T.C.

MALTEPE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNALARININ İNCELENMESİ VE BU BAĞLAMDA İSKENDERUN'DA MEVCUT BİR LİSE BİNASI İÇİN İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatma Nur KÜÇÜK

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ:

Prof. Dr. Demet IRKLI ERYILDIZ

İstanbul, Haziran 2016

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca hiçbir zaman yardımını esirgemeyen, tezimin her aşamasında yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Demet Irklı Eryıldız'a ve İskenderun'daki eğitim binası ile ilgili hazırlamış olduğu projeyi benimle paylaşan Prof. Dr. Semih Eryıldız'a ve yüksek lisans eğitimim boyunca üzerimde emeği olan tüm hocalarıma, Makine Yüksek Mühendisi Metin Aras'a teşekkür ederim. Her türlü isteğimi mailler aracılığıyla yerine getirmeye çalışan ve tezimin temelini oluşturan okulu ziyaret ettiğimde, okuldaki her alanı dolaşmamı sağlayan okul müdürü Erkan Özen'e, müdür yardımcısı Osman Özay'a ve rehberlik öğretmeni Ali Rıza Aydınlı'ya çok teşekkür ederim.

Son olarak, tüm hayatım boyunca maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, her türlü kolaylığı sağlayan, her zaman yanımda olan ve yol gösteren babam elektrik mühendisi Doç. Dr. Selahattin Küçük'e ve üzerimdeki maddi manevi tüm emekleri için annem Nevin Küçük'e, zor zamanlarımdaki sabrı için, en yakın dostum, kardeşim Büşra Küçük'e sonsuz teşekkür ederim.

Haziran, 2016

Fatma Nur KÜÇÜK

ÖZET

Teknolojide yaşanan gelişmeler ve enerji kullanımındaki artışla, günümüzde iklim değişiklikleri, buzulların erimesi, yağışların ve su kaynaklarının azalması, doğaya salınan zararlı gazların artması gibi sorunlarla karşılaşmaktayız. Gelecekte daha büyük problemlerle karşılaşmamak amacıyla, var olan kaynakların daha az tüketilmesi veya bu kaynakların geri dönüştürülerek kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekir. Mimarlık açısından bakıldığında yeni binaların sürdürülebilir özellikte inşa edilmesi ve mevcut binaların iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasında, mevcut eğitim binalarını sürdürülebilir özellikte iyileştirebilmek ve bu binaların sahip olduğu (olacağı) özelliklerle bina kullanıcılarına çevreye duyarlı olma bilinci kazandırabilmek hedeflenmiştir. Bu bağlamda, Dünya'da ve Türkiye'de bulunan sürdürülebilir eğitim binası kriterleri göz önüne alınarak tasarlanan ya da kullanımda iken sertifika alan veya sertifika sahibi olmayıp sürdürülebilir özelliklere sahip olan binalara yer verilerek, bu binaların incelenmesi doğrultusunda, İskenderun'da bulunan eğitim binasına entegre edilebilecek özellikler belirlenerek, bu özellikler ile ilgili sürdürülebilir iyileştirme çalışması yapılmıştır. İskenderun'da bulunan eğitim binasının su, elektrik, enerji gibi ihtiyaçlarını karşılamak için, bulunduğu konumdaki iklim verileri dikkate alınmıştır. Bu veriler ışığında, yağmur suyunun toplanması, gri suyun kullanımı; güneş panelleri ve rüzgâr türbini ile elektrik üretimi gibi sistemler sayesinde elde edilen kazançlar, kurulum maliyetleri, amortisman süreleri ve mevcut binanın ısıtma-soğutma yükleri hesaplanmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mimaride sürdürülebilirlik, sürdürülebilir eğitim binası, mevcut eğitim binalarının iyileştirilmesi

ABSTRACT

We have witnessed some problems; climate changes, melting of glaciers, reduction of rainfall and water resources, increased of harmful gases released into the environment due to technological developments and rise of energy consumption. In order to not face bigger problems in the future, these can be regarded as necessary elements that are the less consumption of existing resources or use recycled those resources, benefitting from renewable energy sources. In terms of architecture, to be built in sustainable feature of new buildings and improvement of existing buildings are required. In this thesis, is aimed to improve of existing buildings in sustainable property and to be able create awareness about being sensitive to the environment to users of these buildings. In this context, in the World and Turkey sustainable education building criteria is in use or designed taking into consideration sustainable is not the owner of the certificate field or in facilities certified by accommodating the building has, according to the examination of these buildings, integrated into the education building located in Iskenderun characteristics that can be determined is made sustainable improvements related to these properties. In order to this location, some needs such as water, electric and energy needs, climatic data around the building was took into account. With this information, the gains achieved by power generation systems through solar panels and wind turbines, the collection of rainwater, use of gray water; the cost of installation, the determination pay off and the heating-cooling loads for existing building were calculated and finally some suggestions were given.

Key Words: Sustainability in architecture, sustainable education building, retrofitting of existing education buildings

İÇİNDEKİLER

Teşekkür ..... **ii**
Özet ..... **iii**
Abstract ..... **iv**
İçindekiler ..... **v**
Şekiller Listesi ..... **vii**
Çizelgeler Listesi ..... **xi**
Simgeler ve Kısaltmalar ..... **xiii**

1. GİRİŞ **1**

2. EĞİTİM VE EĞİTİM BİNALARI **8**
2.1. Eğitim Binalarında Plan Tipolojileri **9**
2.1.1. Avlulu Plan Tipi 9
2.1.2. Blok Plan Tipi 10
2.1.3. Küme (Grup) Plan Tipi 10
2.1.4. Kasaba Plan Tipi 11
2.2. Türkiye'de Eğitim Binaları ve Eğitim **11**
2.3. Eğitim Kurumları Asgari Tasarım Kılavuzu 2015'e ait Genel Tasarım Kriterleri – Eğitim Binasının Sahip Olması Gereken, Çevre, Ekonomi ve Topluma Yönelik Özellikler **14**
2.3.1. Yerin ve Doğal Süreçlerin Anlaşılması 14
2.3.2. Kullanıcı için Bir Okul 14
2.3.3. Toplum için Bir Okul 14
2.3.4. Yenilenebilir Olmak 15
2.3.5. Esnek, Uyarlanabilir ve Büyüyebilir Olmak 15
2.3.6. Konfor Koşulları 15
2.4. Türkiye'de Eğitim Binalarında Çevreyi, Kaynakları Korumaya Yönelik Yapılan Çalışmalar, Projeler **16**
2.4.1. Eko Okullar Programı 16
2.4.2. Eğitim Binalarının Çevresel Performansını İyileştirmeye Yönelik Yapılmış ve Yapılmakta Olan Çalışmalar 18
2.4.3. Eğitim Binalarının Yenilenmesi (İstanbul) 19
2.4.4. Okullar Hayat Olsun Projesi 21
2.4.5. Çocukların Meyve Bahçeleri Projesi 22
2.4.6. Enerji Çocuk Projesi 22
2.5. Bölüm Sonucu **23**

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK, SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNALARI **24**
3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tarihsel Süreçte Gelişimi **24**
3.1.1. Sürdürülebilirliğin Bileşenleri 27
3.1.1.1. Sürdürülebilirliğin Çevresel Bileşeni 28
3.1.1.2. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Bileşeni 28
3.1.1.3. Sürdürülebilirliğin Toplumsal Bileşeni 29

3.2. Mimarlıkta Sürdürülebilirlik 29
3.2.1. Sürdürülebilirliğin Mimarlığın İlkeleri 30
3.2.1.1. Kaynak Ekonomisi 31
3.2.1.2. Yaşam Döngüsü Tasarımı ve Doğaya Dönüşümü 32
3.2.1.3. İnsancıl Tasarım 34
3.3. Sürdürülebilir Eğitim Binası 34
3.3.1. Sürdürülebilir Özelliğe Sahip Eğitim Binalarının Sertifikalandırılması 36
3.3.2. Sürdürülebilir Eğitim Binalarının Özellikleri 42
3.3.3. Mevcut Eğitim Binalarının Sürdürülebilir Olarak İyileştirilmesi ve Önemi 75
3.3.4. Sürdürülebilir Eğitim Binalarının Faydaları 76
3.4. Bölüm Sonucu 78

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI ÖRNEKLERİ 80
4.1. Sürdürülebilir Eğitim Binası Türkiye Örnekleri 81
4.1.1. TED Rönesans Koleji 81
4.1.2. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi 84
4.1.3. Erkut Soyak Anadolu Lisesi 88
4.2. Sürdürülebilir Eğitim Binası Dünya Örnekleri 91
4.2.1. Lycee Albert Camus School 91
4.2.2. Sidwell Friends School 94
4.2.3. Woodrow Wilson High School 97
4.3. Bölüm Sonucu 99

5. DEMİR ÇELİK MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI 101
5.1. İskenderun İlçesi Hakkında Genel, Coğrafi ve İklimsel Veriler 101
5.2. Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Tanıtım 102
5.3. Yerleşim 105
5.4. Tasarım 113
5.5. Peyzaj 115
5.6. Malzeme 117
5.7. Su Korunumu 117
5.8. Enerji Korunumu 125
5.9. İç Mekân 139
5.10. Ulaşım 139
5.11. Sosyal 140
5.12. Bölüm Sonucu 140

6. GENEL DEĞERLENDİRME ve SONUÇ 142

KAYNAKLAR 145

ÖZGEÇMİŞ 156

ŞEKİLLER LİSTESİ **Sayfa**

Şekil 2.1. : Avlulu Plan Tipi 9

Şekil 2.2. : Blok Plan Tipi 10

Şekil 2.3. : Küme (Grup) Plan Tipi 10

Şekil 2.4. : Kasaba Plan Tipi 11

Şekil 2.5. : Tip Okul Örneği 12

Şekil 2.6. : İstanbul'da 44 Okul Harita 20

Şekil 2.7. : Üsküdar Sultantepe Ortaokulu 20

Şekil 3.1. : Üç Bileşenin İlişkilendirilmesi 27

Şekil 3.2. : Hart'a Göre Sürdürülebilirliğin Tanımı 28

Şekil 3.3. : Sürdürülebilir Mimarlık Modeli 31

Şekil 3.4. : Kaynak Ekonomisinin Sağlanabilmesi İçin Uygulanacak Yöntemler 32

Şekil 3.5. : Bina Yaşam Döngüsü 33

Şekil 3.6. : Güneş Enerjisi Depolama Sistemi 34

Şekil 3.7. : Enerji Kullanımını Anlatan Bir Öğrenme Kaynağı Olarak Okul 35

Şekil 3.8. : Dünyadaki Sürdürülebilir (Yeşil) Bina Sertifika Sistemleri 36

Şekil 3.9. : Bir Binanın Yaşam Döngüsü 42

Şekil 3.10. : İç Mekânda Esnek Tasarım Örneği St. Monica's Koleji 45

Şekil 3.11. : Çatı Işıklığı 46

Şekil 3.12. : Katlar Arası Görsel İlişki 46

Şekil 3.13. : Doğal Havalandırma Çeşitleri Kesitler 47

Şekil3.14. : Baca(Yığın) Havalandırması 48

Şekil 3.15. : Eğitim Binasında Permakültür Bahçesi (İstanbul) 49

Şekil 3.16. : Yeşil Çatı Örneği 49

Şekil 3.17. : Bitkilendirme ile Gürültü Kontrolü Sağlamak 50

Şekil 3.18. : Geri Kazanım Çalışmaları Akım Şeması 51

Şekil 3.19. : İç Mekan Atık Toplama 52
Şekil 3.20. : Atıkların Ayrı Toplanması 52
Şekil 3.21. : Eğitim Binasında Doğal Malzeme Kullanımı 53
Şekil 3.22. : Dış Cephenin Açık Renk Olması 53
Şekil 3.23. : Yağmur Suyu Toprak Altı Depolama Sistemi 55
Şekil 3.24. : Eğitim Binasında Bulunan Su Sarnıcı 55
Şekil 3.25. : Gri Suyun Geri Kazanımı 56
Şekil 3.26. : Suyun İstenilen Yoğunlukta Akışının Sağlanması 57
Şekil 3.27. : Fotoselli (Sensörlü) Musluk 57
Şekil 3.28. : Çift Kademeli Gömme Rezervuar 58
Şekil 3.29. : Binalarda Isı Kayıpları 59
Şekil 3.30. : Işık Tüpü Kullanımı 61
Şekil3.31. : Yenilenebilir Enerji Kaynakları 61
Şekil 3.32. : Güneş Pili ve Fotovoltaik Model 62
Şekil 3.33. : Cephede Güneş Paneli Kullanımı 62
Şekil 3.34. : Şebeke Bağlantılı Güneş Paneli Sistemi 63
Şekil 3.35. : Şebeke Bağlantısız Güneş Paneli Sistemi 64
Şekil 3.36. : Küçük Ölçekli Rüzgâr Türbini 65
Şekil 3.37. : Isı Pompası Çalışma Prensibi 66
Şekil 3.38. : Isı Geri Kazanımıyla Havalandırma Şeması 67
Şekil 3.39. : Akustik Konforun Sağlanmasını Gerektiren Gürültü Kaynakları 68
Şekil 3.40. : Güneş Kırıcı 70
Şekil 3.41. : Işık Rafı Yaz – Kış Durumu 71
Şekil 3.42. : İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Faktörler 72
Şekil 3.43. : Okul bahçesi bisiklet parkı (Muğla) 73
Şekil 3.44. : Platform Asansör 74
Şekil 3.45. : Bina Girişi Engelli Rampası 74
Şekil 3.46. : Sürdürülebilir Eğitim Binalarının Özellikleri ve Faydaları 79
Şekil 4.1. : TED Rönesans Koleji Yapı Künyesi 81

Şekil 4.2. : İç Mekân Koridor 82
Şekil 4.3. : Yeşil Alan 82
Şekil 4.4. : Dış Mekan 92
Şekil 4.5.a) : Öğrenciler İçin Ekim Alanı 83
Şekil 4.5.b) : Meyve Ağaçları 83
Şekil 4.6. : OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yapı Künyesi 84
Şekil 4.7. : OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi (Google Earth) 84
Şekil 4.8. : OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Genel Görünüm 85
Şekil 4.9. : OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yeşil Alan İlişkisi Kesit 85
Şekil 4.10. : Tasarım Şemaları 85
Şekil 4.11. : Şeffaf Cephe 86
Şekil 4.12. : İç Mekân 86
Şekil 4.13. : Erkut Sokak Anadolu Lisesi Yapı Künyesi 88
Şekil 4.14. : Erkut Soyak Anadolu Lisesi Çatı Işıklığı 89
Şekil 4.15. : Erkut Soyak Anadolu Lisesi Zemin Kat Planı 89
Şekil 4.16. : Erkut Soyak Anadolu Lisesi'ne ait Breeam Sertifikası 89
Şekil 4.17. : Lycee Albert Camus School Yapı Künyesi 91
Şekil 4.18. : Lycee Albert Camus School Google Earth 91
Şekil 4.19. : Lycee Albert Camus School Doğal Havalandırma 92
Şekil 4.20. : Lycee Albert Camus School Koridor 92
Şekil 4.21. : Lycee Albert Camus School Görünüş Çizim 93
Şekil 4.22. : Sidwell Friends School Yapı Künyesi 94
Şekil 4.23. : Yağmur Suyu Kullanımı 95
Şekil 4.24. : Güneş Panelleri 96
Şekil 4.25. : Güneş Işığının Sınıflarda Kullanımı 96
Şekil 4.26. : Güneş Bacaları 96
Şekil 4.27. : Woodrow Wilson High School Yapı Künyesi 97
Şekil 4.28. : Woodrow Wilson High School Google Earth 98
Şekil 4.29. : Woodrow Wilson High School Avlu 98

Şekil 4.30. : Woodrow Wilson High School Yağmur Suyu Tankı, Yeşil Çatı, Güneş Paneli 99

Şekil 5.1. : Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Yapı Künyesi 101

Şekil 5.2. : Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Konum (Google Earth) 103

Şekil 5.3. : Eğitim Binası ile ilgili Görseller 104

Şekil 5.4. : Eğitim Binası Gölge Durumları 106

Şekil 5.5. : Eğitim Binası Cepheler 107

Şekil 5.6 Zemin Kat Planı (Mevcut Durum + İyileştirme) 108

Şekil 5.7. 1. Kat Planı (Mevcut Durum) 109

Şekil 5.8. 2. Kat Planı (Mevcut Durum + İyileştirme) 110

Şekil 5.9. A-A Kesiti (Mevcut Durum) 111

Şekil 5.10. B-B Kesiti (Mevcut Durum + İyileştirme) 112

Şekil 5.11. : Gece Havalandırması (Soğutması) Kesiti 115

Şekil 5.12. : Öğrenciler için Sebze-Meyve Ekim Alanı Öneri Konumunun Mevcut Görünümü 116

Şekil 5.13. : Öğrenciler için Sebze-Meyve Ekim Alanı Önerisi Modeli 116

Şekil 5.14. : Gri Su ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemi Şeması 123

Şekil 5.15. : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli 129

Şekil5.16. : Pv Panellerin Çatıdaki Yerleşimi 135

Şekil 5.17. : Rüzgâr Türbininin Çatıya Yerleştirilmesi 139

ÇİZELGELER LİSTESİ **Sayfa**

Çizelge 3.1. : Breeam ve Leed Sertifika sistemleri 37

Çizelge 3.2. : Breeam Sertifikası Kategorileri 38

Çizelge 3.3. : Breeam In Use Değerlendirme Kriterleri 39

Çizelge 3.4. : Leed Sertifikası Kategorileri 40

Çizelge 3.5. : Leed Okullar Değerlendirme Kriterleri 41

Çizelge3.6. : Sürdürülebilir Eğitim Binası Özellikleri Tasarım Aşamasında ve Mevcut Binaya Uygulanabilecekler 43

Çizelge 3.7. : Kişi Başına Düşen Yıllık Kullanılabilir Su Miktarları 54

Çizelge 3.8. : Eğitim Binalarında Enerji Etkin Ampul Seçenekleri 60

Çizelge 3.9. : Işık Tüpü Çapının Yapay Aydınlatma Eşdeğerliği 61

Çizelge 3.10. : Isısal Konforu Etkileyen Değişkenler 71

Çizelge 3.11. : Türkiye'de 2015-2016 Eğitim Öğretim Yılı MEB İstatistikleri 76

Çizelge 4.1. : OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi İyileştirme Öncesi ve Sonrası 87

Çizelge 4.2. : Sürdürülebilir Eğitim Binaları Yapım ve İyileştirilme Yılı, İklim, Konum, Plan Tipolojisi ve Sürdürülebilir Özellikler 100

Çizelge 5.1 : İskenderun Aylık Ortalama Yağışlı Gün Sayısı 102

Çizelge 5.2. : Sıcak-Nemli İklimlerde Binada Korunması Gerekenler ve Binada Sağlanması Gerekenler 102

Çizelge 5.3. : 2014-2015 Eğitim Öğretim Yılı İçinde Aylara Göre En Yüksek Gece-Gündüz Sıcaklık Farklılıkları 114

Çizelge 5.4. : İskenderun Aylık Ortalama Yağış Miktarı (mm) 117

Çizelge 5.5. : En Çok ve En Az Yağış Alınan Aylarda Günlük Toplam Yağmur Suyu Toplama 118

Çizelge 5.6. : Yağmur Suyu Sistemi İçin Gerekli Malzemeler ve Birim Fiyatları 119

Çizelge 5.7. : Eğitim Binalarında Gri Su Hesaplama Verileri 120

Çizelge 5.8. : Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesine ait gri su üretim ve tüketimi hesabı için gerekli bilgiler 120

Çizelge 5.9. : Toplam Gri Su Üretimi 120

Çizelge 5.10. : Toplam Gri Su Tüketimi 121

Çizelge 5.11. : Gri Su Sistemi Tekrar Kullanım Sistemi için Gerekli Depo Alanları ve Birim Fiyatları 122

Çizelge 5.12. : Aylara göre ortalama toplanan Yağmur Suyu, Üretilen Gri Su, Toplam Üretilen Su ve Toplam Tüketilen Su 124

Çizelge 5.13. : Aylık Üretilen Gri Su-Tüketilen Gri Su (m^3) 124

Çizelge 5.14. : Yağmur Suyu ve Gri Su Sistemi Sayesinde Yıllık Tasarruf 125

Çizelge 5.15. : Eğitim Binasına Ait Pencere Duvar Alanı Oranları 126

Çizelge 5.16. : Mevcut Durum Malzemeler ve Isı Geçirgenlik (U) Değerleri 126

Çizelge 5.17. : İskenderun Yaz-Kış Şartları Kuru-Yaş Termometre Sıcaklıkları ve İç Mekan Sıcaklığı 126

Çizelge 5.18. : Mevcut Durum Isıtma-Soğutma Yükü, Güneş Radyasyonu ve Pencere Duvar Konveksiyon Isı Kazancı Değerleri 126

Çizelge 5.19. : Senaryoya Göre Malzemeler ve Isı Geçirgenlik (U) Değerleri 127

Çizelge 5.20. : Senaryoya Göre Isıtma-Soğutma Yükü, Güneş Radyasyonu ve Pencere Duvar Konveksiyon Isı Kazancı Değerleri 127

Çizelge 5.21. : Isıtma-Soğutma Yükü Mevcut-İyileştirme Karşılaştırması 128

Çizelge 5.22. : Türkiye Bölgelere Göre Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyeli 128

Çizelge 5.23. : İskenderun Global Radyasyon Değerleri (KWh/m^2-gün) 129

Çizelge 5.24. : İskenderun Güneşlenme Süreleri (saat) 130

Çizelge 5.25. : İskenderun PV Tipine Göre Alan Üretilebilecek Enerji (kWh-Yıl) 130

Çizelge 5.26. : İskenderun için Aylık Toplam Güneşlenme Süreleri (saat) 131

Çizelge 5.27. : Eğitim Binasında Elektrikli Aletlerin Enerji Tüketimi 131

Çizelge 5.28. : Eğitim Binasına Ait Aydınlatma Kurulu Gücü 132

Çizelge 5.29. : Yıllık Toplam Elektrik Tüketimi 133

Çizelge 5.30. : Aylara Göre Güneş Panellerinin Elektrik Üretimi 136

Çizelge 5.31. : Güneş Paneli ile Elektrik Üretim Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar, Adetleri ve Maliyet 137

Çizelge 5.32. : Rüzgâr Türbinine Ait Özellikler 137

Çizelge 5.33. : Rüzgâr Türbini Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar, Adetleri ve Maliyet 138

Çizelge 6.1. : Yapılan İyileştirme Çalışması Sonucu Yaklaşık Amortisman Süreleri ve Elde Edilen Kazançlar 143

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

m^2 : metrekare

m^3 : metreküp

lt: litre

kg: kilogram

kWh: kilowatt hour

W: Watt

Wh: Watt hour

kWp: kilowatt peak

TL: Türk Lirası

°C: Derece celsius

U_d : Duvar Isı Geçirgenlik Değeri (W/m^2K)

U_p : Pencere Isı Geçirgenlik Değeri (W/m^2K)

$U_ç$= Çatı Isı Geçirgenlik Değeri (W/m^2K)

K_t : Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)

Y_t : Yaş Termometre Sıcaklığı (°C)

Kısaltmalar

TDK: Türk Dil Kurumu

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

STK: Sivil Toplum Kuruluşları

İSMEP: İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi

İPKB: İstanbul Proje Koordinasyon Birimi

TED: Türk Eğitim Derneği

CHPS: Collaborative for High Performance Schools

WSSP: Washington Sustainable Schools Protocol

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design

BREEAM: BRE Environmental Assessment Methos

OİB: Otomotiv Endüstrisi İhracatçıları Birliği

BM: Birleşmiş Milletler

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

HBS: Hasta Bina Sendromu

DSİ: Devlet Su İşleri

PV: Photovoltaic

1. GİRİŞ

Taylor, şu görüşü savunan bir eğitimci, '3 boyutlu bir ders kitabı olarak çevreyi öğrenme' Yani yapı ve peyzaj pasif bir mekan değildir ama ekoloji, botanik, geometri ve fiziği öğrenmek için aktif bir öğrenme aracı olabilir. Öğretmenler, öğrenciler ve veliler etkileşim ve bir çok seviyede öğrenme ile 'çevreyi okuma' yı öğrenir. (Taylor, 1993)[1]

İçinde bulunduğumuz 21.yüzyıl, sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve kontrolsüz kentsel gelişmeye bağlı olarak doğa üzerindeki baskıların yoğunlaşması, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik dengenin tehlikeye atılması doğal değerleri koruma konusundaki endişelerin oluştuğu bir dönemdir. Dünyadaki nüfus artışı, açlık, kentlerdeki büyüme, asit yağmurları, sera gazı etkisi, iklim değişikliği, ozon tabakasının delinmesi, bölgesel çatışmalar gibi konular tüm dünyadaki insanların ortak kaygısıdır.[2]

Çevre sorunlarının artarak, fark edilir boyuta ulaşması ve bir önlem alınmasının gerekliliği ile ilgili olarak, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının ilk kez ortaya atıldığı 1972'de Stockholm'de düzenlenen İnsan ve Çevre konferansı ile başladığı ifade edilebilir. Bu kavramlar, 1987 Brundtland'de ortak geleceğimiz raporu, 1997 Kyoto Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Konvansiyonu, Dünya Sürdürülebilir kalkınma zirvesi, Johannesburg 2002 ve 2012 Rio+20 Sürdürülebilir Kalkınma Birleşmiş Milletler Konferansı'na kadar sürekli geliştirilmiş, ülkelerin devlet politikalarının önemli bir parçası haline gelmiştir.[3]

Mimarlık açısından sürdürülebilirlik kavramına bakıldığında, binaların çevreye verebileceği tahribatın bina tasarlanırken, inşa edilirken, kullanım aşamasında ve yararlı ömrünü tamamlayıp yıkılırken, yıkıldıktan sonra minimum seviyede tutulması konuları ile karşılaşmaktayız. Çevreye duyarlı binaların çoğalmasının sağlanabilmesi için bir toplulukta çevreye duyarlı bireylerin bulunması, bu konuda bilince sahip olunması gerektiği düşünülebilir. Dünyadaki bireylerin büyük çoğunluğu küçük yaşlardan itibaren eğitim alabilmek için, vaktinin çoğunu okulda geçirmiştir veya geçirmektedir. Okulların ya da eğitim binalarının, sürdürülebilir bina özelliklerine sahip olması, bina kullanıcılarının konforunun ve sürdürülebilirlik bilincinin oluşturulabilmesi açılarından büyük önem taşımaktadır. Yeni yapılacak eğitim binaları, öncelikli olarak bulunduğu yerin iklim özelliklerine uygun olarak, çevreye

verebileceği tahribat minimum düzeyde tutulmaya çalışılarak tasarlanmalı, ihtiyaç durumunda bulunduğumuz çağın bizlere sunduğu teknolojik olanaklardan yararlanılmalıdır. Mevcut eğitim binası stoku ise, bulundukların yerin iklim özelliklerine göre; yağış, güneşlenme ve rüzgâr durumu gibi, sürdürülebilir eğitim binası kriterleri doğrultusunda iyileştirilmelidir. Bu yapılan iyileştirmelerde temel hedef; ülke kaynaklarının korunması, çevreye verilecek zararın minimum düzeyde tutulması, enerjinin verimli kullanımı ve bina kullanıcılarının çevreye duyarlı olmaları konusunda bilinçlendirilmesi olmalıdır.

Çalışmada sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık ve sürdürülebilir eğitim binaları ile ilgili literatür araştırması yapılarak, tez, makale ve diğer dokümanlar incelenmiştir.

Bu tez kapsamında incelenen, daha önce yapılmış olan çalışmalardan bazıları:

Erengezgin, *''16 Derslikli Güneş Okulu''* isimli makalesinde, konstrüksiyonu ahşap olan, doğru yön, malzeme ve tasarım ile, inşa edilecek olan bir okuldan bahsetmiştir. Makalede böyle bir yapı yapılmasındaki hedefin; sıfır enerji bedelini yakalayabilen ve çağdaş eğitim psikolojisine uygun bir okulda, ülkenin geleceğine sahip çıkan; sağlıklı, enerji ve ekoloji bilinci taşıyan, donanımlı çocuklar yetiştirilmesine katkı sağlamak olduğu belirtilmiştir.[4]

Şahin ve Dostoğlu, *''Okul Binaları Tasarımında Sürdürülebilirlik''* isimli makalelerinde, son yıllarda yapılan eğitim binalarında, sürdürülebilir tasarımın önemine dikkat çekildiğinden bahsedilmiştir. Bu binalarda gün ışığı kullanımı, temiz hava, kirletici özelliği az olan malzemelerin kullanılması açısından geliştirilen sistemlerin, eğitim alan çocuklar için daha sağlıklı ve üretici bir ortam oluşturulabileceği düşünülerek, çevreye ilettikleri mesajlar aracılığıyla da toplumda konuya ilişkin farkındalık oluşturmaları açısından önemli olduğu konularına değinilmiştir.[5]

Tokuç ve Güller' in, *''Mevcut İlköğretim Okullarında Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Sağlanması''* isimli makalelerinde, Amerikan Eğitim Bakanlığı tarafından 2011 yılında başlatılan bir ödül programı olan Yeşil Kurdele (Green Ribbon) ve Leed Sertifikasından bahsedilerek, dört eğitim binası mevcut bir okulun

sürdürülebilirlik kriterlerini yerine getirmesi, yeniden yapılandırılması açılarından ele alınmıştır.[6]

Kayıhan ve Tönük' ün, *''Sürdürülebilirlik Bilincinin İnşa Edileceği Binalar Olma Yönü İle Temel Eğitim Okulları''* başlıklı makalelerinde, temel eğitim binalarının toplam sürdürülebilirlik kriterleri ana başlıklar olarak şematize edilmiştir. Ana başlıkların alt kriterleri sınıflandırılarak, ''temel eğitim binaları için sürdürülebilir tasarım destek modeli'' şematik olarak gösterilmiş ve bu modelin toplumsal tasarım kriterlerinin dış mekân ve bina tasarım sürecine yansımaları irdelenerek, öğrencilere ve çevre halkına sürdürülebilirlik konusunda katkı sağlama özelliklerinden bahsedilmiştir.[7]

Özorhon' un, *''Sürdürülebilir Mimarlık, Yarının Binaları ve Bir Örnek''* başlıklı makalesinde, farklı bakış açılarına sahip referansların sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık konularındaki düşünceleri ortaya konularak, kendinden sonra yapılacak binalara rehberlik edecek bir yapıdan bahsedilmiştir.[8]

Kayıhan ve Tönük' ün, *''Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi ve Analizi Konusunun İrdelenmesi''* isimli makalelerinde, yapılacak olan binanın arsa seçim aşaması, sürdürülebilirliğin olumlu veya olumsuz açıdan etkileme özelliğine sahip olmasından bahsedilmiş, bu konuda dikkate alınması gereken kriterler belirtilmiştir. Temel eğitim binalarının sürdürülebilir özellikte olması, kişilere küçük yaşlardan itibaren sürdürülebilirlik bilinci kazandırması açısından önemli olmasından bahsedilmiştir.[9]

Saygın ve Ulusoy'un, *''Sürdürülebilir Kampüs Tasarımı için Yağmursuyu Yönetimi ve Yeşil Altyapı Teknikleri''* başlıklı makalelerinde, çalışma alanı olarak İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi kampüsünün mevcut durumu yağmur suyu yönetimi açısından incelenmiştir. Makale kapsamında, yağmur suyunun bir atık olarak değerlendirilmesi yerine, ekosisteme katkıda bulunacak ve yere düştüğü arazide tuvalet rezervleri, sulama, peyzaj unsuru, rekreasyon koridoru gibi farklı amaçlarla kullanılarak, suyun geri kazandırılmasını sağlayacak stratejiler geliştirilerek, bu stratejilerin uygulanması için öneriler sunulmuştur.[10]

Tatar'ın, *''Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Çalışma Mekânlarında Gün Işığı Kullanımı İçin Bir Öneri''* isimli makalesinde, sürdürülebilir mimari tasarımda

günışığı kullanımı değerlendirilerek, çalışma mekânlarındaki günışığı kullanımı incelenmiştir. Bu kapsamda, okul yapıları, ofisler ve diğer çalışma mekânları analiz edilip, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü güneybatı cephesindeki atölye değerlendirilerek, bu atölyedeki günışığı kullanımını en iyi düzeye çıkartmak için, proje önerilmiştir.[11]

Taşcı'nın, *''Sürdürülebilir Okul Tasarımı Tarafından 'Sürdürülebilirlik' Eğitimi''* başlıklı makalesinde, sürdürülebilirlik kavramının son yıllarda, çok sayıda disiplinin ilgi alanında olmasından söz etmiştir. Okul binalarının mimarlar tarafından yazılan 3 boyutlu bir kitap olarak görülebileceğinden bahsedilmiştir. Ayrıca bu çalışmada, eğitimin insanların çevrelerini anlamada, kontrol etmede ve değiştirmede önemli bir yere sahip olmasından dolayı, okul binalarının da bu konuda önemli bir malzeme olduğu konusuna değinilmiştir.[1]

Bavilolyaei' nin, *''Yeşil Okul Tasarım Kriterleri Uluslararası Leed Değerlendirme Sertifikası ve Uygulaması''* isimli tezi 2012 yılında hazırlanmıştır. Bu tezde, öncelikle yüksek performanslı ve yeşil bina kavramları tanımlanmıştır. Daha sonra yeşil okullar, bu okulların tarihçesi ve avantajlarından bahsedilmiştir. Yeşil bina sertifikalandırma sistemlerinden ve yeşil okul değerlendirme sistemlerinden biri olan Leed sertifikası tanıtılarak, Türkiye'de bir okul, Leed sertifika sisteminin kontrol listesine göre değerlendirilmiştir. Okulların günümüzdeki durumundan ve iyileştirme çabalarından bahsedilmiştir.[12]

Demir' in, *''Yeşil Okul: Çevre, Sağlık Ve Eğitime Etkileri''* isimli tezin amacı, yeşil okulun yapısal özelliklerini; çevreye, binayı kullananların sağlığına, öğrenci başarısı ve öğretmen edimine olan etkilerini ve eğitim yöneticilerinin yeşil okula yönelmelerini sağlayacak özellikleri belirlemektir.[13]

Gölemen'in, 'Mevcut Eğitim Binalarında Sürdürülebilirlik Olanaklarının Araştırılması' isimli tez çalışmasında, mevcut binalar içinde bulunan ilköğretim binalarının sürdürülebilir mimarlık ilkeleri açısından incelenmesi ve entegre edilebilecek sistemlerin sürdürülebilirlik olanaklarının değerlendirilmesi tezin amacını oluşturmaktadır. Bursa'da bulunan bir ilköğretim binası mevcut okullara uygulanabilecek sürdürülebilirlik kriterlerine göre incelenerek, öneriler sunulmuştur.[14]

Baykal'ın, 'Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi ve Örnek Uygulamalar' tezinde, öğrencilerin zihinsel, bedensel ve ahlaksal gelişimini sağlayan ve toplumun odak noktalarından biri olma özelliğine sahip eğitim yapılarının, sürdürülebilir mimarlık kriterlerinin gelişimi ve aktarılması için büyük öneme sahip olmasından bahsedilmiştir. Eğitim yapılarının felsefik, toplumsal ve iç ortam kalitesi bakımından tarihsel gelişimi ve öğrenci performansına etkileri araştırılarak, sürdürülebilir mimarlığın ana ilkeleri olan arazi korunumu, kaynak korunumu (enerji-su-malzeme) ve iç ortam kalitesi olarak incelenmiş, örneklere yer verilmiştir.[15]

Gelfand ve Freed (2010) *''Sürdürülebilir Okul Mimarisi: İlk ve Orta Okul İçin Tasarım''* isimli kitaplarının hedefi, sürdürülebilir okulların nasıl planlanacağı, tasarlanacağı, inşa edileceği, işletileceği ve gezegendeki tüm canlılara ve tükenmekte olan kaynaklara karşı sorumlu olmamız, bu nedenle sürdürülebilir okulların gerekli olması konuları olarak belirlenmiştir. Okullar çocukların ilk kez sosyal hayatın içine girdiği yer olması sebebiyle, sürdürülebilir okulun planlaması ve tasarımı da çocuklara çevreye duyarlılık konusunda canlı bir girişim olarak geleceklerini şekillendireceğinden bahsedilmiştir. Geleneksel şekilde inşa edilen okulların çevreye zararlarından söz edilerek, sürdürülebilir okulların çevreye ve öğrencilerin öğrenme faaliyetlerine olan katkıları detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Sürdürülebilir okulların benimsenmesi sürecinde toplumun, tasarımcıların ve okul ile ilişkili yetkililerin bir araya gelerek ortak bir amaçta buluşmasının gerekli olmasından bahsedilmiştir. Amerika Yeşil Bina Kurulu (USGBC - United States Green Building Council) ve Yüksek Performanslı Okul Birliği (CHPS - Colloborative High Performance School) gibi yeşil bina örgütlerinin belirlediği yeşil bina ve okul değerlendirme sistemleri tanımlanmıştır.[16]

YEM Yayınlarının 'Eğitim Yapıları' kitabında, 1990-2002 yılları arasında eğitim binası olarak planlanmış ve uygulanmış olan, anaokulu, ilköğretim, ortaöğretim ve yüksek öğretim yapılarından oluşan 19 proje ve 4 yabancı örnek yer almaktadır.[17]

Demir E'nin, 'İlköğretim Okullarında Sürdürülebilir Tasarım Prensipleri Doğrultusunda Müdahale Olanakları Geliştirmeye Yönelik Bir Çalışma' isimli tez çalışmasında temel amaç, tip projeye sahip mevcut okul binalarına uygulanabilecek, sürdürülebilir müdahale olanaklarını, sürdürülebilir okul tasarımı prensipleri

doğrultusunda değerlendirerek, araştırma yapmak olmuştur. İstanbul'da bir vaka çalışması yapılarak, tip projeye sahip tüm ilköğretim okul binaları için sürdürülebilir müdahale aşamalarını içeren öneriler sunulmuştur.[18]

Tezin Amacı ve Kapsamı

İncelenen tez ve makalelerde Türkiye'de bulunan sürdürülebilirlik sertifikası almış eğitim binasına ve Türkiye'nin güneyinde bulunan eğitim binası için sürdürülebilir iyileştirme çalışmasına rastlanmamıştır. Bu nedenle, tez çalışmasının amacı, Dünya'da ve Türkiye'de bulunan sürdürülebilir eğitim binası kriterleri göz önüne alınarak tasarlanan ya da kullanımda iken sertifika alan veya sertifika sahibi olmayıp sürdürülebilir özelliklere sahip olan binalara yer vererek, bu binaların incelenmesi doğrultusunda, İskenderun'da bulunan eğitim binasına entegre edilebilecek özellikler belirlenerek, bu özellikler ile ilgili öneri proje geliştirmektir. Bu önerilen projede amaç, mevcut eğitim binasının su, elektrik, enerji gibi ihtiyaçlarının, eğitim binasının bulunduğu konumdaki iklim özellikleri dikkate alınarak, yağmur suyunun toplanması, gri suyun kullanımı; güneş panelleri ve rüzgâr türbini ile elektrik üretimi gibi sistemler ile elde edilen kazançlar, kurulum maliyetlerinin hesaplanması ve bu sistemlerin kendini ne kadar zamanda amorti edeceğinin belirlenmesi, mevcut binanın ısıtma-soğutma yükleri hesaplanarak, iyileştirme önerileriyle bu değerlerde değişimlerin görüleceğidir. Mevcut eğitim binası oldukça fazladır, bu binaların çevreye verdikleri veya verebilecekleri zararı en aza indirmek için sürdürülebilir özellikte iyileştirilmeleri önem taşımaktadır. Ayrıca, eğitim binalarını kullanan öğrenci sayısı için MEB istatistiklerine bakıldığında, Türkiye nüfusunun yaklaşık ¼'ini oluşturduğu görülmektedir. Eklenecek sistemlerle öğrencilerde sürdürülebilirlik bilinci oluşturulması hedeflenmektedir.

Tez çalışmasında incelenen eğitim binaları; ilkokul, ortaokul ve lise binalarından oluşmakta olup, okulöncesi ve yükseköğretim binaları kapsam dışı tutulmuştur.

Tez çalışması 6 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, literatür araştırması yapılarak, sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir eğitim binaları konularını içeren, önceden yapılmış olan çalışmalar incelenmiş, tezin kapsamı ve amacına değinilmiştir.

İkinci bölümde, eğitimci ve düşünürlere göre eğitimin tanımına yer verilerek, örgün eğitiminin yapıldığı kademelerin amaçlarından bahsedilmiştir. Eğitim binalarının plan tiplerine yer verilerek, Türkiye'de Eğitim Binalarında çevreyi, kaynakları korumaya yönelik yapılan çalışmalar, projeler incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimarlık, sürdürülebilir eğitim binası konularına değinilmiştir. Mevcut eğitim binalarından, bu binaları kullanan öğrencilerin, Türkiye nüfusunun yaklaşık ¼'ini oluşturduğundan bahsedilerek, bu binaların sürdürülebilir eğitim binalarına dönüştürülmesinin önemi vurgulanmıştır.

Dördüncü bölümde, sürdürülebilir eğitim binaları Dünya-Türkiye örnekleri üzerinden incelenmiştir.

Beşinci bölümde, İskenderun'da bulunan mevcut eğitim binasında, iklime uygun yapılabilecek su, elektrik ve enerji tasarrufuna yönelik iyileştirme çalışması yapılmış, okul yetkilileri ile görüşülerek yapılan çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Bu çalışmada, yağmur suyunun toplanması ve gri suyun kullanımı, güneş paneli ve rüzgâr türbini ile elektrik üretimi için kurulacak sistemlerin maliyetleri ve kendini amorti etme süreleri hesaplanmıştır. Ayrıca eğitim binasının ısıtma-soğutma yükleri hesaplanarak, mevcut ısıtma-soğutma yüklerini azaltacak senaryo oluşturularak, bina kaynaklı çevreye verilebilecek zararı en aza indiren, bina kullanıcılarına konfor ve sürdürülebilirlik bilinci sağlayacak önerilere yer verilmiştir.

Altıncı bölüm, tez ile ilgili genel değerlendirme ve sonuç kısmını içeren bölümdür. Tez çalışması sonucunda, mevcut eğitim binalarının sürdürülebilir özellikte iyileştirilebileceği, kullanılan su, elektrik ve enerji tüketiminden tasarruf elde edilebileceği, binaya eklenen yağmur suyu, gri su seviye göstergeleri; güneş paneli sistemlerinin sayaçları sayesinde, bina kullanıcılarının tüketim konularında dikkatli davranmalarının sağlanabileceği düşünülmektedir.

2. EĞİTİM ve EĞİTİM BİNALARI

Eğitim binaları konusunda bilgi vermeden önce, eğitimin tanımına, amacına ve eğitim sistemindeki okulöncesi, ilkokul, ortaokul ve lise gibi kademelerin amaçlarının ne olduğu konularında bilgi verme gereksinimi duyulmuştur.

Eğitim kavramı TDK'ya göre, çocukların ve gençlerin toplum yaşayışında yerlerini almaları için gerekli bilgi, beceri ve anlayışları elde etmelerine, kişiliklerini geliştirmelerine okul içinde veya dışında, doğrudan veya dolaylı yardım etme olarak tanımlanmıştır.[19]

Eğitim bilimci ve düşünürlere göre 'Eğitim'

Montaigne insan, okul için değil hayat için öğrenmelidir demiştir. Tabiata uygun bireyci bir eğitimi savunmuştur. Eğitim, insanı pratik günlük hayata hazırlayıcı nitelikte olmalıdır.[20]

Farabi'nin(870-950) eğitim ile ilgili görüşlerinden biri şu şekildedir; eğitimin amacı mutluluğu bulmak, bireyi topluma yararlı hale getirmektir. (Akyüz, 2006)

Tyler (1950), kişinin davranış örüntülerini değiştirme sürecidir.

Ertürk (1972) eğitimi, bireyin davranışlarının kendi yaşantısı yoluyla ve bilinçli değişmesi süreci olarak ele alınmıştır.[21]

Good (1959), kişinin toplumsal ve kişisel yeteneklerinin geliştirilmesi için seçilmiş ve denetlenmiş bir çevreyi kapsayan toplumsal süreç.

Kneller (1966), belli bilgi, beceri ve görüşleri okullar gibi kurumlar yoluyla kuşaktan kuşağa aktarmadır.[22]

Eğitimin farklı alanlara göre tanımları ise şu şekildedir:

Toplumsal anlamda eğitim, kültürel birikimin aktarılması sürecidir. Bu şekilde toplumun kültüründe süreklilik sağlanır.

Sosyal anlamda eğitim, bireylerin birbirleri ile etkileşiminin ve topluma adapte olmasının sağlanmasıdır. Çünkü okulda birbirinden farklı kültür özelliklerine sahip kişiler bir aradadır.

Ekonomik anlamda eğitim ise, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.[23]

Bu tanımlamalardan yola çıkılarak eğitim şu şekilde tanımlanabilir, belli bir program düzeninde, bireylere bir takım edinimler kazandırılarak günlük hayata hazırlamaktır.

2.1. EĞİTİM BİNALARINDA PLAN TİPOLOJİLERİ

Bu bölümde Dünya'da ve Türkiye'de kullanılmakta olan eğitim binalarının plan tipolojileri anlatılacaktır. Eğitim binalarının plan tipolojilerinin oluşumu; öğrenci sayısına, okulun eğitim felsefesine, bulunduğu bölgenin iklimine ve konumuna bağlıdır. Eğitim binaları;

1. Avlulu Plan Tipi
2. Blok Plan Tipi
3. Küme (Grup) Plan Tipi
4. Kasaba Plan Tipi olarak 4'e ayrılabilir.[24]

2.1.1. Avlulu Plan Tipi



Şekil 2.1. Avlulu Plan Tipi (Rigolon A., 2010) [24]

Şekil 2.1'de görülen plan tipine sahip eğitim binalarının kullanıcılarında, psikolojik olarak güven ve korunma hissi oluşmaktadır. Avlulu plan tipine sahip eğitim binaları iki büyük etkiye sahiptir: ilki okul topluluğu içinde sahip olma duygusuna önemli ölçüde katkı sağlamak, ikincisi ise, iç mekânlar için görsel odak sağlamaktır. Avlulu plan tipine sahip eğitim binalarının 3 alt tipi vardır.

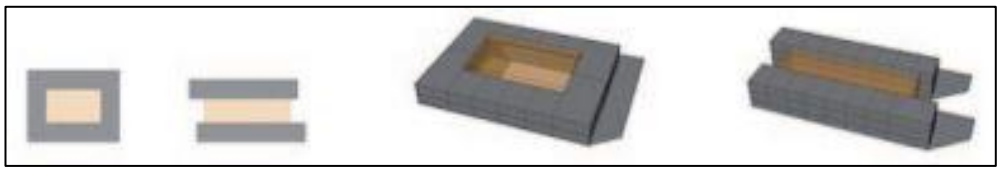
Bunlar;

- Kapalı Avlu
- Açık Avlu

· Çoklu Avlu olarak sıralanabilir.

Hacimler genellikle doğrusal bir modeli takip etmektedir. Avlunun açık veya kapalılık seçimi, mekânları çevrelemek ve böylece bir evren oluşturmak amacındadır. Kentsel bölgelerde korumalı (kapalı avlulu), kırsal kesimlerde ise yatayda L ya da U şekilli açık avlulu plan tipi tercih edilmektedir. [24]

2.1.2. Blok Plan Tipi



Blok Plan Tipi **Merkezi Atrium** **Öğrenim Sokağı**

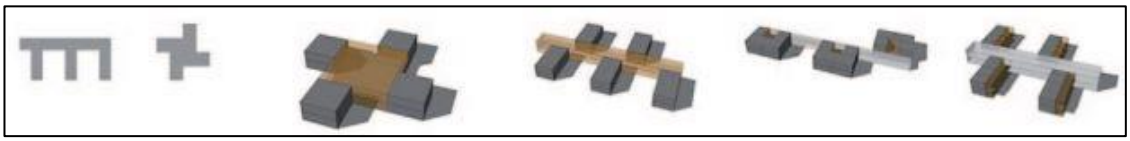
Şekil 2.2. Blok Plan Tipi (Rigolon A., 2010) [24]

Blok plan tipli (şekil 2.2) eğitim binaları, kompakt hacim ve basit iç düzenleri ile karakterizedir. Bu plan tipinin ikinci büyük özelliği, sınıf, stüdyo, laboratuvar gibi temel öğrenme mekânları büyük tutularak sosyalleşme olanağına sahip olmasıdır.

Blok plan tipli eğitim yapıları merkezi atrium ve öğrenim sokağı olarak farklı biçimleri mevcuttur. İki biçimde de dolaşım alanlarını optimizasyonu ve öğretim alanlarında esnek bir düzen amaçlanmaktadır.

Blok plan tipli eğitim yapıları, kendi iç alanlarının yaygınlığı göz önüne alındığında kapalı avlulu yapılarla benzerlik göstermektedir. [24]

2.1.3. Küme (Grup) Plan Tipi



Küme Plan Tipi **Merkezi Atrium** **Merkezi Lineer** **Ünite Atrium** **Ünite Lineer**

Şekil 2.3. Küme (Grup) Plan Tipi (Rigolon A., 2010) [24]

Şekil 2.3'deki küme plan tipli binaların farklı hacimlerde parçalanmış olması, küme plan tipine sahip eğitim binalarının ana karakterini oluşturmaktadır. Bu parçalanma, farklı pedagojik birimleri temsil eder. Bu birimler, "küçük öğrenme toplulukları" olarak kabul edilmektedir. Birbirinden bağımsız hacimler, genel toplanma alanlarına bağlıdır. Küme plan tipli eğitim yapıları, dolaşım düzenine bağlı olarak merkezi lineer veya merkezi atrium düzenli olarak iki farklı tipte olabilmektedir.[24]

2.1.4. Kasaba Plan Tipi



Kasaba Plan Tipi **Kompakt Blok** **Parçalı Strüktür**

Şekil 2.4. Kasaba Plan Tipi (Rigolon A., 2010) [24]

Kasaba plan tipine sahip eğitim binaları, şekil 2.4'deki gibidir. Bu plan tipinde mekânların ve fonksiyonların çokluğu karakterizedir. Bu bağlamda, özel ve halka açık mekânlar, onları bağlayan yollarla birlikte erişimlerinin sağlanması küme plan tipiyle benzerlik göstermektedir. Kasaba plan tipli eğitim binaları, kompakt blok ve parçalı strüktür olarak iki farklı çeşittedir.[15]

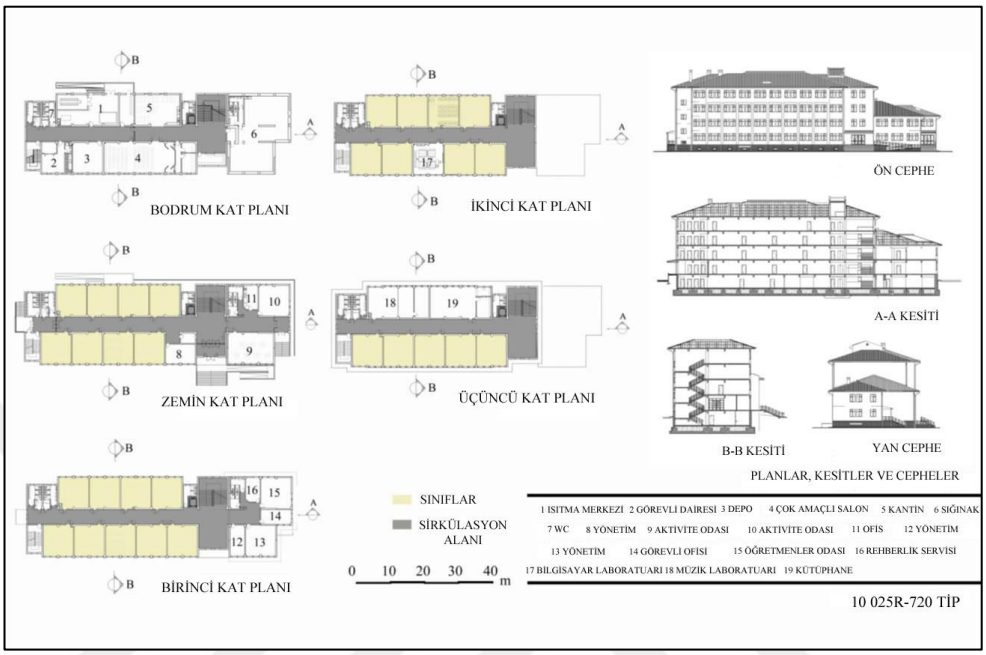
Öğrenim sokağı plan tipi, diğer plan tiplerine göre Türkiye'de kullanımı daha yaygın olandır. İncelenen sürdürülebilir özelliği sahip eğitim binalarının ve İskenderun'daki mevcut lise binasının yapı künyelerinde, sahip oldukları plan tipolojileri belirtilmiştir.

2.2. TÜRKİYE'DE EĞİTİM BİNALARI ve EĞİTİM

TİP OKULLAR

Türkiye'de 1997 yılında, zorunlu ilköğretim süresi 8 yıla çıkarılmıştır. Bu durumun okul mimarisine yansımaları olmuştur: MEB projelerin "tip" olarak üretilmesine karar vermiştir. Projelerin bazıları uygulanmıştır ve MEB 2000 yılında, tüm projeleri bir katalog olarak yayımlamıştır. Katalogda, 240, 480, 720, 960 ve 1200 öğrencilik ilköğretim okulları ve 480, 720, 960, 1200 öğrencilik yatılı ilköğretim bölge okulları ile 480, 720, 960 öğrencilik pansiyonlu ilköğretim okullarına ait tip projeler yer

almaktadır. Bu projeler, Gazi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimar Sinan Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Erciyes Üniversitesi mimarlık bölümleri tarafından hazırlanmıştır.[25] Şekil 2.5'de tip okul örneği görülmektedir.



Şekil 2.5. Tip Okul Örneği [18]

12 Yıl Zorunlu Eğitim (4+4+4)

1997 yılında yürürlüğe giren sekiz yıllık zorunlu eğitimde 1. sınıf öğrencisi ile 8. sınıf öğrencilerinin aynı binayı ve bahçeyi paylaşmaları, alt sınıflarda ezilmeler gibi problemlere yol açması, bu ve buna benzer nedenlerden dolayı 2012 yılında, (4+4+4) 12 yıl zorunlu eğitim sistemi yürürlüğe girmiştir. Bu sistemde, yaş aralığı düşürülerek ilkokulların farklı binalarda, ortaokul ve liseye giden öğrencilerin ise başka binalarda eğitim yapmasına olanak tanınmıştır. Bu sistemin iki amacı vardır. Bu amaçlardan biri toplumun ortalama eğitim süresini yükseltmek, diğeri ise eğitim sisteminde bireylerin ilgi, ihtiyaç ve yeteneklerinin gerektirdiği yönlendirmeye ortam sağlayacak şekilde düzenleme yapmaktır.(Dinçer Ö., 2012) 12 yıl zorunlu eğitimde, ilkokul, ortaokul ve lise kademeleri 4'er yıl olarak yapılandırılmıştır. 12 yıl zorunlu eğitim sisteminde, İlköğretim çağı= İlkokul + Ortaokul 6-13 yaş aralığındadır. Bu sistemde 5 yaşını dolduran, 6 yaşına giren çocukların ilkokula başlamalarına fırsat verilmiştir. Böylelikle bireyin bir yıl erken hayata adım atması sağlanmıştır. Yeni yapıda, çocukların gelişim özellikleri esas alınarak kademelendirme yapılmıştır.[26]

Eğitim'de Kademelenme

Eğitim türleri informal ve formal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İnformal eğitim, isminden de anlaşıldığı gibi belli bir programı yoktur. Aile, arkadaş çevresi, kitle iletişim araçları gibi her türlü ortamda olabilir. Formal eğitim ise, yaygın ve örgün olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yaygın eğitimde, belli bir yaş sınırı yoktur, bireyin kendi amaçları vardır. Örgün eğitim ise, belirli yaş gruplarından oluşur, örgün eğitimi oluşturan kademeler ön koşuldur.[23] Eğitim binaları incelenirken örgün eğitim veren kurumların amaçlarından başlanacaktır. Bu kurumlar içerisinde, okul öncesi eğitim, ilkokul, ortaokul ve lise kurumlarının amaçları incelenecektir.

Okul Öncesi Eğitim

12 yıl zorunlu eğitim sistemine göre, 37 - 66 ay aralığındaki çocukların anaokulunda veya uygulama sınıflarında, 48 - 66 ay aralığındaki çocukların ise anasınıflarında okul öncesi eğitim almaları sağlanacaktır.[26] Okul öncesi eğitimin amacı; çocukların, bedensel, zihinsel, duygusal gelişimini ve iyi alışkanlıklar kazanmasını, ilköğretime hazırlanmasını, farklı çevrelerden gelen çocuklarla birlikte ortak bir yetişme ortamı sağlanmasını, dilin doğru bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır.[26]

İlkokul

12 yıl zorunlu eğitimin ilk dört yılını içeren ilkokul kademesi, öğrencinin okula alıştığı ve temel beceriler kazandığı dönemdir.[27]

Ortaokul

Eğitim sisteminin ikinci dört yılını içeren ortaokul kademesi, öğrencinin yeteneklerini sınadığı ve geliştirdiği bir dönemdir.[26]

Lise

Eğitim sistemindeki üçüncü dört yıl ise öğrencilerin yetenekleri, gelişimleri ve tercihleri doğrultusunda genel eğitim veya mesleki ve teknik eğitim aldığı kademedir.[26]

Bu tanımlamaları özetlemek gerekirse, her eğitim kademesinin farklı amacı, hedefi vardır. Tüm eğitim kademeleri, bireylere çevreyi koruma, var olan kaynakları verimli kullanma gibi alışkanlıkların kazandırılabilmesi için uygun ortamlardır.

2.3. Eğitim Kurumları Asgari Tasarım Kılavuzu 2015'e Ait Genel Tasarım Kriterleri – Eğitim Binasının Sahip Olması Gereken, Çevre, Ekonomi ve Topluma Yönelik Özellikler

2015 yılında revizyonu yapılan 'Eğitim Kurumları Asgari Tasarım Kılavuzu Genel Tasarım Kriterleri' ne ait[28], binanın sahip olması gereken, çevreye, ekonomiye ve topluma yönelik özelliklerden bazıları aşağıdaki gibidir:

2.3.1. Yerin ve Doğal Süreçlerin Anlaşılması

Eğitim binasını tasarlayabilmek için, bulunacağı yeri ayrıntılı bir şekilde analiz etmek, o yeri sahip olduğu tüm özellikleri ile iyice anlamak gerekir. Yeri iyi analiz edip anlayarak; yere ait özellikler ile binanın yönlendirilmesi, mekân organizasyonu ve kullanıcıların konforu, bina kabuğunun sahip olması gereken özellikler, ulaşımın sağlanması gibi aşamalarda doğru tasarım kararları alınmış olacaktır. Meydana getirilecek mimari yapı ile oluşturulan yapay çevre, doğal sistemin bir parçası olmalıdır. Böylelikle, eğitim mekânları ve eğitime yardımcı alanlar arasında etkileşim kurularak, öğrencilerin başarılarına katkı sağlanabilecektir.[28]

2.3.2. Kullanıcı İçin Bir Okul

Eğitim binalarının aktif kullanıcıları olan öğrenciler, tasarım sürecine dâhil edilmeli, onlara sosyal ve çalışma alanlarından kendi beklentilerini ifade etmesi sağlanmalıdır. Bu şekilde yapı kullanıcısı ile birlikte yapılan çalışmalarla, yapı içinde neyin daha iyi hale getireceği ile ilgili net sonuçlara varılabilir. Kullanıcının aktif olarak dâhil edildiği çalışmalarla, kullanıcının yaşadığı mekânı daha çok sahiplenmesi de sağlanmış olacaktır.[28]

2.3.3. Toplum İçin Bir Okul

Eğitim binaları, belli yaş grubundaki kişileri hedefleyerek meydana getirilmektedir. Toplumun diğer yaş gruplarının da uygun dönemlerde öğrenim sürecine dâhil edilmesi ile eğitimde hedef kitlenin tüm toplumu kapsaması sağlanmış olacaktır. Milli Eğitim Bakanlığına bağlı okulların toplum tarafından kullanılması, ''Okullar Hayat Olsun Projesi'' ilkeleri doğrultusunda okula ait spor salonu ve ana etkinlik salonları hem öğrencilere hem de okul saatleri dışında halkın kullanımına açık olabilir.[28]

2.3.4. Yenilenebilir Olmak

Yenilenebilir enerji kaynakları tasarımlarda aktif olarak kullanılmalıdır. Gün ışığından, doğal havalandırmadan maksimum düzeyde yararlanılmalı ve enerji tasarrufu sağlanmalıdır. Alternatif mekânlar oluşturulurken, bütçeye bağlı olarak daha fazla alan sağlama çözüm önerileri geliştirilmelidir. Çağımızın inşaat tekniklerinden faydalanmak için, tasarımlarda modüler yaklaşım incelenmeli, maliyeti azaltacak sistemler araştırılmalıdır.[28]

2.3.5. Esnek, Uyarlanabilir ve Büyüyebilir Olmak

Günümüzde kullanılmakta olan eğitim binalarının belirli öğrenci kapasitesi vardır, ancak herhangi bir göç, doğal afet, okul değişimi vb. sonucunda, bu binadan kapasitesinin üzerinde öğrenci talebini karşılaması beklenecektir. Bu gibi durumlarda, oluşabilecek sıkıntıları en aza indirebilmek için, eğitim binalarının gerektiğinde büyütülmeye veya küçültülmeye elverişli olarak tasarlanması önem kazanmaktadır. Özellikle arazi kullanımlarında, eğitim binasının ilerleyen yıllarda genişleyeceği düşünülerek bina yerleşimlerine özen gösterilmeli ve gelişme alanları planlanmalıdır. Uzun süreli uyarlanabilirlik, mekânın büyüklüğünü değiştirmek veya boş alanları kullanmak için, iç duvarların hareket etmesine olanak verecek şekilde tasarım, okulun kullanım ömrünü uzatmak açısından önemlidir.[28]

2.3.6. Konfor Koşulları

Konfor kavramı tüm bireyler için önemlidir. Eğitim binalarında ise, etkin öğrenimin sağlanabilmesi için, konfor sağlanmasına yönelik özelliklere, binanın tüm alanlarında önem verilmelidir. Parlamaya, kamaşmaya vb. neden olmayan aydınlatma, optimum koşullarda ısı konforu, akustik konfor ve havalandırmanın rahatsızlık vermeden sağlanması eğitimde başarıya ulaşabilmek için gereklidir. Yaz – kış aylarında ısısal konfor koşullarını etkilemeyecek şekilde temiz hava girişi sağlanmalı ve sıcak mevsimlerde aşırı ısınmayı engellemeye yönelik tasarım önlemleri alınmalıdır. Bunlara çözüm olarak, doğal havalandırmadan fan gücü ile sıcak havanın ortamdan uzaklaştırılması için doğal baca sağlanmalıdır.[28]

2.4. Türkiye'de Eğitim Binalarında Çevreyi, Kaynakları Korumaya Yönelik Yapılan Çalışmalar

MEB'e bağlı okul öncesi, ilkokul ve ortaokullarda öğrencilerde çevre konusunda bilinç oluşturmak, okulların bulunduğu mahallede yaşayan bireylerin kullanımına açılmasını, öğrencilerin okul bahçelerinde meyve yetiştirme deneyimi kazanmalarını sağlamak, enerji verimliliği bilinci kazandırmak gibi amaçlarla bir takım projeler uygulanmıştır ve uygulanmaktadır. Bunlardan bazıları:

2.4.1. Eko Okullar Programı

Eko-Okullar Programı okul öncesi, ilk ve ortaokullarda çevre bilinci oluşturmak, çevre yönetimi ve sürdürülebilir kalkınma konularında eğitim vermek için uygulanan bir programdır. Bu programla, öğrenciler çevresel konularda bilgi edinmekte ve bununla birlikte kendi ailelerinde, yerel yönetimlerde ve sivil toplum kuruluşlarında (STK) çevresel konularda bilinç sağlamada etkin rol almaktadır.

Programın uygulandığı okullarda başarı sağlanabilmesi, okul idaresinin, eğitimcilerin ve öğrencilerin birlikte koordineli bir şekilde çalışmalarına bağlıdır. Ayrıca, bu programa katılan öğrenci komitesinin, ailelerini ve yerel yöneticileri bilinçlendirme çalışmaları, öğrencilerin iletişim kurma yeteneğini geliştirmektedir.

Program, çevre için yapılan bütünsel bir okul faaliyetini kapsar ve uygulandığı okullardaki başarısı, okul idaresinin, öğretmenlerin ve öğretmenlerin birlikte, ilgiyle çalışmalarına bağlıdır. Komitenin yerel halkı ve yöneticileri bilinçlendirme çabaları ise öğrencilerde iletişim kurabilme becerilerini geliştirmeyi ve iyi bir yurttaşlık eğitimini sağlar.

Eko-Okullar Programı dahilinde yapılan çalışmalara ve verilen çevre eğitimleriyle üstün başarı sağlayan okullara 'Yeşil Bayrak' ödülü verilmektedir. Bu ödül, uluslararası düzeyde tanınmaktadır. Ödülün geçerliliği iki yıldır, bu nedenle ödülün iki yılda bir yenilenmesi gerekmektedir.[29]

Eko Okullar Programının Yararları

Programın uygulanması, öğrencilere çevre konusunda olduğu kadar, yaşamları boyunca kullanacakları ve başarılarını etkileyecek alışkanlıklar kazandırır.

Bu programa kayıtlı okullardaki komite öğrencileri;

- Bir grup üyesidir,

- Grup çalışmasına alışır, katılımcı bir yapı oluşturur,

- Sorunları tanıma, çözüm üretme ve tartışma becerisi geliştirir,

- İnisiyatif kullanma, karar verme yeteneği gelişir,

- Plan yapma ve rapor yazma becerisi gelişir,

- Tüketim alışkanlığı değişir, gereksiz harcama önlenir,

- Doğal kaynakları koruma bilinci gelişir.

Bu programın okula faydaları ise şu şekildedir;

- Temizlik ve düzeninde devamlılık sağlanır,

- Su ve elektrikten tasarruf öğrencinin katkısıyla sağlanır,

- Okulun öğrenciler tarafından sahiplenilmesi sağlanır,

- Okul, bulunduğu çevrede merkezi konumdadır,

- Okulun ulusal ve uluslararası boyutta tanınması sağlanır,

- Eğer istenilirse, iletişim ağı vasıtasıyla ulusal ve uluslararası düzeyde etkileşir.[29]

Eko Okullar Programına Dâhil Konular

Programa yeni kayıt olan okul, ilk 2 yıl boyunca çöp-atık ve geri dönüşüm konularında çalışmaktadır. Çöp-Atık konusuna çalışıp 'Yeşil Bayrak' ödülü alan Eko-Okullar, diğer konulardan herhangi birini seçerek çalışmalarına devam etmektedir.

Eko-Okullar Programı konuları;

- Çöp, Atık ve Geri Dönüşüm (yeni kayıtta iki yıl zorunlu konu)

- Enerji

- Su

- Biyolojik Çeşitlilik

- Tüketim Alışkanlıkları

Eko-Okullar yukarıda belirtilen konulara, iki yıl çalıştıktan ve öğrencilerin konuyu tam manasıyla anladıklarından, emin olunmasından sonra;

- İklim değişikliği ve Küresel Isınma

- Ulaşım

- Sağlıklı Yaşam ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

- Hava, Su, Toprak, Gürültü ve Işık Kirliliği

- Organik Tarım vb. konularda çalışmalarına devam edebilmektedir.[29]

Eko okullar programının, tamamen öğrencinin katılımıyla gerçekleştiriliyor olmasının, çevreyi koruma bilincinin kazandırılması açısından önemli olduğu söylenebilir.

2.4.2. Eğitim Binalarının Çevresel Performansını İyileştirmeye Yönelik Yapılmış ve Yapılmakta Olan Çalışmalar

Okullarda enerji verimliliğinin arttırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır, bu çalışmalara başlarken enerji konusu üç başlık altında toplanmıştır:

-Yakıt

-Elektrik

-Su

Yapılan iyileştirme çalışmalarında öncelikle, pilot okullar seçilmiştir. Bu pilot okulların özelliği; yakıt, elektrik ve su tüketimlerinin fazla olmasıdır. Ayrıca okul yöneticilerine ‘Okullarda Enerji Verimliliği’ konulu seminer verilmiştir.[30]

2.4.3. Eğitim Binalarının Yenilenmesi (İstanbul)

İstanbul'da kamu binalarının depreme karşı hazırlanması çalışmalarını yöneten İPKB, depreme karşı güçlendirme ve yeniden yapım çalışmalarının yarıdan fazlasını eğitim binaları için seferber etmiştir. İSMEP kapsamında 860 okul tamamlanmıştır. 233'ü yıkılıp yeniden yapılmış, 627'si ise güçlendirilmiştir. Yeniden yapılan okullar deprem açısından güvenli olmasının yanı sıra estetik, modern ve doğaya uyumludur. İstanbul'da proje kapsamında tasarlanan 44 okulun mimarlarından olan Semra Uygur: ''*Okul yapıları çocukların ilk kez kamusal mekân ile yüzleştikleri alandır. Bu nedenle hepimizin hayatında, toplumla kaynaşma deneyimi açısından çok önemlidir. Hepimizin okul anıları vardır, ancak bu anılar mekânlar ile anımsanırlar. Okul anılarımızda yer eden mekânların bıraktığı izlenimler çevre duyarlılığımızı, şehirlerimizin daha yaşanır olmasını da sağlayacak alt yapılardır. Bu nedenle, bu okullarda okuyan öğrencilerin başka mekânlara daha eleştirel bakabileceklerini ve daha iyisini talep edeceklerini öngördük, bu da önemli bir parametre oldu''* şeklinde projedeki temel fikirlerini belirtmiştir. İstanbul'daki 44 okulun yerleri şekil 2.6'da görülmektedir. Bu projelerde, birincil etkeni sosyal sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. Bununla birlikte, işletim ve bakım masrafları minimum düzeyde tutulmaya çalışılarak, enerji tasarrufu ve kullanılan yapısal malzemelerin kaplanmadan, boyanmadan kullanılabilir olmasına önem verilmiştir. Bu eğitim yapılarının oluşmasını sağlayan tasarımcıların (ve diğer destek verenlerin) ana ilkesi tevazu ve yalınlık olmuştur.[31]



Şekil 2.6. İstanbul'da 44 Okul Harita [31]

Bu okullarda herhangi bir yeşil bina sertifikasına başvurulmamıştır, ancak okullar projelendirilmeye başlamadan önce, okul yönetimleri ile görüşülerek, istekleri dikkate alınarak, araziye uygun yerleşim, dersliklere gün ışığının soldan alınması gibi kurallara uygun olma, işletim ve bakım masraflarının minimum düzeyde olması gibi sürdürülebilir özellikleri içermektedir. Ayrıca, daha sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutması amacıyla, okullar tamamlandıktan sonra kullanıcılara memnuniyet anketleri yapılmaktadır.[32] İstanbul'da 44 Okul'dan biri olan Üsküdar Sultantepe Ortaokulu'na ait görsel şekil 2.7'de görülmektedir.



Şekil 2.7. Üsküdar Sultantepe Ortaokulu-Cemal Emden [33]

Eğitim binaları, öğrencilerin kamusal mekânla ilk kez yüzleştiği alanlardır. Bunun önemli olmasının nedeni, belli bir yaşa kadar ailemizle birlikte evde aldığımız eğitim kısıtlıdır, toplumdaki farklı özelliklere sahip kişilerle tanışmamızı, ailemizden edindiğimiz alışkanlıkları yaşıtlarımıza aktarmamızı veya yaşıtlarımızdan farklı alışkanlıklar edinmemizi sağlayan ortamlardır. Bu binalarda, yeni bilgiler kazanılırken, deneyimler de paylaşılmaktadır.

2.4.4. Okullar Hayat Olsun Projesi

Bu projenin temel amacı; okulların toplum hizmetine açılması, yani okulun eğitim amaçlı kullanılmadığı zamanlarda, yaz aylarında, hafta sonlarında, dersliklerin, kütüphanelerin, bilgi teknolojileri sınıflarının, konferans salonlarının, spor salonlarının ve okul bahçelerinin, velilerin ve okulun bulunduğu mahallede yaşayan bireylerin kullanımına açılmasıdır. Bu sayede, okullar öğrenciler ve yetişkinler için hayat boyu öğrenme merkezi, eğlenme ve dinlenme aktivitelerine imkân tanıyan, yaşayan güvenli alanlar haline dönüştürülmelidir.

Projeden beklenen faydalar:

-Okul bina ve eklentileri ile okul bahçelerinden mümkün olduğu ölçüde yararlanılması,

-Okul-aile ilişkisi ile okulu sahiplenmenin güçlendirilmesi,

-Halkın artan mesleki, sosyal ve kültürel hizmet talebinin karşılanması,

-Hayat boyu öğrenmenin yaygınlaştırılması,

-Ülke kaynaklarının etkin kullanılması,

-Fiziki kapasitesi okul alanları ve bahçeleri ile sınırlı olan, il ve ilçelerde hizmet üretme potansiyelinin ortaya çıkarılması,

-Belediyelerin, okul bina ve bahçelerini okul saatleri dışında kullanarak hizmet üretmeleri,

-Kamu birimleri arasında işbirliğinin kurumsallaşmasına katkı sağlanması,

-Belediye hizmetlerinin yaygınlaştırması,

-Toplumun öğrenme imkânlarının genişletilmesidir.[34]

Bu proje sayesinde, eğitim binalarının kullanılmadığı haftasonları ve yaz aylarında, bu binalardan yararlanılmış olacaktır.

2.4.5. Çocukların Meyve Bahçeleri Projesi

Projenin amacı; ilköğretim okullarında meyve bahçeleri kurarak, öğrencilerin meyve yetiştirme deneyimi kazanmalarını sağlamak ve öğrencilerin bahçelerle temasını arttırmaktır. Proje süresi: 3 yıldır (2009-2012). Proje ile çocukların, okullarında kendi meyve bahçelerini kurup büyüterek, toprağı, meyveyi, ağacı tanıyıp, doğanın değerini bilerek yetişmesi hedeflenmiştir.

Projenin uygulanacağı okulların belirlenmesi için, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden uzmanlarla aday okullar gezilerek, okullarda uygun alanlar belirlenmiş, bölgeye uygun fidanların belirlenmesi ve bahçe tasarımlarının ardından yapılan altyapı çalışmaları ile belirlenen alanlar dikim için uygun hale getirilmiştir. Proje okullarındaki öğrencilerin meyve bahçelerinin kurulmasını, bakımını ve takibini yapacakları Meyve Bahçesi Kulüpleri kurulması teşvik edilmiştir.

Projeye dahil olan tüm okullardaki Meyve Bahçesi Kulübü öğrencileri ile meyve hasadı etkinliklerinin yanı sıra, yağmur suyundan sulama suyu elde etme, organik atıkların gübre olarak kullanılması (kompostlama), bahçelerindeki canlıları tanıyacakları etkinlikler gerçekleştirilmiştir.[35]

2.4.6. Enerji Çocuk Projesi

Bu projede amaç; ortaokul çağındaki (5, 6, 7 ve 8. Sınıf) öğrencilere, enerji verimliliği algısının ve bilincinin kazandırılmasıdır. Proje süresi, 2014-2016 yıllarıdır.

Enerji Çocuk Projesi ile çocukların bulunduğu her ortamda (ev, okul) enerjinin verimli kullanımının sağlanması amaçlanmakta ve tüketimi konusunda bilinçlendirilmeleri hedeflenmektedir.

Projede ülke genelindeki on binlerce çocuğa, tiyatro, çizgi film, bilgisayar oyunları ve diğer görsel faaliyetlerle ulaşılarak, bilinçlendirme çalışması yapılmaya çalışılmıştır. Proje kapsamında öngörülen çalışmalar:

Tüm okullarda “Enerji Verimliliği Kulübü” oluşturulması ve bu kulüplerin hazırlayacağı yıllık faaliyet planına göre yıl boyunca okullarda çeşitli aktivitelerde bulunulacak, yıl boyu enerji verimliliği adına farklı etkinlikler düzenlenecektir.

Öğretmenler tarafından seçilen çocuklara enerji verimliliği eğitimleri verilecek ve bu eğitimleri alan çocukların bir sertifika ile “Enerji Çocuk” olarak seçilmesi sağlanacaktır.

Enerji verimliliği ile ilgili çeşitli yarışmalar düzenlenmektedir.

Enerji verimliliğini anlatan uygulama ve çalışmaların gösterildiği gezici bir çadırın hayata geçirilmesi sağlanacaktır. Adeta bir laboratuvar ortamı gibi hazırlanan çadırda tüm çocuklar için çeşitli görsel uygulamalarla enerjinin nasıl verimli olarak kullanılabileceği ve enerji kaynaklarımız gözlemlenebilecektir.[36]

İncelenen çevreyi ve kaynakları korumaya yönelik çalışmalar ve projeler, öğrencilere belirtilen konularda bilinç kazandırmayı ve enerjinin verimli kullanımının sağlanmasını hedeflemektedir.

2.5. Bölüm Sonucu

Eğitim, toplumdaki tüm bireylerin sosyal yaşamda yer almalarını sağlayacak, bir takım bilgi ve alışkanlıkların, okul içinde veya dışında kazandırılması için, yol gösterme olarak tanımlanabilir. Tez kapsamında eğitim kavramını inceleyecek olursak, belli yaş gruplarına ayrılan çocuk ve gençlerin, okul içinde, alışkanlıklar, bilgiler, beceriler kazanmasına yardımcı olmaktır. Bu noktada eğitim binaları, çevreyi, kaynakları koruma gibi edinimlerin kazandırılması için önemlidir. MEB diğer kurum ve kuruluşlar ile birlikte, bu edinimleri kazandırmaya yönelik çalışmalar yapmıştır ve yapmaktadır. Türkiye’de yeni yapılacak eğitim binalarının tasarımlarında ise, binanın sürdürülebilirlik kriterlerine göre tasarlanması konusuna önem verilmektedir. Eğitim binasını sürdürülebilir yapan özelliklerden, sonraki bölümlerde detaylı olarak bahsedilecektir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK, SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIK, SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNALARI

3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Tarihsel Süreçte Gelişimi

Fen Bilimlerinden sosyal bilimlere, birçok farklı alanda kullanılmakta olan sürdürülebilirlik kavramı; bir topluluktaki bilimsel, sosyal, kültürel ve doğal kaynakların hepsinin kullanımında, ihtiyaç fazlasının kullanılmamasını ve dünyada yaşayan canlılardan sonra gelecek nesillere bu kaynakları aktarabilmeyi sağlamak olarak tanımlanabilir. Farklı alanlarda kullanılan sürdürülebilirlik kavramının temel özelliği, insanların geleceğini konu alması ve kullanıldığı alandaki kaynakların korunmasını içermesidir.(Tıraş H) [37]

1960'lı yıllardan sonra, gelişen teknolojiye ve giderek artan insan kaynaklı etkinliklerle birlikte görülen aşırı ve kontrolsüz kaynak kullanımı sonucu, doğadaki bozulmaların ve zararlı sonuçlarının büyük problemler halini almaya başlaması sonucunda, ekoloji (=çevre bilimi) konusu dikkate alınmaya başlanmıştır. (Demir A,2012; Yıldız, 2009)[13]

Sürdürülebilirlik ve çevre konuları ilk defa 1971 yılında İsviçre'de yapılan uzmanlar panelinde ele alınmıştır. 1972'de Stockholm'de gerçekleştirilen 'İnsan ve Çevre' konferansına birçok gelişmekte olan ülke katılmıştır. (Sev, 2009)[3] 1976 yılında Kanada'nın Vancouver kentinde "Birleşmiş Milletler (BM) İnsan Yerleşimleri Konferansı- Habitat I" yapılmıştır. Toplantıda gelişmekte olan ülkelerin karşılaştıkları kentleşme ve konut sorunlarının çözümlenmesi ve uluslararası işbirliği yapılması konuları üzerinde durulmuştur. (Çamur ve Vaizoğlu, 2007: 299;Tıraş H) [37] 1980 yılında ise BM Çevre Programı tarafından "Dünya Koruma Stratejisi" yayınlanmıştır. Sürdürülebilir bir topluma ulaşmak için koruma ve geliştirme düşüncesinin birlikte ele alınması gerektiğine vurgu yapılmıştır. (Bozoğlan, 2005: 1017-1018; Tıraş H) [37]

Sürdürülebilirlik kavramı, Dünya Doğayı Koruma Birliği (IUCN) tarafından 1982 yılında kabul edilen Dünya Doğa Şartı belgesinde yer almıştır. Bu şart; insanların yararlandığı ekosistem, organizmalar, kara, deniz ve atmosfer kaynaklarının, uygun değerde sürdürülebilirliğini sağlayabilecek biçimde yönetilmeleri gerektiği, fakat bunun ekosistemlerin ve türlerin bütünlüğünü tehlikeye atmayacak biçimde

yapılmasının öngörülmesi şeklindedir. (Tosun, 2009: 1; Altuntaş 2012)[38] 1983 yılında yapılan BM Genel Kurul Toplantısı'nın sonucunda da 'Ortak Geleceğimiz' raporu açıklanmıştır. Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Başkanı Gro Harlem Brundtland tarafından açıklanan ve 1987 yılında yayımlanan bu raporda sürdürülebilirlik; 'bugünün gereksinmelerini, gelecek nesilleri, kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılamaktır' olarak tanımlanmaktadır. (Sev, 2009)[3] 1992 yılında BM tarafından Rio de Jeneiro'da düzenlenen Dünya Zirvesi'nde çevre ve kalkınma sorunlarının nasıl ilişkilendirileceği konusu gündeme gelmiş, ana tema sürdürülebilir kalkınma olmuştur. Stockholm'den Rio'ya en önemli değişiklik; Stockholm'de kirlilik ve yenilenemeyen kaynakların tüketimi konusunda 'sorun kaynaklı bir yaklaşım' geliştirilirken, Rio'da 'doğal kaynaklara dayalı sürdürülebilir ekonomik büyüme ile insan kaynaklarının geliştirilmesi'ni benimseyen bütünleşik bir yaklaşım benimsenmiştir.(Altunbaş, 2004; Sev 2009)[3] Rio Çevre ve Kalkınma Deklarasyonu'nda çeşitli anlaşmalar imzalanmıştır. Bunlar; Gündem 21(Agenda 21), BM İklim Değişiklikleri Çerçeve Sözleşmesi, BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi olarak bilinmektedir. Gündem 21, her ülkenin yeryüzünün ekolojik dengesinin bozulma sürecini tersine çevirerek, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemesini öngörmekte ve sürdürülebilirlik tartışmasını teorik alandan uygulamaya taşıyacak öneriler sunmaktadır. (Sev,2009)[3] 1993 de Chicago'da Uluslararası Mimarlar Birliği Dünya Kongresinde, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği benimseyen üyeler; çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik çalışmaları odağa almak, sürdürülebilir tasarımın uygulanmasını sağlayacak yöntemler, ürünler hizmetler ve standartlar geliştirerek, bunların sürekliliğini sağlamak, toplumun her kesimini bu konu ve önemi hakkında eğitmek gibi kararlar alınmıştır. (Sev, 2009 s.15) [3] 1994'de Kahire Nüfus ve Kalkınma Konferansı, 1995 de Kopenhag Sosyal Kalkınma Konferansı, 1996'da İstanbul Habitat II Kent Zirvesi' ve bunları takip eden konferanslar sürdürülebilirliğin tüm dünyada kabul görmesini sağlamıştır. 1997 de Kyoto'da 'Kyoto Protokolü' imzalanmıştır. Bu protokole göre, hava kirliliği oluşturan sera gazlarının 2012 yılına kadar azaltılması konusunda hedefler belirlenmiştir.(Sev,2009)[3] 2000 yılında BM "Bin Yıl (Milenyum) Zirvesi" düzenlenmiş, 2001 yılında 'İstanbul+5' adıyla New York'ta düzenlenen toplantıda daha önce alınan kararlar ve gelinen nokta konusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

(Çamur ve Vaizoğlu, 2007: 300-301;Tıraş H)[37] 2002 yılında Johannesburg şehrinde yapılan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde 1992 BM Çevre ve Kalkınma Konferansı kararlarının uygulanmasına yönelik daha etkili stratejiler üzerinde durulmuştur. (Sev,2009)[3] Zirve sonrası yayınlanan bildiride; ekonomik kalkınma, sosyal kalkınma ve çevrenin korunması sürdürülebilirliğin üç bileşeni olarak belirlenmiştir.(Tıraş H)[37]

BM'nin öncülüğünde sürdürülebilirliğe ilişkin uluslararası toplantılar yapılmaya devam etmiştir. Bu toplantılar sırasıyla şöyledir (Sipahi, 2010: 334)[39]; 2002'de, I. Dünya Kentsel Forumu (Nairobi), 2004'te II. Dünya Kentsel Forumu (Barcelona), 2005'te Birleşmiş Milletler Dünya Zirvesi, 2006'da III. Dünya Kentsel Forumu (Vancouver), 2008'de IV. Dünya Kentsel Forumu (Nanjing), 2010'da V. Dünya Kentsel Forumu (Rio de Jenerio).(Tıraş H)[37]

20-22 Haziran 2012 tarihlerinde 'Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı (Rio+20)' Brezilya'nın Rio de Jenerio kentinde yapılmıştır. Konferans sonunda 'İstediğimiz Gelecek (The Future We Want)' adlı sonuç bildirgesi yayınlanmıştır. Bildirgede daha önceki konferanslarda alınan kararların uygulanacağının taahhüdü yenilenmiş, insanın sürdürülebilir kalkınmanın merkezinde olduğu, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için ekonomik, sosyal ve çevresel etkenlerin uyumunun sağlanması ve toplumun tüm kesimlerinin etkin rol alması gerektiği vurgulanmıştır. (Rio+20 Konferansı, 2012,Tıraş H)[37]

III. BM Konut ve Sürdürülebilir Kentsel Gelişme Konferansı olan Habitat III ,2016 yılında Ekvator'un Kito şehrinde gerçekleştirilecektir. Konferans'ta 1996 İstanbul Habitat II'den günümüze kadar olan süreçte kentlerdeki konut sahipliliği, altyapı imkanları ve sağlıklı yaşam koşullarının ne durumda olduğu ve bu konularda yapılan tüm çalışmaların değerlendirilmesinin yapılması hedeflenmektedir. [40]

Tüm bu yapılan konferanslar ve zirvelerde, çevreye verilebilecek zararların azaltılması, doğanın, doğal kaynakların korunması gibi konularda dikkatli olunması, toplumların sürdürülebilirliğin neden önemli olduğu ve neler yapılması gerektiği gibi konularda bilinçlendirilmesinin sağlanması hedeflenmiştir.

3.1.1. Sürdürülebilirliğin Bileşenleri

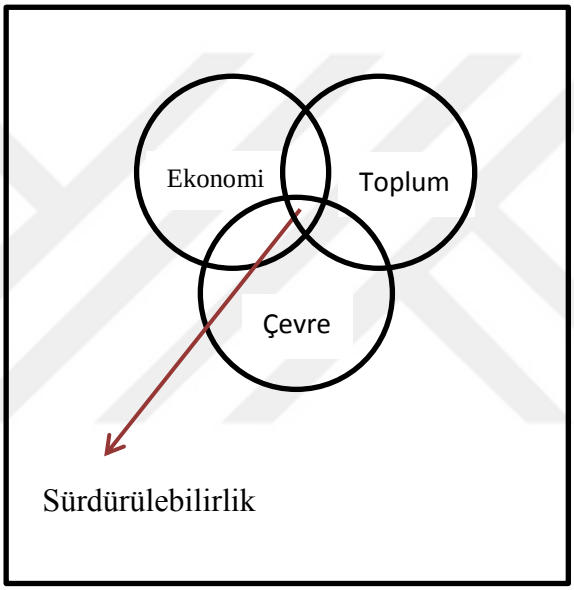
Sürdürülebilirlik, pek çok alanın araştırma konuları içerisinde yer almaktadır. Bunun nedeni olarak, sürdürülebilirliğin çok boyutlu bir kavram olması düşünülebilir.

Sürdürülebilirlik kavramı temel olarak üç bileşenden oluşmaktadır:

- Çevre

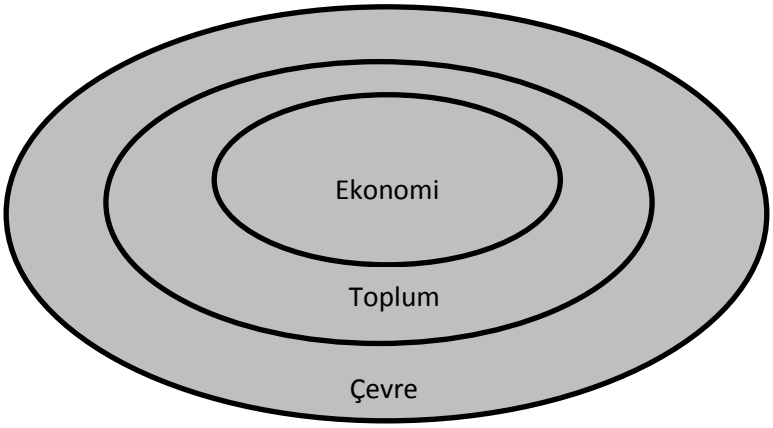
- Ekonomi

- Toplum [41]



Şekil 3.1. Üç Bileşenin İlişkilendirilmesi

Şekil 3.1.'de üç bileşenin kesiştirilmesi ile tanımlanan sürdürülebilirlik kavramı, Hart (1999) tarafından farklı tanımlanmıştır. Şekil 3.2'deki Hart'ın tanımına göre, ekonomi toplumun içinde, toplum ise ekonomi ile birlikte çevrenin içinde var olmaktadır. Sonuçta, sürdürülebilirliğe ulaşmak için, çevre, toplum ve ekonominin bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.[41]



Şekil 3.2. Hart'a Göre Sürdürülebilirliğin Tanımı (Hart, M. (1999)[41]

3.1.1.1. Sürdürülebilirliğin Çevresel Bileşeni

Çevresel sürdürülebilirliğin hedefleri; yaşadığımız çevrenin belirli bir taşıma kapasitesi olduğunu bilip, doğal çevreye, doğal çevrede devam eden doğal yaşam döngüsüne saygılı olarak, doğal kaynakların tüketimini, oluşan atıkları en aza indirgemek ve yenilenebilir kaynak kullanımını sağlamaktır. Temel amaç; yaşamımızı sürdürdüğümüz çevreyi korumak ve gelecek nesillere temiz bir çevre bırakabilmektir. Bu tanıma göre çevresel sürdürülebilirlik;

- Ekosistem Bütünlüğü
- Ekolojik Yapay Çevre
- Doğal Çeşitliliğin Devamı
- Atık Yönetimi
- Zehirli Hammaddelerin Yok Edilmesi
- Geri Dönüşümlü Malzeme Kullanımı

alt başlıklarını içermektedir.[42]

3.1.1.2. Sürdürülebilirliğin Ekonomik Bileşeni

Ekonomik sürdürülebilirliğin temel hedefi; yenilenebilir kaynakların kullanımı, geri kazanım ve yeniden kullanma faaliyetleri, enerji etkin teknolojiler, doğaya saygılı ürünler ve bu ürünlerin el değiştirebileceği pazarların oluşturulmasının sağlanmasıdır. Çevresel ihtiyaçları karşılamak ek bir maliyet getirecek ve bu ek maliyetler fiyatların artışına sebep olacaktır. Ekonomik eylemlerin maliyetleri, malvarlığı ve iş gücüne yapılan yatırımlardır. Bunlar, malzeme girişlerinin

maliyetiyle birlikte, ürünlere olan taleplerin karşılanmasından edinilecek kazançlar yoluyla karşılanmalıdır. Sürdürülebilirliğin ekonomik bileşeni;

- Sağlıklı Büyüme ve Kalkınma
- Üretimde Etkinlik
- Akılcı Kaynak ve Enerji Kullanımı
- Sürekli Döngü

kavramlarından oluşmaktadır.[42]

3.1.1.3. Sürdürülebilirliğin Toplumsal Bileşeni

Toplumsal sürdürülebilirliğin temel hedefi; bir toplulukta bireylerin kültürlerini, tecrübelerini, kendilerinden sonra gelecek olan nesillere aktarabileceği ortama sahip olmak, engellileri topluma kazandırmak, kişilerin belirli konfor (görsel, işitsel vb.) ve güvenlik koşullarına sahip olmasını ve bir yerden bir yere erişiminde kolaylık sağlamaktır. Bu tanımdan yola çıkarak toplumsal sürdürülebilirlik;

- Kültürel Kimlik
- Yaşam Kalitesi
- İnsan Sağlığı ve Güvenliği
- İstikrar, adalet ve kolay erişilebilirlik
- Tarafsızlık
- Engellileri Topluma Kazandırma

alt başlıklarını içermektedir.[42]

3.2. Mimarlıkta Sürdürülebilirlik

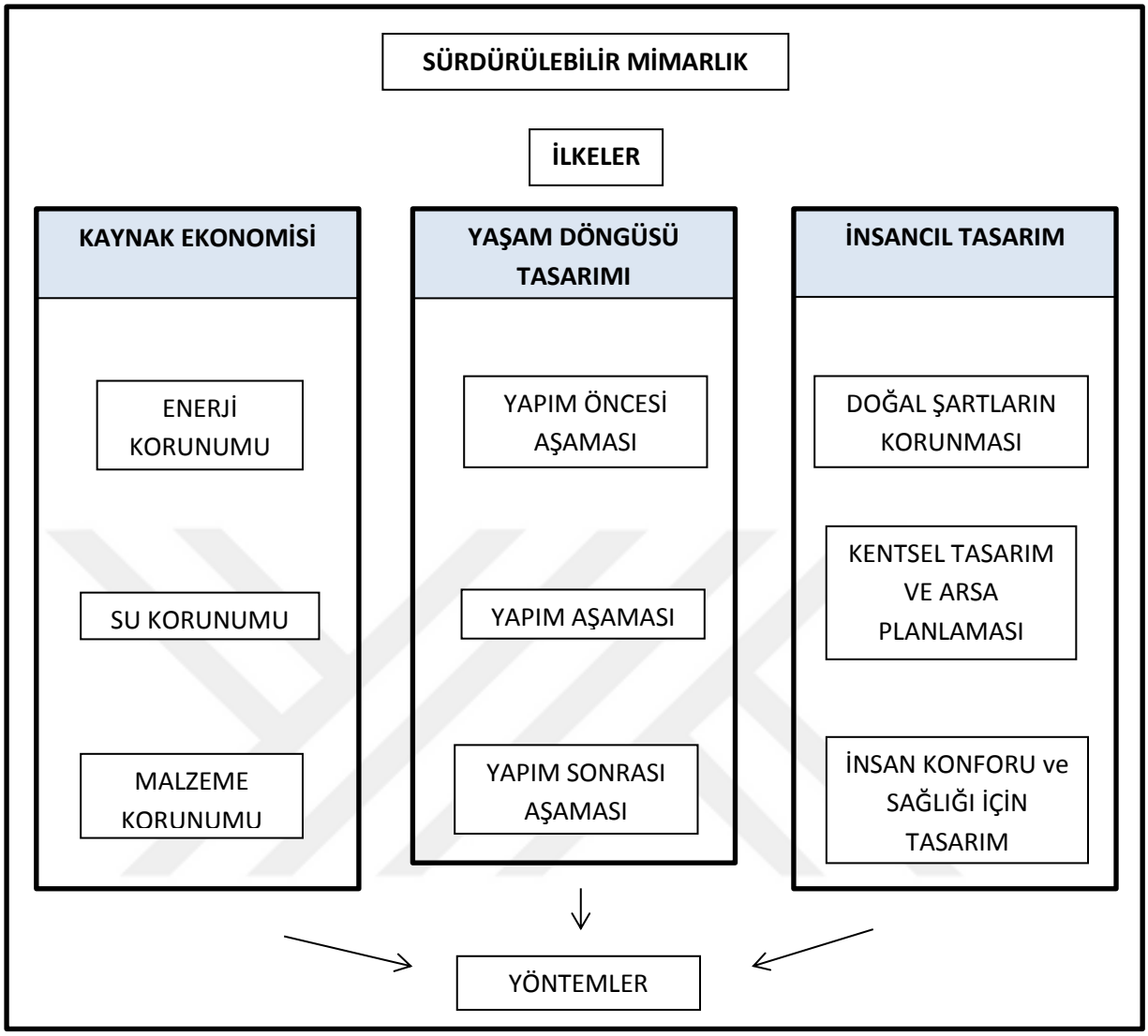
Mimaride sürdürülebilirliğin sağalanabilmesi için, ilk olarak tasarıma başlanılacak yerin iklim özelliklerini bilmek, öğrenmek gerekir. Daha sonra iklime uygun olarak, yerel malzeme kullanmak, binanın formu ile doğal aydınlatma ve havalandırmadan yararlanan, yenilenebilir kaynak kullanan bir yapı oluşturup, bu yapı ile bina kaynaklı enerji tüketimlerini, negatif çevresel etkileri azaltan, sağlıklı iç mekanlar oluşturan, tekrar kullanılabilir ve sık sık bakım-onarım masrafı gerektirmeyen malzemeleri içeren tasarım anlayışı mimaride sürdürülebilirlik olarak tanımlanmaktadır. (KAYHAN S. 2004) [43]

Mimarlıkta sürdürülebilirliğin kapsadığı hedefler; enerji, bakım-onarım maliyetlerinin, bina ile ilişkili hastalıkların, atık ve kirlilik oranının azaltılması, bunların yanı sıra yapı malzemelerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğinin arttırılmasıdır. (KAYHAN S. 2004) [43]

3.2.1. Sürdürülebilir Mimarlığın İlkeleri

Mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramının daha iyi anlaşılması için üç bileşenden oluşan bir model geliştirilmiştir. (KAYHAN S. 2004) [43] Bunlar (Şekil 3.3);

- Kaynak Ekonomisi,
- Yaşam Döngüsü Tasarımı ve Doğaya Dönüşümü,
- İnsancıl Tasarım'dır.



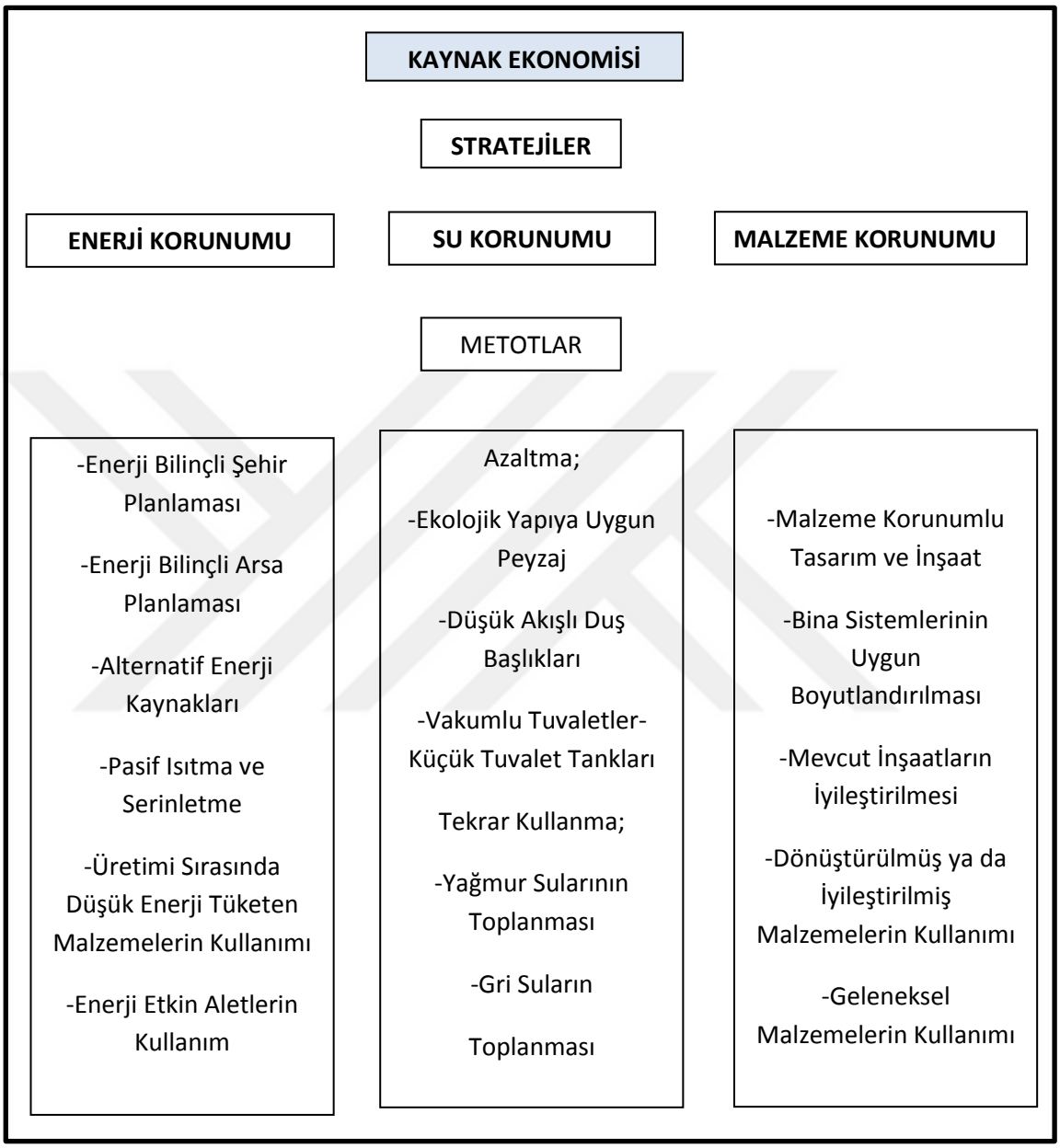
Şekil 3.3. Sürdürülebilir Mimarlık Modeli (Kim J., Rigdon B.,1998) Kayhan S., 2004'ten düzenlenerek [43]

3.2.1.1. Kaynak Ekonomisi

Binaya giren malzemeler, binadan çıktıklarında mekanik ve yapı kullanıcılarının etkisi sonucunda farklılık göstermektedir.(KAYHAN S. 2004) [43] Söz konusu durum binanın inşa edilmeye başlanması, inşa edilmesi, kullanım süresi boyunca, yani yapının yaşamını sürdürdüğü süre boyunca devam etmektedir. Sürdürülebilir mimarlığın amaçlarından biri, yapıya giren malzemelerin elde edilmesinde ve yapıda kullanılıp dışarıya çıkması sonucunda çevreye verilebilecek zararı en aza indirgemektir.

Kaynak ekonomisinin sağlanabilmesi için izlenecek stratejiler (Şekil 3.4.):

- Enerji Korunumu
- Su Korunumu
- Malzeme Korunumu



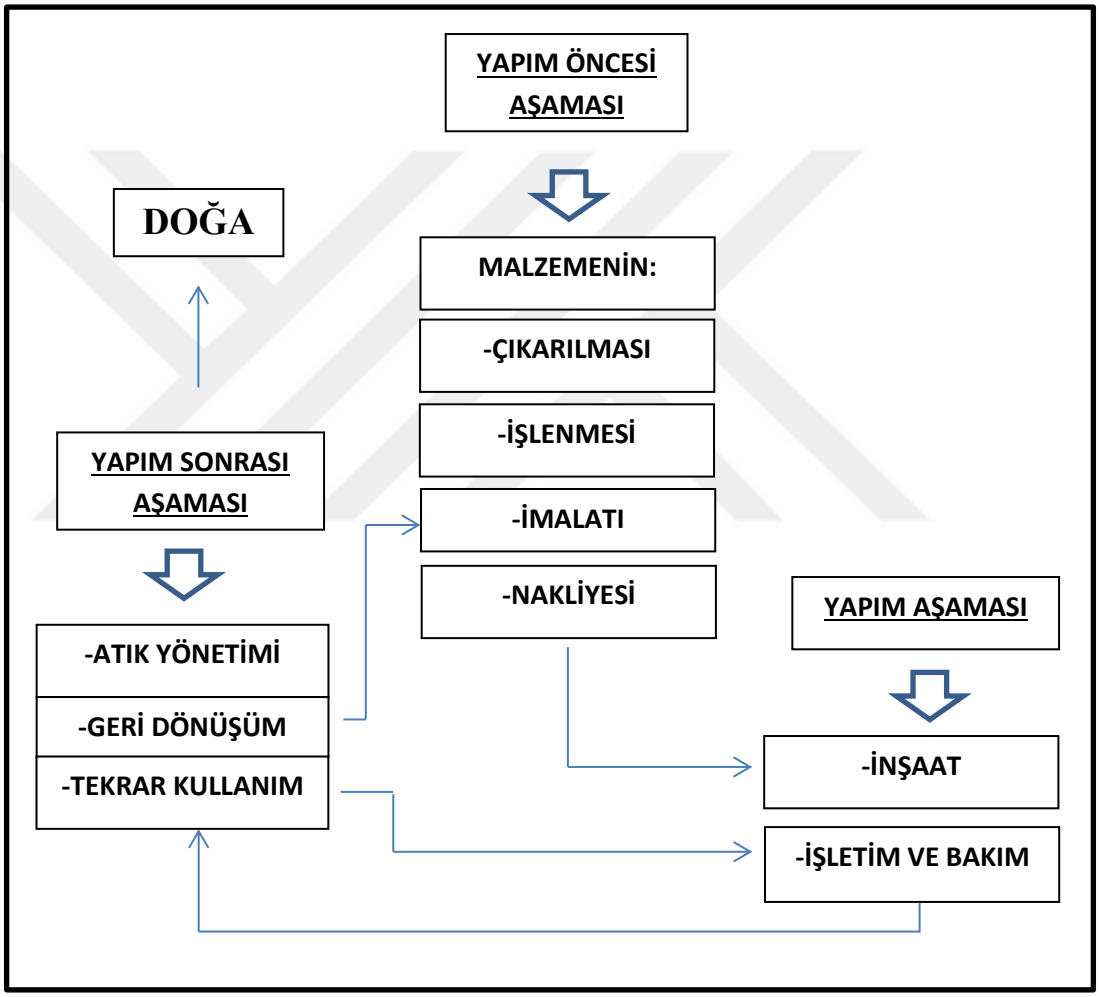
Şekil 3.4. Kaynak Ekonomisinin Sağlanabilmesi İçin Uygulanacak Yöntemler (Kim J., Rigdon B.,1998) Kayhan S., 2004'ten düzenlenerek [43]

3.2.1.2. Yaşam Döngüsü Tasarımı ve Doğaya Dönüşümü

Binanın yaşam döngüsü; tasarım aşamasından başlar, binanın inşa edilme, kullanıcılarına hizmet etme dönemlerini kapsayarak, insanlara yararlı olma döneminin sona ermesiyle, yıkılarak son bulur. Yıkım yapıldıktan sonra, doğada

herhangi bir tehlike oluşturmayacak inşaat atıklarının, tekrar doğaya kazandırılması veya başka bir yapının inşa edilmesinde kullanımı sağlanmalıdır. (Şekil 3.5.)

Binanın yaşam döngüsünde ve sonrasında, kullanılan ve kullanılmış olan malzemelerin doğada oluşturabileceği zararın (zararlı gaz salınımı, ısı adası etkisi, atık sular vb.) engellenmesi veya minimum düzeyde tutulması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için, yapım öncesi, yapım ve yapım sonrası aşamalarında yapılabilecekler sürdürülebilir mimarlığın konularındandır.



Şekil 3.5. Bina Yaşam Döngüsü (Kim J., Rigdon B.,1998) Kayhan S., 2004'ten düzenlenerek [43]

3.2.1.3. İnsancıl Tasarım

İnsan için tasarımda temel amaç; doğanın korunması, kentsel tasarım, planlanmış arsa ve yapılan binaları kullanacak olan kişilerin konfor ve sağlık koşullarını göz önüne almaktır.

3.3. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI

Sürdürülebilir eğitim binası, sürdürülebilir binayı oluşturan; su ve enerji korunumu, doğal kaynakların verimli kullanılması, kullanıcı sağlığının gözetilmesi, atıkların azaltılması ve geri dönüştürülmesi, çevre kirliliğinin önlenmesi, araziye doğru şekilde konumlanarak, güneş ışığından fayda sağlanması ve doğal havalandırmadan yararlanılması gibi özellikleri içerisinde bulunduran okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise ve yükseköğrenim binalarıdır. Bu binalar, yapının arazide konumlanması ve tasarımından, inşaatına, binanın kullanımındaki işletim sürecinden, bakımına, yenilenmesinden yıkımına kadar tüm yaşam devri boyunca çevreye karşı sorumlu ve kaynak verimliliği sağlanmış yapılardır. Bu süreçte, binanın tasarım ekibinin, mimari ekibin, tüm mühendislerin ve binanın mal sahibi ile beraber çalışanların, bir ekip halinde, işbirliği ve yakın koordinasyon içinde olmaları gerekmektedir.[44] Sürdürülebilir eğitim binalarını ifade etmek için; 'yeşil okullar, sürdürülebilir okullar, yüksek performanslı okullar' gibi farklı isimler de kullanılmaktadır.

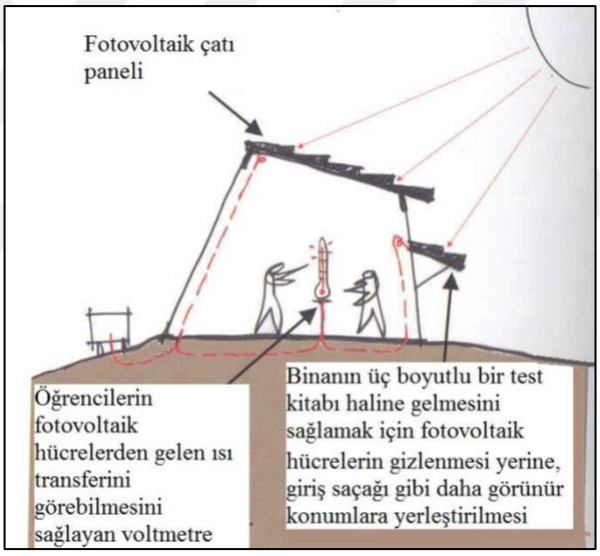
Tüm okullardaki yaşam alanlarının (derslikler, konferans salonları vb.), oyun alanlarının yüksek performanslı mekânlara dönüşmesi, öğrenmenin ve başarının artmasına dolayısıyla toplumda da bu süreç ile sürdürülebilirlik bilinci ve alışkanlığı kazandırılabileceği düşünülmektedir.[44]



Şekil 3.6. Güneş Enerjisi Depolama Sistemi (Roy Lee Walker Temel Eğitim Okulu, Texas / A.B.D)[7]

Şekil 3.6'da güneş enerjisi sisteminin yer aldığı alanın, bina kullanıcılarının bu sistemi görmesi amacıyla şeffaf tasarlanmış olduğu görülmektedir.[7]

Prakash & Fielding (2007)'e göre (aktaran Şahin ve Dostoğlu 2015); bir okul ortamında sürdürülebilir tasarım, mimarlığı, mühendisliği, yapımı, çevresel bilimi ve doğayla uyumu anlatan dinamik bir model, mükemmel bir öğrenme aracıdır. Okullarda enerji etkinliği sağlayan sistemlerin kullanılması, kullanıcılara, yapılan çevreyle dostluk, enerji koruma ve kullanımı ile ilgili anlatımları desteklemektedir. Ayrıca Prakash & Fielding (2007), eğitim binası kullanıcılarının enerji etkinliği açısından bilinç kazanabilmeleri için, okullarda fotovoltaik panellerin gizlenmesi yerine, görülebilecek yerlere yerleştirilmesinin ve bu sistemden kazanılan enerjinin izlenebileceği takip sisteminin de bulunmasının faydalı olacağını ifade etmektedir. Şekil 3.7'de, okullarda kullanılması önerilen bu uygulama görülmektedir.[5]



Şekil 3.7. Enerji Kullanımını Anlatan Bir Öğrenme Kaynağı Olarak Okul

(Prakash & Fielding (2007) (aktaran Şahin ve Dostoğlu 2015)[5]

3.3.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÖZELLİĞE SAHİP EĞİTİM BİNALARININ SERTİFİKALANDIRILMASI

Dünyada sürdürülebilir binaların, sürdürülebilirliğini değerlendiren birçok sertifika vardır. Sertifikalandırma, belirlenen kriterlere göre yapılmaktadır ve her kriterin belirli bir puan değeri vardır. Bir binanın sürdürülebilir özellikte olup olmadığını belirlemek için belli bir puan değerine sahip olması gerekmektedir, bu değer sertifikalara göre farklılık göstermektedir. [45] [46] Şekil 3.8'de dünyadaki yeşil bina sertifika sistemleri görülmektedir.



Ülke	Sistem
Kanada	Leed-Kanada
A.B.D	Leed
Meksika	Leed
Kolombiya	Leed
Brezilya	Leed
Arjantin	Leed
Norveç	Ecoprofile
Finlandiya	Promise
İsveç	Ecoeffect

Ülke	Sistem
İngiltere	Breeam
Hollanda	Eco-Quantum
Fransa	Haute Qualite d'Environment
Almanya	DGNB
Portekiz	Lider A
İspanya	Verde
İtalya	Leed-İtalya, Protokollo ITACA
Birleşik Arap Emirlikleri	Leed-Emirlikler
Güney Afrika	Green Star GA, SBAT

Ülke	Sistem
Hindistan	Leed-Hindistan, TERI-GRIHA
Malezya	Green Building INDEX
Singapur	Green Mark
Endonezya	Greenship
Avustralya	Green Star
Yeni Zelanda	Green Star YZ
Kore	Eco-Friendly Building
Çin	Green Building Label
Japonya	Casbee

Ülke	Sistem
Hong Kong	BEAM+
Tayvan	EEWH
Vietnam	Lotus
Filipinler	BERDE

Şekil 3.8. Dünyadaki Sürdürülebilir (Yeşil) Bina Sertifika Sistemleri [47]

Bu sertifikalardan dünya çapında en çok bilinenler Leed, Breeam sertifikalarıdır. Leed ve Breeam sertifikalarının kriterleri ve kategorileri çizelge 3.1'de görülmektedir. Sertifika sistemlerinin temel amacı; yapıların çevreye duyarlılığı, kullanıcı konforu gibi belli değerlendirme kriterleri üzerinden puanlandırma yaparak, binaya bir etiket vermektir. Mevcut binalara da sertifika verilebilmektedir. Sertifikalar oluşturulduğu ülkede kullanılmakla birlikte, başka ülkelerde, ülke koşullarına uyarlanarak veya doğrudan kullanılmaktadır.

Çizelge 3.1. Breeam ve Leed Sertifika Sistemleri [14]

	KRİTERLER	KATEGORİLER	DEĞERLENDİRME
BREEAM	1. Yönetim 2. Sağlık ve Memnuniyet 3. Enerji 4. Ulaşım 5. Su 6. Malzeme 7. Atıklar 8. Arazi Kullanımı ve Ekoloji 9. Kirlilik 10. Yenilik	- Alışveriş Merkezleri - Okullar - Sağlık Kurumları - Endüstri Yapıları - Mevcut Binalar	- Breeam Geçer - Breeam İyi - Breeam Çok iyi - Breeam Mükemmel - Breeam Sıradışı
LEED	1. Sürdürülebilir Alanlar 2. Su Verimliliği 3. Enerji ve Atmosfer 4. Malzemeler ve Kaynaklar 5. İç Mekân Kalitesi 6. Tasarımda Yenilikler 7. Bölgesel Öncelikler	- Yeni Binalar - Mevcut Binalar - Kamusal İç Mekân - Bina Çekirdeği ve Kabuğu - Okullar - Alışveriş Merkezleri - Sağlık Kurumları	- Leed Sertifikası - Leed Gümüş Sertifikası - Leed Altın Sertifikası - Leed Platin Sertifikası

Bir sonraki bölümde incelenecek olan eğitim binaları Breeam In Use ve Leed School sertifikalarına sahiptir. Bu nedenle Breeam ve Leed sertifikalarının hedeflerinin detaylandırılmasına gerek duyulmuştur.

BREEAM (Building Research Establishment)

İlk olarak 1990'da İngiltere'de kullanılmaya başlanan daha sonra dünyanın birçok ülkesinde benimsenen çevre dostu bina sertifikası sistemidir. BREEAM sertifikasının amacı bir binanın ne kadar çevreye duyarlı olduğunun standartlara bağlanarak ölçümünün yapılmasıdır. Çizelge 3.2'de Breeam sertifikasının kategorilerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.2. Breeam Sertifikası Kategorileri [14],[48]

	BREEAM
Planlama Aşamaları (Masterplanning Communities)	-Yönetim -Sosyal & Ekonomik Refah -Kaynaklar & Enerji -Arazi Kullanımı & Ekoloji -Ulaşım & Hareket -Yenilik
Yeni Yapılar (New Construction Infrastructure & Building)	-Mahkeme Binaları -Data Merkezleri -**Eğitim Binaları** -Sağlık Binaları -Endüstri Binaları -Toplu Konutlar -Ofisler -Diğer Binalar -Hapishaneler -Ticaret Binaları
Kullanımda (In Use Buildings)	-**Tüm konut dışı binalar**
Yenileme (Refurbishment and Fit-out Buildings)	-Konut Yenilemeleri -Konut Yenilemeleri Üyeliği -Ticaret Binaları -Ofisler -Endüstri Binaları -**Eğitim Binaları** -Sağlık Binaları -Listelenmiş tarihi binalar

Mevcut konut dışı binalara Breeam In Use sertifikası verilmektedir. Breeam In Use (Kullanımda) sertifikasının hedefleri ve sağladıkları aşağıda belirtildiği gibidir:

-Yapının işletim masraflarını azaltmak ve çevresel etkililiğini arttırmak

-Yapının değerini arttırmak,

-Pazarlanabilirliğini arttırmak,

-Yapının konfor koşullarını geliştirerek, yapıyı kullanan kişilerin üretkenliğini ve memnuniyetini arttırmak,

- Kurumsal sosyal sorumluluk, iş raporlama ve sürdürülebilir iş, liderliğe katkıda bulunmak,

- ISO 50001 ve ISO 14001 gibi çevre mevzuatı ve standartlarına uyum için rota sağlamak,

-Üretkenliği arttırma ve sürdürülebilir iş pratiğinin tanımlanmasında personel ile iletişimi kolaylaştırmak,

-Çevresel alışkanlıklar, üretkenlik kaybı, mülkiyet beyanı, imaj kaybı gibi risklerin yönetimi.[53] Breeam In Use sertifikasının değerlendirme kriterleri çizelge 3.3'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.3. Breeam In Use Değerlendirme Kriterleri [50]

Breeam In Use Değerlendirme Kriterleri
Enerji ve Sera Gazı Salımları
Su
Atık
Hava Kalitesi
Gürültü
Aydınlatma
Sağlık ve Refah

Breeam In Use sertifikasında değerlendirme 3 aşamadan oluşur:

1. Aşama

Binanın formu, inşaat ve hizmetlerine dayalı binanın karakteristik performansı değerlendirilir.[49]

2. Aşama

Binanın işletimi ile ilgili prosedürler ve uygulamalar değerlendirilir. Enerji, su tüketimi, çevresel etkiler, atık yönetimi gibi.[49]

3. Aşama

Bina kullanıcılarının yönetimidir. Yönetim politikaları, prosedürlerin uygulanması gibi.[49]

LEED (Leadership in Energy and Environmental)

Amerikan Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından oluşturulmuş sürdürülebilir yeşil bina sertifikasyonudur. Amacı, insana ve doğaya saygılı yeşil binalar ve yerleşkeler oluşturarak dünyamızın daha yaşanabilir olmasını sağlamaktır.[51] Çizelge 3.4'de Leed yeşil bina değerlendirme sisteminin kategorileri görülmektedir.

Çizelge 3.4. Leed Sertifikası Kategorileri [52]

	LEED
BD+C **Bina Tasarımı ve İnşaat** (Building Design and Construction)	-Yeni bina & Büyük Renovasyon -Çekirdek & Kabuk **-OKULLAR** -Ticaret Binaları -Veri Merkezleri -Depo & Dağıtım Merkezleri -Otel -Sağlık
ID+C **İç Tasarım ve İnşaat** (Interior Design and Construction)	-Ticari İç Mekânlar -Ticaret Binaları -Otel
O+M **Bina Kullanımı ve Bakım** (Building Operations and Maintenance)	-Mevcut Binalar -Ticaret Binaları **-OKULLAR** -Otel -Veri Merkezleri -Depo & Dağıtım Merkezleri
ND **Mahalle Gelişimi** (Neighbourhood Development)	-Plan -Proje Sertifikalandırma
HOMES **Konutlar** (Homes)	-Tek aileli Konutlar -1-3 katlı çok aileli Binalar -4-8 katlı çok aileli Konutlar

Leed sertifikası ile hem yeni binalar için hem de mevcut binalarda yapılacak yenilemeler için uygulanacak belirli sürdürülebilir tasarım kriterlerine göre değerlendirme yapılmaktadır. Çizelge 3.5'de Leed okullar değerlendirme kriterlerine yer verilmiştir.

Çizelge 3.5. Leed Okullar Değerlendirme Kriterleri [53]

Leed Okullar Değerlendirme Kriterleri
Sürdürülebilir Araziler
Su Verimliliği
Enerji & Atmosfer
Malzeme & Kaynaklar
İç Çevre Kalitesi
Yenilik
Bölgesel Öncelik Kredisi
Bütünleştirici Süreç Kredisi

Ayrıca, bu sistemlerden başka sürdürülebilir eğitim yapılarının, sürdürülebilirliklerinin değerlendirilmesi konularında California'daki okullar CHPS rehberliğini kullanırken, Washington'da ise 5000sf'tan büyük tüm yeni yapılacak veya yenilenecek okulların LEED Silver veya WSSP sertifikası almaları zorunluluk haline getirilmiştir.[54]

CHPS (Collaborative For High Performance Schools)

2001 yılında California'da geliştirilmiştir. Amaç, yeni yapılacak ya da yenilenecek eğitim binalarının önceden yapılmış olan binalara göre daha yüksek performanslı olmasını sağlamaktır. CHPS'nin temelini Leed yeşil bina değerlendirme sistemi oluşturmaktadır. CHPS'de hedef, okulların şebekeden alınan elektrik kadar, kendi sahasında üretebilen tesis özelliğine sahip olmasıdır.[54]

WSSP (Washington Sustainable Schools Protocol)

Washington'da uygulanan yeşil okul değerlendirme sistemidir. WSSP içeriği ise şu şekildedir: [55]

-Arazi

-Su

-Malzeme

-Enerji

-İç Çevre Kalitesi

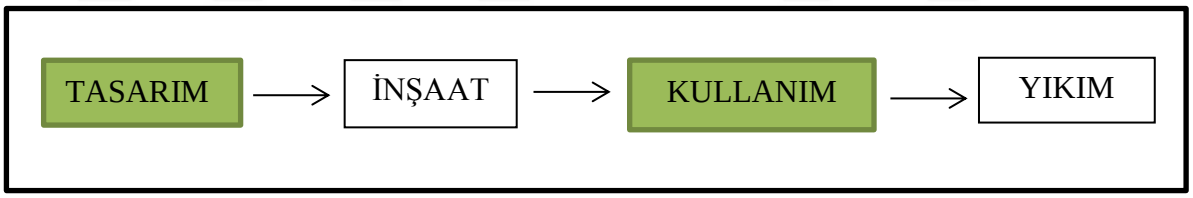
-Planlama, Eğitim ve Kullanma

3.3.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNALARININ ÖZELLİKLERİ

Sürdürülebilirlik bilincinin yapı sektöründe gelişimi, 1990'lardan itibaren giderek önem kazanmıştır. Bu açıdan tasarlanacak eğitim binalarında dikkate alınması gereken konuların başında arsanın konumu yer almaktadır. Arsanın konumunda; risk analizi yapılmalıdır. Yer seçiminde deprem, su baskını, enerji hatları, trafolar ve diğer riskler dikkate alınmalıdır.[56]

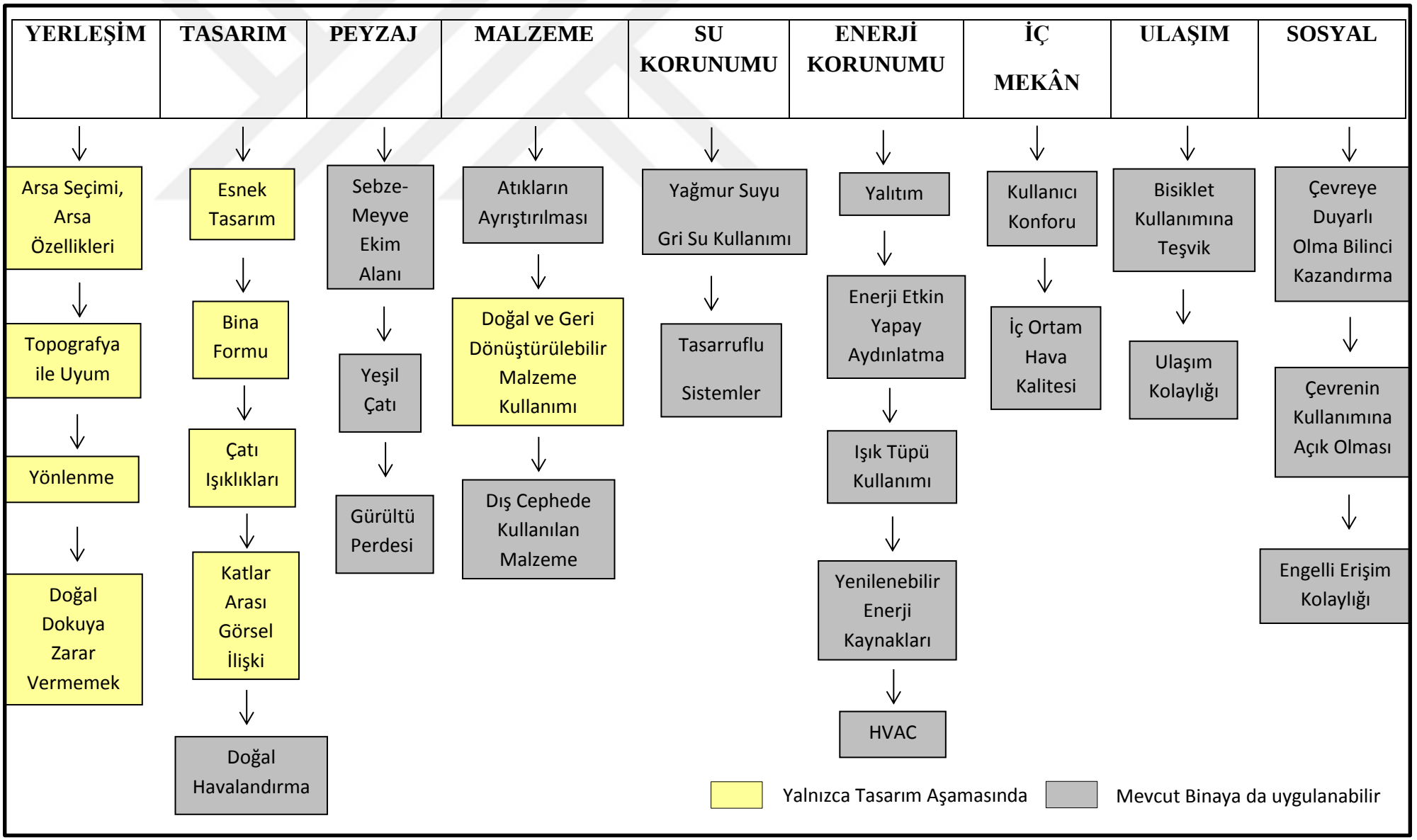
Sürdürülebilir özelliklere sahip eğitim binasında göz önüne alınması gereken özellikleri içeren çizelge 3.6, Prof. Dr. Semih Eryıldız ve Prof. Dr. Demet I. Eryıldız'ın İBB için hazırladığı yerleşim, yapı tasarımı, peyzaj, malzeme, su, elektrik ve mekanik bölümlerinden oluşan 100 kriter içeren değerlendirme sistemi [57] ve diğer bina değerlendirme sistemlerinden faydalanılarak hazırlanmıştır.

Sürdürülebilir Eğitim Binası özellikleri oluşturulurken, bir binanın yaşam döngüsünü oluşturan etmenlerden, tasarım aşamasında alınabilecek kararlar ve mevcut binaya uygulanabilecekler göz önüne alınmıştır. Şekil 3.9'da bir binanın yaşam döngüsü görülmektedir.



Şekil 3.9. Bir Binanın Yaşam Döngüsü [43]

Çizelge 3.6. Sürdürülebilir Eğitim Binası Özellikleri Tasarım Aşamasında ve Mevcut Binaya Uygulanabilecekler



1. Yerleşim

Arsa seçimi, Arsa özellikleri

Eğitim binasının tasarımına başlanmadan önce arsanın sahip olduğu özellikler iyi bilinmelidir. Arazi seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli konu, öğrencilerin sağlıklarının korunmasıdır. Araziler öğrencilerin sağlıklarını tehlikeye atacak toksin, kirletici veya güvenlik tehditlerini içermemelidir. Buna örnek olarak;

- 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 nesneler verilebilir.[15]

Arazi Topografyasına Uygun Tasarım

Tasarım yapılırken, arsanın eğimi dikkate alınmalıdır.

Yönlenme

Işık kullanımı gerektiren derslik, kütüphane gibi mekânların gün ışığından maksimum oranda yararlanması sağlanmalıdır. Ancak bu sağlanırken, gelen gün ışığı mekân kullanıcılarının görsel ve ısısal konforuna engel olmamalıdır. Dersliklere gelen ışığın, öğrencilerin konumuna göre sol taraftan gelmesine dikkat edilmelidir.

Doğal Dokuya Zarar Vermemek

Eğitim binasının inşa edileceği arsada bulunan doğal habitat (habitat: bir organizmanın yaşadığı ve geliştiği yer) [58] korunmalıdır ve bu habitatın devam edebilmesine olanak sağlanmalıdır; yeşil alanın arttırılması, yeşil çatı vb.

2. Tasarım

Esnek Tasarım

Bir eğitim binasının inşa edildiği dönemdeki özellikleri belli bir zaman sonra yeterli gelmemektedir. Bu duruma neden olan özellikler; kullanıcı sayısındaki artma veya azalma, bazı mekânlarda büyütme veya küçültme isteği ve benzeridir. Bu nedenlerden dolayı, binaların sökülüp takılabilen özellikte, yani esnek bir tasarıma

sahip olması önem kazanmaktadır. Şekil 3.10'da iç mekândaki esnek tasarıma örnek verilmiştir.



Şekil 3.10. İç Mekânda Esnek Tasarım Örneği St Monica's Koleji

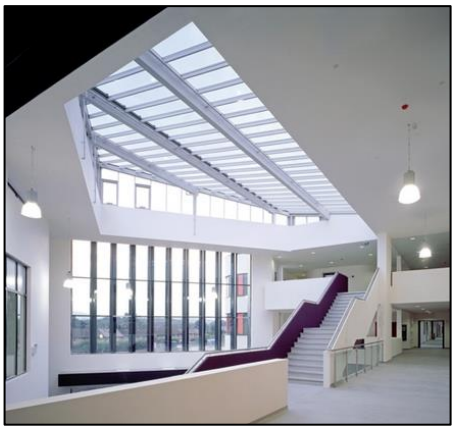
(Mimari: Branch Studio Architects) [59]

Bina Formu

Eğitim yapısının formunun bulunduğu iklime uygun olması sağlanmalıdır. İklim yapısına uygun olarak, doluluk-boşluk oranı, dış yüzey alanına, taban alanına önem verilmelidir.[60] Örneğin, soğuk iklim bölgelerindeki eğitim binalarının, ısı kayıplarını en aza indirecek bir forma sahip olması amaçlanmalıdır.[28]

Çatı Işıklıkları

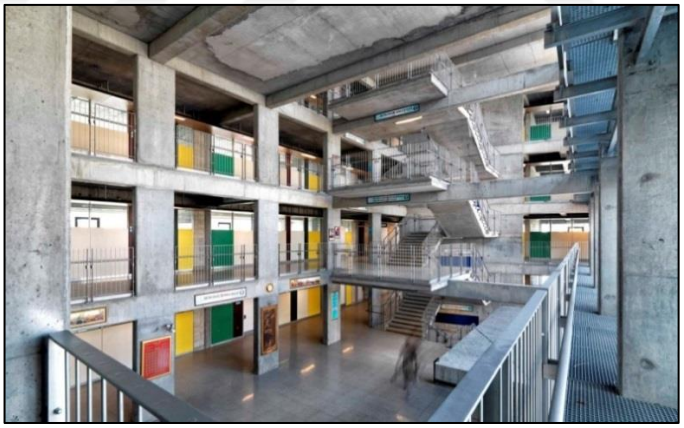
Çatı ışıklıklarının bina kullanımına uygun tasarlanması, ısıtma, soğutma ve aydınlatma açılarından konforlu bir ortam sağlarken, enerji kayıplarını da minimize edebilmektedir. Kuzeye dönük olan çatı ışıklıkları ile direkt güneş ışınımı binaya girmemekte, yaygın gök ışınımı içeri alınmaktadır. Doğuya yönlendirilmiş çatı ışıklıkları sabahları maksimum düzeyde aydınlık ve solar ısı kazancı sağlamaktadır. Batıya dönük çatı ışıklıkları ise öğle güneş ışığı ve ısı kazancı sağlar. Kış aylarında, güneye yönlendirilmiş çatı ışıklıkları diğer yönlere oranla istenilen ısı kazancını sağlamaktadır, fakat yaz aylarında ortamdaki ısıyı arttırarak, konforsuzluğa neden olabilmektedir. Çatı ışıklıkları uygulamalarında, binanın enerji etkinliğini arttırmak amacıyla, iklim ve yönlendirmeye göre cam seçilmelidir. Çatı ışıklığı için temperlenmiş ya da lamine camlar uygun olmaktadır. [61] Şekil 3.11'de Titus Salt School'a ait çatı ışıklığı yer almaktadır.



Şekil 3.11. Çatı Işıklığı (Mimari: Anshen + Allen / Titus Salt School)[62]

Katlar Arası Görsel İlişki

Eğitim binalarının iç mekânlarında kullanılan atriumlar, katlar arasında görsel ilişki sağlamaktadır. Bu sayede bina kullanıcılarının birbiri ile etkileşim içinde olmaları ve binanın içinde hava sirkülasyonu sağlanmaktadır. Şekil 3.12'de katlar arası görsel ilişkinin sağlanabileceği bina örneği görülmektedir.



Şekil 3.12. Katlar Arası Görsel İlişki

(Mimari: Uygur Mimarlık / Yahya Kemal İlköğretim Okulu) [63]

Doğal Havalandırma

Yapılarda havalandırma, yapay sistemler ya da doğal yollarla sağlanabilmektedir. Yapının doğal yollarla istenilen seviyede havalandırılabilmesi, uygun nitelikteki dış havanın yapıya ulaşmasını, bu havanın yapı kabuğu aracılığıyla yapı içine

alınmasını, yapı içinde yeterli ve uygun hava dolaşımının sağlanmasını ve kirlenen havanın yapı dışına çıkarılmasını gerektirmektedir.[64] Doğal havalandırmanın işletme masrafı düşüktür ve havanın kalitesini arttırmaktadır. Bulunduğumuz mekânı havalandırabilmenin en genel ve kolay yöntemi, mekânda bulunan pencereyi ya da kapıyı açarak, ortamda bulunan havanın hareket etmesini sağlamaktır. Yapının havalandırılmasında, güneşin, yerel özelliklerin, yeşil dokunun, çevredeki binaların vb. etkilerin, yanı sıra havalandırmayı sağlayan doğal hava hareketi ile yapının;

• Konumu

• Biçimi

• Birimlerinin yerleşimi ve

• Boşlukları arasındaki ilişki önemlidir. [64]

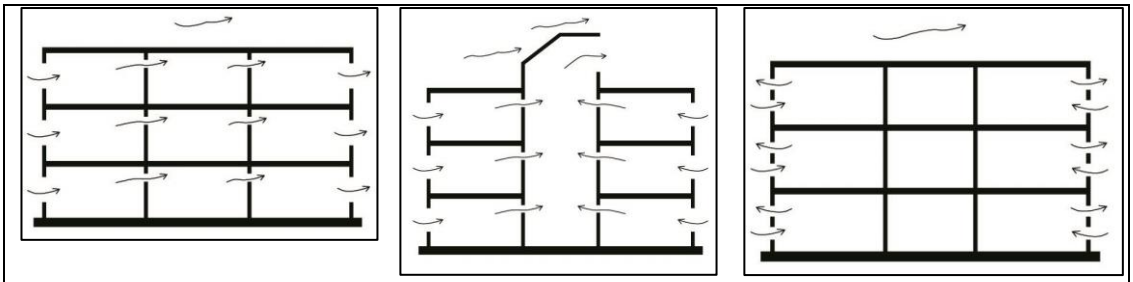
Hava hareketinin temel prensiplerine dayalı olarak kullanılan farklı teknikler şekil 3.13'de görülmektedir. Havalandırma teknikleri, iklimsel koşullara göre farklılık göstermektedir. [65]

Doğal havalandırma yöntemleri:

• Havalandırmayı yönlendiren doğal kuvvetler olan, rüzgâr ve ısısal kaldırma kuvveti ya da bu kuvvetlerin birlikte kullanımı.

• Hacimleri havalandırmak için doğal itki kuvvetleri kullanılır. Bunlar; tek taraflı havalandırma, karşılıklı çapraz havalandırma veya baca havalandırmasıdır.

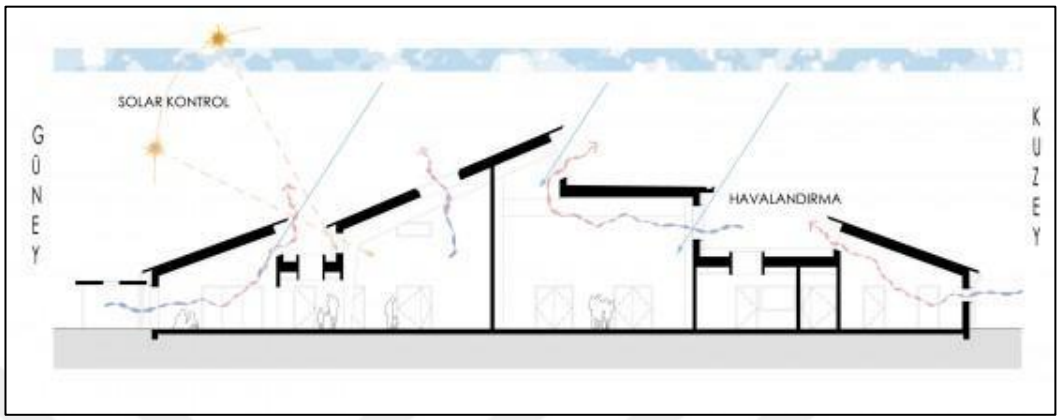
• Rüzgâr kuleleri, rüzgâr yakalayıcıları, bacalar, çift cephe, atrium ve gömülü kanallar, yapıda doğal havalandırma sağlamak için kullanılan havalandırma elemanlarından en önemlileridir. [65]



a) Çapraz Havalandırma b)Baca Havalandırması c)Tek Taraflı Havalandırma

Şekil 3.13. Doğal Havalandırma Çeşitleri (Kesitler)

Özellikle eğitim binaları açısından iç ortamdaki havanın sağlık sorunları oluşturmaması oldukça önemlidir. Çünkü günlük ortalama 8 saat ve ortalama 20 kişi bir dersliği paylaşmaktadır. Derslik gibi toplu kullanılan ortamların, ideal hava kalitesine sahip olmaması, bulaşıcı hastalıkların yayılmasına yol açmaktadır.



Şekil 3.14. Baca(Yığın) Havalandırması

(Mimari: Architype – Jonathan Hines, Leah Dempsey, Howard Meadowcroft, Ade Scholefield, Emma Taylor, Jenny Kerrigan, Mark Barry, George Mikurcik / St Luke Primary School) [66]

Şekil 3.14'de havalandırma şeması görülen St Luke İlkokulu kuzey-güney doğrultusunda tasarlanmıştır, çatı pencereleri açılabilmektedir ve böylelikle yapıda çapraz havalandırma ve baca etkisi ile doğal havalandırma sağlanmaktadır.[66]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Okulun doğal havalandırmaya ihtiyacı olan bölgelerinin belirlenmesi ve ekonomik bir şekilde çözümlenmesi gerekmektedir.

3. Peyzaj

Sebze - Meyve Ekim Alanı

Okul bahçelerinde yeşil alan oranı arttırılmalıdır. Okul bahçelerinin bir kısmı öğrencilerin kullanabileceği bitki yetiştirme alanları olarak kullanılabilmelidir. Böylelikle öğrenciler ve diğer bina kullanıcıları kendi ürettikleri besinleri tüketebileceklerdir. Şekil 3.15'de, İstanbul'da bulunan eğitim binasının bahçesindeki sebze-meyve ekim alanı uygulama örneği görülmektedir.



Şekil 3.15. Eğitim Binasında Permakültür Bahçesi (İstanbul) [67]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Eğitim binasının bulunduğu yerde yetişebilecek az su tüketen malzemelerin seçilmesi ve uygun yöne yerleştirilmesi gerekmektedir.

Yeşil Çatılar

Yeşil çatıları en sade şekilde tanımlamak gerekirse, binaların üzerinde veya herhangi bir kotta bulunan bitki örtüsüne verilen isimdir. Yetişme ortamının derinliği, bitki türü, yüzey alanı ve dikey yükler dikkate alındığında seyrek, yoğun ve yarı-yoğun bitkilendirilmiş çatılar olmak üzere üç farklı çeşide sahiptir. [68] Şekil 3.16'da Sharrow School'a ait yeşil çatı görülmektedir.



Şekil 3.16. Yeşil Çatı Örneği

(Mimari: Sheffield / Sharrow School) [69]

Yeşil çatıların birçok faydası bulunmaktadır. Bunlar:

-Yeşil çatı yapıyı güneşin UV ışınlarından korumaktadır.

-Yeşil çatıda bulunan bitki toprağı, yalıtıma katkıda bulunduğu için ısınma maliyetlerinde azalmalar görülür.

-Toz partikülleri tutulur, doğal dengenin bozulmasına neden olan gazların oranının azalmasını sağlar. Hava kirliliğinin önlenmesine katkı sağlar.

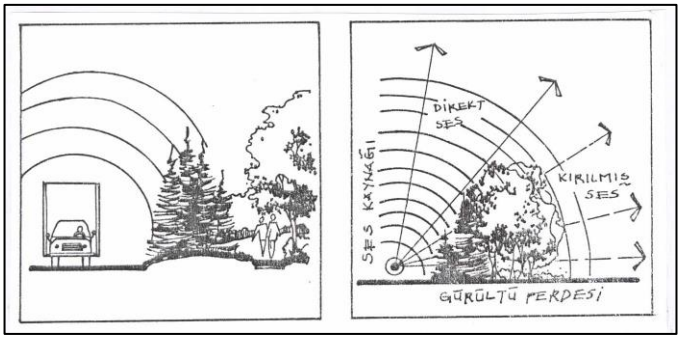
- Yeşil çatıda bulunan bitki örtüsü ve toprak tabakası sesi yutar, gürültüyü emer. Böylelikle kentlerdeki gürültü kaynaklı psikolojik vb. sorunların azalmasına fayda sağlar.

-Yeşil çatıda bulunan toprak tabakası yağmur suyunu emer ve bu sayede kanalizasyona giden su oranı azalır, sel baskını riski minimize edilmiş olur.[70]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Mevcut bina çatısının, yeşil çatıyı oluşturan malzemelerin sahip olduğu ağırlık değerlerini karşılayıp karşılamayacağının araştırılması, bitkilerin ise az su tüketen özellikte olması gerekmektedir.

Gürültü Perdesi

Bina içinde bulunan akustik tasarım gerektiren etmenlerin yanı sıra, binanın bulunduğu konumun yakınındaki ulaşım araçları vb.den kaynaklanan sesler de gürültü meydana getirerek konforsuzluk oluşturabilir. Bu durumların ortadan kaldırılabilmesi veya en aza indirilebilmesi için teknik ve biyolojik önlemler alınabilmektedir. Teknik önlemler; yapıda ses emen sistemlerin geliştirilmesi, ses geçirmeyen izolasyon malzemelerinin binada kullanılmasıdır. Biyolojik önlemler ise; bitkilerin gürültüyü azaltma özelliğinden faydalanılarak, gürültü kaynağı ile binanın bulunduğu yer arasına yerleştirilen çalı ve ağaçlardır.[71] Buna ait örnek şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Bitkilendirme ile Gürültü Kontrolü Sağlamak [72]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Gürültü kaynaklarının yönlerinin belirlenmesi ve seçilen bitkilerin sahip olduğu özelliklerin bulunduğu iklime uygun olması gerekmektedir.

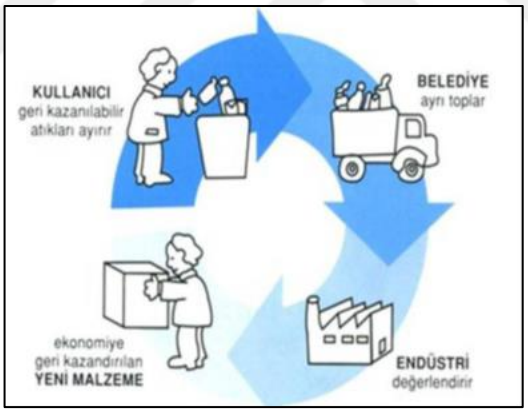
4. Malzeme

Atıkların Ayrıştırılması

Katı atıkların fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikincil ham madde olarak üretimi sürecine sokulmasına 'Geri Dönüşüm' denir.

Katı atıkların toplanması ve temizlenmesi dışında, aynı şekilde korunması ile, ekonomik ömrü doluncaya kadar birçok kez kullanılmasına 'Tekrar Kullanım' denir.

Geri dönüşüm ve tekrar kullanım kavramlarını kapsayan atıkların özelliklerinden faydalanılarak, içindeki bileşimlerinin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesine 'Geri Kazanma' denir. [73] Şekil 3.18'de atık geri kazanımı şeması görülmektedir.



Şekil 3.18. Geri Kazanım Çalışmaları Akım Şeması [73]

Atıkların geri kazanılması sayesinde;

-Katı atık miktarı ve hacmi azaltılır.

-Depolama sahalarının kullanım ömrü uzatılır.

-Ham maddeden tasarruf sağlanır.

-Doğal kaynaklar korunur.

-Enerji tasarrufu sağlanır.

-Geri kazanıma katkıda bulunan kişiler sayesinde, çevre duyarlılığı artar.[73]

Atıkların geri kazanımının sağlanabilmesi için, farklı malzemeler farklı alanlarda (Şekil 3.19-Şekil 3.20) toplanmaktadır. Çünkü atıkların geri kazanımının sağlanması, bu şekilde daha başarılı olabilmektedir.



Şekil 3.19.İç Mekân Atık Toplama [74]



Şekil 3.20. Atıkların Ayrı Toplanması [75]

Eğitim binalarında atıkların ayrıştırılmasının, öğrencilere çevreye duyarlı olma konusunda kazandırılabilecek en kolay alışkanlıklardan biri olduğu söylenebilir. Öğrencilerin, plastik, kâğıt vb. atıklarını, bu atıklar için ayrılmış özel alanlara atması alışkanlığını evde de sürdürmeleri sonucu, ebeveynlerinde bu konuda bilinçlendirilebileceği düşünülmektedir.

Mevcut eğitim binasında uygulanabilir bir özelliktir. Atık kutularını kullanacak kişilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Doğal ve Geri Dönüştürülebilir Malzeme Kullanımı

Binayı oluşturan malzemelerin tümünün doğal malzemeden oluşması, sürdürülebilir özelliğe sahip olması sağlanmalıdır. Bu sayede, bina yararlı ömrünü tamamladığında, binada kullanılan malzemeler tekrar doğaya kazandırılabilecektir. Şekil 3.21'deki Kingsmead İlköğretim Okulu'nun ana strüktürü ve dış duvarları ahşaptır.[76]



Şekil 3.21. Eğitim Binasında Doğal Malzeme Kullanımı

(Mimari: White Design / Kingsmead İlköğretim Okulu)[77]

Dış Cephede Kullanılan Malzeme

Arsanın ısı adası etkisini en aza indirmek için, yapıların dış cephelerinde açık renk malzeme ve boya kullanımı ısı adası etkisini en aza indirecektir. Şekil 3.22'de dış cephenin açık renk olmasına ait bir örnek yer almaktadır.



Şekil 3.22. Dış Cephenin Açık Renk Olması

(Mimari:Brooks + Scarpa Architects / Green Dot Animo Leadership High School)[78]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Çevreye zarar verebilecek herhangi bir bileşen içermemesine dikkat edilmelidir.

5. Su Korunumu

Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km³'tür. Bu suların %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. İnsanların kullanabileceği tatlı su kaynakları azdır. [79] Çizelge 3.7'de kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarları görülmektedir.

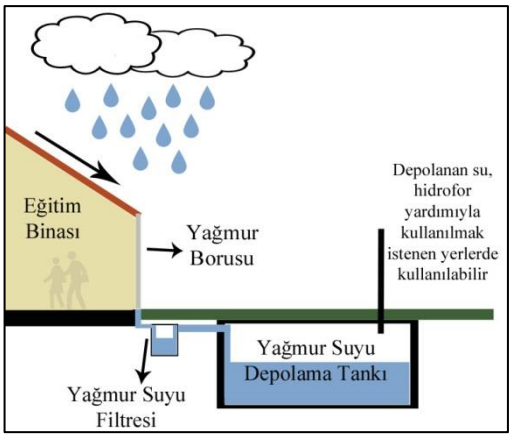
Çizelge 3.7. Kişi Başına Düşen Yıllık Kullanılabilir Su Miktarları [79]

Dünya genelinde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarları:
Su Fakiri < 1.000 m³
Su sıkıntısı çeken < 2.000 m³
Su Zengini > 8.000-10.000 m³

Türkiye'de kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1.519 m³ dolaylarındadır, bu veriye göre Türkiye su sıkıntısı yaşayan bir ülkedir.[79] Bu nedenle, suyun korunması konusu oldukça önem kazanmaktadır. Okul binaları bağlamında suyun korunumuna bakılacak olunursa, okullar bir takım alışkanlıkların kazanıldığı yerler olarak değerlendirilebilir ve su tasarrufu konusuna büyük oranda önem verilmelidir.

Yağmur Suyu Kullanımı

Yağmur sularının binalarda kullanılması, doğadaki su dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Kanalizasyona giden su yükünü ve taşkın riskini azaltmaktadır. Ayrıca, özellikle okullarda bu sistemlerin kurulması ve öğrencilerin su miktarı takip sistemlerini görmeleri, 'suyun korunumu' bilinci oluşturulması açısından faydalı olacaktır.



Şekil 3.23. Yağmur Suyu Toprak Altı Depolama Sistemi

Yağmur suyu şekil 3.23'de görüldüğü üzere toprak altında depolanabileceği gibi peyzaj tasarımında havuz öğesi veya şekil 3.24'deki gibi toprak üzeri sarnıçlarda toplanarak kullanılabilmektedir. Yağmur suyunun eğitim binalarında kullanılabileceği yerler:

-Rezervuarlar

-Bahçe sulama

-İç-dış mekân temizliği



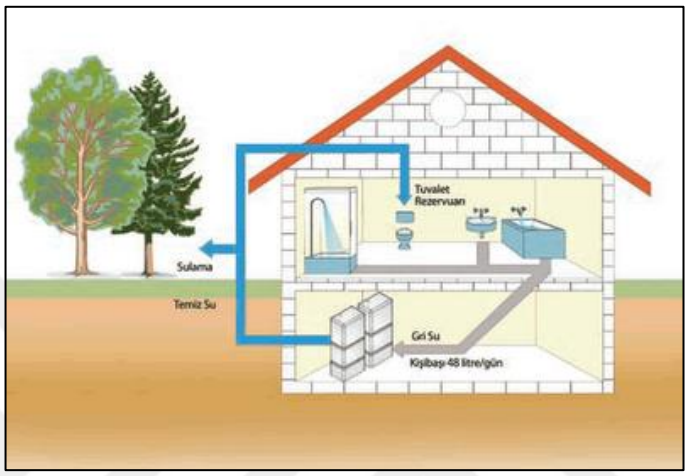
Şekil 3.24. Eğitim Binasında Bulunan Su Sarnıcı

(Mimari: (Yenileme)E. A. Christy - HMS Architects /Andrew H. Wilson School)[14]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Binanın bulunduğu yerin mevsimlere göre yıllık yağış miktarı bilinmeli, uygun depo boyutları belirlenmelidir.

Gri Su Kullanımı

Gri su, tuvalet sularının dışında kalan tüm atık suları içermektedir. Atık su çeşitleri içerisinde en düşük kirlilik oranına sahiptir. Bu suyun eğitim binalarındaki başlıca kaynakları; lavabo ve çeşitli yıkama sularıdır. Gri su sistemleri ile, gri su toplanıp, gerekli durumlarda arıtılarak, gri suyun tekrar kullanımı sağlanabilmektedir. Şekil 3.25'de gri suyun nerede üretildiği ve kullanılabileceği görülmektedir.



Şekil 3.25. Gri Suyun Geri Kazanımı [80]

Gri suların arıtıldıktan sonra kullanılabileceği yerler;

-Rezervuarlar

-Bahçe sulama

Böylelikle su kaynaklarının ve doğadaki su dengesinin korunmasına katkı sağlanmış olur.[81]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Binanın kullanıcı sayısı, su tüketim miktarları hesaplanmalı, tüketim miktarlarını karşılayacak depo boyutları belirlenmelidir.

Tasarruflu Sistemler

Kendi geleceğimiz ve bizden sonraki nesiller için su hayatın devam edebilmesini sağlayan önemli öğelerden biridir. Bu nedenle, suyun ihtiyaç dışında gereksiz yere harcanmaması gerekir. Bu harcamayı en aza düşürebilmek için, çeşitli malzemeler bulunmaktadır. Bunlar; sensörlü, belirli akış oranına sahip armatürler, kademeli

kartuşlar ve su tasarrufu sağlayan aparatlar (perlatörler)dır. [82] Şekil 3.26'da suyun istenilen yoğunlukta akmasını sağlayan aparatlardan biri görülmektedir.



Şekil 3.26. Suyun İstenilen Yoğunlukta Akışının Sağlanması [83]

Fotoselli (Sensörlü) Musluk

Fotoselli (sensörlü) musluk ayarlanabilir, sabit bir akışa sahip olmasından dolayı su, tasarruf edilmektedir. El temasına ihtiyaç olmadan su akıtması sebebiyle, ortak kullanım mekanlarında, hijyen sağlamaktadır. Selonoid vana, sıvı ve gazların akışını kontrol eden elektromekanik bir vanadır. Selonoid, üzerindeki sarmal tele akım vererek valfin konumunun değişmesini, yani sıvı sistemlerde suyun akmasını ya da suyun akışının durmasını sağlar.[84] Şekil 3.27'de fotoselli musluk örneği görülmektedir.



Şekil 3.27. Fotoselli (Sensörlü) Musluk [85]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir.

Çift Kademeli Rezervuar

WClerde kullanılan çift kademeli rezervuar sistemi ile 2,5/4 L ve 3/6 L alternatiflerinde maksimum %70'e varan su tasarrufu sağlanmaktadır. Bu sistem,

duvara gömülü olarak monte edilmektedir, bu sayede mekânda genişlik sağlanmaktadır. [86] Şekil 3.28'de çift kademeli gömme rezervuar görülmektedir.



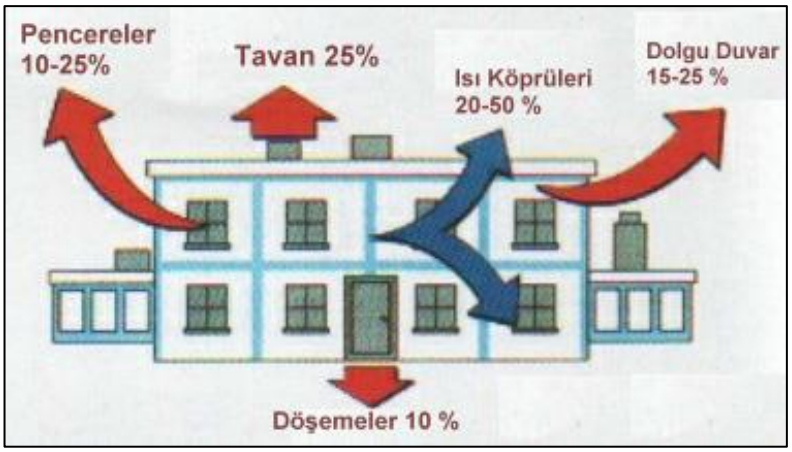
Şekil 3.28. Çift Kademeli Gömme Rezervuar [86]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir.

6. Enerji Korunumu

Yalıtım

Binalar açısından yalıtımı tanımlamak gerekirse, ısı kayıp ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan işlemlerdir. Bu sınırlandırma, ısıtma ve soğutma amaçlı tüketilen enerji miktarının azaltılması anlamına gelmektedir. Yani burada temel amaç, mekân kullanıcılarının etkili üretim yapabileceği konfor koşullarını (20-22°C ve yüzde 50 bağıl nem) sağlamak, farklı sıcaklıklara sahip ortamlar arasındaki ısı geçişini ve aynı zamanda enerji tüketimini azaltmaktır. Şekil 3.29'da binalarda, ısı kayıplarının oluşabileceği alanlar görülmektedir. Etkin yalıtıma sahip olmayan binalarda, enerji tüketimi oldukça fazladır. Binaların yalıtımı ile ilgili çalışmalar, etkin yalıtıma sahip binalarda, ortalama yüzde 50 enerji tasarruf elde edilebileceğini göstermektedir. Enerji verimli kullanıldığında, çevre kirletilmez ve doğal yaşam korunur. Ayrıca, yalıtım ilk yatırım ve işletim maliyetlerini azaltmaktadır.[87]



Şekil 3.29. Binalarda Isı Kayıpları [88]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Binanın ısı kayıp ve kazançlarının hesaplanması, bulunduğu bölgeye uygun pencereler ve yalıtım malzemeleri kullanılması gerekmektedir.

Enerji Etkin Yapay Aydınlatma

Eğitim mekânlarında, özellikle dersliklerde doğru bir aydınlatma sistemi, öğrencilerin eğitimi için oldukça önemlidir. Eğitim binalarının toplam enerjisinin yaklaşık %10'unu aydınlatma sistemi oluşturmaktadır, bu durum enerji verimliliği sağlanması için tasarruf yapılmasını gerektirmektedir. [15]

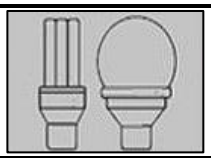
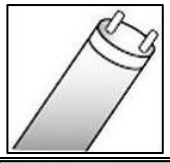
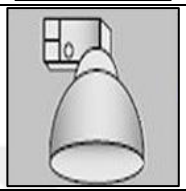
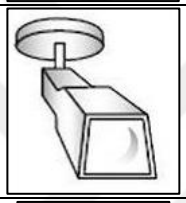
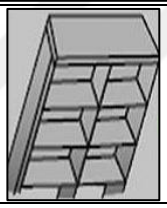
Görsel konfor ve enerji tasarrufu sağlamak için;

-Doğru ve verimli yapay aydınlatma sistemi tasarlanarak, konfor koşullarında aydınlık kalitesi ile enerji ihtiyacının azaltılması

-Doğal ve yapay aydınlatma sistemlerinin birlikte kullanılması gibi etmenler dikkate alınmalıdır. [15]

Çizelge 3.8'de eğitim binalarında kullanılabilecek enerji verimli ampuller ve bu ampullerin sağladıkları enerji tasarrufları görülmektedir.

Çizelge 3.8. Eğitim Binalarında Enerji Etkin Ampul Seçenekleri [15]

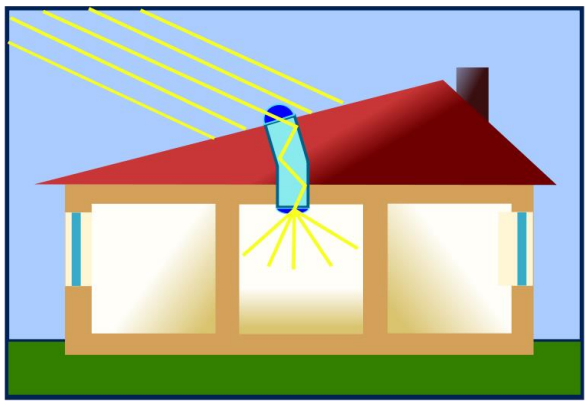
	Enerji Verimli Ampul	**Enerji Tasarrufu**
	Kompakt Floresan Ampul	%75 enerji tasarrufu/uzun ampul ömrü
	26mm düşük voltajlı Floresan Tübü	%8 enerji tasarrufu/Uzun ampul ömrü
	Yüksek Wattlı Kompakt Floresan Lamba	%65-75 enerji tasarrufu/Uzun ampul ömrü
	Düşük Voltajlı tungsten halojen ampul	%30-80 enerji tasarrufu
	Yansıtıcılı ve ızgaralı veya yüksek frekanslı prizmatik kontrollü floresan mekanizma	%30-45 enerji tasarrufu/yüksek ışık kalitesi, titreme ve uğultu önleme

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Yapay aydınlatma gereken mekânların ihtiyacı olan ışık değeri bilinmeli ve enerji tasarruflu sistemler tercih edilmelidir.

Işık Tüpü Kullanımı

Işık tüpleri, küçük çatı ışıklıklarından alınan günışığının, yansıtıcı borularla hacmin tavanına taşınmasını sağlamaktadır. Bu taşınma şekil 3.30'da görülmektedir. Işığın hacme dağılımı içte yer alan yayıcı elemanlarla sağlanmaktadır.[89]

Gündüz saatlerinde, yapay aydınlatmanın kullanımına olan gereksinimi en aza indiren, gün ışığını kullanarak sıfır enerji ile mekânlarda doğal aydınlatma sağlayan bir sistemdir.[90] Bu sistem sayesinde enerjiden tasarruf sağlanabilmektedir. Çizelge 3.9'da ışık tüplerinin çap ölçülerinin Watt eş değerliği görülmektedir.



Şekil 3.30. Işık Tüpü Kullanımı [91]

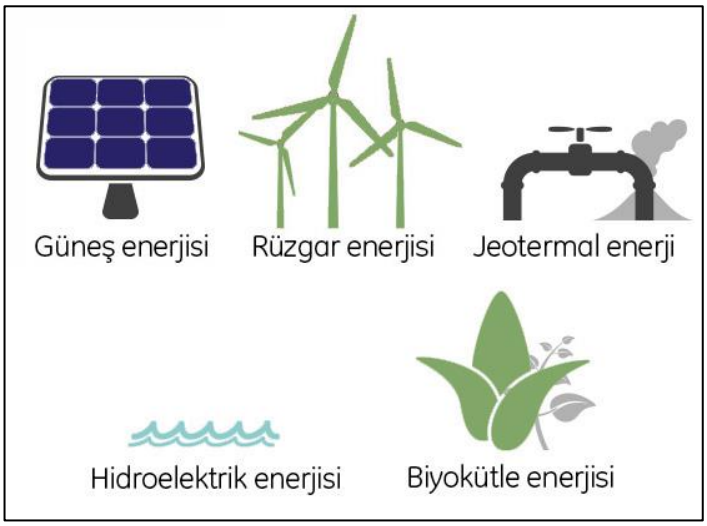
Çizelge 3.9. Işık Tüpü Çapının Yapay Aydınlatma Eşdeğerliği [91]

Işık Tüpü Çapı	Aydınlatma Alanı	Watt Eşdeğeri
25cm	13.9 m^2	300 Watt
33cm	27.9 m^2	500 Watt
45cm	46.5 m^2	1000 Watt
53cm	65 m^2	1450 Watt

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Kullanıma uygun yerler araştırılmalıdır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları

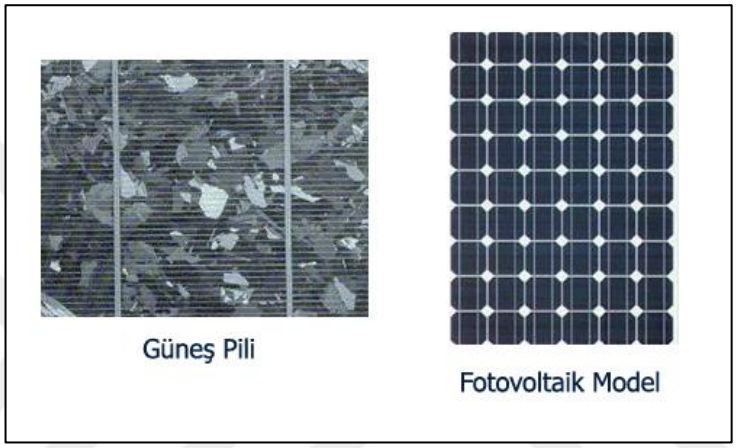
Yenilenebilir enerji, yeryüzünde doğal olarak bulunan tükenmeyen enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları Şekil 3.31'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.31.Yenilenebilir Enerji Kaynakları [92]

Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinden ısı, ışık ve elektrik enerjisi üretiminde fayda sağlanılmaktadır. [93] Fotovoltaik hücreler (güneş hücreleri), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Güneş enerjisi, fotovoltaik hücrenin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya fotovoltaik model adı verilir.[94] Şekil 3.32'de güneş pili ve fotovoltaik model görülmektedir.



Şekil 3.32. Güneş pili ve Fotovoltaik Model [95]

Güneş Panelleri çatılarda, arazilerde kullanılabileceği gibi cephelerde de kullanılabilmektedir. Buna ait bir örnek şekil 3.33'de görülmektedir.



Şekil 3.33.Cephede Güneş Paneli Kullanımı (Mimari:Brooks + Scarpa Architects / Green Dot Animo Leadership High School)[96]

Güneş Paneli sistemi uygulamaları iki ana gruba ayrılabilir:

- Şebeke bağlantılı güneş paneli sistemi (Şekil 3.34)
- Şebeke bağlantısız güneş paneli sistemi (Şekil 3.35)

Şebeke Bağlantılı Güneş Paneli Sistemi

İki gruba ayrılır:

İlk tür sistem bir yerleşim biriminin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır.

-Üretilen fazla enerji elektrik şebekesine satılmaktadır.

-Yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda şebekeden enerji satın alınmaktadır.

-Bu sistemde enerji depolaması yapmaya gerek yoktur, şebeke uyumluluğu yeterli olmaktadır.

İkinci tür şebekeye bağlı güneş paneli sistemleri kendi başına elektrik üretip, bunu şebekeye satan büyük güç üretim merkezleri şeklindedir.



Şekil 3.34. Şebeke Bağlantılı Güneş Paneli Sistemi [97]

<u>Güneş Paneli Sistemi Ekipmanları - Şebeke Bağlantılı</u>

Güneş Paneli: Güneş ışığını elektrik enerjisine çevirmektedir.

İnverter: Güneş panelleri doğru akım üretmektedirler. Ancak, genellikle kullanılan cihazlar alternatif akım ile çalışmaktadır. İnverterin görevi, doğru akımı (DC), alternatif akıma (AC) çevirmektedir. [98]

Çift yönlü sayaç: Şebekeye bağlı sistemlerde kullanılmaktadır. Binada kullanılan elektriğin şebekeden mi fotovoltaik sistemden mi alındığını belirlemektedir. [99]

Şebeke Bağlantısız Güneş Paneli Sistemi

Şebeke ile bağlantısı olmayan, yalnızca güneş panelleri ile üretilen elektriğin kullanıldığı sistemdir. Güneşin yeterli olmadığı zamanlarda ya da gece saatlerinde aküde depolanan elektrik kullanılmaktadır.



Şekil 3.35. Şebeke Bağlantısız Güneş Paneli Sistemi [97]

Güneş Paneli Sistemi Ekipmanları - Şebeke Bağlantısız

Şebeke bağlantılı sisteme ek olarak kullanılan ekipmanlar:

Akü: Güneşin yetersiz olduğu zamanlarda ya da gece kullanmak için elektriği depolayan ekipmandır.

Regülatör: Akünün aşırı şarj ve deşarj olarak zarar görmesini engellemek için kullanılır.[93]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Şebekeye bağlı ya da şebekeden bağımsız olup olmayacağına karar verilmelidir. Binanın bulunduğu yerin, güneşlenme süresi, güneş ışınım oranları göz önüne alınmalıdır. Seçilecek güneş panelinin özelliklerine ve kurulum için ayrılacak bütçeye karar verilmeli, yerleştirilecek alanın statik açıdan yeterli olup olmadığına dikkat edilmelidir.

Rüzgâr Enerjisi

Doğal bir enerji kaynağıdır. Tükenme olasılığı yoktur ve kirliliğe neden olmamaktadır. Yerleşim alanlarında, binalarda kullanılan küçük ölçekli rüzgâr türbinlerinin (şekil 3.36) faydaları:

• Karbondioksit emisyonunu azaltır,

• Kullanılan noktada elektrik üretilmesiyle iletim kayıplarını azaltır,

• Enterkonnekte şebekeye bağımlılığı azaltır,

•Kalabalık yaşam alanlarında sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji bilincini artırmaktadır.

Güçleri 50 W ile 20 kW arasında değişmektedir. Bakım masrafı yoktur, kurulum maliyeti düşüktür ve aküye ihtiyaç vardır. [100]



Şekil 3.36. Küçük Ölçekli Rüzgâr Türbini [101]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Rüzgâr alan yerler ve sistemin verimliliği göz önüne alınarak, uygun alanlara yerleştirilebilir.

HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning)

HVAC, binalarda ısıtma, soğutma ve havalandırmadan birini veya hepsini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler seçilirken, enerji tüketimini minimumda tutan ve çevreye en az zarar verecek olanlar tercih edilmelidir.[102] HVAC, sistemi seçilmeden önce, binanın bulunduğu konuma ait iklim verileri, binayı oluşturan yapı kabuğu malzemeleri, ısı iletim katsayıları gibi parametreler dikkate alınmalıdır. Binanın

sahip olduğu özelliklere uygun sistem seçimi ve uygulanması sayesinde, eğitim binalarında ısısal konfor sağlanırken, enerjiden tasarruf elde edilecek ve çevreye verilebilecek zarar en aza indirilebilecektir.

Isı Pompası

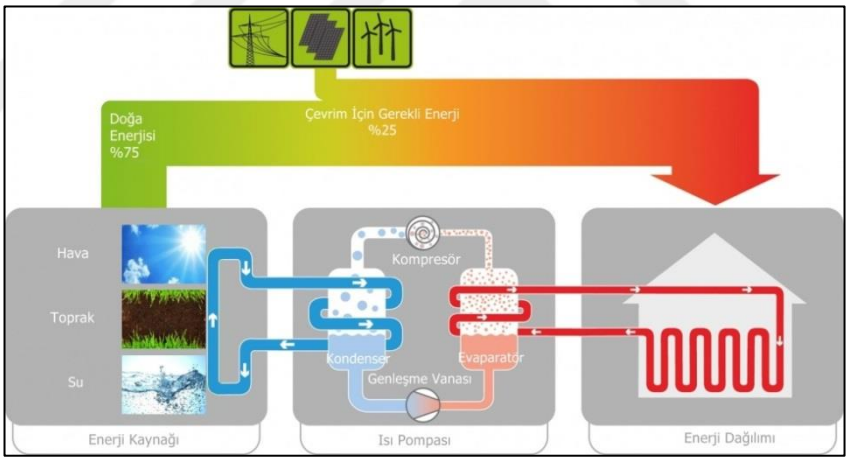
Isı pompaları, ısıyı düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağına aktarmaktadır. Isı pompası çeşitleri yararlandığı doğal kaynaklara göre sınıflandırılmaktadır:

-Hava kaynaklı ısı pompası

-Su kaynaklı ısı pompası

-Toprak kaynaklı ısı pompası [103]

Isı pompaları kış aylarında ısıtma, yaz aylarında ise soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Isı pompasının çalışma prensibi şekil 3.37'de görüldüğü gibidir.



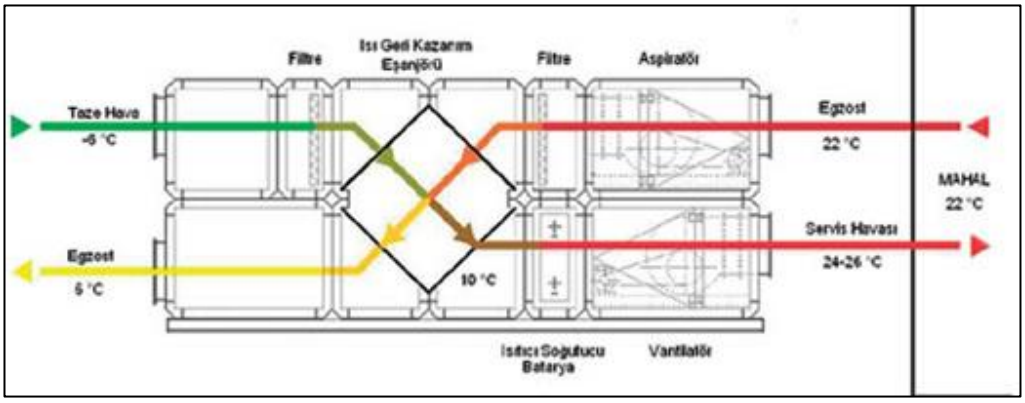
Şekil 3.37. Isı Pompası Çalışma Prensibi [104]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Öncesinde, ısıtma-soğutma yükü hesabı yapılmalı, gerekli ölçülerde ve hangi ısı pompasının kullanılacağına karar verilmelidir.

Atık Isı Geri Kazanım Sistemi

Sanayinin hızlı gelişmesi ile birlikte dünyadaki ısı kullanma sistemleri de gelişmiştir. Birçok farklı aşama için kullanılan ısı, kullanıldıktan sonra atık ısı halini alır ve uygun ekipmanlar kullanılarak, bu atık ısı, elektriğe dönüştürülebilmekte veya tekrar

sisteme kazandırılabilmektedir.[105] Şekil 3.38'de ısı geri kazanım sistemi havalandırma şeması görülmektedir. Bu sistem ile %50-%60 oranında enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.[106]



Şekil 3.38. Isı Geri Kazanımıyla Havalandırma Şeması [106]

Avantajları:

-Yakıt tasarrufu ve verimlilik sağlamada etkili olup maliyet düşürücüdür.

-Açığa çıkan atık ısı enerjisi geri dönüştürüldüğü için hava kirliliğini ve termal kirliliği önemli ölçüde azaltmaktadır.[106]

7. İç Mekân

Kullanıcı Konforu

Gününün büyük çoğunluğunu eğitim binalarında özellikle dersliklerde geçiren öğrencilerin, çalışmalarında istekli olmaları ve verimlilik sağlanabilmesi için uygun fiziksel ortam koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Fiziksel ortamı oluşturan, ses, renk, ısı, ışık ve nem gibi, insanların gerçekleştirdiği farklı eylemlerin özelliklerine göre, nicel ve nitel yönden en uygun duruma getirilmesi ve korunması, mekânda konfor sağlanması açısından önemlidir.[107] Eğitim binasında kullanıcı konforunu oluşturan temel etmenler; işitsel konfor, görsel konfor ve ısısal konfordur.

7.1. İşitsel Konfor: Akustik

Bir eğitim binasının kesinlikle sahip olması gereken özelliklerden biri akustik konfora sahip olmasıdır.[27] Akustik tasarım uygulamalarındaki temel hedef, insanların iletişimlerini kolaylaştırmak, konfor seviyelerini artırmak, çalışma konsantrasyonlarını, performanslarını üst düzeyde tutabilmek, gürültü, titreşime

maruz kalmaya bağlı çeşitli sağlık problemlerine ve rahatsızlıklara karşı önlemler alabilmektir.[108]

Yapılan çalışmalara göre, yüksek arka-plan gürültü seviyesi, öğrencilerin ders başarılarına, derse olan ilgisizliğine ya da derse olan isteksizliğine etki edebilmektedir.[16]

Akustik konfor sağlanmasını gerektiren gürültü kaynakları şekil 3.39'da görülmektedir. Eğitim binasında akustik açıdan konfor sağlanabilmesi için, sesi yalıtan, ses yutan malzemeler, darbe ve titreşim emiciler kullanılmalıdır. Eğitim binalarına uygulanabilecek akustik konfor sağlama yöntemleri:

-Tüm döşeme şaplarının altında 3-5 mm darbe emici malzeme kullanılmalı,

-Derslikler ve derslik koridor arası duvarların yalıtımlı çift duvar olarak örülmesi

-Bütün mekânlarda ses yutucu asma tavan kullanımı

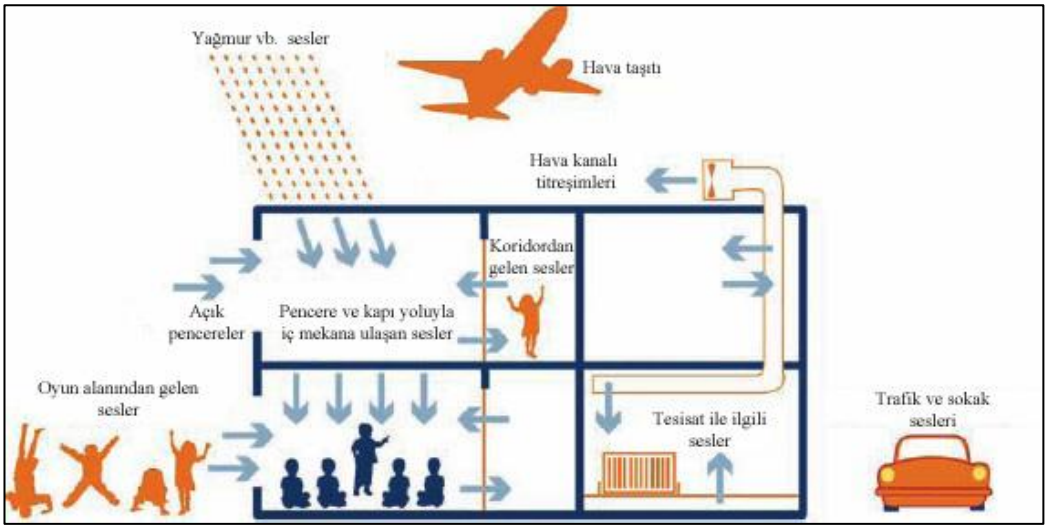
-Kapıların, bölmelerin titreşme yapmayan biçimde detaylandırılması

-Duvarların ses yutucu malzemeler ile kaplanması

-Döşeme kaplamalarının az yansıtıcı malzemelerden seçilmesi

-Dar ve uzun koridorlardan kaçınılması

-Derslik ve salonlarda kumaş perde kullanılması.[27]



Şekil 3.39. Akustik Konforun Sağlanmasını Gerektiren Gürültü Kaynakları (Richard Vaughan'dan çevrilerek) [109]

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Gerekli işitsel konforu sağlayabilmek amacıyla bir takım ölçümler yapılmalıdır.

7.2. Görsel Konfor

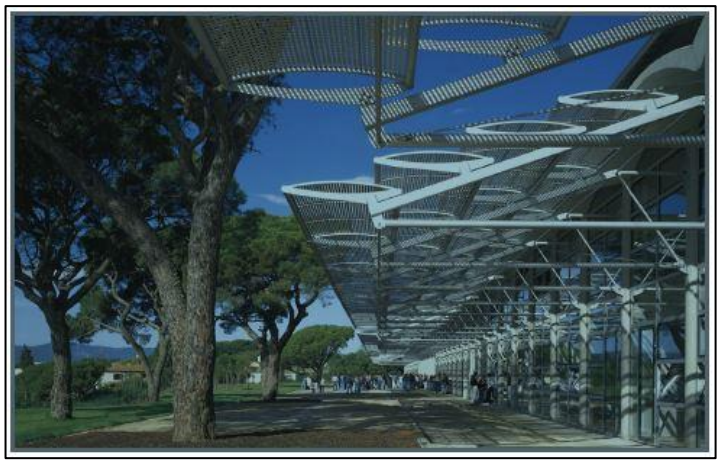
Eğitim sürecinde, görsel algılamanın öğrenmeye katkısı oldukça fazladır. Öğrenmenin tam eksiksiz, doğru bir şekilde yapılabilmesi, görsel konfor koşullarının sağlanmasına bağlıdır. Aydınlatma, yapılacak iş ve kullanılacak mekânın gerektirdiği koşulların yerine getirilmesiyle olanaklıdır. Aydınlatmada etkin enerji kullanımı sayesinde, eğitim binalarında, görsel konfor sağlanarak büyük oranda enerji tasarrufu elde edilecektir.[107]

Binalarda gün ışığından yararlanmak için genelde pencereler kullanılmaktadır. Pencere boyutları ve kullanılan cam çeşitleri doğal aydınlatma, parlama, enerji kayıpları ve ısı kazanımları dikkate alınarak optimize edilerek tasarlanmalıdır.[110] Bir mekânda görsel konforun sağlanabilmesi için parlama ve kamaşmayı önleyici gölgeleme sistemleri de kullanılmaktadır. Bunlar; güneş kırıcılar, ışık raflarıdır.

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Eğitim binasının konumuna göre, gölge analizleri yapılarak, ihtiyaç duyulan bölgelere güneş kırıcı, ışık rafı yerleştirilir.

Güneş Kırıcı

Gün ışığının hacim içine yönlendirilmesini, görsel konforun arttırılmasını, kamaşma kontrolünün sağlanmasını ve ısıtma-soğutma yüklerinin azaltılmasını amaçlayarak geliştirilen sistemlerdir. Doğru yerde ve amacına uygun olarak seçilip kullanılan ağaçlar da, kışın soğuk rüzgârların etkisini, yazın da gölgeleme yaparak soğutma yükünü azaltmaktadır.[110] Şekil 3.40'da Lycee Albert School'a ait güneş kırıcılar yer almaktadır.



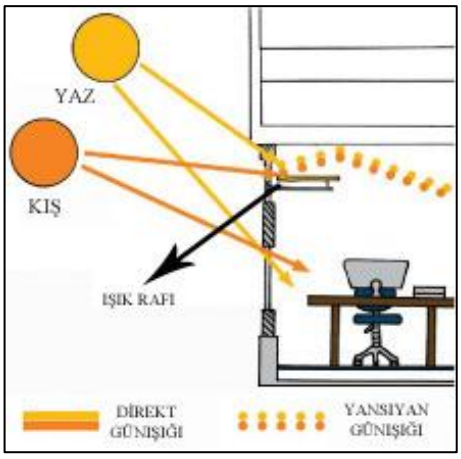
Şekil 3.40. Güneş Kırıcı

(Mimari: Norman Foster and Partners / Lycee Albert Camus Okulu)[111]

Işık Rafı

Işık rafları, günışığını engellemek ve günışığını tavana yönlendirmek amacıyla tasarlanan, pencerenin iç veya dış yüzeyinde yer alan yatay elemanlardır. Cepheyle bütünleşmiş bir eleman olabileceği gibi sonradan da monte edilebilmektedir. Işık rafı genellikle göz seviyesi üzerine yerleştirilmektedir. Pencerenin alt kısmı dış görüşü sağlarken, üst pencere alanı ışığın içeri alınmasını sağlamaktadır. Işık rafları hacimde pencereye yakın bölgeyi güneş ışığından korurken, yansıtılmış ışık tavanı aydınlatmaktadır.[61]

Işık raflarının pencere üzerinde bulunduğu, konum önemlidir. Örneğin, pencerenin üst kısmından uzaklaştıkça, tavana yansıtılan ışık miktarı artmaktadır. Amaçları, kamaşmayı önlemek ve dış görüşü sağlamaktır. Işık rafının işlevini doğru bir şekilde yerine getirebilmesi için, mimari tasarım ve taşıyıcı sistemle beraber düşünülmelidir. Şekil 3.41'de ışık rafının yaz-kış durumu görülmektedir. Pencere yönü, hacim özelliği ve enlem de göz önüne alınmalıdır. Direkt güneş ışığının bol olduğu bölgelerde güneye yönlendirilmiş derin hacimli binalar için uygundur. Doğu ve batı yönleri için ve kapalı gök koşullarının hakim olduğu bölgelerde aynı derecede etkili olmamaktadır.[61]



Şekil 3.41. Işık Rafı Yaz – Kış Durumu [112] (değiştirilerek)

7.3. Isısal Konfor

Isısal konforun, bir mekânda bulunan insanların zihninde, termal çevreye olan hoşnutluk ifadesinin oluşması olduğu düşünülebilir. Isısal konfor yalnızca fizyolojik durumlar ya da fiziksel çevre ile ilgili değildir, kişiler bir ortamın ısısal konfor özelliğine sahip olup olmadığına, duyguları ve hisleri ile karar vermektedir. Bu durum aynı fiziksel özelliklere sahip kişilerde bile farklılık gösteren bir kavramdır. [113] Çizelge 3.10'da ısısal konforu etkileyen çevresel ve kişisel değişkenler görülmektedir.

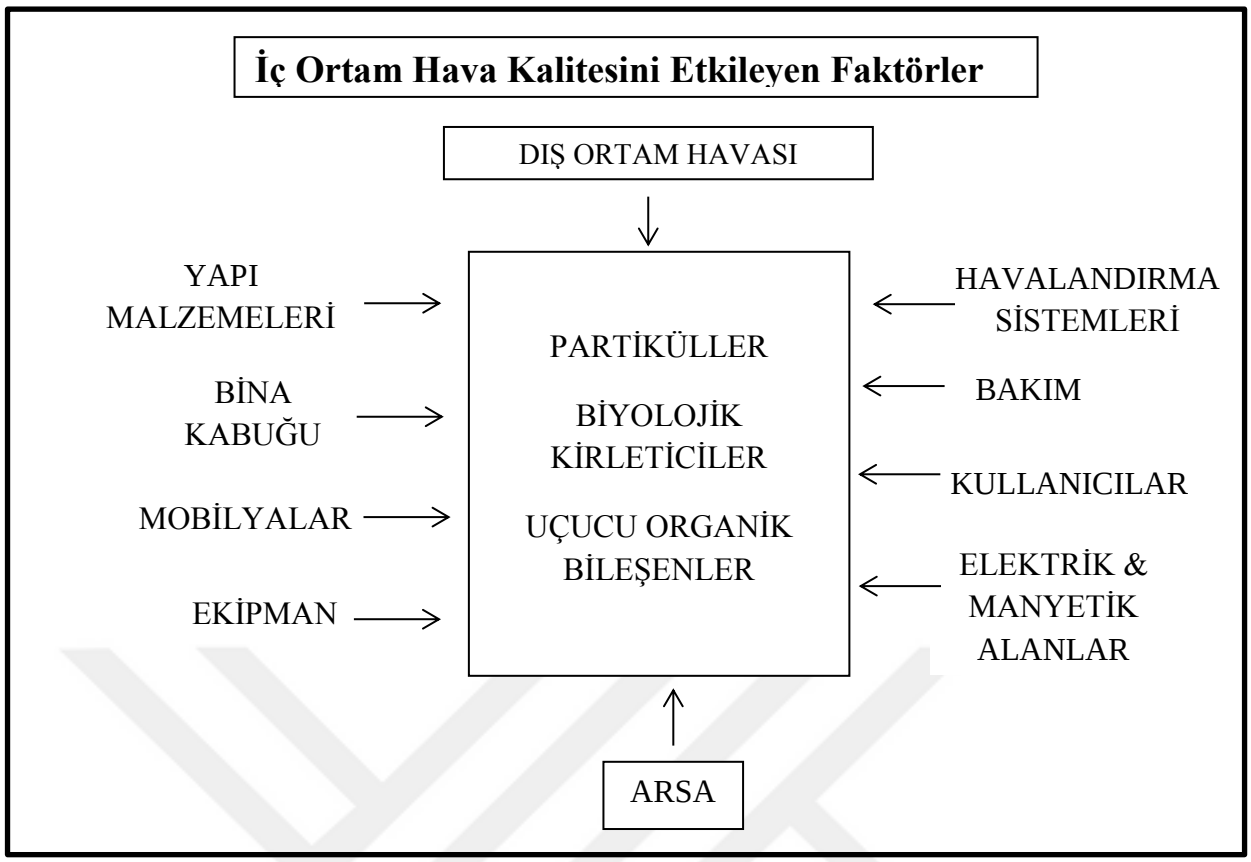
Çizelge 3.10. Isısal Konforu Etkileyen Değişkenler [113]

Çevresel Değişkenler	Kişisel Değişkenler
-Hava Sıcaklığı -Hava Hızı -Nem -Ortalama Işınım Sıcaklığı	-Aktivite Seviyesi -Giyinme

Mevcut eğitim binasında, ısısal konforu etkileyen parametreler belirlendikten sonra gerekli iyileştirmeler yapılabilecektir.

İç Ortam Hava Kalitesi

Günümüzün önemli bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmekteyiz. Bu ortamlarda soluduğumuz havanın sağlığımıza ve konforumuza zarar vermemesi gerekmektedir. Binanın içindeki havanın kalitesini etkileyen bir takım faktörler vardır. Bu faktörler şekil 3.42'de belirtilmiştir.



Şekil 3.42. İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Faktörler (Kayhan S., 2004)[43]

Hasta bina sendromu (HBS), kullandığımız mekânlardan kaynaklanan, o mekândan ayrıldığımızda ortadan kalkan, iç ortam hava kalitesini belirleyen faktörlerden biridir. Bu sendromun başlıca belirtileri, boğazda ve gözlerde yanma, öksürme, hapşırma, baş dönmesi ve ağrısı, yorgunluk, mide bulantısı, ciltte tahriş ve yanmadır. [114]

Eğitim binaları kullanılırken eğer bu tür problemlerle karşılaşılırsa, bu problemlerin ortadan kaldırılabilmesi için, ortam kirle0ticilerinin azaltılması ve uygun iklimlendirmenin sağlanması gerekmektedir.

8. Ulaşım

Bisiklet Kullanımına Teşvik

Yakın çevreden gelen bina kullanıcıları bisiklet kullanımına teşvik edilmelidir. Bunu sağlayabilmek için şekil 3.43'de görüldüğü gibi okul bahçelerinde bisiklet parkları bulundurulabilir. Bisikletle ulaşım sayesinde, araç kullanımından kaynaklanan karbon salımı azaltılabilecek, öğrencilerin de bir ölçüde okul yolculukları keyifli hale gelecektir.



Şekil 3.43. Okul Bahçesi Bisiklet Parkı (Muğla) [115]

Ulaşım Kolaylığı

Eğitim binalarının, merkezi konumda bulunması ve toplu taşıma ile ulaşıma olanak tanıması sağlanmalıdır. Bu sayede, karbon salınım oranının artması bir ölçüde azaltılmış olacaktır.

Mevcut eğitim binasına uygulanabilir bir özelliktir. Eğitim binasının bulunduğu çevrenin analiz edilmesi, bisiklet kullanımı için uygun güzergâhların belirlenmesi gerekir.

9. Sosyal

Çevreye Duyarlı Olma Bilincinin Kazandırılması

Sürdürülebilir özelliklere sahip bir eğitim binasında gününün büyük bir kısmını geçiren öğrenciler ve diğer bina kullanıcılarının, kullandıkları bu binanın özelliklerini bilmeleri sağlanmalıdır. Bu sayede, gözlemleyerek, çeşitli hesaplamalar yaparak, bu özellikleri içselleştirmeleri sağlanabilir.

Ayrıca, çevreyi ve doğayı koruma, iklim değişiklerine neden olan faktörler ve bu faktörleri kontrol altında tutabilmek ve tüm bunların neden önemli olduğu gibi konuların ders programında yer alması öğrencilerin bu konularda bilgi sahibi olabilmeleri için önemlidir.

Mevcut eğitim binasında uygulanabilir bir özelliktir.

Çevredeki Bireylerin Kullanımına Açık Olması

Eğitim binalarında eğitim-öğretimin olmadığı zamanlarda (hafta sonları, yaz ayları gibi), okuldaki spor salonu, kafeterya, konferans salonu gibi birimlerin, okul çevresinde yaşayan bireyler tarafından kullanımının sağlanması, mekân tasarrufu açısından önemlidir. Böylelikle, eğitim binaları bu zamanlarda işlevlendirilmiş olur.

Mevcut eğitim binasında uygulanabilir bir özelliktir.

Engelli Erişim Kolaylığı

Fiziksel Engellilerin (=yaşam fonksiyonlarının fazla etkilenmediği el ayak kaybı veya felci gibi durumlarda fiziki hareket özgürlüğünün kısıtlandığı durumlara sahip olma) eğitimlerini tamamlayabilmeleri, toplumdan dışlanmamaları için, eğitim binalarına erişimlerinin kolaylaştırılması gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için, merdivenlerde şekil 3.44'de görüldüğü gibi platform asansör; bina girişlerinde yağışlı havalarda da olumsuz durumlara sebep olmayacak rampalar (şekil 3.45), asansörler; girişlerde, Wclerde, koridor ve sınıflarda yeterli manevra mesafeleri dikkate alınmalıdır.[116]



Şekil 3.44. Platform Asansör[116]



Şekil 3.45. Bina Girişi Engelli Rampası [117]

Mevcut eğitim binasında uygulanabilir bir özelliktir.

3.3.3. MEVCUT EĞİTİM BİNALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR OLARAK İYİLEŞTİRİLMESİ VE ÖNEMİ

Mevcut eğitim binalarının, depreme karşı dayanıklı olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu araştırma sonucunda, sağlam olmayan binalar yıkılmalı veya ihtiyaca göre güçlendirilmeli; sağlam olan binalar ise, kullanıcıların sağlığı, konforu ve binaların çevreye etkileri konularında yapılabilecekler düşünülerek, planlamalar yapılarak, iyileştirilmelidir. Sağlam olmayan binalar yıkıldıktan sonra, yeniden yapıldıklarında, benzer özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Mevcut binaların sürdürülebilir özellikte iyileştirilmesi, bir binayı yıkıp yapmaktan hem maddi hem de çevresel ve psikolojik anlamlarda daha faydalı olacaktır.

Eğitim binaları, hayatımızın büyük bölümünü geçirdiğimiz veya geçirmekte olduğumuz binalardır. Bu binalar, kullanıldığı çağın getirdiği yenilikleri öğrenmeyi, toplum kültürünün oluşturulmasını sağlar.[28] Eğitim binaları, farklı alışkanlıkları olan, farklı özelliklere sahip kişileri uzun zaman (1 gün içinde maksimum 8 saat) bir arada tutan yapılardır. Bu açıdan bakıldığında eğitim binalarının sağlıklı bir ortam sunabilmesi önem taşımaktadır. Bu nedenle, tasarım aşamasında, binanın enerji verimli kullanılmasını sağlayacak formuna ve sağlıklı malzeme kullanımına önem verilmelidir. Bina kullanım aşamasında iken, binanın su, elektrik, enerji tüketimi, havalandırma gibi durumları dikkate alınarak, mekân kullanıcısının konforunu arttıracak, çevreye ve kullanıcılarına zarar vermeyecek şekilde, iyileştirmeler yapmak gerekmektedir.

Eğitim binaları, yaşadığımız konutlar kadar hayatımızın merkezindedir. Eğitim-öğretim yapılan zamanların dışında, her türlü sınav vb. için eğitim binaları kullanılmaktadır. Yaz tatillerinde boş kalan bu binaların kullanımı daha da arttırılmalıdır. Bu binalar, bulunduğu toplumun hayata bakış açısına, yaşam şekline, alışkanlıklarına yön vermelidir. Bu düşünceden yola çıkarak, eğitim binalarının doğayı koruyan, ekonomiye katkı sağlayan (tasarruflu sistemler kullanarak) ve bu konularda topluma alışkanlıklar, bilinç kazandıran 'sürdürülebilir' özelliğe sahip binalar olması önem kazanmaktadır. Çizelge 3.11'de 2014-2015 eğitim-öğretim yılı MEB istatistiklerindeki öğrenci, öğretmen sayıları ve eğitim-öğretim yapılan binaların sayısı bulunmaktadır.

Çizelge 3.11. Türkiye'de 2015-2016 Eğitim Öğretim Yılı MEB İstatistikleri [118]

	OKUL SAYISI	ÖĞRENCİ SAYISI	ÖĞRETMEN SAYISI
OKUL ÖNCESİ	27 793	1 209 106	72 228
İLKOKUL	26 522	5 360 703	302 961
ORTAOKUL	17 343	5 211 506	322 680
LİSE	10 550	5 807 643	335 690
TOPLAM	**82.208**	**17.588.958**	**1.033.559**

Mevcut eğitim binası stokuna baktığımızda, toplamda 82.208 eğitim binası olduğunu görmekteyiz. Bu binalardaki enerji, elektrik, su tüketimlerini en aza indirmemiz, bulundukları iklimle uyumlu çözümler üretmemiz, doğal çevre ve geleceğimiz için gereklidir. Bu binaların kullanıcı sayısı ile Türkiye'nin günümüzdeki nüfusu ilişkisine baktığımızda ise;

Çizelge 3.11'deki öğrenci sayısının, 78.741.053 [119] olan Türkiye nüfusuna oranı (yaklaşık) = % 22 olmasından dolayı, eğitim binalarının sürdürülebilirlik kriterlerine uyularak tasarlanması, inşa edilmesi veya sürdürülebilir özellikte iyileştirilmesi, eğitim binası kullanıcılarında ve çevrelerinde oluşacak sürdürülebilirlik bilincinin kazandırılması, arttırılması ve doğal çevreye verilecek olan zararın en aza indirgenmesi açılarından önem kazanmaktadır.

3.3.4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNALARININ FAYDALARI

Sürdürülebilir eğitim binalarının sunduğu doğal kaynakların daha az tüketilmesi ve geri dönüştürülerek kullanılması, sağlıklı binalar olması gibi faydalarının yanı sıra, eğitim alan öğrencilere, eğitimcilere ve bu öğrencilerin yakınlarına, bu binaların yakınındaki yerleşimlerde yaşayanlara, ayrıca bina formu dışında eklenen sistemlerin (güneş paneli, yağmur suyu, gri su gibi) kurulum maliyetlerini amorti ettikten sonra, işletim ve bakım giderlerinin düşük olması sebebiyle devlete de birçok faydası bulunmaktadır.

Bulunduğu Çevreye Faydaları (Çevresel)

Sürdürülebilir eğitim binasının bulunduğu çevreye faydalarını doğal çevre ve öğrenci-eğitimcinin ailesi ve bu binanın bulunduğu çevrede yaşayan kişiler olarak ikiye ayırabiliriz. Sürdürülebilir eğitim binalarının doğal çevreye olan faydası, enerjiyi verimli kullanmak ve su kullanımını azaltmak, inşaat ve binanın kullanım aşamasında geri dönüşümü desteklemek, doğal peyzaj kullanmak ve belediye altyapısına olan ihtiyacı minimuma indirmektir. Bu binalar sürdürülebilir malzemelerden üretildiğinden, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilmektedir. Ayrıca, fosil yakıtların kullanımının minimuma indirilmesi ve karbondioksit salımının kontrol altında tutulması, insan sağlığına zararlı olmaması ve çevre kirliliğini engellemesi açısından gelecek nesillere, temiz bir dünya bırakabilmemize olanak tanımaktadır.[44] Öğrencinin-eğitimcinin ailesi ve bu binanın bulunduğu çevrede yaşayan kişilere faydası ise, yaşadıkları sokak, mahalle vs. gibi bir ölçekte, diğer binalardan farklı bir binayı merak ederek araştırmaları ve bu konuda bilinçlenmeleridir. Çünkü, eğitim binaları hayatımızın merkezindedir.

Devlete Faydaları (Ekonomik)

Sürdürülebilir, çevreci özelliklere sahip binalarda kullanılan gelişmiş tesisat sistemleri, ısıtma soğutma sistemleri, doğal kaynakların kullanımı, yenilenebilir enerji kullanımı, atıkların azaltılması ve bazılarının geri dönüştürülmesi gibi uygulamalar enerji verimliliği ile sonuçlanmaktadır. Enerji verimliliği okulların işletim ve bakım maliyetlerinin azalmasında önemli bir etkendir. Sürdürülebilir eğitim binaları, sürdürülebilir olmayan eğitim binaları ile karşılaştırıldıklarında daha ekonomiktir.[44] Okullara entegre edilecek sistemlerin (yenilenebilir enerji kaynakları, su geri dönüşüm sistemleri gibi) kurulum maliyetleri, şimdilik pahalı görünmektedir, ancak bu sistemler kendilerini amorti ettikten sonra ekonomiktir. Gelecekte bu sistemlerin toplum tarafından talep edilmesi ve yerli üretim olmasının, kurulum maliyetlerini düşüreceği muhtemeldir. Sürdürülebilir eğitim binalarının sağladığı işletim ve bakıma ayrılması planlanan harcamalardaki azalma, tasarruf sayesinde, öğrencilerin eğitim ihtiyaçları (kitap, diğer materyaller) karşılanabilecektir.

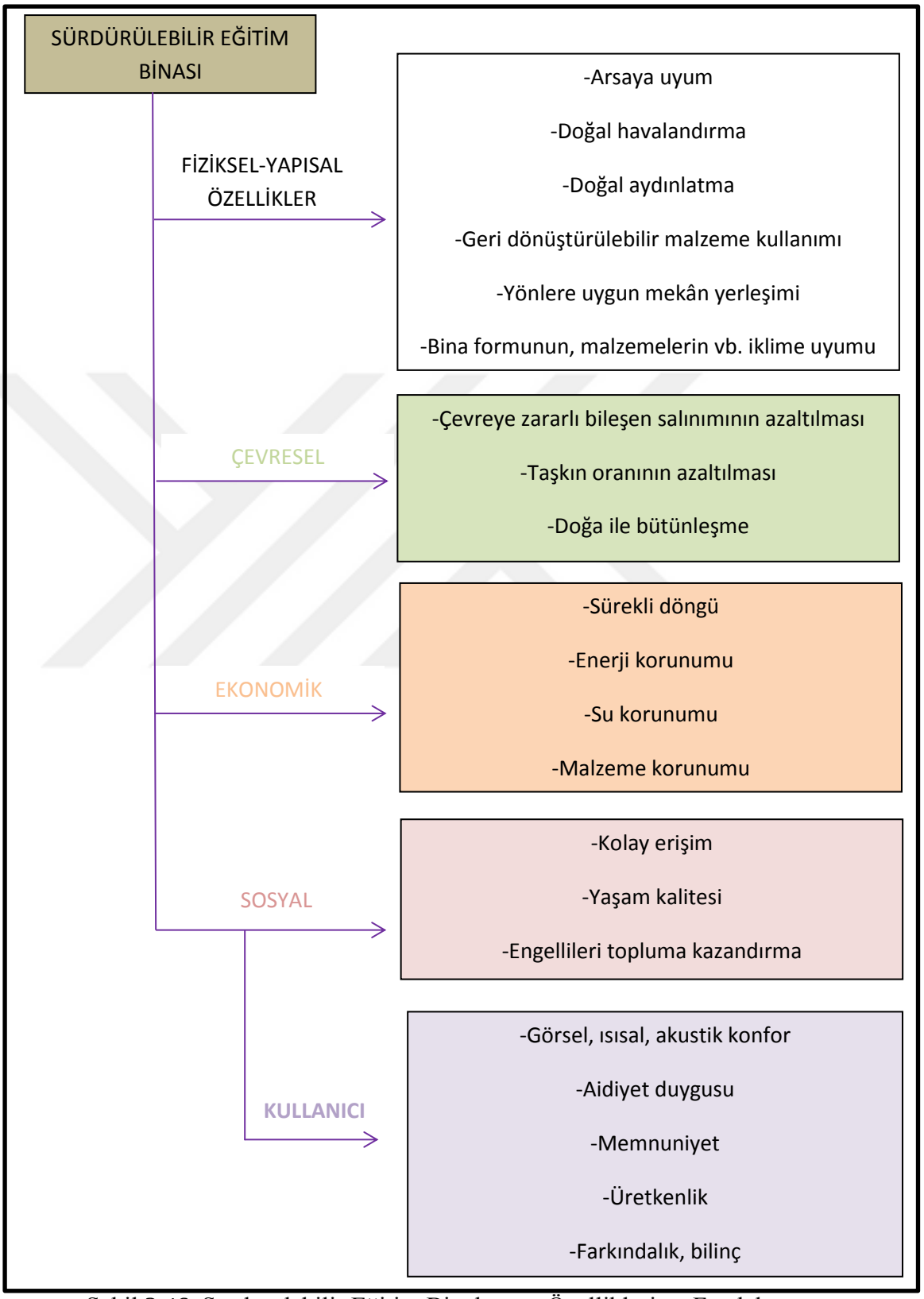
Öğrencilere ve Eğitimcilere Faydaları (Sosyal)

Maslow ihtiyaçlar hiyerarşisinde, bir çocuğun ancak temel fizyolojik ve güvenlik ihtiyacı karşılanması durumunda öğrenme sürecine geçebileceğini belirtmiştir.[120] Temel fizyolojik ihtiyaç, eğitim binaları bağlamında konfor koşullarının sağlanması olarak görülebilir. Güvenlik hissinin oluşabilmesi için gününün büyük kısmını geçirdiği eğitim binasını sahiplenmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir eğitim binalarında kullanılan temiz hava sirkülasyonlu sistemler ile havalandırmanın sağlanması, gün ışığından maksimum seviyede yararlanılması, zararlı kimyasal içermeyen ürünlerin kullanılması, eğitim binalarının kullanıcı sağlığını pozitif yönde etkileyecek unsurlara örnektir. Sınıfların akustik sistemini optimize etmek, öğrencilerin duymasını iyileştirerek, öğrenimin temelini güçlendirmektedir. Sürdürülebilir eğitim binalarında bulunan akustik tavan plakaları, uygun kanal ve borulama sistemi, optimize edilmiş havalandırma sistemleri, doğru yerleştirilmiş vantilasyon ile, dikkatin dağılmasını engeller ve öğrencinin katılımını arttırır. Sürdürülebilirlik özelliğine sahip olmayan okullardaki eğitimciler ile sürdürülebilirlik özelliğine sahip okullardaki eğitimcilerin memnuniyetleri karşılaştırıldığında, sürdürülebilir eğitim binasındaki eğitimcilerin gün ışığını kullanımı, iç hava kalitesinin yüksekliği, akustik optimizasyonun sağlanması nedeniyle, verdikleri eğitimin daha verimli olduğu ve eğitimcilerin de motive olduğu gözlenmiştir. Geniş pencereler sayesinde günışığının yeterli alınması, öğrencinin konsantrasyonunu arttırmaktadır.[44]

3.4. Bölüm Sonucu

Sürdürülebilirlik çok boyutlu bir kavramdır. Genellikle, çevresel, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirlik kavramları üzerinden incelenir. Bu kavramlar birbirini tamamlamaktadır. Mimari anlamda bakıldığında, arsanın seçiminden, malzemelerin seçimine, binanın kullanım aşamasındaki işletim-bakımına, enerji, su, elektrik tüketiminden, binanın yaşamını tamamlayıp yıkıldığında tekrar doğaya dönüşümü konularını kapsamaktadır. Sürdürülebilir özelliklere sahip binalar, belirlenen kriterlere göre sertifika almaktadır, bu özelliklere sahip olup sertifika almayan binalar da vardır. Eğitim binalarını sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirirsek, mimaride sürdürülebilirliğin tüm özelliklerine ek olarak, bina kullanıcılarında, binanın sahip olduğu özellikleri görerek ve o binada yaşayarak sürdürülebilirlik

bilinci oluşturulabileceği düşünülmektedir. