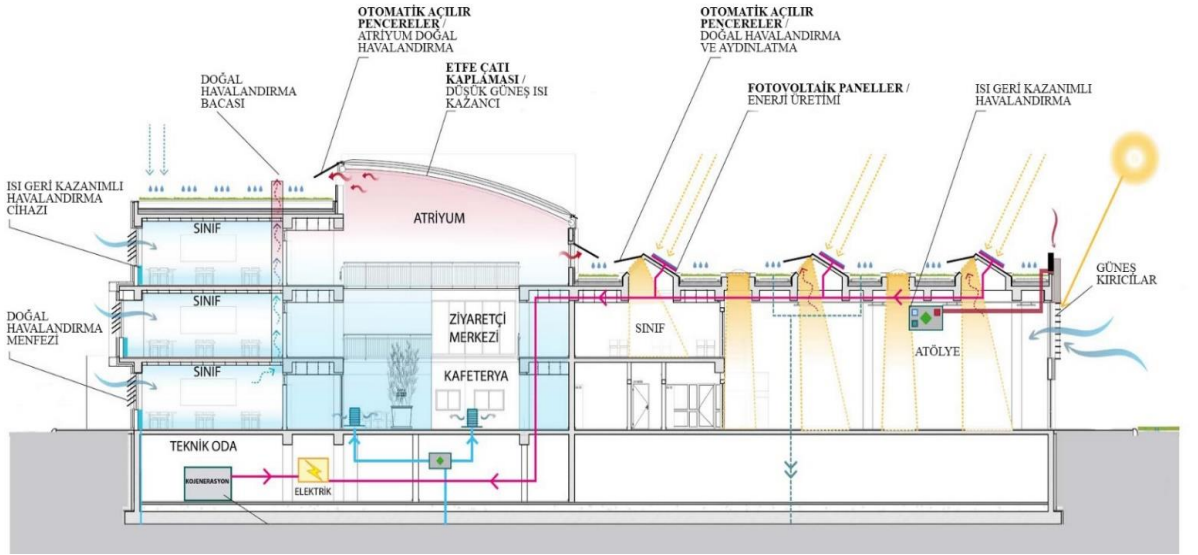
Doğal ve yapay ışık kaynaklarının performansını artırabilmek amacıyla sınıflarda zemin, duvar ve tavanlar açık renkli tasarlanmıştır. Kullanılan mobilyalar da aynı şekilde ışık yansıtıcılığı yüksek renklerde tercih edilmiştir. Bu sayede mekân ve eşyaların yüzeyleri de kendilerine çarpan ışığı yansıtarak aydınlatma sistemlerini desteklemektedir.

Başlıca eğitim mekânlarının bir diğeri olan atölyeler, binaların ışık performansı yüksek olan kuzey cephesine yerleştirilmiştir. Cephe boyunca yerleştirilen pencereler mahallere gün ışığı alınmasını sağlamaktadır. Kuzey cephesinden binaya giren ışık seviyesi yüksek olduğundan kamaşma ve parlamalara neden olmaktadır. Fazla ışığın neden olduğu olumsuz durumların önüne geçebilmek amacıyla bu cephedeki pencerelere güneş kırıcılar eklenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölye görüntüsü (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Fotovoltaik güneş panellerinin yönelimini sağlamak amacıyla panellerin altına üçgen prizma şeklinde platformlar kurulmuştur. Platformun güney yönüne paneller, kuzey yönüne ise pencereler yerleştirilmiştir. Bu pencereler sayesinde atölyelere çatıdan doğal ışık alınması ve yapay aydınlatma ihtiyacının azaltılması sağlanmaktadır. Atriyum çatısında sınıf ve atölye bölümleriyle arada kalan kot farkıyla oluşan yüzeylerde de benzer pencere sistemleri kullanılmıştır. Aynı zamanda açılır kapanır sistem olarak tasarlanan çatı pencereleri doğal havalandırmaya destek olmaktadır (Şekil 4.14; Şekil 4.15).



Şekil 4.14 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML binasında kullanılan pasif sistemler (Karabacak, 2017).

Şekil 4.14'te gösterilen kojenerasyon sistemi ise toprak altı suların ısı enerjisinden faydalanarak elektrik enerjisi dönüşümü sağlamaktadır. Üretilen elektrik enerjisi binaya dağıtılarak yapay aydınlatma ve iklimlendirmenin yenilenebilir kaynaklarla sağlanmasına destek olmaktadır.



Şekil 4.15 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölye görüntüsü (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Atölyelerde cephe ve çatı pencerelerinin yanında yapay aydınlatma sistemi olarak raylar üzerine yerleştirilmiş yönlendirilebilir LED spotlar kullanılmıştır. Aygıtların yönlendirilebilmesi sayesinde çalışma yapılan ve aydınlatma ihtiyacı yüksek olan alanlarda ışığın toplanması sağlanmaktadır (Şekil 4.15; Şekil 4.16).

Atölyeler, aynı zamanda yüksek dikkat gerektiren ince detaylı çalışmaların yürütüldüğü alanlardır. Dikkatin toplandığı bireysel çalışma masalarında, bölgesel masa aydınlatmaları tercih edilmiştir. Bu sayede çalışmanın titizlikle yürütülmesi ve en küçük parçalar için bile görsel algı problemi oluşmaması sağlanmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML atölyelerinde yapay aydınlatma sistemleri (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Okula ait çok amaçlı salonda aktif gün ışığı ile aydınlatma yapılmamaktadır. Mekânın genel aydınlatması duvarlar boyunca başlayıp tavanda devam eden lineer strüktürler arasına yerleştirilen lineer LED aydınlatmalar ile sağlanmaktadır. Sahnenin vurgulu aydınlatılması amacıyla sahne önünde yönlendirilebilir LED spotlar kullanılmaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Çok Amaçlı Salon Görüntüsü (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Genelde karanlık ortam olarak kullanılan çok amaçlı salonun zemini, yetersiz aydınlık seviyesine bağlı güvenlik problemlerini azaltmak amacıyla merdiven değil, rampa olarak tasarlanmıştır. Bu sayede engelli erişimi de kolaylaştırılmıştır.

Okul kütüphanesi, sınıflar ve atölyelerin ortasında, atriyumun devamında bir düğüm noktası olarak konumlandırılmıştır. Kuzeybatı yönüne bakan mekânın gün ışığı performansı çok yüksektir. Mahallin dış yüzeye bakan cephesinde taşıyıcılar arasını kaplayacak boyutlarda iki büyük pencere bulunmaktadır (Şekil 4.18). Genel aydınlatma için genelde doğal ışık yeterli olmaktadır.



Şekil 4.18. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi pencereleri (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Kütüphaneye ait çalışma masaları pencere önüne yerleştirilerek, masa aydınlatması ihtiyacı pencereden gelen doğal ışıkla karşılanmıştır. Ancak aşırı gün ışığı olan durumlarda parlama ve kamaşmaya sebep olan ışık, öğrencileri olumsuz etkileyebilir. Bu durumun önüne geçmek için pencerelere güneş kırıcı elemanlar eklenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi çalışma masaları ve güneş kırıcı elemanlar (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Kütüphanede doğal aydınlatmaya ek olarak asma tavan içine gömülü LED aydınlatmalar ve tavana asılı lineer LED armatürler kullanılmıştır. Kitap rafları bulunan bölümde rafların diziliş yönüne dik doğrultuda sarkıt lineer aygıtlar kullanılarak kitaplıklar ve aralarına yerleştirilen okuma alanları için görsel algının iyileştirilmesi sağlanmıştır (Şekil 4.18; Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi kitap rafları aydınlatması (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Sarkıt lineer aydınlatmalara ek olarak kullanılan asma tavan içine gömülü aygıtlar ise aydınlık düzeyi yüksek olan pencereye yakın alanlarda seyrek, iç bölümlerde daha sık yerleştirilmiştir. Bu sayede mekânın tamamında aydınlık seviyesinin dengede tutulması ve homojen aydınlığın sağlanması hedeflenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML kütüphanesi aydınlatma armatürlerinin dağılımı (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Yapı içi sirkülasyon alanlarının tamamı; üst katlarda atriyumun bakan revaklar ve zemin katta ise atriyumun oluşturduğu kapalı avluya bakan cam koridorlar olarak tasarlanmıştır. Bu sayede sirkülasyon alanlarının doğal ışık ihtiyacı, atriyumun ait etfe çatıdan giren ışıkla karşılanmaktadır. Merdivenler atriyumun oluşturduğu kapalı avlu içinden bağlantı sağlayarak, koridorlar gibi gün ışığı ihtiyacını etfe çatıdan sağlamaktadır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML sirkülasyon alanları (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Koridorlarda asma tavan içine gömülü LED aydınlatma armatürleri tercih edilmiştir. Gün içerisinde aydınlık ihtiyacı atriyumdan sağlanmaktadır. Ancak kapalı havalarda ve güneşin olmadığı akşam saatlerinde özellikle alt katlarda yapay aygıtlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yerleştirilen armatürler, hareket doğrultusuna paralel, birbirine çapraz olacak şekilde konumlandırılmıştır. Fazla aydınlık seviyesinden kaçınarak yalnızca gerekli aydınlık seviyesine ulaşılması hedeflenmiştir (Şekil 4.23). Ayrıca acil durum için yönlendirme aydınlatmaları ve aygıtları, koridorlar boyunca hareket aksına paralel olacak şekilde tavanın orta noktalarına yerleştirilmiştir.



Şekil 4.23. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat koridoru (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Katlar arası galeriler ve revaklar arasında kalan kapalı avlu, zemin katta geniş bir sirkülasyon ve sosyal alan oluşturmaktadır. Yapı girişini karşılayan bu alanın bir kısmına, öğrencilerin yeme-içme mekanı olarak da kullanılabileceği şekilde masalar yerleştirilmiştir. Alanın aydınlatması genel itibariyle çatı ve pencerelerden gelen gün ışığı ile sağlanmaktadır. Kat döşemeleri altında kalan alanların aydınlatılmasında kullanılmak amacıyla sarkıt aydınlatma aygıtları kullanılmaktadır (Şekil 4.24).



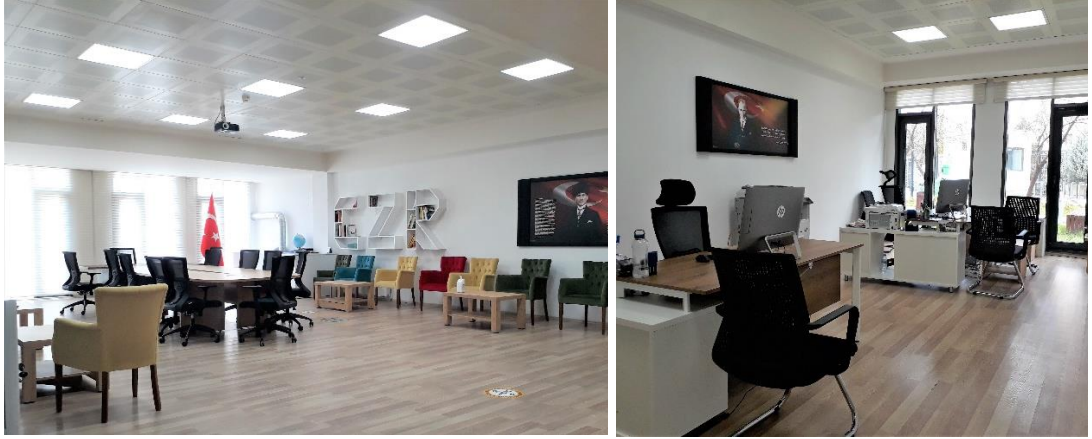
Şekil 4.24. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML zemin kat sosyal alan (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Bina merkezinde kalan ve merdivenler, koridorlar gibi tüm dolaşım alanlarının bağlandığı iç avlu, hem bir toplanma alanı hem de sergileme alanı olarak kullanılmaktadır. Bu alanın aydınlatması da birçok alanda olduğu gibi etfe çatı kaplamasından giren gün ışığı ile karşılanmaktadır (Şekil 4.25). Ayrıca avlunun kenarlarında kalan mekânlar, avludan gelen gün ışığından faydalandığı gibi; atriyum alanı da aynı şekilde diğer mekânlardan yayılan doğal ve yapay ışıklardan faydalanmaktadır.



Şekil 4.25. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML iç avluda sergileme alanı görüntüsü (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Yapı genelinde olduğu gibi idari alanlarda da taşıyıcılar arasını kaplayan düşey pencereler mekânların gün ışığı ihtiyacını karşılamaktadır. Gün ışığının olumsuz etkilerine önlem olarak panjur şeklinde perdeler kullanılmıştır. Kullanılan perdeler yalnızca fazla ışığın mekâna girişini önlemektedir, yeterli gün ışığı alımı sürdürülmektedir. Yapay aydınlatma olarak, mekân büyüklüğünü karşılayacak sayıda, asma tavanlara gömülü LED panel aygıtlar kullanılmıştır (Şekil 4.26).



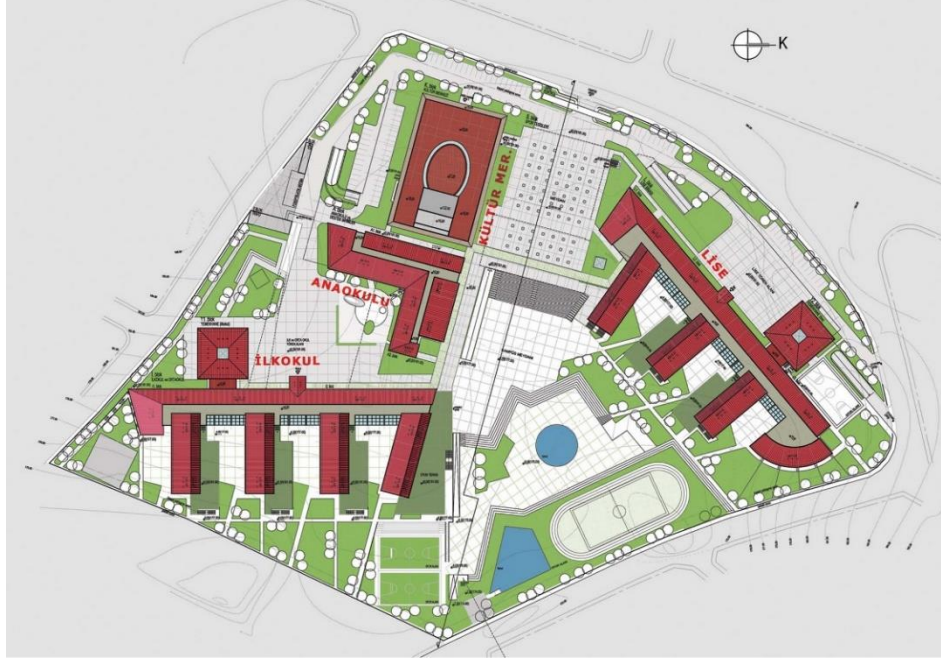
Şekil 4.26. Cezeri Yeşil Teknoloji TEML idari birimler (Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi).

Bina genelinde harekete duyarlı aydınlatma kontrol sistemleri bulunmaktadır. Kontrol sistemi ile yalnızca mekân içinde hareketlilik olduğunda, yani kullanıcı varken yapay aydınlatma sistemi aktif hale gelmektedir. Bu sayede gereksiz elektrik tüketiminin önüne geçilmektedir.

Binanın bütünleşik bina tasarım ölçütleri ve tasarım kararlarıyla, öğrenciler için aynı zamanda yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda bir eğitim aracı olması planlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve aynı zamanda gelecek nesillere bu fikrin aşılanarak sürekliliği hedeflenmiştir.

Okul, eğitim misyonu olarak “Türkiye’nin enerji teknolojileri üretiminde merkez ülke olması amacıyla, enerji üretimi ve etkin enerji kullanımının önemini kavrayan öğrenciler yetiştirme ve bu konuda model gösterilen okul olmayı” benimsemiştir. Bu bağlamda öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bilinçli ve uzman bireyler olması hedeflenmekte, güneş ve rüzgâr enerjisi üzerine çalışmalar yürütülmektedir. Öğrenciler atölyelerde yenilenebilir enerji üzerine eğitimler almakta ve bu konu üzerine kendilerini geliştirerek çalışmalara katkı sağlamaları hedeflenmektedir. Atölyelerde çalışması yapılan ve tasarlanan yeni sistemleri, okul binası üzerinde deneyerek gözlemlene fırsatı bulmaktadırlar.

#### 4.2. TUZLA TERAKKİ OKULLARI



Şekil 4.27. Tuzla Terakki Okulları Kampüsü yerleşim planı (URL-44).

Terakki Vakfı Okulları Tuzla Tepeören Yerleşkesi; bünyesinde lise, ortaokul, ilkokul, anaokulu, spor salonu, 650 kişilik kültür merkezi, servis ve hizmet birimleri, teknik hacimler, her eğitim seviyesine ait açık ve kapalı aktivite alanlarını barındıran bir eğitim kompleksi olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.27; Şekil 4.28). Anaokulu ve ilköğretim blokları 2014’te tamamlanmış, lise bloğu 2016 yılında eklenmiştir.



Şekil 4.28. Tuzla Terakki okulları kampüsü genel görünümü (Sepin Mimarlık Fotoğraf Arşivi).

Yapı blokları, imar koşulları gereği maksimum 2 kat yüksekliğinde tasarlanmıştır. Kat yüksekliğinin düşük olması nedeniyle mahallerin konumlandırılması ve gruplandırılması alana yatayda yayılmış durumdadır. Birimlerin hem bağımsız hem birbiriyle ilişkili çalışması sağlanmıştır. Bu sayede değişen eğitim sistemleri ve formlara esnek olarak uyum sağlanabilmesi kolaylaşmıştır. Binalar arası bağlantı ise cam sundurmadan saçak ile yarı açık sirkülasyon alanları şeklinde planlanmıştır. Yalnızca üzeri kapalı bu alanlarda öğrencilerin binalar arası geçişlerde yağmur ve güneşten korunması hedeflenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Bloklar arası cam sundurma saçak bağlantısı ve anaokulu bloğuna bakış (URL-45).

Projenin en belirgin özelliği verimli kaynak kullanımındır. Bu bağlamda özellikle su kullanımı ön plana çıkmaktadır. Kampüs içindeki peyzaj alanlarının sulama ihtiyacı, çatı ve zeminden emilerek yağmur suyu tanklarında biriken sularla karşılanmaktadır. Ayrıca peyzaj sulamasında kullanılacak su miktarının azaltılması için yerel ve bölgeye adapte olmuş bitki türleri seçilmiş, yüksek verimli sulama teknikleri uygulanmaktadır (Şekil 4.30) (Gülşeker, 2018).



Şekil 4.30. Tuzla Terakki Okulları bahçesi peyzaj alanı görüntüsü (URL-45).

Terakki Vakfı Okulları Tuzla Tepeören Kampüsü, 2014 yılında Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK) tarafından Uluslararası Yeşil Binalar Zirvesi'nde teşvik ödülü kazanmıştır. Aynı zamanda sürdürülebilir yapı değerlendirme sistemlerinden biri olan LEED değerlendirmesinde altın seviye belgesine sahiptir.

Bina yapım sürecinde geri dönüştürülebilir malzemeler ve çevreye duyarlı yapım teknikleri tercih edilmiştir. Yüksek verimli bina kabuğu, cam ve izolasyon sistemleri seçilerek enerji tüketiminin azaltılması sağlanmıştır. Yeşil eğitim yapılarında çevre duyarlılığı yanında kullanıcı sağlığı ve konforu önem kazanmaktadır. Okulun inşası sırasında kullanılan yapıştırıcı, boya gibi malzemeler seçilirken organik içerikli ürünler seçilmiştir (Gülşeker, 2018).

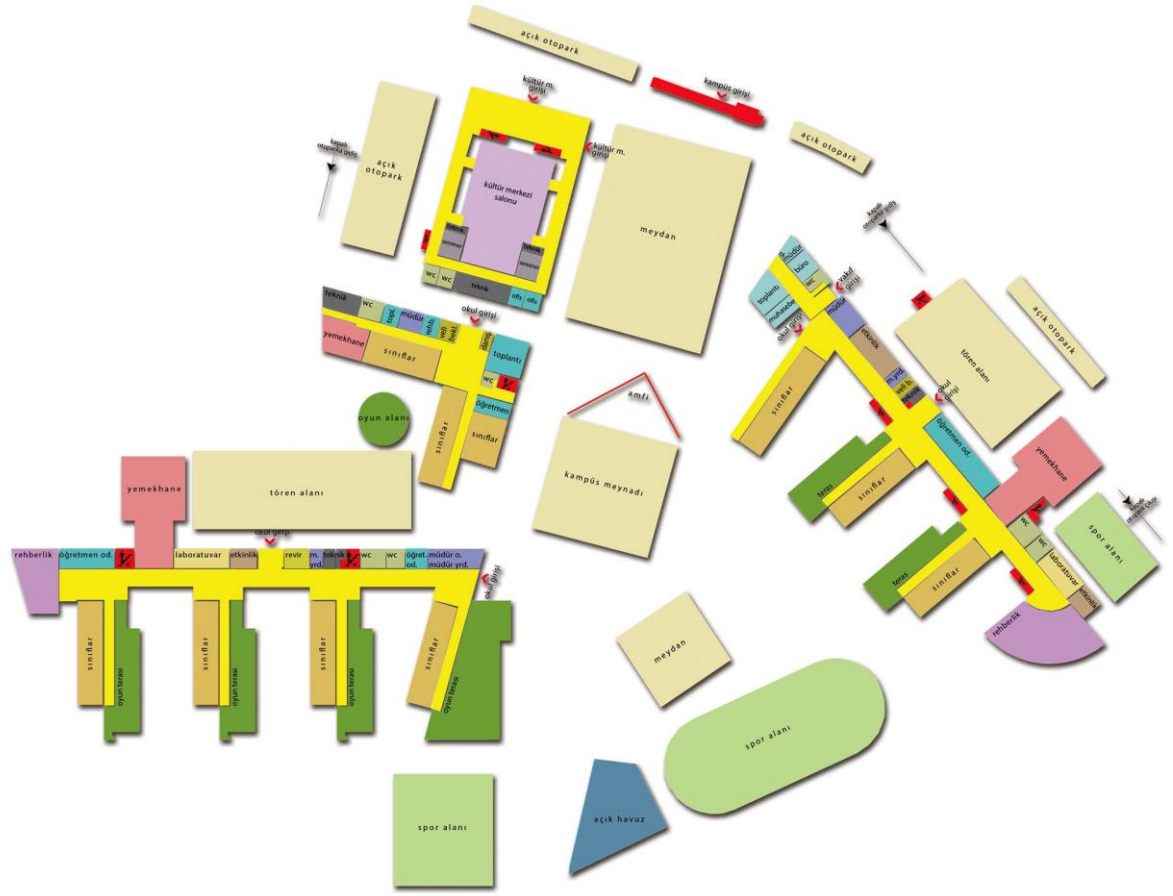
Yapıda gün ışığı performansını artırmak amacıyla pencerelerde yönlendiricilerle entegre camlar kullanılmıştır. Bu pencere sistemleri sayesinde doğal aydınlatma performansı artmakta ve eğitim için gerekli sağlıklı ortam koşulları sağlanmaktadır.

Gün ışığından faydalanmak amacıyla yapıda kullanılan diğer yöntem fotovoltaik güneş panelleridir. Kampüsün çeşitli bölgelerinde çatılara yerleştirilen güneş panelleri (Şekil 4.31) sayesinde elektrik ihtiyacının bir kısmı, yapıya entegre panellerin güneş enerjisinden dönüştürdüğü enerji ile karşılanmaktadır. Fotovoltaik paneller ve aydınlatma için seçilen LED armatürler, elektrik kullanımından %35'e yakın tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 4.31. Tuzla Terakki Okulları çatısına yerleştirilen fotovoltaik güneş panelleri (Terakki Vakfı Okulları Fotoğraf Arşivi).

İlköğretim ve lise yapıları doğrusal bir sirkülasyon alanı ve bu doğrultuya saplanan dört sınıf biriminden oluşmaktadır. Sirkülasyon alanının diğer cephesinde idari birimler, atölyeler, ıslak hacimler toplanmıştır. Koridorlar binaların omurgasını oluşturup birimler arası düğüm noktaları ve sosyal alanları kapsamaktadır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Tuzla Terakki Okulları yerleşim şeması (URL-44).

Sınıfların aydınlatmasında gün ışığı ana ışık kaynağı olarak kullanılmaktadır. Sınıfların bina cephesinde kalan yüzeylerinde yönlendirici entegreli pencere camları kullanılmıştır. Pencereler, yatay olarak iki bölme olarak tasarlanmıştır ve güneş kırıcılar pencerelin üst bölmelerine entegre edilmiştir (Şekil 4.33). Yönlendirici cam sistemi sayesinde toplanan gün ışığının iç mekanlara kırılarak dağıtılması sağlanmaktadır.



