

**T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI  
MİMARLIK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK AÇISINDAN EĞİTİM  
YAPILARININ İNCELENMESİ ve ÖRNEK  
UYGULAMALAR  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Tezi Hazırlayan:

**Gufran Baykal**

Öğrenci No:

090807004

Referans No:

461772

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Kenan Göçer

**İstanbul – 2013**

## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum ‘Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi ve Örnek Uygulamalar’ başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

30/01/2013

Aday: Gufran Baykal

## TEZ SINAV TUTANAĞI

# SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK AÇISINDAN EĞİTİM YAPILARININ İNCELENMESİ ve ÖRNEK UYGULAMALAR

Tezi Hazırlayan: Gufran Baykal

## ÖZET

Günümüz 21.yy'ın önemli problemleri olarak karşımıza çıkan çevre kirliliği ve doğal kaynakların tüketimi, ekosistemin bozulmasına neden olmakta ve tüm canlıların yaşamlarını tehlikeye sokmaktadır. Sanayi devrimiyle birlikte hız kazanan teknolojik gelişim ve kentleşmeyle birlikte nüfusun giderek artması, ekolojik dengelerin zarar görmesine neden olmaktadır. Canlıların kendi yaşam alanlarının sürdürülebilirliği, varlıklarının devamlılığını sağlayan en büyük faktördür. Bu bağlamda tez çalışmasında ilk olarak sürdürülebilirlik ve onun mimariyle ilişkisi incelenmiştir. Öğrencilerin zihinsel, bedensel ve ahlaksal gelişimini sağlayan ve toplumun odak noktalarından biri olan eğitim yapıları sürdürülebilir mimarlık kriterlerinin gelişimi ve aktarılması için büyük bir öneme sahiptir. Bu kapsamda, eğitim yapıları felsefik, toplumsal ve iç ortam kalitesi bakımından tarihsel gelişimi ve öğrenci performansına etkileri araştırılmış, sürdürülebilir mimarlığın ana ilkeleri olan arazi korunumu, kaynak korunumu (enerji-su-malzeme) ve iç ortam kalitesi olarak üç ana alt sistemde incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Mimarlık, Okul Yapıları, Ekoloji, Çevresel Sürdürülebilirlik**



# **INVESTIGATION of EDUCATION BUILDINGS OVER SUSTAINABLE ARCHITECTURE and SAMPLE APPLICATIONS**

**Presented by:** Gufran Baykal

## **ABSTRACT**

In today's environmental pollution is one of the most important problems of the 21st century, resulting in the consumption of natural resources and ecosystem deterioration and all conflicts endangering the lives of all living things conflicts. Industrial revolution with technological development and urban of the population going to the speed increase is caused by damage to the ecological balances. Providing continuity in their living habitat is the largest factor in the sustainability of assets. In this context, the thesis study examined the relationship between sustainability and its architecture as the first. The development of students ' intellectual, physical, and moral value one of the focal points of the community that education buildings for sustainable architecture criteria development and has a great importance. In this context, the quality of education buildings in terms of the philosophical, social and historical development of the internal environment and the effects on student performance is one of the main principles of sustainable architecture, land conservation, resource conservation (energy-water-materials), and internal environment examined three major subsystem.

**Keywords: Sustainability, Architecture, Education Buildings, Ecology, Environmental Sustainability**

## İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ .....	i
TEZ SINAV TUTANAĞI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
TABLOLAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
SEMBOL LİSTESİ .....	xii
1.GİRİŞ .....	1
1.1.Çalışmanın Amacı .....	1
1.2.Çalışma Kapsamı ve Yöntemi.....	2
2.SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK.....	5
2.1.Sürdürülebilirlik .....	5
2.2.Sürdürülebilir Mimarlık ve Kriterleri.....	7
3.SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK AÇISINDAN EĞİTİM YAPILARININ İNCELENMESİ .....	12
3.1.Eğitim Yapılarının Sınıflandırılması.....	14
3.1.1. Avlulu Plan Tipi .....	14
3.1.2. Blok Plan Tipi.....	16
3.1.3. Küme (Grup) Plan Tipi.....	19
3.1.4. Kasaba Plan Tipi.....	20
3.2.Eğitim Yapılarının Tarihsel Gelişimi .....	23
3.2.1. Eğitim Yapılarının Felsefik Açısından Gelişimi .....	23
3.2.1.1. İdealizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri .....	24
3.2.1.2. Realizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri .....	26
3.2.1.3. Varoluşçuluk ve Eğitim Yapılarına Etkileri.....	28
3.2.1.4. Empirizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri .....	29
3.2.1.5. Ekoizm (Ekosofi) ve Eğitim Yapılarına Etkileri.....	31
3.2.2. Toplumsal ve İç Ortam Faktörleri Açısından Gelişimi .....	35
3.2.2.1. Klasik İlk Çağ ( M.Ö. 800 – M.S. 600 ).....	35
3.2.2.2. Orta Çağ (M.S.600 – M.S. 1600).....	36
3.2.2.3. Modern Çağ (M.S. 1600 – M.S. 1900).....	37
3.2.2.4. Post-Modern Çağ (M.S. 1900 – Günümüz) .....	38
3.2.2.4.1.M.S. 1900-1930 Yılları Arası .....	39
3.2.2.4.2.M.S. 1930-1945 Yılları Arası .....	41
3.2.2.4.3.M.S. 1945-1960 Yılları Arası .....	42
3.2.2.4.4.M.S. 1960-1980 Yılları Arası .....	44
3.2.2.4.5.M.S. 1980 – 2000 Yılları Arası.....	46

<b>3.3.Eğitim Yapılarının Öğrenci Performansına Etkileri.....</b>	<b>49</b>
3.3.1. İşitsel Etkileri.....	49
3.3.2. Görsel Etkileri.....	51
3.3.3. İç Hava Etkileri.....	52
3.3.4. Isısal Etkileri.....	54
<b>3.4.Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi.....</b>	<b>56</b>
3.4.1. Eğitim Yapılarının Arazi Korunumu.....	56
3.4.1.1. Bina Yönelimi.....	60
3.4.1.2. Peyzaj.....	61
3.4.2. Eğitim Yapılarının Kaynak Korunumu.....	67
3.4.2.1. Enerji Korunumu.....	67
3.4.2.1.1.HVAC Sistemleri.....	68
3.4.2.1.2.Aydınlatma.....	74
3.4.2.1.3.Yalıtım.....	78
3.4.2.1.4.Okul Ekipmanları.....	85
3.4.2.1.5.Yenilenebilir Enerji.....	85
3.4.2.2. Su Korunumu.....	93
3.4.2.2.1.Su Yönetim Planlaması.....	94
3.4.2.2.2.Etkin Su Yapı Donatıları.....	95
3.4.2.2.3.Yenilenebilir Su Sistemleri.....	98
3.4.2.3. Malzeme Korunumu.....	102
3.4.3. Eğitim Yapılarının İç Ortam Kalitesi.....	107
3.4.3.1. Akustik Konfor.....	107
3.4.3.2. Görsel Konfor.....	112
3.4.3.3. İç Ortam Hava Kalitesi.....	120
3.4.3.4. Termal Konfor.....	126
<b>3.5.Örnek Uygulamalar.....</b>	<b>129</b>
3.5.1. Greensburg Okulu.....	129
3.5.2. Nueva Okulu.....	136
3.5.3. Teksas Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi	141
3.5.4. Ben Franklin Okulu.....	148
3.5.5. Chartwell Okulu.....	154
<b>4.SONUÇ.....</b>	<b>160</b>
<b>5.KAYNAKLAR.....</b>	<b>179</b>
<b>6.ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>187</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Eğitim Felsefeleri ve Mimariyle İlişkileri [45].....	34
Tablo 2: Eğitim Yapılarında Enerji Tüketim ve Maliyet Miktarları [79] .....	67
Tablo 3: Okul Aktivite Alanları için Önerilen Sıcaklık Değerleri [79] .....	71
Tablo 4: Eğitim yapılarında enerji etkin ampul seçenekleri [79].....	75
Tablo 5: Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemleri[87] .....	76
Tablo 6: Duvarların Dıştan, İçten ve Temel Yalıtım Detayları [93].....	80
Tablo 7: Çatı Yalıtım Detayları [93].....	82
Tablo 8: Döşeme Yalıtım Detayları [93] .....	83
Tablo 9: Güneş Kollektörleri Tasarım Parametreleri [99] .....	86
Tablo 10: Bina Cephesinde PV Modül Kullanımları [100] .....	89
Tablo 11: Çatılarda PV Modül Kullanımları [100].....	90
Tablo 12: Eğitim Yapılarında Su Tüketim Miktarları [105].....	93
Tablo 13: Su Tasarruflu Tuvalet ve Pisuar Sistemleri [108], [109].....	96
Tablo 14: Yapı Malzemelerinin Çevresel Yayılımları ve Etkileri [117] .....	102
Tablo 15: Bir Eğitim Binasında Kullanılabilecek Malzemelerin Çevresel ve Fiziksel Verimlilikleri [73].....	104
Tablo 16: Okul Mekanlarının Standart Gürültü Performans ve Ses yansımaları değerleri [119].....	108
Tablo 17: Ses Yalıtım Malzemeleri [120] .....	109
Tablo 18: Okul Mekanlarında Akustik Önlemler [121]	
Tablo 19: Okul Mekanlarının Aydınlanma Düzeyi, Direkt Kamaşma ve Renksel Geriverim Tablosu [124].....	113
Tablo 21: Eğitim Yapılarında Havalandırma için Gerekli Taze Hava Miktarları [129], [132].....	122
Tablo 22: Temel Doğal Havalandırma Stratejileri [130].....	124
Tablo 23: Çevresel Faktörlerin İç Ortam Termal Kalitesine Etkileri ve Alınabilecek Önlemler [134].....	126
Tablo 25: Genel Bilgiler – Greensburg Okulu [136] .....	129
Tablo 26: Genel Bilgiler – Nueva Okulu [137] .....	136
Tablo 27: Genel Bilgiler – UT Hemşirelik ve Öğrenci Merkezi [139].....	141
Tablo 28: Genel Bilgiler – Ben Franklin Okulu [141].....	148
Tablo 29: Genel Bilgiler – Chartwell Okulu [143] .....	154

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Avlulu Plan Tipi Kütle Diagramları [20].....	14
Şekil 2: Kapalı Avlulu Plan Tipi Örneği – 4. Gymnasium Okulu [21] .....	15
Şekil 3: Çoklu Avlulu Plan Tipi Örneği - Chicago Okulu [22] .....	15
Şekil 4: Blok Plan Tipi Kütle Diagramları [20].....	16
Şekil 5: Öğrenim Sokağı Blok Plan Tipi Örneği - Hazelwood Engelliler Okulu [23] .	16
Şekil 6: Merkezi Atrium Blok Plan Tipi Örneği - Ørestad Koleji [24] .....	17
Şekil 7: Öğrenim Sokağı Blok Plan Tipi Örneği – Montessori Koleji [25].....	18
Şekil 8: Merkezi Atrium Blok Plan Tipi Örneği – Westminster Akademisi [26].....	18
Şekil 9: Küme Plan Tipi Kütle Diagramları [20].....	19
Şekil 10: Merkezi Lineer Küme Plan Tipi Örneği - Kastellet İlköğretim Okulu [27]..	19
Şekil 11: Ünite Lineer Küme Plan Tipi Örneği - Nordbyskolen Okulu [28].....	20
Şekil 12: Kasaba Plan Tipi Diagramları [20].....	20
Şekil 13: Parçalı Strüktür Kasaba Tipi Örneği - Kingoskolen Okulu [29] .....	21
Şekil 14: Kompakt Blok Kasaba Plan Tipi Örneği - Jatta Meslek Okulu [30].....	21
Şekil 15: Parçalı Strüktür Kasaba Tipi Örneği - Aurinkolahti Okulu [31] .....	22
Şekil 16: İdealist Eğitim Yapısı Örneği – Monte Vista Okulu [46].....	25
Şekil 17: Realist Eğitim Yapısı Örneği – Arroyo del Oso Okulu [50] .....	27
Şekil 18: Varoluşçu Eğitim Yapısı Örneği – Gary Jewel Okulu [45].....	29
Şekil 19 : Empirist Eğitim Yapısı Örneği – St. Bede’s Koleji [56] .....	31
Şekil 20: Ekoist Eğitim Yapısı Örneği – Francis Parker Okulu .....	32
Şekil 21: Klasik Çağ Eğitim Yapısı – Palaestra [63] .....	35
Şekil 22 : Orta Çağda Eğitim ve Orta Çağ Eğitim Yapısı [64].....	36
Şekil 23: Tek Odalı Okul Örnekleri [65] .....	37
Şekil 24: Amerika’daki Tek Odalı Okul Örneği – Michigan [66].....	38
Şekil 25: İngiliz İdeal Sınıf Düzeni [67] .....	39
Şekil 26: Dersliklerde İdeal ve Kusurlu Aydınlatma Yapılanmasını Gösteren Diagram [67].....	40
Şekil 27 : Açık Hava Okulu Örneği – Impington Okulu [68].....	41
Şekil 28: Modüler Cephe Sistemi - Crow Island Okulu [69].....	42
Şekil 29: 1949 Yılında Çizilen Sınıflarda Akustik Konforu Anlatan Diagramlar [67]	43
Şekil 30: Açık Plan Okul Yapısı Örneği – Chicago Walt Disney Okulu [70].....	44
Şekil 31: Yıllara göre ASHARE Standartlarının Havalandırma Oranları [67].....	45
Şekil 32: Yeşil Bina Derecelendirme Kuruluşları.....	47

Şekil 33: Ağır Metal Kirliliğinin Çevresel Etkisi [75].....	57
Şekil 34: Okul Arazisinin Eğitim Ortamı olarak Kullanılması [76] .....	60
Şekil 35: Geçirimsiz ve Geçirimli Yüzeylerin Hidrolojik Döngü Üzerindeki Etkisi [77].....	64
Şekil 36 : Değişken Hava Debili HVAC Sistemi Çalışma Prensibi [82].....	69
Şekil 37: HVAC dağıtım elemanlarının yalıtımı [84].....	72
Şekil 38: Bir Eğitim Yapısında Kullanılan Işık Rafı Kullanımı – T. L. Wells Okulu [88].....	77
Şekil 39: Soğuk Çatı Prensip Şeması [93] .....	81
Şekil 40: Ilık Çatı Prensip Şeması [93].....	81
Şekil 41: Çift Cam – Low E Cam Diagramı [94] .....	84
Şekil 42: PV Panel Çalışma Prensibi [101] .....	87
Şekil 43: NewYork Teknoloji Kampüsü Yeşil Strateji Diagramı [102].....	91
Şekil 44: Rüzgar Türbinlerinin Eğitim Yapılarında Kullanımı .....	92
Şekil 45: Su Tasarruflu Duş Sistemleri [110] .....	97
Şekil 46: Su Tasarruflu Musluk [111].....	98
Şekil 47: Gri Suyun Binada Kullanımı [113].....	99
Şekil 48: Yağmur Suyunun Binada Kullanımı [115].....	100
Şekil 49: Bir Eğitim yapısında Yağmur ve Gri Su Kullanımı .....	101
Şekil 50: Güneş Işığından Dolaylı Kazanım - Baltimore Friends Okulu [125].....	115
Şekil 51: Sınıflarda Pencere Boşluk Tipleri [126] .....	116
Şekil 52: Stor Perdelerin Sınıflarda Kullanımı – Terenure Koleji [127] .....	117
Şekil 53: Doğal Aydınlatma ve Havalandırma Örnek Proje [134] .....	125
Şekil 54: ASHRAE Standartlarına göre Termal Konfor Bölgesi [73].....	127
Şekil 55: Vaziyet Planı – Greensburg Okulu [136] .....	130
Şekil 56: Doğal ve Yapay Habitat Alanları ve Peyzajın Etkin Kullanımı – Greensburg Okulu [136].....	131
Şekil 57: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Greensburg Okulu [136].....	132
Şekil 58: Çatıdan Yağmursuyunun Toplanması – Greensburg Okulu [136].....	133
Şekil 59: Yapıda Malzeme Korunumu – Greensburg Okulu [136] .....	134
Şekil 60: İç Ortam Kalitesi – Greensburg Okulu [136] .....	135
Şekil 61: Vaziyet Planı – Nueva Okulu [137].....	136
Şekil 62: Peyzaj ve Yeşil Çatı Kullanımı – Nueva Okulu [138] .....	137
Şekil 63: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Nueva Okulu [137] .....	138

Şekil 64: Yapıda Malzeme Korunumu – Nueva Okulu [137] .....	139
Şekil 65: İç Ortam Kalitesi – Nueva Okulu [137] .....	140
Şekil 66: Vaziyet Planı – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [139].....	142
Şekil 67: Bina Peyzajının ve Yarı Açık Alanlarının Çevre ile İletişimi – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140] .....	142
Şekil 68: Yapı Kabuğu ve Çatısındaki Doğal Aydınlatma Elemanları – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140].....	144
Şekil 69: Yağmur suyunun Depolandığı Sarnıçlar – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140].....	145
Şekil 70: Yapıda Malzeme Korunumu – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140].....	146
Şekil 71: Atriumlarda Doğal Işığın Kullanımı ve VOC İçermeyen Malzeme Kullanımı – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [139].....	146
Şekil 72: Vaziyet ve Kat Planı – Ben Franklin Okulu [141] .....	149
Şekil 73: Peyzaj Kullanımı ve Dış Çevreyle Bağlantı – Ben Franklin Okulu [142] ..	149
Şekil 74: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Ben Franklin Okulu [141].....	150
Şekil 75: Yağmursuyunu Toplayan Ters Çatı Uygulaması – Ben Franklin Okulu [142] .....	151
Şekil 76: Malzeme Kullanımı – Ben Franklin Okulu [142].....	152
Şekil 77: Güneş Işığının Tepe Pencerelelerinden İç Mekana Geçişi .....	153
Şekil 78: Vaziyet Planı – Chartwell Okulu [143] .....	154
Şekil 79: Bina Formunun ve Peyzajının Mevcut Topografyayla Uyumu.....	155
Şekil 80: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Chartwell Okulu [143].....	156
Şekil 81: Yağmursuyu Toplama Sistemi – Chartwell Okulu [143].....	157
Şekil 82: Modüler Ahşap Kullanımı – Chartwell Okulu [143].....	158
Şekil 83: Doğal Işığın İç Mekanlarda Etkin Olarak Yararlanılması – Chartwell Okulu [143].....	159

## KISALTMALAR LİSTESİ

**Bkz.:** Bakınız

**Vb:** Ve Benzeri

**GAO:** General Accounting Office

**LEED:** Leadership in Energy and Environmental Design

**CHPS:** Collaborative for High Performance Schools

**ASHRAE:** American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

**IESNA:** Illuminating Engineering Society of North America

**ASA:** Acoustical Society of America

**ANSI:** American National Standards Institute

**HVAC:** Heating, Ventilation, and Air Conditioning

**VOC:** Volatile Organic Compound

**LBNL:** Lawrence Berkeley National Laboratory

**CAV :** Constant Air Volume

**VAV :** Variable Air Volume

**DEES:** Department for Education and Skills



## SEMBOL LİSTESİ

**dB:** Desibel

**fc:** Foot Candela

**Leq:** Eşdeğer Sürekli Ses Seviyesi

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Çalışmanın Amacı

Çevre sorunları, yalnız insanlığı değil, tüm canlı varlıkların ve yaşam çevrelerini tehdit etmektedir. Çevre sorunları, insanların doğayı istek ve ihtiyaçlarına göre sadece kendi kuralları üzerinden müdahale etmesinden dolayı oluşmuştur. Dolayısıyla, sanayi devriminin meydana getirdiği teknolojik gelişim, dünya nüfusunun artması, mimarideki süreçlerini etkilemekte ve çevreye zarar verecek şekilde yönelim göstermiştir.

20. yy'ın ikinci yarısında doğal kaynakları tüketen ve kirlетici enerji kaynaklarına dayalı üretimin çevreye zarar vermesinin fark edilmesiyle, farklı sektörlerde çevre problemlerini ortaya atan bazı tanımlamalar yapılmıştır. Bu tanımlamasının yapılp, geliştirildiği sürdürülebilirlik kavramı, temellerini ekonomi, çevre ve toplumu uyumlu bir şekilde bir arada tutarak mimaride de yeniliğinin benimsenmesine çalışmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramı 1972 yılında 1. Dünya Çevre Konferansı'nda ele alınmasından bu yana, doğal kaynakların etkin olarak kullanılması diğer tüm toplantı ve zirvelerde temel çevresel sorun olarak kabul edilmiştir. Geçmişte birbirinden ayrı olarak kabul edilen ekonomi, çevre ve toplum kavramları, günümüzde ayrılmaz bir bütün olarak ilişkilendirilmiş ve mimariye bu üç bileşen üzerinden yeniden kurgulanması hedeflenmiştir. Bu sayede toplumsal ve sürdürülebilir değerleri taşıyan anlayış, kendi niteliklerini belirleyebileceği bir yaşam tarzı, gerçekçi bir yaklaşımla ortaya çıkacaktır.

Günümüz 21.yy'ında ise geleceğe sağlıklı olanakların sağlanması, sosyal yaşantının ve kentleşmenin sürdürülebilirliği geniş kapsamda tartışılması devam etmektedir. Hammaddede tüketiminin azaltılmasını, kaynakların verimli bir şekilde paylaşımını ve önceden planlamayla tüketim kararlarının belirlenmesini sağlayan sürdürülebilir gelişme, ekolojik sürdürülebilirliğin en uygun stratejinin saptanması ve uygulanmasını hedeflemektedir.

Mimarlık, bir ülkenin ekonomik gelişiminin göstergesi, çevresel sorumluluğun ve toplumsal birliğin aracı görevini üstlenmiştir. Sürdürülebilir mimarlık kendi amacını, mevcut çevresel döngü ve oluşumuna duyarlılığı ve

kullanıcılarına sağlıklı ve konforlu bir ortam oluşturmasıyla sürdürülebilirliğin amacıyla kesiştirmektedir.

Dünyada, eğitim sisteminden duyulan endişeler sonucunda okul binalarının yenilenmesi ve yeni tasarım girişimleri devletin yasama çevrelerinde ve bağımsız kuruluşlarda oluşturulan fonlarla önem verilmekte ve gelişmektedir. Sürdürülebilir mimarlık kavramının bu desteklere katkısı, öğrencilerin sağlıklı ve güvenli bir ortamda eğitimlerini gerçekleştirmeleri ve binaların yenilenmesi, yeniden inşasının az maliyetli ve çevreye karşı daha duyarlı olmasını sağlamak gibi temel ilkelere sahip olmasıdır.

Bu çalışmada, eğitim yapıları, sürdürülebilir mimarinin amaçlarını gözeterek, kendi sorumluluklarını, tasarım ve fonksiyonel işlevliğini, içeriğinde bulunan eğitsel güdüyle bütünleştirilmesi tez çalışmasının temel amacını oluşturmaktadır. Ayrıca;

- Eğitim yapılarının tarihsel süreci izlenerek, eğitim felsefelerinde, toplumsal yapıda ve iç ortam kalitesinde nasıl değişime uğradığı
- Eğitim yapılarının kullanıcı (öğrenci) performansını nasıl etkilediği
- Eğitim yapılarının sürdürülebilir mimarlık kriterleriyle nasıl ele alınarak değerlendirildiği
- Sürdürülebilirlik bilincini tüm kullanıcılarına ve gelecek nesillere, okul fonksiyonları ve yapı işletmesi yoluyla nasıl aktarılması gerektiği amaçlanmıştır.

## **1.2. Çalışma Kapsamı ve Yöntemi**

Sürdürülebilirlik kavramı, bütüncül yaklaşımları bir arada tutan yapı organizasyonları bakımından farklı düzeylerde ve hedeflerde incelenmeye devam etmektedir. Bu bağlamda tez çalışması temel olarak sürdürülebilir gelişimin ve stratejilerinin eğitim yapılarındaki etkisini kapsamaktadır. Araştırmanın 2. Bölümünde sürdürülebilirlik kavramı, tarihsel süreci incelenmiştir. Ayrıca sürdürülebilir mimarlık kavramı üzerinden hedefler belirlenerek, temel kriterleri açıklanmıştır.

Kullanım süresi ve yapı büyüklükleri bakımından, bölge devletler ölçeğinde tüketilen enerjinin önemli bir kısmını oluşturan eğitim yapıları, kaynakların hızla tükenmesi bakımından düşünüldüğünde sürdürülebilir yaşam döngüsünün devamlılığı açısından önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla eğitim yapılarının

özellikle enerji tüketimi, çevresel ve insan sağlığına etkileri, tasarım sürecinde önlemler alınması gerekmektedir.

Eğitim yapıları, ilk olarak eğitim ihtiyaçlarını karşılayacak mekanların işlevlerini gerçekleştirebilecekleri tasarımın yapılmasına odaklanmıştır. Son yıllarda ise bütünleşik yaklaşımla eğitimin tüm disiplinlerde incelenmesiyle, eğitim yapıları, kullanıcılarının isteklerini gözeten ve bir mesaj niteliği taşıyan binaların oluşmasına neden olmuştur. Öğrencilerin çevre sorunlarını tartışabileceği ve çözümler bulabileceği bir ortamda yaşaması eğitim binalarını, diğer binalardan ayırmaktadır. Bir toplum merkezi görevi gören eğitim yapıları ise sürdürülebilir yaklaşımları kendi bünyesine entegre ederek, öğrencilerin eğitim binalarında geçirdikleri süre esnasında gözlem yoluyla bilgiler aktarılabilmektedir. Bu kapsamda, 3. bölümde eğitim yapıları;

- 21.yy'daki eğitim yapılarının plan tipleri ve bina formları mekânsal boşluklarda yenilikçi yaklaşımlar üzerinde durularak 4 ana tipte sınıflandırılmıştır.
- Eğitim yapılarının var olma sebebini, hangi konular üzerinde ve yöntemleri kullanılmasını destekleyen felsefik yaklaşımlar, eğitime ve mimariye etkileri açıklanmış, toplumsal ve iç ortam kalitesi bakımından eğitim yapılarının tarihsel gelişimi incelenmiştir.
- Eğitim yapılarının bütünsel bir yaklaşımla öğrenci performansına dayalı fiziksel, psikolojik ve sosyal etkileri açıklanmıştır.
- Sürdürülebilir mimarlık kriterleri açısından arazi korunumu, kaynak korunumu ve iç ortam kalitesi bakımından eğitim yapıları değerlendirilmiştir.
- 5 adet örnek uygulama seçilerek, sürdürülebilir mimarlık kriterleri bakımından analizleri yapılmıştır.

Tasarım, uygulama ve kullanım süreçleri gözetilerek, sürdürülebilir eğitim yapıları için rehberin ve kontrol listesinin oluşturulması, tasarım aşamasında projelerin hangi kriterlere dikkat etmesi gerektiğini yeni yaklaşımları ortaya koyarak eğitim yapılarının iyileştirilmesinin hedeflendiği bu çalışmada izlenecek yöntemin adımları aşağıda sıralanmaktadır.

**1. Literatür Taraması:** Eğitim yapılarını sürdürülebilirlik açısından değerlendiren bu çalışmada, literatür tarama yöntemiyle araştırma raporları,

makaleler, tez çalışmaları, internet kaynakları ve tasarım kılavuzları incelenerek konular araştırılması

**2. Tasarım Rehberinin Hazırlanması:** Sürdürülebilir mimarlık kriterlerinin birbirleriyle farklı özelliklerini gösteren ana kavramların belirlenmesi ve bu kavramların açılımı yapılarak alt başlıklarının ve kriterlerinin oluşturulması

**3. Örnek Proje Analizleri:** Seçilen örnek projelerin sürdürülebilir mimarlık kriterleri çerçevesinde incelenmesi

**4. Kontrol Listesinin Hazırlanması:** Tasarım rehberinde yer alan temel sürdürülebilirlik konularına ve kriterlerine ait tabloların oluşturulması

## 2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ve SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK

Çalışmanın bu bölümünde, sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmış ve tarihsel süreci ele alınmıştır. Sürdürülebilirliğin mimariyle birlikte nasıl bir etkileşim içinde olduğu ve sürdürülebilir mimarlığın ana ilkeleri açıklanmıştır.

### 2.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik, Latince kökü “subtenir”, yani “ korumak” anlamından gelmektedir [1]. Toplumun, ekosistem ya da devamlılığı olan herhangi bir sistemin temel kaynaklarının tükenmesini engelleyerek gelecek zamana dek işlerliğini devam etmesine sürdürülebilirlik olarak tanımlanabilir [2]. Bir başka deyişle sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin huzurunu, sağlığını tehlikeye atmadan mevcut çevresel, ekonomik ve sosyal ihtiyaçları bütünleştirecek şekilde yaşatmak ve devam ettirmektir [3].

Sürdürülebilirlik ilk olarak 1972 yılında yapılan Dünya Çevre Konferansı’nda ele alınmış, doğal kaynakların korunması, geliştirilmesi ve etkin kullanılması gibi konular ele alınmıştır. Aynı yıllarda Roma Kulübü’nde büyüme ve kaynaklar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. 1977 yılında, Dennis Prages “Sürdürülebilir Toplum” yapıtıyla sürdürülebilirlik, tüm bilimler çerçevesinde tartışılmıştır. 1987’de Dünya Çevre Kalkınma Komisyonu “Ortak Geleceğimiz” başlıklı raporunda kavram olarak sürdürülebilirlik, doğal kaynakları tüketmeyen, ekonomi ile ekosistemi bir bütün olarak dengelenmesi olarak tanımlanmıştır [4].

Rio Konferansı, Dünya Çevre Konferansı’nda alınan kararları uygulamaya geçirmek için çeşitli yönetimler ve sivil toplum örgütleri küresel çevreye karşı sorumlulukları ele almıştır. Bu kapsamda, üretim ve tüketimin azaltılması, ortadan kaldırılması ve çevre üzerindeki önemi vurgulanmıştır. “Gündem 21” adı verilen eylem planı kabul edilerek, uzun vadeli, bir plan hazırlanması ve uygulanması amaçlanmıştır. Bu planda sosyal ve ekonomik boyutlar, kaynakların korunumu ve yönetimi, çeşitli sektörlerin rollerinin güçlendirilmesi ve uygulama sistemlerinin hayata geçirilmesi gibi başlıklara yer verilmiştir [5].

Rio Konferansı, bir bakıma bir başlangıç olarak görülüp dikkatleri çekerek 1996 yılında İstanbul’da gerçekleştirilen Habitat II olarak adlandırılan, “Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı” BM Çevre Konferansı’nın bildirgeleriyle

birlikte Habitat gündemini bir araya getirmiştir. Habitat II Konferansı'nda, 1. Dünya Ülkelerinin üretim ve tüketimdeki sürdürülebilir olmayan oluşumları, yapı gruplarının meydana getirdiği nüfus yoğunluklarının oluşturduğu aşırı nüfus değişimleri, işsizlik ve sosyal ayrımcılığı, yetersizleşen kaynakları, altyapı sistemlerinin eksikliği, güvenlik ve şiddet problemleri, doğal çevrenin bozulması gibi konulara değinilmiştir [6].

Toplumun ve yöneticilerin bir araya gelerek katılımın artırılması planlanan Johannesburg Zirvesi 2002 yılında yapılarak, biyoçeşitlilik ve doğal kaynakların korunumu gibi birtakım kararlar almıştır [7].

Sürdürülebilirlik üç ana bileşeni bir araya getirmektedir. Bunlar;

- Ekonomi
- Çevre
- Toplum'dur.

Sürdürülebilirlik kavramı ele alınmadan önce bu üç bileşen birbirlerinden bağımsız olarak ele alındığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı beraberinde toplumu, çevreyi ve ekonomiyi birbirleriyle ilişkilendirerek uzun vadede devamlılıklarını sağlamıştır.

**Ekonomik sürdürülebilirlik;** Sağlıklı gelişme ve kalkınma için yüksek verimin az maliyetle sağlanması olarak tanımlanabilir. Sadece ekonomik sermayeyi değil, doğa, insan ve sosyal sermayeyi de ele almaktadır. Doğal kaynaklardan yararlanılması, enerji verimli teknoloji kullanımıyla harcamaların azaltılması, pazarların sürekliliği ile satış olanaklarının artırılması gibi birçok konuyu içinde barındırmaktadır.

**Çevresel Sürdürülebilirlik;** Bozulmamış ekosistem ve bu ekosistemi çevreleyen diğer düzenlemeleri içeren çevresel sürdürülebilirlik, kaynakların (hammaddelerin) insanları ve diğer canlıların ihtiyaçları için kullanılmak üzere sürdürülebilir dengeyi kurar. Oluşan atıkların azaltılmasını ve yeniden kullanılmasını sağlar.

**Toplumsal Sürdürülebilirlik;** Sosyal bütünlük, kültürel kimlik, çeşitlilik, bütünsellik, kanunlar ve yasalar vb. bileşenlerden oluşan sosyal sürdürülebilirlik, sağlık, beslenme ve eğitim konularında yatırım yapmaktadır [7].

## 2.2. Sürdürülebilir Mimarlık ve Kriterleri

Kremers, sürdürülebilir mimarlığı doğal kaynakların kullanımını azaltmayı ve üretim-tüketim oranlarını dengede tutmayı hedefleyen mimari tasarım olgusu olarak tanımlar. Bu kavram ayrıca insan ve doğa ilişkisini bir arada tutarak, iklim ve topografik yapısının girdi olarak düşünülmesi ve kaynakların etkin kullanımının dikkat edilmesi gereken bir yaklaşım olarak tanımlanır [8].

Sürdürülebilir mimarlık, çevreye duyarlı yaklaşımıyla hız kazanarak, nesilden nesile dengeli dağılımının ve bölgesel özelliğin ön plana çıktığı bina tasarımını, ekonomik, sosyal-kültürel ve fiziksel olarak sistemin parçası ve bölgesel kararlara, standartlara, topluma uygun olarak yeniden düşünülmesini sağlamıştır.

Sürdürülebilir mimarlığın amaçlarını Shaviv;

- Çevreye karşı duyarlı
- Minimum enerji tüketen
- Kullanıcılarının sağlıklı iç ortam konforu sağlayan binaların tasarlanması olarak sıralamıştır.

Sürdürülebilir mimarlığın ana hedeflerini ise;

- Enerjinin ve kaynakların etkin kullanımı
- Atıkların azaltılması
- Sağlığa ve doğaya zararlı maddelerden uzak durulması
- Sağlıklı iç mekan kalitesinin korunması
- Biyolojik çeşitliliğin korunması ve arttırılması
- Esnek ve dönüştürülebilir yapı tasarım anlayışı olarak sıralamıştır [9].

1993 yılında Dünya Mimarlar Birliğinin “Sürdürülebilir Bir Gelecek için Bağımlılık” adlı sürdürülebilir mimarlık yaklaşım kararları alınmış ve bu kararlar sürdürülebilir mimarlığın temelini oluşturarak bina tasarımına yol göstermektedir. Bu kararlar;

- Doğa ve yaşam kültürünü oluşturan tüm varlıkları koruyan, onaran, çeşitlendiren ve sağlıklı bir yaşam anlayışına sahip toplumun geliştirilmesi



- Sürdürülebilirlik tüm disiplinlerde, doğal çevre, sosyal-kültürel ve ekonomik bağlamda toplumla iç içe yaşaması
- Doğal çevre ve yaşam kalitesine önemli bir rol oynayan sürdürülebilir tasarım anlayışının, kaynakları tüketmeyen, sağlıklı yapılar oluşturan, ekolojik ve toplumsal duyarlılığa sahip çıkan, estetik kaygılarla yapılara heyecan veren, insan ve doğa üzerinde tehlikeli oluşumları engellemesi olarak özetlenebilir [10].

Yapı, kendi oluşum sürecinde (tasarım-uygulama-yıkım) çevreyle devamlı etkileşim içindedir. İnşaat bileşenlerinin doğadan elde edilmesi ve üretimi, yapı alanına yapılan çeşitli müdahaleler ekolojik ortamı değişime zorlamaktadır. Ekolojiyi ve çevreyi değiştiren insanoğlu, bu müdahalelerle doğayı dolayısıyla kendisini de etkilemektedir. Yapı endüstrisinde kullanılan yapı malzemelerinin yaklaşık %50'si doğadan çıkarılmakta bu da küresel anlamda ormanlık alanların azalmasına, su kaynaklarının tükenmesine, ozon tabakasının incelmeye vb. küresel boyutta tahribata yol açmaktadır. Günümüzde, sorgulayıcı tasarım yaklaşımları, şehirlerin ekolojik planlamasına doğru hareket etmesini sağlamaktadır. Çevreyle uyumlu bina modeli, çevresel girdiler, tasarımlar ve uygulamalara kaynaklık oluşturmuştur. Çevre üzerinde etkili bir bina tasarımı, hem karmaşık teknolojiyle bina işlevlerinin kontrol edilmesi hem de doğal ve basit yaklaşımlarla çevreyle uyumlu ve hissedilebilir bir yaşam olarak iki farklı yönelim göstermektedir [11].

Sürdürülebilir mimarlık, kavramsal düşünceleri üç ana kriterde birleştirmektedir. Bu üç ana kriter; Arazi Korunumu, Kaynak Korunumu, İç Ortam Kalitesi'dir.

#### a) **Arazi Korunumu**

Sürdürülebilir mimaride yapı alanının çevresi ve ekosistemin korunumu, ilk başta arazinin doğru seçimiyle ön plana çıkmaktadır. Mevcut ekosistemin incelenmesi ve buna bağlı olarak inşaat sürecinin her bölümünde gereken önlemlerin alınması arazinin korunumu açısından önemlidir. Bu kapsamda arazi korunumu kriterleri;

- Karma gelişim bölgesinde olma ve etkin toplu taşıma araçlarına yakınlık
- Doğal araziler yerine önceden yapılmış yapı arazilerinin tercih edilmesi

- Doğal ekosistemin korunumu ve zarar görülebilecek alanların koruma altında tutulması
- Yapının form ve yönleniminin doğru yapılarak yapı yaşam süresinde enerji etkin bir şekilde kullanılması
- Doğal çevre verilerine dayanılarak biyoklimatik tasarım kriterlerine uyulması (pasif ısıtma-soğutma, doğal havalandırma ve aydınlatma vb.)
- İnşaat esnasında çevreye duyarlı inşaat yöntemlerinin uygulanması olarak sıralanabilir [12].

## **b) Kaynak Korunumu**

### **a. Enerji Korunumu**

Sürdürülebilir mimaride enerji korunumu, yapı yaşam döngüsünde kullanılan ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Ayrıca tükenmekte olan fosil yakıtlarının (kömür, petrol, doğalgaz vb.) kullanımının azaltılması ve yerine doğal enerji kaynaklarından (güneş, hidrolik, rüzgar enerjisi vb.) yararlanılması amaçlanmaktadır. Bu iki önemli kritere bakarak enerji korunum kriterleri;

- Az enerji tüketen ekipmanların seçimi
- Doğal aydınlatma sistemlerinden yararlanılması
- Pasif ısıtma ve soğutma sistemlerinden yararlanılması
- Yapı kabuğu yalıtımına önem verilmesi
- Havalandırma için kullanılan enerjinin önlenebilmesi için doğal havalandırma sistemlerinden yararlanılması
- Yapının kullandığı ve veya üretebildiği doğal enerji kaynaklarına önem verilmesi olarak sıralanabilir [13].

### **b. Su Korunumu**

Yapıda kullanılan suyun miktarının azaltılması hem doğal su kaynaklarının korunması hem de su dağıtım istasyonlarında kullanılan enerjinin korunmasına sebep olmaktadır. Bu kapsamda su korunum kriterleri;

- Yağmur suyunun yeniden kullanımı
- Yapıda üretilen gri suyun toplanarak kullanılması

- Bina içinde kullanılan su donatılarının tasarruflu olarak seçilmesi olarak sıralanabilir [14].

### c. Malzeme Korunumu

Yapı bileşeni olarak malzemeler, bir girdi çıktı sürecinden geçerek, çevresel yönden kapsamlı olarak incelenmelidir. Malzemeleri, üretim, taşıma ve kullanım olarak oluşturabileceği ekolojik etkileri en aza indireyecek önlemler alınmalıdır. Bu kapsamda malzeme korunumu kriterleri;

- Yapının mekan ve donatı elemanları, modüler, değişebilir, esnek özellik taşıması
- Kullanılan donatım elemanlarının uzun ömürlü, dayanıklı, bakım kolaylığı olması
- Yerel malzeme kullanılmasının tercih edilmesi
- Geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir özelliklerde seçilmesi
- Yapı elemanlarının standardize edilmesi
- Geri dönüştürülebilen atıkların toplanması, ayıklanması, depolanması ve atılması için malzeme toplama zonlarının oluşturulması
- İnşaat atıklarının etkin bir şekilde yeniden değerlendirilmesi
- Geri dönüşüm sistemini entegrasyonu ile kullanıcıların etkileşiminin sağlanması olarak sıralanabilir [15].

### b. İç Ortam Kalitesi

Yapı kullanıcılarının sağlığını gözeten ve konforunu sağlayan yapı tasarımı sürdürülebilir mimarlık kriterlerinden en önemli ilkelerinden birini teşkil etmektedir. İç ortam kalitesi, solunan havanın niteliği, ısısal, görsel, işitsel konforun sağlanması ve sağlığa zararsız malzemelerin seçimi gibi etmenlerden oluşur. Bu kapsamda iç ortam kalitesi kriterleri;

- İnsan sağlığı açısından tehdit oluşturan kirleticilerden uzak durulması (formaldehit, çözücü, ahşap koruyucu vb.)
- Sürekli temiz hava sirkülasyonunun iç ortama verilmesi
- Elektromanyetik alanların izole edilmesi

- Kullanıcı yapı konfor standartlarına uygun olarak ısı, nem ve akustik dengenin kurulması
- Doğal ışıktan maksimum seviyede yararlanılması
- Dış mekanla bağ kurulması için vıstaların oluşturulması olarak sıralanabilir [16].

### 3. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK AÇISINDAN EĞİTİM YAPILARININ İNCELENMESİ

Okul sözcüğü Yunancada “ Schole ” olarak türetilmiş olup anlamı “ boş vakit ” olarak tanımlanmaktadır. Daha sonra bu tanım genişletilerek benzer ve ilgili bir düşünce veya görüşün ortaya konması olarak gelişmiştir [17].

Eğitim yapıları form, biçim ve anlayış olarak son yüzyılda değişmeden devam etmektedir. Bunlarla birlikte gelişen teknolojiye ayak uydurmayan eğitim sistemi eğitim yapılarında da standardize bir hal almıştır. Büyük sermaye gereği duyan eğitim yapılarını kurmak ve geliştirmek önemli bir engel teşkil etmektedir. Sürdürülebilir bir eğitim tesisinin gerekliliklerini yerine getirerek açılması, kendisinden sonra yapılacak olan eğitim tesislerine örnek teşkil edeceğinden büyük bir öneme sahiptir. Günümüz eğitim yapılarına bakacak olursak devletin onaylanan müfredatının sıradanlığında devam eden, öğrencilerin öğrenme tutum ve davranışlarını gözetmeyen, içleri boş odalar dizisi olarak görülmektedir. Müfredatlar toplum değerleri, sosyal sorumluluk ve çevre yönetimi gibi kavramlara geniş yer ayırmamaktadır. Bu da sosyal gelişim ve sürdürülebilir bir toplum kavramını zayıflaması anlamına gelmektedir [18].

Mimari form sadece anlamı oluşturabilen iletişim biçimi olmasa da bu formun fonksiyonlarını müfredat programı, iletişim, değerlendirme ve disiplinler arası ilişkiler oluşturmaktadır. Eğitim yapılarının bu özellikleri dışı vurumu, toplumun değerlerini, bakış açılarını ve amaçlarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir eğitim yapıları toplum değerlerini birbirleriyle ilişkilendirebilen birincil ortam olarak sayılmalıdır.

Sürdürülebilirlik eğitim yapıları oluştururken ekolojik bilinci, pedagojik anlamda eğitimde doğru stratejileri bir araya getirerek mimariye yansıtmayı hedeflemektedir. Bu sayede gelecek nesilleri arzu edilen çevresel bilinç ve sorumluluklar kazandırılmış olacaktır.

Sürdürülebilir eğitim yapılarının, verimli ve az maliyetli olması için entegre bir tasarım sürecine ihtiyaç duymaktadır. Bütünleşik tasarım çözümleri, çoklu disiplinler arasında gereksinimleri somutlaştırarak onların bir arada çalışmasını sağlamaktadır. Sürdürülebilir eğitim yapıları, sürdürülebilir uygulamalar ve metadojilere uyumlu bir

müfredatla birleşimi, bir öğretim aracı olarak kendi imkanlarını hazırlamış olur. Bir okul toplumunu öğrenciler, öğretmenler ve personellerden oluştuğunu kabul edilirse, ortamın sadece fiziksel ya da doğal alanlardan oluşmadığını, aynı zamanda mekanların anlamlarını ve değerlerini tecrübe ettikleri görülmektedir. Eğitim yapıları içinde birbirleriyle bağlantılarını, inançlarını ve ilgilerini paylaşılacaktır. Bu durumda eğitim yapılarında sürdürülebilirlik mekanlarda değer ve anlamlarını bir araya getirebilen bir kavram olduğu düşünülmelidir.

Bütünleşik yapım sürecinin etkisiyle oluşan yüksek yapım maliyeti, binanın oluşturacağı yapı yaşam döngüsünü, standart binalara göre daha tasarruflu hale getirerek kendisini amorti etmektedir. Sürdürülebilir eğitim yapılarında bütünleşik süreç tasarım gruplarının birbirleriyle sık sık iletişim halinde olması amaçlanmaktadır. Bu grupta başta mimarlar olmak üzere teknik uzmanlar, uygulayıcılar, tasarım aşamasında eş zamanlı olarak tasarımın geri beslemeleriyle yapım-kullanım-yıkım aşamalarında oluşabilecek enerji ve çevre kayıplarını en aza indirmektedir. Bütünleşik tasarım, yapının tüm disiplinlerinin kendi uzmanlıklarının bir araya gelerek kendi alanlarına dair tavsiyelerini gündeme getirmekte ve tartışmaktadır [19].

Sürdürülebilir eğitim yapıları, sürdürülebilir anlamda üç temel bileşeni olan ekonomik, ekolojik ve sosyal anlamda birlikte hareket eder. Bütünleşik tasarımın sadece mimariyle ele alınmaması ve bu üç bileşenin bir arada birbirleriyle iletişim halinde olması gerekir. Bu kapsamda sürdürülebilir eğitim yapılarının ana amaçları;

Ekonomik Sürdürülebilirlik;

- Yapım ve işletim maliyetlerinin azaltılması

Ekolojik Sürdürülebilirlik;

- Kaynakların Korunması
- Çevrenin Korunması

Sosyal Sürdürülebilirlik;

- Kullanıcılarının eğitim seviyelerinin yükseltilmesi
- Eğitim aracı olarak yapı tasarımının yapılması

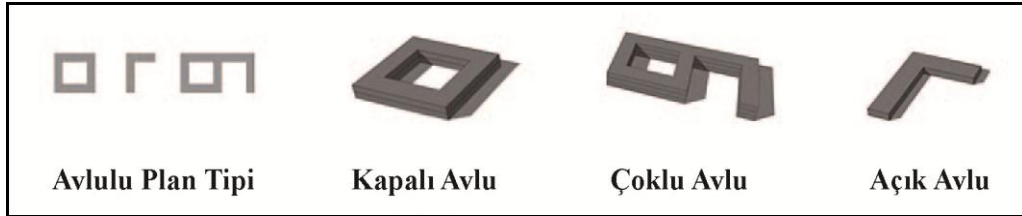
- Tasarımda kullanıcılarının sağlık, güvenlik ve konfor kriterlerinin sağlanması olarak sıralanabilir [19].

### 3.1. Eğitim Yapılarının Sınıflandırılması

Eğitim yapıları, son 15 yılda morfolojik ve mekânsal anlamda geniş çeşitliliğe sahip olmuştur. Eğitim yapı tipleri, eğitim düzeyi ve öğrencilerin sayısı ile birlikte okulun eğitim felsefesi, iklim koşulları ve bölgedeki konumu (kentsel, banliyö veya kırsal) gibi birtakım özelliklere bağlıdır. Özellikle, farklı öğrenme yöntemlerini kapsayan pedagojik<sup>1</sup> yapı, binanın mekânsal düzeni üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. 21. yy'da eğitim yapılarının öğrenme ve sosyalleşme için mekânsal boşluklarda yenilikçi faktörler üzerinde durulmuştur. Eğitim yapıları;

- Avlulu Plan Tipi
- Blok Plan Tipi
- Küme (Grup) Plan Tipi
- Kasaba Plan Tipi olarak 4 ana tipte sıralanabilir.

#### 3.1.1. Avlulu Plan Tipi



Şekil 1: Avlulu Plan Tipi Kütle Diagramları [20]

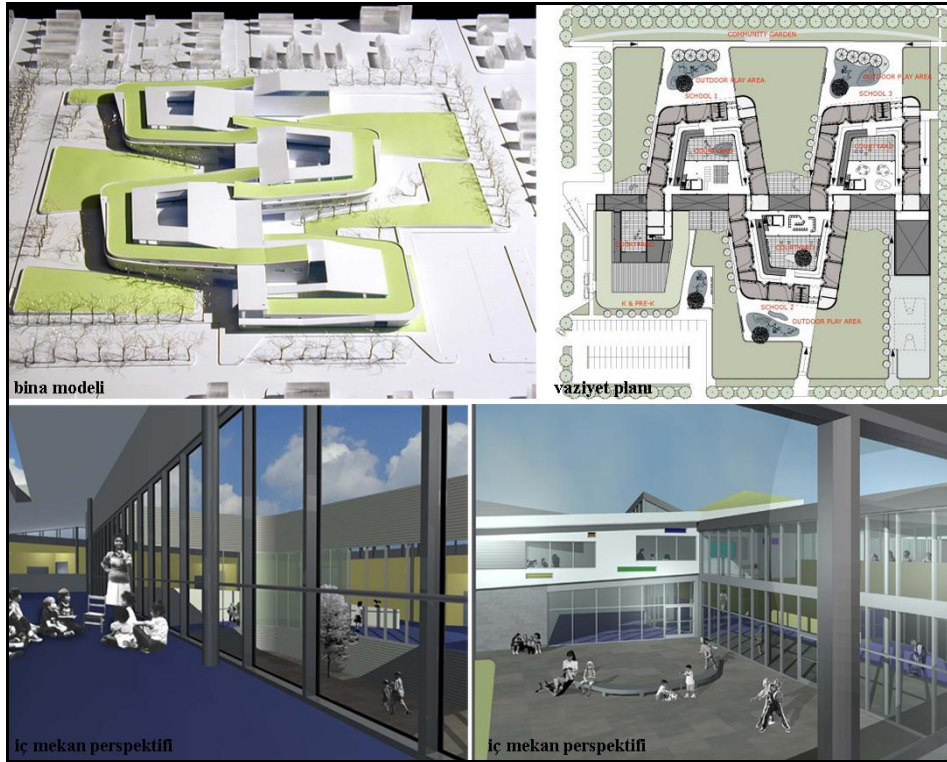
Avlulu plan tipli eğitim yapıları, geçmişte çok sık kullanılmıştır. Dış alanla, iç avlunun bağlantısının kesilmesi avlulu plan tipli eğitim yapılarında, psikolojik olarak güven ve korunma hissini oluşturmaktadır. Ayrıca okul topluluğu içinde sahiplik duygusuna ve iç mekanlar için görsel bir odak sunmaktadır. Avlulu plan tipli eğitim yapılarının 3 alt tipi vardır. Bunlar;

- Kapalı Avlu
- Çoklu Avlu
- Açık Avlu olarak sıralanabilir [20].

<sup>1</sup> **Pedagoji:** Çocuklarda "eğitim bilim ve teorisi" anlamına gelmektedir. Çocuklarda öğrenme, öğrenme problemleri, önemli kişiliklerin, diğer kültürlerin nasıl öğrendiği pedagoji kapsamındadır.



Şekil 2: Kapalı Avlulu Plan Tipi Örneği – 4. Gymnasium Okulu [21]



Şekil 3: Çoklu Avlulu Plan Tipi Örneği - Chicago Okulu [22]



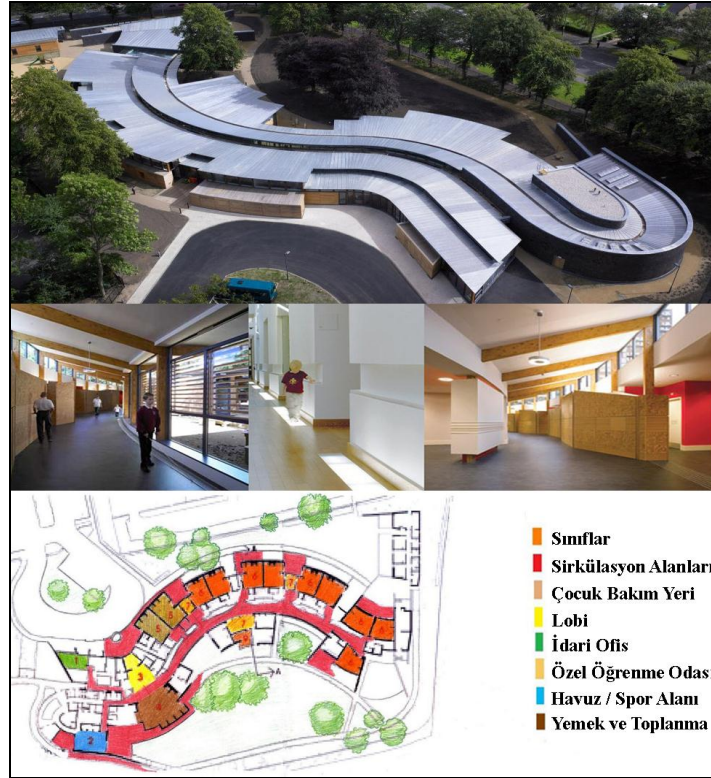
Hacimler genellikle doğrusal bir modeli takip etmektedir. Avlunun açık veya kapalılık seçimi, mekanları çevrelemek ve böylece bir evren oluşturmak amaçladır. Kentsel bölgelerde korumalı (kapalı avlulu) , kırsal kesimlerde ise yatayda L ya da U şekilli açık avlulu plan tipi tercih edilmektedir [20].

### 3.1.2. Blok Plan Tipi



Şekil 4: Blok Plan Tipi Kütle Diagramları [20]

Blok plan tipli eğitim yapılarının, kompakt hacmi ve basit iç düzenleri karakteristiktir. En önemli özelliği ana öğrenme mekanlarının (sınıflar, stüdyolar, laboratuvarlar) ortak büyük alana bakarak sosyalleşme olanağına sahip olmasıdır. İngiltere'deki Hazelwood Engelliler Okulu, sade sirkülasyon düzeni, dolambaçlı iç sokakları, kullanıcılarının yön bulmalarını kolaylaştırmak için tasarlanmıştır [20].



Şekil 5: Öğrenim Sokağı Blok Plan Tipi Örneği - Hazelwood Engelliler Okulu [23]

Blok plan tipli eğitim yapıları merkezi atrium ve öğrenim sokağı olarak farklı konfigürasyonları mevcuttur. İki konfigürasyonda da dolaşım alanlarını optimizasyonu ve öğrenci alanlarında esnek bir düzen amaçlanmaktadır.

Kopenhag'daki Ørestad Kolejinin sınıf mekanları binada serbestçe hareket etmektedir. Merdivenlerle karmaşık bir sistemde olan öğrenme ve molalar için alanlara erişim sağlayan merkezi bir boşluk etrafında şekillenmiştir. Alanlar aynı anda, farklı faaliyetler için kullanımı amaçlanmış ve binanın diğer bölümlerine pratik erişim sunulmuştur. Blok plan tipli eğitim yapılarının etkinliği, sosyal mekanların öğrenciler tarafından kullanılabilirliği, mekan faaliyetleri birden fazla ve esnek olanaklar sunması ve dolaşım alanlarının hizmet mekanlarına dönüşmesine bağlıdır [20].



**Şekil 6: Merkezi Atrium Blok Plan Tipi Örneği - Ørestad Koleji [24]**

Öğrenim sokağına bir diğer örnek olarak Amsterdam'daki Montessori Koleji gösterilebilir. Uzak mekanlar, serbest öğrenme alanları zemin kattan üst katlara doğru sıralanmıştır. Ortak alandaki sokak, öğrenciler için hareketli ve canlı bir boşluk yaratmıştır.





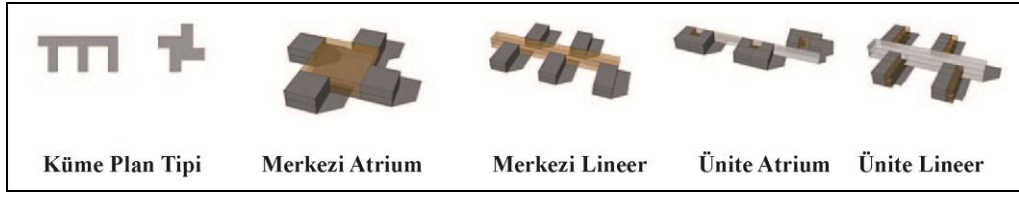
**Şekil 7: Öğrenim Sokağı Blok Plan Tipi Örneği – Montessori Koleji [25]**

Blok plan tipli eğitim yapıları, kendi iç alanlarının yaygınlığı göz önüne alındığında kapalı avlulu yapılarla benzerlik göstermektedir. Soğuk iklim tipinde, merkezi atrium ve öğrenme sokağı tipinde, avlulu yapılara göre kullanımı daha yaygındır. Londra'daki Westminster Akademisi buna iyi bir örnek oluşturur. Okulun sosyal kalbini oluşturan büyük atrium, tüm öğrenme ve servis mekanlarını kendi etrafında toplamıştır [20].



**Şekil 8: Merkezi Atrium Blok Plan Tipi Örneği – Westminster Akademisi [26]**

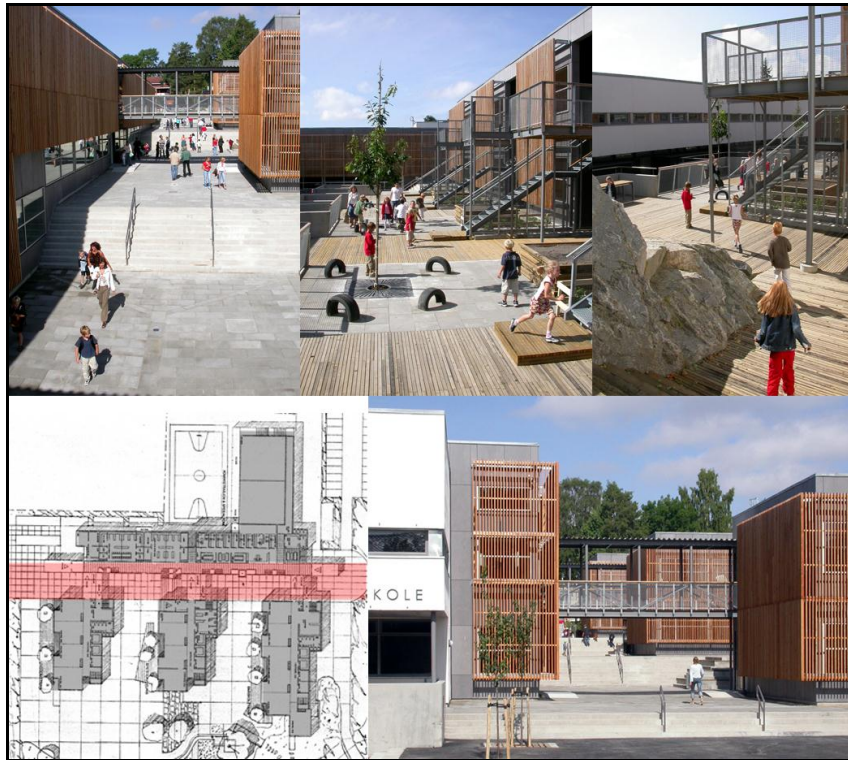
### 3.1.3. Küme (Grup) Plan Tipi



**Şekil 9: Küme Plan Tipi Kütle Diagramları [20]**

Binaların farklı hacimlerde parçalanmış olması, küme plan tipli eğitim yapılarının ana karakterini oluşturmaktadır. Bu parçalanma farklı pedagojik birimleri temsil eder. Bu birimler, “küçük öğrenme toplulukları” olarak kabul edilmektedir. Birimler, kendi mekânsal karakterlerini tanımlama ve aidiyet duygusunu geliştirme çabasıdadır. Küme plan tipli eğitim yapıları, dolaşım düzenine bağlı olarak uzunlamasına veya merkezi atrium düzenli olarak iki ana tipte olabilir [20].

Oslo'daki Kastellet ilköğretim okulu ve Danimarka'daki Nordbyskolen Okulu, küme plan tipli eğitim yapılarına örnek gösterilebilir. Atriumun içindeki hacimler, daha kompakt ve binalar arası mesafeler azalmıştır. Sirkülasyon alanları ise, aktif öğrenim alanlarına dönüşmektedir.



**Şekil 10: Merkezi Lineer Küme Plan Tipi Örneği - Kastellet İlköğretim Okulu [27]**





**Şekil 11: Ünite Linear Küme Plan Tipi Örneği - Nordbyskolen Okulu [28]**

### 3.1.4. Kasaba Plan Tipi



**Şekil 12: Kasaba Plan Tipi Diagramları [20]**

Kasaba plan tipli eğitim yapıları, metafor olarak kasaba yaşamına göre düzenlenmiş olup, mekanların ve fonksiyonların çokluğu karakterizedir. Günümüzde sosyal çekim alanı oluşturulması istenen belediye binaları, kütüphane kültür merkezi gibi önemli kamusal binalarla çevrilmektedir. Bu bağlamda, özel ve halka açık mekanlar, onları bağlayan yollarla birlikte erişimlerinin sağlanması küme plan tipiyle benzerlik göstermektedir. Kasaba plan tipli eğitim yapıları, kompakt blok ve parçalı strüktür olarak iki farklı çeşittir.

Danimarka'daki Kingoskolen Okulu'nun sosyal alanı tüm öğrenme ünitelerini bir yol dizisiyle birleştirerek bir merkez görevi üstlenmektedir. Bu görünüm çok çeşitliliğiyle kasaba tanımlamasına yol açmıştır. Genellikle tek katlı ve kompakt yapı bloklarından oluşmaktadır. Kasaba metaforu, bu ölçekte iç mekanların birbirleriyle bağlantısı sonucu daha da güçlenmektedir [20].



**Şekil 13: Parçalı Strüktür Kasaba Tipi Örneği - Kingoskolen Okulu [29]**



**Şekil 14: Kompakt Blok Kasaba Plan Tipi Örneği - Jatta Meslek Okulu [30]**

Jatta Meslek Okulu, küp hacimleriyle birlikte, iç mekanlara günışığının girişini sağlayan avlulardan oluşmaktadır. Bu kutu biçimindeki alanda dolaşım düzenlerinin birbirleriyle kesişimi küçük ortak alanların oluşmasına neden olmuştur.



Parçalı strüktür tipinde, farklı mekan boyutları ve iç boşluk çeşitlilikleri sayesinde, perspektifler yaratılmış ve iç mekan zenginlikleri oluşturulmuştur. Helsinki'deki Aurinkolahti okulu parçalı strüktür tipine iyi bir örnektir.



**Şekil 15: Parçalı Strüktür Kasaba Tipi Örneği - Aurinkolahti Okulu [31]**

## 3.2. Eğitim Yapılarının Tarihsel Gelişimi

Çalışmanın bu bölümünde, eğitim yapıları tarihsel süreç içinde nasıl değişikliğe uğradığı ve günümüze kadar hangi faktörlerde gelişim gösterdiği açıklanmaktadır. Eğitim yapılarının tarihsel gelişimi;

- Felsefik açıdan gelişim
- Toplumsal ve İç Ortam Faktörleri açısından iki alt başlık altında incelenmektedir.

### 3.2.1. Eğitim Yapılarının Felsefik Açıdan Gelişimi

Eğitim, insanı kültürel anlamda hazırlamakta ve sosyal süreçleri içinde barındırmaktadır. Eğitim, resmi ve düzensel anlamda, kişilerin değerleri, bilgi ve yetenekleri bakımından eğitim aldıkları sosyal kurumlar olan okullarda yapılmaktadır [32]. Eğitim, insanların toplum hayatına geçişiyle doğmuş ve günümüzdeki uygarlık düzeyleri farketmeksizin varlığını sürdürmektedir. Eğitim; bireye, bilgi, beceri ve davranışları kazandırarak bireylerin yetersiz yönlerinin değiştirilmesini ve istenen yöndeki davranışların kazanılmasını ortaya koyan süreçtir [33].

Felsefe, filo-sofia şeklindeki yazımdan gelmektedir. Filo sevgiyi, sofia ise bilgelik anlamlarına gelmektedir. Yani bilgelik sevgisi olarak tanımlanabilir [34]. Bertnard Russel felsefeyi toplumsal ve siyasal yaşantının bütünleyicisi olarak ifade etmektedir [35]. Felsefe bir düşünme işidir. Her düşünen insan felsefe yapabilir anlamına gelmektedir. [36] Felsefe gerçeği bir bütün olarak ele almakta ve incelemektedir. Felsefe, gerçeği kavrama, yorumlama ve sistemleştirme olarak sıralamaktadır. Felsefe; gerçeği, bilimden, sanattan, düşüncelerden vb. alanlarda elde ettiği bilgilerle akıl yürütme yollarını kullanarak ulaşılmaya çalışmaktadır.

Eğitim felsefesi, eğitim uygulamalarında yol gösterici, hedefleri şekillendiren bir disiplin veya kavramlar bütünüdür. Diğer bir deyişle eğitimi bütün halinde düşünen yöntemli çalışmalardır [37]. Çüçen, felsefenin, eğitimin doğası, olanakları, amaçları, problemleri ve yöntemleri üzerine yaptığı incelemeler olarak eğitim felsefesini tanımlamaktadır [38].



Bilindiği üzere felsefe varlığı, bilgiyi ve değerleri incelemektedir. Bu içeriklerin ise eğitimle çok belirgin şekilde bağlantıları mevcuttur. İnsanların eğitilmesi onların, yaşamın anlamı ve amacı konusunda bilgiyi gerektiren ve bu bilgilerin felsefi düzlemde çözümleme ihtiyacını doğurmaktadır. Sonuçta bu bilgiler eğitimle felsefeyi birleştirmektedir. Eğitim bir gereksinim olarak felsefeden beslenmektedir. Felsefe, eğitime yön ve biçim vermekte, yol göstermekte, amaçları, hedefleri ve içeriğin düzenlenmesini sağlamaktadır [39]. W.H. Kilpatrick eğitimin ne yapmasını gerektiğini belirlemeye çalışan çaba olarak eğitim felsefesini tanımlamaktadır. Eğitim felsefesi ülkenin toplumun ve insanın ihtiyaçlarına eleştirel bir bakışla gündeme getirmekte ve o ihtiyaçların tutarlı eğitim çalışmalarını ortaya koymaktadır. Eğitim politikalarına ve uygulamalarına yön vermekte, inanç, karar ve kıstasları incelemekte ve kontrol etmektedir. İnsan anlayış ve kavramını sorgulamakta ve yeni hipotezleri ortaya koymaktadır [40]. Eğitim felsefesi, felsefelerin bulgularını eğitim alanına taşımakta ve insanın yaşam kalitesini arttırmak için nasıl bir eğitime sahip olması gerektiğini sorgulamaktadır. Temel amaç ise bir kültürü nesilden nesile aktarmak ve gelecekteki toplumu şekillendirmektir [41].

Okul ve sınıfların yapılandırılmasında eğitim felsefesi önemli bir kapsam sunmaktadır. Okul var olma sebebini, hangi amacı savunduğunu, hangi konuların değerlendirildiğini, öğrencilerin nasıl öğrendiğini, hangi yöntem ve materyalin kullanılması gerektiğini felsefik yaklaşımlarla desteklemelidir[42]. Okulun eğitim içeriğini oluşturma ve düzenleme, hedeflerini belirleme, öğretme ve öğrenme süreçlerini eğitim felsefesi aracılığıyla yanıt vermelidir. Ayrıca okul ve sınıflarda ne tür bir etkinliklerin ve yaşantının vurgulanması gerektiği gibi temel sorunları felsefik yönelimler yardımcı olmalıdır [42].

Eğitim yapılarının biçimlenişi onu belirleyen felsefik akımların bakış açılarına göre değişim göstermektedir. Eğitimin felsefik yaklaşımı, bu bölümde fiziksel çevreye ve mimariye etkileri incelenmektedir.

### **3.2.1.1. İdealizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri**

İnsanoğlunun en eski ve en etkili düşünce sistemi olan idealizm, gerçekliğin tinsel veya düşünsel olarak ileri sürmektedir. İdealizmin temeli insanın ve dünyanın evrensel ruhun parçaları olmasına dayanmaktadır. İdealizm, esas gerçekliğin yalnızca düşüncede var olduğunu ve evrenin genelleştirilmiş zihinsel bir açıklama olduğunu

kabul etmektedir. İdealizm, insanın gerçek varlığını maddi oluşumlarla değil ruhsal benliğiyle ortaya koymaktadır [32].

İdealizm eğitimi, akıl sayesinde mutlak olan doğruları ve gerçeklere ulaşma çabası olarak tanımlanmaktadır. Eğitim, insanın yargısal, duygusal ve entellektüel çevresinde fiziki ve zihni görünümünü geliştirmekte, bilinçli ve serbest insanoğlunun üstün bir şekilde Tanrıya uyarlanmasında doğaüstü niteliklerle ilerleyen bir süreci yaratmaktadır [43]. İdealizm, eğitimin geçici yönlerine ilgi duymaktadır. Eğitimde esas alınan ideal insan unsurudur ve insanın ruhi yapısı ve değerleri geliştirilmesi amaçlanmaktadır [44]. İnsanı, doğruya, güzele yöneltmeyi amaçlayan idealist eğitim, yaşamayı ve öğrenmeyi değerler dünyasının ahlak ve bu değerleri gerçek hedefler haline getirmektedir. İdealist öğrencinin kişiliklerini geliştirmesini ve yüksek değerlere ulaşmasını sağlamaktadır. Kendi kararlarını verebilen, aklını kullanabilme ve yaratıcılığı geliştirebilmesi idealist bir öğrenciden beklenmektedir. Yaratıcı iş ve insanlığa hizmet duygusu yaratan idealist eğitim, her iki oluşumun sağlıklı bütünleşmesini öngörmektedir [43].

İdealist bir öğretmenin çalışma alanına girildiğinde geleneksel ve tanıdık bir ortamla karşılaşmaktadır. Matematik problemleriyle dolu kara tahta, bülten panoları, baskın konumda öğretmen masası ve bir dizi halinde düzenlenmiş öğrenci sıraları bulunmaktadır. Öğretmen kendi masasının yanından yüksek sesle, bir metin veya harita üzerinden öğrencilerine soru sorar haldedir. Öğrenciler dinler, not alır ve ellerini kaldırarak söz isterler [45].



**Şekil 16: İdealist Eğitim Yapısı Örneği – Monte Vista Okulu [46]**

İdealizm, mimari anlayışını, tarihin koruması, klasik formların tekrar uygulanabilirliği, oran-ölçek-denge gibi kavramlarla açığa çıkarmaktadır. İdealist bir mimari büyük fikirler ve kültürlere odaklanmaktadır. Müzeler, kütüphaneler, üniversite kampüsleri, kiliseler gibi laik ve dini yapılardan ilham almaktadır. Tarihi stil ve klasik mimari oranlarına dikkat etmektedir. Klasik geometrik şekilleri ve formları tasarıma ekleme, çıkarma ve birleştirmektedir. Eğitim ve Öğretim'deki öğeleri yapı formunda kullanarak eğitime destek olmaktadır. Örneğin üçgen kafes strüktürle, üçgenin açı kavramı anlatılabilmektedir. Tarihsel gelişimi, çocuk ölçekli bir öğrenim ortamı oluşturarak anlatmaktadır. Altın oran, simetri ya da klasik oranlarda çalışmaktadır. Mekanlarda edebiyat ve kültürel kaynaklardan yararlanan grafiksel tasarımlar, bir hikaye veya zaman çizelgesinde kullanılmaktadır. Bireysel tasarım unsurlarını ortaya koyabilen temalar üzerinde durmaktadır.

### **3.2.1.2. Realizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri**

Genel anlamda Realizm, somut ve nesnel bir düzenin içinde var olan gerçekler olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar bu gerçeğe ulaşma çabası içindedirler. Realizmi, idealizmden ayıran ise gerçeğin ruhsal ve algısal olmamasıdır. Realizm'in kurucusu olarak sayılan Aristoteles'e gerçek varlığı; fenomenlerin içinde gelişen öz olarak açıklamaktadır. Aristoteles ideaları, nesnelere dışında tutmamakta, tam tersine içinde olduğunu savunmaktadır. Nesnelere form (şekil) olarak adlandırmaktadır [33].

Eğitimi hem toplumsal hem de bireysel yönden inceleyen Realizm, insanı sosyal bir varlık olarak tanımlamaktadır. Eğitim sayesinde insan, var olduğu topluma, bilgili ve erdemli bir unsur haline dönüşmektedir [47]. Realist eğitimin temel amacı insanı en iyi donatıları vererek onları mutlu etmektir. Akıl gücünü geliştirmeyi, kendilerini ifade etme, kendi kimliklerini belirleme konusunda yardımcı olmaktadır [32]. Realizm eğitimi, doğruluğu tartışmasız kabul edilen değerleri öğretmekte ve bilgilerini bilimsel yöntem ve duyularla ortaya koymaktadır [48]. İnsanı toplumsallaştırma süreci olarak ele alan Realizm eğitimi, tümevarım yaklaşımını gerçekliğe ulaşmada en önemli yol olduğunu savunmaktadır. Gerçekler disiplinlere ayrılarak kendi içinde organize edilmektedir [49]. Eğitim, yaşamdan aldığı içerikle, kurumsal ve uygulamalı olarak yönlendirilmektedir. Ayrıca çağdaş yaşamın pratikteki problemleriyle de ilgilenmektedir [43].

Realist düzenli bir sınıfta, küçük bir doğa müzesi görünümünde, bilimsel çalışma için araç gereçler, referans kitapları mevcuttur. Odadaki ürünler, olgusal kullanımlar, doğa ile bağlantılar ve düzensel katkılarına göre seçilmektedir. Bülten tahtaları, kurallar, prosedürler, yemek planı ve öğrenci işleri gösterilmektedir. Öğrenciler verilen görevlere göre gözlenmekte ve sınıflarına ayrılmaktadır. Öğretmenler, sosyal hizmet vasfını realist bir inançla vermeye çalışmaktadır [45].



**Şekil 17: Realist Eğitim Yapısı Örneği – Arroyo del Oso Okulu [50]**

Doğal ve akılcılığa önem veren realist mimarisi, organik sistemler, fizik, strüktür, mekanik sistemler, konstrüksiyon ve malzemelerin realist odağın parçaları olduğunu kabul etmektedir. Realist bir mimar, okul tasarımında doğal dünyanın evrensel düzenini yansıttığını hatırlamaktadır. Mimar, okulda kullanacağı yapı malzemesini ve yapı tasarım kararlarını doğal dünya ve onun dokularından almaktadır. Ayrıca mimar, tasarımına duyuşal çevreyi dahil etmektedir. Ortamdaki nesnelere, somut duyuşal nitelikler ve doğal desenleri birleştirerek seçmektedir. Duvarda, zeminde ve tavan dokularında maddelerin kendine has özelliklerini ortaya

koyacak yapı malzemeleri kullanmaktadır. “Yumuşak” ve “sert” doku farklılıklarını, yatay ve dikey ekseninde uyumu dikkate almaktadır. Duyusal deneyimler için iç veya dış avluda iç bahçeler kurgulamakta ve öğrencilerin çalışma alanlarına bitkiler konumlandırmaktadır. Bina sistemlerini insan vücuduyla ilişkilendirmek için görülebilen yerlerde grafiksel tasarımlara başvurmaktadır.

### **3.2.1.3. Varoluşçuluk ve Eğitim Yapılarına Etkileri**

Varoluşçu felsefe anlayışı, her insanın, varlığın nedenini düşünmesini sağlamaktadır. Hayatın önemini anlamaya çalışan insan, antikçağda hayatı kainatın bir parçası olarak görmekte, ortaçağın insanı tanrıya yönelmekte, yeniçağın insanı aklın gücüne inanmakta, günümüzde ise dayanakların yitirme gücünden dolayı varlığından bir problem yaratmaktadır [51]. Varoluşçuluk, toplumun karşısındaki bireyselliği ön planda tutmakta ve yaşamın problemleri (Aşk sevinci ve acısı, özgürlük deneyimi, bireysel ilişkiler) üzerinde durmaktadır [52].

İnsan özgürlüğünün her şeyden üstün olduğunu öğreten Varoluşçuluk eğitimi, öğrencilere sorumluluk duygusunu ve kendileri konusunda bilinçlenme davranışını geliştirmektedir. Varoluşçu eğitim, özgürlüğü sınırlayanları anlatmakta ve seçme özgürlüğünün değerlerini sunmaktadır. Anlamlı ve önemli tercihler arasındaki farkı göstermekte ve kendi varlığının önemine vurgu yapmaktadır. Varoluşçu eğitim, yaşamın anlamına ilişkin sorularla kişisel doğruları aramayı ve farkına varmalarını sağlamaktadır. Bu sayede öğrenciler kendilerini belirleme ve tanımlama sorumluluğuyla karşılaşmaktadır [32].

Varoluşsal düşünce tarzında, öğrenci için özgün bir ortam yoktur. Varoluşçu felsefeyi benimseyen eğitim yapılarında, öğrencilerin kendilerini yansıtmaları ve düşünceleri için sanat stüdyoları ve kişisel ifadelerinin gelişimi için tiyatral giyinme mekanları yer almaktadır. Derin konuların ciddi tartışma için küçük grup alanları mevcuttur. Kullanıcıların kişisel eserlerini sergileyecekleri alanların değişimi, hareketin fikrini somutlaştırmaktadır. Öğrencilerin söylemleri, öğretmenlerinin söylemlerinden daha ön plandadır. Öğrenciler sınıflarında kendi çalışmalarını sürdürürken, bir yönden tiyatro, skeçler, resim, heykel, el yazmaları, şiir ve sunum gibi çeşitli etkinlikler yer almaktadır. Varoluşçu öğretmen bir grup öğrenciye kendi anılarını canlandırmak için söz verir. İç gözlemlerle birlikte kendini ifade edebilen

öğrenciler, kendilerini, farkındalıklarını, seçimleri, gizemleri cevap arayarak, yaşamlarını ciddiye alırlar [45].

Yapı çözümünde tamamen bireysel, çağdaş ve geleneksel tasarımın yarattığı boşluklarda, yeni bir şeyi yaratma hedefinde olan varoluşçu mimar, estetik, aniden ortaya çıkan yaratıcılık ve sorumluluğa sahip olmalıdır. Mimar, varoluşçu öğrencilerin sorumlulukları ve bireysel seçim özgürlüklerinin olduğunu fark etmelidir. Modern sanat galerileri, tiyatrolar, meydanlar örnek teşkil edebilir. Çevresel anlamda, öğrenciler ve diğer kullanıcılar, güçlü bir seçicilik içinde olmalıdır. Ortamdaki nesnelere, bireysel tercih, yaratıcılığı destekleyen ve ifadeleri niteleyen bir halde seçmelidir. Sınıf mekanları, geri çekilebilir platformlar, basamaklar, anfityatro ve çukur alanlar gibi çeşitli katmanlara bölünmektedir. Bu tipteki mekanlar, öğrencilerin kişisel özerkliklerini sağlamaktadır. Öğrencilerin kendi çalışmalarını sergileyebilecekleri alanlar oluşturmalı, kampüs içinde gizlilik, meditasyon ve düşünme için sessiz alanlar yaratmalıdır. Sesli koridorlarla, sessiz öğrenme alanları arasında tampon alanlar kurgulamalıdır. Bireysel çalışma alanlarıyla birlikte, birden çok faaliyetleri destekleyen, grupların toplanabileceği alanlar oluşturmalıdır.



**Şekil 18: Varoluşçu Eğitim Yapısı Örneği – Gary Jewel Okulu [45]**

#### **3.2.1.4. Empirizm ve Eğitim Yapılarına Etkileri**

Empirizm, bilginin duyumlar aracılığıyla ve deneyimle kazanılabileceğini öne süren yaklaşımdır. İlkçağda, evrenin başlangıcı ve oluşumunu, varlığın sebebini bilginin kaynağı ve anlamı gibi konularını göz önünde bulunduran deneycilik, bilgiyi aklın yasalarına göre değil, nesnelere görünüşlerine göre belirlemiştir. 17. Ve 18.



yy'da deneycilik, sistematik bir felsefe olarak ortaya konması amaçlanmıştır. John Locke, bilgilerin, düşüncelerin ve kavramların deneylerden ileri geldiğini savunmuştur. Bunu da zihinde herhangi bir duyumla bağlantı olmayan hiçbir düşüncenin mevcut olmadığını savunmuştur [53].

Eğitimle kazanılacak bilgi ve beceriler sonradan elde edilecek yeni buluşlardan ibaret olduğu düşünülmektedir. Temel amacı ise yaşama yol gösterip, şekil verilebilecek olan hayat anlayışını oluşturulmasıdır [54]. Eğitim aracılığıyla insan somut, empirik ve pratik alana yönlendirilmektedir. Ahlak, zihin ve beden eğitimini bir araya getiren insan yetiştirme sanatını, pasif öğrenimler değil, aktif tecrübelerin doğruya götüreceği inanılmaktadır. Deneyci eğitim, aynı zamanda deneyimin öğrenilmesini sağlıklı bir beden ve duyu organlarına sahip olmaya bağlamaktadır. Ayrıca akıl ve duyu algısının birlikte hareket etmesi, yani duyu yetisi, akıl için duyulur varlıklara ait idealleri ve düşünmenin malzemesini sağlarsa, akıl da duyu yetisine rehberlik etmekte, varlıkları duyu yoluyla düzenler ve onlardan hareketle yenilerinin oluşturursa karmaşık ve anlamsız bir şeyin kalmayacağı düşünülmektedir. Bu sayede eğitim için gereken bilgi, akıl ve duyu yetisinin birlikte ve karşılıklı yardımlarıyla kazanılmaktadır [55].

İlk bakışta düzensiz, dağınık ve gürültülü bir ortam olarak görülebilen Deneyci bir sınıf aslında azimli çocukların gelişimine katkı sağlamak için düşünülür. Mekanın planlanması, kullanımı, esnekliği, doğaçlaması çok amaçlılığı öğretmenlerden çok öğrenciler tarafından belirlenir. Bu ortamdaki öğrenciler çeşitli gruplar halinde kümelenirler. Bireysel fikirlerin tartışılması ve uzlaşılması bu fikirlerin gösterimi için çeşitli panolar tahsis edilir [45].

Problemi fark etme ve çözme sürecini kullanan ve önemseyen mimar, tasarım sürecini bilimsel yönetime benzetmektedir. Ancak, mimari sanat halinde görsel dili, yaratıcı tasarım ve insan ihtiyacı ilişkileri bu sürece adepte eder. Burada mimar, dokuların ilgi çekiciliği, eleştirilere yanıt arayışı ve tasarımın yeniden şekillenmesine cevap vermelidir. Mimar, deneysel olarak düşündüğü tasarımı pratik ve faydalı olarak düşünmelidir. Sınıf demokrasinin bir yansıması olarak kabul etmelidir. Ofis tasarımları, toplum merkezli demokratik kurumlar, parklar ve kentsel özellikli alanlardan örnek alabilir. Mimar, demokratik bir toplumda katılımı, tasarımın önemiyle yönlendirebilir. Çevredeki nesnelere öğrenme için yararlılığı, açık ve

çeşitliliği ve gerçek dünya ile işlevsel bağlantıları tercih edebilir. Farklı etkinlikler oluşturarak, ekip çalışması ve tüm grubun sunum ve çalışma alanını içeren öğrenim ortamlarını sağlayabilir. Disiplinler arası öğrenmeyi ve izolasyonu azaltmak için eğitim bölgeleri oluşturabilir. Mekanın tüm hacmini kullanabilir. Farklı öğrenim işlevlerini meydan getirebilecek aydınlatma sistemi kurabilir. Tasarımsal değişikliği izin verebilen bir tema kullanabilir. Hemen hemen tüm mekanlar ve eşyalar uyum içinde, dönüştürülebilir, esnek, çok kullanımlı ve taşınabilir özelliktedir.



**Şekil 19 : Empirist Eğitim Yapısı Örneği – St. Bede’s Koleji [56]**

### **3.2.1.5. Ekoizm (Ekosofi) ve Eğitim Yapılarına Etkileri**

1972 yılında Arne Næss Ekosofi’yi ekolojik uyum ve dengenin felsefesi olarak tanımlamıştır. Felix Guattari ise Ekosofi’yi insan zihni, kültürel çevre ve ekolojik çevrenin birbirinden soyutlanmadan değerlendirilmesi gerektiği yaklaşım olarak belirtmiştir. Bu felsefede insanoğlu doğanın sahibi değil parçası gibi davranır. İnsanoğlu ve insan dışı canlıların mutluluğu kendi içsel değerleriyle ilişkilidir [57]. İnsanı doğadan ayırmayan, doğayı karşılıklı bir bağla değerlendiren Ekosofi, doğanın da kendine ait bir değeri olduğunu ve insan hayat ağının bir parçası olarak vurgular [58].



Ekosofi tek başına felsefi bir kavramdan çok, ekoloji biliminin sonuçlarına dayanan bir kavramdır. Buna dayanarak, Ekosofi yeryüzü temelli bir bilgelikten yola çıkar [59]. Ekosofi, aynı zamanda, evrene ve hayata dair inanç ve hipotezlerle uğraşırken, çevreye dair sorunlara bu açıdan yaklaşır. Bireylerin hayat deneyimleri, sezgileri ve ekolojik bilinçliliklerini kapsayan ekosofi, sadece doğayı korumakla kalmaz, insanın yeryüzündeki varoluşu olarak nitelendirmektedir [60].

Ekosofi’de eğitim hedefi, tüketimle ilgili olmayan alanlara kaymasını sağlamak ve doğa ve biyosferle birlikte hareket ederek kaynakları korumasına yardımcı olmasıdır [61].

Ekoizm felsefesini benimseyen eğitim yapılarında ilk izlenim, ekolojik sınıfların kendi çevresinden ayrılmaz bir bütün olarak kabul etmesidir. Sürdürülebilir eğitim yapılarında, toplum, kültür ve yerel yaşam bölgeleri ile uyum içinde bulunmaktadır. Ekoist eğitim yapıları, sadece bina ve güneş yönelenimi, doğal aydınlatma, malzemelerin geri dönüşümü, dış ortamla bağlantı ve tarımsal bölgelerin oluşumuyla ilgili olmayıp, aynı zamanda öğrencilerin bu mekanları ve kavramları nasıl kullandığıyla ilgilenmektedir. Sınıf grupları, okul arazisini bir tarım laboratuvarı olarak kullanarak, iç ortam öğrenimlerini dış ortama taşıyarak, çevreyle bağlantı kurmaktadır. Ayrıca öğrenciler, kendi ürettikleri bitkisel ürünleri satmak için stant kurmaktadır. Bu sayede çevresel habitatın finansmanı sağlanmış olmaktadır [45].



**Şekil 20: Ekoist Eğitim Yapısı Örneği – Francis Parker Okulu**

Ekolojik hassasiyet, sürdürülebilir bir gelecek için tasarımla uygunluğuna dikkat etmektedir. Her Őey, doğa ile uyum içinde ve ekolojik sistem ilkelerine göre hareket etmektedir. Toprak, habitat, ekosistem, döngü, ağlar ve sürdürülebilir mimarlık çevreye duyarlı tasarım için örnek teşkil etmektedir. Nesnelere ve onların nitelikleri arasında bağlantılarıyla birlikte kendi ağlarını, sistemlerini ve bağımlılıklarını kurmaktadır. Hiçbir nesneyi izole etmemekte, geniş bağlamda görülmesini amaçlamaktadır. AŞağıda ekoizm'in eğitim yapı tasarımına getirdiği birtakım ek özellikler sıralanmaktadır.

- Enerji verimliliğine önem verilmesi
- Suyun geri dnŐmne ve yeraltı suyunun korunmasına izin verilmesi
- Ekolojik yaklaŐımların eğitimle aktarılması için dış ortamlarla sınıf arasında bağlantıların kurulması
- Tarım ve yaşam becerilerinin kazanılması için tasarımın yapılması
- Öğrencilerin, habitatların gözlemlenmesi ve korunmasını sağlamak için peyzaj unsurlarından yararlanılması (sulak alanlar vb.)
- Yöresel yapı, malzeme ve peyzaj tekniklerini koruyan tasarımın yapılması

Eğitim Yapı Planlaması ve tasarım sürecinde, tüm felsefik düşünceler kendi öğrenim ortamları bakımından farklılık içindedir. Tablo.1'de, felsefeler ve onların mimari etkileri arasındaki ilişkileri gösterilmektedir.

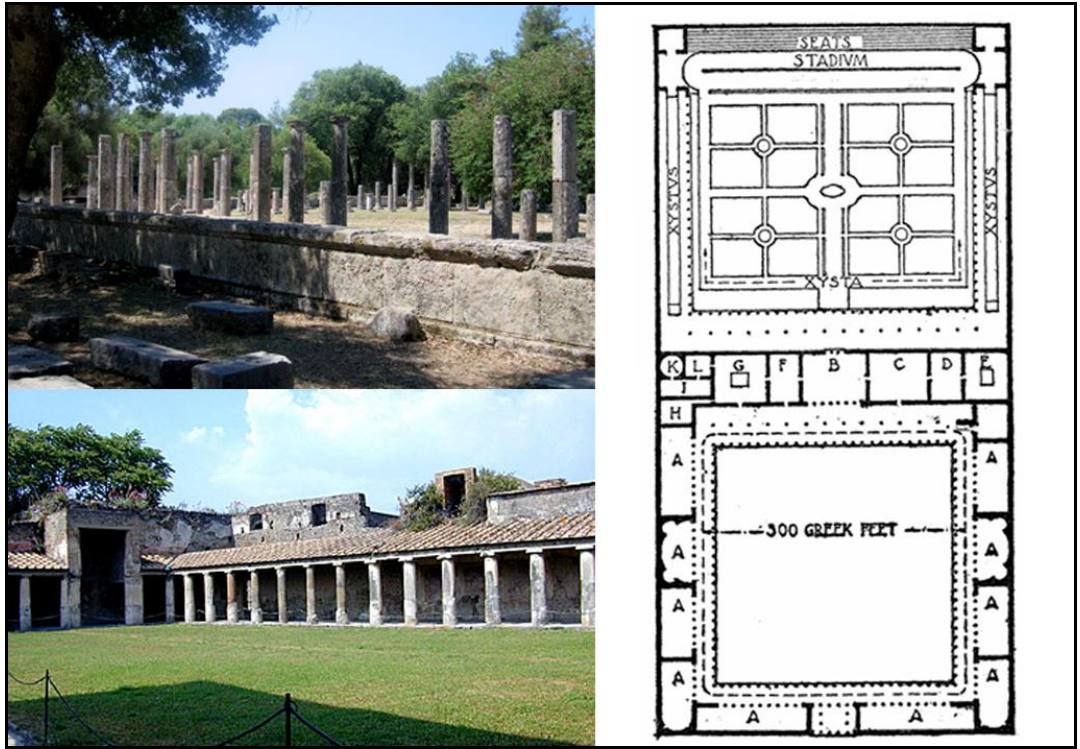
**Tablo 1: Eğitim Felsefeleri ve Mimariyle İlişkileri [45]**

<b>FELSEFİK DÜŞÜNCELER</b>	<b>EĞİTİM</b>	<b>MİMARLIK</b>
<b>İdealizm</b>	Kültürler, büyük fikirleri, değerleri ve mirası korur	Tarihi korur, geleneği sürdürür ve semboliktir.
<b>Realizm</b>	Doğal ve sosyal bir hukukun temel bilgilerini sabit ve rasyonel bir şekilde iletir.	Doğayı yeniden icat eder ve yorumlar. Gözlemlenebilir gerçeği gösterir.
<b>Varoluşçuluk</b>	Humanizm'i inceler. Tam işleyen hayatı toplum için bir model olarak hizmet eder.	Eğilimleri ve zevkleri ayarlar. Sanatı savunur. Toplumu yorumlar.
<b>Empirizm</b>	Sosyal düzeni yapılandırır. Değişimi yönetir. Demokratik yurttaşlar oluşturur.	Kamu tasarımları, demokratik ve pragmatik değerleri teşvik eder.
<b>Ekoizm</b>	Birbirleriyle ve sürdürülebilirlik hedefleriyle sorumlu vatandaşlar oluşturur.	Sürdürülebilirliği öğretir, şekillendirir ve ekolojinin dilini kullanır.

### 3.2.2. Toplumsal ve İç Ortam Faktörleri Açısından Gelişimi

Yüzyıllar boyunca eğitim yapıları, sosyo-kültürel, entelektüel, kurumsal ve fiziksel çevre ortamında, dalgalanan ve genişleyen toplumsal beklentilerle gelişmiştir. Bu beklentiler, eğitim sistemleri tarafında benimseme, öğrenme, hedefleri ve teorilerinin gelişimine adapte olmaktadır. Eğitim müfredatları genellikle toplumsal beklentileri karşılamak için gelişmeye çalışmışsa da esnek olmayan fiziki bağlamlar tarafından engellenmişlerdir.

#### 3.2.2.1. Klasik İlk Çağ ( M.Ö. 800 – M.S. 600 )



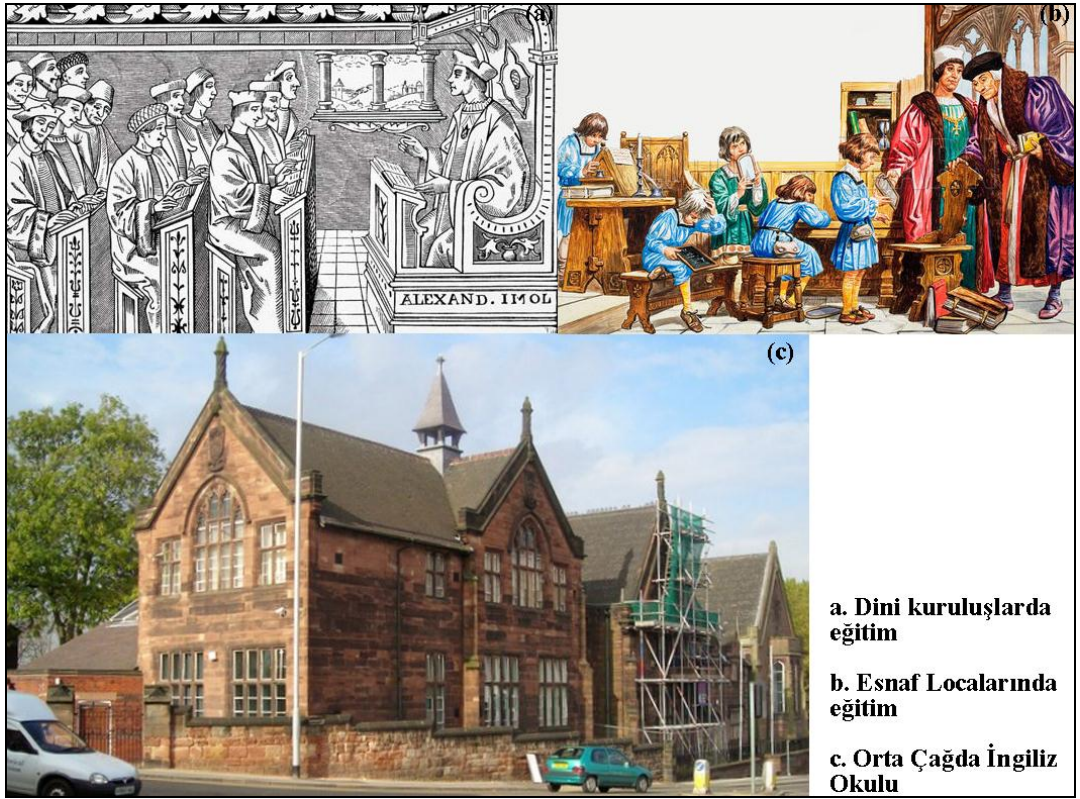
Şekil 21: Klasik Çağ Eğitim Yapısı – Palaestra [63]

Antik çağda eğitim mekanları öğrencilere vatandaşlık ve yetişkinler için hazırlık olarak görülmekteydi. Ebeveynler, öğretilmedikleri bilgileri, öğrenmeleri için çocuklarını bu okullara göndermekteydi. Özel olarak işletilen eğitim yapılarında, kişisel olarak ebeveynlerin çocuklarına ne öğretmek istediklerine göre ayarlanabilen müfredatlar oluşturulmaktaydı. Ebeveynlere, öğretmenlerini seçmek için özerklik tanınmakta ve genellikle jimnastik, müzik ve okur-yazarlık dersleri seçilmekteydi. Güç, dayanıklılık ve çeviklik eğitimi verilen jimnastik öğrencileri, savaş toplumlarında gerekli yaşam becerilerini sunan orduların oluşumu için gerekiyordu. Müzikal beceriler Yunan kültürünü ve tarihini yüzyıllar boyunca şarkılar aracılığıyla



aktarılması bakımından önemliydi. Okur-yazarlık ise antik yunan hukuki ve siyasi gücünü korunmasını sağlamaktaydı. Müzik ve okur-yazarlık eğitimi genellikle aynı binada meydana gelirken, jimnastik için özel tesisler inşa edilmişti. Bu tesislere “Palaestra” deniliyordu. Palaestra da derslikler, oyun alanları, soyunma odaları ve depolama gibi mekanlar yer alıyordu. Antik çağın sonlarına doğru, çizim ve boyama sanatları müfredatın temel içerikleri haline gelmişti. Bu dönemde görüldüğü üzere, ebeveynlerin talepleri ve toplumsal beklentiler, tarihin ilk eğitim yapılarında müfredatı ve öğrenme hedeflerini belirlemesine sebep olmuştur [17].

### 3.2.2.2. Orta Çağ (M.S.600 – M.S. 1600)

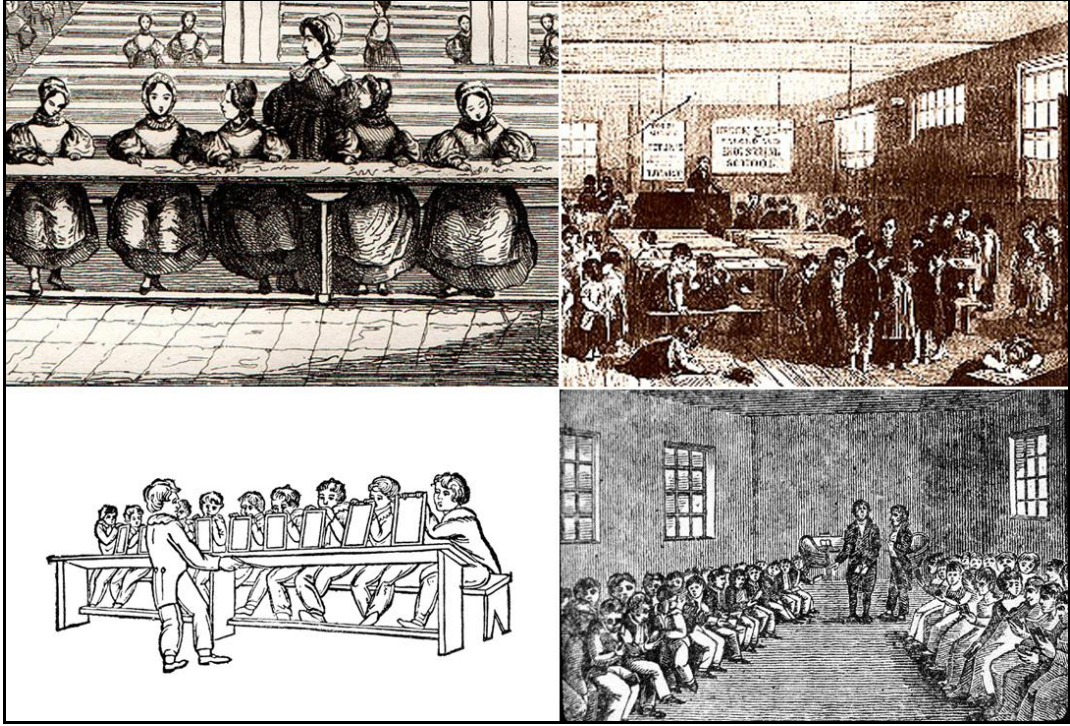


Şekil 22 : Orta Çağda Eğitim ve Orta Çağ Eğitim Yapısı [64]

Orta çağda resmi eğitim, katedral, manastır gibi dini kuruluşlar tarafından verilmekteydi. Din adamlarının eğitimi ve latince okur-yazarlığı oluşturmaktaydı. Matbaanın icadı ile kitaplar Avrupa’da çok sayıda basılmasına ve insanların ortak dilde okur-yazarlık talebini ortaya koymasına sebep oldu. Ruhban okulları ise bu popüler talebi karşılaması için ortaya çıkan özel okullardaki eğitime karşı çıktı. Ruhban okullarında eğitimini tamamlayan öğrenciler ise esnaf locaları tarafından oluşturulan meslek okullarına devam edilmekteydi. Antik çağdaki gibi burada da

ebeveynler kendi müfredatlarını seçebilme özerkliklerine sahiptiler. Dini eğitimle, toplumsal beklentilerin uyuşmaması reformlara sebep oldu ve ebeveynlerin etkisi azalarak hükümetler tarafından belirlenen eğitim sistemine geçilmiş oldu [17].

### 3.2.2.3. Modern Çağ (M.S. 1600 – M.S. 1900)



Şekil 23: Tek Odalı Okul Örnekleri [65]

Modern çağın eğitim yapıları üzerine uyguladığı kontrol, hükümetler tarafından sürekli artış göstermiştir. Siyasal istikrarsızlık sonucu olarak, her dönem gelen yeni iktidarlar müfredatları değiştirerek öğrenciler yoluyla halkın üstünde kontrolün sağlanması amaçlanmıştır. Fransız devrimine kadar İngiliz Monarşi hükümeti eğitim yapılarında mezhep ve din temelli müfredatı dini görüşleri kontrol etmek için uygulamıştır. Fransız devrimiyle birlikte hükümet, din ve eğitim arasındaki tüm bağları koparmak için müfredatı değiştirdi. İngiltere devlet okullarında, genellikle ticaret eğitimi veriliyordu. 18. yy 'la gelindiğinde ise özel okullar çoğaldı ve ticari ve mesleki orta sınıfın ihtiyaçlarına uygun olarak çeşitli konularda ( İngilizce, Matematik, Astronomi, Coğrafya, Anatomi, Biyoloji, İktisat, Etüt vb.) dersler verilmekteydi. Toplumsal beklentiler ve yenilikçi düşünceleriyle özel okullar geniş bir yelpazede gelişmelerine rağmen, devlet okulları, hükümetin düzenleme ve istihdam olanaklarının karşılamamasından dolayı düşüşe neden oldu [17].

19. yy başlarında Joseph Lancaster tarafından geliştirilen yenilikçi yaklaşımla tek odalı okullar (monitorial) günümüz okul tanımının ilk örneğini oluşturmaktadır. Tek odalı okullarda, uzman öğretmenler tarafından küçük gruplar halinde ders verilmekteydi. Bu sayede eğitim tüm kesimlere erişilmesi sağlanmaktaydı.

#### 3.2.2.4. Post-Modern Çağ (M.S. 1900 – Günümüz)



**Şekil 24: Amerika'daki Tek Odalı Okul Örneği – Michigan [66]**

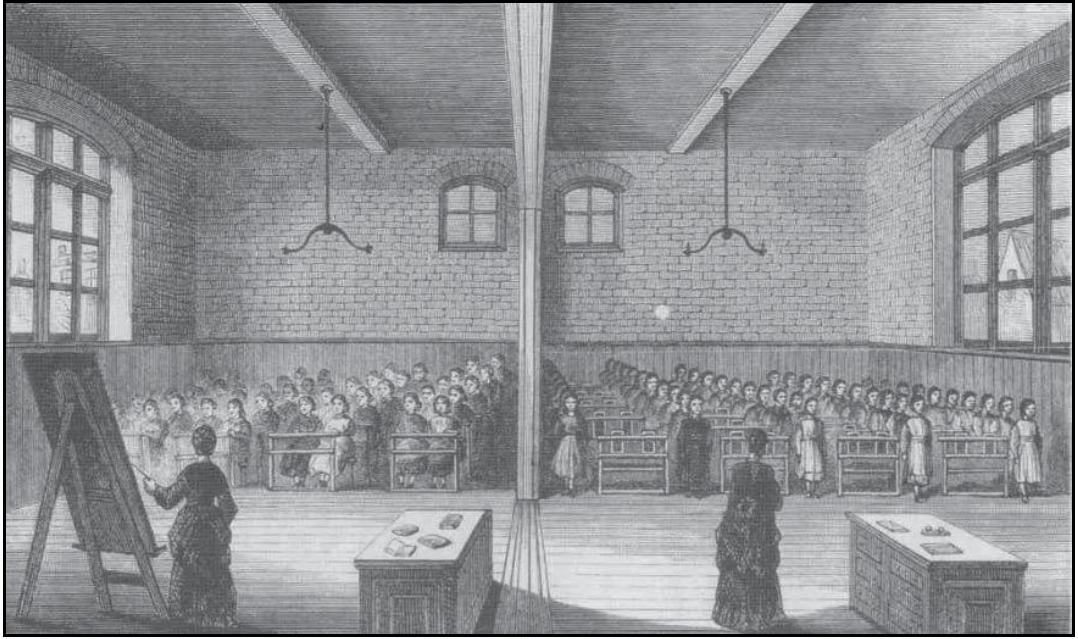
19. yy'ın ortalarına kadar organize bir kamu eğitimi mevcut değildi. Ebeveynler 17. yy'a kadar Yunan yönetimiyle çocuklarına eğitim vermeyi sürdürdü. Uluslar büyüdükçe zenginler için özel okullar kuruldu ve tek odalı okullar (monitorial) geliştirildi. Horace Mann kamusal eğitimin ekonomik gelişime göre düzenlenmesine ve işletme sahiplerinin daha iyi çalışanlara sahip olmaları için halk eğitiminin gerekliliğini savunmaktaydı. Yerel işletmeler, tüccarlar ve varlıklı esnaf fikrini desteklediler. İşverenler sanayi devriminin beraberinde getirdiği disiplinli iş gücü ihtiyacı, okul sistemini belirlemekteydi. 19. yy'ın getirdiği okul sistemi, toplumsal beklentileri karşılamak için fiziksel öğrenme ortamının yanı sıra kendi öğrenme hedeflerini de yapılandırmıştır. Tek odalı okul sisteminin iyi işlemesiyle, eğitim yapıları birden çok derslikten meydana gelerek, doğrusal ve sıralı yerleşimlere dönüşmüştür [17].



### 3.2.2.4.1. M.S. 1900-1930 Yılları Arası

Bu dönemde, Amerika'da okur-yazarlık oranlarının yükselmesiyle, büyüyen şehirlerde tek odalı okullar büyük ilgi gördü ve altyapısının gelişimi için girişimler yapıldı. Genel olarak eğitim yapılarında, kötü konumlanım, gürültü ve kirlilik problemleri sıkça rastlanmaktaydı. Horace Mann ilk olarak sınıfları standardize ederek, mekan düzenini ortada öğretmenin masası ve onu karşılayan sıralar, iki taraflı pencere açıklıkları ve diğer gereçler olarak oluşturmuştur. Ortak okul olarak adlandırılan bu hareketle, gereken harcamalar vergilerle sağlanabilmekteydi [67].

Tek odalı okullar, eğitim yapılarının standartlaşmasında ilk adımı atmıştır. Kasaba ve şehirlerde artan öğrenci sayısı ve yetiştirilmelerinde sorumluluklarının karşılanabilmesi için standardize olması zorunluluk haline gelmiştir. Bu da sınıfların daha çok öğrenci barındırabilecek şekilde tasarlanmasına sebep olmuştur. Şekil.25'te İngiltere'de temsilen ideal düzenli bir sınıf görülmektedir.



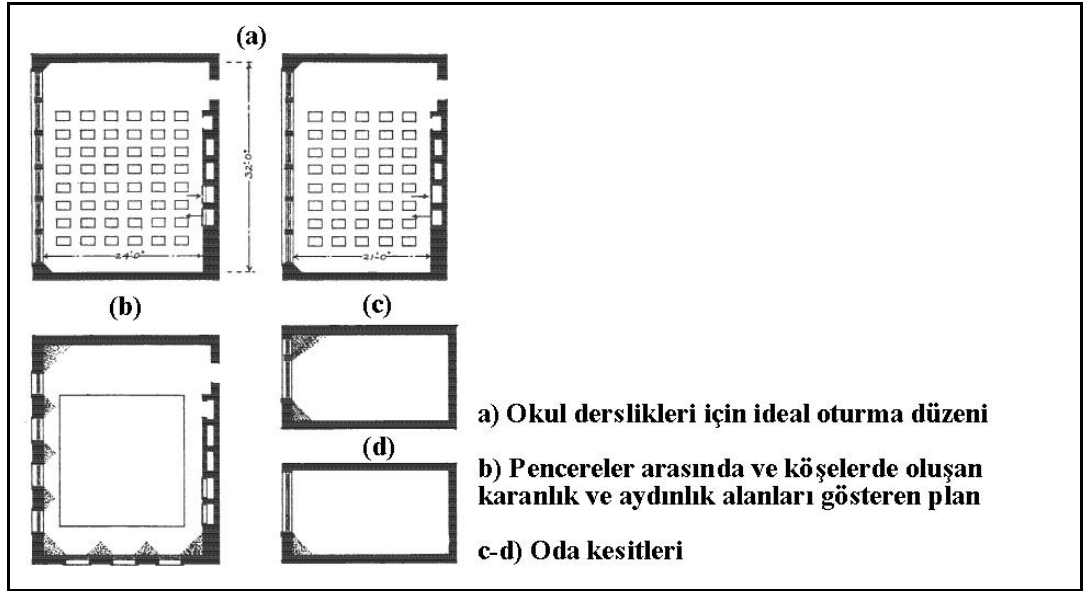
**Şekil 25: İngiliz İdeal Sınıf Düzeni [67]**

Yüzyılın başlarında okul tasarımcıları okulun ısıtma ve soğutma amacıyla dersliklerin birçok teknik denendi ve konuyla ilgili olarak altyapı yetersizliğinden sorunlar yaşanmaktaydı. En basit haliyle 1910 yılında Hamlin, havalandırma sistemini, taze hava kanalları vasıtasıyla sınıflara getirilmesini ve gerekli açıklıklarla sahip olmasını öngörmüştür. 19. yy'ın son yıllarında binaya temiz havanın dakika başına en az  $30m^3$  hava temin edilmesi ve söz konusu sınıfların  $70^{\circ}F(\approx 21^{\circ}C)$



sıcaklığında korunması standardize edilmiştir. Bu dönemde özellikle büyük şehirlerde derslikler için suni havalandırma talebi giderek artmıştır. Ancak Hamlin gereğinden fazla suni havanın kullanılmamasını ve her zaman öncelikli olarak doğal havalandırmanın kullanılmasını savunmuştur.

Bu dönemde, gün ışığı genellikle elektrik aydınlatmasının eksikliği nedeniyle tercih edilmekteydi. Eğitim binaları, en iyi doğal ışık koşullarına uyacak şekilde dikkatlice planlanmıştı. Hamlin bunu “ Her öğrencinin sol omzuna ışık gelmelidir.” sözüyle görsel konforun sağlanması için öngöründe bulunmuştur. Şekil.26’da sınıfların karanlık noktalardan kaçınılarak, açıklıkların genişlikleri ve duvar bölümlerine oranları görsel konfordan ödün verilmeden açıklaması görülmektedir [67].

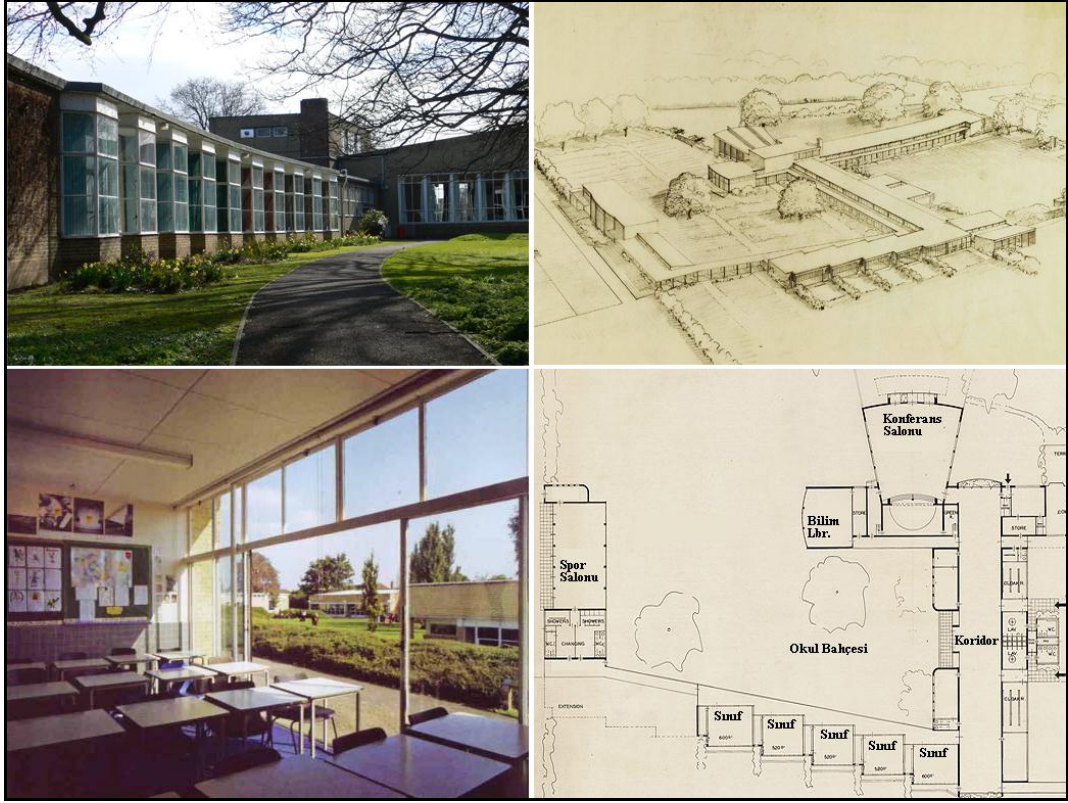


**Şekil 26: Dersliklerde İdeal ve Kusurlu Aydınlatma Yapılanmasını Gösteren Diagram [67]**

Bu dönemde, görsel konforun sağlanabilmesi için standardize edilen diğer şartlar aşağıda sıralanmıştır.

- Toplam pencere alanı, uzun kenarlı duvar yüzeyinin %40-50’si ve zemin alanının  $\frac{1}{4}$  ‘ü kadar olması
- Pencereleerle, tavan arasındaki mesafe 6 inch ( $\approx 15\text{cm}$ ) ve yerden 3 feet ( $\approx 90\text{cm}$ ) yüksekliğinde olması
- Düşük maliyet, lojistik kolaylığı sebebiyle akkor lambaların tercih edilmesi
- Sınıfların aydınlatma düzeyi 3,5-6 fc olması

### 3.2.2.4.2. M.S. 1930-1945 Yılları Arası



**Şekil 27 : Açık Hava Okulu Örneği – Impington Okulu [68]**

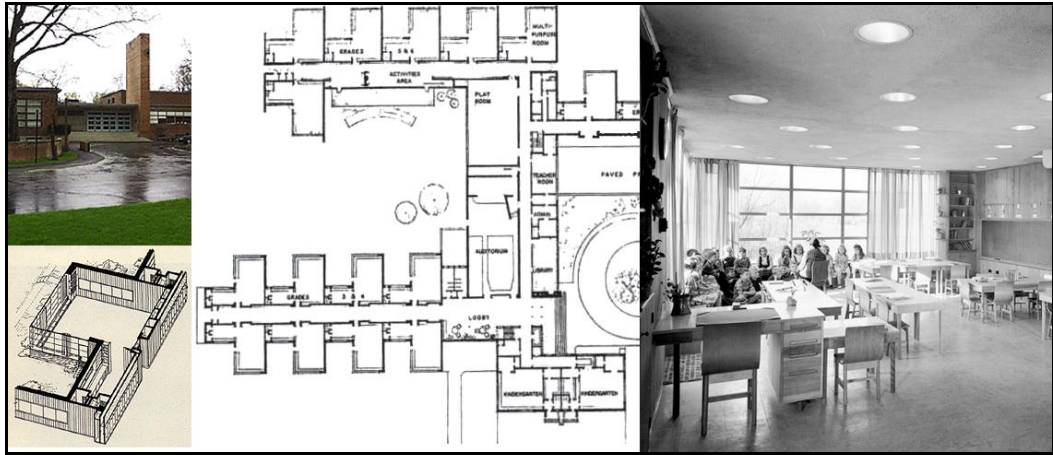
1930-1945 yılları arasında eğitim yapıları, eğitimde yeni modellerin artan ilgisine rağmen, önceki yıllarda yapılan ölçümler ve tasarım ilkeleriyle inşaa ediliyordu. Eğitimde önemli bir gelişme, bugün de mevcut eğitim düşüncesi olan, öğrenci merkezli öğrenme<sup>2</sup> kavramını ortaya koymuş ve geliştirmiştir. Geliştirilen öğrenci merkezli öğrenim yöntemi, ilk defa Cranbrook Erkek Lisesi'nde ve Tehtaanmaki Okulu'nda "açık hava okulu" hareketi olarak uygulanmıştır. Açık hava okulu düzeninde eğitim yapıları, aydınlık, açık havada öğrenme ve kolay sirkülasyon olanaklarıyla öne çıkmaktadır. İşlevsel bir anlayışta olan açık hava okullarında, zihinsel temelli aktivitelerde fiziksel sağlık ve ferahlığa yol açan temiz havanın önemi vurgulanmıştır. Bunun en güzel örneğini Impington Koleji'nde yetişkin öğrenme merkezinde görülmektedir. Bu merkezde tavana kadar uzanan pencereler ve dış ortamla, iç mekan arasındaki saydam geçişe dikkat çekilmektedir [67].

<sup>2</sup> Öğrenci Merkezli Öğrenim: Tüm öğrenme uygulama alanlarında her etkinliğin, her çalışmanın odağına öğrenciyi yerleştirmek ve her çalışmayı öğrencinin eğitimi, öğrenmeyi öğrenmesi için düzenlemektir.

Bu gelişmeler ve yenilikçi hareketlere rağmen, daha az fonksiyonellikle ve klasik sınıf düzeninde eğitim yapıları yapıldı. 1930'lu yıllarda, eğitim yapılarının standardize edilmesi ve açık plan okul tasarımında, öğrenci merkezli sistemin önemi ve psikolojisi üzerinde durulmaktaydı. İç çevre kalitesi standartları kabaca belirlenmiş ancak ekonomik sorunlar sebebiyle arka planda kalmaktaydı.

### 3.2.2.4.3. M.S. 1945-1960 Yılları Arası

Bu dönemde okul tasarımında birtakım yenilikler ortaya atıldı. Klasik ve geleneksellikten uzak, modern çatı ve cam-metal pencere sistemleri ve tuğla-beton duvar düzenleri oluşturuldu. Modern mimarlar; çoğunlukla okul inşaatında verimlilikleri ve geçmiş stilleri farklı değerlendirerek katkı sağlamıştır. Pratik ve fonksiyonel açıdan geliştirilen, hafif konstrüksiyonlu, yeni yapı teknolojisi geliştirilerek ucuz ve kolay bina yapımını savundular. Hille, modüler cephe sistemini geliştirerek sürekliliği olan, boydan boya uzanan şerit pencereler ile doğal ışık sağlamış oluyordu. Modüler cephe sisteminin ilk örneği Crow Island Okulu L plan tipli, koridorlara bağlanan sınıf odaları ve büyük cam bölmeleriyle görülmektedir. İç ortama ferahlık kazandırarak, doğayla görsel temas kurulması ve iç mekanlara taze havanın verilmesi amaçlanmıştır [67].



**Şekil 28: Modüler Cephe Sistemi - Crow Island Okulu [69]**

Bu dönemde belli başlı iç mekân konfor kriterlerinde değişimler meydana geldi. Bunlar;

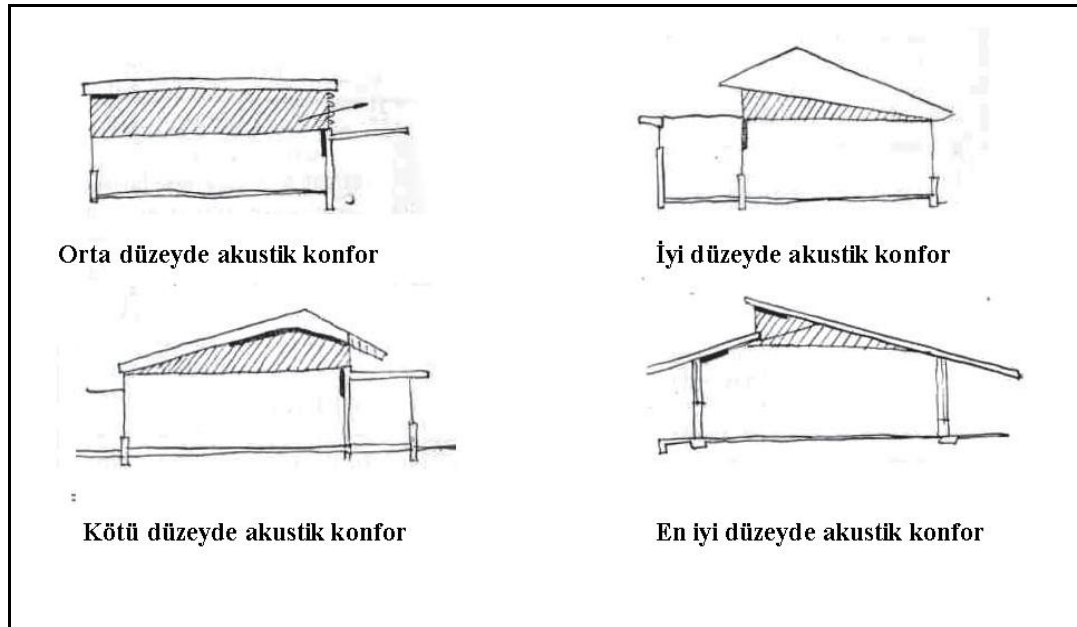
- Havalandırma standartları kişi başına 10 cfm 'ye indirildi.

- Sınıflar genellikle gündüz saatlerinde kullanılması ve pencere boyutlarının büyümesiyle sıcaklık seviyelerinin artmasına sebep oldu. Dolayısıyla termal konforun önemi giderek artmaya başladı.
- 1940-1950 yıllarında floresan lamba, ucuz meliyetiyle fırsatlar yaratmaktaydı. Derslikler doğal aydınlatmayla birlikte hafif suni aydınlatma kullanmaktaydı. Aydınlatma teknolojisinin gelişimiyle de standartların geliştirilerek 30 fc aydınlatma seviyesi geliştirilerek 70 fc yükseltildi.

Haman, eğitim yapılarının aydınlatılmasında gereken üç faktörün ilişkisi ve dengeli bir şekilde görsel ortamdaki etkilerini ortaya koymuştur. Bunlar;

- Açıklıklar (Pencere düzenleri)
- Yüzey bitişleri
- Suni aydınlatma

Haman, eğitim yapılarında doğal ışığın oluşturduğu parlama, göz kamaşmaları ve iç ortamın yeterli miktarda aydınlatılmaması konularına dikkat çekmekte ve görsel konforun daha kapsamlı olarak incelemiştir. İncelemeler sonucunda Haman, gölgeleme ihtiyacını ilk defa bu dönemde ortaya atmıştır.



**Şekil 29: 1949 Yılında Çizilen Sınıflarda Akustik Konforu Anlatan Diagramlar [67]**

1950-1960 yıllarında mimarlar temel geometrik sınıfların standardize edilmesiyle, akustik performansa da dikkat çekmeye başladılar. Haman bu konuda,



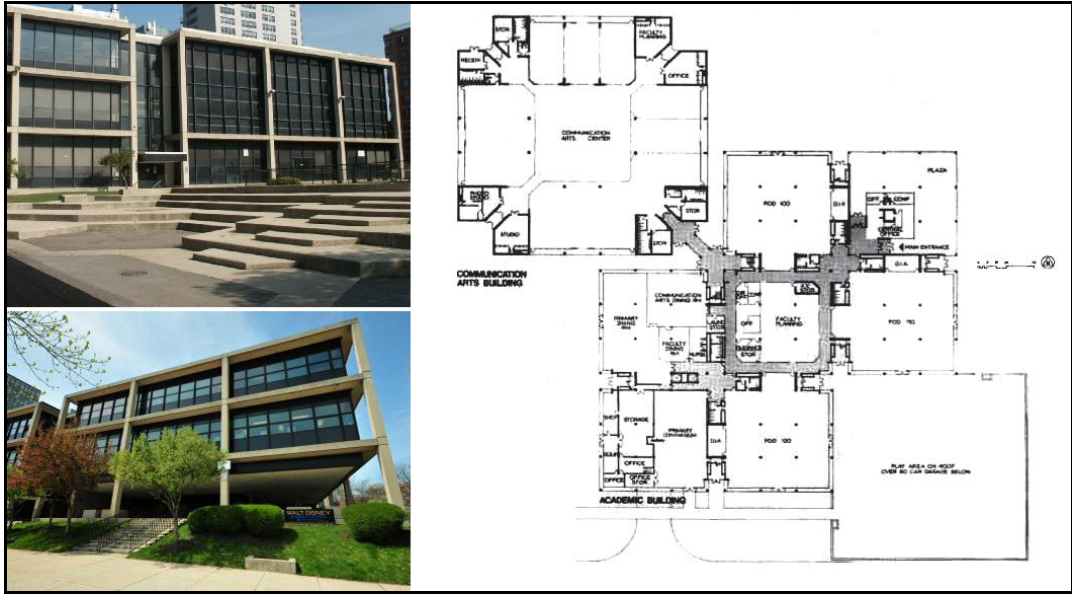
ses emici yapı malzemeleri önermiş ve gerekli ses kontrolü miktarını, türleri ve malzemelerin seçimine dikkat çekmiştir [67].

Bu dönemde temel tasarım kararları, izolasyon, düşük arka plan gürültüsü gibi akustik kararlar alınmıştır. Dış gürültüyle iç gürültü iletimini önleyen duvarlar arasında koruyucu plaklar öngörüldü. Akustik performansın sağlanabilmesi için dört temel prensip belirlendi. Bunlar;

- Arka plan gürültüsünün düşük seviyeye getirilmesi
- Yankılanma kontrolü
- Seslerin uygun dağılımı
- Yaşlara göre yeterli ses seviyesi

Bu ilkeler ve gereklilikleri yayınlanmış olsa da bu dönemde üreticiler ve uygulayıcılar tarafından akustik kriterler gözardı edilmekteydi [67].

#### 3.2.2.4.4. M.S. 1960-1980 Yılları Arası



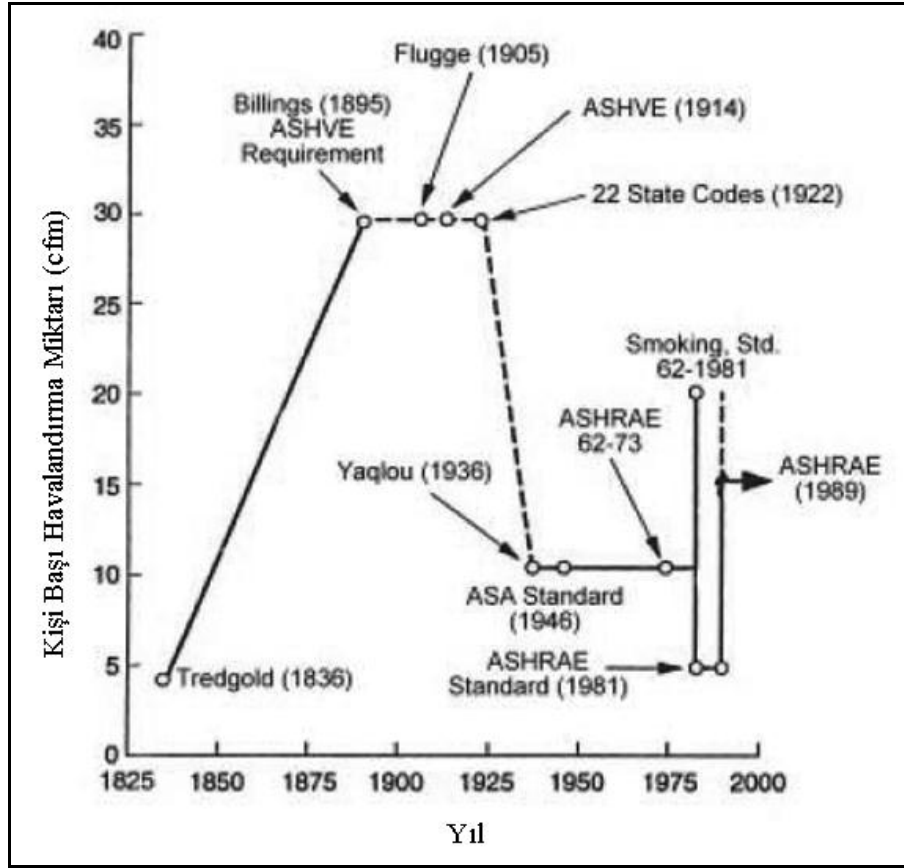
Şekil 30: Açık Plan Okul Yapısı Örneği – Chicago Walt Disney Okulu [70]

Bu dönemde eğitim yapıları, yeterli eğitim fırsatlarıyla, azınlıkların ve düşük gelirli öğrencilerin dikkat çekmekteydi. Devlet okulları, yaratıcılığı ve kendilerini ifade etme özgürlüklerini odaklanmıştır. Eğitim araştırmacılarının okul tesisleriyle,

öğrencilerin öğrenimlerdeki etkisi arasında bağlantıları tanımlamaları ilk defa bu dönemde ortaya atıldı [67].

Fiziksel çevrenin, öğrencilerin davranışları üzerine etkileri araştırılmış ve psikolojik gelişim, derslik ve eğitim yapılarındaki ortak alanlarda yeni yaklaşımlara sebep olmuştur. Bu yaklaşımın ilk örneği, açık plan okul düzenine sahip olan Chicago Disney Okulu, ergonomiyi ön plana koymuş ve sınıfların tek bir ortak mekana yani boşluğa bakmalarını sağlamıştır.

Bu dönemde ayrıca, eğitim yapı sistemleri geliştirme programına göre prefabrik konstrüksiyon sistemiyle ortak bir çaba içine girilmiştir.



**Şekil 31: Yıllara göre ASHARE Standartlarının Havalandırma Oranları [67]**

1973 yılında, enerji kriziyle beraber okul tesislerinde düzenlemeye gidildi. Doğru ihtiyacı belirleyerek, enerji tüketimi azaltma hedeflenmiştir. Okul tasarımında basitlik ön plana çıktı ve mekanik sistemler gerekli aydınlatma ve termal konforun sağlanabilmesi için yeniden yapılandırıldı. Özellikle enerji tasarrufu, eğitim yapılarında büyük pencereler azaltılmaktaydı. Bu da beraberinde doğal ışık ve ventilasyonun modern mimaride sorunlara sebep olmaktaydı. Penceresiz sınıflar,

beraberinde öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde olumsuz etkilerine rağmen enerji tasarrufu daha öncelikliydi. İç ortam kalitesini bir bakıma 1970’li yıllarda hava kalitesi enerji tasarrufu sebebiyle, öğrenci başına gerekli taze hava miktarını 5cfm-10cfm gibi asgari standartlara düşürülmüştür. Özellikle 1970’li yıllarda akustik performans üzerine açık planlı okullarda popülerlik kazandı. Sınıflarda, 45 desibele kadar ses azaltma faktörü kabul edilmiştir [67].

#### **3.2.2.4.5. M.S. 1980 – 2000 Yılları Arası**

1980’li yıllarda Amerika’daki ekonomik kriz ister istemez eğitim yapılarını da yansıtmaktaydı. Okul tesislerinde yapılan yatırımlar, yenileme projeleriyle mevcut binaları korumak ve işlevselliği ön planda tutmaktaydı. Hille, eğitimin sosyal hayatın ve politikanın durumuna göre yeniden ele alınmasını ve “matematik, fen, sosyal bilimler” olarak okul tesisleri yapılanmasını ve daha geleneksel eğitim mekanlarına geçilmesini savunmuştur. Yerel ve bölgesel yönetimler, kendi fon ve programlarını oluşturarak enerji verimli okul projelerine destek vermiştir [67].

1995 yılında GAO (Genel Merkez Ofisi) tarafından yayınlanan rapora göre eğitim yapılarının öğretim yeterliliği açısından, bir takım iyileştirilmeler yapılmalıydı. Bu iyileştirilmenin içeriğini, kirletici içeriklerden uzak durulması, bedensel engelli öğrenciler için fırsat eşitliği ve su korunumu oluşturmaktaydı. Bu rapor birçok anlamda yararlılıklar gösterdi. 1980’li yıllarda kullanılmaya başlayan taşınabilir sınıflar, ilk yapım maliyetlerinin düşük, yapım sürecinin hızlı ve esnek kullanımının olması sebebiyle birçok bölgede tercih edilmiştir. Ayrıca GAO raporunda, taşınabilir sınıfların genel yeterliliği, iç ortam kalitesi, suyun kullanımı ve birçok problem ortaya konmuştur [67].

1990’lı yıllardaki önemli gelişme, yeşil bina veya yüksek performanslı bina kavramlarının ortaya çıkmasıydı. Bu dönemde, yeni bir yeşil bina derecelendirme sistemi (LEED- Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) 1998 yılında kuruldu ve 2000’li yılların başında hızla büyüdü. LEED kurumu, büyük ölçüde yeni okul tasarımı ve inşasıyla ilgili standartları ortaya koydu. Doğal kaynakların korunumu, çevreye ve iç ortam kalitesine duyarlı yaklaşımı dikkat çekmiş ve yeniliklere yol açmıştır.

Enerji tasarrufu çabaları, önceki dönemlerde olduğu gibi 1990'lı yıllarda daha da hız kazandı. Binanın fiziki ve teknik ihtiyaçlarına göre bina sakinlerinin (öğrenci, personel) etkileri enerji tüketiminin davranış yönleri ele alınmıştır. 1990'lı ve 2000'li yıllara geçildiğinde yüksek performanslı eğitim yapılarına ilgi giderek arttı. LEED ve CHPS gibi derecelendirme sistemleri küçük çaplı yenilenebilir enerji sistemlerine (özellikle solar panel sistemleri) teşvikte bulundular. LEED sertifikalı binaların güvenilirliğinin araştırılması ve yeşil bina kavramına vurgu yapılması maksadıyla, devletler enerji performansı ölçümleri yapmaya başladı [67].



**Şekil 32: Yeşil Bina Derecelendirme Kuruluşları**

Endüstri kuruluşları, sınıfların ısıtma, vantilasyon ve hava kalitesi hakkında temel ihtiyaçları araştırmış ve zihinsel aktivitelerin gerçekleştirilmesi için;

- Sınıfların nem oranının yüzde 40-70 arasında olması
- Sıcaklıkların 68-75 °F ( $\approx 20-24^{\circ}\text{C}$ ) seviyelerinde olması
- CO<sub>2</sub> seviyelerinin düşük tutulması için 1.000 ppm ve 1.500 ppm seviyelerinin korunması gibi birtakım kararlar almıştır.

Eğitim yapılarında astım vakalarının artması üzerine hava kirletici partikülleri ve etkileri ile ilgili araştırmaları 1990 yılında ASHRAE tarafından yapılmıştır. ASHRAE, açık hava kaynağıyla, iç hava kalitesini öğrenci performansına bağlantı kurarak, kişi başı havalandırma oranını 10 cfm (minimum) olarak kabul etti.

Termal konfor ve doğal havalandırma alanında bir diğer önemli gelişme, doğal havalandırmanın artan kullanım ihtiyacı ve karışık mod sistemler ve ilişkili adaptif termal kalite standartlarının oluşturulmasıdır. Termal adaptif model, enerji tasarrufu hedeflerini ve iç çevre kalitesini içermektedir. Bu da ASHRAE



standartlarında önemli değişikliklere neden olmuş ve derslikler için doğal havalandırma yeniden ele alınmıştır [71].

Geniş kapsamda, aydınlatma standartlarının oluşturulmasına rağmen, sınıflar için gereken aydınlatma seviyelerinin belirsizliği korunmuştur. IESNA sınıfların aydınlatma seviyesini kimi bölgelerde 30-70 fc, kimi bölgelerde ise 50-100 fc olarak öngörmüştür. Çağdaş araştırmalar, dersliklerle aydınlatılması konusunda performansa dayalı standartları doğru aydınlatma ve görsel konfor ölçümleri üzerinde durmuştur. Hes Chang Mahane Grubu tarafından 1999 yılında yapılan bir çalışmaya göre doğal aydınlatmaya sahip sınıflarla, yapay aydınlatmaya sahip sınıflarda öğrenci performansına yönelik araştırmalar yapılmış ve öğrencilerin öğrenim kapasiteleri artışına olumlu bir etkisi olduğu kanısına varılmıştır [67].

1980'li ve 1990'lı yıllarda sınıfların iyi akustik koşullara sahip olması için araştırmalar yapıldı. Düşük arka plan gürültü düzeyi, konuşma anlaşılabilirliği, okul arazi seçiminin trafik yoğunluğundan uzakta olmasının önemine değinilmiştir. Buna göre maksimum arka plan ses seviyesinin 35 dba ve yankılanma sürelerinin ise 0.6 – 0.7 saniye arasındaki zaman diliminde olması gibi birtakım standartlar oluşturulmuştur.

### **3.3. Eğitim Yapılarının Öğrenci Performansına Etkileri**

Araştırmalar, bir binanın kalitesi, kullanılan malzemeleri, iç hava kalitesi, ilgi çekici tasarım özellikleri, aydınlatma kullanımı, akustik tasarımı, eğitim binasını kullananların performansını etkilediğini kanıtlamaktadır. Fiziki tesisin, öğrenme eylemini etkilediği anlayışı okulun planlanmasının, tasarlanmasının ve yapımının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yeni bir okul yapımı için planlama, sürdürülebilir tasarım uygulamalarının kullanımı için önemli bir aşamadır. Çünkü planlamanın bir parçasını teşkil eden arazi seçimi binayı kullanacak olan toplumu göz önünde bulundurarak sonraki aşamaların verimliliğini sağlayan en önemli etmendir. Sürdürülebilir bir tasarım süreci, okul kullanıcılarının ve tüm yapı sahiplerinin ihtiyaçlarını göz önünde tutarak bütünsel bir yaklaşımla yapılmaktadır. Bu yaklaşım, teknik tasarım ve yöneticilerin birincil sorumluluğu geleneksel mimarinin aksine maliyetlerin kontrolü üzerinden tasarıma gitmektedir. Geleneksel bir anlayış altında öğrenme ortamı yaratacak olan binanın fikri hedef olarak belirlenmekte ama süreçler yeni hedeflere ulaşmak için bir takım engeller yaratmaktadır [18].

Eğitim yapılarının yapımında zaman ve maliyetlerle büyük miktarlarda yatırım yapılmaktadır. Ayrıca üretken ve sağlıklı ortamlar yaratılmaktadır. Sürdürülebilir tasarım ise bu yatırımların performansını, verimliliğini ve gelişimlerini izleyecektir.

Sağlık, fiziksel faktörlerin yanı sıra, psikolojik ve sosyal refah içerdiğinden çok yönlüdür. İnsanlar, temel içgüdüleri olan yaşam ve refah ihtiyaçlarına sahiptir. Hayatta kalmak için hava, su ve akustik düzeyler gibi çevre sağlığı faktörlerine gereksinimleri vardır. Refah ihtiyaçları, hem sosyal hem de psikolojik sağlığı etkileyen faktörler içerir.

#### **3.3.1. İşitsel Etkileri**

Genel bir kaniya göre sınıflar, öğrencilerin duyma kabiliyetleri üzerinde negatif etki yapmaktadır. Bu da açık bir bilgiyi onlar için absorbe etme ve koruma zorluluğuna sebep olmaktadır. Yapı akustiği, kullanıcılarına birtakım etkiler yaratmaktadır. Bunlardan birincisi, arka plandaki sesin, öğrencinin öğretmeni duymasını zorlaştırmasına ve öğretmenlerinin seslerinin yükseltmesine ve yorulmalarına sebep olmaktadır. Genellikle çoğu insan, arka plandaki ses 15db'den

daha fazlaysa dinlediği şeyin anlayamamasına neden olmaktadır. Bir diğer etkisi ise, sınıflardaki sert materyaller daha fazla ekoya sebep olarak ,akustik konuşmadaki anlaşılabilirliği bozmasıdır. Oda ekoyla doluyorsa konuşma zorlaşmakta ve yankılanma için bir süre geçmektedir. 0.6 sn' den daha uzun bir yankılanma süresi ile sesin anlaşılması güç kabul edilmektedir. Akustik bir odanın iç yüzey nitelikleri göz önünde bulundurularak bu koşullar tahmin edilebilmekte ve hesaplanabilmektedir [72].

Akustik, sadece sınıf içi değil açık ortamdaki gürültünün de öğrenimi etkilemektedir. Bu alanda yapılan önemli bir araştırma düzenli uçuş güzergahı olan bir havaalanının yakınında yer alan okulun öğrencileri üzerinde yapılan testlerde, çocukların okuma oranının %20 oranında düştüğü belirlenmiştir.

Amerika Akustik Derneğinin (ASA) 2009 yılı kaynaklarına göre, sınıf içinde yapılan akustik araştırmalarda, çalışma alanının (faaliyet alanı) iletişime açık olması okul tasarımı ve akustik performansına bağlı olduğu görülmektedir. Bu bağlantıyı kurabilmenin en kolay yollardan biri, yapılan araştırmalarda öğrencilerin zaman zaman öğretmenin konuştuğu kelimelerin %10'ununu duyamaz olduğu gözlemlenmektedir. Bunun sebebi ise akustik çevre içindeki parazitlenmedir. Birçok iyi kontrollü çalışmada arka plandaki gürültü seviyesinin düşük olması ve konuşma anlaşılabilirliği için uygun akustik koşulların sürdürülmesi öğrenim düzeyi açısından önemlidir . Bu çalışmalar ayrıca beklenmedik biçimde zayıf olan sınıfların akustik performansını ölçerek mevcut problemin boyutlarının ortaya koyulmasını sağlamaktadır.

Danimarka'da yapılan güncel bir çalışmada sınıf refahı için derslikteki yankılanma ve çocukların performanslarına bakılmıştır. Sınıf içindeki farklı yankılanma süreleri, çocuklardaki kısa süreli bellek, algılama becerileri ve ders hakkında öğretmenin tutumları karşılaştırılmıştır. Sınıflardaki 0.49 - 1.1 sn arası yankılanma süreleri karşılaştırılarak (ANSI standartlarına göre normal büyüklükte bir sınıfta maksimum 0.6 olmalı) bu sürenin artması durumunda, kısa süreli hafıza ve konuşma algısı üzerinde negatif etkisi bulunmuştur. İyi bir okul tasarımı yapılırken sınıf içindeki akustik çevreyi nasıl geliştireceğimiz ve öğrencinin işitmesi açısından nasıl bir alakası olduğunu daha fazla anlamamız gerekmektedir [72]. Eğitim

yapılarında işitsel performansın artırılması için alınması gereken belli başlı önlemler;

- Sınıfların akustik oranını iyileştirmede hangi oranlara sahip olması gerektiği
- Mekan farklılıklarına göre, arka plan gürültü ya da konuşma anlaşılabilirliğinin tespit edilmesi olarak sıralanmaktadır.

### **3.3.2. Görsel Etkileri**

Aydınlatma ve sınıflar hakkında yapılan araştırmalar, bir yüzyılı aşkın süredir devam etmektedir. Ancak 1970’li ve 1980’li yıllarda doğal aydınlatmanın önemine odaklanılmıştır. Doğal ışığın eğitim yapılarında iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Sezgisel olarak alınan bu sonuçlar, ölçülebilir araçlar kullanılarak daha bilimsel çalışmaların yapılmasına sebep olmuştur. Araştırmacılar, doğal aydınlatmanın gündüz öğrenme ortamının geliştirilmesini mantıklı bulmalarına rağmen, yaz aylarında objektif çalışmalarla daha kesin bulguları değerlendirmişlerdir. Yapılan araştırmalar, belli stratejilerin öğrencilerin sağlık ve öğrenmeleri açısından, yararlı olup olmadığını belirlemek için, günışığı tasarım stratejileri hakkında nesnel bilgiler üzerinde durmuştur [72].

Bina tasarımının doğru yapılarak öğrenme ortamının görsel nitelikleri çocukların öğrenme sürecini etkilemektedir. Eğitim yapılarında yapılan aydınlatma araştırmaları, yapılan faaliyetler için ne kadar ışık miktarının gerektiği üzerinde durmuştur. Işık miktarının düşmesiyle, öğrencilerin sağlık sorunlarının oluşmasına sebep olmaktadır. 1970 yıllarına kadar, doğal gün ışığı yaygınlaştırılmış ve sağlıklı öğrenme ortamları için gerekli görülmüştür. 1970’li yılların başlarında baş gösteren enerji krizi, eğitim yapılarının enerji tasarrufunun sağlanabilmesi için binaların açıklık oranlarının düşmesine sebep olmuştur. Değişimler, öğrencileri etkilemiş ve test puanları üzerinde belirgin bir etkisi bulunamamıştır. Ancak, bir diğer araştırmalara göre öğrencilerin günışığın az olduğu ortamlardan memnun olmadıkları ortaya konmuştur.

Yapı uzmanları, deneyimler ve anatomik etkenler üzerinden araştırma yapmıştır. Doğal ışık erişimi olmayan mekanlardaki öğrenciler, pozitif konsantrasyon yetenekleri ile ilişkili olan kortizol üretiminin gecikmesine sebep

olmaktadır. Ayrıca, kısa dalga ışığı olan günışığının yokluğu ergenlerde, uyku sorunlarına sebep olmaktadır.

Sınıf mekanlarının diğer bir araştırma konusu ise, öğrencilerin nasıl bir ortamı görmeleri gerektiğidir. Yapılan araştırmalar, öğrencileri kısa mesafedeki objeleri odaklanmaları sonucu göz yorgunluğuna ve görme problemlerine yol açabilmektedir. Gözlerin sağlıklı tutulabilmesi için, uzun mesafede ve açık hava görünümüne engelsiz olmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Heschang Mahane Grubu tarafından yapılan pencereler ve sınıflar hakkında araştırmalara göre akademik başarıların sınıfların açık havayla temasa geçmesi arasında bir ilişki bulmuştur [72].

Eğitim yapılarında görsel performansın artırılması için alınması gereken belli başlı önlemler;

- Doğal ve yapay aydınlatma konfigürasyonlarının görsel konfor şartlarını sağlayacak şekilde düzenlenmesi
- Okul sınıflarının ve diğer mekanların etkinliklerini test etmek için performansa dayalı tasarım kurallarının irdelenmesi
- Açık havayla temasa geçilmesi için manzara oluşumuna izin verilebilecek tasarımların yapılması olarak sıralanmaktadır.

### **3.3.3. İç Hava Etkileri**

Yapı sistemleri ve malzemeleri filtrelenmiş HVAC sistemleriyle birlikte binada genel hava kalitesi üzerinde olumlu bir etkisi olmaktadır. Ayrıca, hava kalitesini azaltan uçucu organik bileşikler ve diğer toksik maddeleri arıtarak katkıda bulunmaktadır. Birçok yapı uzmanı, özellikle inşaat malzemelerinin kapalı mekanlarda insan sağlığına zarar verdiğini savunmaktadır.

İnşaat sektöründe çok tanınan organik bileşikler (VOC) oda sıcaklığında buharlaşmaya uğramaktadır. Uçucu organik bileşikler, solunum sorunları, görme bozukları, hafıza zayıflığı gibi birçok sağlık etkilerine sahiptir. Özellikle, astım vakaları çok sık rastlanan solunum yolu hastalığıdır. Uçucu organik bileşiklerle birlikte, formaldehit (mobilya ürünlerinde) fitalat ve bisferol A (plastik maddeler) solunumla birlikte, cilt hastalıklarına neden olmaktadır [72].

Yapılan araştırmalar, HVAC teknolojisini geliştirmekte ve Hasta Bina Sendromu<sup>3</sup> (Sick Building Syndrome) kavramının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu araştırmalar, teknik ve tıbbi analizlerden oluşmaktadır. 2005 yılında Mendel ve Healt tarafından yapılan bir araştırmaya göre, eğitim yapılarında öğrencilerin sağlığını etkileyen hava kirleticileri listelenmektedir. Bu çalışmaya göre öğrenme üzerine hava kirleticilerinin doğrudan etkisinin yeterli kanıt olmadığı açıkça ortaya konmaktadır.

Lowrence Berkeley Ulusal Laboratuvarı araştırmacıları geliştirdikleri iç hava kalitesi bilimsel bulgular kaynak bankası, bu alanda birçok ayrıntılı bilgi vermektedir. Bu araştırmaya göre, HVAC sistemlerinin standartlarının olmasına rağmen, sınıfların yeterli havalandırmanın olmaması iç ortam hava kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Birçok sınıf aktif havalandırmaya sahip olmaktadır. Eğitim yapılarında, gerçek ölçülen havalandırma oranları, üzerinde yapılan çalışmalara göre dakikada 3.4m<sup>3</sup> daha az mekanik havalandırma oranlarına sahiptir [72].

LBNL kaynak bankasının belirlediği  çalışma alanında (askeri kışla, huzurevi ve hapishane) yüksek seviyede havalandırmanın ve düşük seviyedeki havalandırmalara göre hastalık oranları karşılaştırılmış ve düşüş grlmştir.

Askeri Kışla: 2,5 cfm – 20 cfm

Huzurevi: 8 cfm – 26 cfm

Hapishane: 4 cfm – 8 cfm

Yapılan bu çalışmada, düşük seviyeli havalandırmadan, yüksek seviyeli havalandırmaya geçişte %11, %50 ve %370 hastalık oranları azalmıştır. Bu verilere göre, sınıf vb. diğer mekanlarda da beklenebilmektedir. Diğer bir araştırmaya göre çok yüksek havalandırma (50cfm) ise kullanıcısının sağlık ve verimliliklerinin negatif yönde etkilemektedir.

Son yıllarda, havalandırma oranları ve CO<sub>2</sub> seviyeleri ve eğitim yapılarında ğrenci performansı ile ilgili araştırmalar önemli ilerlemeler görülmektedir. Yapılan bir diğer önemli araştırmaya göre dış hava besleme oranlarının 6.4 cfm'den 18 cfm' ye çıkması ve bunun CO<sub>2</sub> seviyesinin 1300 ppm' den 900 ppm' e düşürülerek

---

<sup>3</sup> Hasta Bina Sendromu: Kişinin alışma alanı ile ilişkili şikayetlerinin bileşkesidir.

desteklenmesiyle 10-12 yaşlarındaki çocukların çalışma ve görev hızlarının artmasına neden olmuştur. Bu kapsamda, CO<sub>2</sub> seviyeleriyle havalandırma ortalama günlük aktivitelerinde bir bağlantı olduğu saptanmıştır. 2004 yılında Shendell tarafından Washington'da 409 standart sınıf ve 25 taşınabilir sınıfta 100 ppm' e arttırılan CO<sub>2</sub> oranlarında % 0.5 -%0.9 ortalama günlük aktivitelerde düşüş görülmüştür. Taşınabilir sınıflardaki günlük aktivite, standart sınıflardaki ortalama günlük aktiviteye göre %2 daha düşük görülmüştür.

HVAC sistemlerinin öğrencilerin sağlığı ve öğrenim performanslarının bağlantıları üzerinde çalışmalar yapılmıştır. İsveç'teki eğitim yapılarında yapılan bir çalışmada, mevcut havalandırma sistemi değiştirilerek yeni HVAC sisteminin kurulmasıyla solunum yolu hastalıklarında düşüş görülmüştür [72].

Öğrenci sağlığını, iç hava kalitesiyle birlikte, eğitim binasının içindeki veya çevresindeki kötü açık hava kalitesi de olumsuz etkilenmektedir. Bu konu kapsamında EPA okul arazisinin seçimi ve konumlandırılması bakımından birçok çalışma yapmıştır (Bkz. 3.4.1 Arazi Korunumu)

Günümüzde hava ve kirleticileri konusunda araştırmalar devam etmektedir. Halk sağlığı açısından hava kirleticileri ve solunum arasında güçlü bir bağlantı olduğu saptanmıştır. Bu da bina tasarım kararları ve inşaat malzemelerinin etkilerini anlamakta daha fazla eğilime neden olmuştur.

### **3.3.4. Isısal Etkileri**

1930'lardan bu yana yapılan çalışmalar, sınıflarda iç ortam hava sıcaklıklarını küçük bir aralık içinde olması gerektiğini savunmaktadır. Ancak 1970 yılından itibaren, geniş sıcaklık aralıkları farklı aktivite ve mekanlara göre daha esnek olduğu kabul edilmiştir. 1970'li yıllarda tasarımcılar, enerji kullanımını azaltırken, penceresiz ortamlarda sıcaklıkları sabit tutmak için kontrollü sıcaklık ve nem üzerine odaklanmıştır.

Termal konfor, yeterli ısıtılan veya soğutulan havanın bol miktarda sağlanmasıyla birlikte, kullanıcı kontrolü, hava hızı, giyim ve aktivite düzeyi ile ilişkilidir. Termal konforun sağlanabilmesiyle ilgili 2002 yılında Schneider tarafından yapılan bir araştırmayla, sabit bir nötr ısıl ortamı okul mekanlarında gerekli olduğu saptanmıştır. Nötr ısıl ortamları, öğrencilerin zihinsel görevlerini

gerçekleştirmeleri için %40-70 orta nem düzeyinde ve ortam sıcaklıklarının 68-74 °F ( $\approx 20-23^{\circ}\text{C}$ ) düzeylerinde tutulması öngörölmüştür [72].

Kullanıcılar genellikle, klima sistemlerinin açık hava koşullarına duyarsız olduğunu ve bu yüzden özellikle iç mekanlarda kışın çok sıcak, yazın ise çok soğuk olmasından şikayet etmektedir. Bu “nötr” klimalı alanlarının her zaman öğrenci sağlığını iyi etkilemediği, sıcak ve nemli bir iklim tipinde yapılan bir çalışmada, araştırmacılar doğal havalandırmalı çocuk bakım merkezlerinin klimalı çocuk bakım merkezlerine göre astım ve alerji belirtileri daha düşük olduğu saptanmıştır. 2007 yılında Wyen ve Wargochi tarafından yayınlanan bir makalede sıcaklıkların 77 °F ( $25^{\circ}\text{C}$ )’dan 68 °F( $20^{\circ}\text{C}$ )’ye düşürölmesi öğrencileri test hızlarının %2’den %4’e yükseldiği saptanmıştır [72].

Eğitim yapılarında ısısıl performansın artırılması için alınması gereken belli başlı önlemler;

- Yeni düşük enerjili ısıtma ve soğutma yöntemleri, yüksek performanslı binalardaki tercih ve kullanım oranının artması (yerden hava dağıtımı, radyan ısıtma, doğal havalandırma vb.) öğrenciler üzerinde potansiyel etkilerinin anlaşılması
- Talep sıcaklığı ve havalandırma üzerinde kontrol, konfor ve enerji performansı ideal düzeye getirilmesi
- Termal konfor ve hava kalitesinin entegre olarak çalışması ve potansiyel etkilerinin birlikte dikkate alınması olarak sıralanmaktadır.



### **3.4. Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi**

Dünya nüfusunun giderek artması, kaynakların tüketiminin de artmasına neden olmaktadır. Hızlı tüketim dolayısıyla, doğal kaynakların karşılaması gerektiğinden çevreyi ve onun oluşturduğu döngünün bozulmasına sebep olacaktır. Çevrenin bu doğal akışı, aksamalara uğraması dünyada yaşayan tüm canlıların yaşamlarını ve geleceklerini olumsuz yönde etkileyecektir. İnşaat sektörü, doğal kaynakları en çok tüketen oluşum olmasından dolayı, bina tasarım ve uygulama sürecinde alınacak önlemler yeni nesillerin ve doğal çevrenin aktarılmasında büyük bir önemi vardır.

Eğitim yapılarının sürdürülebilirlik açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi, yapının yaşam döngüsü dikkate alınarak hareket edilmelidir. Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri altında eğitim yapıları, arazi korunumu, kaynak korunumu, iç ortam kalitesi olarak eğitim yapılarının kullanılması bakımından 3 ana değerlendirme kriterine göre incelenmektedir.

#### **3.4.1. Eğitim Yapılarının Arazi Korunumu**

Sürdürülebilir mimari tasarım unsurları, yapı arazisi tasarımında önemli bir etken teşkil etmektedir. Yer seçimi ve arazi planlaması sırasında yapılan tercihler kullanım hayatı boyunca eğitim yapılarına etkilerini göstermektedir. Yaşam kalitesi, çevresel etkiler gibi sürdürülebilir mimari tasarımın tüm yönleri, bu aşamadan etkilenir. Ayrıca her arazi ve bölge benzersiz kısıtlamalarla karşılaşmaktadır. Bazı bölgeler birkaç tercih arasından seçme hakkına sahipken diğer bölgeler kesin olarak kullanacakları arazilerle yetinmek durumunda kalabilmektedir. Kaynak verimli arazi tasarımı, arazinin bir kentte veya kırsal peyzaj içinde olup olmaması, yapının yüksek performanslı hedeflerine destekleyici özelliklere sahip olması ve geliştirmesi gibi bazı yaklaşımlarla yola çıkmaktadır. Bu sayede çevreye duyarlı arazi tasarımı ve gelişimi sağlanabilir [73].

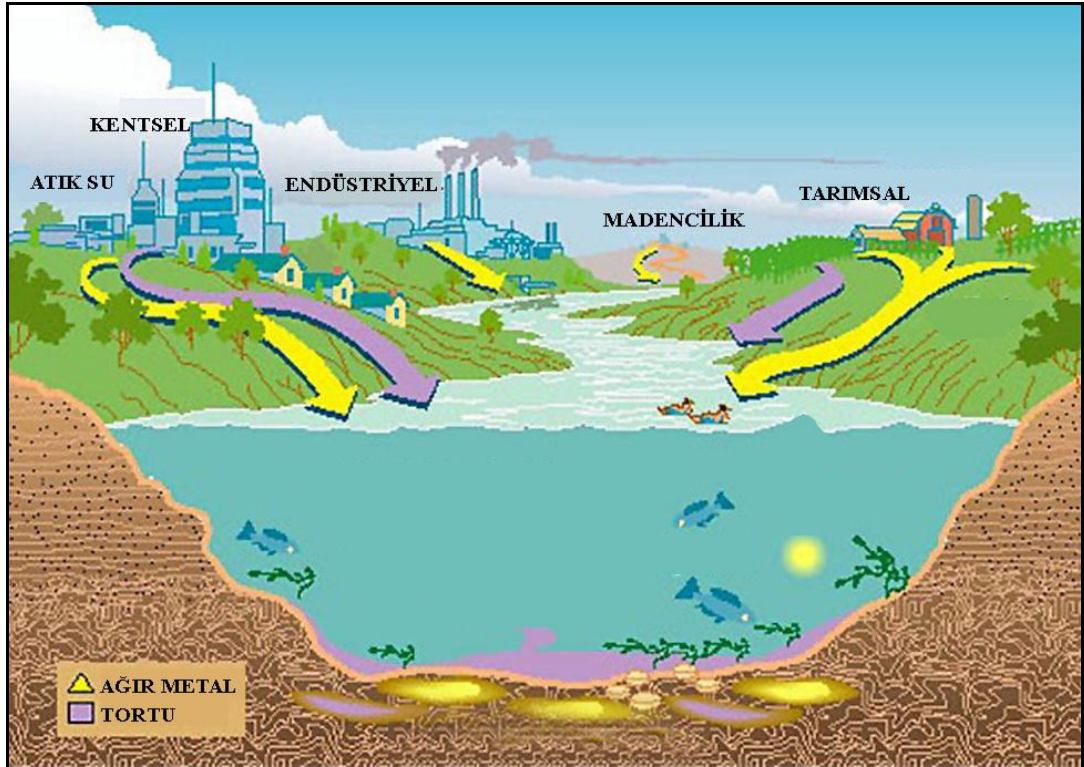
Kaynak verimli arazi planlaması tüm okul arazileri için uyarlanabilmektedir. Ekolojik, sosyal ve ekonomik ihtiyaçları dengelemekte ve kısa vadeli sonuçlar üzerinden düşük maliyetli stratejileri belirlemektedir. Okul personeli ve toplum arazi planlama sürecine dahil edilmesini sağlamaktadır.

Arazi seçimi, okul tasarımının kaynak verimliliğinde önemli bir yere sahiptir. Bölgeler, maliyeti, öğrencilerin demografik yapılarını ve çevresel kaygılarını yer

seçimi sürecinde dengelemek zorundadır. Bazı durumlarda okul arazileri, önceden belirlenmiştir. Bu da bölgelerin ve tasarımcıların okul inşaatında çevresel seçeneklerini ortadan kaldırmaktadır. Ancak bölgeler kendi arazileri seçtikleri zaman, ekosistemin korunması, optimum bina yönelimi ve eğitim yapısının çevre üzerindeki etkisini düşüren kentsel ısı adalarını kontrol eden bir tasarım bilincine sahip olabilirler [74].

Arazi seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli husus, öğrencilerin sağlıklarının korunmasıdır. Araziler öğrencilerin sağlıklarını tehlikeye atacak toksin, kirletici veya güvenlik tehditlerini içermemelidir. Örnek verilecek olursa;

- Tarım, sanayi ve doğal oluşan kirleticiler gibi tehlikeli maddeler; Asbest, ağır metaller
- Tehlikeli hava emisyonu yayan tesisler
- Tehlikeli boru hatları, yüksek gerilim güç hatları, trafik gürültüsü ve havaalanları gibi potansiyel zarar oluşturabilecek nesnelere sıralanabilir.



Şekil 33: Ağır Metal Kirliliğinin Çevresel Etkisi [75]

Bölgeler, arazi kullanımını ve açık alan problemlerine göre çözüm üretmelidir. Bu çözümler;

**a) Öğrenci popülasyonu için geliştirilen arazilerin merkezi olarak yerleştirilmesi:**

Birçok okul ve veli önemli zamanlarını, enerjilerini ve paralarını öğrencileri okula götürmekle harcamaktadır. Veliler ve öğrenciler tarafından kullanılan araçlar büyük bir kaynak kullanımına ve ulaşım sonucunda oluşan hava kirliliğine yol açmaktadır. Merkezi konumlandırılmış araziler ise araç kullanımını azaltarak, öğrencilerin yürüme ve bisiklet kullanımını teşvik etmektedir.

**b) Eğitim binalarının bileşenlerinin, parklar ve rekreasyon alanlarıyla paylaşımı için kamu kuruluşlarıyla temasa geçilmesi:**

Eğitim yapıları, kafeler, polis istasyonları ve park alanları gibi çeşitli organizasyonlara entegre edilmelidir. Bu sayede iyi bir kampüs güvenliği, gelişmiş toplum ilişkileri sağlanabilmekte, ek arazi ihtiyacı ve inşaat masrafı azaltılmaktadır.

**c) Tarım arazilerinden, kamusal park alanlarından, sel bölgelerinden ve tehlike altındaki türlerin varolduğu habitatlardan kaçınılması.**

**d) İşlenmemiş toprakların korunması:**

Park veya çiftlik olarak kullanılmak istenen arazilerin yeniden kullanımı sağlanarak, kentsel gelişimin çevresel etkileri azaltılabilir [73].

Arazi seçiminden sonra, o arazinin korunumu, geliştirilmesi ve doğal değerlerinin artırılması için hedeflenen araziye hitap eden eğitsel özellikler kullanılmalı ve eskiz tasarımı yapılmalıdır. Tüm arazi sahipleriyle, arazi analizi ve programı temel alınarak veriler değerlendirilmelidir. Bu sayede “vizyon” planının gelişimi sağlanmış olur. Tasarım ekibi tarafından geliştirilen ve toplum tarafından onaylanan arazi planı, aşağıdaki amaçlar dahilinde olmalıdır. Bunlar;

- Mevcut doğal özellikleri ve ekosistemi belirlemek ve korumak
- Zarar görmüş doğal alanları yeniden düzenlemek ve biyolojik çeşitlilik için habitatlar oluşturmak
- Kültürel, sanatsal ve tarihi kaynaklara saygı göstermek
- Zamanla gelişen ve yoğun olarak kullanılacak sağlıklı peyzajlar oluşturmak
- Objektif bir izleme ve değerlendirme stratejisi içeren bakım ve yönetim programı geliştirmek

- Çevredeki mahalleyle güçlü bir bağlantı sağlamak ve toplumun aktif bir parçası haline getirmek olarak sıralanabilir.

Sürdürülebilir mimaride okul arazisinin tasarımı aşağıdaki başlıklar altında düşünülmelidir. Bunlar;

- Arazinin korunumu ve iyileştirilmesi
- Arazinin Doğal Kaynaklarından Yararlanması
- Çevreye uyumlu malzeme seçimidir.

### 1) **Arazinin Korunumu ve İyileştirilmesi**

Bir arazinin hidrolik, jeolojik ve mikro-iklimsel gibi doğal işlevleri, binanın işletmesi sırasında bozulmaktadır. Yüksek performanslı bir okul tasarımında, doğal sit özelliği korunabilir. Örneğin doğal bitki örtüsünün korunması erozyonun bozulmasını engellemektedir. Toprağın ıslah edilmesi toprağın verimliliğini iyileştirmektedir. Geçirimsiz yüzeyler azaltılması yağmur suyu oluşumunu hafifletmekte ve arazinin hidrolojik fonksiyonları korumaktadır [73].

Arazi Korunumu ve iyileştirilmesinde hedefler;

- Arazide oluşabilecek bozuklukların en aza indirilmesi
- Bozulmuş alanların doğal süreçlerinin taklit edilmesi veya iyileştirilmesi
- Su kalitesinin korunması olarak sıralanabilir.

### 2) **Arazinin Doğal Kaynaklarından Yararlanması**

Yüksek performanslı olarak düşünülen eğitim yapıları kendi arazileriyle karşılıklı ilişki içindedir. Bina yerleşimi, yönelimi, kitlesi ve plan kararları binanın tasarım sürecini enerji korunumu bakımından etkisini göstermektedir. Bu kararlar, binanın doğal aydınlatma ve doğal havalandırma sistemlerini etkileyerek iç mekan kalitesini değiştirebilmektedir. Ayrıca, akustik konfor, güvenlik ve görsel kalite de bu kararlar doğrultusunda önemli değişikliklere uğramaktadır. Tüm bu etkiler, arazinin doğal avantajlarının ve özelliklerinin okulun yüksek performans hedeflerine ulaşabilmesi için okul tasarımıyla beraber hareket etmesini gerektirmektedir [73].

Yüksek performanslı okul arazisi ve bina çevre koruma kavramları “öğretmek” temasıyla yola çıkmalıdır. Arazi tasarımı, açık derslik ve çevresel öğrenme projeleri gibi dikkate değer fırsatları içinde barındıracaktır. Okul personeli ile birlikte dikkatli

planlama ve koordinasyonla bu tür projeler tespit edilebilir ve inşaat sırasında kolaylıkla uygulanabilmektedir. Örneğin; sulak alanların kademeli olarak planlanması, doğal ekosistemler hakkında derslerin bir parçası olarak gösterilebilir.



**Şekil 34: Okul Arazisinin Eğitim Ortamı olarak Kullanılması [76]**

### 3) Çevreye Uyumlu Malzeme Seçimi

Giderek artan sayıda olan ve çeşitli çevresel ürünler, arazi çalışmasında ve çevre düzenlemesi için yararlanılmaktadır. Arazide veya arazilerden kurtarılmış olan malzemeler uygun olan yerlerde kullanılmaktadır. Bu ürünler ilk tüketildikleri yerlerden sonra yeni yapılacak okul peyzajlarında bir aksesuar olarak yeniden kullanılabilir. Örneğin; araç park bentleri, bisiklet rafları, ızgaralar, peyzaj bentleri, dış mekan mobilyaları vb. Ayrıca, çevreye karşı duyarlı malzemelerin seçimi bir öğretim aracı olarak gösterilebilir. Malzemelerin niteliklerini anlatan bilgilendirme tabelaları, öğrencilere ve topluma çevre hakkında bilgilendirme yaparak, sağlıklı davranmaya teşvik edebilmektedir [73].

Sürdürülebilir mimaride okul tasarımında yapı arazisi korunumu iki ana tasarım parametresinden oluşmaktadır. Bunlar;

- Bina Yönelimi
- Peyzaj olarak sıralanmaktadır.

#### 3.4.1.1. Bina Yönelimi

Dış iklim elemanları olan güneş ve rüzgar, yere göre değişim gösterir. Dolayısıyla kaynak verimliliği ve mekan kalitesi için yapının yönlendiriliş durumu önemli bir parametredir.

Sürdürülebilir mimaride eğitim yapılarını oluşturan hizmet servisleri çok yüksek enerji maliyetlerine yol açmaktadır. Ayrıca doğal olarak kazanılan güneş ışığı, doğal havalandırma gibi sistemler de yapının yanlış yönlendiriminden dolayı iç mekan kalitesini azaltmaktadır. Binanın optimum yönlendirimi, güneşin, topografyanın ve mevcut bitki örtüsünün potansiyel katkılarıyla, kışın ısı kazancını maksimize etmek, yazın ısı kazancını minimize etmek için fırsatlar oluşturmaktadır [74].

Mevcut arazinin toprakları, bitki örtüsü ve mikro-iklimsel verilerinin bilinmesi arazinin en az kayıpla yapı strüktürü ve boşluklarının yönlendirimi gibi arazi öğelerinin düzenlenmesi için kritik önem taşımaktadır. Bina yönlendirimine ait tasarım parametreleri;

- Kuzey ve güney ışığından maksimum derecede yararlanmak için yapının doğu-batı ekseninde oturtulması
- Bina girişlerinin ve açık toplama alanlarının güvenliği, erişim kolaylığı ve dış etmenlerden korunumunu maksimize etmek için doğru yönlendirimin sağlanması
- İnşaat sırasında oluşacak bozulmaya karşı yapı ve arazi elemanlarının doğru konumlandırılması
- Uzun binaların ve araç park alanlarının topografya çizgilerine paralel olarak hizalandırılması
- Sese hassas alanların, gürültü yaratan alanlardan uzakta konumlandırılması olarak sıralanmaktadır.

#### **3.4.1.2. Peyzaj**

Peyzaj tasarımı binada hava sirkülasyonunu engellemeyecek şekilde düşünülmelidir. Isı adası etkisinin azaltılması için çevre düzenlemesine ve gölgelikli yapılara ihtiyaç duyulmaktadır. Peyzaj tasarımı, çatı üzerinde oluşabilecek ağır radyasyon etkileri azaltmakta, güneşin zararlı etkilerine maruz kalan doğu-batı cephelerini koruyabilmekte ve HVAC ekipmanlarını gölgelendirerek soğutma taleplerini azaltmaktadır.

Ilıman bölgelerde, arazi planlaması ve tasarımı, sıcak dönemlerde soğutmayı teşvik etmek için gölgeleme ve uçurarak soğutma, soğuk dönemlerde ise ısı kazancı

için soğuk rüzgarların engellenmesi ve olumlu sıcak rüzgarların alınması gibi birtakım çevresel faktörlere dikkate alınmalıdır. Sıcak ve kurak bölgelerde, aşırı sıcaklığın dengelenmesi için enerjinin depolanması, nemin artırılması ve rüzgarlar şaşırtılarak aktarılması gerekmektedir. Maliyetler, bitki örtüsünün türü ve kapsamına veya kullanılan gölgelenmiş yapılara bağlı olarak değişmektedir [74]. Peyzaja ait tasarım parametreleri;

- Binanın yönlenimiyle peyzajın bütünleşik olarak düşünülmesi
- Yazın sabah ve akşam oluşabilecek ısı kazançlarını azaltmak için binanın güneydoğu, güneybatı ve batı cephelerine yaprak döken ağaçların dikilmesi
- Yazın gölgeleme yaparak, kışın ise güneş ışığının iç mekana girişine izin veren sarmaşıkların kullanılması
- Yaz aylarında batı ve kuzey duvarlarında düşük akşam ışığını tutmak için az dallanma yapan ve yaprak döken ağaçların kullanılması
- Güney ve batı duvarlarında ısı ve ışığı absorbe etmek için asma veya benzeri bitkilerin kullanılması
- Düşük basınçlı ve az su tüketen kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılması
- Minimal hastalık ve zararlı problemleri sunan, çok az gübreye büyüyen yerli bitki türlerinin kullanılması
- Kentsel alanlarda binalar arasındaki boşluklarda güneş pencereleri kullanılması ve güneş ışığı sağlamak için arazi tasarımının dikkate alınması
- Güneş ışığının yansıtılması ve sıcaklığın absorbe edilmesi için otopark ve döşeli alanların oluşturulması
- Otoparklarda ve diğer döşeli alanlarda bitkilerin tam olgunluğa erişene kadar büyütülmesi için tasarım kriterlerinin ve bakım kurallarının oluşturulması
- Yaprak ve diğer organik atıkların HVAC ekipmanlarını kirletmemesi için önlemler alınması
- Çok yoğun olarak büyüyen bitkilerin hava dolaşımını engellememesi için gerekli önlemlerin alınması olarak sıralanmaktadır.

Her arazi, kendi içinde tüm fiziksel unsurları içeren ekolojik bir dinamizme sahiptir. Peyzaj tasarımı ve yönetimi “ Kaynakların Korunması, Çeşitlilik, Bağlantı ve Çevresel Sorumluluk” gibi dört temel unsuru içinde barındırır.

- **Kaynak Korunumu:** Mevcut doğal ve fiziksel kaynakların geri dönüşümünü,

- **Çeşitlilik:** Habitat, tür ve genetik çeşitliliğin korunmasını,
- **Bağlantı:** Doğal kaynakları koruyan ağlar ve sağlıklı ekolojik fonksiyonların maksimize eden habitat ağlarının oluşumunu,
- **Çevresel Sorumluluk:** Ekosistemin devamlılığı için onun korunması, düzeltilmesi ve yönetilmesini sağlamaktadır.

Sürdürülebilir mimaride peyzaj tasarımı ve yönetimi bölgenin doğal sistemleri ile uyum içinde olmasına neden olmaktadır. Su korunumu, toprak gelişimi ve habitatın korunumu veya yeniden düzenlenmesi gibi oluşumlara yol açmaktadır. Geri dönüştürülmüş ürünlerin kullanımı ile atık sorunları hafifletmekte ve üretim sırasında enerji kullanımını ve doğal kaynakların tüketimini azaltmaktadır [73].

Faydalı toprak canlılarını korumak, doğal çim bakımı uygulamaları da dahil olmak üzere peyzaj yönetimi, öğrenciler ve personel için sağlıklı okul ortamı sağlamaya yardımcı olmaktadır. Ayrıca suyun, tarım ilaçları, gübre ve kirlilik üreten biçme ve bakım ekipmanlarının kullanımını azaltarak çevrenin korunması sağlanmaktadır.

Peyzaj tasarımı ve yönetimi ekolojik bir yaklaşımla üç farklı işlemi içinde barındırmaktadır. Bunlar; Arazinin alt yapısı, bitki örtüsü ve bakımında sorumluluk olarak sıralanmaktadır.

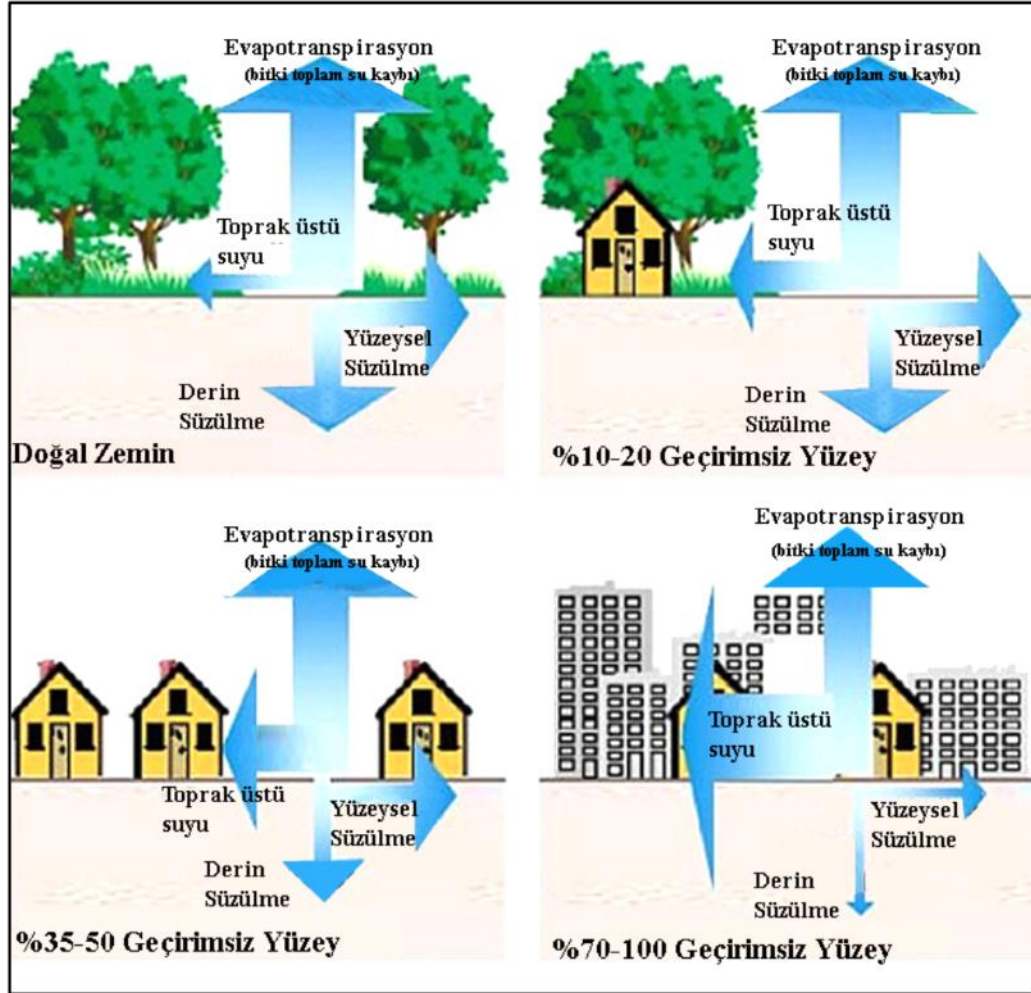
- **Arazinin Alt Yapısı:** İstenilen koşulların sağlanması için altyapı bakımı için standartların ele alınmasını,
- **Bitki örtüsü:** Her bölgeye ait bitki çeşitliliğinin ve standartlarının sağlanmasını,
- **Bakımında Sorumluluk:** Peyzaj yönetiminin sorumluluklarının ele alınmasını sağlamaktadır.

Sürdürülebilir mimaride peyzaj tasarımı, her bölgenin farklı tasarım özelliklerinin ve bakım gereksinimlerine göre bölünmektedir. Bu bölgeler; Dekoratif Bölge, Doğal (Yerel) Bölge, Tampon Bölge olarak sıralanmaktadır.

- **Dekoratif Bölge:** Binalar, park alanları, sokaklar ve diğer kamusal alanlardan güçlü kimlik ve odak noktası oluşturan alandır. Peyzaj, çekici ve organize şekilde tasarlanmalıdır. Bu bölge görselin hoş ve sağlıklı görünümünü korumak için yönetim en üst düzeydedir.



- **Doğal (Yerel) Bölge:** Korunacak, gelişecek veya yayılabilecek doğal alanlardır.
- **Tampon Bölge:** Diğer iki bölge arasında geçiş alanıdır. Görseli hoş ve doğal alanlara bir köprü oluşturmalıdır.



**Şekil 35: Geçirimsiz ve Geçirimli Yüzeylerin Hidrolojik Döngü Üzerindeki Etkisi [77]**

Sürdürülebilir mimaride peyzaj tasarımında geçirimli ve geçirimsiz alanlar büyük önem taşımaktadır. Geçirimsiz alanlar, çatılar, araç yolları, kaldırımlar ve sokaklar gibi yüzeyinde yağmur suyunu biriktiren veya sızmasını engelleyen alanlar olarak düşünülmektedir. Geçirimsiz alanlar, erozyonun artmasına, suyun yüksek akış hızına, yüksek ortam sıcaklığına ve yakınında su yollarının azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca yağmur suyu, binanın otopark ve oyun alanlarında yağ, çöp ve pislik gibi kirleticileri toplamaktadır. Geçirgen yüzeyler ise tam tersine yağmur suyunun akış hızını ve kirliliğini azaltmaktadır [73].

Peyzaj alanlarının geçirimli ve geçirimsiz yüzeylerinde alınması gereken önlemler aşağıda sıralanmaktadır.

- Park alanları, bisiklet ve yaya alanları için gözenekli asfalt, kesme taş veya yüksek agregalı betonların tercih edilmesi
- Güvenlik şeritleri ve park alanlarında çimin büyümesine izin veren kafes blokların kullanılması
- Yoğun olarak kullanılmayan yaya yolları için öğütülmüş taş kullanılması
- Sert yüzeyler yerine bitki örtüsünün korunması veya yerinde bırakılması
- Akış hızının azaltılması ve kirleticilerin kaldırılarak yeraltı suyunun teşvik edilmesi için geniş bitki örtüsüne sahip alanlar üzerinde yağmur suyu iletim sistemlerine geçirimsiz yüzeylerle akıtılmadan dağıtılması
- Yeşil çatı uygulamalarının teşvik edilmesi
- Yağmur suyunu tutma veya yeniden kazanmak için doğal yada yapılı sulak alanlarının oluşturulması
- Geçirimsiz yüzeylerin gerekli olduğu durumlarda etkin kaynaklı malzemelerin kullanılması;
  - Geri dönüşümlü kauçuk asfalt veya beton asfalt
  - Otoparklar ve yolların tabanına geri dönüşümlü agrega
  - Betonun yüksek enerji sonucu oluşan malzemelerinin yerine uçucu kül, kömürün yanan yan ürünleri
  - Sıcak iklimlerde beyaz beton veya yansıtan asfalt vb.
- Beton işlerinde, yeniden kullanılabilir kalıpların, geri dönüştürülmüş içeriğin ve en az toksik maddenin kullanılması
- Gözenekli kaldırım kullanımında temelindeki alt toprağın yağmur suyu akışının devamlılığı için yeterli kapasitede olması
- Yağ-su tutucular sayesinde yağmur suyundan yararlanılması

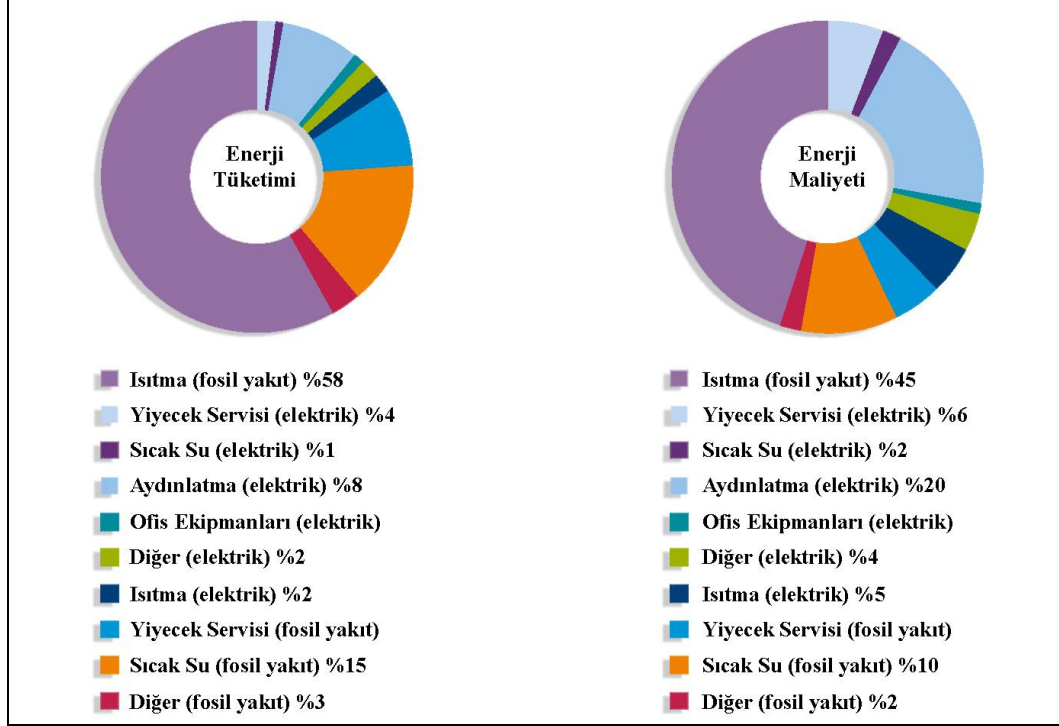
Enerji ve suyu muhafaza eden peyzaj tasarımı, hayvanları ve insanları korumak için yabani ot, hastalık ve zararlı bitkilerin kontrolünü de elinde barındırmaktadır. Kimyasal tarım ilaçlarının kullanımı toprak, bitkiler ve insanları etkileyen zehirlere sebep olmaktadır. Ayrıca bu ilaçların kullanımı ekosistemin dengesini de bozmaktadır. Bu dengenin sağlanabilmesi için; Kullanılması uygun bitki çeşitlerinin adaptasyonu, arazi ve peyzaj tasarımının uygunluğu, gerekli besin ve nemin

sağlanması ve iyi bakım uygulamaları gibi stratejiler benimsenmelidir. Zararlı tarım ilaçlarının aksine doğal bir korunum sistemin gelişimi ilaç maliyetlerini azaltmaktadır. Ancak doğal korunum sistemi ek işçilik, eğitim, dokümantasyon ve politik geliştirme maliyetlerine sebep olmaktadır. Tamamen olmasa da azaltılmış tarım ilaçlarının kullanımı daha az bakım masrafına ve sağlık riskine yol açmaktadır [73].

### 3.4.2. Eğitim Yapılarının Kaynak Korunumu

#### 3.4.2.1. Enerji Korunumu

Tablo 2: Eğitim Yapılarında Enerji Tüketim ve Maliyet Miktarları [79]



Enerji kaynakları, günümüzde küresel anlamda üretim, dönüşüm ve kullanım süreçlerinde çevreye karşı (asit yağmuru, küresel ısınma vb.) çeşitli zararlara sebep olmaktadır. Bölge olarak değişen enerji ihtiyacı beraberinde enerji kullanımına bağlı olarak çevreye olan zararlarını da arttırmaktadır. Enerjinin sürdürülebilir gelişimi, üretim ve kullanım esnasında enerji altyapısı, taşınım ve etkin planlama aşamalarında önemli bir yere sahiptir. Bina tasarımında enerji verimliliği bu anlamda öncelikli olarak enerji talebini azaltma daha sonra kalan enerjiyi bina içinde verimli ve sağlığa zararsız bir şekilde karşılanması olarak temel prensiplere göre hareket etmelidir [78].

Eğitim yapıları, bina yaşının, onarım durumunun, doluluk saatlerinin, okul ekipmanlarının elektrik türü ve miktarına bağlı olarak enerji tüketimleri değişiklik göstermektedir. Bu değişikliklerle birlikte eğitim yapılarının büyüklüğü ve seviyelerine bağlı olarak enerji ihtiyaçları belirlenebilmektedir. Bu sayede verimli bir enerji sürdürülebilirliği sağlanmış olur [79].

Günümüzde eğitim yapıları, toplum amaçlı kullanım için sosyal tesis olarak kullanımından dolayı, bina fonksiyonlarının ve ekipmanlarının gelişimiyle enerji kullanımını artış göstermektedir.

Enerji verimliliğinde öncelik enerji tasarrufu oluşturmaktadır. Enerji tasarrufu üç ana etmeden oluşur. Bunlar;

- **Enerjinin Kapatılması**

Tüm enerji tüketen ekipmanlar gerekmediği durumlarda kapatılmalıdır. Ekipmanların kapatılması personel ve öğrenciler tarafından el ile yapılmakla birlikte zamanlayıcı anahtarlarla da otomatik olarak yapılabilir.

- **Bakım**

Enerji etkin önlemler rutin bakımlar daha az maliyetli olmasını sağlayarak tasarruf sağlar.

- **Yenileme**

Alınan enerji tasarrufu önlemleri planlanan büyük yenileme projeleriyle uygulanabilir.

Eğitim yapılarında, enerjinin tüketildiği HVAC Sistemleri, aydınlatma, yalıtım ve okul ekipmanlarında enerji verimliliği için gereken önlemlerle birlikte, eğitim yapılarında kullanılan fosil yakıtlara alternatif çözüm olabilecek yenilenebilir enerji kaynakları beş alt başlık altında incelenmektedir [79].

#### **3.4.2.1.1. HVAC Sistemleri**

HVAC sistemleri, binanın ısıtma, soğutma, temiz hava, nem kontrolleriyle, istenilen iç ortam hava koşullarını sağlayan sistem olarak tanımlanabilir. HVAC sistemleri aktif mekanik sistem olduğundan dolayı yüksek miktarlarda enerji tüketimine yol açmaktadır. HVAC sisteminde yapılacak olan basit ve düşük maliyetli önlemler okulun tasarrufuna olumlu bir etkisi olmaktadır.

Bu kapsamda sürdürülebilir eğitim yapılarının HVAC sistemleri için enerji verimliliği amacıyla yapıda alınabilecek temel önlemler;

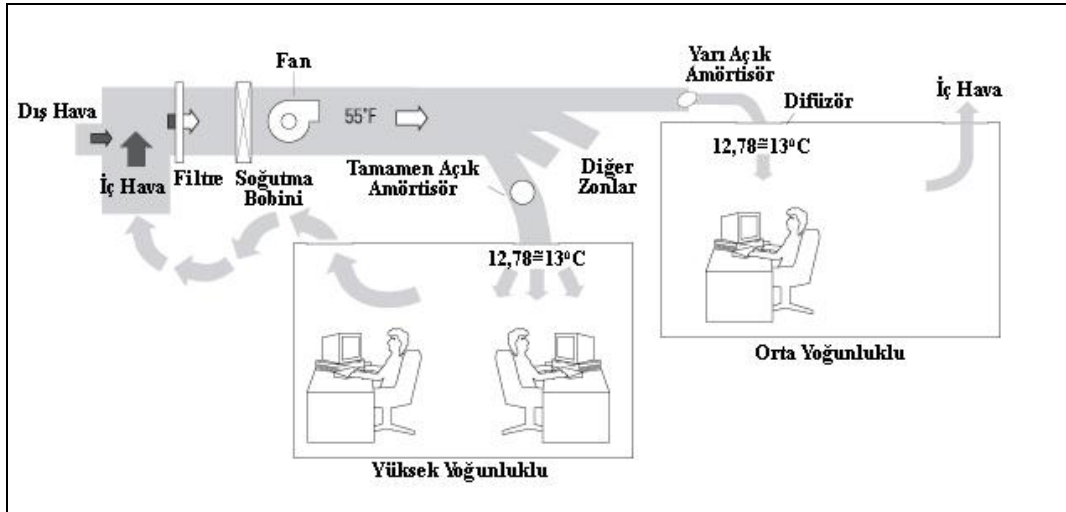
- Enerji etkin HVAC projesinin oluşturulması

- Doğru ve verimli kontrol stratejilerinin belirlenmesi
- Enerji analizleri yapılarak tasarruf performanslarının belirlenmesi olarak sıralanmaktadır [79].

### 3.4.2.1.1. Enerji Etkin HVAC Projesinin Oluşturulması

HVAC projeleri okul tesislerinin sistem elemanlarına uygun olması ve gereken kapasiteye uygun olacak şekilde oluşturulmalıdır. Okulun, yer alacağı bölgenin iklim verilerine göre kurgulanarak sistemin binaya ısı kazancı, ısı üretimi ve ısı kaybı hesaplanmalıdır. Tespit edilen bu verilerle birlikte kullanıcıların güvenlik, konfor, sağlık ve enerji tasarrufu dikkate alan HVAC projesi geliştirilmelidir [80].

Günümüzde, eğitim yapıları HVAC sistemleri, sıkça sabit hava debili (Constant Air Volume, CAV) ve değişken hava debili (Variable Air Volume, VAV) sistemleri kullanılmaktadır. Sabit hava debili sistem sürekli olarak çalışırken, değişken debili sistem ortam şartlarına göre otomatik değişmektedir. Bu nedenle VAV sistemleri enerji verimliliği açısından tercih edilmelidir. HVAC sistemi, minimum dış ortam şartlarında mekanların sıcaklık ve nem şartlarını sağlamalıdır. Sınıflarda, değişken hava debili sisteminin kullanımı ortama zaman zaman fazla hava verdiği için, ortama kısmi ısı verilerek soğuması engellenebilir [81].



**Şekil 36 : Değişken Hava Debili HVAC Sistemi Çalışma Prensibi [82]**

Eğitim yapılarında havalandırma sistemi merkezi olarak düşünüldüğünde, koridorlarda konumlandırılması sağlanmalıdır. Maksimum seviyede dış temiz

havayla çalışan merkezi hücreli vantilatör sistemi tercih edilmelidir. Lokal havalandırma ise dikey düzlemlere aksiyal fanlar takılmalıdır. Soğuk hava şartlarında bu fanlara elektrik ısıtıcılarının takılmasıyla, ortam ısıtılabilir ve enerji tasarrufu sağlanabilir. Isı geri kazanımlı HVAC sistemleri tercih edilerek, kış ve yaz aylarında taze hava ısıtma ve soğutma yükleri en aza indirgenebilir. Şekil.36'da Geri ısı kazanımlı Lokal havalandırma cihazı (Radyal Fanlı Kanallı Tip) görülmektedir.

Okul sınıflarında ısıtma yükü günün erken saatlerinde, soğutma yükü ise günün geç saatlerinde en yüksek seviyeye ulaşır. Normal şartlarda sınıfların bir cephesi pencere ve duvarlarla birlikte dış ortamla temas etmesinden dolayı, lokal fanlarla iç ortam havalandırılması desteklenebilir. Ancak iç ortamda meydana gelebilecek infiltrasyon engellenmelidir [83].

Jimnastik Salonları, akşam ve hafta sonlarında kullanabileceğinden dolayı, Ek ısıtma-soğutma sistemleri ve özel zamanlayıcılarla desteklenmelidir. Salon zemininin ahşap olması durumunda nem kontrolü yapılmalı ve gereken önlemler alınmalıdır.

Yönetim mekanları, genellikle okul saatleri öncesi, sırası ve sonrasında kullanılmaktadır. İdari birim mekanları, sınıflara göre doluluk seviyelerinin az olmasından dolayı açık hava ihtiyacı azalacağından kısmi havalandırma sistemleri tercih edilmelidir. Bu sayede mekan konumlandırılmasıyla birlikte, ilk yapım ve işletme maliyetlerinde HVAC ekipmanlarının seçimine dikkat edilmelidir.

Okul kafeteryaları ve oditoryumlar genellikle orta ve liselerde bulunmaktadır. Mutfak ve yangın önleyici ekipmanlar kafeteryayla ilişkilendirilebilir. Kafeterya ve oditoryum kullanımları, yemek saatine ve özel etkinliklere bağlıdır. Oditoryumlar akşamları da kullanılabilir. VAV sistemleriyle birlikte, yüksek yoğunluklardan dolayı doğal havalandırmayla ilişkilendirilmelidir [83] (Bkz. b) Doğal Havalandırma)

Tüm bilim sınıfları (Laboratuvarlar) çalışma aralıklarına bağlı olarak özel HVAC sistemine ihtiyaç duyarlar. Hayvansal deneylerin gerçekleştirilebileceği laboratuvarlarda yüksek vakumlu HVAC sistemleri gerekmektedir. Orta ve lise laboratuvarlarında kullanılacak havalandırma sistemi ve davlumbazların malzemeleri, kimyasallara dayanıklı olmalıdır. Malzeme depolama ve hazırlama odaları sürekli havalandırılabilir şekilde konumlandırılmalıdır.



Bilgisayar sınıflarında, bilgisayar ve diğer elektrikli cihazlardan dolayı iç ortama ısı verilmektedir. Bundan dolayı iç ve dış ortamın dengelemek için nem kontrolü yapılmalıdır.

Kapalı yüzme havuzları, özel havalandırma sistemine ihtiyaç duymaktadır. Havuzun fayans yüzeyinde nem kontrolüne dikkat edilmelidir. Uzun çalışma saatlerine sahip olduklarından dolayı, VAV sistemleri kullanılmalıdır. Soyunma odalarında, duş ve tuvaletler varsa, özel havalandırma sistemleri kullanılabilir [83].

#### a) Sıcaklığın Ayarlanması

Öğrenciler, yetişkinlere göre daha yüksek metabolik hızları olduğundan dolayı, daha düşük sıcaklıklarda rahat hissetmektedirler. Tablo.3'te gösterilen sıcaklık değerleri DfES tarafından belirlenmiştir.

**Tablo 3: Okul Aktivite Alanları için Önerilen Sıcaklık Değerleri [79]**

18 <sup>0</sup> C	Sınıflar
15 <sup>0</sup> C	Sirkülasyon ve Yüksek Yoğunluklu Aktivite Alanları (spor salonları vb.)
21 <sup>0</sup> C	Düşük Yoğunluklu Aktivite Alanları

Binanın optimum iç sıcaklıkları, personel ve öğrencilerin konfor şartlarını iyileştirmesiyle onların morallerini ve ilgilerini arttırmaktadır. Moralli bir öğrenci ile iletişim kurulması daha kolay olduğundan, daha verimli bir öğrenme ortamı oluşumuna katkı sağlamış olur.

Isıtma sistemlerinin, optimum seviyede kendini ayarlayabilen sistemleri, ortam sıcaklığını ayarlamasıyla istenen sıcaklığa ulaşmaktadır. Bu sayede önemli miktarda tasarruf sağlanabilir.

Sıcaklığın gün boyunca değişimine göz önünde bulundurduğumuzda, sistemin çalışma saatlerine göre ısı ve havalandırma sistemleri kontrollü bir şekilde çalıştırılmalıdır. Ortam sıcaklık ayar değeri mekanda insan olup olmamasına bağlı olarak değiştirilebilir. Bu dönem, okul işletmesine bağlı olarak öğle teneffüsü veya özel alıcılar sayesinde yapılabilir [80].

### b) Dış Havadan Etkin Kullanım

Dış havadan yararlanarak soğutma enerji talebi azaltılabilir ve iç mekanın sıcaklık ayarları değiştirilebilir. Ancak bunu yaparken iç hava kalitesi ve sağlık kriterleri korunmalıdır [80].

### c) HVAC elemanlarının yalıtımı

Kazanlar ve sıcak su tankları, borular ve vanaların izole edilmesi ısı kaybını en aza indirilmesini sağlamaktadır [79].



Şekil 37: HVAC dağıtım elemanlarının yalıtımı [84]

### d) Etkin Sıcak Su Kullanımı

Sürdürülebilir mimaride eğitim yapılarının sıcak su kullanımının kontrollü bir şekilde ve gerekliliklerini yerine getirebilen önlemler olarak enerji verimliliği sağlanmalıdır. Gereken önlemler;

- Su ısıtıcı kaynakların enerji etkin olması
- Suyun optimizasyonunun sağlanarak, zaman çizelgesi kontrolüyle izlenmesi
- Akılcı bir planlamayla su dağıtım şebekelerinin birbirlerine yakın olarak verimli kullanılması

- Manuel sıcak su sistemlerinin kurularak temizlik personelinin bölgesel sıcak su ihtiyacının karşılanması olarak sıralanabilir [79].

#### **3.4.2.1.1.2. Doğru ve Verimli Kontrol Stratejilerinin Belirlenmesi**

HVAC sistemleri her ay düzenli bir şekilde çalışıp çalışmaması kontrol edilmelidir. Bu sayede zamana bağlı olarak enerji kayıpları, düzenli bakım programlarıyla engellenebilir. Sistemin bir parçasının düzensiz çalışması, diğer parçalarının da verimsizleşmesine ve enerjinin boşa harcanmasına sebep oluşturmaktadır.

##### **a) Enerji etkin kontrol sisteminin oluşturulması**

Enerji etkin kontrol sistemlerinin çalışma prensibi, kendi ihtiyaçlarına göre ısıtma ve soğutma taleplerine göre dayanmaktadır. Bu sistem tüketicinin kullanım süresine göre ayarlanabildiğinden dolayı enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Eğitim yapılarında genellikle işletme masraflarından dolayı, dış hava koşullarına göre kontrol yapılmaktadır. Plansız bir ısıtma sistemi aynı kullanım zamanlarına sahip olmayan mekanların aynı anda ısıtmasına yol açmaktadır. Bu sebepten dolayı, enerji gereksiz yere kullanılmış olur. Burada öğrenciler derslere başlamadan önce ısıtıcıları açarak en uygun zaman aralıklarına kadar sürmesine dikkat edilmelidir. Dış ortam sıcaklıklarında devreye sokulacak olan cihazlar daha geç çalışması, enerji tasarrufu sağlayacaktır [85].

Sınıflarda konumlandırılabilen tek oda kontrolü sayesinde her sınıfın, kendine ait zaman programıyla ders sırasında ısıtılması, vantilatör ya da soğutucuyla sadece ders esnasında soğutma yapılabilir.

CO<sub>2</sub> kontrolü ile iç ortamdaki CO<sub>2</sub> ayar değeri aşılması durumunda temiz hava fanlardan otomatik olarak içeriye girecektir. Bu sayede hem enerji verimliliği hem de iç ortam hava kalitesi sağlanmış olur [85].

##### **b) HVAC Sistemlerin korunması**

Okul mobilyalarının personel veya öğrenciler tarafından hareket etmesi sonucu, radyatör ve havalandırma mekanizmalarının çalışmalarına engel olmamalarına dikkat edilmelidir. Filtrelerin temiz ve tozsuz tutulması, ısının daha iyi

dolaşımına ve ısı talebini karşılayan enerji gereksiniminin azaltılmasını sağlar. Termostatların, optimum seviyede çalıştırılması, güneş ışığında ve iç ısı kaynaklarından etkilenmemesi, onu daha verimli kullanımına olanak tanır [79].

### c) Geri Beslemenin Uygulanması

Okul yapılarının ısıtma mekanizmalarının kontrolünün yetersizleşmesi ısınan mekanın el ile kontrol edilmesine neden olmaktadır. Personel ve öğrenciler aşırı ısınan sınıflarda pencereyi açarak müdahalede bulunur ve bu da büyük enerji kayıplarına yol açmaktadır. Bu sebeple kullanım esnasında yapı işletmesi yetkilileri bu tür konularda personel ve öğrencilerin bulgularından yararlanarak gerekli önlemler almalıdır [79].

#### 3.4.2.1.1.3. Enerji Analizlerinin Yapılarak Tasarruf Performanslarının Belirlenmesi

Enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için girdilerin ve çıktıların hesaplanarak karşılaştırılması gerekir. Tüketimi oluşturabilecek ana etmenler;

- Elektrik enerjisi
- İç ortamın ısıtılması ve sıcak su için gereken ısıtma enerjisi
- İç ortamın soğutulması ve soğuk su için gereken soğutma enerjisi
- Akaryakıt ve doğalgaz tüketimi olarak sıralanabilir.

Bu etmenlerin verimlilik tespiti manuel olarak aylık faturalar üzerinden yapılabilmesiyle birlikte, otomatik sayaçlar tarafından da kaydedilebilir. Bu değerler, standartlarla karşılaştırılarak değerlendirilmelidir. Bu sayede okulda bulunan mekanların m<sup>2</sup> başına tüketilen enerji miktarı kıyaslanabilir ve her okulun kendine özel standart tüketim miktarı oluşturulabilir [85].

#### 3.4.2.1.2. Aydınlatma

Etkili bir öğretme ve öğrenme ortamı için mekanların iyi ve verimli aydınlatılmış olması gereklidir. Eğitim yapılarının toplam enerjisinin yaklaşık %10'unu aydınlatma sistemi oluşturduğundan dolayı enerji verimliliği için tasarruf sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Aydınlatma araçları, doğrudan enerji kullanımının yanında, dolaylı olarak da etkisi vardır. Mekanlara yaydığı ısı enerjisi HVAC sistemlerinin çalışma prensiplerini ve sürelerini etkilemektedir. Bu durum kış






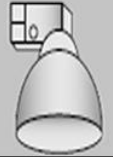



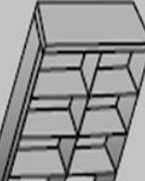
aylarında klimaların düşük enerji kullanımına da yansımaktadır [86]. Görsel kalite ve enerji tasarrufunun sağlanması için;

- Doğru ve verimli yapay aydınlatma sistem tasarımıyla, aydınlık kalitesinin bozulmadan, enerji ihtiyacının azaltılması
- Doğal ve yapay aydınlatma sistemlerinin birbirleriyle entegre olarak çalıştırılması gibi etmenler göz önünde bulundurulmalıdır.

Aydınlatma sistem tasarımında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmaktadır;

- Eğitim ve öğretim bölgelerinin kategorize edilerek gerekli aydınlatma optimizasyonunun sağlanması [86]. Tablo.4'te mevcut eğitim yapılarında kullanılan ampul çeşitleriyle enerji etkin ampullerin karşılaştırılması gösterilmektedir.

**Tablo 4: Eğitim yapılarında enerji etkin ampul seçenekleri [79]**

	AMPUL ÇEŞİTLERİ	KULLANIM ALANLARI		ENERJİ VERİMLİ AMPUL	ENERJİ TASARRUFU/ YARARLARI
	Tungsten Ampul	Genel Aydınlatma, Ortak Kullanım Mekanları		Kompakt Floresan Ampul	%75 enerji tasarrufu/Uzun ampul ömrü
	38mm Anahtar-Başlangıç Parçalı Floresan Tübü	Genel Aydınlatma, (Sınıflar, Koridorlar, Çalışma Ofisleri vb.)		26mm Düşük Voltajlı Floresan Tübü	%8 enerji tasarrufu/Uzun ampul ömrü
	Yüksek Watt'lı ince telli ampul	Büyük Mekanlar, (Spor Salonu, Tenis Sahası, Toplantı Salonu, Oyun Alanları vb.)		Yüksek Watt'lı Kompakt Floresan Lamba	%65-75 enerji tasarrufu/Uzun ampul ömrü
	Şebeke Gerilimli Reflektör Lambası (filament spot ve float türleri)	Genel Aydınlatma, Parlak ışık ve iyi renklendirilmiş alanlar (atölyeler, sanat stüdyoları vb.)		Düşük voltajlı tungsten holojen ampul	%30-80 enerji tasarrufu/eşdeğer aydınlatma performansı
	2ft 40W ve 8ft 125W Gücünde floresan mekanizma	Genel Aydınlatma, (Sınıflar, Koridorlar, Çalışma Ofisleri vb.)		Yansıtıcı ve ızgaralı veya yüksek frekanslı prizmatik kontrollü Floresan Mekanizma	%30-45 enerji tasarrufu/ yüksek ışık kalitesi, titreme ve uğultu önleme

- Yüksek frekanslı floresan aydınlatma sisteminin tercih edilmesi

- Eğitim yapılarının sosyal kullanımı esnasında doluluk oranını saptayan otomatik aydınlatma sistemlerinin kurulması [86].
- Doğal aydınlatma sistemlerinden yararlanılarak doğrudan gelen güneş ışığının tavana veya duvara yansıtılarak iç ortamın verimli olarak aydınlatılması (Bkz. Görsel Konfor)

**Tablo 5: Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemleri[87]**

GELİŞMİŞ DOĞAL AYDINLATMA SİSTEMLERİ		
<b>AYNASAL SİSTEMLER</b>	Cam arasına yerleştirilen üç yüzü aynasal parçacıklar yardımıyla ışığı yansıtır. Direkt gelen ve kamaşmaya neden olan ışınlar, tavana yansır, tavadan da iç mekana yansır. Tavanın ışık yansıtma katsayısı yüksek malzemeden seçilmelidir.	
<b>PRİZMATİK SİSTEMLER</b>	Prizmatik paneller, ince, düzlemsel, testere dişli açık akrilikten yapılıdır. Güneş ışığını kırabilir veya dolaylı olarak iç mekana gönderebilir.	
<b>İŞIK RAFI</b>	Gökyüzünden gelen ve yansıyan ışınları kalkan görevi görür ve üst yüzeyde gölgelemeye veya yansımaya yol açar. Yüksek tavana ihtiyaç duyar. K.Y.K de güney cephelerde, G.Y.K de kuzey cephelerde uygulanır.	
<b>İŞIK BORUSU</b>	Biriktirdiği güneş ışığını, binanın herhangi bir yerine kanallar yardımıyla ulaştırır. Işığın iletilmesi, boruların uzunluğu, ışığın geliş açısı ve dağılacak alanın genişliğine bağlıdır.	
<b>ANİDOLIK SİSTEM</b>	Gökyüzünden gelen yayık gün ışığını, hacim içine iletirken, direkt güneş ışığını hacme girmesini engelleyen sistemdir. Doğu ve batı doğrultusunda çatı uygulamalarında kullanılır. Sistem K.Y.K de kuzeye doğru, G.Y.K de güneye doğru eğim verilmelidir.	





**Şekil 38: Bir Eğitim Yapısında Kullanılan Işık Rafı Kullanımı – T. L. Wells Okulu [88]**

- Yüksek renk kalitesini sağlayacak aydınlatma elemanlarının seçilmesi
- **Esnek kullanım;** Mekanlarda ihtiyaç duyulan aydınlatma gereksinimini sağlayan lamba anahtarlarının seçilmesi
- **Maksimum aydınlık alanı;** Koridorlar, sınıflar vb. büyük açıklık mekanlarının maksimum aydınlık ve minimum enerji tüketimi için aydınlatma elemanlarının doğru konumlandırılması
- **Tekdüzeliğin engellenmesi;** Eğitim yapılarında, tekdüze ışıklardan kaçınarak, gölge ve ışığın, keskin ve geçişli olarak mekanlarda aydınlatılması tercih edilmelidir. Bu sayede iç mekanların algısı artırılabilir
- Okul tahtası, pano gibi dikey elemanların görsel kalitesinin artırılması için dikey aydınlatma elemanlarının kullanılması
- **Parlamaların engellenmesi;** Aşırı parlamaya yaratan ışık kaynakları, doğrudan veya dolaylı olarak yansıtılarak görsel performansı azaltabilir. Bu da gözlerde algı bozukluklarına ve yorgunluğa sebep olmaktadır. Gölgeleme elemanları kullanıcı performansına bağlı olarak kontrol edilmelidir [86].

İyi bir aydınlatma sistem kontrolü, doğal ve yüksek verimli yapay aydınlatma sistemlerinin birbirleriyle entegreli olarak çalışmasıyla sağlanabilir. Gün ışığının loş ya da yüksek aydınlık seviyelerinde iken, yapay aydınlatmanın açık ya da kapalı olduğu kontrol edilmelidir. Fotoelektrik kontrol sistemleriyle gün ışığının yoğunluğuna bağlı olarak mekanın optimum seviyesi korunabilmektedir. Ayrıca;

- Gerek öğrenciler gerekse personel tarafından ders saati veya sosyal kullanım sırasında bilinçlendirme çalışmaları yapılarak gereksiz aydınlatma bölgelerinin kontrol altında tutulması



- Aydınlatma sisteminin düzenli bakım yapılarak, bakım çizelgesinin oluşturulması
- Kararan, loşluk oluşturan ve titreten lambaların değiştirilmesi gibi önlemler alınarak kontrol mekanizmasıyla enerji verimliliği sağlanabilmektedir.

#### **3.4.2.1.3. Yalıtım**

Normal şartlar altında ısı, yüksek sıcaklık ortamından, düşük sıcaklık ortamına geçiş yapmaktadır. Bu, kışın enerji kayıplarına, yazın ise gereğinden fazla enerji kazançlarına yol açmaktadır [89]. Mekanik sistem, kış aylarında kaybolan ısı için ısıtma enerjisi, yazın kazanılan ısıyı atmak içinse soğutma enerjisi harcar. Bu da enerji kaybına yol açmaktadır. Isı yalıtımı burada dış ve iç ortam arasındaki ısı geçişini önlemeye çalışmaktadır. Yoğuşmayı önleyerek iç duvarlarda nem ve küflenmeyi ortadan kaldırır. Yalıtım, yapı strüktürünün ısısal gerilimlerini azaltarak termik yüklemeyi azaltmaktadır. Bu sayede yapı, ömrünü uzatarak yapının sürdürülebilirliğini sağlar [90].

Enerji etkin ısı yalıtımı, binanın minimum enerjiye ihtiyaç duyarak, ülkemizde fosil yakıtlarının tüketiminin azalmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yazın soğutma için kullanılan soğutucu gazlara ihtiyacı azaltarak, ozon tabakasının zarar görmesini engellemektedir.

Sürdürülebilir mimaride eğitim yapılarının bina kabuğunun iyi yalıtımı hem enerji tasarrufu sağlar hem de konforlu bir eğitim ortamı oluşturmaktadır. Tipik bir eğitim binasının yaklaşık 2/3 ünü bina kabuğu (duvar-zemin-tavan) yoluyla ısını kaybeder. Isıtma sisteminin gücünü arttırmak yerine var olan ısıyı korunması çalışılmalıdır. Bu kapsamda, sürdürülebilir eğitim yapılarının yalıtımında dikkat edilmesi gerek kriterler aşağıda sıralanmaktadır [79].

- Okulun tasarımında iklimsel etmenler (güneş ışınımı, rüzgar, dış ortam sıcaklığı, nem) ve coğrafi etmenler ( enlem, boylam ve deniz seviyesi) dikkat edilerek yalıtım uygulanması
- Okulun optik (güneş ışınımının geçirgenliği, yansıtıcılığı) ve termik (yapının ısı geçirme katsayısı, saydamlık oranı) özelliklerine dikkate alarak bina oturumu yapılması

- Yalıtım seviyesinin belirlenmesi; Eğitim yapısının formu, iklimsel verilere göre değerlendirilmelidir. En az ısı kaybına sebep olacak şekilde oluşturulmalıdır. Yapının, ısı depolama kapasitesi hesaplanarak derecelendirme yapılmalıdır [91].
- Enerji kaybına yol açılabilecek bölgelerinin planlama öncesi ve uygulama sonrası saptanması ve gerekli önlemlerin alınması
- İzole edilen bölgelerin gerekli kontrollerden geçerek verimliliğinin saptanması ve düzenli bakımının yapılması
- HVAC sisteminin binaya uygun yalıtıma göre düzenlenmesi
- Binanın nemli bölgelerinin saptanarak gerekli önlemlerin alınması
- Yaz aylarında gölgelikli alanlar oluşturularak yüksek ısınmanın önüne geçilmesi
- Yüksek performanslı cam sistemlerinin kullanılarak ısı kayıplarının önlenmesi ve aynı zamanda güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılması [92].

Enerji etkin ısı yalıtımı, bina kabuğunun bileşenlerine bağlı olarak dikkat edilmesi gereken bazı hususlar vardır.

#### a) Duvarlarda Yalıtım

Yalıtım hem dışta hem de içte yapılabilmektedir. Bina dış yalıtımı, bina kabuğunu tamamen kaplayarak ısı köprülerini engellemesi, termal kütlede ısı depolaması, bakım maliyetlerini düşürmesiyle birlikte iç mekan hacmi azaltmadan dekoratif ve tesisat öğelerin konumlandırılmasına engellememesinden dolayı iç yalıtıma göre daha çok tercih edilmelidir [19].

Bina yüksekliğine bağlı olarak dış duvarlarda meydana gelen ısı kaybı değişiklik göstermektedir. Dış yüzey alanının büyümesi ısı kayıplarının da orantılı olarak artışına sebep olmaktadır. İklimsel faktörler dolayısıyla, dış duvarlar fiziksel değişimlere (genleşme-büzülme) uğramaktadır. Bu da bina kullanım ömrünü etkilemektedir. İklimsel veriler ve mekânsal farklılıklar göz önünde bulundurularak duvarlarda yalıtım yapılmalıdır. Isı köprülerinin ortadan kaldırılması ve binanın verimli bir şekilde korunması için, duvarlarla birlikte kiriş, kolon, hatıl, lento ve perde duvar gibi diğer yapı elemanları da yalıtılmalıdır [93]. Tablo.6 'da genel olarak duvarlarda uygulanan yalıtım detayları gösterilmektedir.

**Tablo 6: Duvarların Dıştan, İçten ve Temel Yalıtım Detayları [93]**

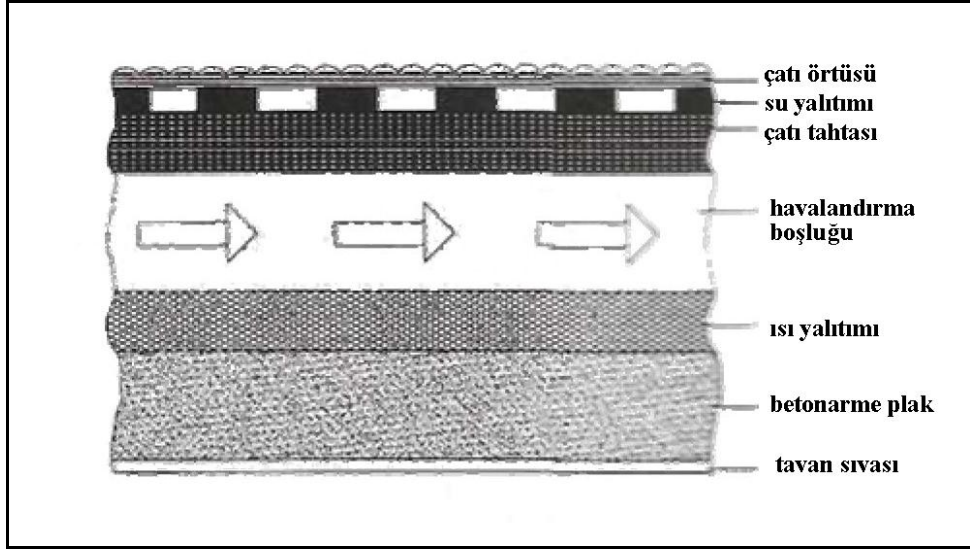
DUVARLARDA YALITIM		
Dıştan Yalıtım		<p>1.Dış cephe kaplaması 2.File taşıyıcılı ince sıva 3. Dübel 4.İsı yalıtımı 5.Yapıştırıcı 6.Duvar konstrüksiyonu 7.İç sıva</p> <p>A. Dış cephe kaplaması B. Sıva C. Duvar konstrüksiyonu D. İç sıva E. Tavan sıvası F. Döşeme kaplaması</p>
İçten Yalıtım		<p>1.Dış cephe kaplaması 2.Rabitz telli sıva 3.İsı yalıtımı 4. Yapıştırıcı 5.Betonarme kiriş alçı plaka</p> <p>A. Dış cephe kaplaması B. Duvar konstrüksiyonu C. Yapıştırıcı D. İsı yalıtımı E. Buhar kesici membran F. Alçı sıva G. Saten alçı ve iç kaplama</p>
Temel Yalıtımı		<p>1.Toprak 2.Ekstrude polistiren köpük 3.Su yalıtım membranı 4.Düzeltme sıvası 5.Betonarme perde duvar 6. İç sıva</p>

## b) Çatılarda Yalıtım

Çatılar, formlarından dolayı eğimli ve düz olması, farklı yalıtım sistemlerini beraberinde getirmektedir. Yapı kabuğunu yukarıdan saran ve tamamlayan çatı elemanı, iklimsel faktörlerden dolayı çok iyi korunmalıdır. Çatılar, genel olarak dış ortamdan yağmur, don, rüzgar, güneş ışınımı, iç ortamda da su buharı ve gaz gibi etmenlere maruz kalmaktadır [19]. İç ortamdan gelen su buharı, yoğuşmaya uğramakta ve kaybolmaktadır. Yalıtım malzemesi tarafından emilen nem (yoğuşma sonucu oluşmaktadır.) ısı yalıtım malzemesine zarar vermektedir [93]. Bu nedenle, su buharına karşı önlemler alınmalıdır. Bunlar;

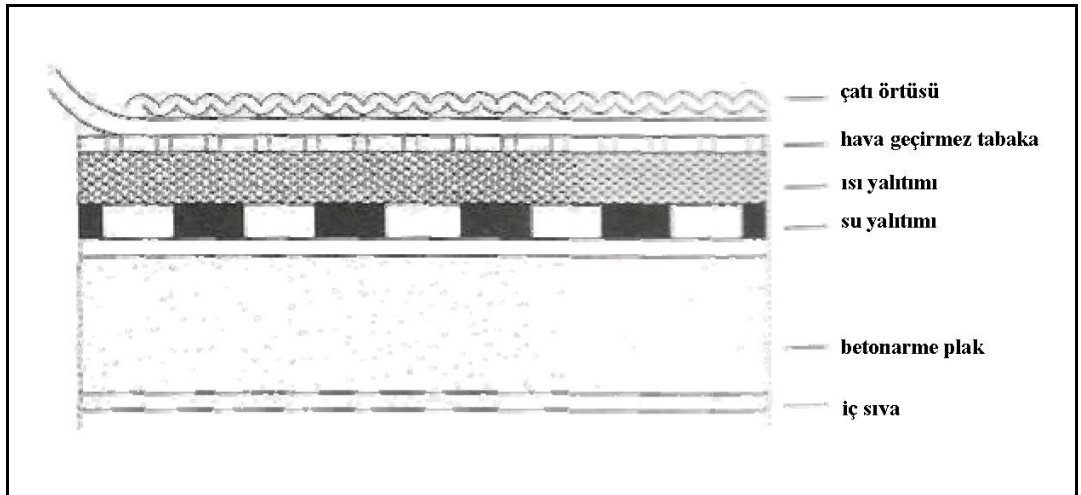
- Su buharının vantilasyonla yoğuşmadan dışarı atılması
- Su buharının yoğuşmasına izin vermeyen bina malzemelerinin seçilmesi (cam, metal vb.) olarak sıralanmaktadır.

**Soğuk çatılar**, çatı arası boşlukları sayesinde havalandırmaya uğramaktadır. Bu havalandırma yaz mevsiminde çatı arasındaki sıcaklığın azaltılmasına dolayısıyla iç mekan sıcaklığının düşmesine sebep olmaktadır. Kışın ise iç mekan sıcaklığının artması sebebiyle karların erimesinin önlenimi için dış ortamla iç ortam sıcaklığı bu havalandırma sayesinde dengeye getirilmektedir.



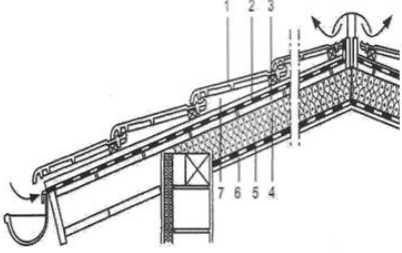
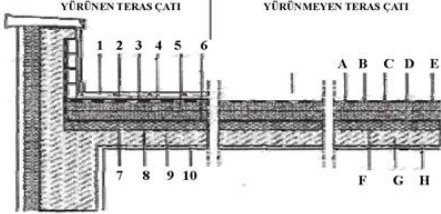
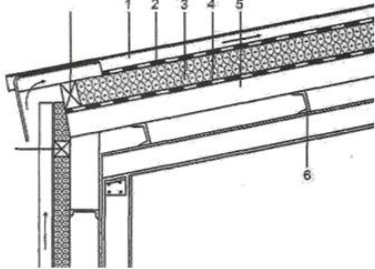
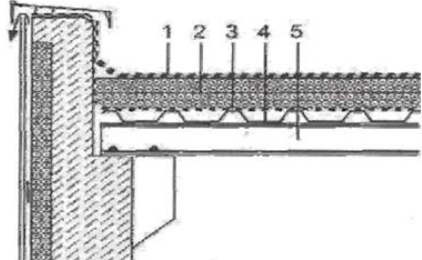
Şekil 39: Soğuk Çatı Prensip Şeması [93]

**Ilık çatılarda**, yalıtım ve malzemeye etki eden su buharının içinde ventilasyon yoktur. Bunun yerine, ılık çatıların kuru ve sıcak tarafında buhar difüzyonuna engel olan yalıtım malzemesi kullanılmaktadır.



Şekil 40: Ilık Çatı Prensip Şeması [93]

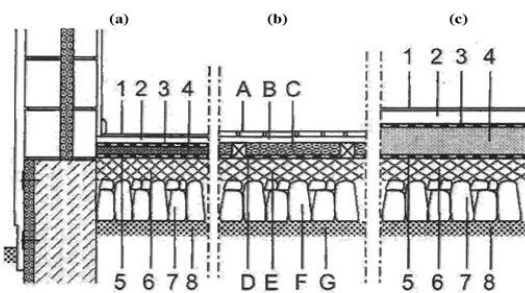
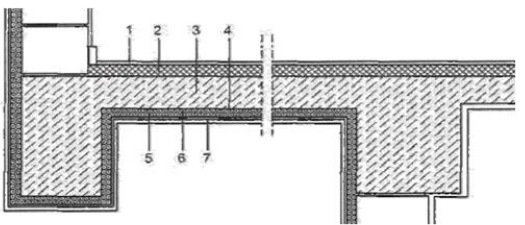
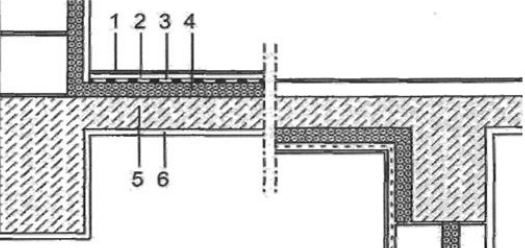
**Tablo 7: Çatı Yalıtım Detayları [93]**

ÇATILARDA YALITIM		
Kırma Çatı Yalıtımı		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Çatı örtüsü</li> <li>2.Poliolenim nefes alan su yalıtım membranı</li> <li>3.Çatı tahtası</li> <li>4.Mertek arası ısı yalıtımı</li> <li>5.Buhar kesici membran</li> <li>6.Tavan kaplaması</li> <li>7.Havalandırma boşluğu</li> </ol>
Düz Çatı Yalıtımı	<p>YÜRÜNEN TERAS ÇATI</p>  <p>YÜRÜNMEYEN TERAS ÇATI</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Döşeme kaplaması</li> <li>2.Harç</li> <li>3.Koruma betonu.</li> <li>4.Su yalıtım membranı</li> <li>5.İsı yalıtım malzemesi</li> <li>6.Buhar kesici membran</li> <li>7.Buhar dengeleyici</li> <li>8.Eğim betonu</li> <li>9.Betonarme plak veya asmolendöşeme veya gazbeton döşeme paneli</li> <li>10. Tavan sıvası</li> </ol> <p>A. Çakıl B. Mineral kaplı su yalıtım C. Su yalıtım membranı D. Isı yalıtım malzemesi E. Buhar kesici membran F. Buhar dengeleyici H. Betonarme plak veya asmolendöşeme veya gaz beton döşeme paneli I. Tavan sıvası</p>
Eğimli Metal Çatı Yalıtımı		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Metal çatı örtüsü</li> <li>2.Nefes alan su yalıtım membranı</li> <li>3.İsı yalıtım malzemesi</li> <li>4.Buhar kesici membran</li> <li>5.Hafif beton çatı plağı veya gaz beton çatı plağı</li> <li>6.Taşıyıcı sistem</li> </ol>
Düz Metal Çatı Yalıtımı		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Mineral kaplı veya UV dayanımlı su yalıtım membranı</li> <li>2.İsı yalıtım</li> <li>3.Buhar kesici membran</li> <li>4.Trapez metal örtü</li> <li>5.Taşıyıcı sistem</li> </ol>

### c) Döşemelerde Yalıtım

Binaların bodrum zemini ve kat döşemelerinde, belli oranlarda ısı kayıpları meydana gelmektedir. Döşemelerde yalıtım, döşemenin üstünde veya altında yapılabilmektedir [19]. Zemine oturan döşemelerde kullanılan ısı yalıtım levhaları, su geçişini izin vermeyen ve toprakta bulunan kimyasallardan etkilenmeyecek şekilde seçilmelidir. Ayrıca, aşırı nem, yük basıncına bağlı olarak zemin deformasyonlarına dikkat edilerek gereken önlemler alınmalıdır. Çıkma döşemelerde öncelik olarak dıştan yalıtım yapılmalıdır [93]. Tablo.8’de genel olarak döşemelerde uygulanan yalıtım detayları gösterilmektedir.

**Tablo 8: Döşeme Yalıtım Detayları [93]**

DÖŞEMELERDE YALITIM				
Zemin Döşemesi Yalıtımı		(a) 1.Dış cephekaplama 2.Şap min. 5 cm 3.Bir kat serbest suyalıtım membranı 4.İsı yalıtım 5.Su yalıtım membranı 6.Grobeton 7.Blokaj 8.Toprak zemin	(b) A. Ahşap parke kör B. Ahşap döşeme kadrantları C. Ahşap kadrantları arası ısı yalıtım membranı D. Su yalıtım membranı E. Grobeton (mala perdahlı) F. Blokaj G. Toprak zemin	(c) 1. Döşeme kaplama 2. Şap min. 5 cm 3. Su yalıtım membranı 4. Cüruf veya perlit dolgu 5. Su yalıtım membranı 6. Grobeton 7. Blokaj 8. Toprak zemin
Çıkma Döşemesi Duştan Yalıtımı		1.Döşeme kaplaması 2.Düzelme şapı 3.Betonarme plak veya asmolen döşeme 4.Yapıştırıcı 5.İsı yalıtım 6.Dübel 7.File taşıyıcın ince sıva veya rabitz telli normal sıva		
Çıkma Döşemesi İhter Yalıtımı		1.Döşeme kaplaması 2.Yüzer sap 3.Su yalıtım membranı 4.İsı yalıtım 5.Betonarme plaka veya asmolen döşeme 6.Sıva		

#### d) Pencerede Yalıtım

Binalarda ısı geçirgenliğinin en fazla olduğu yapı elemanı olan pencereler, iklim şartları dikkate alınarak iyi bir şekilde yalıtılmalıdır. Pencereler kışın güneş ışığını bina içine geçirerek iç mekanın ısınmasını sağlamakta, güneşin olmadığı zamanlarda ise kısa zamanda mevcut ısıyı kaybetmektedir. Pencere yalıtımının etkin olabilmesi için çerçeve pencere, perde, panjur (güneşlik), cam bir bütün olarak düşünülmeli ve gereken önlemler alınmalıdır [19].

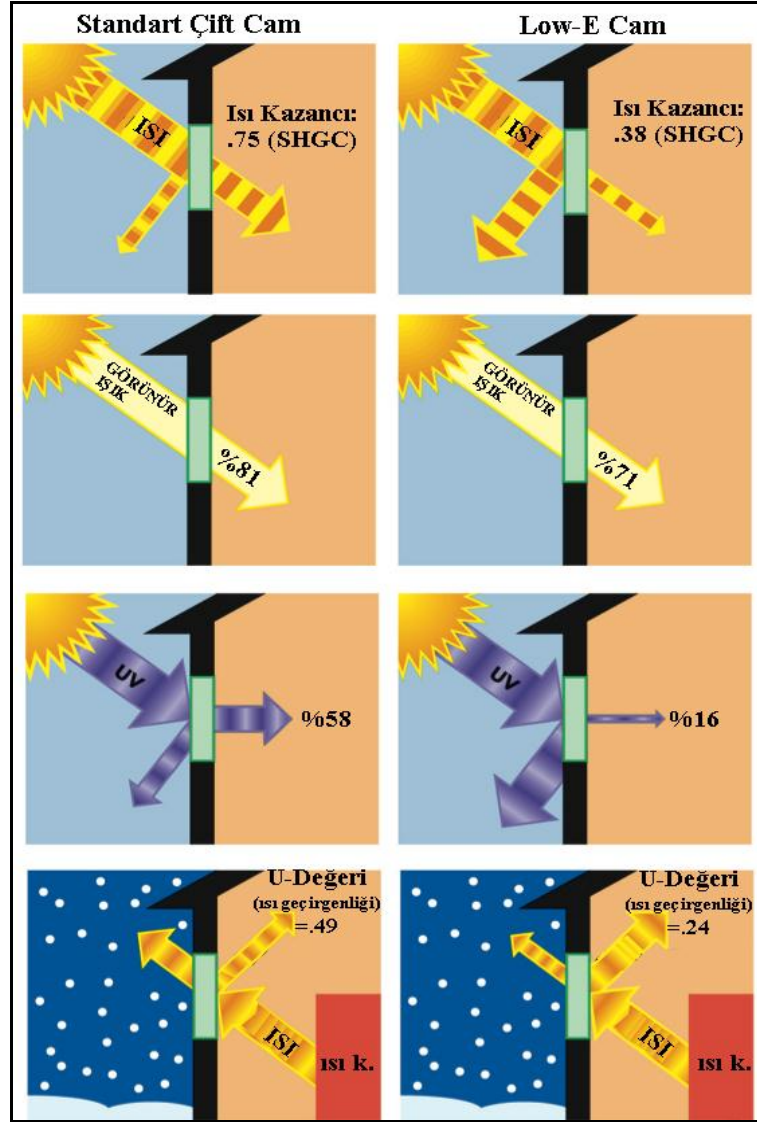
Isı kaybı bakımından soğuk köprü gören çerçeveler, ısı iletimi katsayısının düşük olan malzemelerden seçilmelidir. Perde ve güneşlikler kış aylarında binanın güneşten yararlanabilmesi için açılmalıdır. Güneşin etkisinin azalması yani ısı kazancının kayba dönüşmesi durumunda perdeler kapatılmalıdır.

Pencerelerde ısı kaybının azaltılması için çift cam sistemlerinin tercih edilmelidir. Çift cam sistemi, prensip olarak iki cam arasındaki havanın ısı geçişine karşı direnç oluşturmaktadır. Bu direnç camların birbirine olan uzaklığına bağlı



olarak değişmektedir. Birbirlerine olan uzaklıkları artması camın yalıtım değerini azaltmaktadır [93].

Çift cam sistemleri günümüzde teknolojik gelişimle birlikte değişime uğrayarak, Low-E kaplamalı çift cam sistemini meydana getirmiştir. Low-E kaplamalı çift cam sistemleri, geleneksel çift cam sisteminden ışınlıma kaçan ısının büyük bölümünü geri kazandırmaktadır. Low-E çift cam uygulaması, ısı kaybını tek camlara göre %70, çift cama göre %50 oranında azaltmakta, güneş ışınlarının içeriye girmesine izin vererek içerde tutmakta, kışın camlarda oluşan terlemeyi önlemekte ve ısının dengeli dağılımını sağlamaktadır [93]. Şekil.41’de Çift cam ve Low-E camın karşılaştırılmasını gösteren diagram yer almaktadır.



Şekil 41: Çift Cam – Low E Cam Diagramı [94]



#### **3.4.2.1.4. Okul Ekipmanları**

Eğitim yapılarında yer alan bilgisayar ve bilim laboratuvarları, sanat stüdyoları ve mutfak gibi mekanlar eğitim yapısının enerji kullanımında önemli bir yere sahiptir. Bilgisayar, yazıcı, fotokopi, fırın, ocak gibi okul ekipmanları gerekli önlemler alınarak tasarruf sağlanabilir. Bu önlemler;

- Yüksek ısı yayan bilgisayar laboratuvarları gibi mekanları kuzeye yönlendirerek yüksek ısı oluşumunun engellenmesi
- Eğitim yapısının gereksinimi olan eğitim ekipmanlarının analiz edilerek optimizasyonunun yapılması. Bu sayede gereksiz enerji tüketimi engellenmiş olur.
- Tüm okul ekipmanlarının kullanımından sonra kapatılması ve gün sonunda ekipmanların bina otomasyonunda otomatik olarak güçlerinin kesilmesi
- Mutfaklarda oluşan ısıyı, ısı geri kazanım sistemleriyle yeniden kullanılması olarak sıralanabilir [79].

#### **3.4.2.1.5. Yenilenebilir Enerji**

Günümüzde enerjinin temin edildiği mevcut kaynaklar fosil yakıtlardan (petrol, kömür vb.) oluşmaktadır. Sürdürülebilir yaşam döngüsü içinde olmayan fosil yakıtların kullanımı devam ettikçe tükenmesi kaçınılmaz bir son olacaktır. Bu bağlamda günümüz dünyasında sürdürülebilir enerji, ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının oluşturulmasıyla sağlanabilir. Yenilenebilir enerji politik açıdan enerji anlaşmazlıkları, petrol kaynaklarının zamanla azalması, küresel ısınma, çevresel tehlikeler ve yenilenebilir enerji maliyetlerinin zamanla düşmesinden dolayı dünyadaki gereksinimleri arttırmaktadır [95].

Yenilenebilir enerji ile eğitim yapılarına güç ve ısı üretimi sağlanabilmektedir. Yenilenebilir enerji sistemlerini kullanabilen bir eğitim binası, enerji tasarrufu yanında okulun çevreye duyarlılığı ve uygulamalı olarak öğrencilere öğretim olanakları sunmaktadır. Günümüzde yenilenebilir enerjinin eğitim yapılarında kullanım, maliyet ve uygulanabilir arazi kapsamında sınırlanmaktadır. Muhtemel enerji sistemleri;

- Güneş Enerjisi Sistemleri (ısı, sıcak su ve elektrik üretimi)
- Rüzgar Enerjisi Sistemleri (elektrik üretimi) olarak sıralanmaktadır.

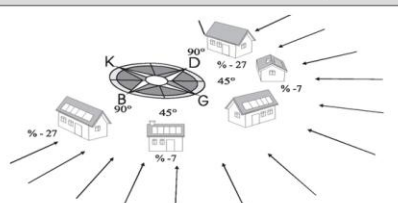
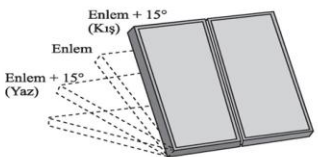
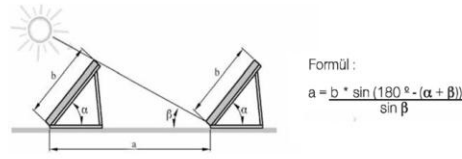
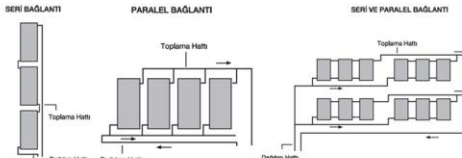
### 3.4.2.1.5.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin temiz enerji türü çevreye zararı olmayan karmaşık teknolojiye gerek duymamasından dolayı diğer enerji kaynaklarına göre avantajlı durumdadır. Ancak, güneş ışınlarının şiddeti, zamanı, sürekliliği ve bölgesel etmenlerden dolayı verimliliği değişme göstermektedir. Ayrıca ilk yatırım masrafları ve enerji depolama ihtiyacı bazı dezavantajlara sebep olmaktadır. Güneş enerjisinden çeşitli faydalanma şekillerine sahiptir [97]. Bunlar; doğal etken olarak dalga, rüzgar ve hidrolik enerjiye, aktif etken olarak ise ısı ve fotovoltaik panellerle enerji oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Güneş enerjisi binalarda pasif ve aktif olarak kullanımı mümkündür. Pasif kazanım binaya herhangi bir mekanik sistem kurulumu olmadan binanın termal kütlelerinin güneş ışınımına maruz kalarak iç ortamın ısı değişimine sebep olmaktadır. Aktif kazanım ise güneş kolektörleri ve fotovoltaik pillerle sağlanmaktadır. **Güneş kolektörleri**, binaya sıcak su ihtiyacını güneş ışınlarıyla, **fotovoltaikler** ise binanın elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaktadır.

#### a) Güneş Kolektörleri

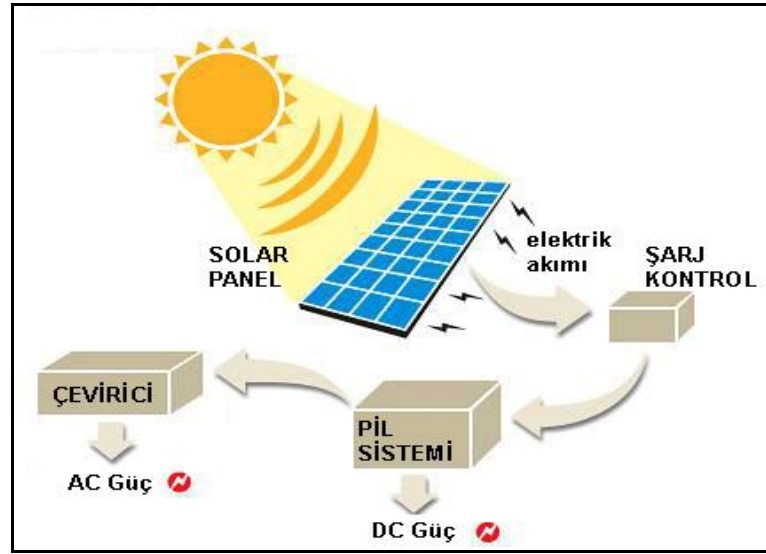
Tablo 9: Güneş Kolektörleri Tasarım Parametreleri [99]

Güneş Kolektörleri Tasarımı	
Kolektör Yönlendimi	 <p>K.Y.K.'de güneye, G.Y.K.'de ise kuzeye bakması güneşten maksimum verimliliği sağlamaktadır. Güney yönünde olan sapmalar kısmi kayıpların oluşmasına neden olmaktadır.</p>
Kolektör Eğimi	 <p>Kolektörlerin yerleştirme açısı verimi etkilemektedir. İdeal açı, bulunan enleme göre farklılıklar göstermektedir. Ortalama bir değer oluşturulması için, enlem açısı tercih edilebilir. Genel olarak enlem açısına göre kış için +15, yaz için -15 eğim değiştirilebilir.</p>
Kolektör Mesafeleri	 <p>Kolektörlerin arka arkaya yerleştirilmesi halinde, kolektörler arası mesafe, eğim, boy ve güneş konumuna göre değişim göstermektedir. Doğru mesafelendirilmiş kolektörler, birbirlerine gölge oluşturmaz. Bu sayede maksimum verim elde edilmiş olur.</p>
Kolektör Bağlantıları	 <p>Kolektör bağlantıları, kolektörlerde oluşan basınç kaybını eşitleyecek şekilde yapılmalıdır.</p>

Güneş kollektörleri, güneş enerjisinin toplayarak bir akışla ısı olarak saklanan aygıttır. Ulaşılan sıcaklık 70 0C – 120 0C arasında güneşin konumuna ve iklimsel faktörlere göre değişim göstermektedir. Eğitim yapılarında yapılan hesaplamalara göre birimlerin sıcak su ihtiyacı belirlenmelidir [98]. Tablo.9’da güneş kollektörlerinin tasarımında dikkat edilecek özellikler gösterilmektedir.

#### b) Fotovoltaik Sistemler

Günümüzde fotovoltaik paneller okul ve diğer binalarda teşvik sağlanabilmesi adına yapı sistem ve bileşenleriyle entegre olarak uygulanabilmektedir. Bu bağlamda bina kabuğunun fonksiyonel ve estetik anlamda gerekliliklerini sağlayabilen fotovoltaik paneller yorumlanmaktadır. Sürdürülebilir eğitim yapısında bina kabuğu fotovoltaik panellerin dış ve iç ortamı ayırabilici bir yapı elemanı olmasıyla birlikte, güneşten elektrik enerjisi üreterek çok yönlü işlevler kazandırmakta ve konfor şartlarını sağlayabilmektedir [100]. Şekil.42’de fotovoltaik panellerin çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 42: PV Panel Çalışma Prensibi [101]

Fotovoltaik güneş panellerinin binaya entegre edilebilmesi için dikkat edilmesi gereken özellikler aşağıda yer almaktadır.

- **Arazi Seçimi** ile, yapının elde edebileceği maksimum verim yönüne ve eğim özelliklerine bağlı olarak yapı doğru yönlendirilmelidir.

- **İklim özelliklerine** bağlı olarak Fotovoltaik modüllerin performansa etkileyecek yıllık toplam güneşlenme süreleri, ortalama bulutlu gün sayısı, rüzgar yükleri, yağış miktarı ve sismik koşullar dikkat edilmelidir.
- **Gölgeleme**, fotovoltaik panellerin verimliliğini azaltmasından dolayı yapı elemanları, gölgeleme yaratmayacak şekilde ve kuzeye yönüne yerleştirilerek konumlandırılmalıdır.
- **Fotovoltaik modül ve hücre türleri**, yapının saydam, yarı saydam ve masif yüzeylerine bağlı olarak belirlenmelidir. Bu sayede hücre panelleri iç ortamın ışık ihtiyacına bağlı olarak seçilebilir.
- **Okul ekipmanlarının** yük analizi yapılarak, uygun fotovoltaik paneller seçilmelidir. Uygun seçilen fotovoltaik paneller, yapım ve işletme maliyetlerini minimumuma indirerek etkili bir enerji tasarrufu tüm yönleriyle sağlanmış olur [100].

Fotovoltaik paneller, yapının cephesine veya çatısına yerleştirilebilmektedir.

## 1. Bina Cephesi

Yapı yüzeyinin büyük bir bölümünü oluşturan cepheler, yüzeyine entegre edilecek olan PV modüller, boyutu, elektrik sistem seçimi ile optimum çözümler bulmalı ve maliyet azaltılmalıdır [100]. PV modüllerin cephe bileşeni olarak kullanımı için;

- PV modüllerin sisteme getireceği yükler dikkate alınması ve hesaplarının yapılması
- Verim kaybının olmaması için PV modüllerin temizlenmesine olanak tanıyan cephenin seçilmesi
- PV modüller, dış ortam faktörlerinden (yağmur, nem ) etkilenmemesi için entegre su yalıtımının yapılması
- PV modüllerin verimlerinin etkileyecek şekilde gölgeleme stratejilerinin belirlenmesi ve gereken önlemlerin alınması
- Yapının görünümünü, estetik açıdan etkilemeyecek şekilde binaya bütün içinde PV modüllerin uygulanması

Tablo.10'da cephe bileşeni olarak PV modüllerin kullanımları gösterilmektedir.

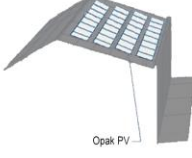
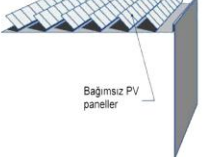
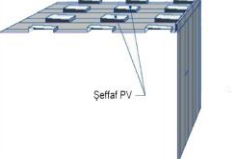
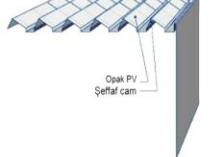
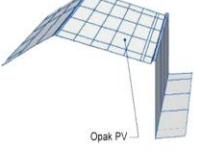
**Tablo 10: Bina Cephesinde PV Modül Kullanımları [100]**

BINA CEPHESİ			
GIYDİRME CEPHE	DÜZLEMSEL PERDE DUVAR	PV Modüller, yapının strüktürel sistemi tarafından metal ızgaralara takılmaktadır. Opak ve yarı-geçirgen modüller olarak kullanılabilir. Ek konstrüksiyon sistemi ve maliyeti yoktur.	
	DÜŞEYDE KIRIKLI PERDE DUVAR	Cephe kırıklıkları, bina yönelimine göre yapıldığından dolayı, pv modüllerden yüksek performans alınır. Konstrüksiyon kırıklıklardan dolayı ek maliyete neden olur. Opak ve yarı geçirgen modüllerle birlikte kullanılabilir.	
	YATAYDA KIRIKLI PERDE DUVAR	Güneş ışınlarının, hem dik hem de açılı olarak olmaları, düşeyde kırıklı sisteme göre daha yüksek performansa sahiptir. Yatay konumu; güneş kontrolü sağlamaktadır. Opak ve yarı geçirgen modüller beraber kullanılabilir.	
	AKERDEON PERDE DUVAR	Katlanmış plak birleşimlerinde oluşan Akordeon perde duvar, uygulama zorluğu vardır. Bu da maliyetin yüksek olmasına sebep olur.	
	EĞİMLİ DÜZLEMSEL PERDE DUVAR	Farklı açılarda ve 60° gibi ideal açiya sahip eğimli düzlemsel perde duvar, en yüksek performans elde etmektedir. Opak ve yarı-geçirgen PV kullanılabilir.	
	EĞİMLİ KIRIKLI PERDE DUVAR	Eğimli düzlemsel perde duvarları aynı performansa sahip olan eğimli kırıklı perde duvarının yapım maliyeti yüksektir. Kat planları arasında farklılıklar oluşmakta ve güneş kontrolü sağlanabilmektedir.	
	TAŞIYICI CAM CEPHE	Cephe taşıyıcı özelliğine sahiptir ve çelik strüktür aralarına PV modüller yer alır. Yarı geçirgen PV modüller kullanılmaktadır.	
GÜNEŞ KIRICI	PV paneller, güneş kırıcıları entegre edilmektedir. Yatay, eğimli, veya hareketli olabilirler. Doğal ışık kontrolü ve güneş enerjisinden aynı anda yararlanılabilmektedir.		
YAĞMUR PERDESİ	Duvar yüzeyin üstüne, arada boşluk kalacak şekilde konumlandırılabilir. Aradaki modülün havalandırması sağlanarak verimin düşmesi engellenmektedir.		

## 2. Bina Çatısı

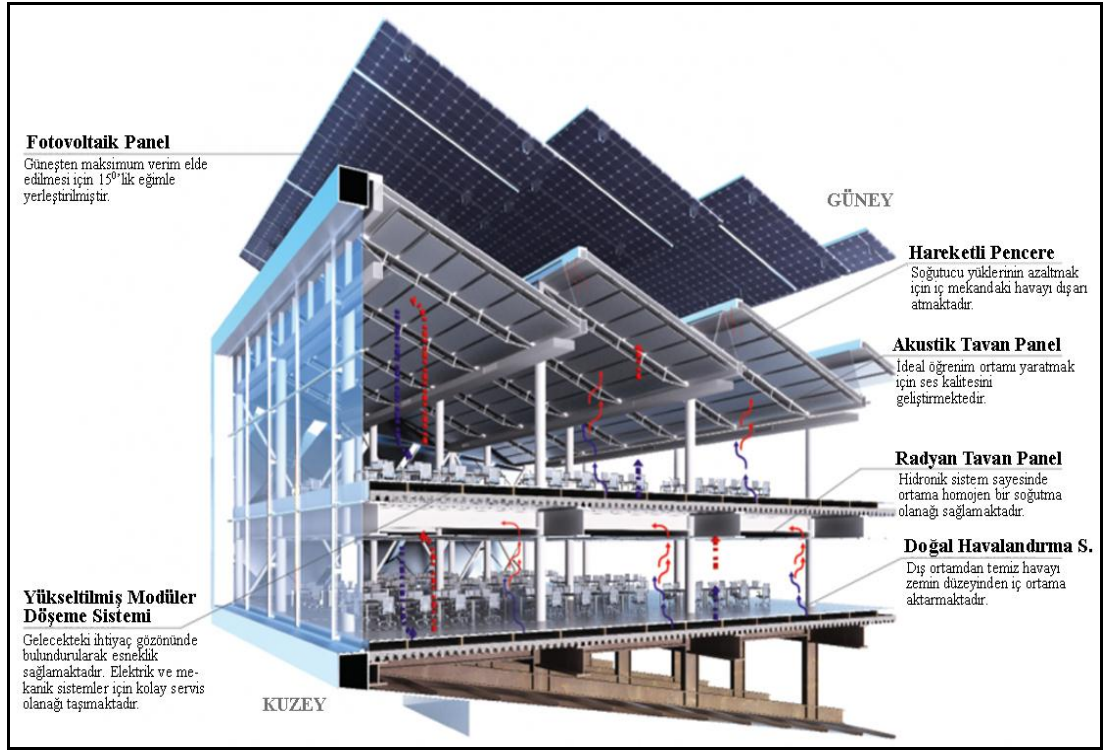
PV modüller çatılarda, çatıya monte veya çatıya entegre olarak kullanılabilir. Panellerin çatıya uygulanması, cepheye uygulamalarına göre daha kolaydır [100].

**Tablo 11: Çatılarda PV Modül Kullanımları [100]**

ÇATI			
ÇATI SİSTEMİNE MONTE	ÇATI KAPLAMASI	Mevcut çatı sisteminin üzerine yerleştirilen PV modülleri, çatının eğimine ve yönlenimine bağlı olarak verimlilikleri değişmektedir. Verimlilikleri ve düzgün çalışabilmeleri için su yalıtımı yapılmalı ve birleşim yüzeyleri arasında boşluk bırakılmamalıdır.	
	DÜZ ÇATI	Yapı kabuğundan bağımsız olan PV modüller, istenilen eğimlerde ayarlanabilmesi sayesinde maksimum verim elde edilmektedir. Uygulanması en kolay sistemdir.	
ÇATI SİSTEMİNE ENTEGRE	DÜZ ÇATI IŞIKLIKLARI	Yapıya entegre edilen PV modüller, çatıda ışıklık olarak kullanabilmeleri için yarı-geçirgen özellikte olmalıdır. Suya karşı önlemler alınmalıdır.	
	YATAY KIRIKLI ÇATI IŞIKLIKLARI	PV modüller, eğimli olarak çatıya entegre edilmektedir. Bu sayede maksimum verim sağlanır.	
	EĞİMLİ ÇATI	Çatı kaplaması olarak kullanımından farklı olarak çatı strüktürüne entegre edilmektedir. Su yalıtımı yapılmalıdır.	

Şekil.43'te NewYork Teknoloji Kampüsünün güneş odaklı tasarımını gösteren diagram yer almaktadır. Bu kampüs yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konularında kavramsal bileşenleri ortaya koymaktadır. Yüksek performanslı yapı kabuğu, gün ışığını maksimize etmekte, kontrollü havalandırmayla iç ortam kalitesine katkı sağlamaktadır.





**Şekil 43: New York Teknoloji Kampüsü Yeşil Strateji Diagramı [102]**

#### 3.4.2.1.5.2. Rüzgar Enerjisi

Doğal enerjisini güneşten alarak atmosferin ısı potansiyeline göre yüksek ve alçak basınç farklılıkları hava kütlelerini harekete yani rüzgarın oluşumuna sebep olmaktadır. Rüzgar enerjisinden genellikle elektrik üretilmektedir. Rüzgar enerjisi, ilk yatırım maliyetini kısa zamanda çıkartabilmektedir. Temiz bir enerji kaynağı olduğu için, radyoaktif ışınım ve oluşumuna sebep oluşturamamaktadır. Aynı güneş enerjisindeki gibi üretim ve tüketim zaman farklılıklarından dolayı depolama ihtiyacı duymaktadır [100].

Yapılarda rüzgar türbinlerinin verimi ve güvenliği için rüzgar hava akışı ve kuvvetlerinin, türbin boyutları ve şebekeyle bağlantılarının bilinmesi gerekmektedir. Rüzgar türbinlerinin binaya monte edilebilmesi için dikkat edilmesi gereken özellikler aşağıda yer almaktadır.

- **Rüzgar Potansiyelinin belirlenmesi**

Yerleşim alanının hem rüzgar hem de topografik özelliklerinin bilinmesi yapıdan üretilebilen enerji miktarının tespit edilmesini sağlamaktadır. Kurulması muhtemel yerlerde ölçümler yapılmalıdır.



- **Çevre binalar ve yükseltiiler incelenerek rüzgar akışına göre bina formunun ve yerleşiminin yapılması**

Çevredeki yapıların farklı formları, rüzgar akışını etki etmektedir. Çevre binalar, ağaçlar ve kayalıklar rüzgar hızını azaltmaktadır. Bu yükseltiiler, türbülans yaratarak, rüzgar akışının bozulmasına neden olmaktadır [103].

- **Rüzgar türbinlerinin verimli çalışması için doğru montajın yapılması**

Çatılardaki bölmeler, montaj aksamına engel olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Kule yüksekliğinin çatı yüksekliğinden daha alt seviyede ise türbinin rahat dönebilmesi için duvarlardan daha uzağa monte edilmelidir.

- **Eğitim yapılarında rüzgar türbini tasarımının, karmaşık rüzgarlarda iyi performansa sahip, güvenli çalışan, düşük ses seviyesine sahip, basit, dayanıklı, düşük bakım ve estetik görünümde olması [103]**

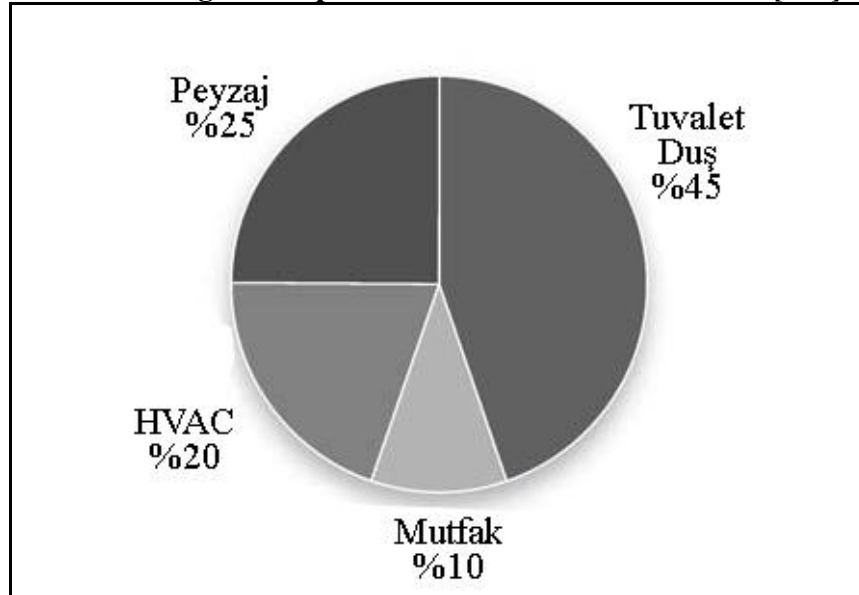


**Şekil 44: Rüzgar Türbinlerinin Eğitim Yapılarında Kullanımı (Spirit Lake - Caroline Haslett Okulu) [104]**

### 3.4.2.2. Su Korunumu

Artan nüfus yoğunluğu ve küresel ısınma tüm doğal su kaynaklarını hızla azaltmaktadır. Su tasarrufu, basit stratejiler ve endüstriyel yapım teknikleriyle çevreyi ve insan yaşamını oluşabilecek tehlikelerden korumayı hedeflemektedir. Binalarda su tüketiminin azaltılması, suyun taşınımı ve işlemi için gereken enerjinin de azaltılmasına yol açmaktadır. Kentsel bölgelerdeki altyapı kapasitesinin aşımını engelleyerek maliyetleri düşürmektedir. Su tasarrufu, kendini geliştirilen endüstriyel yeniliklere neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, su tüketiminin azaltılması, sadece kendi süreciyle değil onun etkilediği (enerji, çevre vb.) kaynakların korunumuna da yol açmaktadır.

**Tablo 12: Eğitim Yapılarında Su Tüketim Miktarları [105]**



Eğitim yapılarında su korunumu, su yönetim plan ve stratejileriyle birlikte, etkin su tesisatlarının belirlenmesi ve uygulanmasıyla sağlanabilmektedir.

### 3.4.2.2.1. Su Yönetim Planlaması

Bir eğitim yapısının su yönetim planının hazırlanması, su kullanımını azaltmada ilk adımı oluşturur. Su yönetim planlamasında,

- Güvenlik ve su verim tespitinin kontrol edilmesi için, yangın musluklarının ve su sayaçlarının yerini gösterebilen okul krokilerinin görünebilir yerlerde konumlandırılması
- Düzenli su sayaçlarının okunması, su kullanım alışkanlıklarının oluşturulmasına yol açmaktadır. Tespit edilen su kullanımının azalması veya artması durumunda eylem planı gerçekleştirilerek gereken önlemlerin alınması
- Okulun ve ıslak hacimlerin ve neme maruz kalan mekanların kontrol altında tutulması [106]
- Okul tiplerine göre öğrenci ve personelin günlük su tüketimleri tespit edilerek gereken su ihtiyacının belirlenmesi
- Bölgesel su altyapı sistemleri incelenerek okul tesisine kolay ulaştırılabilmesi
- Su basınçları ve akışkanlıkları minimum seviyede tutulacak şekilde ayarlanması
- Su tasarrufunun öğrenci personeli teşvik etmek amacıyla bilgilendirici pano ve görsel objeler projede yer verilmesi
- Su tesisatı düzenli kontrol edilerek, gerekli bakımlarının yapılması [15]

### 3.4.2.2.2. Etkin Su Yapı Donatıları

Eğitim yapılarında su tüketimi sırasıyla, tuvaletler, yeşil alanların sulanması, HVAC sistemleri ve mutfaklarda gerçekleşmektedir. Su tüketimini azaltan ekonomik çözüm ise düşük debili sistemlerin uygulanmasıdır.

#### a) Tuvalet ve Pisuarlar




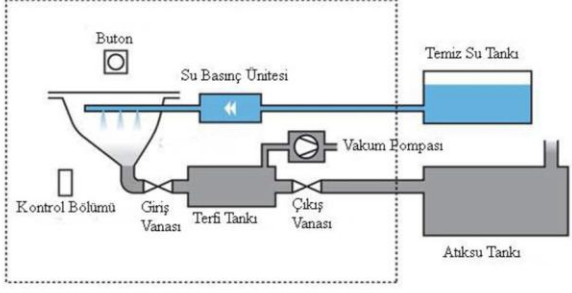

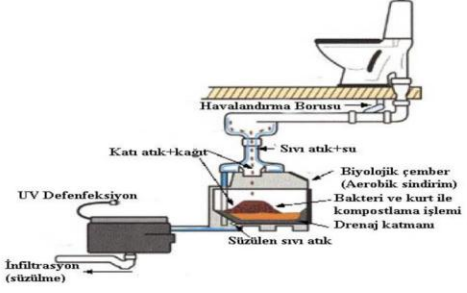

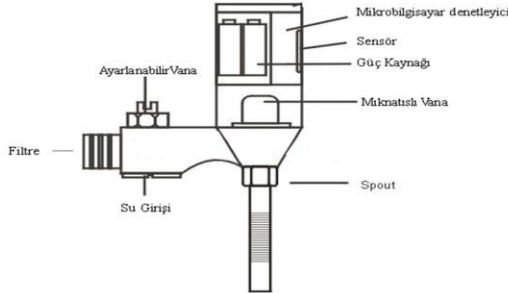

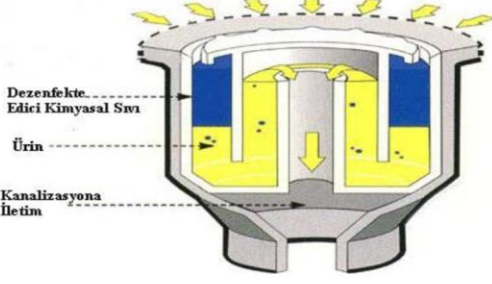
Tuvalet rezervuarında kullanılan su miktarı yıllar içerisinde giderek azalma göstermektedir. Günümüz eğitim yapılarında su tüketiminin %45'i tuvaletler aracılığıyla olmaktadır. Yaklaşık 16 litre su harcayan rezervuarlar yerine 6 litre su tüketen rezervuarların tercih edilmesiyle iyi bir verim elde edilebilmektedir. Yıkama performanslarına göre kademelenebilen sifonlar (çift akışlı tuvalet), minimum 3,8 litre su tüketerek atık su oluşumunu engellemektedir. Bu sayede %60 oranında su tasarrufu sağlanabilmektedir. Otomatik sistemli sifonlar ile düzenli akış ve hijyen faktörleri sağlanabilmektedir [107] .

Genellikle gemilerde ve uçaklarda yaygın olarak kullanılan vakumlu tuvaletler, atıklarını vakum sistemlerinin oluşturduğu basınçla göndermektedir. Günümüzde yapılarda da kullanılmaya başlayan vakumlu tuvaletler, %80 oranında su tasarruf edilebilmektedir.

Suyun çok az ya da hiç kullanılmadığı bir diğer sistem kompost tuvaletlerdir. Bu tuvaletler, katı atıklarını çürütme yoluyla gübreye dönüştürmektedir. Bu tip bir sistemde, işlem sonucu ortaya çıkan ısı, nem ve CO<sub>2</sub> gazının giderilmesi için havalandırma olanağına sahip mekanlar seçilmelidir. Ayrıca oluşan bakteri ve virüsler için UV ışınları kullanılarak dezenfekte edilmelidir. Sistemde kullanılan fan ve dezenfekte işlemleri için tüketilen elektrik enerjisine ve CO<sub>2</sub> salınımı göz önünde bulundurularak tasarım yapılmalıdır [108] .

Yeni geliştirilen susuz pisuarlar, adından da anlaşıldığı üzere su yerine sabit kalan özel sıvı kullanılmaktadır. Bu sayede su tüketimi sıfıra indirilerek su verimliliği maksimum seviyeye ulaşılabilir. Ayrıca otomatik sistemle çalışabilen harekete duyarlı pisuarlar, kullanan kişiyi kullanım esnasında algılayarak yıkama yapabilmektedir. Harekete duyarlı pisuarlarda su tüketimi 1.2-3 litre arasında değişmektedir.

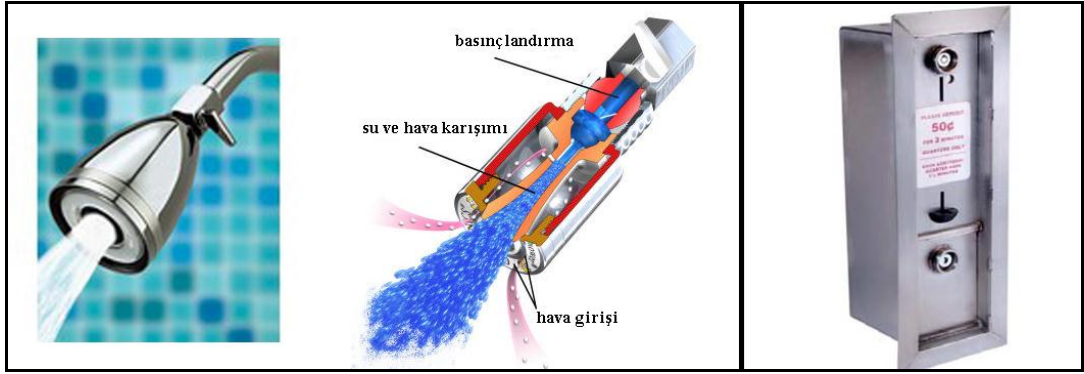
**Tablo 13: Su Tasarruflu Tuvalet ve Pisuar Sistemleri [108], [109]**

Su Tasarruflu Tuvalet ve Pisuar Sistemleri	
Çift Kademeli Tuvalet	 
Vakumlu Tuvalet	 
Kompost Tuvalet	 
Harekete Duyarlı Pisuar	 
Susuz Pisuar	 

## b) Duşlar

Yapılan çalışmalara göre duş başlıklarının farklı büyüklükleri püskürtme verimliliklerini değiştirmektedir. Püskürtme başlıklarının daha dar ve basınçlı oluşu temizlenme için gereken su miktarını da önemli derecede tasarrufa sebep olmaktadır. Düşük debili bu sistemler, klasik duş başlıklarına göre %60 oranında su tasarrufu sağlayabilmektedir. Özellikle öğrencilerin kullanımlarına göre tespit edilen ihtiyaçlar, akış düzenleyici ve geçici su kesme düğmeleriyle daha az su tüketimi sağlanabilmektedir [107].

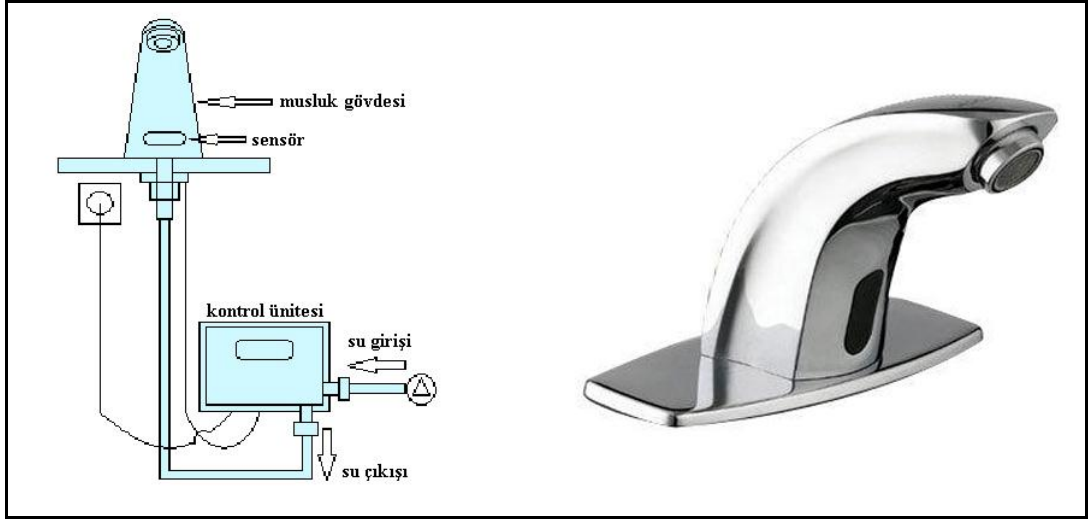
Günümüzde gelişme gösteren diğer bir su verimli sistem ise, ön ödemeli olarak çalışan duş sistemidir. Bu sistemle kullanıcılar jeton kullanarak duş başlığını aktive ederek suyun akmasını sağlamaktadır. Kullanıcı bu sistemle birlikte suyu bilinçli kullanabilmektedir. Öğrenciler için bu sistem, su korunumu hakkında öğretici bir durum teşkil etmekte ve önemini kavramaya yardımcı olmaktadır.



Şekil 45: Su Tasarruflu Duş Sistemleri [110]

## c) Musluklar

Genellikle, ortak kullanılan tuvaletler, bilim laboratuvarları ve okul mutfaklarında yer alan musluklar, el ile kontrolünde dakikada 19 litre su tüketimine sebep olmaktadır. Sayaç kapaklı musluklarda ise dakikada 0,95 litre de sınırlandırılabilir. Musluklara verilen akış vanalarının ayarlanabilir olmasıyla da su tüketimi azaltılabilmektedir. Akış vanaları el ile kontrol edilebilmesiyle birlikte otomatik olarak da çalıştırılabilmektedir. Su kullanımını azaltılmasını sağlayan harekete duyarlı musluklar, kullanıcının ellerinin sistem etrafında bulunduğu zaman çalışmasını sağlamaktadır. Bu sayede klasik musluklara göre %80 oranında su tasarrufu yapılabilmektedir [107].



**Şekil 46: Su Tasarruflu Musluk [111]**

**d) Su Boruları**

Su sisteminin fiziksel kayıplarından dolayı (boruların tahribi, bağlantıların deformasyonu, korozyon vb.) boru, musluk ve vanalardan sızıntılar oluşmaktadır. Düzenli bakım ve onarımın yapılması ve birleşim noktalarında korozyon engelleyici malzemelerin kullanılması düzensiz basınç oluşumunu engelleyerek su kayıpları önlenebilmektedir [108].

**e) Akış Regülatörü**

Şebeke suyunun bina içinde farklı mekanlarda kullanımından dolayı tesisatlarda basınç farklılıklarına dolayısıyla akışında düşme görülmektedir. Akış regülatörü, suyun sabit akmasını sağlayarak su, verimli bir şekilde kullanılabilir [108].

**3.4.2.2.3. Yenilenebilir Su Sistemleri**

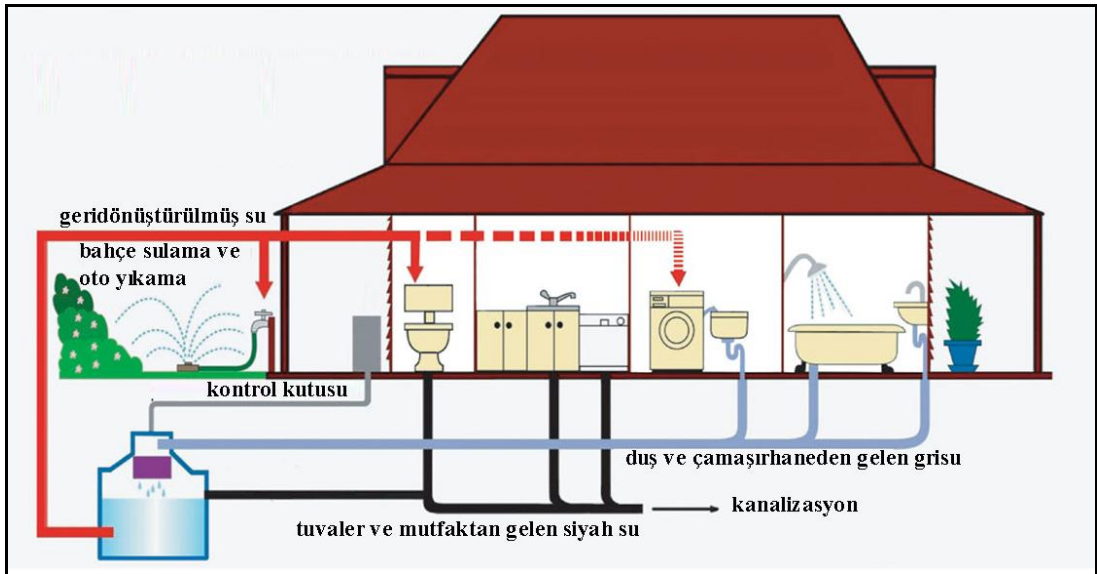
Su korunumu, suyun az kullanılmasıyla birlikte, kullanılan suyun tekrar kullanımı yani geri dönüşümüyle sağlanabilir. Eğitim yapılarında mevcut rezervuar, lavabolar, duşlar, mutfak ekipmanlarında oluşan atık sular depolanarak filtrasyona tabi tutulabilir. Bu sayede kullanılmış su, rezervuar ve peyzajın sulanmasında kullanılabilir. İklim özelliklerine göre farklı yoğunlukta oluşan yağmur suları da depolanabilir ve filtre edildikten sonra kullanılabilir [108].



### a) Gri Su Sistemi

Tuvalet suları dışındaki atık suların tümü, gri su olarak adlandırılmaktadır. Gri su diğer atık sulara göre kirlilik oranı en düşük seviyededir. Gri su sistemi süreci temel olarak, gri suyu toplar, depolar ve organik madde miktarını düşürerek hijyenik hale getirmektedir. Gri su artırılarak peyzaj sulaması, rezervuar ve temizlik gibi kısımlarda tekrar kullanımıyla yaklaşık %50 oranında tasarruf sağlanabilmektedir [112].

Gri su sistemi, eğitim yapısının su ihtiyacı ve gri su miktarı (duş, lavabo, küvet, kapalı havuz, mutfak, çamaşırhane vb. ) göz önünde tutularak kurulmalıdır. Gri su uzun süre sonra mikroorganizmaların organik madde ayrışımına sebep olduğundan dolayı ortamın sağlık ve hava kalitesini düşürmektedir. Bu yüzden depolama süreci kısa tutulmalıdır. Gri su sistemleri peyzajda etkin kullanımı için sulanacak alana damlama yöntemiyle aralıklı olarak verilmelidir. Sebze ve meyve bahçelerinde kullanımından kaçınılmalı ve sadece çalılık ve çimenlerin sulanması için kullanılmalıdır.



Şekil 47: Gri Suyun Binada Kullanımı [113]

### b) Gelişmiş Yağmur Suyu Toplama Sistemleri

Su sıkıntısı günümüzde de olduğu gibi geçmişimizde de büyük bir sorun olmuştur. Geçmişte su sıkıntısı sarnıç sistemleri, yağmur suyu toplanması prensibine

göre aşılmaktaydı. Günümüzde sarnıç uygulamaları, yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının kısıtlı olduğu ancak yeterli yağış alan bölgelerde tercih edilmektedir. Temel sarnıç sistem süreci, sırasıyla yağmur suyunun bina çatı ve zemininden toplanması, boru sistemiyle iletilmesi, depolarda biriktirilmesi ve arıtılarak kullanılması olarak sıralanabilmektedir. Günümüzde bu sarnıç sistemler endüstriyel gelişimle daha sistemli hale gelmiştir. Bu sistemde ise toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtre sistemi, pompalama, depolama ve dağıtım şebekesinden meydana gelmektedir. İhtiyaca göre içme ya da kullanım suyu olarak kullanılabilir [114].

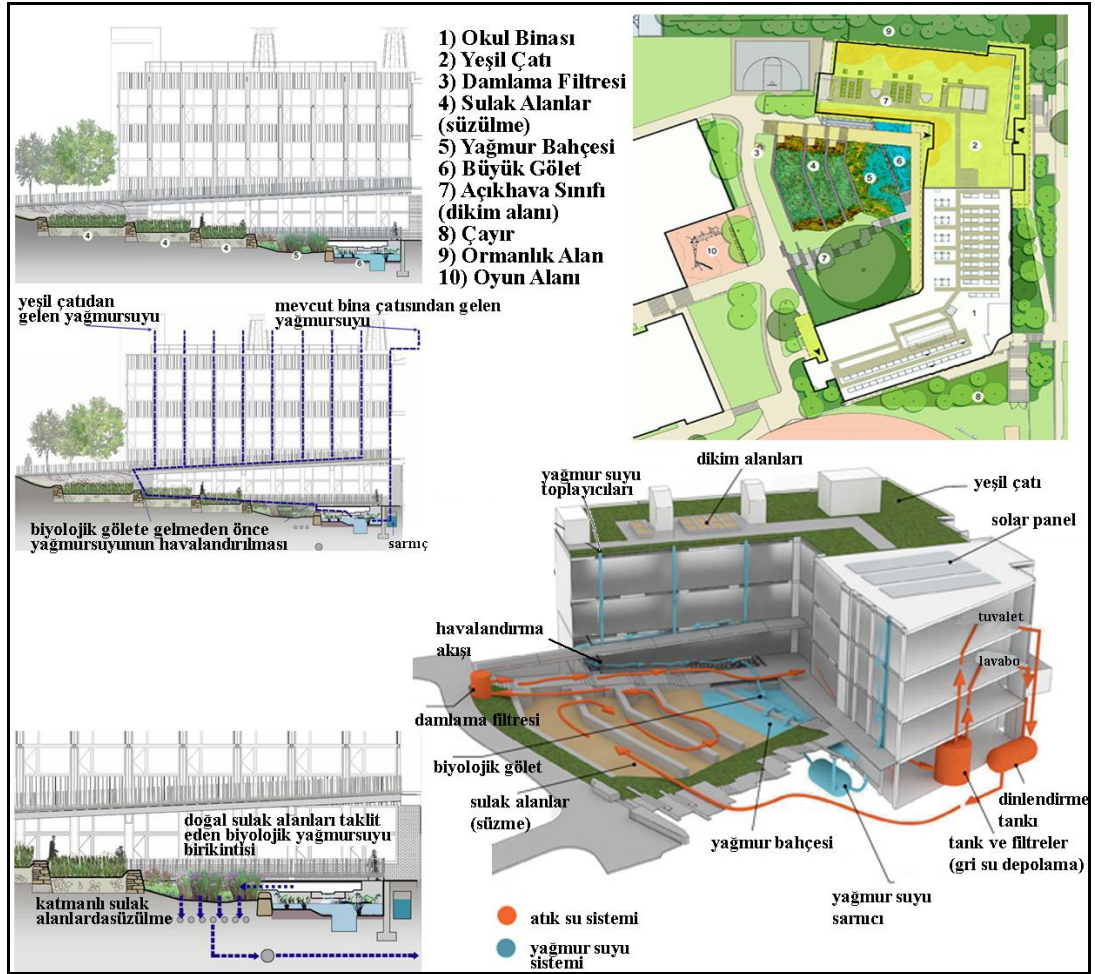
Yağmur suyunun toplanması esnasında çatı yüzeyi pürüzsüz olmasına dikkat edilmelidir. Bu sayede çatı kolaylıkla temizlenebilir. Bunun içinde özel çatı yıkama sistemleri kullanılabilir. Depolamadan önce çevredeki büyük parçalı (yaprak, ağaç dalı vb.) seçilmesi için tutucular yerleştirilmelidir. Yağmur suyu nakli esnasında borular gereksiz açılanma ve bükülmelerden kaçınılmalıdır. Ana sistem olan sarnıçta oluşabilecek biyolojik oluşumların (algler vb.) önlenmesi için güneşten uzak tutulmalıdır. Gereken kapasite belirlenmeli ve aşırı sistem kullanımı engellenmelidir. Geçmiş yılların yağış kayıtlarına göre hesap edilerek kullanım zamanları belirlenmelidir. Su dağıtım esnasında yerçekimi esaslarına uygun olarak şebeke bölgelerine dikkat edilmelidir [107].



**Şekil 48: Yağmur Suyunun Binada Kullanımı [115]**

2006 yılında Washington'da yapılan Sidwell Friends Okulu, su yönetimi ve korunumu bakımından iyi bir örnek oluşturmaktadır. Eğitim binası tarafından oluşturulan tüm atık su ve yağmur suyunu filtre ederek farklı amaçlarda

kullanabilmektedir. Bu okulun ayrıcı özelliği, toplanan atık su, mekanik sistemle birlikte, mevcut peyzajının katmanlarında doğal arıtımla filtrelemesidir. Su, peyzaj katmanlarından geçerek biyolojik gölette toplanmaktadır. Öğrencilerin sağlık riskini ve suyun koku problemini azaltmak için su çakıl katmanının atından akmakta (yüzeyde su birikintisinin oluşumunu engeller) ve dikilen bitkilerin kökleri sayesinde doğal ayıklanmaya uğramaktadır. Birkaç gün içinde de su yeniden kullanılmak üzere depolara oradan da ıslak hacimlere aktarılmaktadır.



Şekil 49: Bir Eğitim yapısında Yağmur ve Gri Su Kullanımı  
Sidwell Friends Okulu [116]

### 3.4.2.3. Malzeme Korunumu

Yapı yaşam döngüsü sürecinde, kaynakların kullanımı ve oluşturdukları atıklar, doğal çevreyi etkilemektedir. Bir yapı malzemesinin işlenmişlik oranı ne kadar yüksekse, çevreye verdiği yayılım da o oranda yükselme göstermektedir. Örneğin çakıl ve taş gibi doğal malzemelerin ekolojik etkisi, metal ve plastik gibi uzun işleme sürecine sahip yapı malzemelerinin ekolojik etkilerine göre daha azdır. Dolayısıyla mevcut bileşenlerin kimyasal yayılımları farklılık göstermektedir. Tablo.14'te yapı malzemelerinin çevresel yayılımları ve etkileri gösterilmektedir.

**Tablo 14: Yapı Malzemelerinin Çevresel Yayılımları ve Etkileri [117]**

YAPI MALZEMELERİNİN ÇEVRESEL YAYILIMLARI	ÇEVRESEL ve İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ	ETKEN	BİNA ÖLÇEĞİNDE OLUŞUMU
<b>HAVA YOLUYLA YAYILIM;</b> Yapı Yaşam Döngüsünde (üretim-Yapım-Yıkım) Esnasında Oluşan Atık Gaz	<b>KÜRESEL ISINMA;</b> İklim değişikliği sonucu deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, şiddetli rüzgar, besin zincirinin azalması vb.	Sera Gazı	Yapı malzemelerinin üretiminde tüketilen fosil yakıtları
	<b>OZON İNCELMESİ;</b> Ozon tabakasının zayıflayıp, zararlı UV ışınlarının dünyaya gelmesi	Kloroflorokarbon, Halonlar	Yapı malzemelerinin içeriğinde kullanımı
	<b>İNSAN SAĞLIĞI;</b> Zehirlenme, kanser hastalıkları, boğulma vb.	Plastik, metal, yapıştırıcı, zift, boyalar vb.	Yapı malzemelerinin üretiminde kullanımında ve yıkımında oluşan yayılım
<b>SU YOLUYLA YAYILIM;</b> Yapı Yaşam Döngüsünde (üretim-Yapım-Yıkım) Esnasında Oluşan Atık Su	<b>ASİTLENME;</b> İrmak, göl, akarsu, okyanusların pH'ının düşerek su canlılarına zarar vermesi ve yapı malzemelerinin (kireçtaşı, granit, beton ve metal vb.) aşınımının hızlanması	Asit Yağmurları	Yapı malzemelerinin üretiminde tüketilen fosil yakıtları
<b>TOPRAK YOLUYLA YAYILIM;</b> Yapı Yaşam Döngüsünde (üretim-Yapım-Yıkım) Esnasında Oluşan Katı Atık	<b>ÖTROFİKASYON;</b> Aşırı gübreleme sonucu azot ve fosfor besin maddelerinin toprağa ve suya karışması sonucu ekolojik çeşitliliğin azalması ve aşırı yosunlaşma (sualtı bitkilerinin güneş ışığının azalması)	Tarımsal gübre, Kentsel Yüzeysel Akım, Atık Su Boşaltımı	Geçirimsiz yapı malzemelerinin yanlış kullanımı, Atık suların yeniden kullanılmaması
	<b>ORMANSIZLAŞMA(ÇÖLLEŞME);</b> Biyolojik çeşitliliğin azalması, küresel ısınma, toprak erzyonu, güneş ışığının yansıtma oranlarının düşmesi, yağışların düzensizleşmesi	Ormanlık Alanların tarım, maden, yeni bina ya da yolların yapım için kesilmesi	Binalarda yapı malzemesi olarak (sertifikasız) kereste kullanımı

Bir yapının çevresel etkisi o yapıyı oluşturan yapı malzemeleriyle doğru orantılıdır. Seçilen malzeme, ister doğal ister endüstriyel yapım tekniğiyle işlenmiş olsun hem çevreye olan etkisini hem de enerji kullanımını minimum seviyede tutmalıdır. Seçilen malzemenin sürdürülebilir olması için kendi doğal özellikleriyle ve bina tasarımını etkileyen bazı kriterlere sahip olmalıdır. Bunlar;



- Üretim, taşınım ve uygulama esnasında az enerji harcaması
- Minimum seviyede CO<sub>2</sub> emisyonuna yol açması
- Doğadan çıkarılma esnasında ve açığa çıktıktan sonra çevreye vereceği zararı en aza indirmesi
- Bakım gereksiniminin az olması
- Mekanlarda esnek kullanıma olanak tanınması
- Geri dönüştürülebilir olmasıdır [78].

Sürdürülebilir eğitim yapılarında dış kabuğun ve iç mekanların kullanımları farklılık göstermesi, periyodik bakım ihtiyaçları kaynak korunumu açısından büyük önem taşımaktadır. Malzeme verimliliği açısından kaynakların korunumu “Azaltma”, “Yeniden Kullanım” ve “Geri dönüşüm” olarak ele alınmaktadır.

- **Azaltma**, mekanların standart ve modüler boyutlanması yapısal yönden atık oluşumunu engellemektedir. Modüler sistemde planlanan paneller ve yapı elemanları zaman israfını önlemekte ve mekana göre adaptasyonlar sağlamaktadır. Eğitim yapılarında kullanılan yapı elemanları başka bir okulu ya da binanın kullanımına bağlı olarak yeniden kullanılması, malzemenin ömrünü arttırmakta ve yıkımda oluşabilecek atık miktarını azaltmaktadır. Bir başka deyişle mevcut yapının atığı, diğer binaya hammadde / kaynağı olarak düşünülmelidir. Gereklili olmayan malzemelerden kaçınarak hammadde kaynaklarının korunması sağlanmalıdır. Estetik kaygı taşıyan tavan ve duvar kaplamalarının yerine esnek kullanıma olanak tanıyan modüler sistemlerin kullanılması buna örnek verilebilir. Ayrıca yüksek dayanımlı malzeme, düşük bakım gereksinimlerini sağlamakta ve atık oluşumunu engelleyerek çevresel etkiyi azaltabilmektedir.
- **Yeniden Kullanım**, malzemenin yeniden kullanımı, mevcut yapısı bozulmadan, tekrar kullanılması olarak tanımlanabilir. Yenilenmiş ve temizlenmiş malzemelerin yeniden kullanımı teşvik edilmelidir. Genellikle kurturulabilir malzemeler, kereste, boru, çelik, ahşap döşeme, kapı, pencere, taş döşeme, duvar panelleri ev aletleri, aydınlatma armatürler vb. olarak sıralanabilir.
- **Geri dönüşüm**, yeniden değerlendirme imkanı olan malzemelerin çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek hammaddeye dönüşerek, tekrar üretim sürecine dahil edilmesidir. Tercih edilen malzemelerin hem içeriklerinin hem de hizmet sürelerinin sonunda geri dönüştürülebilir olması tercih edilmelidir. Kaynaklar verimli kullanım, onun geri dönüşümü ve atıklarının yeniden yararlanılmasıyla

sağlanabilmektedir. Geri dönüşüm doğal kaynakların kullanımını azaltır ve aynı zamanda onu korur. Bu sayede kirlilik riski düşer ve çöp alanları için gereken talep azalır [73].

Arazi seçimi bir yapının çevreye olan etkisi nasıl ekolojik kriterlere sahipse yapı malzemelerinin seçiminde de ekolojik kriterlere göre hareket edilmelidir. Dikkat edilmesi gereken iki ana husus ise seçilen malzemelerin doğal oluşu ya da doğayla uyumlu vaziyette olmasıdır [118].

Doğal malzemeler; doğanın bir parçası durumunda oldukları için çevreye olan etkisi en azdır. Ancak bu malzemeler, çıkarıldıkları doğal kaynaklara olan zararlı etkileri saptanmalı ve gereken önlemler alınmalıdır. Doğayla uyumlu yapay malzemeler ise, üretim esnasında ana enerji kullanmalı, geri dönüştürülebilir, dayanıklı, düşük bakım maliyetlerine sahip olmalıdır. CO<sub>2</sub>'in sera etkisi ve küresel ısınma oluşumundan dolayı çevreye vereceği kirlilik düşünülmelidir.

**Tablo 15: Bir Eğitim Binasında Kullanılabilecek Malzemelerin Çevresel ve Fiziksel Verimlilikleri [73]**

		HALI	HAREKETLİ DÖŞEME	SERAMİK KARO/ TERRAZZO	BETON DÖŞEME	AHŞAP DÖŞEME	BAMBU DÖŞEME	ALÇI LEVHA	AKUSTİK DUVAR PANNELERİ ve TAVANLARI	BOYALAR ve KAPLAMALAR	DOLAP ve KESİMLER	İÇ KAPILAR	TUVALET BÖLMELERİ
İçortam Çevre Kalitesi	Düşük VOC içeren kaplamalar ve yapıştırıcıların kullanımı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Düşük VOC içeren malzemelerin kullanımı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Neme dayanıklı malzemelerin kullanımı			✓	✓								
	Düşük VOC içeren bakım ünitelerinin kullanımı	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		✓
	Ses emici malzemelerin kullanılması	✓							✓				
Malzeme Verimliliği	Sürdürülebilir Kaynaklardan Yapılması		✓			✓	✓				✓	✓	
	Geridönüştürülmüş malzemelerden yapılması	✓	✓	✓	✓			✓	✓				✓
	Geri dönüştürülebilir	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓		
	Hareketli ve Yeniden Kullanılabilir Olması					✓					✓	✓	✓
Çevresel Katkı	Yerel İçerik	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Dayanıklılık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	Düşük Enerji					✓							
	Ekosistemin Korunumu		✓			✓					✓	✓	

Yapı malzemeleri, hammaddelerinin çıkarılmasından ürünün kullanımının sona erip yok olmasıyla bir döngüye sahiptir. Bu döngü içinde bir çok sürece ve bu süreçlerin içinde birçok etmenle ilişki içinde olurlar. Yapı malzemelerinin yaşam döngüsü temel olarak, “Üretim”, Uygulama”, ve “Yıkım” olarak sıralanmaktadır.

**Üretim sürecinde,** yapı malzemesinin ortaya çıkan ürünün verimliliği, büyük önem taşımaktadır. Malzemenin biçimlenişi (kesilme, bükme vb.) esnasında hasarlı ürün oluşumu engellenmelidir. Oluşan hurda ürün ise geri dönüşüm bandında yeniden üretime dahil olmalıdır. Geri dönüştürülebilir içeriğe sahip bir ürün kullanışlı yapı ürünleri için atık oranını ve doğal kaynak taleplerinin azalmasını sağlamaktadır. Oluşan atık miktarının ve harcanan enerjinin az olması, girdi-çıkıtı oranlarının dengelenmesi kaynak verimliliğine yol açmaktadır. Ayrıca, üretim esnasında hava, su ve toprak kirliliğine karşı filtrasyon ve atık suyun arıtılmasıyla da ürün çevreye en az etkiyle ortaya çıkar. Bu bağlamda, doğal malzemelerin genel enerji gereksinimi ve açığa çıkardığı toksin miktarının az olmasından dolayı tercih edilmelidir. Çıkarıldığı ve işleniş yerlerinin birbirine yakın olması sağlanarak, taşınma maliyetleri düşürülmelidir. Elde edilecek malzemeler doğal ve yerel malzemelerden veya yenilenebilir kaynaklardan tercih edilerek enerji etkinliği sağlanmalıdır. Üretim esnasında kullanıcı konforu açısından görsel ve işitsel kirliliğe sebebiyet vermemesine dikkat edilmelidir. İç ortam hava kalitesi açısından üretim tesisinin sürekli ve temiz olarak havalandırma sağlanmalıdır. Aşırı paketleme kullanımından kaçınılmalıdır.

**Uygulama sürecinde,** yapı malzemesinin minimum seviyede kayıplara uğraması atık miktarını azalmasına yol açacaktır. Bu yüzden yapı malzemelerinin ve uygulanacak yüzeylerin standardize edilmesi büyük önem taşımaktadır. Uygulama esnasında enerji kayıplarının önlenmesi açısından coğrafi etmenler (arazi eğimi) iyi düşünülmeli, bina formu sade özelliklere sahip olması tercih edilmelidir. Yapım esnasında kullanılan su israf edilmemeli ve atık su gerekli arıtmalardan geçirilmelidir. Bir çok yapı malzemesi toksik içeriklere sahiptir. Bu da iç ortam hava kalitesini düşürmekte ve sağlıksız ortamlara yol açmaktadır. Bina ömrü ve kullanımına bağlı olarak toksik içerikli malzemelerden kaçınılmalı ya da zorunlu durumlarda havalandırma sağlanarak kontrol altında tutulmalıdır. Çevresel kirliliğe ve bozulmaya sebebiyet vermemelidir.

**Yıkım sürecinde,** tekrar kullanılabilir bir yapı malzemesi seçimi dayanıklılık seviyesine ve fonksiyonel yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yerinde ya da başka bir yerde kullanımı, iyi bir bakımla sağlanabilir. Geri dönüştürülebilir malzemeler, yeni ürünlerin hammadde ihtiyacını karşılayabilmektedir. Biyolojik olarak bozulabilir malzemeler, çevreye tehlikeli atıklar oluşturmasına dikkat



edilmelidir. Yıkım esnasında kullanılan enerjinin düşük seviyede olmasına dikkat edilmelidir. Oluşturduğu hava ve çevre kirliliği minimum seviyede tutulmalıdır [15].

### 3.4.3. Eğitim Yapılarının İç Ortam Kalitesi

Sanayi devrimiyle birlikte, yapıların doğaya, insan sağlığına ve yaşamsal konforuna olumsuz etkileri, binalarda iç ortam kalitesinin de düşmesine sebep olmuştur. Günümüzde, yapı malzemelerinin ve yapı yaşam döngüsünün neden olduğu hastalıklarla karşılaşmıştır. Örnek olarak; gelişen teknolojiyle birlikte sosyal yaşamın tek bir mekanda karşılanması ve bu mekanın gerekli iklimsel (klimatik) faktörlere cevap verememesi sonuç solunum yoluyla zehirlenme, kanser hastalıkları gibi birçok sağlık sorunlarıyla karşılaşmıştır.

Okul kullanıcılarının (öğrenci-personel-ziyaretçi) zihinsel aktivitelerini ve fiziksel performanslarını sağlıklı bir şekilde buldukları mekanlarda, işitsel, görsel, iç ortam hava ve ısısal kalitenin optimum seviyede oluşturulması gerekmektedir. Öğrenciler, gün boyu bu mekanlarda vakit geçirmesi, okul içinde birçok etkenlerle karşılaşmasına ve bu etkenlere daha duyarlı olmasına neden olmaktadır. İç ortam kalitesinin düşmesi, öğrencilerin eğitimlerinde devamsızlıklarına ve bilgiyi alma ve aktarma problemlerine yol açabilmektedir.

#### 3.4.3.1. Akustik Konfor

Bir okulun tüm mekanlarında özellikle günlük kullanım zamanının çok olduğu sınıflarda, konuşmaların duyulabilir ve anlaşılabilir olması gerekmektedir. İşitme zorluğu durumunda ders esnasında yanlış bilgi alışverişi meydana gelmektedir. Öğrenciler okulun içinde ve dışında oluşabilecek gürültülerden kolaylıkla etkilenmektedir. Bu yüzden, gürültü kaynaklarının optimum ses seviyesine indirgenmeli ve anlatılanların doğru işitilmesi için bazı önlemler alınmalıdır [119].

Mekan akustiğinin kaliteli bir şekilde elde edilmesi için temel olarak;

- Konuşmaların net ve algılanabilir olması
- Kullanım amacına uygun olarak optimum ses yansıma sürelerinin ve ses düzeylerinin belirlenmesi
- Mekansal geometrinin akustik konforu koruyacak şekilde olması gibi kriterlere sahip olmalıdır.

Genel olarak, akustik konforun sağlanabilmesi için bina kabuğunda, katlar arasındaki döşemelerde, okul ekipmanlarından gelen gürültüler için ses yalıtımı

yapılmalı ve ses yansıtıcı ve ses yutucularla kontrolü sağlanmalıdır. Bu kapsamda, okul tasarımında akustik performansının sağlanabilmesi için bir takım önlemler alınmalıdır.

- Kullanım amaçlarına göre mekan içi gürültü seviyeleri ve ses yansıma sürelerinin<sup>4</sup> belirlenmesi

**Tablo 16: Okul Mekanlarının Standart Gürültü Performans ve Ses yansıması değerleri [119]**

Mekan Tipleri	Aktivite Gürültüsü	Gürültü Toleransı	İç Mekan Gürültü Düzeyi için Sınır Değerleri Leq(dBA)	Ses Yansıması (Reverberasyon Süreleri) Tmf(saniye)
Kreş Oyun Odaları	Yüksek	Düşük	35	< 0,6
Kreş Sessiz Odalar	Düşük	Düşük	35	< 0,6
İlkokul Sınıfları ve Genel Öğretim Alaları	Orta	Düşük	35	< 0,6
Açık Alan (Öğretim Amaçlı)	Orta	Düşük	40	< 0,8
Müzik Sınıfları	Çok Yüksek	Düşük	35	< 1,0
Küçük İdman Sınıfı	Çok Yüksek	Düşük	35	< 0,8
Orkestra Odası	Çok Yüksek	Çok Düşük	30	0,6-1,2
Performans Odası	Çok Yüksek	Çok Düşük	30	0,6-1,2
Kayıt Odası	Çok Yüksek	Çok Düşük	30	0,6-1,2
Kayıt Kontrol Odası	Çok Yüksek	Düşük	35	< 0,5
Duyuma Engelli Öğrenciler için Sınıf	Orta	Çok Düşük	30	< 0,4
Çalışma Odası (kişisel çalışma, çizim odaları vb.)	Düşük	Düşük	35	< 0,8
Kütüphane	Düşük	Düşük	35	< 1,0
Fen Laboratuvarı	Orta	Orta	40	< 0,8
Tiyatro Oyun Stüdyosu	Yüksek	Çok Düşük	30	< 1,0
Metal ve Ahşap İşleme Sınıfı	Yüksek	Orta	40	< 0,8
Çok Kullanışlı Holler (görsel sunum, müzik vb.)	Yüksek	Düşük	35	0,8-1,2
Görsel Video Konferans Odası	Orta	Düşük	35	< 0,8
Sirkülasyon Alanı	Orta	Orta	45	< 1,5
Kapalı Spor Salonu	Yüksek	Orta	40	< 1,5
Dans Stüdyosu	Yüksek	Orta	40	< 1,2
Yüzme Havuzu	Yüksek	Yüksek	50	< 2,0
Sağlık Odası	Düşük	Düşük	35	< 0,8
Yemekhane	Yüksek	Yüksek	45	< 1,0
Öğretmen Odası-Ofis	Orta	Orta	40	< 1,0
Mutfak	Yüksek	Yüksek	50	< 1,5
Koridor	Orta-Yüksek	Yüksek	45	-
Soyunma Odası	Yüksek	Yüksek	45	< 1,5
WC	Yüksek	Yüksek	50	< 1,5

<sup>4</sup> Reverberasyon Süresi: Ses kaynağı sustuktan sonra ses şiddetinin almış olduğu en yüksek değerini bir milyonda birine düşmesi veya ses düzeyinin en yüksek değerinde 60 desibel aşağı düşmesi için saniye cinsinden geçen süreye denir.

Ses yansımaya süreleri, mekanların içinde kullanılması düşünülen malzemelerin ses yutma katsayısıyla bağlı olarak değişebilir. Hacim içinde ses yansımaya süresinin uzun olması, konuşma amaçlı hacimlerde, konuşma anlaşılabilirliğini azaltmaktadır. Ses yansımaya süresi hacim içindeki yüzeylerin yutuculuğuna, kullanan kişi sayısı ve hacmin büyüklüğüne bağlı olarak değişim göstermektedir.

Ses yutucu malzemelerle birlikte, ses dalgalarını yayan malzemelerin beraber kullanılması gerekmektedir. Tavanda ve zeminde ses yutucu malzemeler, duvarlarda ise ses dalgalarını yayan malzemeler kullanılmalıdır. Ses yutucu ve ses yayıcı malzemelerin dengesi, uygun ses yansımaya sürelerini oluşturacaktır [119].

- Mekan yerleşimlerinin akustik kriterlere göre yapılması (sesli ve sessiz mekanların birbirinden uzak veya aralarında boşluk oluşturulması)
- Açıklık ve havalandırma menfezlerinin performansa göre değerlendirilmesi ve gereken önlemlerin alınması
- Dış -iç duvarlarda ve döşemelerde farklılaşmış olarak ses yalıtımının yapılması





**Tablo 17: Ses Yalıtım Malzemeleri [120]**

SES YUTUCU MALZEMELER		SES YANSITICI MALZEMELER	
ASBEST		MİNERAL LİF LEVHA	
CAM YÜNÜ		PORTLANT PANEL	
TAŞ YÜNÜ		PLEKSİGLAS	
AHŞAP(Lif+Taş)			
ALÇI			
POLİÜRETAN			
MANTAR			
METAL			

Ses kontrolüne bağı olarak kullanılan malzemeler kendi bünyesinden geçebilir, yansıyarak geri dönebilir veya malzeme bünyesinde sönmülenebilmektedir. Mekan içinde malzeme kalınlığı, boşluk yapısı, hacim ağırlığı gibi özellikler akustik düzeni etkilemektedir.

Sınıflar ve diğer mekanları bölen duvarlar ve tavanlar iç ortamın ses konforunu, bileşik malzeme katmanları olan cam yünü veya taş yünü yalıtım malzemeleri kullanılabilir. Cam ve taş yünü tehlikeli hava salınımından dolayı sürekli havalandırma sağlanmalıdır. Katlar arasında oluşan darbeli ses geçişi yüzer şap sayesinde engellenebilir. Döşeme ve taşıyıcı sistem bileşenleri elastik bir katmanla ayrılabilir. Ayrıca döşeme malzemeleri halı ile kaplanarak yalıtım sağlanabilir [120].

**Tablo 18: Okul Mekanlarında Akustik Önlemler [121]**

	OKUL MEKANLARI	AKUSTİK ÖNLEMLER
STANDART SINIF		Seslerin rahatça sınıfın arka bölümüne ulaşmalı ve rahatsız edici seslerin en aza indirgenmelidir. 125Hz düşük frekanslı sesler öğrencilerin dersleri kolaylıkla dinlemelerini sağlamaktadır. Büyük dersliklerde sesin arka tarafa taşınması için tavana yansıtıcı akustik panel konulmalıdır. Ses emici duvar panelleriyle ortamdaki sesin saçılması engellenmelidir.
AÇIK PLAN SINIF		Pedagojik olarak daha esnek oluşuma izin veren açık plan sınıflarında çok sayıda küçük gruplar bulunmaktadır. Bu küçük gruplar içinde oluşan sesin, diğer grubu etkilemesi engellenmelidir. Tavanda yüksek emici akustik panel kullanılmalıdır. Ses saçılmalarının önlenmesi için mobilyalar dikkatli seçilmelidir. Akustik ortamın iyileştirilmesi için, duvar panelleri kullanılmalı, sesin yönlendirilmesi sağlanmalıdır.
SPOR SALONU		Beden eğitimi ve top oyunları yüksek ses seviyelerine sahiptir. Bu mekanlarda öğretmenlerin iletişim kurlmaları için bağırılmaları önlenmelidir. Özellikle geniş açıklıklı bu mekanlarda ses yankılanmasının önlenmesi için duvarda ve tavanda yüksek emici akustik panel kullanılmalıdır. Ancak kullanılan bu akustik paneller, yüksek darbelere dayanıklı olmalıdır.
KORİDOR		Birçok sosyal aktivite ve dolaşımın sağlandığı koridorlarda, tüm bina kullanıcıları için sesin ayarlanması gereklidir. Öğrenciler daha sakin ve daha iyi konuşma anlaşılabilirliğine sahip olması için yüksek yoğunluklu bölgelerde ses emici akustik paneller kullanılmalıdır.

- **Cam kalınlığının arttırılması ve çift cam uygulamasının yapılması**

Dış ortandan gelen gürültü (trafik, rüzgar vb.) cam yüzeylerinden dolayı iç ortama gürültü geçişı kolay olmaktadır. Cam kalınlığı arttırılarak kitle ağırlığı sayesinde bu geçiş engellenebilir. Ayrıca duvar ve pencere birleşiminde boşluklar bırakılmamalıdır.

- **Gürültüye sebep olabilecek okul ekipmanları (HVAC, Müzik aletleri) ve özel mekanların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması [122]**

### 3.4.3.2. Görsel Konfor

Eğitim yapılarında, eğitim sürecinin sağlıklı ve güvenli bir şekilde gerçekleşmesi için aydınlatmanın önemli bir yeri vardır. Öğrencilerin psikolojik ve duygusal olarak tatmin eden ve rahat görme koşullarını sunması için bina tasarımının aşamasında iyi bir aydınlatma stratejisinin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Görsel konfor, aydınlık düzeyi, ışığın rengi, ışığın doğrultusu, gölge nitelikler ve ışığın düğün yayılması gibi birtakım kriterlere sahiptir [90].

Görsel konfor olarak tek yönden gelen ışığın parlak olması durumunda istenmeyen göz kamaşmalarına neden olmaktadır. Uygun bir ortamın yaratılması için, başka bir yönden gelen aynı miktarda ışıkla, ortamın görünümünün yumuşatılabilir yani ışık dengelenebilmektedir.

Dekore edilen bir mekan, iyi bir ışıklandırma ile renklerin canlılığı ve güzelliği, yapıyı ve mobilyaları ortaya çıkarmaktadır.

Görsel konforu sağlayan ışıklandırma, direkt olarak ortama verilmesi durumunda gölgeler mekanlara ilginç bir görünüme sokmaktadır. Ayrıca keskin kontrast oluşmasından dolayı göz yorgunluğu problemini ortadan kaldırmaktadır. Floresan lambalar gibi çizgisel özellik gösteren ışık kaynakları istenmeyen sert gölge niteliklerini önleyebilmektedir. Bakılan alanın çevreye göre daha ışıklı, daha sıcak ve doymuş renkli olmasını sağlayan noktasal ışık kaynakları, kişilerin ilgi ve dikkatlerini bir noktaya yoğunlaştırmak istendiğinde kullanılmaktadır [123].

Işığın yönü, gölgeleme ve parlamaların engellenmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, biçimsiz şekilleri düzeltebilir ve ruh halini olumlu ya da olumsuz etkilemektedir.

Mekan büyüklüğü, ışığın dağılımını etkilemektedir. Geniş bir mekan homojen olarak dağılmış ışığa gereksinimi vardır ve bu sayede istenmeyen ışık kontrastı ve gölgeler engellenmiş olmaktadır.

Yüzeylerin parlaklıkları, ışık kalitesinin önemli ölçüde düşürmektedir. Ayrıca, mekanlarda bakılan objenin parlaklığı ve renkleri ışığın şiddetine bağlıdır. Dolayısıyla mekanlarda en az ışığa gereksinim duyan renkler beyaz ve pastel renkli mekanlardır.



**Tablo 19: Okul Mekanlarının Aydınlık Düzeyi, Direkt Kamaşma<sup>5</sup> ve Renksel Geriverim<sup>6</sup> Tablosu [124]**

Mekan Tipleri	Aydınlik Düzeyi (lx)	Direkt Kamaşma için (Üst Limit-UGR <sub>L</sub> )	Renksel Geriverim İndisi (Alt Limit-R <sub>a</sub> )
Derslikler	300	19	80
Akşam Sınıfı	500	19	80
Konferans Salonu	500	19	80
Kara Tahta	500	19	80
Sanat Atölyesi	500	19	80
Sanat Atölyesi (Sanat Okulları)	750	19	80
Teknik Çizim Odası	750	16	80
Pratik Odası ve Fen Lab.	500	19	80
El Sanatları Atölyesi	500	19	80
Müzik Odası	300	19	80
Bilgisayar Laboratuvarı	300	19	80
Dil Sınıfı	300	19	80
Hazırlık Odası	500	22	80
Jimnastik Salonu	200	22	80
Sirkülasyon Alanları	100	25	80
Merdivenler	150	25	80
Etkinlik Odası-Toplantı Salonu	200	22	80
Öğretmen Odası	300	19	80
Kütüphane (Kitaplık Bölümü)	200	19	80
Kütüphane (Okuma Bölümü)	500	19	80
Depo (Eğitim Materyalleri)	100	25	80
Spor Salonu-Yüzme Havuzu	300	22	80
Okul Kantini	200	22	80
Mutfak	500	22	80

Objelerin gerçek renklerinin yansıtabilen günışığı, mekanlarda estetik görünüm oluşturur. Günışığı aydınlığında, gölgelerin niteliği denetlenemeyen pencerelerde, çeşitli düzenlemelerle günışığına yön verilerek kontrol altında tutulmalıdır. Günışığı aydınlığının pencereye yakın bölgelerde yeterli oluşu, pencereden uzak bölgelerdeki lamba dizisi yakılarak gerekli aydınlık seviyesi ve enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu yüzden, mekan içindeki floresan lamba dizileri ayrı ayrı yakılabilmesi büyük önem taşımaktadır [123].

Öğrencilerin ve personelin, her türlü aktivitelerini kolaylıkla yapabilmesi için derslik araç ve gereçlerin rahat, net bir şekilde görmeli ve göz yorgunluğuna maruz kalmamalıdır. Bunun için iç mekanların istenilen seviyede aydınlatılmış olması

<sup>5</sup> Direkt Kamaşma: CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından geliştirilen parlamalar için değer sabiti

<sup>6</sup> Renksel Geriverim: Işığın tayfsal dağılımının, aydınlanan nesnelere renkleri üzerindeki etkisi.

gerekir. Eğitim yapılarında iyi bir aydınlatma, ister doğal ister yatay aydınlatmayla olsun, ışığın miktarı ve kalitesi karakterize edilmelidir.

Okul mekanlarında görsel konforun sağlanabilmesi için;

- Yapay aydınlatma (Bkz. Aydınlatma)
- Doğal aydınlatma (pencere tasarımı ve gelişmiş doğal aydınlatma sistemleri)
- Yapısal Özelliklerin (Boyut ve Renk) etkin ve amaca uygun olarak bir arada sağlanmış olması gerekmektedir.

#### a) Doğal Aydınlatma

Gün ışığı, yapıların güzel görünümüyle birlikte, psikolojik ve ekolojik açıdan katkı sağlamaktadır. Ekonomik faktörlerden dolayı gün ışığından etkin yararlanılmaması, yapay aydınlatma çözümlerinin tercih edilmesine neden olmaktadır. Başarılı bir doğal aydınlatma kullanımı, mekanların verimli ve rahat kullanılmasını sağlamaktadır. Genellikle ders saatlerinin gün içinde oluşu, yapay aydınlatma yerine doğal aydınlatma kullanımına fırsat oluşturmaktadır.

Eğitim yapılarında doğal aydınlatma stratejileri;

#### • Güneş ışınlarından dolaylı yararlanılması

Güneş ışığı bölgenin iklim şartları, mevsimlere göre kalitesi değişmektedir. Havadaki bulutluluk oranları, mevcut ışık kalitesi ve yoğunluğu etkilemektedir. Buna göre temel güneş yönlenim ilkeleri, iklim koşulları ve gölgelendirme sistemi detaylı bir şekilde kurgulanmalıdır.

10.000 fc gibi son derece güçlü bir kaynak olan güneş ışığı, görsel (çok parlak) ve termal (çok sıcak) rahatsızlıklar oluşturmaktadır. Güneş ışınlarının, mevcut bulutların içinden dağınık olarak veya yer yüzeyinden yansyarak bina kabuğuna ulaşmaktadır. Gelen güneş ışınları doğru planlama ve sistem seçimiyle çok daha yumuşak ve verimli kullanılabilir. İyi bir doğal aydınlatma, doğrudan gelen güneş ışınlarını minimize ederken, dolaylı ışık yayılımını maksimize etmeye dayanmaktadır [73].

İyi bir doğal aydınlatma tasarımı, tasarım sürecinde başlatılmalıdır. İlk adım olarak pencere boşluklarının yeri ve yönüne dikkat edilmelidir. Güneş ışığından

dolaylı olarak en iyi yararlanmak için pencereler kuzeye yönlendirilmelidir. Çünkü, güneş ışınları sadece yaz ortasında sabah erken ve akşam geç saatlerde geçiş yapmaktadır. Bu da okulun kullanım saatleri içinde en uygun güneş kullanımını yol açmaktadır. Güneye bakan cephelerde ise yüksek açılı ve yatay çıtalarla gölgelikli alanlar oluşturulmalıdır. Doğu ve batı cephelerinde ise güneş gökyüzünde alçakta olduğu için çıtalar veya diğer sabit gölgeleme araçlarını sınırlandırmaktadır. Pencerelerin kuzey ve güney cephelerinde  $15^0$  yönlendirilerek güneş ışınlarını doğrudan geçişi önlenmektedir.



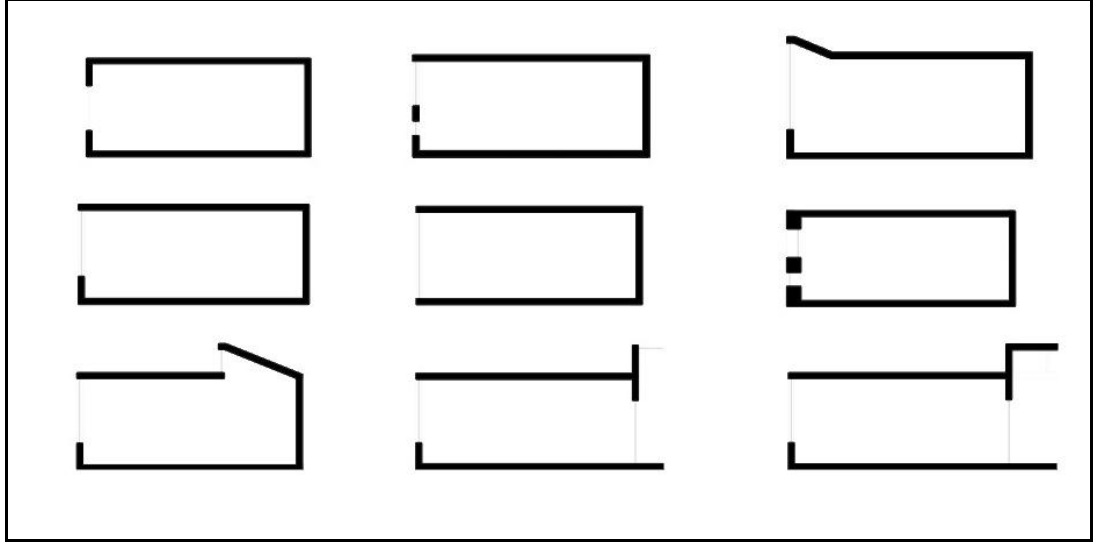
**Şekil 50: Güneş Işığından Dolaylı Kazanım - Baltimore Friends Okulu [125]**

- **Düzenli ve yumuşak geçişli aydınlatmanın sağlanması**

Başarılı aydınlatma düzeyi, günışığının yapıya yumuşak geçişiyle sağlanmaktadır. Eşit ve düzenli olarak dağılmış güneş ışığı en iyi görsel kaliteye ve enerji tasarrufuna yol açmaktadır. İç mekanın güneş ışığını içeriye alınımı için, iki taraflı olarak aydınlatma ve pencereler olmalıdır. Tek taraflı pencere düzenlerinde açıklığa bakan cephelere yakın bölgelerin çok yüksek ışık oranı düşmektedir. Tek taraflı pencere açıklığında önerilen ışığın tek bir bölgeye değil tüm hacme dağılımına dikkat edilmelidir [73].

Doğal aydınlatma bir ortamın 20 fc seviyelerinde aydınlatılması yeterli olmaktadır. Bireysel çalışma alanları ise yapay aydınlatma desteğiyle birlikte 50fc-

70fc seviyesine getirilmelidir. Doğal aydınlatma yapay aydınlatmaya destek olarak HVAC sistem yükünü (yapay aydınlatmanın ortaya çıkardığı ısı) düşürerek enerji tasarrufuyla birlikte işletme maliyetlerini düşürecektir.



**Şekil 51: Sınıflarda Pencere Boşluk Tipleri [126]**

- **Parlamaların engellenmesi**

Aşırı yüksek kontrast parlamalara ve doğrudan kamaşma görüş alanı ve çevresinde görsel performans kayıplarına neden olmaktadır. Panjur veya gölgelendirme sistemleri yüzeylerin görünümünü engellemeyecek şekilde iç hacme sadece dolaylı gün ışığını alacak şekilde tasarlanmalıdır. Doğal aydınlatma açıklıklarının yanına yerleştirilen yansıtıcı yüzeyler parlamaları azaltmakta ve ortama daha homojen gün ışığı vermektedir. Belli bölgelerde ışık kuyuları yapılarak, yoğun ışık tek noktada birleştirilmekte ve iç hacme dağınık bir şekilde yayılması sağlanmaktadır. Parlaklık ve kontrast miktarının ayarlanabilmesi için jaluzi ve perdeler düşünülmelidir [73].

Gün ışığı, (bilgisayar ekranı veya beyaz tahtaya vb.) çarptığında da kamaşma oluşabilir ve görünümünü imkansızlaştırabilir. Tasarım esnasında fotometrik ölçümler, beyaz tahta ve bilgisayar ekranının konumlarına göre hesaplanmalı ve açıklıklar yerleştirilmelidir.



**Şekil 52: Stor Perdelerin Sınıflarda Kullanımı – Terenure Koleji [127]**

- **Güneş ışığı kontrolünün sağlanması**

Gün ışığı, gün ve yıllara göre oldukça değişken ışık miktarlarına sahiptir. Güneş ışığının en yüksek olduğu saatlerde soğutma yükünü olabildiğince azaltmak için aydınlatma sistemi de zamana göre değişkenlik göstermelidir. Güneş ışınlarının yüksek kapasiteye geldiği zamanlarda açıklıklar dar, bulutlu olduğu zamanlarda ise geniş olacak şekilde ayarlanabilir olmalıdır. Otomatik cam sistemleri içinde yer alan diyafram ve menfezler sayesinde bu zamansal değişime izin vermektedir [73].

Bina açıklıklarının içinde veya dışında gölgelikler veya güneşlikler sayesinde güneş kontrolü sağlanmalıdır. Öğretmenler gün boyunca, sınıflardaki ışık seviyelerini ayarlamak için gölgelikler veya perdeler kolay erişebilmelidir. Bu sistemler temizlenebilir ve onarılabilir olması için kolay ve ekonomik olmalıdır. Elle çalıştırılan sistemler onarım ihtiyacı az ve uygun maliyetli olmasına rağmen sürekli kontrol ihtiyacı duymaktadır. Hareketli dış gölgelikler ise iklim koşullarından (nem ve yağmur vb.) etkilendikleri için, suyun tahliye edildiğinden emin olunması gerekmektedir.

- **Yapay Aydınlatma Sistemiyle entegre çalışması**

Doğal ve yapay aydınlatma, birbirlerinin tamamlaması, mekanların ışık kalitesini artmasına ve enerji tasarrufuna neden olmaktadır. Çalışma saatlerinde hava koşullarının iyi olması durumunda yapay aydınlatma elemanlarına ihtiyaç duyulmayacak şekilde doğal ışık, iç hacme alınmalıdır. Bu sayede elektrik ihtiyacına bağlı olarak güç kullanımı azaltılmış olur. Havanın kapalı olduğu durumlarda ise

doğal aydınlatma sistemine katkıda bulunacak şekilde yapay aydınlatma elemanlarından yardım alınabilir [73].

Doğal ve yapay aydınlatma elemanları iç mekanda birlikte hareket edebilmeleri için renk uyumlarına dikkat edilmelidir. Gün ışığı birçok yapay aydınlatma elemanlarından daha mavi ışık kaynağına sahiptir. Işık rengine uyacak şekilde tasarlanan floresan lambalar, gün ışığıyla karşılaştığında daha sarı görülmektedir. Gün ışığıyla birlikte düşünülen yapay aydınlatma yaklaşık  $3.500K^0 - 4.100K^0$  aralığında mavi floresan lambalar seçilmelidir.

## **b) Yapısal Özellikler**

Işığı yansıtmak için yardımcı yansıtıcı yüzeyler iç ortamın aydınlanma seviyesini ve kalitesini sağlaması, gün ışığından açıklıkların düzenlenmesi kadar önemlidir. Bina açıklıklarının mümkün olduğunca eğimli ve dik yüzeylerin yanında konumlandırılması, iç ortama giren gün ışığının duvar yüzeyinden geçerek yansımaya sebep olmaktadır. Gelişmiş aydınlatma sistemlerinde kullanılan ışık rafları da (Bkz. Tablo.10) güneş ışığının iç hacimlere sıçramasını sağlayarak daha derin bölgelere aydınlatılmasını sağlamaktadır. Mekanların tavanlardaki açıklıklar tavan yüzeyinde dikdörtgen konik şeklinde yansıtıcılık oluşturmakta ve daha verimli gün ışığı kullanımına neden olmaktadır. Bu ve benzeri yaklaşımlar binaya entegre ve özelleşmiş olarak tasarlanarak farklı ışık yönlendirmeleri oluşturmaktadır. Örneğin; güneşe bakan cephelerde ışık rafları kullanılması gerekirken, kuzey cephelerinde ışık raflarına gerek yoktur. Bu sayede bina formuna uygun olarak tasarım ihtiyaçlara göre optimize edilebilmektedir [87].

Tasarım esnasında duvar ve tavan yüzeylerinin yansıtıcı yüzey olarak düşünülmesi, beyaz ya da açık renkli boyalı olması yüksek verimliliğe ve görsel konforun oluşmasını sağlamaktadır. Pastel renkli yüzeyler aşırı gün ışığı aydınlık şiddetini %50 oranında emmektedir. Doymuş renkler veya özel efektler sadece küçük ve vurgulanması istenen yerlerde (sergi salonları vb.) kullanılmalıdır.

Yapılan araştırmalara göre, sınıflarda kullanılan renklerin zihinsel ve fiziksel etkileri var olduğu kanıtlanmıştır. Bazı renkler daha uyarıcı bazı renkler ise daha yatıştırıcı etkiye sahiptir. Eğitim yapılarında, öğrencilerin öğrenmeye teşviki ya da

konsantrasyonlarını oluşturmak için farklı kombinasyonlarda renkler kullanılmaktadır.

Sıcak renkler (kırmızı, turuncu, sarı) daha uyarıcı etki yaratmaktadır. Öğrencilere heyecan veren bu renkler, onların beyin aktivitelerini de geliştirmektedir. Ancak bu sıcak renkler dikkatleri çekerek öğretmeyi yardımcı olurken, çalışma ve okuma odalarında bu renkler kullanılmamalıdır.

Soğuk renkler (mavi, yeşil, mor) sakinlik ve gevşeme hissi oluşturmaktadır. Bu soğuk renklerin, öğrencilerin teneffüslerde artan aktivitelerini, dinlenme bölgelerinde kalp hızını yavaşlatan etkisi vardır. Mavi tonlar, okuma alanlarında, yeşil renkler ise yaratıcı düşünmeyi uyarmasından dolayı sanat sınıflarında tercih edilmelidir.

Genel olarak sıcak ve parlak renkler eğitime dikkat çekmesi amaçlandığından okulöncesi ve ilköğretim sınıflarında tercih edilmelidir. Ortaokul ve lise de ise yüksek konsantrasyon ve odaklanma için soğuk renkler kullanılmalıdır [128].



### 3.4.3.3. İç Ortam Hava Kalitesi

İç ortam hava kalitesi; içeriğinde insan ve diğer canlıların sağlığı için zararlı maddeler olmayan hava olarak tanımlanmaktadır. Bir eğitim yapısının iç hava kalitesi, öğrencilerin okullarına kesintiye uğramadan devamlılıkları için az hastalanmalarına ve daha yüksek moralle öğrenim görmelerini sağlayacaktır.

İç hava kalitesi, mevcut ortamın sahip olduğu kirleticilerle ilişkilidir. Özellikle astım hastalıkları sebebiyle devamsızlıklar yaşanmaktadır. Ayrıca, iç hava koşullarının bozulduğu durumlarda, “göz sulanmaları ve kızarıklıklarına, burun kanamalarına, öksürük, ateşlenme, kas ağrıları vb. gibi birçok hastalığa sebep olmaktadır (Bkz. Tablo.20). Bir öğrencinin, öğrenim süresi boyunca yaklaşık 20.000 saati hava teneffüs etmektedir. Günlük kullanımlarda okulun kirlenmelerine, kapasiteyi aşan sınıflar, sabah ve öğlen öğretimlerden dolayı okulların gün boyu kullanılması, teneffüs zamanlarının yetersizliği, mekanların büyüklükleri ve HVAC sisteminin standartlara uymaması sebep oluşturmaktadır [129]. İç ortam hava kalitesi, dış ortamdaki kirleticilerle doğrudan ilişki içindedir. Dış ortamdaki kirleticiler geniş bir yelpazede toplanmaktadır ve bu da iç ortam hava kalitesini olumsuz etkileyecek faktörlere yol açmaktadır [130]. Bu faktörler;

- Karayolu taşımacılığı (Kavşak, otopark, trafik)
- Isı ve güç santralleri (Kazanlar, atık yakımı)
- Havalandırma sistemlerinin egzoz çıkışı
- İnşaat ve yıkım alanları
- Tarımsal araziler (gübre, böcek ilacı, polen) olarak sıralanabilir.

İç ortam hava kirleticilerinin azaltılması için öncelikli olarak emisyonun kontrol edilmesi gerekmektedir. (VOC) emisyon içermeyen yapı malzemelerinin dikkatli seçimi sayesinde iç hava kirleticileri bina kullanımına başlamadan önce alınması gereken ilk önlemdir. Ayrıca yapı malzemelerinin düşük emisyonlarda seçimi zorunlu mekanik havalandırma oranlarını düşürerek enerji tasarrufuna yol açmaktadır. Duman parçacıklarının zararlı emisyonlarından eğitim binasının korunması için personelin kullanabileceği bir özel oda tasarıma dahil edilmelidir. Buradaki amaç oda içindekileri değil, oda dışındakilerinin sağlığını korumak ve kontrol etmektir. Bu mekanların girişleri, diğer mekanların pencerelerinden ve havalandırma girişlerinden uzakta tutulmasına dikkat edilmelidir [130].

**Tablo 20: İç Hava Kirlenmelerinin Kaynakları ve Sağlığa Etkileri [129]**

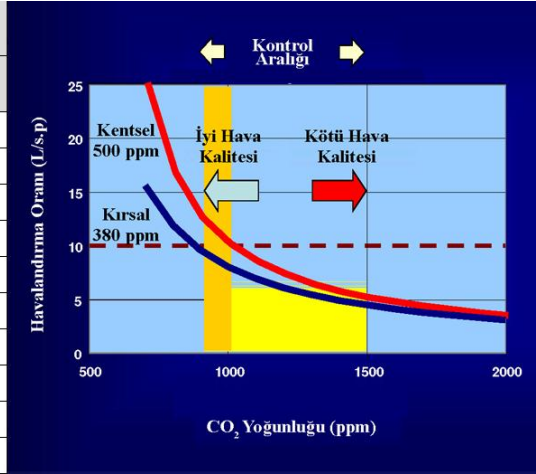
Kirlenmeler	Kaynaklar	Sağlığa Etkileri					Açıklama
		Tahriş Edici	Boğucu	Uyuturucu	Zehirli	Kanserogen	
<b>Uçucu Organik Bileşikler</b>	Parfümler, saç spreyleri, Mobilya cilaları, Temizlik solventleri, Hobi ve sanat malzemeleri, Pestisitler, Halı ve iplik boyaları, Tutkal, yapıştırıcı ve sızdırmazlık malzemeleri, Boyalar, vernikler, yapıştırıcı bantlar, Ahşap koruyucular, Kuru temizlenmiş elbiseler, güve ilaçları, Hava tazeleyici kokular, Depolanmış yakıtlar ve otomotiv ürünleri, Kirlenmiş sular, Plastikler	X	X	X	X	X	Sinirsel/davranışsal zehirleyici, karaciğer zehirleyici ve kalbi etkileyici
<b>Formaldehit</b>	Parçacık tutucular, kontra plaklar, Dolaplar, mobilyalar, Formaldehit köpük yalıtım katkıları, Halı ve kumaşlar	X				X	Alerjik tepkiler
<b>Pestisitler</b>	Böcek ve karnıca öldürücüler, Fare ilaçları, Mantar ilaçları, mikrop öldürücüler, Ot ilaçları	X			X	X	Beyni ve karaciğeri zehirleyici, üretken zehirleyici
<b>Kurşun</b>	Kurşun esaslı boyalar	X			X	X	Beyni zehirleyici ve geriye dönülmez davranış
<b>Karbondioksit</b>	Uygunsuz çalıştırılan gaz veya yağ kazanları- sıcak su ısıtıcıları, ocaklar, odun sobaları, Havalandırmaz gaz sobaları-		X				Hastalarda boğulma, iş gücünü azaltma, baş ağrıları, göz küçülmesi
<b>Karbon monoksit</b>	kerosen ısıtıcılar, Tütün ürünleri, gazlı pişirme sobaları, Araç egzozları		X				Solumun uyarıcı etki, arttırılmış solumun ve insanlarda yorucu görevleri yapma kabiliyetini azaltma, kandaki pH ve pCO <sub>2</sub> oranları değişimi, böbreklerde kireçlenme ve akciğer alveollerinde yapısal değişiklikler
<b>Azot dioksit</b>		X					Astımlılarda ciğer fonksiyonlarında azalma
<b>Kükürt dioksit</b>	Kükürt içeren yakıtların yanması	X					Astımlılarda ciğer fonksiyonlarında azalma
<b>Çevresel Tütün Dumanı</b>	Tütün ürünleri	X				X	Mukoza zarlarını tahriş
<b>Biyolojik Kirlenmeler</b>	Bitkiler, hayvanlar, kuşlar, insanlar, Yastıklar, yataklar, ev tozları, Islak veya nemli malzemeler, Durgun sular	X				X	Enfeksiyon hastalıkları; alerjik reaksiyonlar; zehirleyici etkiler
<b>Asbest</b>	Boru ve kazan yalıtımı, Tavan ve döşeme levhaları, Dekoratif spreylere, Kaplama ve lambriyerler	X				X	Uzun süre teneffüs edenlerde asbest hastalığı
<b>Radon</b>	Toprak ve kaya, Bazı bina malzemeleri, Yer altı suları					X	

İç ve dış hava kirleticilerinin, iç ortam hava kalitesini etkilememesi için alınması gereken diğer temel önlemler aşağıda sıralanmaktadır.

- Yapı arazisi, bulunduğu hava ortamının ve toprağının kirlilik oranlarının düşük olması tercih edilmelidir. Ayrıca araçlardan çıkan, zararlı egzoz gazlarından etkilenmemesi için trafiği az olan yerler öncelikli olmalıdır.
- Yoğun dış kirleticilerinin (trafik) olduğu zaman diliminde dış hava akımının iç ortama aktarılması azaltılmalıdır.
- Zorunlu durumlarda zararlı içeriklere sahip yapı malzemelerinin kullanımda ortamın sürekli havalandırılmasıyla hava temizlenmelidir.
- Lavabo ve tuvaletler yeterli sayıda ve düzenli olarak temizlenmelidir.
- Özellikle sınıflar için önerilen değişken debili (VAV) sistemleri, minimum taze hava kalitesini sahip standartlarda olmalıdır [131].

**Tablo 21: Eğitim Yapılarında Havalandırma için Gerekli Taze Hava Miktarları [129], [132]**

Mekanlar	Maksimum İnsan Yoğunluğu (insan/m <sup>2</sup> )	Taza Hava İhtiyacı	
		L/s-kışı	L/s-m <sup>2</sup>
Derslik	50	8	
Laboratuvar	30	10	
Atölye	30	10	
Müzik Sınıfı	50	8	
Kütüphane	20	8	
Soyunma Odası			2.5
Koridor			0.5
Konferans Salonu	150	8	
Sigara Salonu	70	30	
Yüzme Havuzu		10	



#### a) Mekanik Havalandırma

HVAC sistemleri, dış havayı, aktif sistemler ile yapı içine alır, filtre eder, sıcaklık ve nem açısından konfor şartlarına getirir ve iç mekana aktarmaktadır. Kirli iç havayı ise çekerek, dış ortama aktarmaktadır. Dış ortam havasının kirli ve iklimsel şartlarının kötü olması durumunda da kullanıcı için uygun konfor şartlarını getirebilmektedir [133]. HVAC sistemleri, kendi bileşenlerinde oluşabilen sorunlar nedeniyle, iç mekan hava kalitesini bozarak kullanıcı sağlığını etkileyebilmektedir. Örneğin; sistem kanallarının kesişiminden doğan yoğunlaşma, mikroorganizmaların ve dolaşım kanallarıyla iç mekana aktarılmasına neden olmaktadır. İç ortam hava

kalitesinin sağlanabilmesi için HVAC sistemlerinde alınması gereken önlemler aşağıda sıralanmaktadır.

- Havalandırma sistemlerinde filtreleme yapılarak uçucu organik bileşikler ve kimyasal içerikler azaltılmalıdır. Nem düzenleyiciler ve havalandırma boruları standartlara uygun olmalıdır. Ayrıca HVAC sistemlerinin biyolojik zararlıların oluşumunun engellenmesi için sürekli kontrol ve bakım yapılmalıdır.
- Kirli hava menfezleri, soğutma ve havalandırma bacaları, atık depoları gibi zararlı içerikli mekan ve sistemler, sınıflar ve çoklu kullanım mekanlarından uzak şekilde konumlandırılmalıdır.
- Hava akımının sürekliliği için hava giriş kapaklarının çok sayıda olması. Bu sayede bakım esnasında iç mekan hava kalitesi sağlıklı işlemektedir.
- Egzoz çıkışlarının binanın hava girişlerine ve çevreye olumsuz etkisinin azaltılması için;
  - Egzoz çıkışlarının hakim rüzgara paralel konumlandırılması
  - Egzoz bacalarının ters rüzgarda korunumunu sağlayan aparatlarının takılması
  - Çıkış performansının artırılması için baca çıkış borusunun yüksekliğinin artırılması gerekmektedir.
- Bölgesel olarak konumlandırılacak CO<sub>2</sub> sensörleri sayesinde, istenilen CO<sub>2</sub> seviyeleri kontrol edilmeli ve performans analizleri yapılmalıdır [130].





#### **b) Doğal Havalandırma**

Doğal havalandırma, dış ortam havasını herhangi bir mekanik sistem gerektirmeksizin yapı kabuğu açıklıklarından içeriye almakta ve iç mekandaki kirli havayı ise dışarıya aktarmaktadır [133]. Doğal havalandırmaya sahip bir eğitim binası, daha az enerji tüketmekte, düşük ilk yapım ve işletme maliyetlerine sahip olmaktadır. Temel olarak rüzgar, havanın kaldırma kuvvetinden yararlanarak pencereler ve diğer açıklıklar yoluyla doğal havalandırmayı sağlayabilmektedir.

Doğal havalandırma baca etkisi ve rüzgar basıncı gibi iki ana mekanizmayla hareket etmektedir. Ortam sıcaklığının artması, hava yoğunluğunun azalmasına dolayısıyla yoğunluklar farkı fiziksel olarak hava hareketini oluşturmasını sağlamaktadır. Diğer bir deyişle iki yığını (sıcak-soğuk) ayıran sınır boyunca basınç farklılıkları meydana gelmektedir. Hava, yüksek basınçtan, alçak basınca hareket

etmektedir. Binalarda bu basınç farklılığı, hava akışının sağlanabilmesi için yapının üst ve alt kısmında yapılan açıklıklarla sağlanabilmektedir [130].

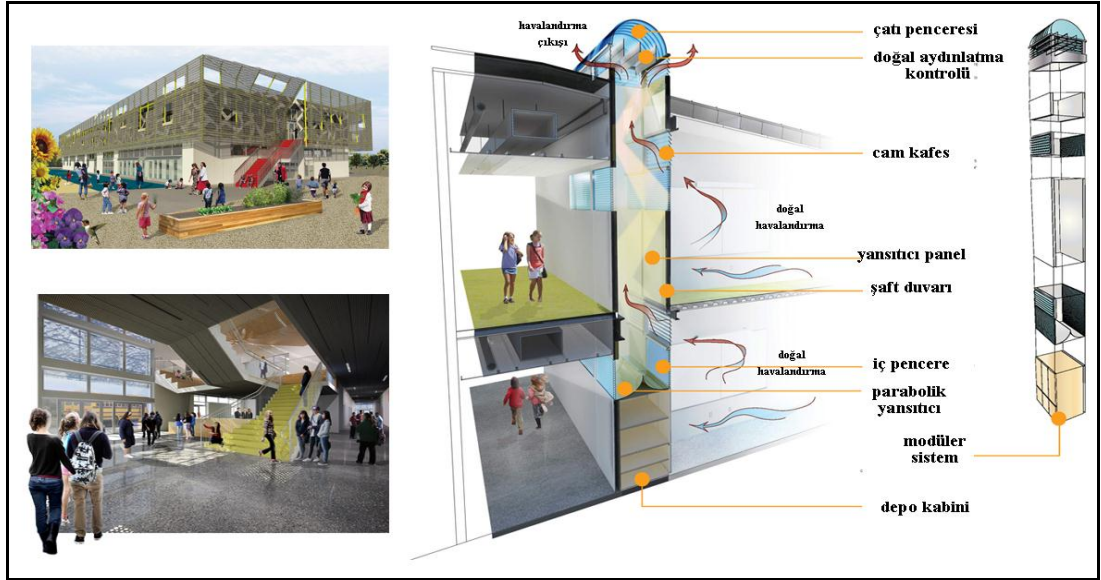
**Tablo 22: Temel Doğal Havalandırma Stratejileri [130]**

DOĞAL HAVALANDIRMA STRATEJİLERİ	
<p><b>TEKİL YAN HAVALANDIRMA (Tek menfez veya Pencere )</b> Havalandırma açıklığı, bir ızgara sisteminde kat döşemesinin hemen üstünde yer almaktadır. Düşük seviyede gerçekleşen hava akımı, altta dışarıdan içeriye hava almakta, üst kısmında ise içerden dışarıya havayı aktarmaktadır.</p>	
<p><b>TEKİL YAN HAVALANDIRMA (İkili Menfez)</b> İkili havalandırma açıklığında düşük seviyedeki ızgara sayesinde dışarıdan hava almakta, üst seviyedeki ızgaradan da dışarıya hava aktarmaktadır.</p>	
<p><b>TEKİL YAN HAVALANDIRMA (Tek menfez ve Tek Pencere)</b> Kullanıcı tek pencere sayesinde hava giriş çıkışlarını kontrol altına alabilmektedir.</p>	
<p><b>ÇAPRAZ AKIŞLI HAVALANDIRMA (Bir Menfez Ön Cephe, Diğer Menfez Arka Cephe)</b> Ön cephedeki menfezden alınan taze hava iç ortamda daha fazla dolaşarak, arka cephesindeki üst menfezden çıkmaktadır. Bu sayede hava akımı tüm mekana yayılmaktadır.</p>	

Binalarda baca etkisi, sıcaklık farkına dayanmaktadır. Yazın daha eşit hale gelen sıcaklıklar basıncın düşmesine dolayısıyla havalandırma oranlarının düşmesine neden olmaktadır. Bu etkenin dengelenmesi için açılabilir alanların artırılması gerekmektedir.

Rüzgar basıncı, binanın dışında, çevresinde ve üzerinde basınç değişimlerine sebep olarak doğal havalandırmayı etkilemektedir. Basınç farklılıkları binanın formu, rüzgarın hızı ve yönüne göre değişim göstermektedir. Genellikle hakim rüzgar yönünde basınç artışı, diğer cephelerde ise basınç düşüklüğü meydana gelmektedir.

İyi bir doğal havalandırma performansı için baca etkisi ve rüzgar basıncı bütünleşik olarak binalarda uygulanmalıdır. Tasarım aşamasında rüzgarın basıncı, hızı ve yönü hakkında ayrıntılı analizler yapılmalı ve gerekli stratejiler belirlenmelidir [130].



Şekil 53: Doğal Aydınlatma ve Havalandırma Örnek Proje [134]



### 3.4.3.4. Termal Konfor

Termal konfor, termal çevreyle uyum olarak tanımlanmaktadır. Temel olarak bir mekanda kullanıcı konforu ve güvenliğini sağlayan fiziksel oluşum olan sıcaklıkla doğrudan ilişkilidir. Termal konfor, birçok çevresel faktörlere göre değişim göstermektedir. Bunlar;

- Hava sıcaklığı
- Güneş ışınımı
- Hava hareketleri
- Bağıl nem
- Yaş ve cinsiyet
- Aktivite seviyeleri
- Kıyafet olarak sıralanabilir.

**Tablo 23: Çevresel Faktörlerin İç Ortam Termal Kalitesine Etkileri ve Alınabilecek Önlemler [134]**

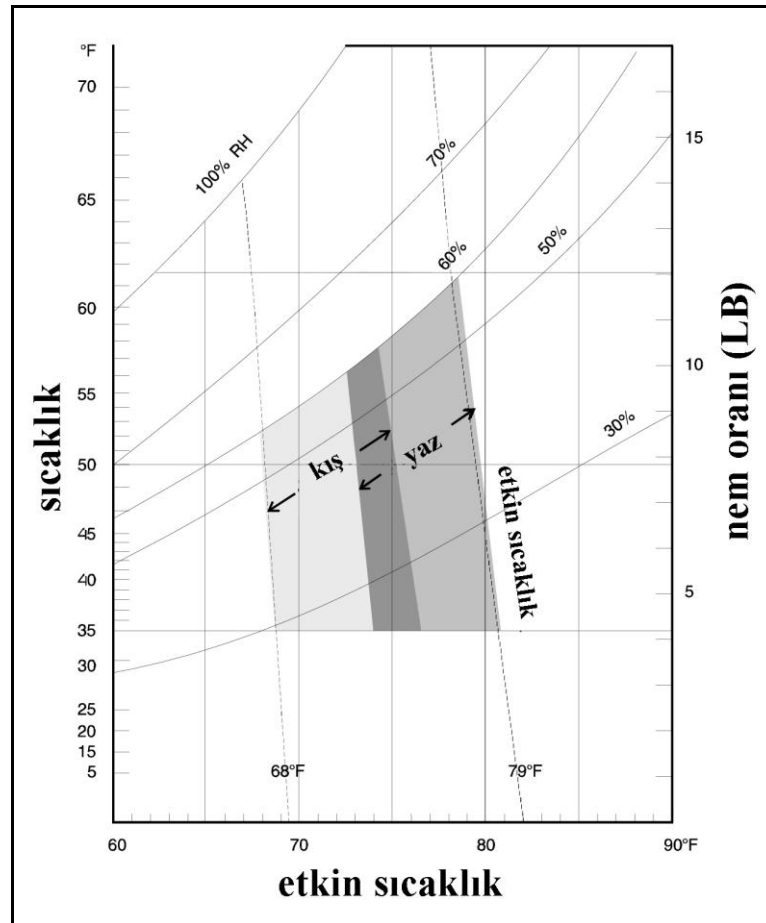
ÇEVRESEL FAKTÖRLER		FİZİKSEL ETKİSİ	SAGLIĞA ETKİSİ	ALINACAK ÖNLEMLER
HAVA SICAKLIĞI	Çok yüksek	Vücut ısısını çevreye yayamaz	Vücut sıcaklığında artış Kalp hareketinde artış Düşük performans Hata yapmada artış Bunalma	Odanın havalandırılması serin hava girişini ve sıcak hava çıkışını artırılması
	Çok düşük	Vücudun çevre havaya kaybettiği ısı miktarı artar.	Titreme Kas ve eklemlerde Konsantrasyon düşüklüğü Cereyanla ilgili şikayet (düşük hava hızı olsa bile)	Ortam sıcaklığının artırılması (ısıtıcı, radyatör... kullanımı) Yansımaya sıcaklığının artırılması (çatıya da panellerin ısıtılması)
YANSIMA SICAKLIĞI	Çok yüksek	Vücut kaynaktan çok fazla ısı absorbe eder.	Vücut sıcaklığında artış Kalp hareketinde artış Düşük performans Hata yapmada artış Bunalma	Güneşperdesi veya çift alüminyum perde kullanımıyla radyasyonla ilişkin kesilmesi hava sıcaklığının da azalmasına yol açar.
	Çok düşük	Vücut soğuk duvar ya da pencere gibi yapı elemanlarıyla çok miktarda ısı kaydeder.	Titreme Kas ve eklemlerde Konsantrasyon düşüklüğü Cereyanla ilgili şikayet (düşük hava hızı olsa bile)	Hava sıcaklığının artırılması
HAVA HIZI	Çok yüksek	Derinin bölgesel soğuması	Kas ağrısı Cereyanla ilgili şikayet	hava hareketleri incelenerek, sorunlu alandan hava girişinin kapatılması
	Çok düşük	Vücuttan ısıyı yayabilmesi için yetersiz buharlaşma meydana gelir.	Nemli cilt Terle ilgili şikayet	Vantilatör kurulumu ile hava girişi sağlanması
BAĞIL NEM	Çok yüksek	Terin buharlaşması engellenir.	Yüksek sıcaklıklarda direnç düşer.	Havalandırmanın geliştirilmesi
	Çok düşük	Aşırı buharlaşma görülür.	Mukoza tabakasının kuruması meydana gelir.	Gerekliyse, yapay olarak nemin artırılması



Eğitim yapılarında ortam sıcaklığının artışı, kalp ve akciğer rahatsızlıklarına, baş ağrısına, bayılmalara ve konsantrasyon eksikliği gibi bir çok probleme sebep olmaktadır. Ayrıca öğrencilerin davranışsal bozukluklarına ve stres düzeyine bağlı olarak sinirlilik durumları gözlenmektedir [134].

Çalışma ortamında belirlenmesi gereken sıcaklık, bireylerin farklı tercihleri göz önünde bulundurulduğunda, çoğunluğa uyan sıcaklık kriteri belirlenmelidir. Normal şartlar altında eğitim yapılarında ideal sıcaklık 64<sup>0</sup>F(≈18<sup>0</sup>C) ile 76<sup>0</sup>F(≈24<sup>0</sup>C) arasında değişmektedir. Bu sıcaklık yaz ve kış aylarında farklılık göstermektedir. Termal konfor için bağlı nem aralığı, kış aylarında yaklaşık %20, yaz aylarında ise %60 olmalıdır [73].

Eğitim yapılarında mekanik, elektrik ve doğal yollarla anılabilecek bir takım önlemler binanın ısıl konforu için uzun vadeli iyileştirmeler sağlayabilir. Öğretim alanlarının güneşten korunumu için gölgelikli alanlar oluşturulmalıdır. Yüksek ısı oluşumunu engellemek için doğrudan güneş ışığından uzak durulmalıdır.




Şekil 54: ASHRAE Standartlarına göre Termal Konfor Bölgesi [73]

Okulun kullanım sürelerine göre HVAC sistemi ayarlanmalıdır. Sınıflar, istenilen sıcaklık seviyesi ders başlamadan önce ayarlanmış olmalıdır. Ayrıca HVAC dağıtım boruları ısı yalıtımı yapılarak ortam sıcaklığını etkilemesi önlenmelidir. Tavan fanları, sirkülasyon fanları veya hareketli pencereler hava hareketi sağlayarak ortamın konfor sıcaklığı ayarlanabilir. Soğuk hava koşullarında bölgesel ısıtma sağlanarak enerji tasarrufu sağlanmalıdır. Sağlıklı hava kalitesiyle birlikte, termal koşulları daha geniş aralıkta tutan doğal havalandırma tercih edilmelidir [135]. Okul ekipmanları (bilgisayar, projektör vb.) çalışma esnasında yaydıkları ısı sebebiyle ortam sıcaklığını yükseltmemesi için kullanımdan sonra kapatılmalıdır.

### 3.5. Örnek Uygulamalar

#### 3.5.1. Greensburg Okulu

**Tablo 24: Genel Bilgiler – Greensburg Okulu [136]**

<b>Konum:</b>	Greensburg, Kansas	
<b>Bina Tipi:</b>	Eğitim/K-12	
<b>Sınıflandırma:</b>	Avlu Plan Tipi	
<b>Toplam İnşaat Alanı:</b>	12.300m <sup>2</sup>	
<b>Proje Bitim Tarihi:</b>	Temmuz 2010	
<b>Kullanıcı Sayısı:</b>	410	
<b>Sahibi:</b>	Kiowa Birleşik Okul Bölgesi	
<b>Proje Tutarı:</b>	\$45.200.000	

Amerika'daki Birleşik Okul bölgesi, 2005 yılından günümüze kadar meydana gelen kasırgaların kasaba ve okulları tahrip etmesinden sonra, K-12 eğitim tesislerini ilk, orta ve lise okullarını, tek bir tesiste birleştirme stratejisini tercih ettiler.

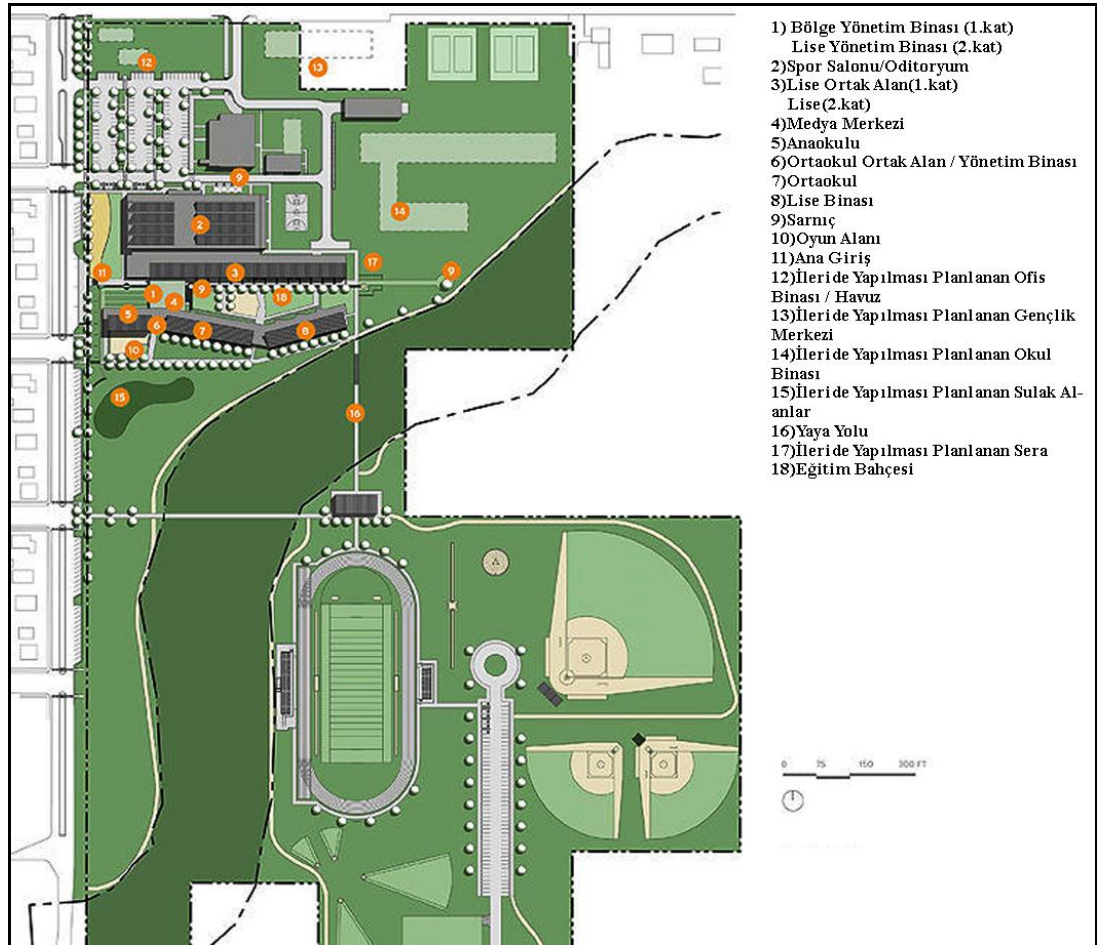
Greensburg Okulu, tasarımında öğrenci merkezli odağıyla birlikte, esnek ve sürdürülebilir bir yaklaşım benimsemiştir. Yapı girişinin ana cadde üzerinde konumlanması, kırsal toplumun sürdürülebilirliğini desteklemektedir. Bina, her yaş grubu için bir avlu etrafında toplanmaktadır. Binanın kuzey kanadını, lise ve spor salonları bulunmakta ve güney kanadında ise ilkokul ve ortaokul birimleri yer almaktadır [136].

Anaokulu, ilkokul, ortaokul ve lise sınıfları için her yaş grubu için öğrenim ve sosyal olanaklar tanımaktadır. Topluluk duygusunu ve başarı arzusunu aşılama için, öğrencileri bütünleştirmekte ve teşvik etmektedir.

Okul, sosyal katılımı teşvik etmek amacıyla, toplumun kullanabileceği mekan çeşitliliği yaratmaktadır. Spor mekanları toplumun sosyal ve rekreasyon ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Okulda, yetişkinlerin eğitimi için mekanlar yer almakta ve merkezi bir toplumun buluşma yeri olarak hizmet verebilmesi için, okul saatleri dışında da kullanımı hedeflenmektedir.

Okul, öğrencilerinin öğrenim ortamını sağlamakla beraber, toplumun sosyal iletişiminin oluşması için çeşitli etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır. Saydam derslikler, avlu bahçesi ve ortak öğrenme ortamları açık havayla güçlü bir bağlantı kurmakta ve rahat bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır. Kütüphane, tüm çevre sakinlerine hizmet etmekte ve kafeterya, top oyunları gibi büyük ölçekli organizasyonlarda esnek kullanılabilir. Okul toplumunu bir arada tutmak ve iletişimini teşvik etmek amacıyla oditoryum tüm toplumun kullanımındadır. Yaya olarak ulaşımına izin vermek için sosyal tesislere kesişimi sağlayan yan yollar, ana caddeye bağlanmaktadır. Bölge master planına göre yapılmasıyla da toplum bağlantısı vurgulanmakta ve okul tesislerinin ortak kullanımı desteklenmektedir [136].

Greensburg okulu, topluluğun odak noktası oluşu, gelecek binalar için esin kaynağı, öğrencilerin sağlığı, verimliliği ve eğitimlerinin gelişimi gibi etmenlerle bir eğitim aracı olarak kendisini vurgulamaktadır.



Şekil 55: Vaziyet Planı – Greensburg Okulu [136]

- **Arazi Korunumu**

Bina peyzajında yerli bitkiler kullanılmış ve yerli türler için doğal yaşam alanları oluşturularak, habitatın devamlılığı sağlanmıştır. Yağmur suyunun doğal alanlarda yenilenmesi için, doğal sulak alanlar korunmuştur. Toprak, erozyona karşı korunmakla beraber, öğrenciler, personel ve ziyaretçiler için ekosistemle bir bağ kurmaktadır. Biyo-filtrasyon alanları, köklü yerli bitkileri içermekte ve doğal filtre ile yağmur suyunu emmekte ve saklamaktadır. Binaların ve açık alanların konum ve dizilimi, etkin peyzaj kullanımı, ısı adası etkisini azaltmaktadır. Daha az su gerektiren ve yerel iklim şartlarına dayanabilen ağaçlar, gölge vererek park alanının ısı kazanımını sınırlamaktadır. Yağmursuyu drenajının yapılmasıyla, sel yolunun araziye etkisi azaltılmıştır. Uygun bina yönelimi sayesinde, okul için pasif güneş ve rüzgar olanaklarından yararlanılmıştır.



**Şekil 56: Doğal ve Yapay Habitat Alanları ve Peyzajın Etkin Kullanımı – Greensburg Okulu [136]**

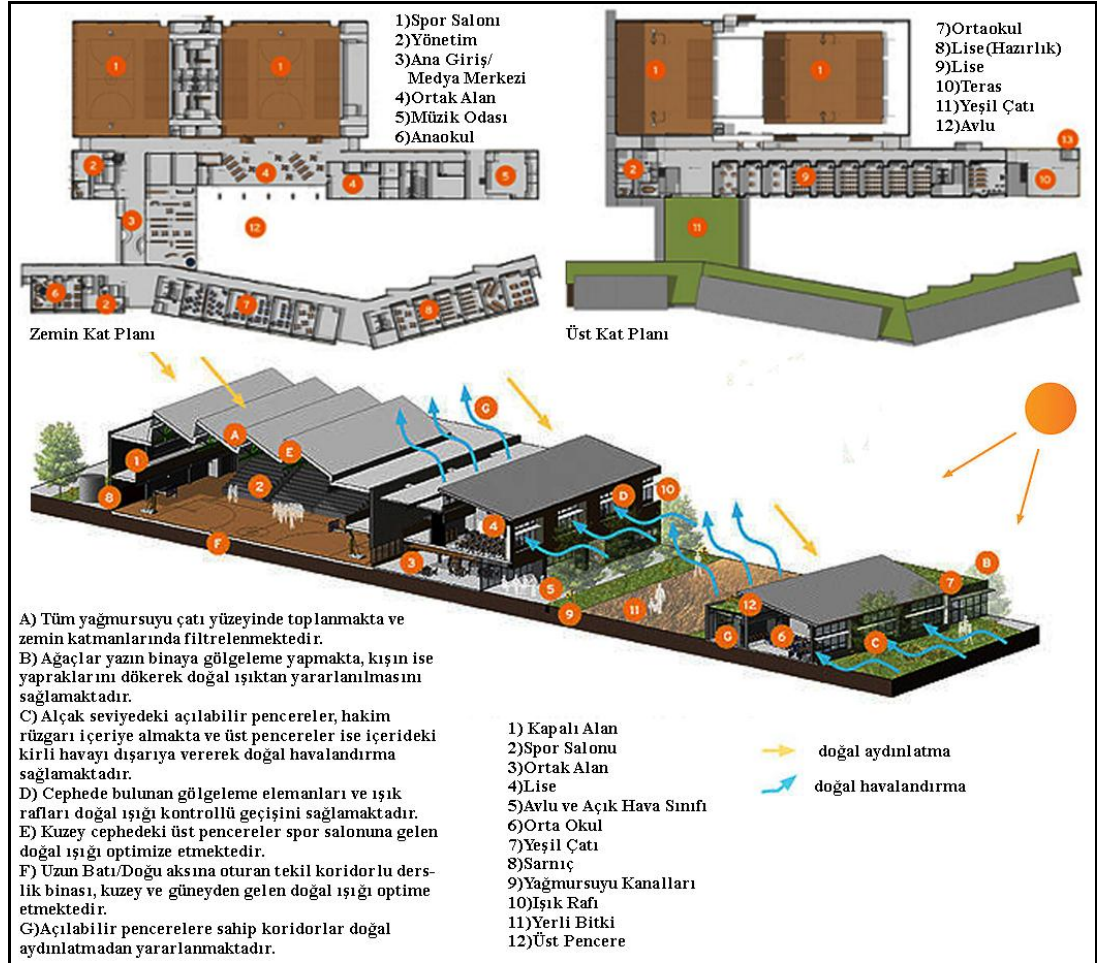
- **Enerji Korunumu**

HVAC Sistemlerinin, bina sıcaklığı ve ek aydınlatmaları, hem verimliliği desteklemekte hem de iç ortamın konfor düzeyini arttırmaktadır. Yapı kabuğu, yönlendirme, aydınlatma ve güneş kontrol sistemleri, ısıtma ve soğutma yüklerinin en aza indirmektedir. Yağmur perdesi (rainscreen) kaplama, nemin oluşumunu engellemek için direnci arttırmakta ve termal yüklemeyi azaltmaktadır. Beyaz ve metalik gümüş çatı kaplama, güneş ışınlarını yansıtarak binanın ısı kazanımını



azaltmaktadır. Enerji tasarrufunun kanıtlanabilirliği için, kullanım esnasında, sistem ve teçhizatların izlenerek, performansları ölçülmektedir [136].

Greensburg Okulları, tüm elektrik enerjisini, yenilenebilir enerji kaynaklarından satın almaktadır. Şehir dışında bulunan 50kw'lık rüzgar türbini, elektrik ihtiyacının bir kısmını sağlamaktadır. Sınıfların çatıları, güneş panellerinin etkin çalışabilmesi için kısmen eğimlidir.



Şekil 57: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Greensburg Okulu [136]

### • Su Korunumu

Greensburg şehrinin, yağış miktarının düşük olması ve yağmur suyu toplama sistemine sahip olmamasından dolayı, suyun korunumu büyük önem taşımaktadır. Bina, düşük akım sıhhi tesisat armatürleri, çift gömme valfler ve susuz pisuar gibi etkin su yapı donatılarına sahiptir. Tüm lavabolar, kullanım süresini azaltmak için sensörler ve duşlarda, düşük akımlı duş başlıkları yer almaktadır.

İçilebilir su kullanımını azaltmak için, yağmur suyu toplanmakta ve 6 adet sarnıçta depolanmaktadır. Bu sayede kuru aylarda peyzajın sulama ihtiyacı karşılanmaktadır. Tesiste ayrıca soğutma kuleleri sayesinde HVAC ekipmanlarından gelen yoğuşmayı yakalayarak su yeniden kullanılmaktadır.



**Şekil 58: Çatıdan Yağmursuyunun Toplanması – Greensburg Okulu [136]**

- **Malzeme Korunumu**

Hammadde kullanımının önlenmesi için, geri dönüştürülmüş içeriğe sahip malzemeler kullanılmıştır. Kansas kireçtaşı, çinko ve rejenere selvi dış cephede, cilalı beton zemin ve beton bloklar yüksek sirkülasyona sahip mekanlarda kullanılmıştır [136].

Yapıda kullanılan malzemeler 500 km mesafedeki yerel sanayiden elde edilmiştir. Kireçtaşı, 120 km mesafedeki bölgesel ocaktan getirilmiştir. Binada kullanılan malzemeler (boyalar, yapıştırıcılar, halı vb.) bina kullanıcılarının sağlıklı ortamlar yaratmasında katkıda bulunmaktadır. Yıkılmış depo binaları ve kasırgadan etkilenen köprüden gelen ahşap malzemeler, inşaat atığının azaltılması için binada kullanılmıştır. Uygulama esnasında oluşan inşaat atığının %95'i inşaat atıklarının yönetim planıyla geri dönüşümü sağlanmıştır. Okul bahçelerinde kullanılmak üzere mutfak atıkları plan dahilinde geri dönüştürülmüştür.





**Şekil 59: Yapıda Malzeme Korunumu – Greensburg Okulu [136]**

- **İç Ortam Kalitesi**

Pasif aydınlatma ve hava hareketlerinden yararlanmak için hareketli pencereler, gölgeleme elemanları ve bina bölümlerine göre şekillenmiştir. Binanın uzun cepheleri, doğal ışığın iç ortama girmesini maksimize etmek ve batı güneşinden ısı kaybını azaltmak için kuzey ve güneye bakmaktadır [136].

Spor salonları, doğal ışıktan yararlanılması için testere dişli tepe pencereleri yer almakta ve sınıf ve yönetim mekanlarının güneş ve hava erişimini önlemek için kuzeyde konumlanmaktadır.

Sınıfların geniş pencereleri, manzaraya bakmakta ve okul saatlerinde tamamen doğal ışıktan yararlanmaktadır. Dış güneş gölgeleme üniteleri parlamadan ve

gereksiz ısı kazancını azaltmaktadır. Sınıfların üst pencereleri ışığı dengelemek ve hakim güneybatı rüzgarından yararlanarak doğal havalandırma sağlamaktadır.




**Şekil 60: İç Ortam Kalitesi – Greensburg Okulu [136]**



### 3.5.2. Nueva Okulu

**Tablo 25: Genel Bilgiler – Nueva Okulu [137]**

Konum:	Hillsborough, California	
Bina Tipi:	Eğitim/K-12	
Sınıflandırma:	Küme Plan Tipi	
Toplam İnşaat Alanı:	2.510m <sup>2</sup>	
Proje Bitim Tarihi:	Eylül 2007	
Kullanıcı Sayısı:	200	
Sahibi:	Nueva Okulu	
Proje Tutarı:	-	

1967 yılında kurulan Nueva okulu, 370 öğrenciye hizmet veren özel K-12 okuludur. Nueva okulu, öğrenme kompleksi, kütüphane, medya merkezi, öğrenci merkezi, idari ofisler, yedi adet derslik ve Ar-ge laboratuvarını içeren 3 binadan oluşmaktadır.

Nueva okulu, güvenli bir “kapı” etkisi veren binasıyla birlikte mevcut kampüsüyle uyumlu eğitim deneyimini bir araya getirmektedir. Mekanlar, yaratıcı etkileşimi teşvik etmekte, değişik ölçeklerde sağlıklı ve esnek kullanımına izin vermektedir [137].



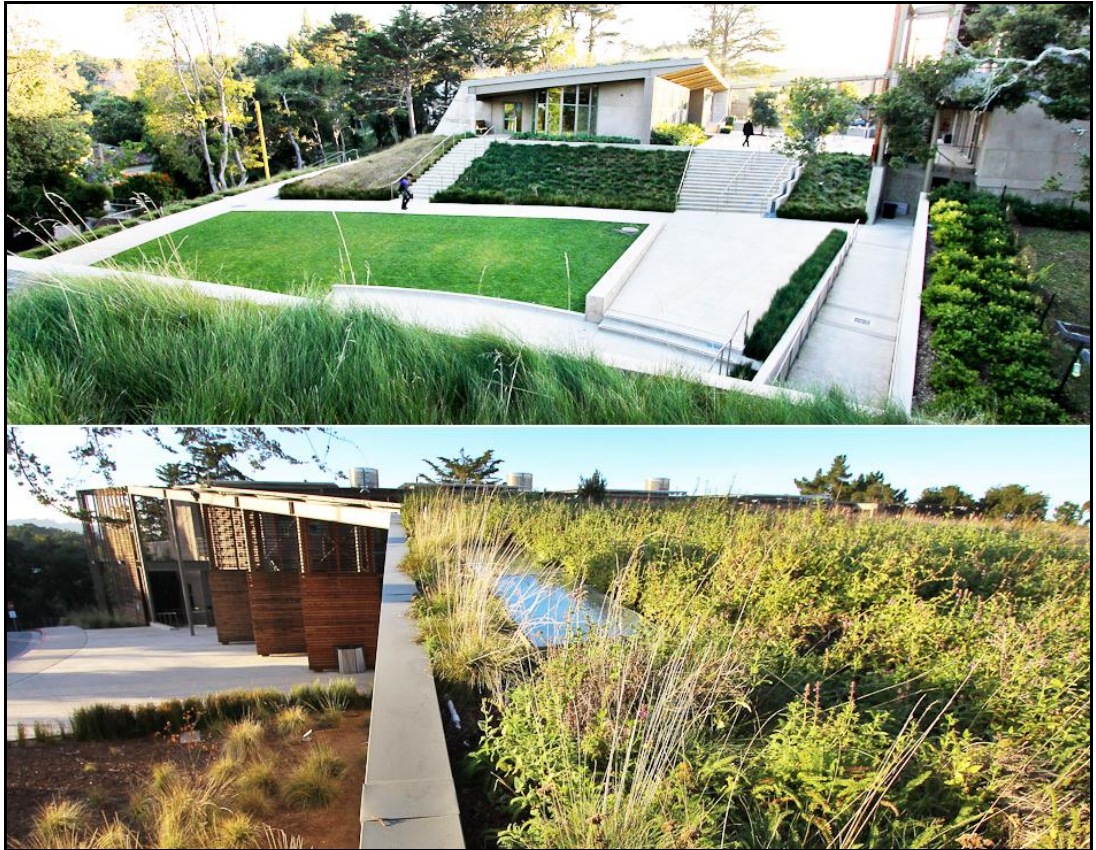
**Şekil 61: Vaziyet Planı – Nueva Okulu [137]**

Arazi, yarı-kırsal banliyö toplumuyla bağlantısına sahip 33 dönümlük kampüsün en derin yerinde yer almaktadır. Tasarımı, enerji verimliliği, sera gazı azaltma, su tasarrufu, biyolojik çeşitliliğin korunması bir birçok konuyu ele alarak bölgedeki topluma bir mesaj niteliği taşımaktadır.

- **Arazi Korunumu**

Okul, kentsel ısı adası etkisini, yeşil çatı, kapalı otopark ve verimli asfalt kullanılarak azaltmaktadır. Arazi üzerinde, yapının toprağa etkisinin azaltılması için doğal topografyaya uygun olarak yerleştirilmiştir. Topografik katmanlar, yerli ekolojinin görünümünü çarpıcı manzaralar oluşturmakta, öğrenciler için çevresel deneyimler kazandırmaktadır [137].

Kütüphane ve öğrenci merkezinde yeşil çatılar yer almakta ve bu sayede yerli türler için habitat sağlanmaktadır. Ayrıca, kütüphane çatısı, yerli arı ve kuş türlerine ev sahipliği yapmaktadır.



**Şekil 62: Peyzaj ve Yeşil Çatı Kullanımı – Nueva Okulu [138]**



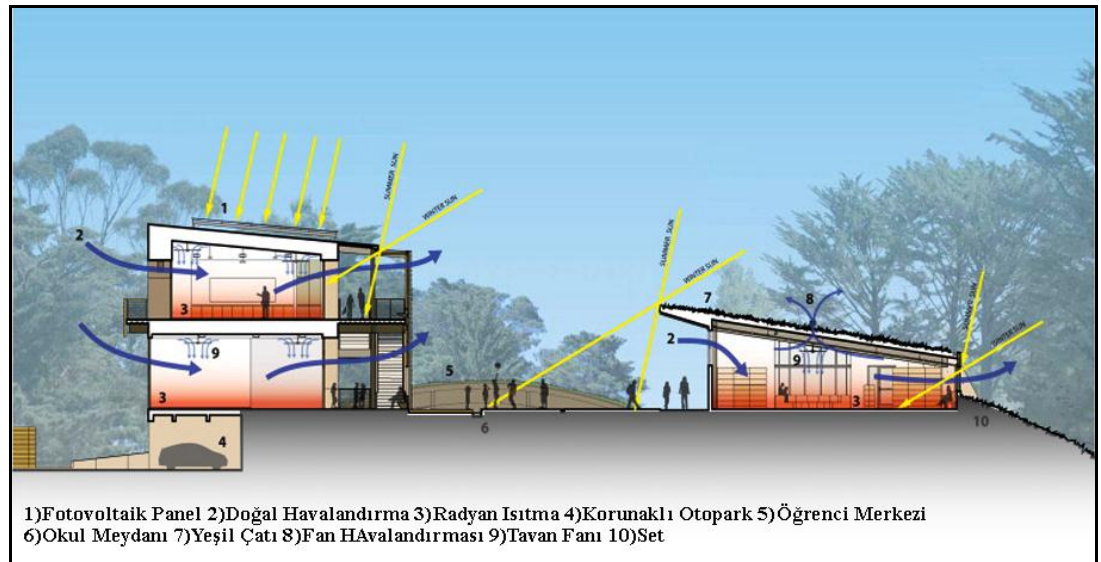
Arazide mevcut olan meşe ve selvi ağaçları korunmaktadır. Arazi görünümünün korunması için, yapı malzemelerinin renkleriyle uyum içindedir. Kütüphane ve öğrenci merkezinin görsel etkisi ve rüzgardan korunması amacıyla topografyanın altında ve peyzaja dayalı olarak konumlanmaktadır. Kütüphane çatısı, yerli arı ve kuş türlerine ev sahipliği yapmaktadır.

Yağmursuyu yönetim planı ile drenajlar sayesinde, dik yamaçlardan gelebilecek su akıntıları önlenmektedir. Kapalı otoparkın yarısı derslik binasının altına yerleştirilerek, geçirimsiz yüzey alanını azaltmaktadır [137].

- **Enerji Korunumu**

Bina tasarımı, ilk yapım maliyeti ve uzun vadeli bakım ihtiyacını azaltırken, kullanıcı rahatlığı, enerji verimliliği ve doğayla bağlantısını maksimize etmeyi amaçlamıştır.

Enerji kullanımını azaltmak için, bina doğru yönlendirilerek, doğal ışıktan ve doğal havalandırmadan maksimum derecede yararlanmaktadır. Yüksek performanslı duvar yalıtımı ve yüksek performanslı camlar kullanılmıştır.



**Şekil 63: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Nueva Okulu [137]**

Yüksek verimli gaz yakıtlı kazanlar radyan hidronik (yerden) ısıtma sağlayarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Tavan vantilatörleriyle arttırılan doğal

havalandırma, tüm alanlarda kapsamlı mekanik klima ihtiyacını kaldırmıştır. Enerji tasarruflu aydınlatma elemanları, doluluk sensörleriyle entegre çalışmaktadır [137].

Çatıda bulunan 30kw'lık fotovoltaik paneller sayesinde enerji ihtiyacının %24'ünü sağlamaktadır. Bol güneş erişimi ve çatı alanı fotovoltaik paneller, gelecek nesillere adaptasyonu için izin vermektedir.

- **Su Korunumu**

Bina kuraklığa dayanıklı peyzaj, susuz pisuarlar, çift gömme tuvalet ve diğer verimli sıhhi tesisat armatürleriyle birlikte peyzajda damlama sulama tekniği kullanılarak su kullanımını %53 oranında azaltmaktadır [137].

- **Malzeme Korunumu**

Bina basit strüktür ve formu sayesinde malzeme kullanımı standardize edilmiş ve gereksiz harcamalardan kaçınılmıştır. Dış mekanda yer alan merdiven ve koridorlar duvar yüzeyini azaltmaktadır. Yapı, ekonomik, dayanıklılık ve kaynak verimli malzeme kullanılmıştır. Yapı için gereken alanın sağlanması için kesilen selvi ağaçları ve devşirme malzemelerle peyzaj için banklar yapılmıştır [137].

Binada kullanılan yalıtım, halı, alüminyum, çelik, kağıttan yapılmış tezgah geri dönüşümlü içeriklere sahiptir. Ayrıca portlant çimentosu %50 oranında uçucu kül içermektedir. Nakliyeden dolayı enerji tüketiminin azaltılması için, malzemelerin %36'sı yerel malzemelerden elde edilmiştir.



**Şekil 64: Yapıda Malzeme Korunumu – Nueva Okulu [137]**

- **İç Ortam Kalitesi**

Bina, sıcak aylarda hakim kuzeybatı meltemlerinden ve doğal ışıktan maksimum seviyede yararlanması için doğal topografyaya yerleşmiştir. Sınıfların olduğu bina, dış koridorlarla güneş kontrolü ve kış fırtınalarından koruma sağlamaktadır. Güneye bakan öğrenci merkezinde sıcak iklimde açık havadan yararlanabilmesi için açılabilir pencereler kullanılmıştır [137].

12m yüksekliğinde tavanlar ve geniş cam yüzeyler, bina mekanlarının %90'ında doğal manzara ve doğal aydınlatma sağlamaktadır. Binanın %85'i, iç mekanlara doğal havalandırılmasına ve hakim rüzgarın soğutmasına izin vermektedir.

Binada kullanılan boya, yapıştırıcı ve sızdırmazlık ürünleri uçucu organik bileşikler (VOC) sıfır veya düşük seviyededir. Üre-formaldehit içermeyen izolasyon ve ahşap ürünleri kullanılmıştır.




**Şekil 65: İç Ortam Kalitesi – Nueva Okulu [137]**



### 3.5.3. Teksas Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi

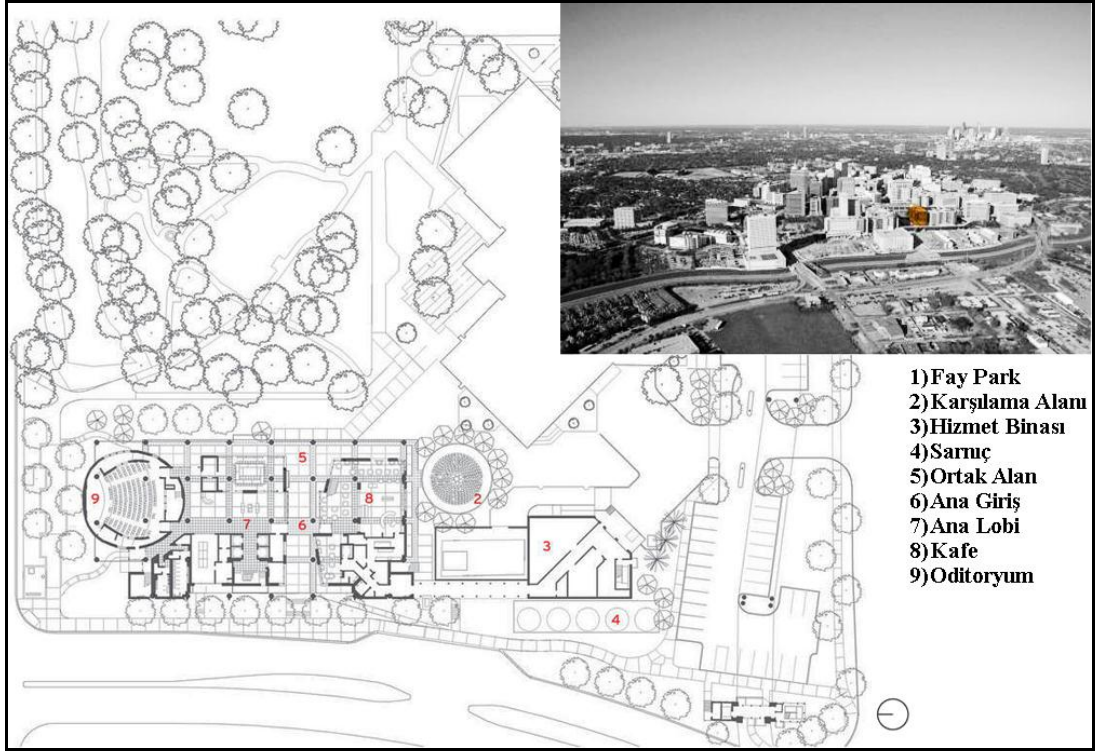
**Tablo 26: Genel Bilgiler – UT Hemşirelik ve Öğrenci Merkezi [139]**

Konum:	Houston, Teksas	
Bina Tipi:	Eğitim/Yüksek Öğretim/Sağlık	
Sınıflandırma:	Blok Plan Tipi	
Toplam İnşaat Alanı:	18.100m <sup>2</sup>	
Proje Bitim Tarihi:	Ağustos 2004	
Kullanıcı Sayısı:	200	
Sahibi:	Houston Texas Sağlık Bilimleri Merkezi	
Proje Tutarı:	\$57.000.000	

Hemşirelik okulu ve öğrenci merkezi Teksas Sağlık Bilimleri Üniversite Kampüsü'nün tam merkezinde ve kentsel sit alanı üzerinde yer almaktadır. İnşaat programı, toplum ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarını dengelemekte ve toplum okulun tüm mekanlarından yararlanmaktadır.

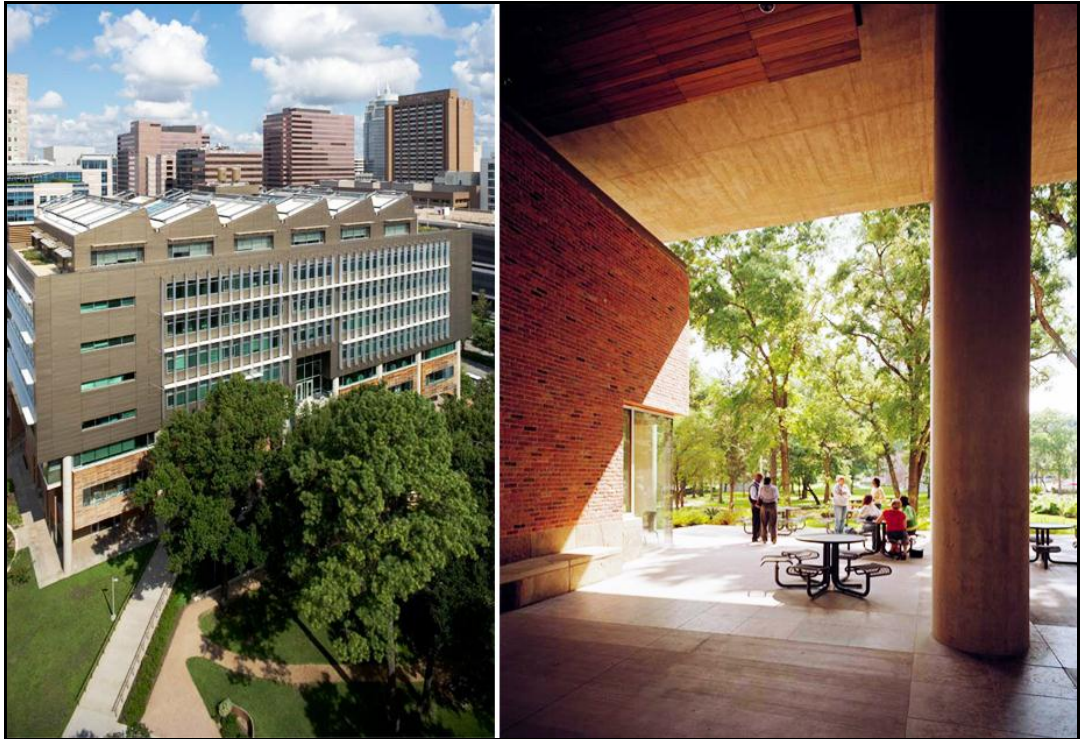
Teksas Sağlık Bilimleri Kampüsü, sınırlı araziye sahip olmasından dolayı düşeyde genişleme gereği duymaktadır. Üniversite yönetimi, henüz bina yapılmamış, yeşil arazide bina yapmak yerine, üniversite parkının bitişiğinde tıp merkezi kampüsünün ortasında ve önceden bina yapılmış bir arazi üzerine bina yapma kararı almıştır. Bu sayede, bina, öğrencilerin, öğretim üyelerinin ve ziyaretçilerinin mevcut altyapısını kullanmakla birlikte, köşe konumunda bulunan tıp merkezi kompleksi binanın algılanabilirliğini ve erişimini güçlendirmektedir [139].

Arazi, otobüs hatlarının yakınında, hafif raylı hatlarının içinde bulunmasıyla birlikte, tesisler arasında yaya etkinliğini desteklemektedir. Bina Fay Park'a pozitif kenar oluşturmaktadır. Fay Park, binaya, toplanma alanı ve gölgelikli açık alan gibi iki önemli ihtiyacı giderir. Binada kurgulanan kafe ve kitapçı birimleri, binanın sosyal rolünü karşılamaktadır.



Şekil 66: Vaziyet Planı – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [139]

- **Arazi Korunumu**



Şekil 67: Bina Peyzajının ve Yarı Açık Alanlarının Çevre ile İletişimi – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140]

Bina, yoğun kentsel çevre içinde yer almasıyla birlikte, mevcut araziyi tamamen kullanmaktadır. Binanın küçük bir kent parkının bitişiğinde oturmasıyla, bina peyzajının ve ekolojisinin çevre ile ziyaretçilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Tıp merkezi kompleksinin diğer bölgelerden gelen parka bağlantıları, insanları davet eden bir rüzgar esintisiyle birlikte, korunaklı açık alana teşvik etmektedir [139].

Bina çatısında, bitki ekilen bölümleri sayesinde ısı adası etkisini azaltmaktadır. Tüm bitkilendirme yerli ve düşük bakım maliyetlerine sahiptir. Çatıdaki yağmursuyu toplanarak, tekrar binada ve peyzajda kullanımı sağlanmaktadır.

- **Enerji Korunumu**

Bina, bitişiğinde yer alan halk sağlığı binasına göre metrekare başına %80, geleneksel yapılara göre %41 daha az enerji kullanmaktadır. Yapı kabuğu, bina aydınlatma ve mekanik sistemlerinin tüm soğutma yüklerini azaltması için tasarlanmıştır. Yüksek performanslı cam , gölgeleme sistemi ve doğal aydınlatma sistemleri ile enerji verimliliği stratejileri sağlanmaktadır [139].

Mevcut arazi, güneş açısından ideal olanaklarıyla birlikte, binanın uzun cepheleri doğu ve batı yüzünü oluşturmaktadır. Mevcut topografyadan dolayı istenmeyen yönelimin giderilmesi için doğrudan güneş ısısını en aza indirmek ve doğal ışık kullanımını maksimize etmek için pasif stratejiler geliştirilmiştir. Her cephe için dikkatli bir günışığı modellemesi ve analizi ile ısı artışı ve parlamalar en aza indirilmektedir. Güney ve batı cephelerinde alüminyum ışık rafları günışığını yansıtmakta ve parlamaları azaltmaktadır. Saydam kumaş gölgelendirme elemanları doğu cephesinde aynı işlevi gerçekleştirmektedir. Atriumda bulunan saydam ışık perdeleri iç mekanda ışığın homojen yayılmasını sağlamaktadır.

Bina, “yağmur ekranı” tasarım prensibi ile modellenerek, yüksek performanslı buhar bariyeri ve yalıtılmış duvar bölümü ile yüksek performanslı bir cepheye sahiptir. Düşük emisyonlu sahip yalıtılmış çatı, yüksek yansıtma sağlayarak binanın soğutma yükünü en aza indirmektedir [139].

Doluluk sensörleri, bina kullanım ihtiyacına bağlı olarak ışıkların kontrolünü sağlamaktadır. Doğal havalandırma ve karbondioksit sensörleri havalandırma yüklerini en aza indirmektedir. Isı geri kazanım sistemi ile ön ısıtma veya ön



soğutma ısını kurtarmaktadır. Zeminden sağlanan hava dağıtımı, enerji verimliliği ve termal konforu arttırmaktadır. Kapsamlı veri toplama sistemi, binanın performansını izlemekte ve takip etmektedir.

Çatıda ideal yönlendirme ile çelik destek yapısı gelecekte fotovoltaik panellerin monte edilmesini sağlamaktadır. Bütçe kısıtlamaları nedeniyle projeye dahil edilmemiştir.



**Şekil 68: Yapı Kabuğu ve Çatısındaki Doğal Aydınlatma Elemanları – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140]**

- **Su Korunumu**

Su kullanımının azaltılması tasarım sürecinde önemli bir hedeftir. Binada yer alan beş adet 30.000 galonluk sarnıçlar yağmur suyunu toplayarak suyun yeniden kullanımına olanak tanımaktadır. Toplanan bu su, binada ve bitişik halk sağlığı okulunda peyzaj sulamasında ve tuvaletlerde kullanılmaktadır. Geçirimli kaldırım ve yeşil çatılar, toprağa yağmur suyunun kalanının geçişine izin vererek yeraltı sularının beslenmesini sağlamaktadır [139].

Susuz pisuarlar ve düşük akımlı tuvaletler, lavabo ve duşlar binanın su kullanımını azaltmaktadır. Bina geleneksel yapılara göre %48 daha az içme suyu kullanmaktadır.



**Şekil 69: Yağmur suyunun Depolandığı Sarnıçlar – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140]**

- **Malzeme Korunumu**

Sağlıklı, kaynak verimli ve dayanıklı malzemeler tesisin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Bina strüktürünün %48'inde uçucu küllü portlant çimentosu, %80'inde ise geri dönüştürülmüş içerikli çelik kullanılmıştır. Kaplama malzemeleri, devşirme tuğla, rejenere selvi ve %92 geri dönüştürülmüş içeriğe sahip alüminyum paneller bulunmaktadır. Taş, tuğla ve selvi gibi ana yapı malzemeleri, 500 km çapı içerisinde kalan bölgesel fabrikalardan getirilmiştir [139].Binanın toplam inşaat

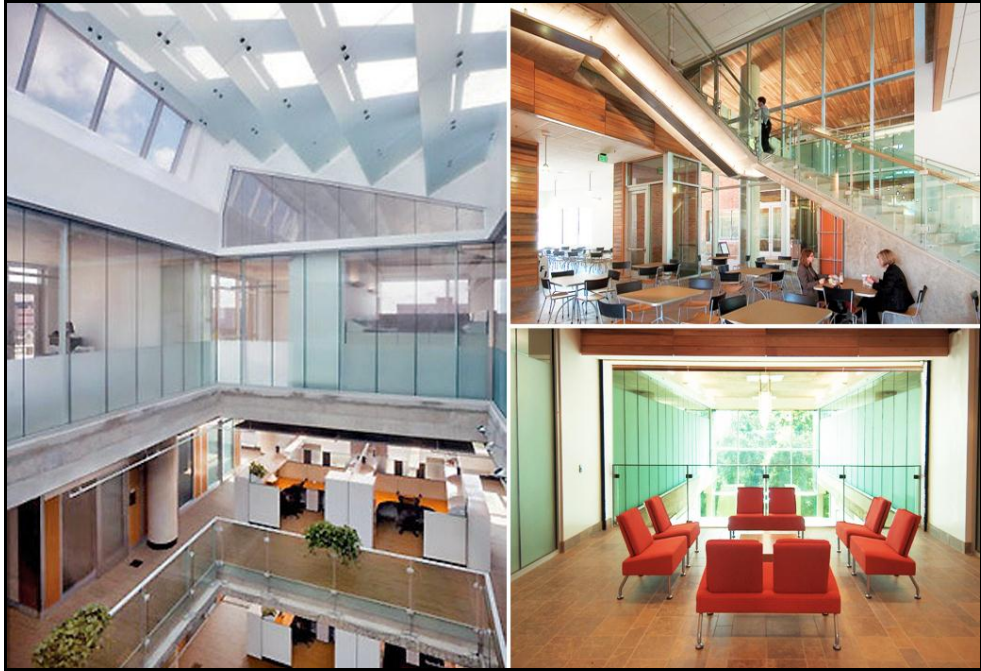


atıklarının dörtte üçü geri dönüştürülmüştür. Arazide daha önce bulunan binanın yıkımı esnasında 4,753 ton atık geri dönüşümle sonuçlanmıştır. (1.000 m<sup>2</sup> halı, 14.3 ton tavan döşemesi, 50.000 ton tuğla)



**Şekil 70: Yapıda Malzeme Korunumu – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [140]**

- **İç Ortam Kalitesi**



**Şekil 71: Atriumlarda Doğal Işığın Kullanımı ve VOC İçermeyen Malzeme Kullanımı – UT Hemşirelik Okulu ve Öğrenci Merkezi [139]**

Binanın sağlık üzerine eğitim vermesi, sağlıklı bir i mekanın oluşmasına teşvik etmiştir. Tüm önemli mekanlar, taze havanın erişimi için hareketli pencereler bulunmaktadır. Toplantı odaları ve çalışma alanlarına orta alandaki atriumdan kontrolü ve homojen doğal ışığın yayılımına sahiptir. İ mekanlar, canlandırıcı ve aydınlık olacak şekilde tasarlanmıştır ve tüm kullanıcılarının gnişiğine erişimi sağlanmıştır. Çalışma alanları ve salonları parkta ağaçların gölgesinden yararlanmakta ve doğal manzaraya sahip görünüşler oluşturmaktadır [139].

Boyalar, yapıştırıcılar, sızdırmazlık ürünleri, halılar ve mobilyalar iç mekan hava kalitesini arttırmak için düşük emisyonu sahip uçucu organik bileşiklerden seçilmiştir.



### 3.5.4. Ben Franklin Okulu

**Tablo 27: Genel Bilgiler – Ben Franklin Okulu [141]**

<b>Konum:</b>	Kirkland, Washington	
<b>Bina Tipi:</b>	Eğitim/K-12	
<b>Sınıflandırma:</b>	Avlulu Plan Tipi	
<b>Toplam İnşaat Alanı:</b>	5.280m <sup>2</sup>	
<b>Proje Bitim Tarihi:</b>	Ağustos 2005	
<b>Kullanıcı Sayısı:</b>	483	
<b>Sahibi:</b>	Lake Washington Okul Bölgesi	
<b>Proje Tutarı:</b>	\$9.857.000	

Ben Franklin İlköğretim Okulu, anaokulundan 6. Sınıfa kadar 450 öğrenciye hizmet vermektedir. Öğrenciler, çok amaçlı etkinlik alanı çerçevesinde doğal havalandırma ve doğal ışığa sahip küçük öğrenme toplulukları içinde dağılmaktadır. Ormana doğru uzanan, iki katlı kanat biçiminde yapı formu, doğaya manzara ve erişim olanağı sunmaktadır.

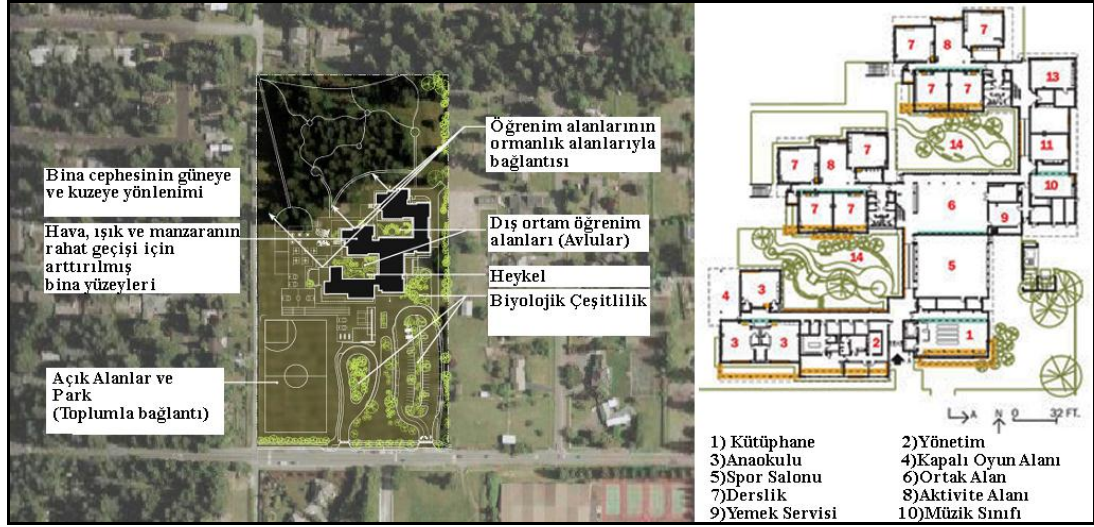
Bina, kuzey-güney ekseninde on dönümlük arazide mevcut bir tesisin üzerine kurulmuştur. Arazinin çevresinde konutlar, binicilik parkurları ve ormanlık alanlar yer almaktadır [141].

Okulda bulunan atölyeler, öğrencilerin, velilerin ve diğer ilçe sakinlerinin ihtiyaçları ve isteklerini belirlemek için tasarlanmıştır. Okul tasarımı, eğitim ve etkinlikleri orman alanıyla bina ilişkisini vurgulama üzerinde durulmuştur. Doğal çevreyle, derslik ve oyun alanları arasındaki bağlantılar korunmuştur. Okul binası, ormana hem görsel hem de fiziksel bağlantılara izin vermek amacıyla arazinin doğusuna konumlanmıştır.

Arazi tasarımı, mahallede etkinlik ihtiyaçlarıyla akademik ihtiyaçlarını dengelemektedir. Şehir parkı, ormanlık alanla rekreasyon alanının geçişiyle birlikte, spor ve oyun alanları toplumun kullanımına açılmıştır. Bina, okul saatleri sonrasında, haftasonu ve yaz aylarında kullanıma olanak tanımaktadır.

Kütüphane, spor salonu ve ortak mekanlar iç mekanlarda mesai sonrası kolay kullanımı için girişin yakınında yer almaktadır. Otopark alanı, sadece günlük kullanıcılar (çalışanlar vb.) için yapılandırılmıştır. Büyük okul etkinliklerinde, ihtiyaç

duyulacak otopark alanları, mevcut oyun alanlarıyla karşılanmaktadır. Bina nüfusunun, yaklaşık %85'i tek kişilik araç dışında ulaşım seçenekleri kullanmaktadır [141].



Şekil 72: Vaziyet ve Kat Planı – Ben Franklin Okulu [141]

- **Arazi Korunumu**

Öğrencilere, ilham vermek ve eğitimleri için sürdürülebilir desenlerin somutlaştırılması okul tasarımının ana kriterlerini oluşturmaktadır.



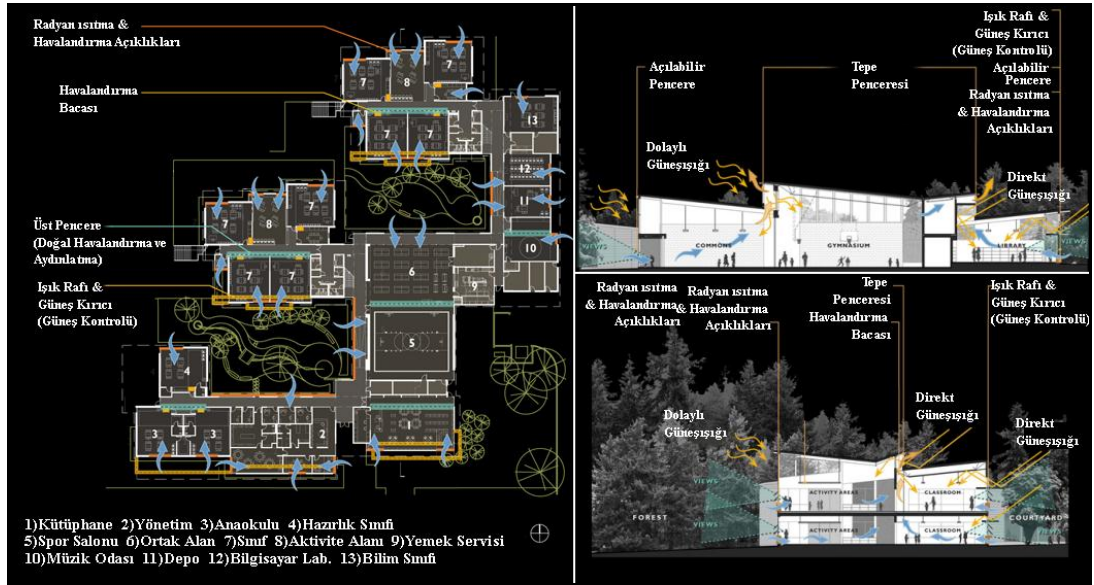
Şekil 73: Peyzaj Kullanımı ve Dış Çevreyle Bağlantı – Ben Franklin Okulu [142]

Geçirimsiz yüzey alanının genişletilmesi için, bina hem önceden yapılandırılmış olan araziye kurulmuş hem de çok katlı olarak düşünülmüştür. Kalıcı sulama gerektiren araziye özgü yerli ve kuraklığa dayanıklı dikimler yapılmıştır.

Bölgenin hidrolojik özelliklerinin ve ekosisteminin öğrencilere teşhir edilmesi, ve bağlantı kurulması açık öğrenme ortamları sağlamaktadır. Güney avlusunun fonksiyonel ekosistemi, gün ve gün bazında doğal sürecini görünür hale getirmektedir. Böylelikle, dış çevre aracılığıyla, bilgiler gözlem yoluyla öğrencilere aktarılmaktadır. Güneşin oluşturduğu çevresel değişimler, rüzgar, yağmur ve gölgeler, her yaşta ziyaretçilere binaya entegre avlusu, odak noktasını oluşturmakta ve çevrenin karmaşık işleyişini görüntülemektedir. Avluda konumlandırılmış bazalt heykel, çeşitli şekillerde yağmurun etkilerini göstererek, doğal süreç öğrenciler tarafından gözlemlenmektedir [141].

- **Enerji Korunumu**

Binanın tasarımındaki temel amaç, mevsimsel değişikliklere yanıt verebilecek bina tasarımının gerçekleşmesidir. Yıl boyunca doğal havalandırmanın sağlanması, güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılması amaçlanmıştır. Binada kullanılan termal bacalar, binada egzoz görevi görerek iç mekandaki kirli havayı dışarı atmakta, düşük seviyeli çevre pencere ve panjurlar ise dış mekandaki temiz havayı iç mekana taşımaktadır [141].



**Şekil 74: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Ben Franklin Okulu [141]**

Kapsamlı hesaplamalarla, her sınıfın açıklıkları düzenlenmiştir. Tüm bina, bina yönelimi, pencere, gölgeleme tasarım teknikleriyle beraber yapı malzemelerini etkin kullanarak pasif ısıtma-soğutma sağlamaktadır. Doluluk sensörleri ve otomatik

karartma sistemleri tüm sınıflarda uygulanmıştır. Derslikler, faaliyet alanları, kütüphane, spor salonları ve ortak alanların doğal aydınlatma modellemesi yapılmış, mekanların optimal tasarım kriterlerine göre düzenlenmiştir. Otomatik karartma kontrolleri, günışığının sınıflarda ışık seviyelerini ayarlamaktadır. Günışığının kullanımı sayesinde, aydınlatma enerjisinden %25 tasarruf sağlanmıştır. Isıl kütlesini koruyacak şekilde tasarlanan binanın duvarları, izole edilerek ısıl performansı artırılmıştır.

- **Su Korunumu**

Yağmur bahçeleri, yağmur suyunun toplanması için kullanılmaktadır. Bina gelişmiş yağmur suyu toplama ve yönetme sistemine sahiptir. Bu sistemde yağmur suyu ters çatıda toplanmaktadır. Ayrıca yeraltı suyunun korunması sağlanmış, su kalitesinin artırılması için filtrasyon yapılmıştır [141].



**Şekil 75: Yağmursuyunu Toplayan Ters Çatı Uygulaması – Ben Franklin Okulu [142]**

- **Malzeme Korunumu**

Herhangi bir devletin okullardaki öncelikli seçim kriteri dayanıklılık ve bakımdır. Ancak, günümüzde öğrenciler için kapalı çevre kalitesi üzerinde malzemelerin etkisi de seçim kriterlerine dahil edilmiştir. Bu binada, dayanıklı, toksik madde içermeyen malzemeler kullanılmıştır. Düşük emisyon değerlerine sahip organik bileşikler (VOC) boya, kauçuk, esnek döşeme, duvar kaplamaları, beton blok ve geri dönüşümlü cam kırıntıları kullanılmıştır. Örneğin, beton zemine uygulanan Retro kaplama normal betondan 3 kat daha dayanıklı olmasını sağlamakta ve yüksek kimyasal ve ph değerlerine sahip deterjanlar ihtiyaçlarını ortadan kaldırmıştır [141].





**Şekil 76: Malzeme Kullanımı – Ben Franklin Okulu [142]**

İç mekanda kullanılan malzemeler, akustik emilim, ışık yansımaları, dayanıklılık ve konfor gibi birçok faktör göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Özellikle duvar kaplamaları, okul ihtiyacına göre yenilenebilir, termal ısıya dayanıklı ve akustik emilim yüzeyine sahiptir.

- **İç Ortam Kalitesi**

Tüm eğitim mekanları, hava taşıma ekipmanları veya tamamlayıcı fanlar kullanılmadan doğal havalandırılmıştır. Sınıflarda kullanılan hareketli pencereler ve havalandırma bacaları enerji tüketimi olmaksızın hava değişimi sağlamak ve ideal iç mekan hava kalitesini oluşturmaktadır [141].

Tüm mekanlardaki termal konforun sağlanması için, bina bilgisayar simülasyonu ile modellenmiştir. Karbondioksit ve doluluk sensörleri otomatik havalandırma kontrolü sağlamaktadır. Doğal konveksiyon olarak alt pencereler,

havayı iç mekanlara dağıtırken, termal bacalar sayesinde kirli hava dışarıya atılmaktadır.

Geniş camlar, dış ortamla kullanıcılar arasında bağlantı kurmaktadır. Mekanların doğal gün ışığını kontrol etmek ve etkinliğini arttırmak için kuzey ve güneye bakan açıklıklarıyla, bina doğu-batı ekseninde yerleştirilmiştir. Günışığı modellemesi kullanılarak, pencereler dikkatlice planlanmış, parlama kontrolü için gölgeleme elemanları kullanılmış ve tüm öğrenme mekanları homojen aydınlanma sağlamıştır.



**Şekil 77: Güneş Işığının Tepe Pencerelerinden İç Mekana Geçişi  
Ben Franklin Okulu [142]**



### 3.5.5. Chartwell Okulu

**Tablo 28: Genel Bilgiler – Chartwell Okulu [143]**

<b>Konum:</b>	Seaside, California	
<b>Bina Tipi:</b>	Eğitim/K-12	
<b>Sınıflandırma:</b>	Küme Plan Tipi	
<b>Toplam İnşaat Alanı:</b>	1.970m <sup>2</sup>	
<b>Proje Bitim Tarihi:</b>	Ekim 2006	
<b>Kullanıcı Sayısı:</b>	150	
<b>Sahibi:</b>	Chartwell Kampüsü	
<b>Proje Tutarı:</b>	\$9.200.000	

Chartwell Okulu, Californiya'nın Monterey Bölgesinde 1-8. Sınıf öğrencilerine hizmet vermekte ve öğrencilerine yüksek performanslı eğitim ortamını sunmaya amaçlamaktadır. Okul sürdürülebilirlik açısından, çevresel etkileri azaltmakla beraber, bir öğretim aracı olarak işlev görmektedir. Genel olarak tüm tasarım ve inşaat kararları, aşağıdaki üç kriter üzerinden belirlenmiştir [143]. Bunlar;

- Monterey bölgesine bakan bir tepenin üzerine oturtulması
- Program ve çevrenin korunması
- Arazinin az seviyede zarar görmesi



**Şekil 78: Vaziyet Planı – Chartwell Okulu [143]**

Bina, Ford Ord Askeri üssünde yer almaktadır. Genellikle Ford Ord Askeri üssü, tehlikeli kirleticiler ve patlamamış mühimmatlar bulunmaktadır. Okul arazisi,

Ford Ord'un temizlenmiş bölgesinden seçilmiş ve yapılan çalışmalarla, geniş yaşam alanları, gelişmiş eğitim ve ticari bölgeler oluşturulmuştur [143].

- **Arazi Korunumu**

Bina, okulu çevreleyen büyük yerli meşe ekosisteminin korunması için, mevcut orduevi ve otoparkına inşa edilmiştir. Açık alanların serin okyanus meltemlerinden korunumunun sağlanabilmesi için bina bir avlu etrafında gelişmiştir. Monterey bölge iklim, ılıman olmasından dolayı, mekanların çoğunda doğal havalandırma kullanılmakta ve mekanik sistem bu iklim tipine göre seçilmiştir [143].

Peyzajda, Monterey selvi ağacı, California meşe ağacı vb. düşük su ihtiyacına sahip yerli türler kullanılmıştır. Binayı çevreleyen ormanda yaşayan hayvanları korumak için, bina çevresinde yer alan mendereslerin doğal izini korumuş ve geliştirmiştir. Chartwell okulu, aynı zamanda kampüsü çevreleyen fauna ile uyum içindedir ve bir öğretim aracı olarak fırsatlar tanımaktadır.



**Şekil 79: Bina Formunun ve Peyzajının Mevcut Topografyayla Uyumu  
Chartwell Okulu [144]**

- **Enerji Korunumu**

Bina enerji simülasyonu sayesinde aydınlatma, soğutma ve havalandırma sistemlerinden oluşan enerji yükleri belirlenmiş ve binaya uygun HVAC sistemi uygulanmıştır. Bina enerji stratejisinin en önemli kriteri ise tüm mekanların güneş ışığından gündüz saatlerinde yararlanmasıdır. Bina, yapılan performans testlerine göre %57 oranında enerji tasarrufu sağlamıştır [143].

Mekanik soğutmadan kaçınılması için, doğal havalandırma öncelikle hareketli pencereler aracılığıyla yapılmakta ve kontrol edilmektedir. Enerji taleplerine göre fotovoltaik paneller seçilmiş ve çatıya konumlandırılmıştır. İç mekan kalite kriterlerine uygun olarak, radyan ısıtma sistemi tercih edilmiştir. Bina, California kıyı kesiminde oluşundan dolayı ısı konforunun sağlanması amacıyla, ısı kazancından kaçınılmalıdır. Chartwell okulunun saydam yüzeyleri, kuzeye yönlendirilmiş ve güney, batı ve doğu yüzeyleri masif yüzeylerden oluşmaktadır. Güneye bakan cephesinin saydam yüzeyleri, yaz aylarındaki ısı kazancını engellemesi için gölgeleme elemanlarından yararlanılmıştır. Binanın doğal havalandırılması için yüksek seviyede pencerelerden, doğal aydınlatma için alçak seviyedeki pencerelerden yararlanılmıştır. Birçok mekan çapraz havalandırma için çatı pencereleri yerleştirilmiştir.



**Şekil 80: Sürdürülebilir Tasarım Kararları – Chartwell Okulu [143]**

Bölge ılıman iklimi sayesinde, bina, mevcut açık mekanlarının yıl boyunca kullanımına fırsat tanımaktadır. Derslik binası, yerli meşe ağaçlarına manzara oluşacak şekilde pencerelerin yerleşimiyle birlikte koridorların kesişim mekanlarının açık alana erişimi ile açık mekanlarla bağlantı sağlamaktadır.

- **Su Korunumu**



Yağmursuyu toplama sistemi, dersliklerin çatısından akan suyu toplamakta ve bahçeye bitişik olarak yerleşen 9.000 galonluk sarniç içinde saklanmaktadır. Aşırı doluluk oluşmasında ise oyun ve eğitim faaliyetleri için bir bant yapılmıştır. Yapılan bu bant, suyu öğrencilere organik gıda ve besin döngüsünün öğretildiği bilim bahçesine dökmektedir. HVAC sisteminde yoğunlaştırılan su, tuvaletlerde kullanılmaktadır. Tuvaletlerde, çift anahtarlı rezervuar, susuz pisuarlar ve planlı bir geri dönüşüm su hattı yer almaktadır [143].



**Şekil 81: Yağmursuyu Toplama Sistemi – Chartwell Okulu [143]**

- **Malzeme Korunumu**

Duvarlar, pencereler ve kapılar modüler olarak uygulanmıştır. Yapılan bu modüler uygulama, ahşap kullanımını, %30 azaltmıştır. Çatı tasarımı, ahşap atığının azaltılması için kullanılan kerestenin boyutları ve uzunlukları analiz edilerek yapılmıştır. Kullanılan tüm ahşap malzemeler, sertifikalı ürünlerden oluşmaktadır. Binada kullanılan betonun %45'i karbon salınımının düşürülmesi için, çimento yüksek verimli cüruf karışımıyla elde edilmiştir. Athena yaşam döngüsü analiziyle yapı malzemeleri için karbon oranı hesaplanmıştır. Yıkım ve inşaat atıkları

%90'ından fazlası geri dönüştürülmüştür. Derslikler, sökülebilir bölme duvarları sayesinde büyüklükleri ayarlanabilmektedir [143].



**Şekil 82: Modüler Ahşap Kullanımı – Chartwell Okulu [143]**

- **İç Ortam Kalitesi**

Doğal ışığın bina iç mekanlarında etkin yararlanabilmesi için aydınlatma analizleri yapılmıştır. Öncelikle kuzeye bakan pencereler ve çatı pencereleriyle entegre çalışarak doğal aydınlatma oranı artırılmıştır. Sınıfların cam ve masif yüzeyleri arasındaki geçişler kullanılarak kontrast ve parlamalar azaltılmıştır. Görsel konforun sağlanabilmesi için foto-sensörler sayesinde otomatik karartma sağlanmıştır [143]. Hemen hemen her mekanda, tüm pencereler doğal havalandırmaya olanak tanımaktadır. Pencerelerin kapalı olması durumunda, iç hava kalitesinin sağlanabilmesi için CO<sub>2</sub> sensörü tarafından kontrol edilen küçük fanlardan yararlanılmaktadır.



**Şekil 83: Doğal Işığın İç Mekanlarda Etkin Olarak Yararlanılması – Chartwell Okulu [143]**



#### 4. SONUÇ

Yapılar, oluşumları esnasında doğal kaynakları tüketmekte ve kullanımları esnasında yaydıkları zararlı bileşenler çevreyi etkilemektedir. Bu etkileşim insanların yaşam biçimlerini değiştirmesine ve bölgedeki sosyal yaşantının ve kültürlerinin yeniden oluşmasına neden olmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma, tüketim toplumundan, doğal kaynakları koruyan, tasarruf ve devamlılığını sağlayan topluma dönüşmesine aracılık etmektedir. Eğitimli ve bilinçli sürdürülebilir toplum anlayışına sahip bir mimari ise bina tasarımı ve uygulama aşamalarında örnek oluşturma çabasıdır.

Bütüncül bir yaklaşım gözetilen çok katmanlı bir kavram olan sürdürülebilir mimarlık, ekonomik, çevresel ve sosyal alanlarda çalışmanın bölümlerinde açıklanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, minimum kaynak tüketimi, yüksek performanslı iç ortamın oluşması amaçlanan sürdürülebilir eğitim yapıları, çevresel etkileri minimize ederek, sağlıklı ve konfor koşulları değerlendirilmiştir.

Toplumun sorumluluklarını ortaya çıkaran sürdürülebilir yaklaşım, eğitim unsuruyla nesilden nesile aktararak bilincin oluşturulmasını ve geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışma sürdürülebilir mimarlık kriterleri bir sistem üzerinden ele almakta ve okul tasarımı esnasında alınması gereken önlemler, teknolojik gelişmeler, performans dayalı konfor şartlarını ortaya koyan bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Yapılan çalışmada, eğitim yapıları arazi korunumu, kaynak korunumu (enerji-su-malzeme) ve iç ortam kalitesi olarak sürdürülebilir mimarlık kriterleri 3 alt başlıkta incelenmiş ve aşağıda özetlenmiştir.

Çevresel etkileri ve yaşam kalitesini tüm yönleriyle ele alan arazi korunumu, yapının yüksek performans hedeflerini destek veren, okul tasarımının ilk adımını oluşturmaktadır. Yapı arazisi seçiminde, öğrencilerin sağlıklarının korunması, toplumla bağlantılar kurması ve işlenmemiş toprağın korunması gibi koruyucu etmenlerle hareket edilmelidir. Bina yönleniminin arazi verilerine bağlı olarak yerleşimi, topografyanın az zarar görmesine, kullanılan yapı malzemeleri ve enerji tasarrufunun oluşumuna katkı sağlamalıdır. Peyzaj tasarımı, doğal kaynaklardan

yararlanan, mevcut ekosistemi iyileştiren ve açık dersliklerin öğretici yaklaşımını sunan tasarım bilincini ortaya koymalıdır.

Enerji korunumu, yapı yaşam döngüsünde kaynaktan çıkarılması, taşınması ve tüketimi, sürdürülebilir mimarlığın en etkin ve en önemli kriteridir. Öncelikli olarak binalarda enerji talebini azaltma ve kalan enerjinin bina içinde verimli olarak karşılanması temel prensip olarak kabul edilmelidir.

Yapı içinde enerji verimliliği, enerjinin kapatılması, bakımının sürekliliği ve teknolojik gelişime ayak uydurabilen sistemlerle sağlanabilmektedir. HVAC sistemlerinin etkin olarak çalışabilmesi için, projelendirme esnasında yapıya en uygun HVAC çözümleri oluşturulmalı, verimli kontrol stratejileri belirlenmeli ve tasarruf performansları kaydedilmelidir.

Kullanılan aydınlatma sistemleri aydınlık kalitesinden ödün vermeden enerjinin minimize edecek şekilde tasarımı yapılmalı, gün içinde kullanımı esnasında doğal ışıkla bütünleşik olarak çalışmalıdır. Tüm okul ekipmanları, okul gereksinimine göre optimizasyonu yapılmalıdır. İklimsel ve coğrafi etmenler gözetilerek eğitim yapısı yalıtılmalı ve bina formu en az ısı kaybına sebep olacak şekilde tasarlanmalıdır.

Mevcut fosil yakıtların tüketimi hem doğal kaynakların azalmasına hem de karbon salınımı açısından çevreye büyük tehlikeler oluşturmaktadır. Bu bağlamda eğitim yapıları, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmalıdır. Bu sayede enerji tasarrufuyla birlikte, öğrenciler için öğretim olanağı tanımaktadır.

Su verimliliği, basit stratejileri ve endüstriyel yapı teknikleriyle çevreyi ve insan yaşamına oluşabilecek tehlikelerden korumayı hedeflemektedir. Doğru planlama, yenilenebilir su sistemleri ve tasarruflu su yapı donatılarıyla yapılardaki su etkin kullanılabilir. Temel hedefler, doğru su yönetim planlamasının yapılması, mekan özelliklerine göre kullanılacak olan su miktarlarının optimizasyonunun sağlanması ve gri ve siyah suyun filtrelenerek yeniden kullanılması olarak sıralanabilir.

Malzemeler, doğal kaynaklardan yada endüstriyel yapı teknikleriyle işlenerek yapıda kullanılmaktadır. Her iki durumda da çevreye olan etkisi ve enerji kullanımını düşünülmelidir. Malzeme verimliliği üç ana kritere sahiptir. İlk kriter,

**azaltma** olarak adlandırılan, mekanların modüler ve standart boyutlandırılmasının yapılarak atık oluşumunun engellenmesidir. İkinci kriter, malzemenin mevcut yapısı bozulmadan temizlenerek **yeniden kullanılmasıdır**. Üçüncü kriter ise **geri dönüşüm** olarak adlandırılan, malzemelerin çeşitli fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek hammaddeye dönüştürülmesi ve yeniden üretim sürecine dahil edilmesidir.

Yapıda kullanılmak istenen malzemenin sürdürülebilir niteliklere sahip olabilmesi için, yapı yaşam döngüsü sürecinde az enerji harcamalı, minimum seviyede emisyonla yol açmalı, doğadan çıkarılış esnasında ekosistemi bozmamalı, bakım gereksinimleri az, esnek ve geri dönüştürülebilir olmalıdır.

Günümüzde yapı yaşam döngüsü, kendi süreçleriyle, yapı kullanıcılarına birçok fiziksel ve bedensel hastalıkla karşılaşmasına sebep olabilmektedir. Okul kullanıcıları, zihinsel aktivite ve fiziksel performanslarının sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için iç ortam kalitesinin optimum seviyede oluşturulması gerekmektedir. İç ortam kalitesinin düşmesi, öğrencilerin eğitimlerinin aksamasına ve bilgilerinin alınımı ve aktarılmasında problemler meydana getirebilmektedir.

Okul mekanlarında konuşmaların duyulabilirliği ve algılanabilirliğindeki problemler, ders esnasında yanlış bilgi alışverişine neden olmaktadır. Bu nedenle iyi bir akustik konforun sağlanması şarttır. İyi bir mekan akustiğinin sağlanması için, optimum ses yansıma süreleri ve ses düzeyleri belirlemeli ve mekan farklılıklarına göre ses yalıtımı yapılmalıdır.

Öğrencilerin ve personelin, derslik araç ve gereçlerini net ve rahat görmesi, göz yorgunluğuna maruz kalmadan her türlü aktiviteyi kolaylıkla yapmalarını sağlayacaktır. İyi aydınlatma seviyesi, ışığın miktar ve kalitesi karakterize edilerek doğal ışıktaki ve yapay aydınlatma elemanlarıyla sağlanabilir. Öğrencilerin psikolojik gereksinimlerini katkı sağlayan günışığı, mekanların verimli ve rahat kullanılabilmesini sağlamaktadır. Etkin bir doğal aydınlatma mekanların;

- günışığından dolayı yararlanması
- aydınlatmanın düzenli ve yumuşak geçişlerine olanak tanınması
- parlamaların engellenmesi

- gn kontrolünün sağlanarak ve yapay aydınlatma sistemiyle entegre çalışmasıyla sağlanabilir.

Okul mekanlarının i havasının temiz olması, hastalıklara daha az yakalanılmasına ve yüksek moralli öğrenime neden olmaktadır. İ hava kalitesi, iç ortam yapı malzemelerinin açığa çıkardığı kirleticilerle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, dış ortamda bulunun kirletici partiküllerin bina açıklıkları veya HVAC sistemleri aracılığıyla iç ortama geçiş yapmaktadır. Yapı arazisi, bulunduğu hava ortamı ve toprağın kirlilik oranlarının düşük olan yerlerde seçilmelidir. Okul mekanları sürekli havalandırılarak iç ortam için gerekli taze hava miktarları korunmalıdır. HVAC sistemlerinin filtreleri düzenli bakım yapılmalı ve egzoz ıkıları diğer mekanları etkilemeyecek ŗekilde konumlandırılmalıdır. Daha az enerji tüketen ve maliyetlere sahip doğal havalandırma tercih edilmeli ve yapı arazisinin iklimsel ve coğrafik faktörlere göre hakim rüzgarın i mekanlara geçişini sağlayan stratejiler belirlenmelidir.

Termal konfor, mekan kullanıcılarının konforu ve güvenliği, fiziksel faktörlerden (hava sıcaklığı, güneş ışığı, hava hareketi, bağıl nem vb.) etkilenmektedir. Çalışma alanlarının bireylerin farklı tercihleri göz önünde bulundurarak sıcaklık değerleri belirlenmelidir. İç ortam termal konforunun sağlanabilmesi için, mekanik ısıtma sistemlerinin ve doğal havalandırmanın mekan farklılıklarına göre sıcaklığı optimize edilmelidir.

Sürdürülebilir mimarlık açısından eğitim yapılarında alınması gereken önlemler ve öneriler, aşağıda sıralanmaktadır.

## 1) Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Arazi Korunumu Açısından Alınması Gereken Önlemler ve Öneriler

- Öğrenci popülasyonu için geliştirilen arazilerin merkezi olarak yerleştirilmesi
- Eğitim binalarının bileşenlerinin, parklar ve rekreasyon alanlarıyla paylaşımı için kamu kuruluşlarıyla temasa geçilmesi
- Tarım arazilerinden, kamusal park alanlarından, sel bölgelerinden ve tehlike altındaki türlerin var olduğu habitatlardan kaçınılması
- Çevredeki mahalleyle güçlü bir bağlantı sağlanması ve toplumun aktif bir parçası haline getirilmesi
- Arazinin varsa yakın çevresindeki yapıların ve trafiğin araştırılması ve gereken önlemlerin alınması
- Kültürel, sanatsal ve tarihi kaynakların korunması
- Yapı arazisinin öğrencilerin sağlıklarını tehlikeye atacak toksin, kirletici veya güvenlik tehditlerini içermemesi
- Mevcut doğal özelliklerin ve ekosistemin belirlenmesi ve korunması
- Zarar görmüş doğal alanları yeniden düzenlenmesi ve biyolojik çeşitlilik için habitatların oluşturulması
- Arazide oluşabilecek bozuklukların en aza indirilmesi
- Arazide var olan kirliliğin uygun yöntemlerle temizlenerek iyileştirilmesi
- İnşaat faaliyeti esnasında oluşabilecek kirliliğin önlenmesi
- Yağmur suyunun geçişinin sağlanması ve kirlenen suyun filtrelenerek sisteme verilmesi
- Objektif bir izleme ve değerlendirme stratejisi içeren bakım ve yönetim programının geliştirilmesi

**a) Bina Yönlendi**

- Kuzey ve güney ışığından maksimum derecede yararlanmak için yapının doğu-batı ekseninde oturtulması (KYK' de)
- Bina girişlerinin ve açık toplama alanlarının güvenliği, erişim kolaylığı ve dış etmenlerden korunumunu maksimize etmek için doğru yönlendimin sağlanması
- İnşaat sırasında oluşacak bozulmaya karşı yapı ve arazi elemanlarının doğru konumlandırılması
- Uzun binaların ve araç park alanlarının topografya çizgilerine paralel olarak hizalandırılması
- Sese hassas alanların, gürültü yaratan alanlardan uzakta konumlandırılması
- Çevre manzaralarının araştırılarak, yararlılıklarına göre manzaraların açılması veya kapatılması

**b) Peyzaj**

- Binanın yönlendimiyle peyzajın bütünleşik olarak düşünülmesi
- Yazın sabah ve akşam oluşabilecek ısı kazançlarını azaltmak için binanın güneydoğu, güneybatı ve batı cephelerine yaprak döken ağaçların dikilmesi (KYK' de)
- Yazın gölgeleme yaparak, kışın ise güneş ışığının iç mekana girişine izin veren sarmaşıkların kullanılması (KYK' de)
- Yaz aylarında batı ve kuzey duvarlarında düşük akşam ışığını tutmak için az dallanma yapan ve yaprak döken ağaçların kullanılması (KYK' de)
- Güney ve batı duvarlarında ısı ve ışığı absorbe etmek için asma veya benzeri bitkilerin kullanılması
- Düşük basınçlı ve az su tüketen kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılması
- Minimal hastalık ve zararlı problemleri sunan, çok az gübreye büyüyen yerli bitki türlerinin kullanılması



- Kentsel alanlarda binalar arasındaki boşluklarda güneş pencereleri kullanılması ve güneş ışığı sağlamak için arazi tasarımının dikkate alınması
- Güneş ışığının yansıtılması ve sıcaklığın absorbe edilmesi için otopark ve döşeli alanların oluşturulması
- Otoparklarda ve diğer döşeli alanlarda bitkilerin tam olgunluğa erişene kadar büyütülmesi için tasarım kriterlerinin ve bakım kurallarının oluşturulması
- Yaprak ve diğer organik atıkların HVAC ekipmanlarını kirletmemesi için önlemler alınması
- Çok yoğun olarak büyüyen bitkilerin hava dolaşımını engellememesi için gerekli önlemlerin alınması
- Park alanları, bisiklet ve yaya alanları için gözenekli asfalt, kesme taş veya yüksek agregalı betonların tercih edilmesi
- Güvenlik şeritleri ve park alanlarında çimin büyümesine izin veren kafes blokların kullanılması
- Yoğun olarak kullanılmayan yaya yolları için öğütülmüş taş kullanılması
- Sert yüzeyler yerine bitki örtüsünün korunması veya yerinde bırakılması
- Akış hızının azaltılması ve kirleticilerin kaldırılarak yeraltı suyunun teşvik edilmesi için geniş bitki örtüsüne sahip alanlar üzerinde yağmur suyu iletim sistemlerine geçirimsiz yüzeylerle akıtılmadan dağıtılması
- Yeşil çatı uygulamalarının teşvik edilmesi
- Yağmur suyunu tutma veya yeniden kazanmak için doğal yada yapılı sulak alanlarının oluşturulması
- Geçirimsiz yüzeylerin gerekli olduğu durumlarda etkin kaynaklı malzemelerin kullanılması
- Beton işlerinde, yeniden kullanılabilir kalıpların, geri dönüştürülmüş içeriğin ve en az toksik maddenin kullanılması

- Gözenekli kaldırım kullanımında temelindeki alt toprağın yağmur suyu akışının devamlılığı için yeterli kapasitede olması
- Peyzajda yer alan bitkiörtülerinin doğaya vereceği katkıyı gösteren bilgilerin tasarımda yansıtılması
- Peyzajda oluşturulacak bitkiörtüsü ve toprak tümseklerden yararlanılarak uygun görülen yerlerde ses engeli oluşturulması
- Peyzajda düzenlemek araç ve yaya yollarının suyu geçirgen ve geridönüşümlü malzemelerden yapılması
- Bina kullanıcılarına yeterli miktarda açık alanın oluşturulması
- Toplu taşımaya erişimin sağlanması
- Bisiklet park yeri ve soyunma odalarının projede yer verilmesi
- Verimli yakıt kullanan araçların teşviki için yeterli sayıda park alanı ve yakıt istasyonu kurulması
- Tek kullanıcı araç kullanımında park kapasitesinin optimize edilmesi.
- Servis araçlarının ve ortak kullanılan araçlar için öncelikli park yerlerinin oluşturulması ve erişim kolaylığının sağlanması
- Bisiklet ve yaya yollarının güvenliğinin projeye yansıtılması
- Engelliler için ulaşım kolaylığının sağlanması
- Yapı içi ulaşımında öğrenci ve personelin güvenliğinin sağlanması

## 2) Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Enerji Korunumu Açısından Alınması Gereken Önlemler ve Öneriler

### a) HVAC Sistemleri

- HVAC projeleri okul tesislerinin sistem elemanlarına uygun olması ve gereken kapasiteye uygun olacak şekilde oluşturulması
- Okulun, yer alacağı bölgenin iklim verilerine göre kurgulanarak sistemin binaya ısı kazancı, ısı üretimi ve ısı kayıplarının hesaplanması
- HVAC sistemlerinin pasif ısıtma ve soğutma stratejileriyle entegreli çalışması
- HVAC sisteminin, minimum dış ortam şartlarında mekanların sıcaklık ve nem şartlarını sağlaması
- HVAC sisteminin merkezi olarak düşünülmesi halinde, koridorlarda konumlandırılarak, dağıtımın sağlanması
- Dış ortamdaki temiz havayla çalışan merkezi hücreli vantilatör sistemi tercih edilmesi
- Lokal havalandırma sisteminin düşünülmesi halinde dikey düzlemlerde aksiyal fanlardan yararlanılması
- Soğuk hava şartlarında ortam ısıtılması amacıyla aksiyal fanlara elektrik ısıtıcılarının takılması
- Kış ve yaz aylarında taze hava ısıtma ve soğutma yüklerinin en aza indirgeyen, ısı geri kazanımlı HVAC sistemlerinin tercih edilmesi
- İç ortamın istenen sıcaklığa ulaşması için ısıtma sistemlerinin, optimum seviyede kendini ayarlayabilen sistemlerden seçilmesi
- Sıcaklığın gün boyunca değişimi göz önünde bulundurularak, sistemin çalışma saatlerine göre ısı ve havalandırma sistemlerinin kontrollü bir şekilde çalıştırılması
- Kazanlar, sıcak su tankları, borular ve vanaların izole edilmesi
- Su ısıtıcı kaynaklarının enerji etkin olması

- Mekanlarda kendine ait zaman programıyla çalışabilecek enerji etkin kontrol sisteminin oluşturulması
- Radyatör ve havalandırma mekanizmalarının çalışmalarına engel teşkil etmeyecek şekilde okul mobilyalarının konumlandırılması
- HVAC filtrelerinin temiz ve tozsuz tutulması
- Termostatların, optimum seviyede çalıştırılması, güneş ışığında ve iç ısı kaynaklarından etkilenmemesi
- Kullanım esnasında HVAC sistem kontrolünün yapı işletmesi yetkilileri, personel ve öğrencilerin bulgularından yararlanarak gerekli önlemlerin alınması
- Yapının gelişimine bağlı olarak ek HVAC ekipmanları için gerekebilecek mekanların ayrılması
- Enerji Analizlerinin Yapılarak Tasarruf Performanslarının Belirlenmesi

#### **b) Aydınlatma**

- Eğitim ve öğretim bölgelerinin kategorize edilerek gerekli aydınlatma optimizasyonunun sağlanması
- Yüksek frekanslı floresan aydınlatma sisteminin tercih edilmesi
- Eğitim yapılarının sosyal kullanımı esnasında doluluk oranını saptayan otomatik aydınlatma sistemlerinin kurulması
- Doğal aydınlatma sistemlerinden yararlanılarak doğrudan gelen güneş ışığının tavana veya duvara yansıtılarak iç ortamın verimli olarak aydınlatılması
- Tavan ve duvarlara aydınlatma yapılarak mekanlara dolaylı aydınlatmanın sağlanması
- Yüksek renk kalitesini sağlayacak aydınlatma elemanlarının seçilmesi
- Mekanlarda ihtiyaç duyulan aydınlatma gereksinimini sağlayan lamba anahtarlarının seçilmesi

- Koridorlar, sınıflar vb. büyük açıklık mekanlarının maksimum aydınlık ve minimum enerji tüketimi için aydınlatma elemanlarının doğru konumlandırılması
- Eğitim yapılarında, tekdüze ışıklardan kaçınarak, gölge ve ışığın, keskin ve geçişli olarak mekanlarda aydınlatılması
- Okul tahtası, pano gibi dikey elemanların görsel kalitesinin artırılması için dikey aydınlatma elemanlarının kullanılması
- Aşırı parlama yaratan ışık kaynaklarının tespit edilmesi ve gereken önlemlerin alınması
- Gün ışığının loş ya da yüksek aydınlık seviyelerinde iken, yapay aydınlatmanın açık ya da kapalı olduğunun kontrol edilmesi
- Gün ışığının yoğunluğuna bağlı olarak mekanın optimum seviyesini koruyan fotoelektrik kontrol sistemlerinin tercih edilmesi
- Gerek öğrenciler gerekse personel tarafından ders saati veya sosyal kullanım sırasında bilinçlendirme çalışmaları yapılarak gereksiz aydınlatma bölgelerinin kontrol altında tutulması
- Aydınlatma sisteminin düzenli bakım yapılarak, bakım çizelgesinin oluşturulması
- Kararan, loşluk oluşturan ve titreten lambaların değiştirilmesi

### c) Yalıtım

- Okulun tasarımında iklimsel etmenler (güneş ışınımı, rüzgar, dış ortam sıcaklığı, nem) ve coğrafi etmenler ( enlem, boylam ve deniz seviyesi) dikkat edilerek yalıtım uygulanması
- Okulun optik (güneş ışınımının geçirgenliği, yansıtıcılığı) ve termik (yapının ısı geçirme katsayısı, saydamlık oranı) özelliklerine dikkate alarak bina oturumu yapılması
- Eğitim yapısının formu dikkate alınarak yalıtım seviyesinin belirlenmesi

- Enerji kaybına yol açılabilecek bölgelerinin planlama öncesi ve uygulama sonrası saptanması ve gerekli önlemlerin alınması
- İzole edilen bölgelerin gerekli kontrollerden geçerek verimliliğinin saptanması ve düzenli bakımının yapılması
- HVAC sisteminin binaya uygun yalıtıma göre düzenlenmesi
- Binanın nemli bölgelerinin saptanarak gerekli önlemlerin alınması
- Yaz aylarında gölgelikli alanlar oluşturularak yüksek ısınmanın önüne geçilmesi
- Yaz aylarında gölgelikli alanlar oluşturularak yüksek ısınmanın önüne geçilmesi
- Yüksek performanslı cam sistemlerinin kullanılarak ısı kayıplarının önlenmesi ve aynı zamanda güneş ışığından maksimum seviyede yararlanılması
- Isı köprülerinin ortadan kaldırılması ve binanın verimli bir şekilde korunması için, duvarlarla birlikte kiriş, kolon, hatıl, lento ve perde duvar gibi diğer yapı elemanlarının da yalıtılması
- Çatı yalıtımında, su buharının vantilasyonla yoğuşmadan dışarı atılması veya su buharının yoğuşmasına izin vermeyen bina malzemelerinin seçilmesi
- Pencerelerde ısı kaybının azaltılması için yüksek performanslı (çift cam veya Low-e cam) sistemlerinin tercih edilmesi

#### **d) Okul Ekipmanları**

- Yüksek ısı yayan bilgisayar laboratuvarları gibi mekanları kuzeye yönlendirerek yüksek ısı oluşumunun engellenmesi
- Eğitim yapısının gereksinimi olan eğitim ekipmanlarının analiz edilerek optimizasyonunun yapılması
- Tüm okul ekipmanlarının kullanımından sonra kapatılması ve gün sonunda ekipmanların bina otomasyonunda otomatik olarak güçlerinin kesilmesi



- Mutfaklarda oluşan ısıyı, ısı geri kazanım sistemleriyle yeniden kullanılması

e) **Yenilenebilir Enerji**

- Eğitim yapılarında yapılan hesaplamalara göre birimlerin sıcak su ihtiyacının belirlenmesi ve uygun güneş kolektörlerinin seçilmesi
- Kullanılacak güneş kolektörlerinin ve fotovoltaik panellerin coğrafi etmenler gözeticilerle doğru konumlandırılması
- Yapının elde edebileceği maksimum verim yönüne ve eğim özelliklerine bağlı olarak yapının doğru yönlendirilmesi
- Güneş kolektörlerinin ve fotovoltaik panellerin, yapı kabuğuna uygun olarak yerleştirilmesi
- Yapıda kullanılması düşünülen rüzgar türbinleri için rüzgar potansiyelinin ve hava akışının belirlenmesi
- Çevre binalar ve yükseltiler incelenerek rüzgar akışına göre bina formunun ve yerleşiminin yapılması
- Rüzgar türbinlerinin verimli çalışması için doğru montajın yapılması
- Eğitim yapılarında rüzgar türbini tasarımının, karmaşık rüzgarlarda iyi performansa sahip, güvenli çalışan, düşük ses seviyesine sahip, basit, dayanıklı, düşük bakım ve estetik görünümde olması

### 3) Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Su Korunumu Açısından Alınması Gereken Önlemler ve Öneriler

- Yapı arazisinin yağmur suyu toplama ve dağıtma kapasitesinin hesaplanması
- Yapı arazisinde mevcut sulak alanların korunması ve yağmur bahçesinin oluşturulması
- Tespit edilen su kullanımının azalması veya artması durumunda eylem planı gerçekleştirilerek gereken önlemlerin alınması
- Okulun ve ıslak hacimlerin ve neme maruz kalan mekanların kontrol altında tutulması
- Okul tiplerine göre öğrenci ve personelin günlük su tüketimleri tespit edilerek gereken su ihtiyacının belirlenmesi
- Bölgesel su altyapı sistemleri incelenerek okul tesisine kolay ulaştırılabilmesi
- Su basınçları ve akışkanlıkları minimum seviyede tutulacak şekilde ayarlanması
- Su tasarruflu tesisat sistemlerinin tercih edilmesi
- Eğitim yapısının ıslak hacimlerinde veya bahçe sulanmasında yeniden kullanılmak üzere gri su sistemlerinin tercih edilmesi
- Eğitim yapısının ıslak hacimlerinde veya bahçe sulanmasında yeniden kullanılmak üzere gelişmiş yağmur suyu toplama sistemlerinin tercih edilmesi
- Su tesisatı düzenli kontrol edilerek, gerekli bakımlarının yapılması
- Güvenlik ve su verim tespitinin kontrol edilmesi için, yangın musluklarının ve su sayaçlarının yerini gösterebilen okul krokilerinin görünebilir yerlerde konumlandırılması gösterebilen okul krokilerinin görülebilir yerlerde konumlandırılması
- Su tasarrufunun öğrenci personeli teşvik etmek amacıyla bilgilendirici pano ve görsel objeler projede yer verilmesi

#### **4) Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında Malzeme Korunumu Açısından Alınması Gereken Önlemler ve Öneriler**

Yapı malzemesinin;

- Üretim, taşınım ve uygulama esnasında az enerji harcaması
- Minimum seviyede CO<sub>2</sub> emisyonuna yol açması
- Doğadan çıkarılma esnasında ve açığa çıktıktan sonra çevreye vereceği zararı en aza indirmesi
- Bakım gereksiniminin az olması
- Geri dönüştürülebilir olması
- Standart ve modüler boyutlandırılmasının yapılması
- Mevcut yapısı bozulmadan temizlenerek yeniden kullanılmasına olanak tanınması
- Çıkarıldıkları doğal kaynaklara olan zararlı etkileri saptanması ve gereken önlemlerin alınması
- Biçimlenişi (kesilme, bükme vb.) esnasında hasarlı ürün oluşumu engellenmesi
- Doğal ve yerel malzemelerden veya yenilenebilir kaynaklardan tercih edilerek enerji etkinliğinin sağlanması

## 5) Sürdürülebilir Eğitim Yapılarında İç Ortam Kalitesi Açısından Alınması Gereken Önlemler ve Öneriler

### a) Akustik Konfor

- Kullanım amaçlarına göre mekan içi gürültü seviyeleri ve ses yansıma sürelerinin belirlenmesi
- Mekan yerleşimlerinin akustik kriterlere göre yapılması
- Açıklık ve havalandırma menfezlerinin performansa göre değerlendirilmesi ve gereken önlemlerin alınması
- Dış -iç duvarlarda ve döşemelerde farklılaşmış olarak ses yalıtımının yapılması
- Ses geçişinin azaltılması için, yapı elemanlarının kütlelerinin artırılması
- Cam kalınlığının artırılması ve çift cam uygulamasının yapılması
- Gürültüye sebep olabilecek okul ekipmanları (HVAC, Müzik aletleri) ve özel mekanların belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması

### b) Görsel Konfor

- Tek yönden gelen ışığın parlaması oluşmasının engellenmesi için, yönden gelen aynı miktarda ışıkla, ortamın görünümünün yumuşatılması (dengelenmesi)
- Göz yorgunluğunun önlenmesi için keskin kontrast oluşumunun engellenmesi
- Kişilerin ilgi ve dikkatlerini bir noktaya yoğunlaştırılması için, noktasal ışık kaynaklarından yararlanılması
- Doğal aydınlatmayı maksimize eden yönlendiminin sağlanması
- Günışığı aydınlığına sahip mekanlarda, enerji tasarrufunun sağlanması için, floresan lamba dizilerinin sıralı olarak yakılabilmesi ve kontrolünün sağlanması
- Güneş ışığı parlamalarının engellenmesi
- Bina açıklıklarının içinde veya dışında gölgelikler veya güneşlikler sayesinde güneş kontrolü sağlanması

- Gün ışığıyla birlikte düşünülen yapay aydınlatma yaklaşık 3.500K<sup>0</sup> – 4.100K<sup>0</sup> aralığında mavi florasan lambaların seçilmesi
- İç ortama giren güneş ışığının duvar yüzeyinden geçerek yansması için, bina açıklıklarının eğimli ve dik yüzeylerin yanında konumlandırılması
- Bina formuna uygun olarak gelişmiş aydınlatma sistemlerinin tercih edilmesi
- Güneş ışığının etkin kullanılabilmesi için tavan açıklıklarının dikdörtgen konik şeklinde biçimlenmesi
- Duvar ve tavan yüzey yansıtıcılığının artırılması için, beyaz ya da açık renkli boyamanın tercih edilmesi
- Küçük ve vurgulanması istenen yerlerde (sergi salonları vb.) doymuş renklerin tercih edilmesi
- Okulöncesi ve ilköğretim sınıflarında sıcak ve parlak renklerin, ortaokul ve liseler de ise soğuk renklerin tercih edilmesi

### c) **İç Ortam Hava Kalitesi**

- (VOC) emisyon içermeyen yapı malzemelerinin seçilmesi
- Duman parçacıklarının zararlı emisyonlarından eğitim binasının korunması için personelin kullanabileceği bir özel odanın tasarıma dahil edilmesi
- Yapı arazisi, bulunduğu hava ortamının ve toprağının kirlilik oranlarının düşük olması
- Yoğun dış kirleticilerinin (trafik) olduğu zaman diliminde dış hava akımının iç ortama aktarılması azaltılması
- Zorunlu durumlarda zararlı içeriklere sahip yapı malzemelerinin kullanımda ortamın sürekli havalandırılması
- Lavabo ve tuvaletler yeterli sayıda ve düzenli olarak temizlenmesi
- Sınıflar için önerilen değişken debili (VAV) sistemleri, minimum taze hava kalitesini sahip standartlarda olması

- Havalandırma sistemlerinde filtreleme yapılarak uçucu organik bileşikler ve kimyasal içerikler azaltılması
- Nem düzenleyicilerin ve havalandırma borularının standartlara uygun olması
- HVAC sistemlerinin biyolojik zararlıların oluşumunun engellenmesi için sürekli kontrol ve bakım yapılması
- Kirli hava menfezleri, soğutma ve havalandırma bacaları, atık depoları gibi zararlı içerikli mekan ve sistemler, sınıflar ve çoklu kullanım mekanlarından uzak şekilde konumlandırılması
- Egzoz çıkışlarının hakim rüzgara paralel konumlandırılması, ters rüzgarda korunumunu sağlayan aparatlarının takılması, baca çıkış borusunun yüksekliğinin artırılması
- İstenilen CO<sub>2</sub> seviyeleri kontrol edilmesi ve performans analizleri yapılması için bölgesel olarak konumlandırılacak CO<sub>2</sub> sensörlerinin konumlandırılması
- Hareketli pencerelerin seçilmesiyle, doğal havalandırmanın sağlanması

**d) Termal Konfor**

- Normal şartlar altında eğitim yapılarında ideal sıcaklık aralığının korunması ( 640F(≈180C) ile 760F(≈240C) )
- Termal konfor için bağıl nem aralığının korunması, (kış aylarında yaklaşık %20, yaz aylarında ise %60)
- Öğretim alanlarının güneşten korunumu için gölgelikli alanlar oluşturulması
- Yüksek ısı oluşumunu engellemek için doğrudan güneş ışığından uzak durulması
- Okulun kullanım sürelerine göre HVAC sistemi ayarlanması ve istenilen sıcaklık seviyesinin ders başlamadan önce ayarlanmış olması
- Ortam sıcaklığının etkilenmemesi için HVAC dağıtım borularının yalıtılması



- Hava hareketi sağlayarak ortamın konfor sıcaklığı ayarlanabilmesi için, tavan fanları, sirkülasyon fanları veya hareketli pencerelerin seçilmesi
- Soğuk hava koşullarında bölgesel ısıtmanın tercih edilmesi
- Okul ekipmanları (bilgisayar, projektör vb.) çalışma esnasında yaydıkları ısı sebebiyle ortam sıcaklığını yükseltmemesi için kullanımdan sonra kapatılması

## 5. KAYNAKLAR

- [1] Muscoe, M. (1995). A sustainable community profile.
- [2] Gilman, R. (1992). Sustainability By Robert Gilman from the 1992 UIA/AIA Call for sustainable community solutions. (2003),  
<http://www.context.org>
- [3] National Round Table on the Environment and The Economy, (2006) Canada  
<http://www.sustreport.org/indicators/index.html>
- [4] Atalık, G. ve Baycan, T. (1995). Planlamaya ve Tasarıma Ekolojik Yaklaşım Sempozyum Kitabı, İstanbul: MSÜ Mimarlık Fakültesi
- [5] United Nations. (1992). Rio Declaration. Rio: UN
- [6] United Nations. (1996). Guidelines and Methodologies Kitabı. New York: UN
- [7] Davey, P. (2001). Architectural Review 209
- [8] Kremers, J. (1995) Defining Sustainable Architecture,  
[www.architronic.saed.kent.edu](http://www.architronic.saed.kent.edu)
- [9] Shaviv, E. (1998) EuroSun98  
[www.wire0.ises.org/wire/doclibs/Eurosun98.nsf](http://www.wire0.ises.org/wire/doclibs/Eurosun98.nsf).
- [10] Özmehmet, E. (2005) Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi için Bir Bina Modeli Önerisi Doktora Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [11] Baysan, O., (2003), Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [12] Jones D.L. (1998), Architecture and The Environment, Londra: Laurence King Publishing
- [13] Yellamraju V. (2004) , Evaluation And Design Of Double-Skin Facades For Office Buildings İn Hot Climates Yüksek Lisans Tezi, Teksas: A&M Üniversitesi
- [14] Cole R. (1996), Guide de L'Architecte Pour La Conception d'Immeubles de Bureaux en Fonction du Developement Durable, Kanada: Travaux Publics et Services Gouvernementaux
- [15] Kim J. (1998) Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials, Michigan: National Pollution Prevention Center for Higher Education
- [16] Tuglu H.U., 2005, Ekolojik Açından Sürdürülebilir Yapılar ve Malzeme Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [17] Akinsanmi, B. (2008), Optimal Learning Environments: Societal expectations, learning goals and the role of school designers, Dallas  
<http://www.designshare.com/index.php/articles/the-optimal-learning-environment-learning-theories/>
- [18] Olson, S. (2005) The Impact of Sustainable Buildings on Educational Achievements in K-12 Schools, Wisconsin: Leonardo Academy Inc.

- [19] Sevinç Kayıhan, K., Sürdürülebilir Mimarlığın Yarı Nemli Marmara İkliminde Tasarlanacak Temel Eğitim Binalarında İrdelenmesi ve Bir Yöntem Önerisi Doktora Tezi, YTÜ, İstanbul.
- [20] Rigolon, A. (2010), European design types for 21st century schools: an overview, Bologna: CELE Exchange 2010/3
- [21] The 4th Gymnasium by HVDN Architects, 2012,  
<http://www.contemporist.com/2009/10/28/the-4th-gymnasium-by-hvdm-architects/>
- [22] Chicago Public School, 2012,  
<http://www.designshare.com/index.php/projects/chicago-public-school/school>
- [23] Hazelwood Engelliler Okulu, 2012,  
<http://mitademo.com/mimarlik/hazelwood-engelliler-okulu/>
- [24] Study Space at Ørestad College in Denmark, 2012  
<http://www.contemporist.com/2008/03/31/study-space-at-%C3%98restad-college-in-denmark/>  
Ørestad College, 2012  
<http://clippings.com/projects/orestad-college-3235>  
Orestad College, 2012  
<http://www.architravel.com/architravel/building/orestad-college>
- [25] Montessori College Oost in Amsterdam, 2012  
<http://detail-online.com/inspiration/montessori-college-oost-in-amsterdam-103696.html>
- [26] Westminster Academy at The Naim Dangoor Centre, 2012  
<http://clippings.com/projects/westminster-academy-at-the-naim-dangoor-centre-3703>
- [27] Kassel school\_Oslo, 2012  
<http://www.diva.no/?portfolio=kassel-school-2>
- [28] Nordbyskolen Denmark, 2012  
[http://imageschooldesign.org/detail.html?&no\\_cache=1&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=78&tx\\_ttnews\[backpid\]=3](http://imageschooldesign.org/detail.html?&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=78&tx_ttnews[backpid]=3)
- [29] Kingoskolen, Denmark, 2012  
[http://www.imageschooldesign.org/detail.html?&tx\\_ttnews\[pointer\]=8&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=140&tx\\_ttnews\[backPid\]=5&cHash=f745cf807c](http://www.imageschooldesign.org/detail.html?&tx_ttnews[pointer]=8&tx_ttnews[tt_news]=140&tx_ttnews[backPid]=5&cHash=f745cf807c)
- [30] Jatta Vocational School, 2012  
[http://www.imageschooldesign.org/detail.html?no\\_cache=1&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=183](http://www.imageschooldesign.org/detail.html?no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=183)
- [31] Aurinkolahti Comprehensive School, 2012  
[http://www.imageschooldesign.org/detail.html?&tx\\_ttnews\[pointer\]=7&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=103&tx\\_ttnews\[backPid\]=5&cHash=1487db8778](http://www.imageschooldesign.org/detail.html?&tx_ttnews[pointer]=7&tx_ttnews[tt_news]=103&tx_ttnews[backPid]=5&cHash=1487db8778)
- [32] Gutek, G. L. (2006) Eğitime Felsefi ve İdeolojik Yaklaşımlar. Ankara: Ütopya Yayınevi
- [33] Sönmez, V. (2005), Eğitim Felsefesi. Ankara: Anı Yayıncılık

- [34] Keklik, N (1982) Felsefelerin İlkeleri, İstanbul: Doğu Yayıncılık
- [35] Bertnard R. (1997) Batı Felsefesi Tarihi, İstanbul
- [36] Celep, C. (2004) Meslek Olarak Öğretmenlik, Ankara: Anı Yayıncılık
- [37] Fidan, N. ve Erden, M. (2001) Eğitime Giriş, İstanbul: Alkım Yayınları
- [38] Çüçen A. K. (2001) Felsefeye Giriş, Bursa: Asa Yayıncılık
- [39] Büyükdüvenci, S. (2001) Eğitim Felsefesine Giriş. Ankara: Siyasal Kitabevi
- [40] Ergün, M. (1996) Eğitim Felsefesi, Ankara : Ocak Yayınları
- [41] Morris, Van C. (1963) Becoming An Educator, Boston: Houghtn Mifflin Campony
- [42] Erden, M. (2004) Öğretmenlik Mesleğine Giriş, İstanbul: Alkım Yayınları
- [43] Alkan, C. (1983) Eğitim Felsefesi, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi
- [44] Tozlu, N. (2003) Eğitim Felsefesi Üzerine Makaleler, Ankara: Elis Yayınları
- [45] Taylor, A. (2008) Linking Architecture and Education: Sustainable Design of Learning Environments, New Mexico: University of New Mexico Press
- [46] Monte Vista School, 2012  
<http://www.flickrriver.com/photos/nicholsphotos/sets/72157605221942497/>
- [47] Aytaç, K. (1998) Avrupa Eğitim Tarihi. İstanbul: Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Yayınları
- [48] Büyükkaragöz, S. (1998) Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Konya: Mikro Yayınları
- [49] Sönmez, V. (2002) Eğitim Felsefesi, Ankara.: Anı Yayıncılık
- [50] Arroyo del Oso School, 2012  
[http://www.daylighting-solutions.com/nm\\_projects.htm](http://www.daylighting-solutions.com/nm_projects.htm)
- [51] Morris, Van C. (1966) Existentialism in Education NewYork: Harper and Row
- [52] Toprakçı, Erdal (2005) Eğitim Üzerine. Ankara: Ütopya Yayınevi
- [53] Deleuze G. (2008) (Çev. Ece Erbay) Ampirizm ve Öznellik, İstanbul: Norgunk Yayıncılık
- [54] Gökberk, M. (1990) Felsefe Tarihi, İstanbul: Remzi Kitabevi
- [55] Sena, C. (1976) Filozoflar Ansiklopedisi, Cilt 3, İstanbul: Remzi Kitabevi
- [56] St. Bede's School, 2012  
<http://www.kneelerdesign.com.au/completed/private-schools/st-bedes-outdoor-area>
- [57] Metzner, R. (1994), (Der: Günseli Tamkoç), Derin Ekoloji İzmir: Ege Yayınları
- [58] Capra, F. (1995), (Ed. George Session), Deep Ecology For The 21st Century Boston
- [59] Mellor, M., (1993) (çev. Osman Akınhay), Sınırları Yıkma Feminist Yeşil Bir Sosyalizme Doğru, İstanbul: Ayrıntı Yayınları
- [60] Önder, T. (2003), Ekoloji Toplum ve Siyaset, Ankara: Odak Yayınları
- [61] Ünder, H. (1996) Çevre Felsefesi Etik ve Metafizik Görüşler, Ankara: Doruk Yayıncılık
- [62] Francis Parker, 2012

- <http://inhometrend.com/francis-parker-school-san-diego-ca>
- [63] Vitruvius, 2012  
<http://www.mlahanas.de/Greeks/Texts/Vitruvius/Book1.html>
- [64] Education in Newcastle from the middle ages to the 19th century, 2012  
<http://www.northstaffordshire.co.uk/?p=2279>
- [65] Charles Dickens and Victorian Education, 2012  
<http://omf.ucsc.edu/london-1865/schools-and-education/victorian-education.html>
- [66] A School History, 2012  
<http://edpsychtemple.wikispaces.com/Case+Study>
- [67] Baker L. (2012) A History of School Design and its Indoor Environmental Standards, 1900 to Today, Washington: National Clearinghouse for Educational Facilities
- [68] Education In A Modern World, 2012  
<http://www.architecture.com/LibraryDrawingsAndPhotographs/OnlineWorkshops/EducationInAModernWorld/04FryGropius.aspx>
- [69] Challenge Solution Crow Island School, 2012  
<http://rogershepherd.com/WIW/solution5/crow2.html>
- [70] Chicago Walt Disney School, 2012  
<http://www.hsipanel.com/photo-gallery/jaffrey.html>
- [71] Hille, T. (2009), Back to The Future, Washington
- [72] Baker, L. ve Bernstein, H. (2012) The Impact of School Buildings on Student Health and Performance A Call for Research, McGraw-Hill Research Foundation
- [73] Hansen D. (2002) National Best Practices Manual For Building High Performance Schools, USA Department of Energy
- [74] CHPS (Collaborative for High Performance Schools), Best Practices Manual Volume I- Planning (2002) Massachusetts: Eley Associates
- [75] Abnormal Development - Heavy Metals, 2012  
<http://embryology.med.unsw.edu.au/Defect/metal.htm>
- [76] TapRoots Surfacing Academic Success, 2012  
<http://www.taprootseducation.org/>
- [77] Urban Stormwater Management in the United States, 2012  
[http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12465&page=156](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12465&page=156)
- [78] Kuşcu A. C. (2006) Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Geleneksel Konya Evi Üzerine Bir İnceleme Yüksek Lisans Tezi İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları
- [79] Carbon Trust (2012) Schools, London
- [80] Öztürk, H. K., Atalay Ö., ve Yılcı A. (2005) Yapılarda Kullanılan HVAC Sistemlerinde Kontrol ve Enerji Verimliliği, Tesisat Mühendisliği Dergisi Sayı: 90

- [81] Kantaroğlu, F. (2011) Yüksek Performans Binaların Enerji Tasarım Stratejileri, İstanbul
- [82] Air Distribution Systems, 2012  
[http://www.energystar.gov/index.cfm?c=business.EPA\\_BUM\\_CH8\\_AirDistSystems](http://www.energystar.gov/index.cfm?c=business.EPA_BUM_CH8_AirDistSystems)
- [83] School HVAC Design Manual, (2001), McQuay International
- [84] HVAC Duct, 2012  
[http://chugroopali.wix.com/deslsite#!\\_\\_services](http://chugroopali.wix.com/deslsite#!__services)
- [85] Mayer E. (2008), Enerji Verimliliği- Akıllı Otomatik Kontrol Teknolojisi ile Okullarda, İstanbul: CentraLine
- [86] Sustainable Design Guidelines, (2005), Colorado: The Brendle Group,
- [87] Öztürk Ç. (2006), Gelişmiş Doğal Aydınlatma Sistemleri ve Uygulama Örnekleri, Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [88] Thomas L. Wells Public School, 2012  
<http://www.designshare.com/index.php/projects/thomas-wells-elementary/intro>
- [89] İzoder, (2009), Isı Yalıtımı  
[http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ISIYALITIMI\\_GIRIS.pdf](http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ISIYALITIMI_GIRIS.pdf)
- [90] Esin, T, (2007), Eğitim Yapılarında Konfor Koşullarının Sağlanması ve Yalıtım, İzolasyon Dünyası Sayı 66
- [91] Bedir M. (2006), Konut Yapılarında Enerji Performansının Yükseltilmesine Yönelik Tasarım Aşamasında Energy 10 Programının Kullanılması Ve Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [92] Higgins, S. (2005), The Impact of School Environments: A literature Review, Newcastle: University of Newcastle
- [93] Candan, N. (2007), Isı Yalıtım Sistemleri Ve Özelliklerinin Karşılaştırılması, Adapazarı: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [94] Legacy's Hallmark Replacement Windows, 2012  
<http://www.legacysiding.com/windows.html>
- [95] Sayım, B. (2005), Binaların Güney Cephelerinin Bir Güneş Enerjili Isıtıcı Olarak Kullanılmasının Deneysel Olarak Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [97] Gültekin, A. (2007), Kent Dokusunda Güneş Işınımından Yararlanmak için Cadde Binasının Araştırılması, Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [98] Kıyak A. (2007), Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları Ve Enerji Verimliliğinin İncelenmesi; Muğla İli Toplu Konut Yerleşkesi Örneği, Muğla: Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [99] Solartek Güneş Enerjisi Sistemleri, 2012  
[http://www.solartek.com.tr/pdf/solartek\\_2010\\_teknik\\_katalog.pdf](http://www.solartek.com.tr/pdf/solartek_2010_teknik_katalog.pdf)



- [100] Sayın, S. (2006) Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi Ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [101] Güneş Paneli Sisteminin Kurulması ve Maliyet Hesabı, 2012  
<http://www.guneshaber.net/haber/1417-uygulamalar-gunes-paneli-sisteminin-kurulmasi-ve-maliyet-hesab.html>
- [102] Cornell's NYC Tech Campus drives towards "Net-Zero Energy" / SOM, 2012  
<http://www.archdaily.com/179136/cornells-nyc-tech-campus-drives-towards-net-zero-energy-som/>
- [103] Kıyak, İ., Oral B., Topuz, V., Yerleşim Bölgelerinde Rüzgar Enerjisi Kullanımının Yaygınlaştırılması: Bina Montajlı Rüzgar Türbinleri, İstanbul: Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
- [104] Rooftop Turbines: Rooftop Mounting and Building Integration of Wind Turbines, 2012  
<http://www.wind-works.org/articles/RooftopMounting.html>
- [105] Water Efficiency Manual, (2009), N.C. Department of Environment and Natural Resources,
- [106] Loftus, H. (2008), Guide to water efficiency in schools, Department of Education and Science
- [107] Kantaroğlu, Ö. (2011), Yüksek Performanslı Binalarda Su Stratejileri,
- [108] Şahin, N. İ. (2010), Binalarda Su Korunumu, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [109] ZeroFlush waterless urinal system, 2012  
<http://www.cleanlink.com/productwatch/details/ZeroFlush-waterless-urinal-system--1748>
- [110] Oxygenics ShowerHead, 2012  
<http://www.old-fashioned-values.com/d/77/oxygenics-showerheads.htm>
- [111] Automatic Water Tap, 2012  
<http://arnab2k7.en.busytrade.com/products/info/1402547/Automatic-Water-Tap.html>
- [112] Karahan, A. Gri Suyun Değerlendirilmesi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi
- [113] Environmental News Roundup, 2012  
<http://www.environmentwriter.com/>
- [114] Şahin, N. İ. (2011), Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması
- [115] Pressurised Rainwater Harvesting System, 2012  
<http://www.stormsaver.com/Commercial-System-Basics>
- [116] The Wetland Machine of Sidwell, 2012  
<http://pruned.blogspot.com/2009/06/wetland-machine-of-sidwell.html>

- [117] Bayraktar, F. T. (2010), Türkiye’ De Yapı Malzemesi Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi İçin Bir Sistem Önerisi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [118] Chapter 5 Materials Efficiency, 2012  
<http://www.seattle.gov/housing/seagreen/TrainingMaterials/05-Materials.pdf>
- [119] Gökçora, B. (2012) Okullarda Akustik ve Ses Yalıtımı, İzolasyon Dünyası Teknik
- [120] Erol H. B. (2006), İç Mekanda Malzeme Kullanımında Akustik Performans Kriterleri, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [121] Explore the key education roomtypes, 2012  
<http://www.ecophon.com/uk/Acoustics/Education/Key-education-room-types/>
- [122] Aytis, S.(1996), Yüksek Binaların Yapım Kriterleri ve Bu Kriterlerin İstanbul’dan 4 Örnek Üzerinde Analizi Doktora Tezi, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [123] Okutan, H. (2008) Gün Işığı İle Aydınlatmanın Temel İlkeleri Ve Gelişmiş Gün Işığı Aydınlatma Sistemleri, İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [124] Illumination levels for inside (zones), tasks and activity according to EN 12464-1, 2012  
<http://www.voltimum.it/news/4666/cm/illumination-levels-for-inside--zones---tasks-and-activity-according-to-en-12464-1.html>
- [125] 100% Daylight for Friends School's Dining Hall, 2012  
<http://www.zigersnead.com/current/blog/post/21-skylights-100-daylight-friends-schools-dining-hall/02-12-2010/2199/>
- [126] Hordijk, T. B. Ve Ellie, G. (2012) Lighting in schools, Climate Design/Building Physics, Faculty of Architecture, TU Delft, The Netherlands
- [127] Terenure College, 2012  
<http://www.printedblindsfactory.com/printed-blinds/gallery.html>
- [128] Classroom Colors Make a Difference, 2012  
<http://www.hertzfurniture.com/buying-guide/classroom-design/classroom-colors.html>
- [129] Bulgurcu, H. İlten, N. Coşgun, A. (2006) Okullarda İç Hava Kalitesi Problemleri ve Çözümler, Tesisat Mühendisliği Dergisi Sayı: 96
- [130] Regulations Standards Design Guidance, (2005), Building Bulletin 101 Ventilation of School Buildings
- [131] Heinz, J. M. , Szewzyk, R. (2008) Guidelines For Indoor Air Hygiene In School Buildings, Berlin: Federal Environment Agency
- [132] Liddament, M. W., The Case for Natural Ventilation in Schools and the Origin of the Standards, 2012

<http://www.cibse.org/content/The%20Case%20for%20Natural%20Ventilation%20in%20Schools%20and%20the%20Origin%20of%20the%20Standards%20-%20Martin%20W.%20Liddament.pdf>

[133] Darçın, P. (2008) Yapı İçi Hava Kirliliğinin Giderilmesi için Doğal Havalandırma İlkeleri Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[134] Zero net energy school building, Los Angeles, CA, USA, 2012

<http://www.holcimfoundation.org/Awards/GlobalbrHolcimAwards2012/A12GlobalFinalists/A12GLfiBE/A12GLfiUSca/tabid/1526/Default.aspx>

[134] Altıntaş, E. (2008), Termal Konfor Duyarlılık Ölçeğine Göre İlköğretim Dersliklerinin Termal Konfor Açısından Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[135] Educational Facilities Manual, 2010, Physical Facilities And Schools' Engineering Division Office Of Planning Service Department Of Education

[136] Greensburg Schools/Kiowa County Schools, 2012,

<http://www2.aiatopen.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=1967>

[137] Nueva School Hillside Learning Complex (Nueva School), 2012

<http://www2.aiatopen.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=1022>

[138] Projects / Nueva School, 2012,

<http://www.ranacreekdesign.com/projects/the-nueva-school/>

[139] The University of Texas Health Science Center at Houston School of Nursing and Student Community Center (UT School of Nursing and Student Center), 2012,

<http://www2.aiatopen.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=444>

[140] School of Nursing and Student Community Center at the University of Texas Health Science Center in Houston / Lake|Flato Architects and BNIM Architects, 2012,

<http://www.archdaily.com/156788/school-of-nursing-and-student-community-center-at-the-university-of-texas-health-science-center-in-houston-lakeflato-architects-and-bnim-architects/>

[141] Ben Franklin Elementary School, 2012

<http://www.aiatopen.org/node/152>

[142] Benjamin Franklin Elementary School, 2012

<http://www.mahlum.com/projects/franklin/index.asp>

[143] Chartwell, 2012

<http://www2.aiatopen.org/hpb/overview.cfm?ProjectID=1385>

[144] Chartwell School, 2012

<http://www.glsarch.com/awards.php>

## 6. ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Kütahya doğumlu olan Gufran Baykal İzmir Özel Fatih Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Mimarlık Bölümüne girdi. 2008 yılında mezun olduktan sonra İstanbul'da çeşitli özel şirketlerde çalıştı. Gerek yurtiçi, gerekse yurtdışı mimari yarışma projelerine katılarak çeşitli ödüller aldı. ISO 9001 Kalite Sistemi ve USGBC LEED Yeşil Bina Değerlendirme Sistemi eğitimleri aldı. 2009 yılında Beykent Üniversitesi Mimarlık Yüksek Lisans eğitimine "Sürdürülebilirlik ve Eğitim Yapıları" konularında çalıştı.