Şekil 4.33. Tuzla Terakki Okulları sınıf pencerelerinde kullanılan yönlendirici elemanlar (Terakki Vakfı Okulları Fotoğraf Arşivi).

Sınıfların koridora bakan yüzeyleri de geniş camlar olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.34; Şekil 4.35). Bu sayede galerilerden sirkülasyon alanına alınan ışıktan sınıflarda da faydalanılması hedeflenmiştir. Öğrencilerin kullandığı eşya dolapları koridora bakan yüzeylere yerleştirilmiştir. Dolaplar, cam yüzeyi kısıtlamakta ve ışık alımını azaltmaktadır.



Şekil 4.34. Tuzla Terakki Okulları'nda lise ve anaokulu sınıflarının koridora bakan cam yüzeyleri (URL-44).



Şekil 4.35. Sınıflara koridordan bakış (URL-44).

LEED sertifikasına sahip yapıda, sertifika koşullarına uygun olarak yalnızca doğal ışık ile minimum 100 lx aydınlık seviyesine ulaşılmaktadır. Gün ışığının olmadığı veya yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmak üzere asma tavan içine LED panel aydınlatmalar yerleştirilmiştir. Ayrıca dijital yazı tahtası da bir ışık kaynağı görevi üstlenmektedir. Ek olarak açık renkli mobilya ve kaplama malzemeleri kullanılarak nesnelerin yansıtıcılığı ile aydınlık seviyesinin desteklenmesi sağlanmıştır.

Koridora saplanan sınıf birimleri arasında kalan açıklıklar galeriler olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.36). İç mekânda galeriler, sınıf blokları için özelleşerek öğrencilerin sosyalleştiği ve iç-dış mekânlar arası görsel ilişkiler kurulan alanlar olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.36. Galeri ve sınıf birimleri bağlantısını gösteren ilköğretim binası kesiti (Sepin Mimarlık Proje Arşivi).



Şekil 4.37. Tuzla Terakki İlkokulu kat galerisi (URL-45).

Kat galerilerinde doğal aydınlatma performansının artırılması amacıyla zeminden başlayarak çatıya kadar devam eden pencereler yerleştirilmiştir (Şekil 4.38; Şekil 4.39). Büyük boyutlu pencereler sayesinde galeri ve koridorların ihtiyaç duyduğu aydınlık seviyesi, gündüzleri güneş ışığı ile karşılanmaktadır. Lise bloğunda merdivenler de galerilere yerleştirilmiş ve doğal ışıkla aydınlatılması desteklenmiştir.



Şekil 4.38. Tuzla Terakki Okulları lise bloğunda galeri ve merdiven (Sepin Mimarlık Fotoğraf Arşivi).



Şekil 4.39. Tuzla Terakki Okulları ilköğretim bloğunda galeri (URL-45).

Terakki Vakfı Okulları Tuzla Kampüsü'nde ilköğretim ve lise kütüphaneleri olmak üzere iki ayrı kütüphane birimi bulunmaktadır. Kütüphane mekânlarında gün ışığı performansını artırmak amacıyla mekân boyunca kesintisiz devam eden pencereler kullanılmıştır. Gün ışığı miktarının yüksek olduğu dönemlerde çalışma alanlarında parlama ve kamaşmaların önlenmesi amacıyla stor perdeler eklenmiştir (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Terakki Vakfı Okulları Tuzla Kampüsü Lise Kütüphanesi (Terakki Vakfı Okulları Fotoğraf Arşivi).

Kütüphane çalışma alanlarında yapay aydınlatma olarak kaset döşeme içine yerleştirilmiş LED panel aydınlatmalar kullanılmıştır. Kitap raflarının aydınlatılmasında ise asma tavan içine rafların yerleşim düzenine dik doğrultuda, iki sıra halinde kare formda floresan aydınlatma armatürleri yerleştirilmiştir (Şekil 4.41). Armatür olarak, dört adet floresanın paralel bağlandığı parabolik sistem tercih edilmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4.41. Tuzla Terakki Okulları Lise Kütüphanesi (Terakki Vakfı Okulları Fotoğraf Arşivi).



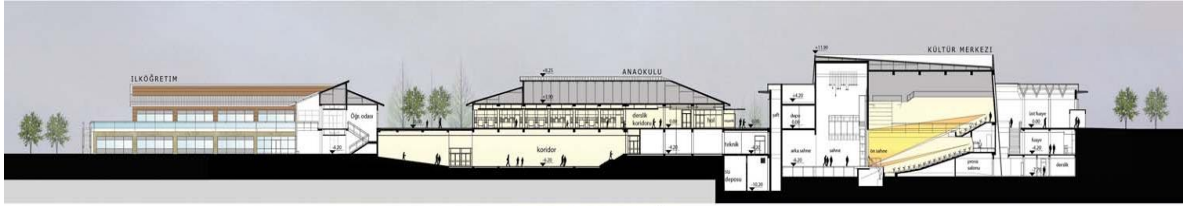
Şekil 4.42. Parabolik floresan armatürü (URL-46).

Koridorların aydınlatılmasında gün ışığının yeterli olmadığı durumlarda kullanılmak üzere hareket doğrultusu boyunca asma tavan içine iki sıra olarak yerleştirilen yüksek verimli LED lambalar kullanılmıştır (Şekil 4.43). Galeri tavanına yerleştirilen sarkıt ışıklıklar, LED aydınlatmaları desteklemektedir.



Şekil 4.43. Tuzla Terakki Okulları koridoru (URL-44).

Kampüs girişinde bulunan meydanla fonksiyonel ve görsel bağlantı kuran kültür merkezi bloğu yalnızca öğrencilerin ve öğretmenlerin değil, çevre halkının ihtiyaçlarına da karşılık vermeyi hedeflemektedir. İnsanların toplandığı ve sosyalleştiği, kültürel etkileşimin ve sürdürülebilirliğin sağlandığı bağlantı noktası olmayı hedeflemektedir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Kültür Merkezi bloğu kesiti (Sepin Mimarlık Proje Arşivi).

Kültür merkezi bloğundaki konferans salonunun aydınlatmasında kontrolünün kolay sağlanması nedeniyle yapay aydınlatma kullanılmaktadır. Tavanda kirişler boyunca, oturma sıralarına paralel olarak lineer LED şeritler yerleştirilmiştir. Kirişler arasında kalan boşluklarda ise bakış yönüne paralel dört sıra halinde yönlendirilebilir LED spotlar kullanılmıştır. Yalnızca sahne aydınlatması yapılan zamanlarda merdivenlerin güvenlik aydınlatması için, duvarlara aşağı yönlü ışık veren aplikler takılmıştır (Şekil 4.45).

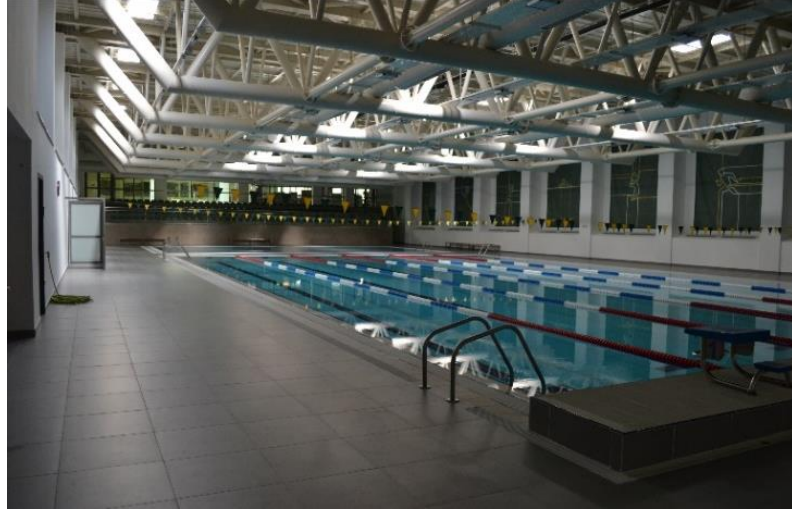


Şekil 4.45. Tuzla Terakki Okulları konferans salonu (URL-44).

Kampüsün spor salonu ve yüzme havuzu, kampüs girişindeki meydanın altındadır. Meydan zemininde dört sıra halinde aralıklarla cam döşeme kullanılmıştır (Şekil 4.46). Bu sayede bodrum katta kalan spor birimlerine tavandan gün ışığı alınması sağlanmıştır. Aynı zamanda geceleri ise iç mekândan dışarı yayılan ışık dış mekân aydınlatmasını desteklemektedir ve meydan zemininde estetik bir görüntü oluşturmaktadır. Yüzme havuzu üzerinde ise kafes taşıyıcı sistemin arasına yerleştirilen tavan pencereleri mahallin gün ışığı ihtiyacını karşılarken mekân estetiğine katkı sağlamaktadır (Şekil 4.47).

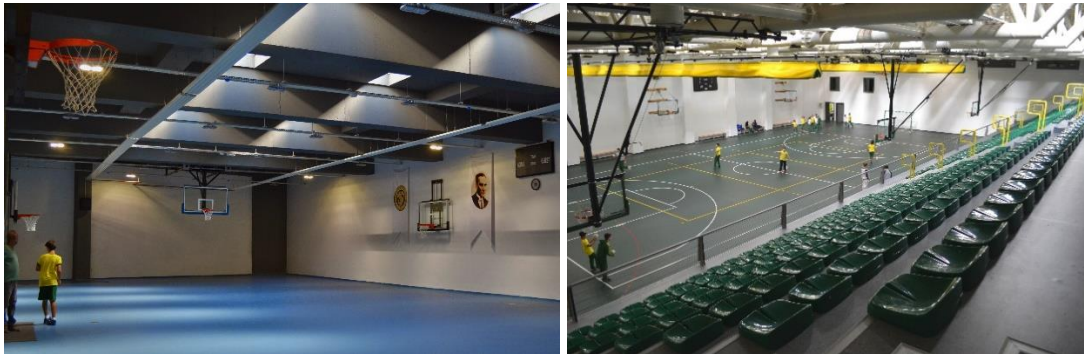


Şekil 4.46. Tuzla Terakki Okulları Kampüs Meydanı cam döşemesi (URL-45).



Şekil 4.47. Tuzla Terakki Okulları yüzme havuzunda tavan pencereleri ile doğal aydınlatma (Sepin Mimarlık Fotoğraf Arşivi).

Tavan pencerelerinden alınan gün ışığı spor salonu ve yüzme havuzu için ihtiyaç duyulan aydınlık seviyesini sağlamamaktadır. Ancak yapay aydınlatma sisteminin yükünü azaltmaktadır. Yapay aydınlatma olarak yüzme havuzunda taşıyıcı kafes sisteme bağlı profiller üzerinde hareket eden ve yönlendirilebilir mobil LED spotlar kullanılmıştır. Profiller aynı zamanda aydınlatma sistemine ait bağlantı kablolarının gizlenmesi ve korunmasını sağlamaktadır. Spor salonunda ise aynı sistem kirişler üzerine montaj edilmiştir (Şekil 4.48).



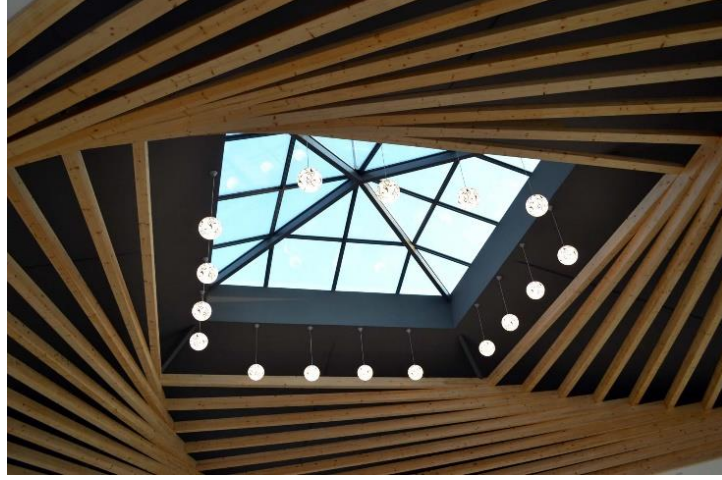
Şekil 4.48. Tuzla Terakki Okulları spor salonunda tavan pencereleri ve yapay aydınlatma sistemi (Sepin Mimarlık Fotoğraf Arşivi).

Kampüs içinde her eğitim seviyesi için özelleşmiş birer yemekhane alanı bulunmaktadır. Anaokulu yemekhanesi bina içinde zemin katta bir mahal olarak belirlenmiştir. Cepheye bakan duvarda yer alan geniş pencerelerden doğal ışık alınması sağlanmaktadır. Yapay aydınlatma sistemi olarak asma tavan içine oturma düzenine paralel LED panel armatürler yerleştirilmiştir (Şekil 4.49). Zemin kat olması sebebiyle ışık performansı yüksek değildir. Mekân içinde ışığın dağılmasını sağlayabilmek amacıyla yüzeylerin yansıtıcılığı kullanılmıştır. Açık renkli yüzeyler seçilerek ışığın yansıtılarak dağıtılması hedeflenmiştir.



Şekil 4.49. Tuzla Terakki Anaokulu yemekhane birimi (URL-45).

İlköğretim ve lise birimleri için ayrılan yemekhane birimleri benzer şekilde tasarlanmıştır. Sınıf birimleri gibi koridor aksına sapsılan ayrı bir bölüm olarak, kare formulu yemekhane alanları oluşturulmuştur. Kare mekânın dışarıya bakan üç kenar cephesi taşıyıcı yapı elemanları arası tamamen pencere olacak şekilde planlanmıştır. Mahallin sarmal kare olarak tasarlanmış; sarmalın ortasına ise doğal ışık seviyesini artırmak amacıyla kare prizma şeklinde çatı penceresi yerleştirilmiştir (Şekil 4.50). Tavana yerleştirilen sarmal kareler mekâna estetik katkı sağlarken ışığın mekâna dağıtılmasında rol almaktadır.



Şekil 4.50. Tuzla Terakki Okulları lise bloğu yemekhanesinde çatı penceresi (URL-44).

Çatı ışıklığının çevresine yerleştirilen 16 adet sarkıt ışıklık ve oluşan kubbemsi tavan dışında kalan alanlara yerleştirilen tavana gömülü LED spot armatürler, mekânın yapay aydınlatma sistemini oluşturmaktadır (Şekil 4.51).



Şekil 4.51. Tuzla Terakki Lisesi yemekhanesi (URL-44).

Kampüs genelinde ıslak hacim mekânlarında doğal ışık girişi yoktur. Aydınlatma tamamen tavana yerleştirilen suya dayanıklı LED armatürler ile sağlanmaktadır. Mekânın duvarları ve zemini açık renkler olarak seçilmiştir ve parlak yüzeyli ürünler kullanılmıştır. Duvarlar boyunca aynalar yerleştirilmiştir. Açık renkli yüzeyler ve aynalar ışığı yansıtarak birer ışık kaynağı görevi üstlenmektedir ve aydınlatma sisteminin yükünü azaltmaktadır (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Tuzla Terakki Okulları ıslak hacim görüntüsü (URL-44).

Cephe aydınlatmasında zeminden yukarı, saçaklardan aşağı yönlü bakan LED spot armatürler yerleştirilmiştir. Kapı, bina köşesi gibi alanların ön plana çıkarılması amacıyla yapı elemanının üstüne armatür yerleştirilerek dikkat çekilmesi sağlanmıştır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Tuzla Terakki Okulları cephe aydınlatması (URL-44).

Dış mekan aydınlatmasında kampüs bahçesine belli aralıklarla yerleştirilen direkler üzerinde yüksek enerji verimli ve iklim koşullarına dayanıklı altı LED spot bağlantısından oluşan armatürler (Şekil 4.54) ve genellikle binalara yakın alanlarda LED panel aydınlatma aygıtları (Şekil 4.55) kullanılmıştır.

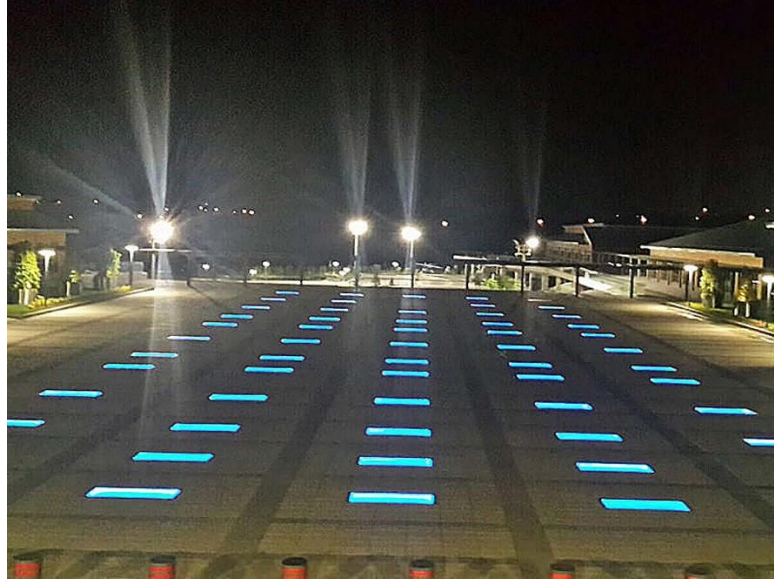


Şekil 4.54. Tuzla Terakki Okulları kampüsü dış mekân LED spot aydınlatmalar (URL-44).



Şekil 4.55. Tuzla Terakki Okulları kampüsü dış mekân LED panel aydınlatmalar (URL-45).

Kampüs meydanında dış mekân armatürlerine ek olarak; gündüz meydan altına konumlandırılan spor salonu ve yüzme havuzunun gün ışığı almasına yarayan cam zemin döşemesi, geceleri de havuz ve spor salonundan yansıyan ışıkların meydanı aydınlatmasını sağlamaktadır. Aydınlatma performansının gece ve gündüz aktif olması sebebiyle enerji kullanımını büyük oranda azaltan zemin tasarımı, estetik görüntüsüyle de öne çıkmaktadır (Şekil 4.56).

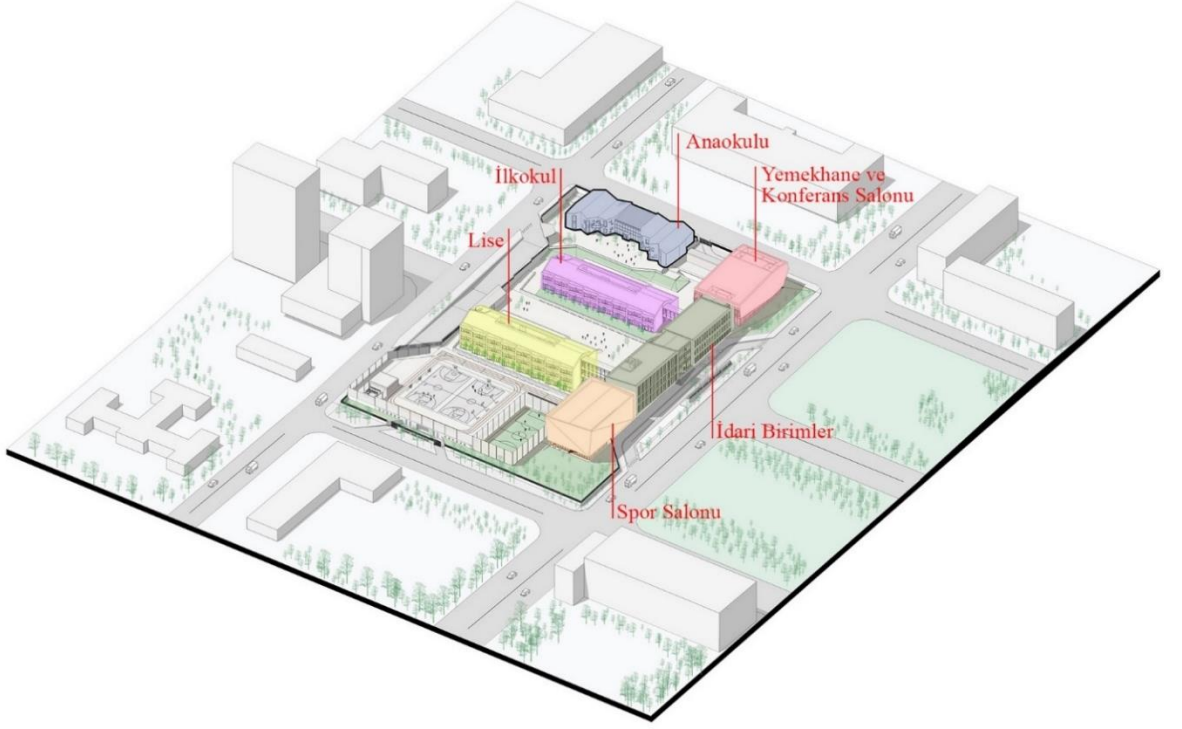


Şekil 4.56. Tuzla Terakki Okulları meydanında dış mekân aydınlatması (URL-44).

### 4.3. BAKÜ MTK OKULLARI

Bakü MTK Okulları, içinde 3 ile 18 yaş arası temel eğitim seviyelerini barındıran bir eğitim kampüsü olarak tasarlanmıştır. Kampüs içerisinde bağlantılı ilkokul, lise ve ana giriş blokları ile kütle olarak bağımsız anaokulu yapısı bulunmaktadır.

Yönetim binası, kampüsün kamuya açık olan bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle kampüsün doğu yakasında bulunan caddeye yapının ve kampüsün ön cephesini oluşturacak şekilde konumlanmıştır. İlkokul ve lise blokları, ortak alanların bulunduğu yönetim binasına köprülerle bağlanmış ve dik şekilde konumlandırılmıştır. Anaokulu bloğu ise alanın en kuzeyinde, kütleli olarak bağımsız tasarlanmıştır (Şekil 4.57; Şekil 4.58).



Şekil 4.57. Bakü MTK Okulları Kampüsü yerleşim planı (Erginoğlu ve Çalışlar, 2019).



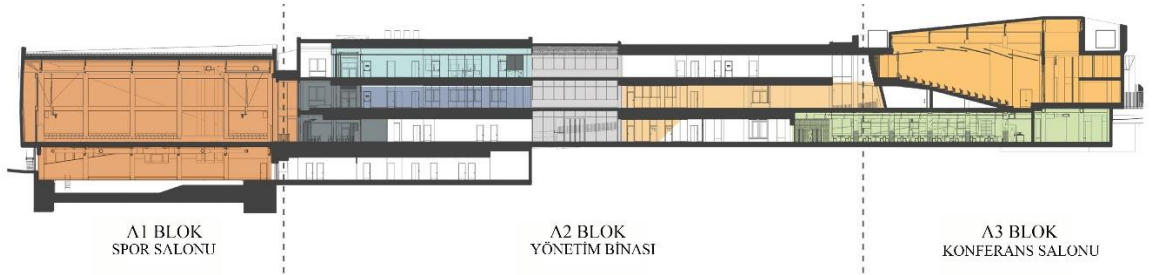
Şekil 4.58. Bakü MTK Okulları kampüsü kuş bakışı görüntüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Proje alanının doğu kenarında bulunan ana giriş bloğu, kampüsün kente açılan kapısı konumundadır. Yapı bloğu, alan sınırını da oluşturan geniş bulvarın eğimine uyumlu şekilde parçalanarak çeşitli fonksiyonları bir araya toplamıştır (Şekil 4.59).



Şekil 4.59. Bakü MTK Okulları ana giriş bloğu (ECArch Proje Arşivi).

Bloğun en güneyinde ve eğimin en alçak kısmında kapalı spor salonu ile yüzme havuzunun içinde bulunduğu bölüm yer almaktadır. Eğimin bir üst kotuna öğretmen odaları, ofisler ve toplantı odalarının bulunduğu yönetim bölümü yerleştirilmiştir. En yüksek kotta ise yarı saydam olarak tasarlanan bölüm içinde yemekhane ve konferans salonu bulunmaktadır (Şekil 4.59; Şekil 4.60).



Şekil 4.60. Bakü MTK Okulları ana giriş bloğu enine kesiti (ECArch Proje Arşivi).

Ana giriş bloğunun en alt ve en üst kotlarına yerleştirilen bölümleri spor ve kültür faaliyetlerini içermektedir. Arazinin köşe noktalarına yerleştirilen bu kısımlar, diğer bloklardan farklılaşarak kent içinde okulun algılanmasını kolaylaştırmaktadır (Şekil 4.61).



Şekil 4.61. Bakü MTK Okulları spor salonu ve kültür merkezi bölümleri (ECArch Proje Arşivi).

Giriş cephesinin orta noktasında yer alan yönetim bloğunun merkezinde bulunan saydam kütle, hem giriş vurgusunu kuvvetlendirmekte hem öğrencilerin kullandığı bahçe ile görsel bağlantı kurmaktadır (Şekil 4.62).



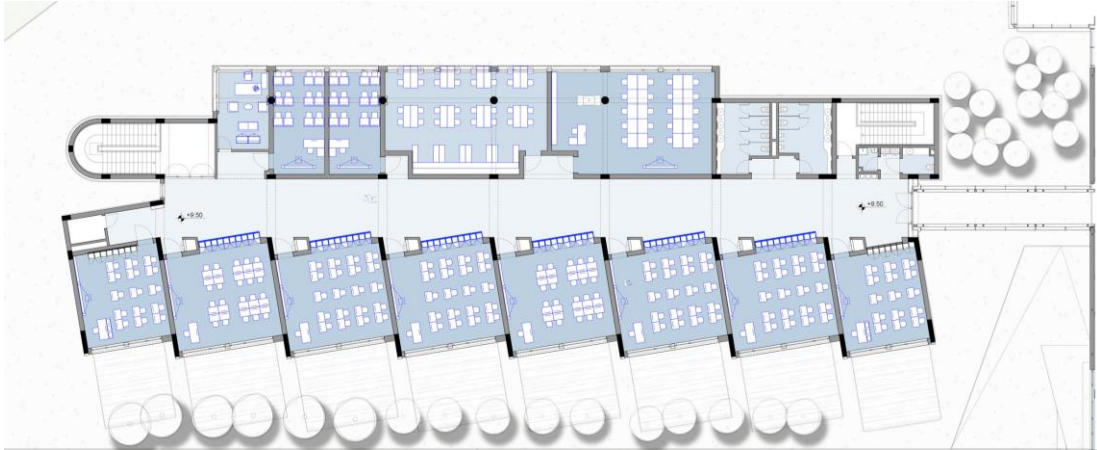
Şekil 4.62. Bakü MTK Okulları saydam ana giriş (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

İlkokul ve lise blokları, ortak kullanılan sosyal ve kültürel alanların bulunduğu ana giriş binasına bağlanmıştır. Bu sayede sınırlarını binaların oluşturduğu bahçe ve tören alanı tanımlı hale gelmiştir (Şekil 4.62; Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Bakü MTK Okulları'nda dezaks olarak yerleştirilen sınıf cephesi (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

İlkokul ve lise blokları doğu-batı aksında uzanmaktadır. Güney yönüne bakan sınıflarda gün ışığından maksimum fayda sağlamak amacıyla, sınıflar güneşe yönelecek şekilde binaya kırıklar şeklinde yerleştirilmiştir (Şekil 4.63; Şekil 4.64).



Şekil 4.64. Bakü MTK Okulları ilkokul ve lise blokları tip planı (ECArch Proje Arşivi).

Sınıfların yönelimi sayesinde, mekan aydınlatmasında gün ışığının etkinliği artırılmıştır. Ancak güneşin yoğun olduğu dönemlerde alınan aşırı ışık, kullanıcıları olumsuz etkilemektedir. Bu durumun önüne geçebilmek amacıyla sınıf pencereleri yatay olarak bölmelendirilmiştir. Pencerenin üst bölümü yarı saydam pencere camı olarak tasarlanmıştır. Saydam ve yarı saydam pencere bölümleri arasına da dik açıyla gelen rahatsız edici ışığı kırarak gölgeleyici elemanlar yerleştirilmiştir (Şekil 4.65).



Şekil 4.65. Bakü MTK Okulları sınıf pencereleri (ECArch Proje Arşivi).

Sınıflarda yapay aydınlatma için sarkıt lineer LED armatürler kullanılmıştır. Armatürler, öğrencilerin bakış açısı doğrultusunda yerleştirilerek, ışık verimliliği sağlanırken kamaşmaların önüne geçilmiştir. Yalnızca ders anlatımı ve sunum yapılan sınıf tahtası önünde öğrencilerin oturma sırasına paralel yerleştirilen aydınlatma, sunum yapılacak tahtanın ve materyallerin algılanmasını desteklemektedir (Şekil 4.66).



Şekil 4.66. Bakü MTK Okulları sınıf görüntüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Laboratuvar aydınlatması, sınıflarla benzer şekilde planlanmıştır. Farklı olarak yazı tahtası pencerenin karşı duvarına konumlanmıştır ve parlamalar oluşmaktadır. Armatürler masalara paralel lineer LED paneller olarak seçilmiştir ve tahtanın bulunduğu duvarın aydınlatılması amacıyla bir adet armatür duvara paralel şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Bakü MTK Okulları laboratuvar görüntüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Sınıflar ve koridor arasındaki bölücüler, duvar yerine yüksek pencereler ve mobilyalar olarak tasarlanmıştır. Bu sayede ayırıcılar kitaplık, araç gerek dolapları ve öğrencilere ait kilitli dolaplar olarak kullanılırken; yüksek pencereler sınıf ve koridor arasında ışık geçişlerini sağlamaktadır. Koridorlarda duvar dolaplar, mekanı kullanan yaş gruplarına göre farklı renklerde tasarlanmıştır (Şekil 4.68).



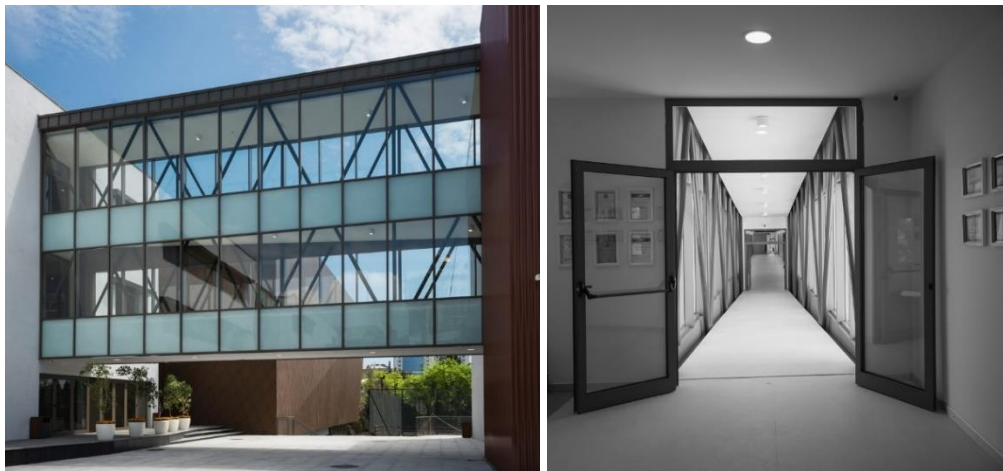
Şekil 4.68. Bakü MTK Okulları renkli koridor dolapları (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Koridor aydınlatması, yüksek pencerelerle birlikte sınıflardan alınan gün ışığına ek olarak, koridor doğrultusu boyunca tek parça halinde uzanan LED şerit aydınlatmalar ile sağlanmaktadır. Girintilerden oluşan koridor içinde kapılara dikkat çekebilmek amacıyla kapıların üzerinde tavana sabit LED spotlar yerleştirilmiştir (Şekil 4.69).



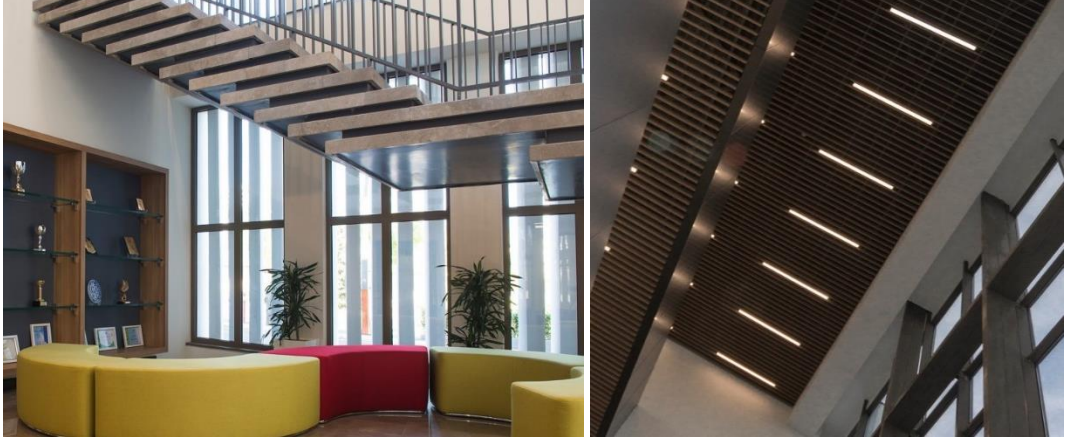
Şekil 4.69. Bakü MTK Okulları koridor aydınlatması (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Koridorların devamında ilkökul ve lise bloklarını yönetim bloğuna bağlayan köprüler çelik strüktürler üzerine cam giydirme olarak tasarlanmıştır. Gün ışığı olan zamanlarda tamamen gün ışığı ile aydınlatılmaktadır. Yapay aydınlatma olarak hareket doğrultusu boyunca bir sıra tavana sabit LED spot armatürler tercih edilmiştir (Şekil 4.70).



Şekil 4.70. Bakü MTK Okulları'nda lise ve yönetim bloğu arasındaki bağlantı köprüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Katlar arası sirkülasyonu sağlayan merdivenler bina cephesinde bulunan yüksek pencere kenarlarına yerleştirilerek gün ışığı ile aydınlatılması sağlanmıştır. Ek olarak merdivenin bulunduğu bölümde tavan döşemesine bağlı ahşap ızgaralı asma tavan içine yerleştirilen LED şerit aygıtlar kullanılmaktadır (Şekil 4.71).

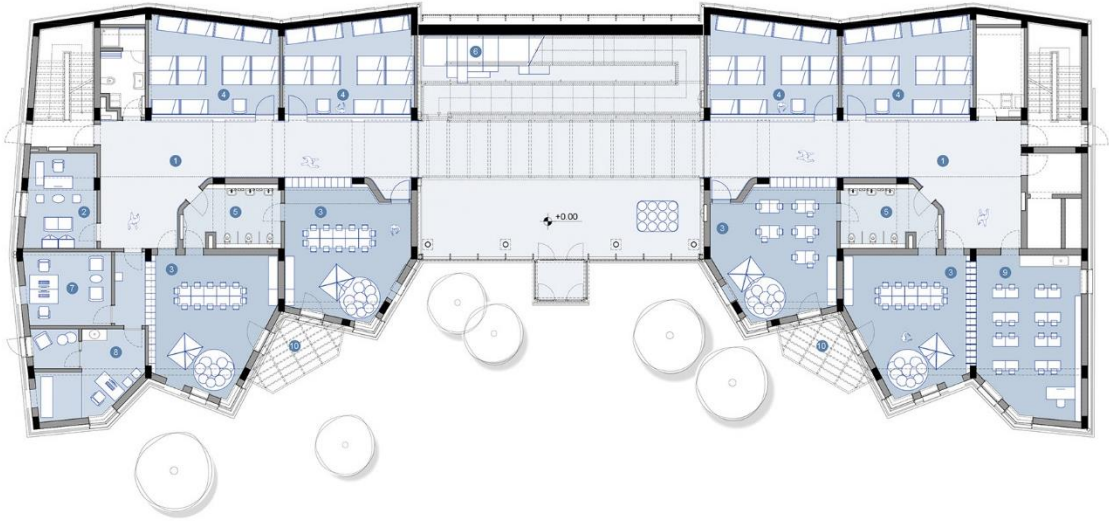


Şekil 4.71. Bakü MTK Okulları merdivenlerinde aydınlatma (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Bağımsız bir kütle olarak proje alanının kuzeyine konumlandırılan ana sınıfı bloğu, alandaki mevcut çok yıllık ağaçların korunması amacıyla kırıklı bir formda tasarlanmıştır. Kırıklı formu ile kendine ait oyun bahçesini sınırlamaktadır (Şekil 4.72; Şekil 4.73).

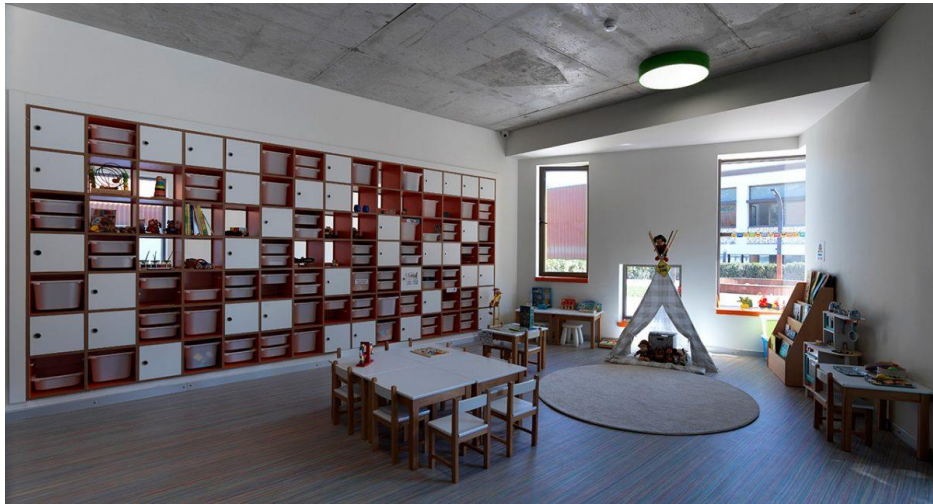


Şekil 4.72. Bakü MTK Anaokulu (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).



Şekil 4.73. Bakü MTK Anaokulu planı (Erginoğlu ve Çalışlar, 2019).

Anaokulu kütesinde de gün ışığından yararlanabilmek amacıyla bütün sınıflar güney cephesine, uyku odaları kuzey cephesine yerleştirilmiştir. Sınıflara gün ışığı alınan pencereler farklı kullanıcıların boylarına uyum sağlayacak şekilde farklı boy ve yüksekliklerde yerleştirilmiştir. Bu sayede ışığın mekâna girişi kullanıcıların ölçeğine uyum sağlamıştır. Farklı boyutlardaki ve çeşitli renklerde sövelerle tasarlanan pencereler, sınıfları çocuklar için dinamik ve eğlenceli hale getirmektedir (XXI, 2019). (Şekil 4.74; Şekil 4.75).



Şekil 4.74. Bakü MTK Anaokulu sınıf görüntüsü (ECArch Proje Arşivi).



Şekil 4.75. Bakü MTK Anaokulu cephesinde farklı boyutlu pencereler (Erginoğlu ve Çalışlar, 2019).

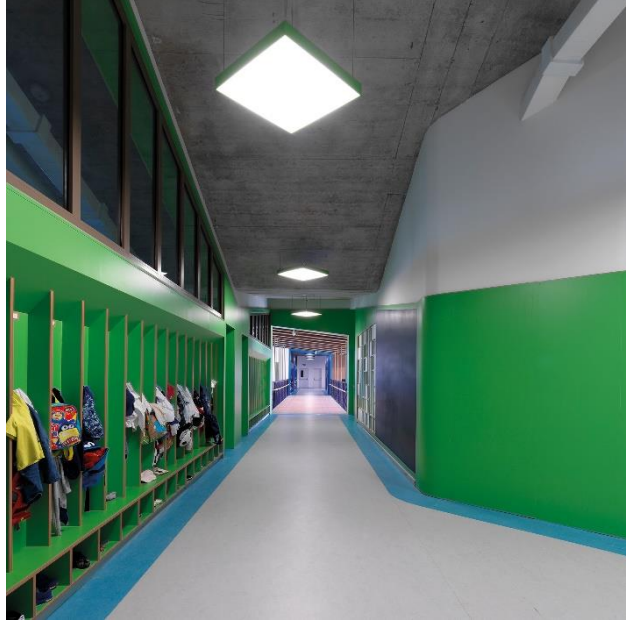
Sınıfların aydınlatma aygıtları, renkli pencere söveleri ve renkli mobilyalarla uyum sağlamak amacıyla tavana sabit, renkli çerçeveli dairesel LED paneller şeklinde seçilmiştir (Şekil 4.74).

Koridor sınıf arası bağlantılar, ilkokul ve lise binalarında olduğu gibi cam ve mobilya kombinasyonundan oluşan grid sistemle sağlanmıştır. Cam bölümler mekânlar arası ışık geçişini sağlamakta ve esnek koridor-sınıf ilişkisini kurmaktadır. Mobilya kısımlar oyuncak ve öğrenci eşyalarının depolanması için kullanılmaktadır (Şekil 4.76).



Şekil 4.76. Bakü MTK Anaokulu'nda sınıf ve koridor arası bölücü cam ve mobilya grid tasarımı (Erginoğlu ve Çalışlar, 2019).

Yapının koridorlarında, sınıflardan cam ayırıcılar ile gelen doğal ışık ve tavandan sarkan kare formulu LED panel armatürlerin yaydığı yapay ışık kullanılmaktadır (Şekil 4.77).



Şekil 4.77. Bakü MTK Anaokulu koridoru (Erginoğlu ve Çalışlar, 2019).

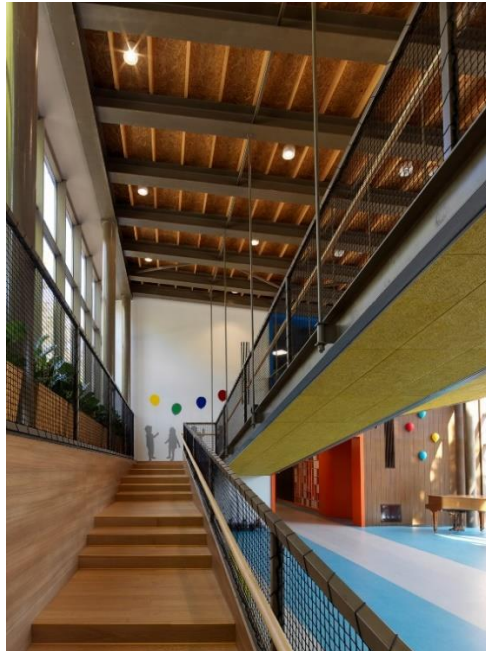
Anaokulu içinde düşey sirkülasyonu sağlayan merdiven aynı zamanda koridorların bağlantı noktası olan giriş holüne konumlanmıştır. Merdiven, rampa gibi düşük eğimli ve geniş basamaklı tasarlanarak aynı zamanda çocuklar için bir oyun alanı haline getirilmiştir. Aynı zamanda merdiven boyu devam eden bitki tarhi ile bina içinde bir rekreasyon alanı oluşturulmuştur.

Merdiven ve merdiveni kapsayan giriş holüne gün ışığının alınması, binanın kuzey ve güneyinde yükselen cam giydirme cepheler ile sağlanmaktadır. Bitkiler, yoğun gün ışığı girişi, rampalar ve kullanılan doğal malzemeler ile iç-dış mekânlar arası ilişki kuvvetlendirilerek bir nevi bahçenin bina içine taşınması sağlanmıştır (Şekil 4.78).



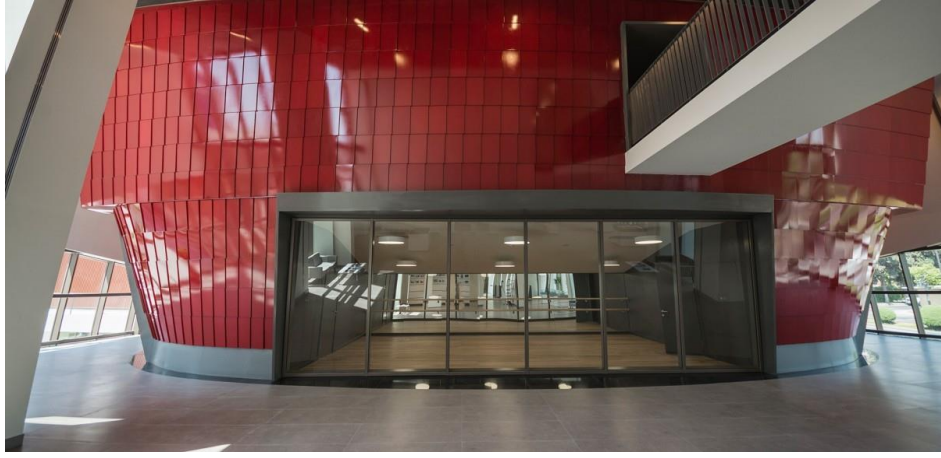
Şekil 4.78. Bakü MTK Anaokulu merdiveni ve iç rekreasyon alanı (ECArch Proje Arşivi).

Ahşap ve çelik gibi doğal malzemelerle tasarlanan rekreasyon ve sirkülasyon alanında ahşap tavan kaplamasına sabitlenmiş enerji verimli LED spot armatürler kullanılmıştır. Aygıtlar şaşırtmalı montajlanarak homojen mekân aydınlatması yapılması hedeflenmiştir (Şekil 4.79).



Şekil 4.79. Bakü MTK Anaokulu merdiveni üzerindeki LED spot armatürler (ECArch Proje Arşivi).

Kampüse ait çok amaçlı salon, yönetim bloğunun en üst kotundaki kültürel ve sosyal alanları içeren yarı saydam parçası içinde yer almaktadır. Çok amaçlı salon kütle içinde farklılaşarak kendini binadan soyutlamıştır. Salona köprülerle ve binadan camlarla ayrılan fuaye ile bağlanılmaktadır (Şekil 4.80). Bir bakıma yapı içinde yapı olarak tasarlanmıştır. Bu bağımsız ve içine kapanık salonun dış yüzeyindeki parlak kaplama malzemesi sayesinde içinde bulunduğu fuaye ve geniş giriş holü içinde ışığın yansıtılmasına katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.80. Çok amaçlı salonun bina içinden görüntüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Gün ışığı almayan ve yalnızca elektrikli aydınlatma sistemi kullanılan çok amaçlı salonun aydınlatılmasında birçok farklı armatür tercih edilmiştir. Genel aydınlatmasında kullanılmak üzere, izleyicilerin bakış doğrultusuna paralel yedi sıra halinde tavana sabitlenmiş LED spot aygıtlar kullanılmıştır. Mekânın sınırlarını öne çıkarmak, alan içindeki kotları ifade edebilmek ve estetik amaçlarla duvarlara gömülü, aşağı yönlü LED şeritlerle vurgulu bölgesel aydınlatma yapılmıştır. Genel aydınlatmanın kullanılmadığı etkinliklerde, giriş-çıkışlarda yaşanabilecek kazaların önüne geçebilmek amacıyla merdiven basamaklarının her birinde birer adet LED spot armatürler güvenlik aydınlatmasını sağlamaktadır (Şekil 4.81).



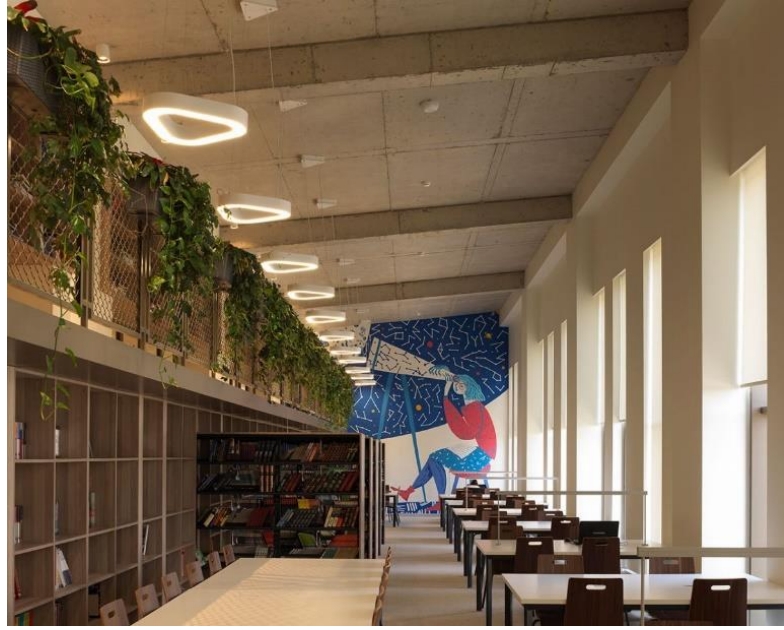
Şekil 4.81. Bakü MTK Okulları çok amaçlı salonunda sahneden izleyicilere bakış (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Sahne aydınlatmasında, sahnenin ön kısmında tavana bağlı kafes sistem üzerinde hareket ettirilebilen, yönlendirilebilir LED spotlar kullanılmıştır. Spotların hareketli ve yönlendirilebilir olması, sahnede yalnızca dikkat çekilecek noktanın aydınlatılmasını kolaylaştırmaktadır (Şekil 4.82). Farklı aygıtlar ve çok sayıda armatür kullanılarak, aydınlatma sisteminin esnek kullanımı ve kolay kontrol edilebilmesi sağlanmıştır. Yapılacak faaliyetin veya sunumun ihtiyaçlarına uygun aydınlatmanın yapılabilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.82. Bakü MTK Okulları çok amaçlı salonunda sahneye bakış (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Kampüsün bir diğer kültürel aktivite alanı kütüphane, mekân boyunca cephede devam eden dar ve uzun pencereler ile gün ışığı almaktadır. İki kot halinde tasarlanan yapının alt kotunda çalışma masaları ve kitaplığın bir bölümü bulunurken; üst kotta tamamen kitaplıklar konumlandırılmıştır. Kütüphane asma katında kitaplıkların altında tasarlanan yatay şerit pencereler, sirkülasyon alanından da gün ışığı alınmasını sağlamaktadır. Mekânın genel aydınlatmasında sarkıt, üçgen formlu LED panel aygıtlar kullanılmıştır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Bakü MTK Okulları kütüphanesi (ECArch Proje Arşivi).

Kitaplık ve çalışma masalarında görsel algıyı desteklemek ve nesnelerin vurgulanması amacıyla bölgesel aydınlatma yapılmıştır. Masalarda hem karşılıklı çalışan öğrencilerin alanlarını bölmek, hem de odaklanmayı kolaylaştırmak amacıyla lineer LED masa armatürleri yerleştirilmiştir. Kitaplık üstlerinde ise tavana sabitlenmiş, aşağı yönlü LED spotlar kullanılmıştır (Şekil 4.84).



Şekil 4.84. Bakü MTK Okulları kütüphanesinde genel ve bölgesel aydınlatma armatürleri (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Kampüsün ortak kullanım alanlarından biri olan yemekhane de diğer ortak alanlar gibi yönetim bloğu içinde yer almaktadır. Gün ışığı alımı doğu cephesindeki dar yüksek pencereler ve batı cephesindeki yüksek yatay şerit pencereler ile sağlanmaktadır. Yapay aydınlatma sisteminde üç farklı aygıt seçilmiştir. Genel aydınlatma için tavana sabit siyah ve beyaz çerçeveli LED spotlar ile sarkıt dairesel siyah çerçeveli LED panel armatürler kullanılmıştır. Yemekhane içinde genel sirkülasyonun sağlandığı doğrultunun vurgulanması amacıyla ahşap çitalı asma tavan uygulaması yapılmıştır. Hem sirkülasyon doğrultusunun, hem tavanda yapılan tasarımın mimari öge olarak vurgulanması amacıyla bu alanda bölgesel aydınlatma yapılmıştır. Ahşap çitalara paralel şekilde aralarına lineer LED şeritler yerleştirilmiştir (Şekil 4.85).



Şekil 4.85. Bakü MTK Okulları yemekhanesi (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Spor birimleri, yönetim bloğunun bulunduğu aks üzerinde en düşük kot üzerine yerleştirilmiş ve kütleli olarak farklılaşarak kent içinde algılanmayı hedeflemiştir. Birimin zemin katı yüzme havuzu, birinci katı spor salonu olarak kullanılmaktadır.

Zemin kattaki yüzme havuzu, bloğun güney yönünde zemin katı kaplayan cam cephe ile gün ışığı almaktadır. Su yüzeyi ve açık renkli parlak yüzey kaplamaları sayesinde gün içinde doğal ışık mekân ihtiyaçlarını karşılamak için yeterli olmaktadır. Yapay aydınlatma sistemi, nemden etkilenmemesi adına tavan döşemesinin taşıyıcı uzay kafes sistemi üzerine yerleştirilen tesisat hattı içine yerleştirilmiştir (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Bakü MTK Okulları yüzme havuzu (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Spor salonu bulunan birinci kat cephesi tamamen cephe kaplama malzemesi ile kapatılmıştır. Belirli bir pencere açıklığı bulunmamaktadır ve mekâna cepheden gün ışığı girişi yoktur. Salonun gün ışığı ihtiyacını, uzay kafes sistem arasında yarık şeklinde tasarlanan çatı penceresi karşılamaktadır (Şekil 4.87).



Şekil 4.87. Bakü MTK Okulları spor salonu (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Yapay aydınlatma aygıtları olarak seçilen dikdörtgen LED spotlar, tavana yerleştirilen tesisat aksları üzerine bağlanmıştır. Sahanın hareket doğrultusu boyunca 3 sıra ve her sırada 6 adet olmak üzere toplam 18 spot aygıt kullanılmıştır (Şekil 5.87; Şekil 4.88).



Şekil 4.88. Bakü MTK Okulları spor salonunda kullanılan LED spot armatürler (URL-47).

Kültür ve spor blokları arasında bulunan yönetim bloğu, kampüsün taç kapısı görevini üstlenmektedir. Yönetim bölümünün ortasında yer alan saydam giriş holü, idari birimlere ulaştırmanın yanı sıra protokol girişi olma, şeffaflığı ile diğer bloklar ve bahçe ile ilişki kurma gibi görevler üstlenmektedir (Şekil 4.89).



Şekil 4.89. Bakü MTK Okulları ana giriş holüne okul bahçesinden bakış (ECArch Proje Arşivi).

Cam giydirmce cephe olarak tasarlanan giriş holü, tüm blok boyunca yükselen bir atriyum olarak tasarlanmıştır. Kampüs içindeki yapıları birbirine bağlayan köprüler gibi idari birimleri oluşturan iki yaka hol içinde köprülerle bağlanmaktadır. Bu sayede üst katlarda sirkülasyon alanları da cepheden giren gün ışığından faydalanmaktadır. Hol, aynı zamanda ülke kurucusu Haydar Aliyev adına oluşturulan şeref kürsüsü için bir sergi alanı olarak kullanılmaktadır. Mekânın yapay aydınlatması, ahşap çıtalarla yapılan çatı kaplamasında çıtalar arasına yerleştirilen lineer LED şeritler ile sağlanmaktadır (şekil 4.90).



şekil 4.90. Bakü MTK Okulları giriş holü tavanı (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Giriş holündeki şeref kürsüsüne ek olarak idari birimler bloğu içinde fotoğraf sergisi bölümü oluşturulmuştur. Sergi aydınlatmasında dikkat edilmesi gereken husus, sergilenecek nesnenin vurgulu aydınlatılmasıdır. Sergi mekânında fotoğrafların asıldığı düşey yüzeylere yönelmiş, tavana sabit raylar üzerinde hareketli ve yönlendirilebilir LED spot armatürler kullanılmıştır (şekil 4.91).



şekil 4.91. Bakü MTK Okulları fotoğraf sergisi (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Kampüsün idari birimlerinde doğu ve batı cephesine bakan pencerelerden gün ışığı alınmaktadır. Aşırı gün ışığının olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla pencerelere gölgeleme elemanları eklenmiştir. Ek olarak yarı geçirgen perdeleme elemanları kullanılmaktadır. İdari mekânların yapay aydınlatma sistemi kare formulu sarkıt LED panel armatürler ile oluşturulmuştur (Şekil 4.92; Şekil 4.93).



Şekil 4.92. Bakü MTK Okulları idari ofis görüntüsü (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).



Şekil 4.93. Bakü MTK Okulları idari birimlere ait toplantı salonu (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Kampüsün dış mekânlarında bahçe aydınlatması olarak belirli aralıklarla yerleştirilen direklerde enerji verimli ve iklim koşullarına dayanıklı LED ampuller kullanılmıştır. Bahçe aydınlatmasında temel hedef geceleri güvenliğin sağlanmasıdır (Şekil 4.94).



Şekil 4.94. Bakü MTK Okulları bahçe aydınlatması (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Açık spor sahalarının aydınlatılması için ise sahaların köşelerine konumlandırılan bahçeye oranla daha yüksek direklerde, darbeye ve iklim koşullarına dayanıklı yönlendirilebilir LED spotlar kullanılmıştır (Şekil 4.95).



Şekil 4.95. Bakü MTK Okulları açık spor sahaları (Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi).

Dış cephe aydınlatmasında yapıların mimari öğelerinin göze çarpması ve öne çıkarılması hedeflenmiştir. Yönetim bloğunda dar ve yüksek pencerelere anıtsal bir kimlik kazandırabilmek amacıyla her pencere boşluğuna yukarı yönlü LED spotlar yerleştirilmiştir (Şekil 4.96).



Şekil 4.96. Bakü MTK Okulları yönetim bloğu cephe aydınlatması (EArch Proje Arşivi).

Yönetim bloğunun ortasında bulunan saydam giriş holü ile brüt spor ve kültür birimlerinin yarıklar halindeki pencerelerinden yayılan ışık, cephe aydınlatmasını desteklemektedir (Şekil 4.97).



Şekil 4.97. Bakü MTK Okulları cephe aydınlatmasını destekleyen saydam yüzeyler (EArch Proje Arşivi).

Öğrenim bloklarında cephe aydınlatması, vurgu yerine daha çok güvenlik, yönlendirme ve binanın algılanması amacıyla yapılmıştır. Zemin kat hizasında bir sıra ve çatı kotunda bir sıra olmak üzere aydınlatma armatürleri yerleştirilmiştir. Ana giriş bloğundaki gibi saydam cephe yüzeyleri, ışık seviyesini artırmaktadır (Şekil 4.98).



Şekil 4.98. Bakü MTK Okulları lise bloğunda cephe aydınlatması (ECArch Proje Arşivi).

#### 4.4. FMV AYZAĞA İŞİK LİSESİ

Feyziye Mektepleri Vakfı (FMV), 1885 yılında Selanik’te Türk çocukların eğitimi için göreve başlamış, 1934 yılında resmi olarak vakfiyesi onaylanarak görevine devam etmiş ve “Işık” adını almıştır. Kurum, yaşam boyu ve her alanda gelişmiş eğitimi hedeflemektedir. Bu bağlamda anaokulundan üniversiteye kadar her seviye öğrenim kurumunu bünyesinde barındırmaktadır.

Teşvikiye’deki Naciye Sultan Yalısı ve yalıya eklenen birimlerle görevine devam eden Feyziye Mektepleri Vakfı Işık Lisesi’nin, artan öğrenci sayısına yetersiz gelmesi nedeniyle yeni kampüsler oluşturulmuştur. Ayazağa Kampüsü, 1986’da açılmış ve kuruma bağlanmıştır (URL-48). Kampüs içinde anaokulu, ilk ve orta okul, lise eğitim birimleri ile ortak kullanıma hizmet eden mekânlar mevcuttur (Şekil 4.99).



Şekil 4.99. FMV Ayazağa Kampüsü kuş bakışı görüntüsü (FMV Okulları Fotoğraf Arşivi).

Lise yapısı, kampüsün girişinde karşılaşılan ilk bloktur (Şekil 4.100). Blok içinde öğrencilerin bilimsel, kültürel ve sanatsal anlamda öğrenim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla fizik, kimya ve biyoloji laboratuvarları, müzik atölyesi ve stüdyosu, kütüphane, sergi salonu ve çok amaçlı salon gibi mekânlar mevcuttur. Fiziksel aktiviteler için ayrılan spor salonu ve yüzme havuzu, ayrı bir blok olarak tasarlanmıştır ve tüm kampüse hizmet etmektedir. Yemekhane, kafeterya gibi sosyalleşme ve yeme-içme ihtiyaçlarının karşılandığı alanlar, her öğrenim seviyesi için kendi bloğu içine konumlandırılmıştır.



Şekil 4.100. FMV Ayazağa Işık Lisesi binasına tören alanından bakış.

Lise bloğu cephesinde pencereler, duvar içine gömülü şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede pencereden taşan duvar çıkması, gölgeleme elemanı gibi çalışmaktadır ve aşırı gün ışığının olumsuz etkilerinden korunma sağlamaktadır. Pencerelelerde ise yatay bölümlenmeler ile ışığın homojen dağılımı desteklenmiştir (Şekil 4.101).



Şekil 4.101. Ayazağa Işık Lisesi'nde gölgeleme yapan cephe elemanları (FMV Okulları Fotoğraf Arşivi).

Bina giriş holü, bir fuaye alanı olarak tasarlanmıştır. Kullanıcıların ulaşmak istediği mekâna yönlendirilmesi, danışma, bekleme salonu gibi işlevlerin yanında, öğrencilerin resim gibi çalışmalarının sergilendiği bir sergi holü olarak kullanılmaktadır. Gün ışığı alımı, camlı bina giriş kapısı ile bekleme alanındaki yüksek pencerelerden sağlanmaktadır. Ancak mekân ihtiyacını karşılayacak gün ışığı alımı olmamaktadır. Bu nedenle gündüzleri de yapay aydınlatma desteği gerekmektedir. Mekânın yüksek tavanlı olarak tasarlanması ve açık renkli yüzey renkleri ve mobilyalar kullanılması sayesinde ışık dağılımı ve ışık yansıması kolaylık sağlamaktadır (Şekil 4.102).

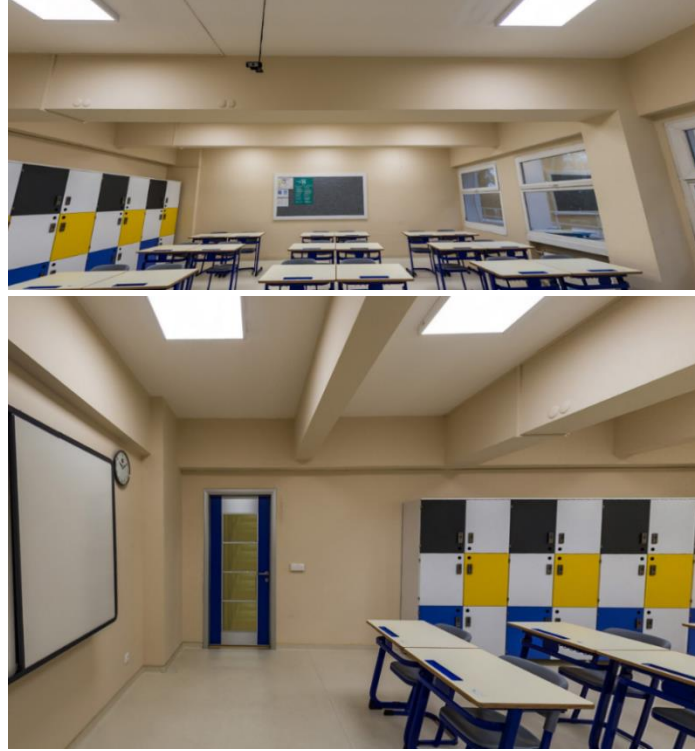
Yapay aydınlatma olarak fuaye alanını; giriş holü ve danışma, sergi alanı, bekleme alanı olmak üzere üçe ayıran dikdörtgen çerçeveler çevresinde birer sıra asma tavana gömülü LED spotlar ile sağlanmaktadır. Sergi alanı içinde çalışmaların vurgulu aydınlatılabilmesi için ise duvara aplik şeklinde bağlı, çalışmaya yönlendirilmiş LED şerit spotlar kullanılmıştır (Şekil 4.102.b). Bu aplikler aşağı ve yukarı şeklinde yönü değiştirilebilir aygıtlardır.



Şekil 4.102. FMV Ayazağa Işık Lisesi fuaye alanı.

Başlıca öğrenme mekânı olan sınıflarda öğrencilerin bakış doğrultusu pencerelere paralel olacak şekilde planlanmıştır. Bu sayede yazı tahtası ve sunumlarda parlamaların önüne geçilmiştir. Yatay bölümlenmiş pencereler gün ışığının mekâna homojen alınmasını sağlamaktadır. Elektrikli aygıtlar ise tavana sabit LED paneller olarak seçilmiştir. Aygıtlar bakış doğrultusuna paralel üç sıra halinde yerleştirilmiştir (Şekil 4.103).

Akıllı tahta ve projeksiyon cihazları da birer ışık kaynağı gibi çalışmaktadır. Bu nedenle yazı tahtasının bulunduğu düşey düzlemin aydınlatılması için ek aydınlatmaya ihtiyaç duyulmamıştır.



Şekil 4.103. FMV Ayazağa Işık Lisesi sınıf görüntüsü.

Açık renkli mobilya ve mekân yüzeyleri ile ve camlı kapı, ışık yansıtıcılığı ile aydınlık seviyesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca camlı kapı, koridor-sınıf ilişkisini güçlendirmekte ve mekânlar arası ışık geçişini sağlamaktadır.

Eğitim anlayışı olarak çok yönlü eğitimi hedefleyen okulda öğrenme mekânı sınıfla sınırlı kalmamıştır. Fen bilimleri laboratuvarları, müzik ve resim atölyeleri, bilişim teknolojileri laboratuvarı gibi özelleşmiş mekânlar bulunmaktadır.

Fizik laboratuvarı oturma düzeninde bakış doğrultusu pencerelere paralel olacak şekilde düzenlenmiştir. Yatay bölümlenmiş üç adet pencere bulunan laboratuvarda, ışık deneyleri yapılırken gün ışığının çalışmayı etkilememesi amacıyla ışığı geçirmeyen perdeler kullanılmıştır (Şekil 4.104.a). Kapıda bulunan küçük pencereler de koridorun gün ışığı veya yapay kaynaklı ışığından faydalanmayı sağlamaktadır (Şekil 4.104.b).



Şekil 4.104. FMV Ayazağa Işık Lisesi fizik laboratuvarı.

Laboratuvarın yapay aydınlatmasında tavana sabit, dikdörtgen LED panel aygıtlar seçilmiştir. Armatürler bakış açısına paralel bir aks üzerine, aynı aksa dik açılı doğrultuda yerleştirilmiştir. Aygıtların oturma düzenine paralel konumlanması sağlanmıştır. Fizik laboratuvarı çalışma alanlarında, masa aydınlatması kullanımına ihtiyaç duyulmamıştır (Şekil 4.104).

Kimya laboratuvarında pencereler gün ışığı oturma düzeninin arkasında yer almaktadır. Yazı tahtası ve pencerelerin karşılıklı yüzeylerde bulunduğu durumlarda, güneşli günlerde tahta yüzeyinde parlamalar olabilmektedir. Bunun önüne geçebilmek amacıyla laboratuvarın pencerelerinde saydam olmayan perdeler kullanılmıştır. Laboratuvarın giriş kapısındaki geniş cam yüzeyi, gün ışığı alımı konusunda cephe pencerelerini desteklemektedir (Şekil 4.105).

Kimya laboratuvarında elektrikli aydınlatma sistemi floresanlar ile oluşturulmuştur. Aygıtlar, çalışma masalarına paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her sırada üçer adet olmak üzere üç sırada toplam dokuz adet floresan aygıt yerleştirilmiştir.



Şekil 4.105. FMV Ayazağa Işık Lisesi kimya laboratuvarı.

Biyoloji laboratuvarında, kimya laboratuvarında olduğu gibi pencerelerin arkada kaldığı bir oturma düzeni oluşturulmuştur. Tahtada oluşabilecek parlamalar için bu bölümde de perdeleme yapılmıştır. Ancak farklı olarak yapay aydınlatma sistemi asma tavana gömülü kare LED panellerden oluşturulmuştur. Bakış açısına paralel beş sıra ve her sırada üçer adet aygıt olacak şekilde yerleşim sağlanmıştır (Şekil 4.106).



Şekil 4.106. FMV Ayazağa Işık Lisesi biyoloji laboratuvarı.

Lise binasının müzik sınıfı, ana dersliklerle benzer şekilde düzenlenmiştir. Oturma düzeninde bakış açısı pencerelere paraleldir. Fazla gün ışığının oluşturabileceği kamaşma ve parlamaların önüne geçebilmek amacıyla saydam olmayan perdeleme yapılmıştır. Yapay aydınlatma, tavana iki sıra halinde üçer adet yerleştirilen LED paneller ile sağlanmıştır (Şekil 4.107).



Şekil 4.107. FMV Ayazağa Işık Lisesi müzik sınıfı.

Müzik sınıfının bağlantılı olduğu bir müzik stüdyosu mevcuttur. Stüdyoda gün ışığından tamamen kaçınılmıştır. Bu nedenle pencerede siyah ve saydam olmayan perde kullanılmıştır. Mekânın duvar ve tavan yüzeyleri sesin yankılanmasını önlemek amacıyla yumuşak malzeme ile kaplanmıştır. Bu nedenle yüzeylerin ışık yansıtıcılığı düşüktür. Yapay aydınlatma olarak ise yalnızca stüdyoyu ortadan bölen lineer bir LED panel kullanılmıştır (Şekil 4.108).



Şekil 4.108. FMV Ayazağa Işık Lisesi müzik stüdyosu.

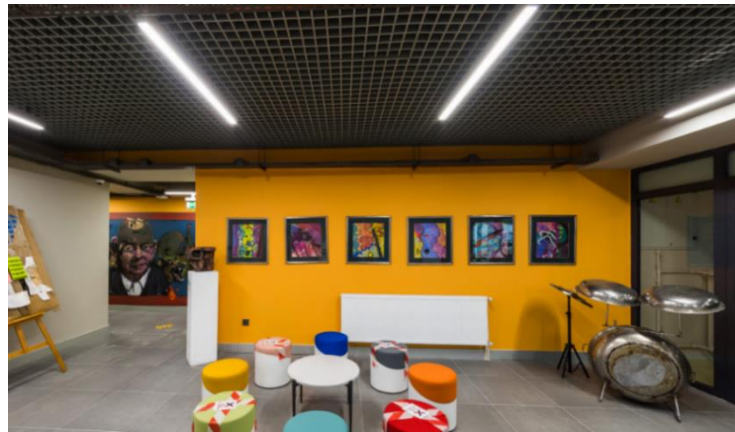
Resim atölyesi içinde sıralı bir oturma düzeni mevcut değildir. Gerektiğinde şövaleler üzerinde bireysel çalışmalar yürütülmekte, gerektiğinde atölyenin ortasında bulunan büyük masa etrafında toplanılarak grup çalışmaları yapılmaktadır.

Atölyenin yazı tahtası pencerelerin yan duvarına yerleştirilerek olumsuzlukların önüne geçilmiştir. Pencere önünde bireysel çalışma alanları oluşturularak gün ışığının renksel geriverim değerinden faydalanılmıştır. Yüksek ışık seviyesinin etkilerinden korunmak için perdeleme yapılmıştır. Grup çalışması için ayrılan masanın üzerinde ise tavana sabitlenmiş kare formlu LED panel aygıtlar kullanılmıştır (Şekil 4.109).



Şekil 4.109. FMV Ayazağa Işık Lisesi resim atölyesi.

Öğrencilerin sanatsal çalışmalarından belirli zamanlarda sergiler düzenlenmektedir. Sergi alanının gün ışığı performansı çok düşüktür. Aydınlatma yalnızca elektronik aygıtlar ile sağlanmaktadır. Sergi salonunun metal ızgaralı asma tavanı içine lineer LED armatürler yerleştirilmiştir (Şekil 4.110).



Şekil 4.110. FMV Ayazağa Işık Lisesi sergi salonu.

Bilişim teknolojileri atölyesinde bilgisayar ekranları ve akıllı tahta gibi birçok aygıt ışık yaydığından ekstra aydınlatma ihtiyacı çok azdır. Ancak bilgisayar kullanılmayan zamanlar için ve mekân içinde dolaşım esnasında oluşabilecek kazaların önlenmesi amacıyla aydınlık ihtiyacı oluşmaktadır.

Atölyenin cepheye bakan dört penceresi ve geniş camlı kapısı gün ışığı alımını sağlamaktadır. Pencereelerde ışık ihtiyacı olmayan zamanlar için perdeleme yapılmıştır. Mekânın yapay aydınlatması, asma tavana gömülü üçer adetten oluşan üç sıra kare formu LED panel ile oluşturulmuştur (Şekil 4.111).



Şekil 4.111. FMV Ayazağa Işık Lisesi bilişim teknolojileri atölyesi.

Okul içinde sınıflara kıyasla kalabalık faaliyetlerin yapıldığı iki adet çok amaçlı salon bulunmaktadır. Bu salonların ilki izleyicili faaliyetler için özelleşmiş amfi şeklindedir. Amfinin oturma düzeninin sağ tarafında iki adet küçük pencere bulunmaktadır, ancak mekânın ışık ihtiyacının çok az bir kısmını karşılamaktadır. Salonun genel aydınlatması, zemin kotuyla birlikte artan tavan kotları içinde birer sıra olarak konumlandırılan LED spotlar ile sağlanmıştır (Şekil 4.112). Sahne aydınlatması ise sahne üzerinde asma tavana açılan dikdörtgen şeklindeki kanala yerleştirilen dört adet LED spotla karşılanmaktadır (Şekil 4.113).



Şekil 4.112. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı amfi.



Şekil 4.113. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı amfide sahne aydınlatması.

İkinci çok amaçlı salon, grup çalışmalarının ve herkesin aktif katıldığı faaliyetler için kullanılabilir. Yapılacak çalışmanın ihtiyacına göre salon düzeninin değiştirilebilmesi amacıyla hafif ve yer değiştirebilir mobilyalar tercih edilmiştir. Gün ışığı almayan salonun genel aydınlatması, uzay kafes tavan sistemi içinden sarkan LED spotlar ile sağlanmaktadır. Mekânın genel kotundan yüksek olan sahnenin aydınlatılması için ise yönlendirilebilir güçlü LED spotlar tercih edilmiştir. Ek olarak projeksiyon cihazı ve sahnede yer alan dijital ekran da aydınlatma sistemini desteklemektedir (Şekil 4.114).



Şekil 4.114. FMV Ayazağa Işık Lisesi çok amaçlı salon.

Bireysel öğrenme ile bireysel çalışmaların yapıldığı kütüphanede gün ışığı alımı çok düşüktür. Yalnızca bir cephede bulunan yüksek pencerelerden gün ışığı girişi bulunmaktadır (Şekil 4.115). Kütüphanenin genel aydınlatması kaset döşemenin her boşluğunda birer adet bulunan sarkıt armatürler ile sağlanmıştır. Armatürlerin içindeki ışıklıklar LED veya floresan olarak farklılık göstermektedir. Sarkıtlarla birlikte mekânın iki duvarı boyunca uzanan asma tavana gömülü LED spotlar kullanılmaktadır (Şekil 4.115; Şekil 4.116). Kütüphanede kitap raflarının ve çalışma masalarının aydınlatılmasında eksiklikler bulunmaktadır.

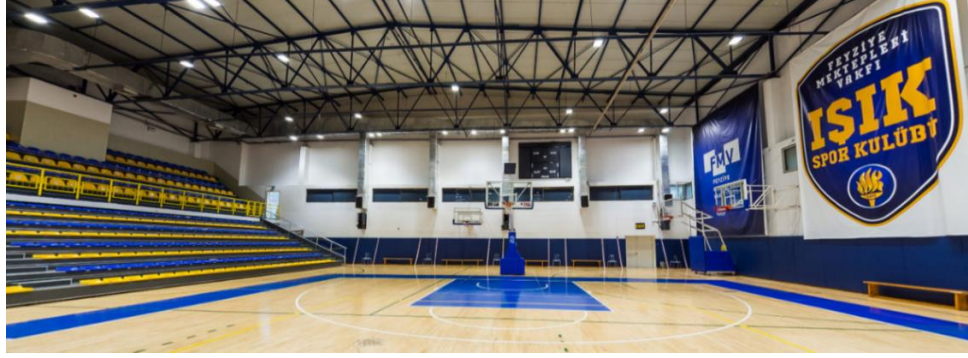


Şekil 4.115. FMV Ayazağa Işık Lisesi kütüphanesi.



Şekil 4.116. FMV Ayazağa Işık Lisesi kütüphanesinde sarkıt armatürler ve LED spot armatürler.

Kullanıcıların fiziksel aktivitelerini gerçekleştirdiği spor salonu, fitness salonu ve yüzme havuzu gibi alanlar tüm kampüsün ortak kullanım alanı olarak ayrılmıştır ve ayrı bir bina bloğu oluşturmaktadır. Spor salonu gün ışığı almamaktadır. Aydınlatması uzay kafes çatının profillerine bağlı LED spotlar ile sağlanmaktadır. Aygıtlar, saha içindeki sporcuların genel hareket aksına paralel doğrultuda konumlandırılmıştır (Şekil 4.117).



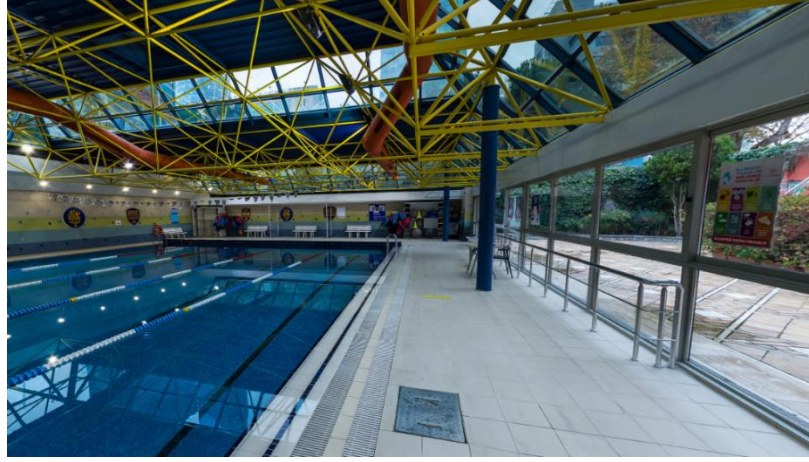
Şekil 4.117. FMV Ayazağa Işık Okulları Kampüsü spor salonu.

Spor salonuna bağlı fitness salonu, bir yüzeyindeki pencerelerden gün ışığı almaktadır. Koyu renkli yüzeyler ve materyallerin kullanıldığı salonda yüzeylerden ışık yansımaları çok az olduğundan loş bir ortam oluşmaktadır. Mekânsal ihtiyaçlara göre küçük olan salonun bir duvarına ayna yerleştirilerek geniş mekân algısı oluşturulmuştur. Ayna yüzeyi aynı zamanda ışığı yansıtarak doğal ve yapay ışığın mekân içine dağılımına yardımcı olmakta, aynı zamanda bir ışık kaynağı görevi üstlenmektedir. Salonun yapay aydınlatma sistemi, tavandaki nervürler arasına yerleştirilen sarkıt, kare formlu, LED panel aygıtlar ile oluşturulmuştur (Şekil 4.118).



Şekil 4.118. FMV Ayazağa Işık Okulları fitness salonu.

Diğer fiziksel aktivite alanı olan yüzme havuzu ise maksimum gün ışığı aydınlatması olacak şekilde planlanmıştır. Genel aydınlatması; cephe ve çatı pencerelerinden gelen gün ışığı ile sağlanmaktadır (Şekil 4.119).



Şekil 4.119. FMV Ayazağa Işık Okulları yüzme havuzu cephe ve çatı pencereleri.

Gün ışığının görsel ihtiyaçları karşılayamadığı durumda aktif edilen yapay aydınlatma, havuz kenarında tavana sabit ve uzay kafes sistem üzerinde yönlendirilebilir spotlar ile düzenlenmiştir. Işıkların yönelimi havuza göre ayarlanmıştır. Bu sayede suyun ışık kırıcılığı ve ışık yayıcılığından faydalanılmaktadır. Kullanılan elektrikli aygıtlar neme dayanıklı olarak tercih edilmiştir (Şekil 4.120).



Şekil 4.120. FMV Ayazağa Işık Okulları yüzme havuzu spot aydınlatmalar.

Eğitim ve öğretim alanlarının dışında okulda yönetici ve öğretmenlerin kullandığı idari mekânlar bulunmaktadır. Çalışma mekânlarının aydınlatılması öğretmenlerin performansını doğrudan etkilemektedir. İdari ofislerde mekânın boyutuna göre sayısı değişen yatay bölümlenmiş pencerelerden gün ışığı alınmaktadır.

Gölgeleme amacıyla ihtiyaca göre yarı saydam veya saydam olmayacak şekilde ayarlanabilen perdeleme elemanları kullanılmıştır. Mekânların yapay aydınlatması tavana gömülü LED spotlar ile sağlanmaktadır (Şekil 4.121).



Şekil 4.121. FMV Ayazağa Işık Lisesi idari ofis örneği.

Bireysel çalışma alanlarının bulunduğu zümre odasında gün ışığı alımı yoktur. Ancak koridora bakan yüzey yarı saydam olarak tasarlandığından koridor aydınlatmasından da fayda sağlamaktadır. Bu bölümün elektrikli aydınlatma sistemi tavan döşemesindeki nervürler arasında tavana gömülü LED spotlar ile düzenlenmiştir (Şekil 4.122).



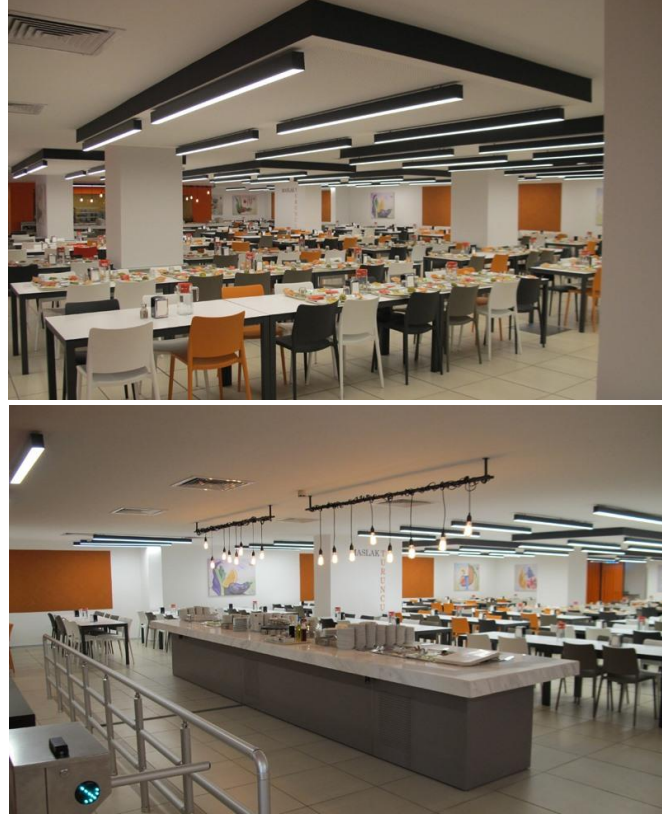
Şekil 4.122. FMV Ayazağa Işık Lisesi zümre odası.

İç mekânlar arası sirkülasyonu sağlayan koridor ve merdivenler doğrudan gün ışığı almamaktadır. Ancak kapılarda veya bölücü olarak kullanılan camlı yüzeyler sayesinde arasında bulunduğu mekânların gün ışığı performansından yarar sağlamaktadır. Genel aydınlatma, asma tava içine gömülü LED panel aygıtlar ile sağlanmaktadır. Paneller, koridor içindeki ana sirkülasyon hattı doğrultusunda konumlandırılmıştır (Şekil 4.123).



Şekil 4.123. FMV Ayazağa Işık Lisesi koridor görüntüsü.

Lise binası içinde bodrum katta bulunan yemekhane, yüksek bant pencerelerden az da olsa gün ışığı almaktadır. Ancak mekânsal boyutlar ve bodrum kat olması nedeniyle alınan ışık, ihtiyaçları karşılayacak seviyelere ulaşmamaktadır. Bu nedenle gündüzleri de yemekhanenin genel aydınlatması yapay ışık kaynakları ile karşılanmaktadır. Aydınlatma sistemi, ana hareket akslarına paralel yerleştirilen lineer LED paneller ile düzenlenmiştir. Mutfak önü, yemek bankosu gibi alanlarda ise sarkıt ışıklıklar kullanılarak estetik farklılık katılmıştır (Şekil 4.124).



Şekil 4.124. FMV Ayazağa Işık Lisesi yemekhanesi (FMV Işık Okulları Fotoğraf Arşivi).

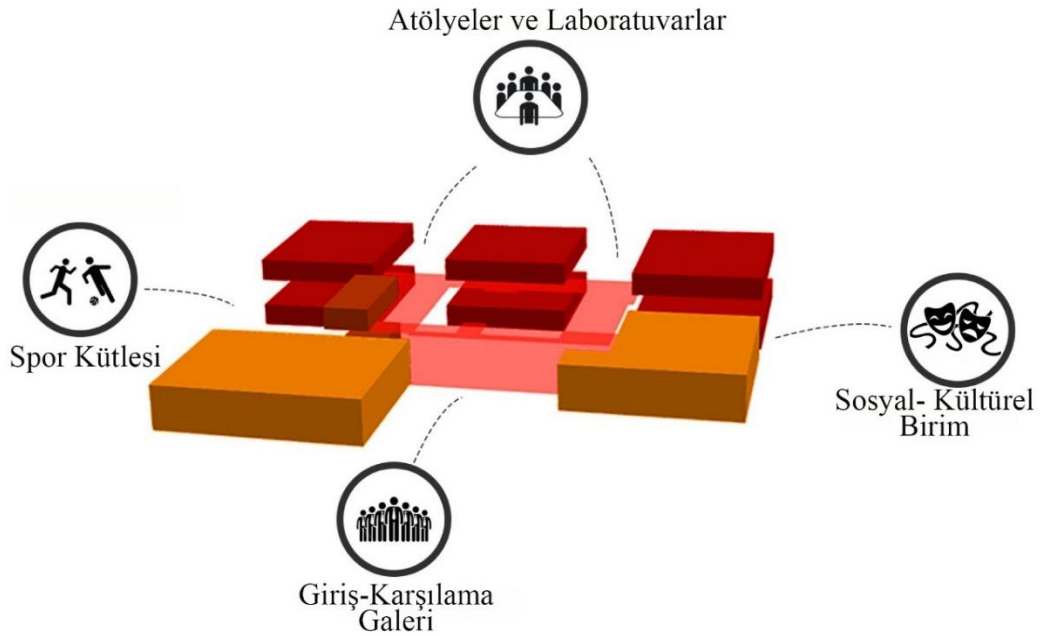
Kampüsün bahçe ve açık spor alanlarında aydınlatmasında yalnızca güvenlik ön plana çıkmaktadır. Cephe ve mimari öğeler yerine hareket alanları ve doğrultuları üzerine aygıtlar yerleştirilmiştir. Aydınlatma, iklim koşulları ve darbeye dayanıklı, aşağı yönlü sabit LED paneller ile sağlanmıştır (Şekil 4.125).



Şekil 4.125. FMV Ayazağa Işık Okulları Kampüsü bahçe aydınlatması.

#### 4.5. ÖZEL İZMİR AOSB NEDİM UYSAL MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

Eğitim yapıları, bireylerin kendi çağlarına uygun şekilde kendilerini geliştirdiği ve bu gelişimin en verimli olduğu yaşları geçirdikleri mekânlar olarak önem kazanmaktadır. Özel İzmir Atatürk Organize Sanayi Bölgesi Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi yapısı, bu değerin bilincinde tasarlanan yapılardan biridir. Öğrencilerin eğitim alırken içinde bulunduğu mekânlar olmanın yanında, ilham vermeyi, sosyalleşmeyi, etkileşimi ve dikkat çekmeyi hedeflemektedir.



Şekil 4.126. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kütleli yerleşim planı (URL-49).

2016 yılında eğitim kurumu olarak görevine başlayan yapı, içinde bulunduğu sanayi bölgesinin tekdüzeliğine nazaran yerleşim içinde öne çıkmayı hedeflemektedir. Yapının tasarımı iki ilke üzerine kurgulanmıştır. Birincisi okulun sosyal alanları ve eğitim alanları bir kesişim alanı olarak oluşturulan iç galeri etrafında toplanmıştır (Şekil 4.126). İkinci tasarım ilkesi ise yeşil zemin sıfır kotundan üst kotlara da taşınması yoluyla eğitim alanları ile kamusal alanların düşeyde ayrılmasını sağlamaktır (Şekil 4.127) (Kılıç ve Süer, 2017).



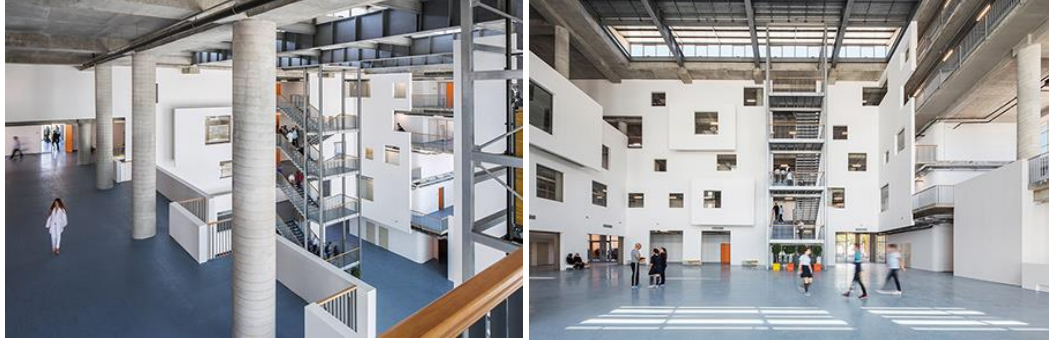
Şekil 4.127. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL’de üst kotta yeşil zemin (URL-50).

Yapının geneli saydam yüzeyler ile oluşturulmuştur ve iç mekân değilmiş gibi gün ışığının mümkün olan tüm yüzeylerden mekânlara girişi sağlanmıştır. Genelde yapılarda ışık almak için pencereler tasarlanırken; Özel İOASB Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi yapısında cephede aşırı aydınlık seviyesinin sebep olabileceği olumsuz durumlardan korunmak amacıyla cephelere güneş kırıcılar yerleştirilmiştir ve döşemeler kat silmesi gibi uzatılarak gölgelik görevi kazandırılmıştır (Şekil 4.128).



Şekil 4.128. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL doğu cephesinde güneş kırıcılar (URL-51).

Kütle içinde etkileşimin sürekliliğini sağlamak amacıyla görsel algının maksimum alanı kapsaması planlanmıştır. Bu nedenle yapının yüzeyleri genelde saydam materyaller ile üretilmiştir. Mekânlar arasındaki şeffaflık ve ortada bulunan yüksek tavanlı galeri, yapının merkezini ve kurumsal kimliğini oluşturmaktadır (Şekil 4.129).



Şekil 4.129. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisi (M Artı D Mimarlık Proje Arşivi).

Yapının ana düğüm noktası olan galeride gün ışığı bina boyunca yükselen cam cepheden yüksek miktarda sağlanmaktadır (Şekil 4.130). Güney yönündeki ön cephede aşırı gün ışığına bağlı kamaşma ve parlamalar ile aşırı ısınmanın önüne geçebilmek amacıyla taşıyıcılar arasına yatay güneş kırıcılar eklenmiştir (Şekil 4.131).



Şekil 4.130. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde gün ışığı alımı (URL-50).



Şekil 4.131. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL güzey cephesinde yatay güneş kırıcılar (URL-52).

Cepheye ek olarak, projede cam çatı olarak tasarlanan ancak kademeli olarak inşa edilen, çelik çatının kademeleri arasında kalan şerit pencereler, galeriye gün ışığı alımını desteklemektedir (Şekil 4.132; Şekil 4.133). Okulun tüm mekânları direkt veya açık koridorlar ile galeriye bağlanmaktadır. Bu nedenle galerideki gün ışığı miktarı, aslında tüm mekânların aydınlık seviyesine doğrudan etki etmektedir.



Şekil 4.132. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde çatı pencereleri (URL-51).



Şekil 4.133. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Lisesi galeride cam tavanı gösteren kesit (URL-50).

Galerinin yapay aydınlatma sistemi çatının kademeleri doğrultusunda yerleştirilen LED spotlar ile oluşturulmuştur. Galerinin aydınlatılmasında aynı zamanda etrafında konumlandırılan açık koridorlar ve cam yüzeyli mekânların aydınlatmalarından da faydalanılmaktadır. Galerideki ışık, yalnızca iç mekânı aydınlatmakla kalmayıp, aynı zamanda şeffaf cephe için de geceleri ışıklandırma olarak görev almaktadır (Şekil 4.134). Güney yönüne bakan galeride kışın güneşten ısı kazancı sağlarken, yazın aşırı ısınmanın önüne geçebilmek amacıyla ısı kontrollü camlar kullanılmıştır.

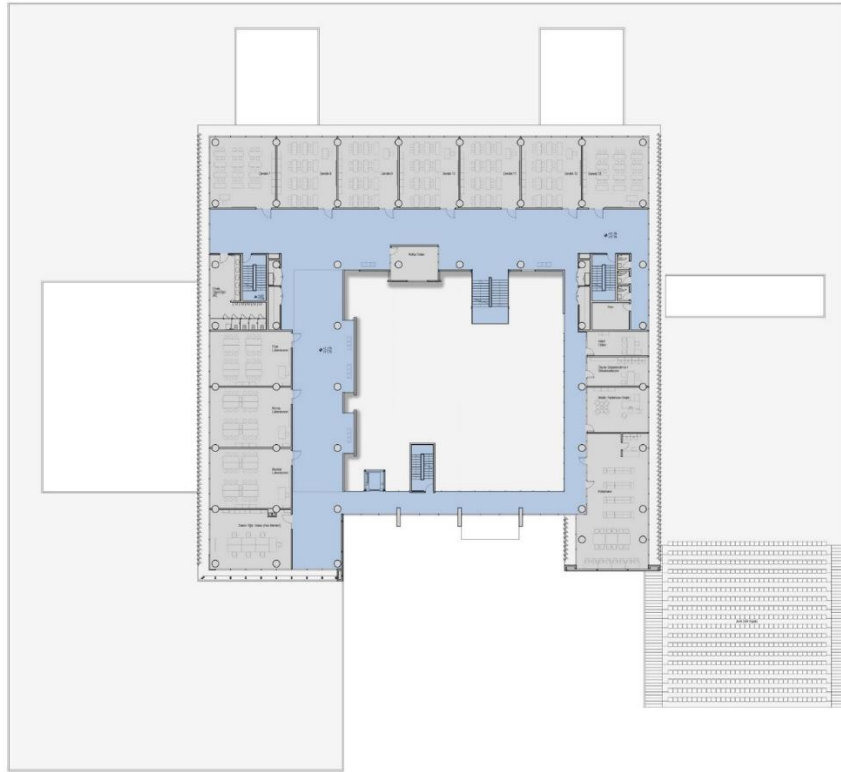


Şekil 4.134. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galeri aydınlatmasının cephe görüntüsü (Kılıç ve Süer, 2017).

Yapı içinde çok amaçlı salon, spor salonu, atölyeler, yemekhane gibi geniş alanlı birimler ile sosyalleşme alanları zemin ve birinci katlara konumlandırılırken; sınıflar ve idari birimler üst katlara yerleştirilmiştir (Şekil 4.135). Bu ayrılmayı görsel olarak sağlayabilmek ve üçüncü boyutta yeni bir zemin algısı oluşturmak amacıyla birinci kat üzerinde teraslama yapılarak dersliklerden ulaşılabilen yüksek bir teras bahçe oluşturulmuş ve amfi merdivenler ile tören alanına bağlanmıştır (Kılıç ve Süer, 2017) (Şekil 4.136). Eğitim birimleri olan sınıf, atölye ve laboratuvarlar ışık seviyesinin yüksek olması nedeniyle kuzey yönünde konumlandırılmıştır.

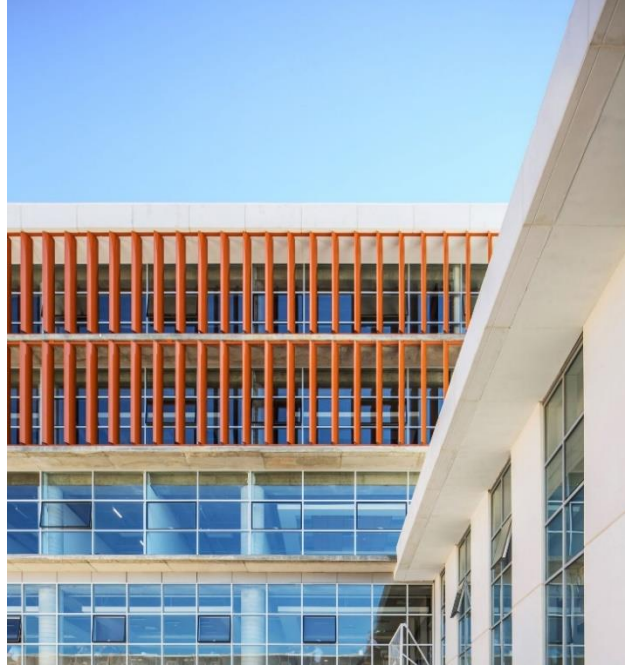


Şekil 4.135. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL zemin kat planı (URL-51).



Şekil 4.136. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL 3. kat planı (URL-51).

Sınıflarda kuzey yönünden gün ışığı alımı sağlanırken, köşede kalan sınıflarda aşırı ışık seviyesinin önüne geçmek amacıyla doğu ve batı cephelerinde bulunan düşey ahşap güneş kırıcılar devam ettirilmiştir (Şekil 4.137). Bu güneş kırıcılar aynı zamanda renklendirilerek cephe tasarımına estetik katkı sağlamaktadır. Köşe sınıflarda oturma düzeni, bakış açısı kuzey-güney doğrultusunda olacak şekilde düzenlenmiştir. Yandan gelen ışık, güneş kırıcılar ile kontrol edilmiştir. Ara sınıflarda ise ışığın yandan gelmesini sağlamak amacıyla bakış açısı doğu-batı aksına gelecek şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 4.137. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL doğu cephesinde ahşap güneş kırıcılar (URL-50).

Yapı genelinde endüstriyel tasarım fikri hâkimdir. Taşıyıcılar, tesisat gibi yapıya ait parçalar gizlenmemiş, bu sayede teknik eğitim veren okulda öğrencilerin tekniği görerek öğrenmesi sağlanmıştır. Sınıflarda yapay aydınlatma, endüstriyel betonarme tavan döşemesinin tamamını kapatmayacak şekilde ortaya yerleştirilen asma tavana gömülü, mekân boyutuna göre belirlenen sayıda kare LED paneller ile oluşturulmuştur (Şekil 4.138).



Şekil 4.138. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL sınıf görüntüsü (URL-49).

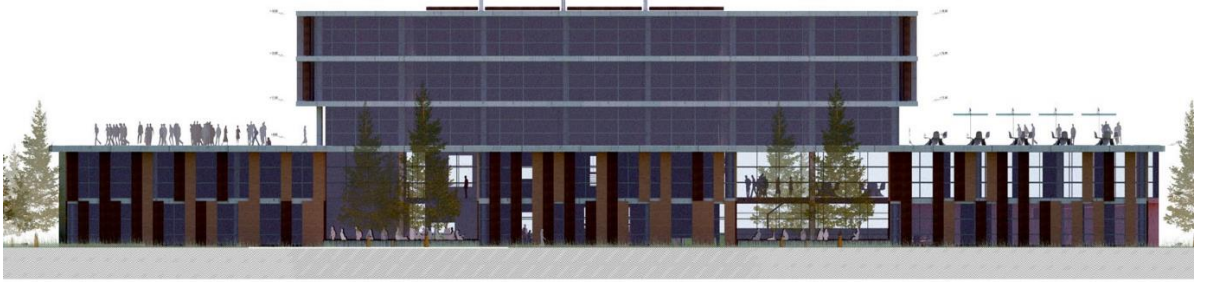
Yapının 3. ve 4. Katlarda bulunan laboratuvarlar, doğu cephesine konumlandırılmıştır. Oturma düzenleri, pencereler arkaya gelecek şekilde düzenlenmiştir (Şekil 4.139). Pencerenin tam karşısına denk gelen yazı tahtası yüzeyinde parlamalar oluşabilmektedir. Bu nedenle atölyeleri gün içerisinde doğu batı aksında yoğunlaşan güneşin olumsuz etkilerinden korumak amacıyla cephelerdeki güneş kırıcılardan destek alınmaktadır.



Şekil 4.139. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL biyoloji laboratuvarı (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).

Laboratuvarların yapay aydınlatması, sınıflar gibi asma tavana gömülü kare LED paneller ile sağlanmaktadır (Şekil 4.139). Mekânların gün ışığı performansı yüksek seviyelere ulaştığından gündüzleri yapay aydınlatma ihtiyacı nerdeyse hiç olmamaktadır.

Meslek ve teknik derslerin verildiği okulda atölyeler, öğrenim mekânları olarak öne çıkmaktadır. Büyük alanlı mekânlar olan atölyeler, bazı çalışmalarda açık alan ihtiyacı duyulması nedeniyle kendileri için oluşturulan bloklar arasındaki avlularla birlikte zemin katta yer almaktadır. Gün ışığı performansı yüksek olan kuzey yönüne yerleştirilen atölye bloklarında, üst katlarda ve galeride kullanılan yekpare cam cepheler yerine renkli ahşap panellerle bloklu bir cephe tasarımı yapılmıştır (Şekil 4.140).



Şekil 4.140. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kuzey cephesi (URL-51).

Zemin katta galeriye sapanan bloklar olarak tasarlanan atölyeler, üç cephesinden gün ışığı alacak şekilde konumlandırılmıştır. Ancak bu cephelerin bazıları, üst kotta tasarlanan ikincil zeminin altındaki avlulara bakmaktadır ve diğer yönler kadar ışık girişi sağlanamamaktadır.

Atölyelerde elektrikli aydınlatma, endüstriyel tavan üzerindeki tesisat kanallarına bağlanan lineer LED armatürler ile sağlanmaktadır. Atölye içinde sabit bir oturma doğrultusu bulunmadığından armatürlerin doğrultusu önemli değildir. Doğal ışığın en fazla alındığı kuzey yönündeki pencerelere dik doğrultuda yerleştirilerek, gün ışığı ile paralel ışık oluşturulmaktadır (Şekil 4.141).



Şekil 4.141. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL atölye örneği (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).

Atölyelerde yürütülen çalışmalar, dikkat ve yüksek algı seviyesi isteyen çalışmalar olabilmektedir. Yapılacak çalışmanın ihtiyacına göre atölyelerde çalışma masalarına, genel aydınlatmaya ek olarak masa aydınlatması eklenmiştir (Şekil 4.142).



Şekil 4.142. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL atölyelerinde masa aydınlatması (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).

Okula ait konferans salonu ve salonun ihtiyaç duyduğu fuaye, ıslak hacimler gibi alanlar zemin katta bulunmaktadır. Zemin kattaki tören alanı ile birinci kat üzerinde oluşturulan teras bahçe arasında yumuşak geçişi sağlamak amacıyla oluşturulan amfi altına konumlandırılmıştır.

Işık kontrolünün kolaylaştırılması amacıyla konferans salonuna gün ışığı girişi bulunmamaktadır. Salonun genel aydınlatması; yükselen zemin kotuna uygun şekilde kademelendirilen tavan kaplaması içine gömülü noktasal LED spotlar ve farklı boyutlardaki kare LED paneller ile karşılanmaktadır (Şekil 4.143). Duvarlara yerleştirilen LED şeritlerden oluşturulmuş farklı boyutlardaki panel armatürler, spotları desteklemektedir (Şekil 4.144).



Şekil 4.143. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu tavanında LED spot ve paneller (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).



Şekil 4.144. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu duvarlarında LED paneller (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).

Konferans salonu sahne aydınlatması için sahne üstü, sahne bitiş hizası ve ilk seyirci sırası üzerinde olmak üzere üç doğrultuda ışıklıklar yerleştirilmiştir. Sahne üstünde kare LED spotlar kullanılırken, diğer iki doğrultuda çok sayıda yönlendirilebilir dairesel LED spot yerleştirilmiştir. Bu aygıtların boyutları ve

sağladıkları ışık seviyeleri değişkenlik göstermektedir. Farklı ışık şiddetleri sayesinde sahnenin farklı alanlarında vurgu yapılması sağlanmaktadır (Şekil 4.145).

Konferans salonunda farklı çeşitlerde ve çok sayıda aydınlatma kullanılması, düzenlenen etkinliğin ihtiyaçlarına uygun aydınlık seviyesinin sağlanması veya aydınlatılacak doğru bölgelerin düzenlenmesini kolaylaştırmaktadır.



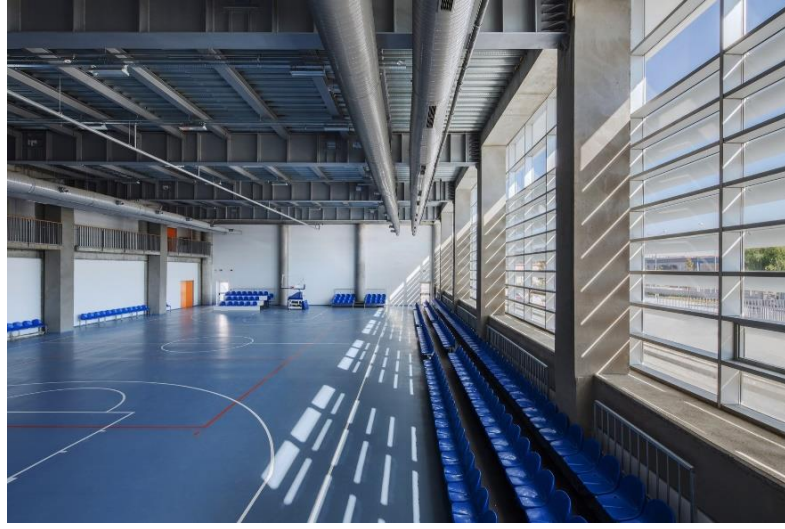
Şekil 4.145. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL konferans salonu sahne aydınlatması (Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL Fotoğraf Arşivi).

Zemin katta bulunan bir diğer büyük hacim spor salonudur. Spor salonu, güney ve batı cephelerinin kesiştiği köşede yer almaktadır. Gün ışığı alımı yalnızca güneye bakan yüzeyden gerçekleşmektedir. Spor salonunun güneye bakan yüzeyi, gün ışığı alımını maksimize etmek amacıyla cam giydirme olarak tasarlanmıştır. Fazla ışığın olumsuz etkilerinin önüne geçmek ve galeri ile cephede bütünlüğü yakalamak amacıyla yatay güneş kırıcılar kullanılmıştır (Şekil 4.146). Ayrıca gün ışığına bağlı aşırı ısınmanın önüne geçebilmek için ısı kontrollü cam tercih edilmiştir.



Şekil 4.146. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL güney cephesinde spor salonu ve galeri görüntüsü (URL-50).

Gündüzleri güney cephesinden gelen güneş ışığı, spor salonunda ihtiyaç duyulan aydınlık seviyesine ulaşmayı sağlamaktadır. Yapay aydınlatma sistemi ise galerideki gibi endüstriyel yapı anlayışıyla düzenlenen tavanda oluşturulan tesisat kanallarına bağlı dikdörtgen LED spotlar ile oluşturulmuştur. Aygıtların doğrultusu ana hareket doğrultusuna dik olacak şekilde yönlendirilmiştir (Şekil 4.147). Bu sayede gün ışığı girişine paralel olması hedeflenmiştir. Spor faaliyetleri esnasında oluşabilecek darbelere karşı dayanıklı armatürler seçilmiştir.



Şekil 4.147. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL spor salonu iç mekân görüntüsü (URL-49).

Okulun terasta oluşturulan ikinci zemini altında kalan büyük hacimli alanlardan biri de yeme-içme alanlarıdır. Zemin katta bulunan kantin, galeriden herhangi bir bölücüyle ayrılmamıştır. Doğrudan galerinin bir parçası gibi tasarlanan kantin, galerinin batı kanadına konumlandırılmıştır. Bina dışında atölyeler arasında kalan açık spor sahasına bakan kantin cephesinde, iç mekânda bütünselliği sağlamak amacıyla galerinin devamı olarak ısı korunumlu cam giydirme cephe ve yatay güneş kırıcılar kullanılmıştır (Şekil 4.148). Açık spor sahasının bulunduğu avlu, aynı zamanda kantine de açık alan olarak hizmet etmektedir.



Şekil 4.148. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL açık spor sahası ve kantin avlusu (URL-50).

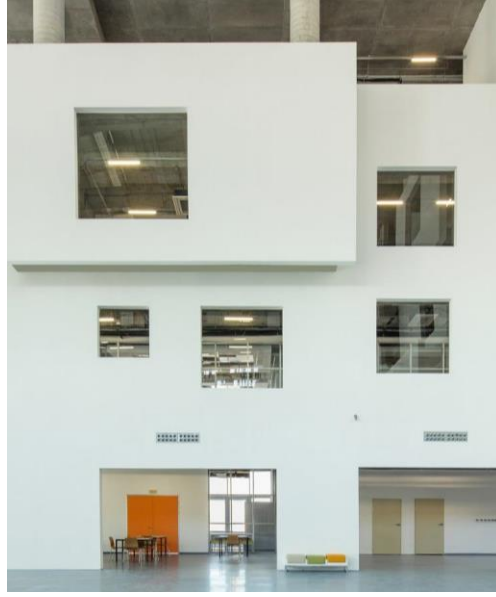
Gün içerisinde galeriden ve giydirme cam cepheden gelen gün ışığı kantin için yeterli aydınlık seviyesine yeterli olmaktadır. Mekânın yapay aydınlatma düzenlenirken, galeriyi çevreleyen sirkülasyon alanlarına uyum sağlayabilmek amacıyla lineer LED armatürler kullanılmıştır. Armatürler endüstriyel tavan üzerindeki tesisat hattı doğrultusunda yerleştirilmiştir (Şekil 4.149).



Şekil 4.149. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL kantini (URL-51).

Birinci katta kantin üzerine diğer yeme-içme alanı olan yemekhane konumlandırılmıştır. Yemekhanenin bina dışına bakan yüzeyi, kantinin düşeyde devamı olarak ısı korunumlu cam giydirme cephe olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.148). Mekânın gün ışığı ihtiyacı giydirme cephe ve galeriden karşılanmaktadır. Yemekhanenin galeriye bakan tarafı, bina içinde ikincil bir cephe olarak tasarlanmıştır.

İç cephede farklı boyutlarda duvar gridleri ve farklı boyutlarda pencereler kullanılarak galeri içinde görsel hareketlilik sağlanmıştır (Şekil 4.150). Mekânı ikiye bölerek iç ve dış mekân algısı yaratan cam bölme, ışık seviyesi üzerinde etkili olmamaktadır (Şekil 4.151).



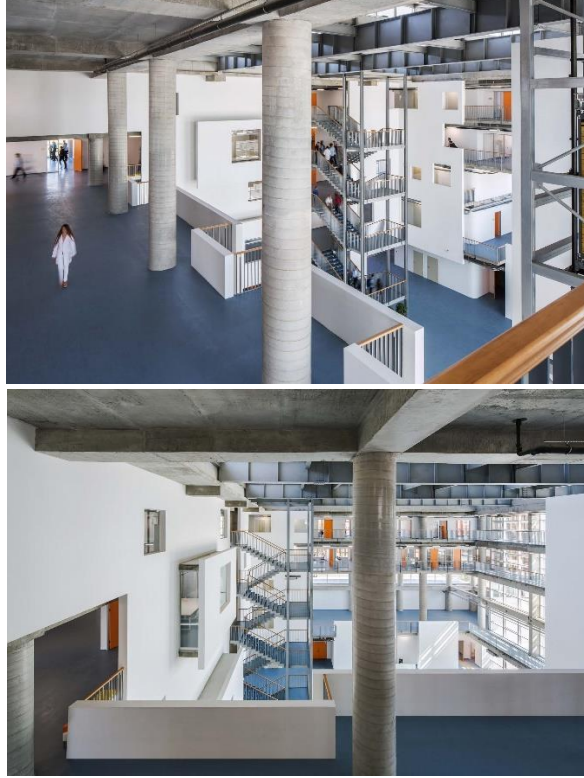
Şekil 4.150. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galerisinde ikincil iç cephe (URL-52).

Yemekhanenin tavanı, endüstriyel tavan üzerine aralıklı gridler şeklinde yerleştirilen asma paneller olarak tasarlanmış ve iç cephedeki grid düzen sürdürülmüştür. Yapay aydınlatma sistemi, asma tavan gridleri içine gömülü kare formlu LED paneller ile oluşturulmuştur (Şekil 4.151).



Şekil 4.151. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL yemekhanesi (URL-49).

Okulun mekânlar arası sirkülasyonunu sağlayan koridorlar, galeri etrafında dönen bir sarmal şeklinde tasarlanmıştır. Her kat için galeriyi çevreleyen bir koridor çemberi gibi oluşturulmuştur. Koridorlar; hem galerinin yüksek gün ışığı performansından, hem birbirine bağladığı mekânların iç yüzeye gelen pencereleri ile içeri alınan gün ışığından faydalanmaktadır (Şekil 4.152).



Şekil 4.152. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL koridorları (URL-50; URL-51).

Galeri etrafında bir çerçeve oluşturan koridorlar, gündüzleri galerinin cephesi ve çatı pencerelerinden gelen ışıktan faydalanırken; gün ışığı olmayan zamanlarda tam tersi olarak koridordaki elektrikli aydınlatma sistemi, galerinin de aydınlık seviyesini desteklemektedir. Koridorların yapay aydınlatma sistemi, hareket doğrultusuna paralel olacak şekilde tavanda uzanan tesisat hattına sabitlenmiş lineer LED armatürler ile oluşturulmuştur (Şekil 4.153). Ayrıca sirkülasyon alanları, gün ışığı gibi geceleri etrafındaki mekanların cam bölücü yüzeyleri sayesinde yapay ışığını da kullanmaktadır.



Şekil 4.153. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL sirkülasyon alanlarında yapay aydınlatma (Kılıç ve Süer, 2017).

Düşey sirkülasyonu sağlayan merdivenler, galeri içinde koridorlara bağlanmaktadır. Çelik konstrüksiyonlu merdiven, galeriye ek bir yapı parçası olarak tasarlandığından ekstra aydınlatma ihtiyacı duymamaktadır. Galerinin ve koridorların gün ışığı ve yapay ışık kaynakları, merdivenin yeterli aydınlık seviyesini sağlamakta yeterli olmaktadır (Şekil 4.154; Şekil 4.155).



Şekil 4.154. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL merdiveni (Kılıç ve Süer, 2017).



Şekil 4.155. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL galeri ve merdiveni (URL-49).

Okulun idari birimleri, ikinci katın doğu kanadında yer almaktadır. İdari ofisler, ikincil bir zemin olarak oluşturulan terasa bağlanmaktadır. İdari mahallerin cephe ve koridora bakan yüzeyleri ısı kontrollü camlar ile oluşturulan bölücülerden oluşmaktadır (Şekil 4.156). Bu sayede koridor, galeri ve güneşten gelen doğal ışığın mekân içinde kullanımı aktif edilmiştir. Aşırı gün ışığının oluşturabileceği parlama, kamaşma ve flicker etkilerine önlem olarak, üçüncü kat döşemesi saçak gibi uzatılarak gölgeleme elemanına dönüşmektedir (Şekil 4.157).



Şekil 4.156. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL idari mekânların cam bölücü yüzeyleri (URL-50).

İdari ofislerin yapay aydınlatma sistemi, derslikler gibi endüstriyel tavan üzerine montaj yapılmış, asma panel tavan içine gömülü kare formlu LED paneller ile oluşturulmuştur. Asma tavanın büyüklüğü ve LED panel sayısı mekânın boyutlarına göre değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.157. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL idari mekânların doğu cephesinde görüntüsü (URL-50).

Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL binasının dış cephe aydınlatması için bir sistem kurulmasına ihtiyaç duyulmamıştır. Saydam cephe tasarımları ile gündüzleri iç mekânlara gün ışığı alınması, geceleri iç mekândaki elektrikli aygıtların aynı zamanda cephede aydınlık oluşturması sağlanmaktadır (Şekil 4.158). Büyük boyutlardaki saydam yüzeyler ile iç ve dış mekânlar arasında karşılıklı birbirinden faydalanma söz konusu olmaktadır.



Şekil 4.158. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL cephesi gece görüntüsü (URL-51).

Zemin ve teras bahçeleri olarak ikiye bölünen rekreasyon alanları arasındaki bağlantı, hem merdiven hem de törenlerde seyircilerin oturabileceği ve öğrencilerin vakit geçirebileceği bir sosyal alan platformu olarak tasarlanan amfi ile sağlanmıştır. Amfinin gece aydınlatması, her rıht arasına bir sıra halinde yerleştirilen, betona gömülü noktasal LED spotlar ile oluşturulmuştur (Şekil 4.159).



Şekil 4.159. Özel İAOSB Nedim Uysal MTAL bahçe amfisinde gece aydınlatması (URL-51).

#### 4.6. BÖLÜMÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Eğitim yapıları, gün içindeki aktif kullanım süresinin uzunluğu nedeniyle enerji kullanım oranı yüksek yapı gruplarındandır. Enerji kullanımının büyük oranda aydınlatma sistemleri tarafından kullanılması ve ışığın öğrenme üzerindeki etkisi nedeniyle eğitim yapılarının aydınlatma sistemleri önem kazanmaktadır.

Çalışma kapsamında seçilen uygulama örnekleri; yeşil teknoloji ile üretilen ilk devlet okulu olma özelliğiyle öne çıkan Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, LEED sertifikasına sahip Tuzla Terakki Okulları kampüsü, arazi kullanımı ve cephe tasarımıyla aktif gün ışığı kullanımı sağlayan Bakü MTK Okulları, tarihi bir yapının yenilenmesi ile tasarlanan FMV Ayazağa Işık Lisesi, iç mekanda maksimum gün ışığı kullanımı özellikleriyle dikkat çeken Özel İAOSB Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi seçilmiştir.

İncelenen örneklerin mekân aydınlatmalarında öncelikli olarak gün ışığı kullanımını hedeflenmektedir. Yapının tasarım aşamasında uygun kararlar alınarak cephe yönelimleri ve çatı pencereleri gibi çözümlerle gündüzleri gün ışığının mekânlara alımı maksimum düzeylere ulaşmaktadır. Ayrıca ışığın mekâna homojen dağılabilmesi amacıyla ışık rafları veya iç yüzeylerde de saydam bölücüler kullanılmıştır. Aşırı gün ışığının olumsuz etkilerinden korunmak için ise ihtiyaca göre yatay veya dikey güneş kırıcılar ile perdeleme gibi çözümler oluşturulmuştur.

Gün ışığından aydınlatmaya ek olarak binaların uygun yönlerine yerleştirilen fotovoltaik paneller sayesinde enerji üretimi için faydalanılmaktadır. Panellerden elde edilen elektrik enerjisi, gün ışığı olmayan veya yetersiz olduğu zamanlarda başta yapay aydınlatma sisteminde kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistem sayesinde binanın enerji tüketiminin bir kısmı yenilenebilir bir kaynak olan güneşten karşılanarak enerji korunumu sağlanmaktadır.

Güneş ışığının kontrolü zor olduğundan ve her zaman eşit ışık miktarı imkânı sunmadığından kontrol edilmesi zor olmaktadır. Hem kontrol problemi nedeniyle hem güneş ışığının hiç olmadığı veya yetersiz kaldığı zamanlarda kullanmak amacıyla yapay aydınlatma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapay aydınlatma sistemlerinde enerji verimliliğini sağlamak amacıyla mekânsal ihtiyaçlara uygun LED aygıtlar kullanılmaktadır. Ayrıca gereksiz enerji kullanımının önüne geçebilmek amacıyla kontrol sistemleri tasarlanmaktadır.

Tablo 4.1’de incelenen uygulama örneklerinde mekân aydınlatmaları ve özel durumları derlenmiştir.

CEZERİ YEŞİL TEKNOLOJİ TEKNİK VE ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Sınıf	Cephe ve koridor pencereleri	LED panel, akıllı tahta	Harekete bağlı kontrol sistemi
Atölye	Cephe ve çatı pencereleri	LED spot	Yönlendirilebilir aygıtlar, masa aydınlatması, ışık tüpü, fotovoltaik güneş panelleri
Çok Amaçlı Salon	Yok	Lineer LED ve LED spot	Yönlendirilebilir aygıtlar
Kütüphane	Pencere	LED spot ve panel	Güneş kırıcı
Koridor	Etfе çatı	LED spot	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi
Merdivenler	Etfе çatı	Yok	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi
İdari birimler	Pencere	LED panel	Perdeleme

TUZLA TERAKKİ OKULLARI			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Sınıf	Cephe ve koridor pencereleri	LED panel, akıllı tahta	Yönlendirici entegreli cam, güneş kırıcı, fotovoltaik güneş panelleri
Galeri	Cam giydirme cephe	Sarkıt armatürler	
Çok Amaçlı Salon	Yok	LED şerit, LED spot	Yönlendirilebilir aygıtlar
Kütüphane	Pencere	LED panel ve parabolik floresan	Perdeleme
Koridor	Galeri	LED spot	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi
Merdivenler	Cam giydirme cephe	Yok	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi
Spor Salonu	Tavan pencereleri	Hareketli LED spot	Darbeye dayanıklı aygıtlar
Yüzme Havuzu	Tavan pencereleri	Hareketli LED spot	Neme dayanıklı aygıtlar
Yemekhane	Cephe ve çatı pencereleri	LED panel, LED spot	
Islak Hacim	Yok	LED spot	Neme dayanıklı aygıtlar
Bahçe	Gün ışığı	LED panel, LED spot	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi

Tablo 4.1. Uygulama örneklerinde mekânsal aydınlatmalar ve özel durumları.

BAKÜ MTK OKULLARI			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Sınıf	Pencere	Lineer LED panel	Gün ışığına yönelim, gölgeleyici cephe elemanı
Laboratuvar	Pencere	Lineer LED panel	
Koridor	Yüksek pencereler veya cam giydirme cephe	Lineer LED şerit, LED spot	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi, vurgulu bölgesel aydınlatma
Merdivenler	Yüksek cephe pencereleri	Lineer LED şerit	
Anaokulu Sınıfları	Pencere	LED panel	Gün ışığına yönelim, şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi, yaş grubuna uygun tasarım
Çok Amaçlı Salon	Yok	LED spot, LED şerit	Hareketli ve çok sayıda armatür ile kontrol kolaylığı, güvenlik aydınlatması
Kütüphane	Pencere	LED panel, LED spot	Masa ve kitaplıklarda bölgesel aydınlatma
Yemekhane	Pencere	LED panel, LED spot	Aydınlatma ile sirkülasyonun yönlendirilmesi
Yüzme Havuzu	Pencere	LED spot	Neme dayanıklı aygıtlar, açık renkli yüzeyler ile ışığın yansıtılması
Spor Salonu	Çatı penceresi	LED spot	Darbeye dayanıklı aygıtlar
Sergi Salonu	Pencere	LED spot	Hareketli ve yönlendirilebilir aygıtlar ile istenen bölgenin aydınlatılması
İdari birimler	Pencere	LED panel	Gölgeleme ve perdeleme elemanları
Bahçe	Gün ışığı	LED ampul, LED spot	İklim koşullarına ve darbeye dayanıklı armatürler

FMV AYAZAĞA IŞIK LİSESİ			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Sınıf	Pencere	LED panel, akıllı tahta, projeksiyon	Cephede gölgeleme elemanları, açık renkli yüzey ve mobilya kullanımı
Laboratuvarlar	Pencere	LED panel, floresan	Perdeleme, cam yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi
Müzik Atölyesi/Stüdyo	Pencere	LED panel	Perdeleme
Resim Atölyesi	Pencere	LED panel	Pencere önü çalışma alanları, kontrast ilkesi
Giriş Holü/Fuaye	Yüksek pencereler	LED spot	Açık renkli yüzey ve mobilyalar ile ışığın yansıtılması
Sergi Salonu	Yok	Lineer LED aygıtlar	Vurgulu bölgesel aydınlatma
Çok Amaçlı Salonlar	Küçük Pencereler/Yok	Sabit ve yönlendirilebilir LED spotlar	Çok sayıda armatür kullanımı ile kontrol kolaylığı, vurgulu sahne aydınlatması
Kütüphane	Yüksek pencereler	LED spot, LED ampul, floresan	Çalışma masalarında yetersiz aydınlatma

Tablo 4.1 (devamı). Uygulama örneklerinde mekânsal aydınlatmalar ve özel durumları.

FMV AYAZAĞA IŞIK LİSESİ (devamı)			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Spor Salonu	Yok	Sabit LED spot	Hareket doğrultusunda yerleştirilmiş armatürler
Yüzme Havuzu	Cephe ve çatı pencereleri	Yönlendirilebilir LED spot	Açık renkli yüzeyler ile ışığın yansıtılması, neme dayanıklı aygıtlar
İdari birimler	Pencere	LED spot	Yarı saydam perdeleme
Koridor	Yok	LED panel	Cam yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi, hareket doğrultusunda yerleştirilmiş armatürler
Yemekhane	Bant pencere	LED panel, sarkıt ışıklıklar	
Bahçe	Gün ışığı	LED panel	İklim koşullarına ve darbeye dayanıklı armatürler

ÖZEL İZMİR AOSB NEDİM UYSAL MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ			
MEKÂN	AYDINLATMA		ÖZEL DURUMLAR
	DOĞAL	YAPAY	
Sınıf	Cam giydirme cephe	LED panel	Düşey güneş kırıncılar
Laboratuvarlar	Cam giydirme cephe	LED panel	Düşey güneş kırıncılar
Atölyeler	Geniş pencereler, avlu	Lineer LED armatür	Masalarda bölgesel aydınlatma
Galeri	Cam giydirme cephe ve tavan pencereleri	LED spot	Yatay güneş kırıncılar, açık ve şeffaf alanlar arası ışık geçişi
Çok Amaçlı Salon	Yok	LED spot ve LED panel	Çok sayıda ve yönlendirilebilir armatür kullanımı ile kontrol kolaylığı, vurgulu sahne aydınlatması
Spor Salonu	Cam giydirme cephe	LED spot	Yatay güneş kırıncılar, ısı kontrollü cam, darbeye dayanıklı armatürler
Yemekhane/ Kantin	Galeri, cam giydirme cephe	Lineer LED armatür, LED panel	Yatay güneş kırıncılar, açık ve şeffaf alanlar arası ışık geçişi, ısı korunumlu cam
Koridor	Galeri, şeffaf bölücüler	Lineer LED armatür	
Merdivenler	Galeri	Yok	Şeffaf mekanlar arası ışık geçişi
İdari birimler	Cam iç ve dış yüzeyler	LED panel	Cephede gölgeleme elemanları, düşey güneş kırıncılar
Bahçe	Gün ışığı	LED spot	Şeffaf yüzeyler ile mekanlar arası ışık geçişi

Tablo 4.1 (devamı). Uygulama örneklerinde mekânsal aydınlatmalar ve özel durumları.

## SONUÇ

İnsanlar, yaşamsal faaliyetlerinin temel kaynağı olan doğa üzerinde değişiklikler yapmak ve hakimiyet kurmak istemişlerdir. Endüstri devrimi sonrası geçilen tüketim çağı ile yapılan değişiklikler zarar verme boyutuna ulaşmıştır. Bu nedenle doğanın bir süre sonra insan ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalacağı endişesi doğmuştur ve sürdürülebilirlik çalışmalarının başlamasına neden olmuştur.

Sürdürülebilirlik fikri, ilk çağlara uzansa da kavram olarak varoluşu 18. yüzyılda gerçekleşmiştir. Yapılan ilk çalışmalarda sürdürülebilirlik kavramı; çevre sorunlarının azaltılması ve doğal yaşamın devamlılığı konularını ele almıştır. Yaşamsal faaliyetlerin tümünün doğayla ilişkilendirilmesi nedeniyle zaman içinde sürdürülebilirlik düşüncesi birçok alanı kapsayan multi-disipliner bir kavrama dönüşmüştür.

Sürdürülebilirlik, birçok çalışma alanı ve faaliyetini kapsayan geniş bir kavram olarak çeşitli ulusal ve uluslararası çalışmalara konu olmuştur. Günümüzde kabul gören sürdürülebilirlik tanımı “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını riske atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama” Brundtland Raporu ile ortaya çıkmıştır ve bu rapordan sonra sürdürülebilirlik, kalkınma kavramıyla birlikte ele alınmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma; çevrenin korunması, ekonomik gelişmenin devamlılığı ve sosyal hayatın sürdürülebilirliği problemlerinin çözümü temeline oturtulmuştur.

Dünya Savaşları sonrası hızla değişen dünya düzeni ile sınırsız tüketim ve beraberinde üretim anlayışı hakim olmuştur. Bu sistemde devam edildiğinde doğal kaynakların bir süre sonra tükeneceği veya yetersiz kalacağı sorunu gündeme gelmiştir. 1970’lerde doğanın tahribatı ve yetersiz kalması endişeleriyle ilk resmi çalışmalar yapılmış ve Büyümenin Sınırları ile başlayan sürdürülebilirlik çalışmaları uluslararası gündemde yer almıştır.

Birçok çalışma dalıyla ilişkilendirilen sürdürülebilirlik kavramı, mimarlık alanını da etkilemiştir. Sürdürülebilir mimarlık; enerji tasarruflu, aktif yalıtımlı, gün

ışığından maksimum fayda sağlayan ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanıldığı mimarlık olarak tanımlanmıştır.

İnşaat, üretim ve kullanımı süreçleriyle insan faaliyetleri için harcanan enerjinin 1/3'ünü kapsayan bir çalışma alanıdır. Bu bağlamda doğanın korunması kapsamında değerlendirilen kaynak ve enerji korunumu hususları, sürdürülebilir mimarlık fikrinin oluşmasına yol açmıştır. Özellikle ekonomik gelişmelerle artan mimari faaliyetlerde sürdürülebilir yöntem ve stratejiler kullanılması önem kazanmaktadır.

Sürdürülebilir mimarlık üç temel ilke üzerine kurulmaktadır: kaynak korunumu, yaşam döngüsü değerlendirmesi ve insancıl tasarım. İlkeler ile yapının tasarım aşamasından başlayarak kullanım ve kullanım sonrası evrelerde enerji, su ve malzemelerin verimli kullanımı, atık oluşumunun azaltılması amacıyla geri dönüştürülebilir veya atık hali yeniden işlevlendirilebilir malzeme seçilmesi, sağlıklı yaşam ortamı oluşturularak insan sağlığı ve yapı kullanımının uzun ömürlü olması hedeflenmektedir.

Eğitim, bireylerin doğumuyla başlayan ve yaşam boyu devam eden yeni şeyler öğrenme ve beceriler edinme faaliyetidir. Genel tanımıyla bireyin içinde yaşadığı topluma uyum sağlaması ve faydalı olabilmesi için zihinsel, bedensel ve sosyal olarak kendini geliştirmesidir.

Endüstri dönemiyle birlikte toplumlar arası gelişmişlik düzeyini belirleyen en önemli faktör bilgi ve eğitim haline gelmiştir. Özellikle bu dönemlerde eğitim yatırımları artırılmış, teknolojik gelişmeler ile eğitim kalitesi desteklenmeye başlanmıştır. Birincil eğitim yapısı olarak kullanılan okulların, çağın eğitim gereklerini karşılayacak düzeyde olması gerekliliği doğmuştur. Ayrıca kullanıcıların farklı ihtiyaç ve isteklerine yanıt vermesi beklenmektedir. Eğitim mekânlarının ısı, ışık, ses gibi fiziksel faktörleri eğitim kalitesi üzerinde etkilidir.

Bir eğitim yapısında fiziksel ve fonksiyonel gerekliliklerden sonra öğrenci ve öğretmenler için ergonominin sağlanması önem kazanmaktadır. Ergonomik öğrenme ortamının oluşturulmasında öncelikli olarak fiziksel koşullar, ek olarak ise yalıtım,

nesnelerin renk ve dokusu, güvenlik hissi ve gerekli görüş açılarının sağlanabilmesi etkilidir.

Sürdürülebilir yapı tasarımında; kullanıcı ihtiyaçları azami ölçüde karşılanırken, malzeme, enerji ve su korunumu hedeflenmektedir. Malzeme seçiminde düşük maliyet, yüksek performans ve estetik kriterlere uygunluk ön plana çıkmaktadır. Yenilenebilir bir kaynak olan su, nüfus artışı nedeniyle yetersiz kaldığından yeniden kullanılması gerekmektedir. Yapının yaşam döngüsü boyunca sürekli enerji kullanıyor olması, çevreyle uyumlu enerji kaynaklarının seçilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde enerji korunumunun sağlanabilmesi amacıyla enerji etkin sistemler geliştirilmektedir.

Eğitim yapılarında sürdürülebilirlik fikri, yapının tasarımından başlayarak yaşamsal döngüsünün her evresinde çeşitli stratejilerle uygulanmaktadır. Eğitim yapılarının mekânsal olarak da bir öğretici görevi üstlenmesi yöntemi ile sürdürülebilirlik bilincinin öğrencilere aşılması sağlanmaktadır.

Sürdürülebilir mimari ve sürdürülebilir yapı kavramının gelişimiyle, enerji kaynakları, kullanımı ve alternatif enerji üretim yöntemleri konularında çalışmalar hız kazanmıştır. Enerji kullanımı ve korunumu değerlendirmeleri sonucunda yapı içinde kullanılan enerjinin büyük bir bölümü aydınlatmanın sağlanmasına harcanmaktadır. Bu bağlamda aydınlatma konusu, enerji kullanımının değerlendirildiği çalışmalarda geniş bir yer tutmaktadır. Aydınlatmanın ele alındığı çalışmaların temel hedefi etkin enerji kullanımı yoluyla kaynak korunumunu sağlarken, kullanıcıların ihtiyaç duyduğu aydınlık ihtiyacının karşılanmasıdır.

Aydınlatma ihtiyacı; mekânın boyutları, kullanım amacı, kullanıcıların fiziksel ihtiyaçları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. İyi bir aydınlatmada yapılacak faaliyete uygun ışık şiddeti, yeterli gölge ve aydınlık alanlar, kamaşmanın önlenmesi, işleve uygun ve kaliteli ışık renginin seçilmesi önem kazanmaktadır.

Aydınlatma kavramı, Aydınlatma Sözlüğü'ndeki tanımı ile "nesnelere, çevrelerine veya belirlenmiş bir bölgeye görülebilmesi için ışık uygulanması"dır.

Temel hedefi ise; işlevlerin yerine getirilmesi sırasında kullanıcıların mekanı ve mekan içindeki nesnelere görsel olarak algılaması ve görsel yorgunluğun önlenmesidir.

Mekan içinde aydınlatma kapsadığı alana göre genel ve bölgesel olarak sınıflandırılmaktadır. Genel aydınlatma mekanın tümünü belirli bir ışık seviyesinde aydınlatmayı, bölgesel aydınlatma ise yapılacak işe uygun olarak özelleşen bir alanın ışıklandırılmasını hedeflemektedir.

Eğitim yapılarının temel işlevi olan öğrenme eyleminin %80'i görme yoluyla sağlandığından, doğru aydınlatma seviyesi ve ışık özellikleri eğitim kalitesini etkileyen başlıca faktörlerdendir. Ayrıca ihtiyacın altında veya üstünde değerlerde aydınlatma seviyeleri, öğrenci ve öğretmenlerde fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıklar oluşmasına neden olmaktadır.

Teknolojik gelişmelere uygun, görsel konfor koşullarını sağlayan ve yenilenebilir kaynaklarla oluşturulan enerji etkin aydınlatma sistemleri, günün büyük bölümünde aktif olarak kullanılan eğitim yapılarında büyük önem kazanmaktadır. Bu bağlamda gün ışığı ile aydınlatma ve gün ışığından dönüşüm yoluyla enerji elde edilmesi gibi çeşitli stratejilerle ihtiyaçlara uygun sistemler oluşturulmaktadır.

Eğitim yapıları gibi günün büyük bölümünde aktif olarak kullanılan yapılarda gün ışığı kullanımı önem kazanmaktadır. Gün ışığı kullanımı ile aydınlatma ve ısıtma için harcanacak enerjilerden tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca gün ışığı, insanların fizyolojik yapısına en uygun ışık olduğundan kullanıcı konforunu artırmaktadır. Gün ışığı kullanımında verimliliğin artırılması amacıyla fotovoltaiik paneller, ışık yönlendiriciler, ışık rafı, prizmatik paneller, güneş tüpü gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Gün ışığının yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmak üzere yapay aydınlatma sistemleri kurulmaktadır. Bu sistemlerin avantajı gün ışığının mevsim ve gün içinde güneşin konumunun değişmesine bağlı olarak ışık seviyesinin değişmesine karşılık, yapay aydınlatma aygıtları ile istenilen zamanda mekan içinde gerekli aydınlık seviyesine ulaşılabilmesidir.

Doğal ve yapay ışık sistemlerinin organize olarak çalıştığı sistemler karma aydınlatma sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Karma aydınlatmalarda ışık

kaynakları arasında koordinasyonu sağlamak amacıyla kontrol sistemleri kullanılmaktadır. Amaç; sistem ve aygıtların ihtiyaç halinde aktif edilmesi, bunun dışında kalan zamanlarda ise devre dışı bırakılmasıdır. Enerji verimliliği ve kullanım konforu nedeniyle sürdürülebilirlik fikrine en uygun aydınlatma sistemidir.

Çalışmada sürdürülebilir eğitim yapıları ve yapı içindeki mekânların farklılaşan aydınlatma ihtiyaçları incelenmiş; enerji etkin sistemler ile oluşturulan çözümler değerlendirilmiştir.

İncelenen örneklerde mekân aydınlatmalarında öncelikli olarak gün ışığı kullanımının hedeflendiği gözlemlenmiştir. Yapının tasarım aşamasında uygun kararlar alınarak cephe yönelimleri ve çatı pencereleri gibi çözümlerle gündüzleri gün ışığının mekânlara alımı maksimum düzeylere ulaşmaktadır. Ayrıca ışığın mekâna homojen dağılabilmesi amacıyla ışık rafları veya iç yüzeylerde de saydam bölücüler kullanılmıştır. Aşırı gün ışığının olumsuz etkilerinden korunmak için ise ihtiyaca göre yatay veya dikey güneş kırıcılar ile perdeleme gibi çözümler oluşturulmuştur.

Gün ışığından aydınlatma yanında enerji üretimi için faydalanılmaktadır. Yapının bulunduğu yerin coğrafi özelliklerine göre belirlenen yönlere yerleştirilen güneş panelleri, gün ışığı olmayan veya yetersiz olduğu zamanlarda başta yapay aydınlatma sisteminde kullanılmak üzere elektrik enerjisi üretimi yapmaktadır. Panellerden elde edilen enerji yapının enerji tüketiminin bir kısmını yenilenebilir bir kaynak olan güneşten karşılayarak enerji korunumu sağlamaktadır.

Güneş ışığının kontrolü zor olduğundan ve her zaman eşit ışık miktarı imkânı sunmadığından kontrol edilmesi zor olmaktadır. Hem kontrol problemi nedeniyle hem güneş ışığının hiç olmadığı veya yetersiz kaldığı zamanlarda kullanmak amacıyla yapay aydınlatma sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapay aydınlatma sistemlerinde enerji verimliliğini sağlamak amacıyla mekânsal ihtiyaçlara uygun LED aygıtlar kullanılmaktadır. Ayrıca gereksiz enerji kullanımının önüne geçebilmek amacıyla kontrol sistemleri tasarlanmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Adıgüzel, D.** (2010). Sürdürülebilirlik Bağlamında Mimarlığın Çelişkisi. *GreenAge Symposium*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. İstanbul.
- Akyıldız, R. ve Yıldız, N.** (2020). Eğitim Yapılarında Fiziksel Konfor Koşullarının Öğrenci Memnuniyeti Üzerinden Değerlendirilmesi. 3. *Uluslararası Mimarlık Ve Tasarım Kongresi*, Güven Plus Grup A.Ş., s. 11-19.
- Akyüz, Y.** (2019). *Türk Eğitim Tarihi* (32. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Al, S.** (2014). *Eğitim Yapılarının Fiziksel Konfor Koşullarının Öğrenci Başarısına Etkisi* [Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Alemdağ, E. L.** (2020). Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Eğitim Yapıları Tasarımı. S. A. Şensoy (Ed.) *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 325-352. Ankara: Pegem Akademi.
- Alsut, C.** (2011). Aydınlatma Otomasyonu ve Enerji Tasarrufu Sistemleri. VI. *Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Aras, B. B.** (2019). “Kentsel Sürdürülebilirlik Kapsamında Yeşil Çatı Uygulamaları”, *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1): 469-504
- Arpacıoğlu, Ü.** (2012). Mekansal Kalite ve Konfor İçin Önemli Bir Sektör: Günışığı. *Mimarlık Dergisi*, sayı 368, syf. 48-52.
- Aslan, M.** (1998). 21. Yüzyılda Eğitim (Postmodern Çağda Eğitim). *Yeni Türkiye Dergisi*, sayı 19, syf. 877-880.

- Aslanbaş, T.** (2017). *Su Kullanımı; Isparta Örneği* [Doktora Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aytıs, S., & Polatkan, I.** (2010). Sürdürülebilir Tasarım Kavramında Temel İlkelerin Yapı ve Toplum Ölçeğinde Değerlendirilmesi. *Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi*. Yıldız Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Bakırhoğlu, Y.** (2012). *Biomimicry for Sustainability: An Educational Project in Sustainable Product Design* [Yüksek Lisans Tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bakü MTK Okulları Fotoğraf Arşivi, Bakü MTK Okulları, E.T:** 18.04.2021.
- Başkan, T. B.** (2013). Dersliklerde Geleneksel İle LED Aydınlatma Sistemlerinin Karşılaştırılması. *VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Başkan, T. B., & Sözen, M. Ş.** (2006). Dersliklerde Görsel Konfor ve Etkin Enerji Kullanımı-Bir Örnek Derslik Aydınlatması. *Megaron Dergisi, 1(2-3)*, syf. 143-153.
- Baykal, G.** (2013). *Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi ve Örnek Uygulamalar* [Yüksek Lisans Tezi]. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bayram, İ., Kale, Ö. A., & Baradan, S.** (2020). Eğitim Binalarının Aydınlatma Performansı Açısından Değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 11(2)*, syf. 783-798.
- Baysan, O.** (2003). *Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.

- Becerik, A.** (2010). Yüksek Yapılarda Elektrik Mühendisliği-IV “Aydınlatma Aygıtları”. *Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Haber Bülteni*, sayı 247, syf. 35-37.
- Bhusal, P., Tetri, E., & Halonen, L.** (2006). Quality And Efficiency Of Office Lighting. *Proceedings of the 4th European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings and the 27th International AIVC Conference*, 535-540.
- Bilge, C.** (2007). *Sürdürülebilir Çevre ve Mimari Tasarım: Mimariye Eleştirel Bir Bakış* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Boyacıoğlu, C., Ayıran, N., & Gökmen, G. P.** (2020). Antroposen Çağı’nda Çevreci Mimarlığı Tartışmak: Post-Sürdürülebilirlik. *Mimarlık Dergisi*, sayı 412 , syf. 32-35.
- Bozlağan, R.** (2010). Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, sayı 50, syf. 1011-1028.
- Can, S. A., & Kurtoğlu, D.** (2017). Sürdürülebilir Mimari Kapsamında Geliştirilen Teknoloji ve Ürünler. *Yalvaç Akademi Dergisi*, 2(2), syf. 22-31.
- Canarслан, Ö.** (2007). *Evaluation Indicators For Selection Of Sustainable Building Materials* [Yüksek Lisans Tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cezeri Yeşil Teknoloji TEML Fotoğraf Arşivi**, *Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi*, E.T: 09.04.2021.
- Collaborative for High Performance Schools.** (2002). *Best Practices Manual*, Cilt 3, syf. 7, Eley Associates, Massachusetts.

- Coşkuner, S., & Öztop, H.** (2016). Farklı Kullanım Alanlarının Aydınlatılması: Verimlilik Ve Temel İlkeler. *Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*.
- Çelik, K.** (2018). *Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Aydınlatma Tasarımı İçin Bütüncül Bir Yaklaşım* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik, K.** (2019). Eğitim Yapıları Tasarım Kılavuzları Bağlamında Derslikleri Görsel Konfor ve Enerji Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(63), syf. 441-447.
- Çelik, K., & Ünver, F. R.** (2019). Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Aydınlatma Tasarımı Yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(3), syf. 49-64.
- Çetinkaya, S.** (2016). *Eğitim Yapılarında Tasarım Kriterlerinin Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi]. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çevik, E.** (2015). *Kütüphanelerde Fiziksel Ortam ve Kullanıcı Memnuniyeti: Örnek Bir Uygulama Galatasaray Üniversitesi Suna Kıraç Kütüphanesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çiğın, A., & Yamaçlı, R.** (2020). Doğal Enerji, Sürdürülebilir Kalkınma ve Mimarlık Politikaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), syf. 554-571.
- Demir, H., Çıracı, G., Kaya, R., & Ünver, Ü.** (2020). Aydınlatmada Enerji Verimliliği: Yalova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Durum Değerlendirmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 25(3), syf. 1637–1652.

- Dikmen, Ç. B.** (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 14(2), syf. 121-134.
- Djalilova, L., & Şahin, B. E.** (2020). Sürdürülebilir Okul Tasarımında Gün Işığı Kullanımına Yönelik Uygulamalar Üzerine Bir İnceleme. *Artium*, 8(1), 44-60.
- ECArch Proje Arşivi**, *Erginoğlu & Çalışlar Mimarlık*, E.T: 18.04.2021.
- Erbil, F. A., & Öztürk, L. D.** (2017). Bir Ayna İçin Bölgelek Aydınlatma Nasıl Tasarlanmalıdır? Kullanıcı Tercihi Üzerine Bir Araştırma. *Megaron Dergisi*, 12(1), syf. 67-77.
- Erdem, L., & Enarun, D.** (2007). Kullanıcıların Aydınlik Düzeyi Tercihlerinin Değişkenliği Üzerine Bir Çalışma. *IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Erginoğlu, K., & Çalışlar, H.** (2019). Oyuncu Köşeler. *XXI Dergisi*, sayı 178.
- Erman, O., & Ayalp, G. G.** (2020). Öğrenme Teorilerinin Okul Yapılarının Mimarisine Yansıması. S. A. Şensoy (Ed.) *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 53-76. Ankara: Pegem Akademi.
- Ersoy, S., & Ersoy, A. F.** (2007). Konutlarda Verimli Aydınlatma İlkeleri. *Verimlilik Dergisi*, sayı 4, 29-41.
- Evran, A.** (2012). *Sürdürülebilir Yapım ve Eğitim Binaları Üzerine Bir Araştırma* [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ezelsoy, E., & Ünver, R.** (2013). Spor Merkezlerinde Aydınlatma ve Tasarım Önerileri. *VII. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*.
- FMV Okulları Fotoğraf Arşivi**, *Feyziye Mektepleri Vakfı*, E.T: 27.04.2021.

- Ganslandt, R., and Hofmann, H.** (1992). Handbook of Lighting Design. Braunschweig: Vieweg-Verlag.
- Gençoğlu M.T., Özbay, E.** (2007). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri, *XII. Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi*, Eskişehir.
- Green, M. L., Espinal, L., Traversa, E., & Amis, E. J.** (2012). Materials For Sustainable Development. *Materials Research Society Bulletin*, 4(37), syf. 303-309.
- Gülşeker, E.** (2018). *LEED Sertifikasyon Sisteminde Temel Eğitim Binası Değerlendirilmesi: Konya Örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gürkan, E. H.** (2018). Sürdürülebilir Laboratuvar Güvenliği Kültürü. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(4), syf. 224-230.
- Güvenç, B.** (2008). *Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hasol, D.** (2014). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (13. bs). İstanbul: YEM Yayınevi.
- Hidayetoğlu, M. L.** (2020). Eğitim Mekânlarında Işık Ve Renk. S. A. Şensoy (Ed.) *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 325-352. Ankara: Pegem Akademi.
- Hoşkara, E., & Sey, Y.** (2008). Ülkesel Koşullar Bağlamında Sürdürülebilir Yapım. *İTÜ Dergisi/a*, 7(1), syf. 50-61.
- İncedayı, D.** (2004). Çevresel Duyarlık Bağlamında Bir Davranış Biçimi Olarak 'Sürdürülebilirlik'. *Mimarlık Dergisi*, sayı 318.

- İsmailoğlu, S., & Zorlu, T.** (2018). İlk Kademe Eğitim Yapılarında Fiziksel Konfor: Rize İli. *1. Uluslararası Mimarlık Sempozyumu*, syf. 321-346. Dicle Üniversitesi. Diyarbakır.
- Karabacak, A.** (2017). *Bütünleşik Bina Tasarımı Yaklaşımı Enerji Etkin Binalar Örnekleri*. Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi, Ankara.
- Karakaş, H.** (2020). Sürdürülebilirlik ve Çevre. S. A. Şensoy (Ed.) *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 41-64. Ankara: Pegem Akademi.
- Karakuş, S. İ.** (2019). *İlkokul ve Ortaokul Yapılarının Tasarım İlkeleri ve Mekan Kurgusunun İncelenmesi: Yugoslavya Döneminden Örnekler* [Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Katırcı, R. H.** (2016). *Eğitim Yapılarında Mimari Tasarım ve Kullanıcı İlişkisinin Değerlendirilmesi: Santral İstanbul* [Yüksek Lisans Tezi]. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayacık, C. Ö.** (2016). *Okulöncesi Eğitim Yapılarının İsimli Mekanlar Üzerinden Ele Alınması* [Yüksek Lisans Tezi]. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kayakuş, M.** (2018). Eğitim Kurumlarındaki Aydınlatmanın Uluslararası Standartlara Göre İncelenmesi. *Mesleki Bilimler Dergisi (MBD)*, 7(2), 240-246.
- Kayhan, K. S., & Tönük, S.** (2008). Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi Ve Analizi Konusunun İrdelenmesi. *Megaron*, 3(2), syf. 137-154.
- Kazanasmaz, T.** (2015). *Okullarda Aydınlatma ve Görsel Konfor*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.

- Kazanasmaz, Z. T., Sert, F. Y., Öztürk, Y., & Dim, D.** (2014). Mimari ve Enerji Etkinlik Bakış Açılılarıyla Aydınlatma Tasarımı Üzerine Bir Çalışma. *Ege Mimarlık*, 34-37.
- Kesten, D.** (2006). *Investigation of efficient lighting design in educational buildings at the example Municipal School of La Tour De Salvagny* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Kılıç, L. K., & Bayram, B.** (2014). Postmodernizm ve Eğitim. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 3(1), syf. 368-376.
- Kılıç, M., & Süer, D.** (2017). Özel İAOSB Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi. *Serbest Mimar Dergisi*, sayı 26, syf. 28-33.
- Kibert, C.J.** (2005). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (1. Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kol, H. D.** (2003). *Beş Yıllık Temel Eğitim Yapılarının Sekiz Yıllık Temel Eğitim Sistemine Fiziksel Adaptasyonunun Değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Köse, F. B., & Kazanasmaz, Z. T.** (2019). Prizmatik Panellerin Pencerelelerde Kullanımı İle Doğal Aydınlatma Performansının Değerlendirilmesi. *X. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Kuru, R., & Türkyılmaz, Ç. C.** (2019). Kütüphane Yapılarının Mekansal Organizasyonunun Ergonomik Açından Değerlendirilmesi: Bahçeşehir Üniversitesi Kütüphane Binası Örneği. *Ergonomi*, 2(3), syf. 153-166.

- Küçüktüvek, M.** (2020). Eğitim Yapılarında Sağlıklı Malzeme Seçimi. S. A. Şensoy (Ed.) *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 353-372. Pegem Akademi.
- Küçük, F. N.** (2016). *Sürdürülebilir Eğitim Binalarının İncelenmesi ve Bu Bağlamda İskenderun'da Mevcut Bir Lise Binası İçin İyileştirme Çalışması* [Yüksek Lisans Tezi]. Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küçükdoğu, M. Ş.** (2007). Mühendislik ve Mimarlıkta Enerji Etkin Tasarım İlkeleri. *4. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Laing, R., Leon, M., Mahdjoubi, L., & Scott, J.** (2014). Integrating Rapid 3D Data Collection Techniques To Support BIM Design Decision Making. *12th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, syf. 120-130.
- Laska, J. A., & Gürbüzürk, O.** (2019). Eğitim Programı İle Öğretim Arasındaki İlişki: Kavramsal Bir Açıklama. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 22(1), syf. 251-259.
- Loe, D., Watson, N., Rowlands, E., Mansfiels, K., Venning, B., Baker, J.** (1999). *Lighting Design For Schools*, Building Bulletin 90, Department for Education and Employment, Londra.
- M Artı D Mimarlık Proje Arşivi**, *M Artı D Mimarlık*, Erişim Adresi: <http://www.martid.com/tr/projects-detail/iaosb-lisesi>, E.T: 02.05.2021.
- Memiş, Ö., & Ekren, N.** (2019). İnsan Odaklı Aydınlatma. *International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering*, 1(1), syf. 30-35.

- Milli Eğitim Bakanlığı.** (2020). *Milli Eğitim İstatistikleri 2019/’20* (ISSN 1300-1993). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Moza, E. A., & Tokman, L. Y.** (2015). “Bilişim Teknolojileri” ve “Sürdürülebilir Mimarlık” Yaklaşımlarının “Yeni Kütüphane Mimarisi”ne Mekansal Etkileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 45(208), syf. 33-50.
- Niese wand, N.** (1999). *Lighting*. Londra: Octopus Publishing Group LTD.
- Onak, B., & Yıldırım, N.** (2020). Eğitim Yapılarında Aydınlatma Türü ve Kullanımı Önerileri: Kocaeli Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Binası. *Mimarlık ve Yaşam*, 5(2), syf. 361-380.
- Öç, B.** (2013). *Sürdürülebilir Tasarım: Ürün Tasarımı ve Üretimi Temelinde Malzemelerin Geri Dönüştürülmesi Bilinci* [Yüksek Lisans Tezi], İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü].
- Önal, M.** (2020). Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerjinin Önemi: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Turkish Business Journal*, 1(1), syf. 78-97.
- Öncer, M.** (2000). İşyeri Ortamında Çalışanların Performanslarını Etkileyen Fiziksel Çevre Koşulları. *Verimlilik Dergisi*, sayı 3, syf. 133-152.
- Önder, H. H., Gül, M., & Ergüldürenler, G.** (2013). Eğitim Ortamında Ergonominin Kullanılması ve Örnek İdeal Sınıf Çalışması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 1, syf. 41-55.
- Özbıçakçı, Ş., Çapık, C., Aydoğdu, N. G., Ersin, F., & Kissal, A.** (2012). Bir Okul Toplumunda Gürültü Düzeyi Tanılaması ve Duyarlılık Eğitimi, *Eğitim ve Bilim*, 37(165), syf.238-245.

- Özbudak, Y. B., Gümüş, B., & Çetin, F. D.** (2003). İç Mekan Aydınlatmasında Renk Ve Aydınlatma Sistemi İlişkisi. *II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Ve Sergisi Bildirileri*.
- Özcan, U.** (2013). *Konutlarda Sürdürülebilir Mimarlık Açısından İklimsel Konfor Kriterlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi* [Doktora Tezi]. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, U., & Çağlar, H.** (2020). Müzede Aydınlatmanın Kullanıcı ve Eserler Açısından Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, sayı 18, syf. 645-655.
- Özçelik, M. A., & Yılmaz, M.** (2019). Gün Işığı Alan Mekanda Önerilen Bölgesel Kontrollü Akıllı LED Sistem ile Flüoresan ve Normal LED Aydınlatmanın Karşılaştırılması. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 6(2), syf. 270–281.
- Özçuhadar, T.** (2007). *Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Özel İAOSB Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Fotoğraf Arşivi**, *Özel İAOSB Nedim Uysal Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi*, Erişim Adresi: <http://www.iaosbnedimuysalatl.k12.tr/> , E.T: 03.05.2021.
- Özkan, H. H.** (2006). Popüler Kültür Ve Eğitim. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), syf. 29-38.
- Özmehmet, Ö. G. E.** (2007). Avrupa Ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış. *Journal of Yaşar University*, 2(7), syf. 809-826.
- Özsungur, F., & Öztop, H.** (2019). Kurumlarda Faaliyet Alanlarının Aydınlatılması Ve Çalışanlar Üzerindeki Etkisi. *Verimlilik Dergisi*, sayı 2 , syf. 185-204.

- Öztürk, H. H., Güngör, C., Küçükerdem, H. K., & Atay, Ü.** (2018). Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Kullanımı: Mevcut Durum ve Gelecek İçin Öngörüler. *Uluslararası GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongresi*.
- Parlak, N.** (2019). Neden Eğitim Ergonomisi? *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 23(2), syf. 769-773.
- Salama, A. M., & El-Ashmouni, M. M.** (2020). *Sustainable Architecture and Ecological Infrastructure*.
- Sepin Mimarlık Fotoğraf Arşivi, Sepin Mimarlık Mühendislik İnş. Ltd. Şti.,** E.T: 06.04.2021.
- Sezgin, F., & Çelebi, G.** (2011). Bina Tasarımında Malzeme Seçimi için Model Çalışması. *Politeknik Dergisi*, 14(3), syf. 215-222.
- Sığınak Yönetmeliği.** (2010). T.C. Resmi Gazete, sayı 27802, 31 Aralık 2010.
- Sirel, Ş.** (1992). *Aydınlığın Niteliği*. İstanbul: Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü.
- Sirel, Ş.** (1993). *Yapı Fiziği 1*, Kitapçık No:5, İstanbul: YFU Yayınları.
- Sirel, Ş.** (2012). *Aydınlatma Sözlüğü*. İstanbul: Yapı Fiziği Uzmanlık Enstitüsü.
- Sümengen, Ö., & Yener, A. K.** (2015). Konut binalarında aydınlatma enerji performansının belirlenmesinde günışığına ilişkin değişkenlerin incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 31(2), syf. 135–148.
- Şahin, M., Büyüktümtürk, F., & Oğuz, Y.** (2014). Karma ve Yarı Endirekt Aydınlatma Türlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(2), syf. 26-38.

- Şahin, B. E., & Dostoğlu, N.** (2015). Okul Binaları Tasarımında Sürdürülebilirlik. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20(1), syf. 75-91
- Şahin, M., Oğuz, Y., & Büyüktümtürk, F.** (2015). Yarı Direkt Ve Karma Aydınlatma Türlerinin Teknik Yönden Karşılaştırılması. *Celal Bayar University Journal of Science*, 11(1), syf. 25-35.
- Şahin, N. İ.** (2010). *Binalarda Su Kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Şen, H., Kaya, A., & Alpaslan, B.** (2018). Sürdürülebilirlik Üzerine Tarihsel ve Güncel Bir Perspektif. *Ekonomik Yaklaşım Derneği*, 29(107), syf. 1-47.
- Şenel, A.** (2010). *Sürdürülebilir Bina Yapım İlkelerinin Ve Yeni Yaklaşımların İncelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şensoy, S. A.** (2020). Herman Hertzberger İle Mekân ve Öğrenme Üzerine. *Eğitim Yapıları ve Tasarımı* (2. Baskı) syf. 31-52. Ankara: Pegem Akademi.
- Şensoy, S. A., & Sağsöz, A.** (2015). Öğrenci Başarısının Sınıfların Fiziksel Koşulları İle İlişkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), syf. 87-104.
- Şimşekler İnşaat Proje Arşivi**, *Şimşekler İnşaat ve Turizm Taah. Tic. A.Ş.*, E.T: 05.04.2021.
- Tapkı, S., & Türkyılmaz, Ç. C.** (2018). İlköğretim Yapılarında Ergonomi Kavramının İncelenmesi: Farklı Tasarım Anlayışlarına Sahip İki İlkokul Yapısının Karşılaştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(0), syf. 220-233.

- Taşçı, B. G.** (2015). “Sustainability” Education by Sustainable School Design. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186(2015), syf. 868-873.
- Tavşan, F., & Yanılmaz, Z.** (2019). Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Yaklaşımlar. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 24, syf. 359-383.
- Taygun, G. T.** (2005). *Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Terakki Vakfı Okulları Fotoğraf Arşivi**, *Terakki Vakfı*, E.T: 03.04.2021.
- Tokat, M. U.** (2010). *Küreselleşme Sürecinde Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Kavramlarına Yaklaşım ve Mimarlık Alanındaki Yansımaları* [Yüksek Lisans Tezi]. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Toker, F. R.** (2020). Sürdürülebilir Mimarlık Ve Akıllı Malzemeler. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 3(2), syf. 77-80.
- Tonguç, B., & Özbayraktar, M.** (2017). Sürdürülebilir Okul Öncesi Eğitim Yapılarının Sosyal ve kültürel Sürdürülebilirlik Açısından İncelenmesi. *Mimarlık ve Yaşam*, 2(1), syf. 27-46.
- Tosun, E. K.** (2009). Sürdürülebilirlik Olgusu ve Kentsel Yapıya Etkileri. *Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, sayı 2.
- TS EN 12464-1.** (2013). Işık ve aydınlatma - Çalışma yerlerinin aydınlatılması - Bölüm 1: Kapalı çalışma alanları.
- Tufan, M. Z., & Özel, C.** (2018). Sürdürülebilirlik Kavramı Ve Yapı Malzemeleri İçin Sürdürülebilirlik Kriterleri. *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), syf. 6-13.

- Tuna Taygun, G.** (2005). *Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi* [Doktora Tezi]. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tutulmaz, O.** (2012). Sürdürülebilir Kalkınma: Sürdürülebilirlik İçin Bir Çözüm Vizyonu. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), syf. 601-626.
- Uluslan, N. G.** (2012). *Eğitim Yapılarının Enerji Etkin Aydınlatma Açısından İncelenmesi: Kağıthane Anadolu Lisesi Örneği* [Sanatta Yeterlik Tezi]. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uluslan, N. G., Fitöz, İ.** (2017). Eğitim Yapılarında Enerji Etkin Aydınlatma: İstanbul Kağıthane Anadolu Lisesi Örneği, *Tasarım + Kuram Dergisi*, 13(24), syf. 138-147.
- Yalçınkaya, B.** (2012). Eğitim Ortamında Başarının Gizli Etkeni: Ergonomi. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 7(2), syf. 785-797.
- Yavuz, V. A.** (2014). Sürdürülebilirlik Kavramı Ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri/Concept Of Sustainability And Sustainable Production Strategies For Business Practices. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(14), syf. 63-86.
- Yener, A. K., Güvenkaya, R. K., & Şener, F.** (2009). İlköğretim Dersliklerinin Görsel Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. *İTÜ Dergisi/a*, 8(1), syf. 105–116.
- Yeşildaş, M.** (2017). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Eğitim Yapılarının İrdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yetkin, E. G.** (2019). Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Yapılarda Su Korunumu Stratejileri. *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 2(2), syf. 70-78.
- Yılmaz, E.** (2018). *Aydınlatma Uygulamaları*. Ankara: Özel Ofset Matbaa Ltd. Şti.
- Yılmaz, E., Şahin, İ., & Kocadağ, N. Y.** (2019). LED Işık Kaynaklı, Enerji Tasarruflu ve Yüksek Verimli Ofis Aydınlatma Armatürü Tasarımı. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 5(2), 138-150.
- Yılmaz, F.** (2009). Su ve Ekosistem. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 2(1), syf. 1-5.
- Yöntem, S. T.** (2016). Çevre Dostu Binalarda Enerji Verimliliği Örnek Uygulamalar. *Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi*.
- Yüksek, İ., & Esin, T.** (2011). Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi. *Tesisat Mühendisliği*, 12(18), syf. 63-77.
- Zeren, A. G. D., & Nakiboğlu, A. G. D. G.** (2009). Sürdürülebilir Ürün Tasarımında Tanım Ve Yöntemler. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(2), syf. 458-480.

## İnternet Kaynakları

- Url-1** <<https://www.youtube.com/watch?v=OGYG7EjAi8M>>, erişim tarihi 10.11.2020.
- Url-2** <<https://www.youtube.com/watch?v=nCQ-vHeqdyw>>, erişim tarihi 10.11.2020.
- Url-3** <<https://sozluk.gov.tr/>>, erişim tarihi 09.12.2020.
- Url-4** <<https://prezi.com/oxjw3uj--zox/egitim-yapilari/>> erişim tarihi 10.12.2020.
- Url-5** <<https://istatistik.yok.gov.tr/>> erişim tarihi 15.12.2020.
- Url-6** <<https://www.ekoyapidergisi.org/1758-egitim-yapilarinin-tasariminda-surdurulebilirlik-temel-ilkeleri.html>> erişim tarihi 05.01.2021.
- Url-7** <[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/11670/mod\\_resource/content/1/Mimarlar%C4%B1k%C4%B1n%20Bilgisi%201.1.%20Hafta%20Ekolojik%20Tasar%C4%B1m.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/11670/mod_resource/content/1/Mimarlar%C4%B1k%C4%B1n%20Bilgisi%201.1.%20Hafta%20Ekolojik%20Tasar%C4%B1m.pdf)> erişim tarihi 10.01.2021.
- Url-8** <<http://www.yasamdongusudegerlendirmesi.net/>> erişim tarihi 28.01.2021.
- Url-9** <<http://neoneon.com.tr/aydinlatma.php>> erişim tarihi 12.02.2021.
- Url-10** <<http://www.fotonelektroteknik.com.tr/aydinlatma-terimleri/>> erişim tarihi 20.02.2021.
- Url-11** <<https://www.aydinlatma.org/aydinlatma-ergonomisi.html>> erişim tarihi 21.02.2021.
- Url-12** <<https://lstr.panasonic.com/tr/cozumler/detay/aydinlatma-otomasyonu-3/>> erişim tarihi 21.02.2021.

- Url-13** <<http://www.raf.com.tr/urun/kroma---ilight-aydinlatma-kontrol-sistemleri/1603>> erişim tarihi 21.02.2021.
- Url-14** <[https://www.eaeaydinlatma.com/tr/flipbook?file=https://www.eaeaydinlatma.com/pdf\\_uploads/Egitim\\_Kurumlari\\_22.11.2018\\_web.pdf](https://www.eaeaydinlatma.com/tr/flipbook?file=https://www.eaeaydinlatma.com/pdf_uploads/Egitim_Kurumlari_22.11.2018_web.pdf)> erişim tarihi 23.02.2021.
- Url-15** <<https://www.emu.edu.tr/tr/kampus/rauf-raif-denktas-kultur-ve-kongre-sarayi/toplanti-ve-konferans-salonlari/1345>> erişim tarihi 24.02.2021.
- Url-16** <<https://www.aydinlatma.org/marmara-universitesi-dersliklerini-entek-led-aydinlatti.html>> erişim tarihi 07.03.2021.
- Url-17** <[https://ecarch.com/mies\\_portfolio/baku-mtk-okullari/](https://ecarch.com/mies_portfolio/baku-mtk-okullari/)> erişim tarihi 07.03.2021.
- Url-18** <<https://eaelighting.com/de-de/bahcesehir-koleji/>> erişim tarihi 07.03.2021.
- Url-19** <[http://iafl.meb.k12.tr/icerikler/laboratuvarlar\\_68127.html](http://iafl.meb.k12.tr/icerikler/laboratuvarlar_68127.html)> erişim tarihi 07.03.2021.
- Url-20** <<https://www.anabilim.k12.tr/yemekhane-kantin.html>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-21** <<https://www.thesisat.org/spor-salonlarinda-aydinlatma.html>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-22** <<https://camciaynaci.net/hizmetler/spor-salonu-aynalari-imalati-ve-montaji/>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-23** <<https://www.modadenizkulubu.org.tr/modactive%20Fitness%20Center/m%20odactive>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-24** <<https://led-hallenbeleuchtung.com/tr/>> erişim tarihi 09.03.2021.

- Url-25** <<https://www.eaeaydinlatma.com/tr-tr/ofis-aydinlatma-armaturleri/#first>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-26** <<https://www.eaeaydinlatma.com/tr-tr/ofis-aydinlatma-armaturleri/#first>> erişim tarihi 09.03.2021.
- Url-27** <<https://www.kayraaydinlatma.com.tr/Blog-b>> erişim tarihi 10.03.2021.
- Url-28** <<https://www.avenir-spb.ru/zerkalo-s-podsvetkoj-na-zakaz/zerkalo-s-podsvetkoy-dlya-vannoy-lm-09-100x80>> erişim tarihi 15.03.2021.
- Url-29** <<https://tr.decorexpro.com/bra/dlya-vannoj-komnaty/>> erişim tarihi 15.03.2021.
- Url-30** <<https://isgtedbir.com/ergonomi/aydinlatma/>> erişim tarihi 10.03.2021.
- Url-31** <[http://www.mmorize.org/dogalgaz\\_ictesisat/10.htm](http://www.mmorize.org/dogalgaz_ictesisat/10.htm)> erişim tarihi 11.03.2021.
- Url-32** <<https://twitter.com/istanbullasalle/status/583278727175499776>> erişim tarihi 21.03.2021.
- Url-33** <[https://www.emo.org.tr/ekler/e3745b7381f1278\\_ek.pdf](https://www.emo.org.tr/ekler/e3745b7381f1278_ek.pdf)> erişim tarihi 21.03.2021.
- Url-34** <<https://erskinesolarart.net/solar-public-light-art/>> erişim tarihi 21.03.2021.
- Url-35** <[https://www.gittigidiyor.com/ev-bahce/200w-normal-ampul-flamanli-telli-eski-tip-dimmerlenebilir\\_pdp\\_638370712](https://www.gittigidiyor.com/ev-bahce/200w-normal-ampul-flamanli-telli-eski-tip-dimmerlenebilir_pdp_638370712)> erişim tarihi 21.03.2021.
- Url-36** <<https://elektrikinfor.com/floresan-lambalar/>> erişim tarihi 22.03.2021.

- Url-37** <<https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/presscenter/articles/2017/02/binalarda-enerji-verimliliinin-artrilmas-projesi-8--enerji-veriml.html>> erişim tarihi 28.03.2021.
- Url-38** <<https://www.arkiv.com.tr/proje/cezeri-yesil-teknoloji-teknik-ve-endustri-meslek-lisesi-binasi/7271>> erişim tarihi 29.03.2021.
- Url-39** <<https://galeri3.arkitera.com/var/albums/arkiv-2/proje/ekodenge-mimarlik/cezeri-yesil-teknoloji-teknik-ve-endustri-meslek-lisesi-binasi/>> erişim tarihi 29.03.2021.
- Url-40** <<https://www.ostimenerjik.com/cezeri-yesil-teknoloji-mesleki-ve-teknik-anadolu-lisesi-acilisi-haberi-148>> erişim tarihi 30.03.2021.
- Url-41** <<http://www.simseklerinsaat.com.tr/etimesgut-eryaman-cezeri-yesil-teknoloji-teknik-ve-endustri-teknik-meslek-lisesi-yapim-isi/>> erişim tarihi 31.03.2021.
- Url-42** <<https://elektrikinfo.com/led-nedir/>> erişim tarihi 03.04.2021.
- Url-43** <<https://www.yilmazyapimarket.com.tr/Filament-Led-Ampul-8W-E27-Gun-Isigi,PR-1843002.html>> erişim tarihi 03.04.2021.
- Url-44** <<http://www.arkiv.com.tr/proje/terakki-vakfi-okullari-tuzla-tepeoren-kampusu-lise-yapisi/7320>> erişim tarihi 04.04.2021.
- Url-45** <<https://www.arkiv.com.tr/proje/terakki-vakfi-okullari-tuzla-tepeoren-kampusu/3762>> erişim tarihi 04.04.2021.
- Url-46** <<https://www.pelsan.com.tr/tr-TR/catalogue/siva-alti-ofis-armaturleri/7-lamel-cift-parabolik-armaturler/876/12010>> erişim tarihi 06.04.2021.
- Url-47** <<https://tr.aliexpress.com/i/4000268749275.html>> erişim tarihi 21.04.2021.

**Url-48** <[https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C5%9F%C4%B1k\\_Lisesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C5%9F%C4%B1k_Lisesi)> erişim tarihi 24.04.2021.

**Url-49** <<https://www.archdaily.com/797902/aoiz-nedim-uysal-private-high-school-m-arti-d-mimarlik/580a8adfe58ece84440000ad-aoiz-nedim-uysal-private-high-school-m-arti-d-mimarlik-scheme>> erişim tarihi 04.05.2021.

**Url-50** <<http://www.arkiv.com.tr/proje/ozel-iaosb-nedim-uysal-mesleki-ve-teknik-anadolu--lisesi/6650>> erişim tarihi 03.05.2021.

**Url-51** <<https://www.arkitera.com/proje/ozel-iaosb-nedim-uysal-mesleki-ve-teknik-anadolu-lisesi/>> erişim tarihi 03.05.2021.

**Url-52** <<https://www.vbenzeri.com/mimari/gecirgen-sureklilik>> erişim tarihi 02.05.2021.

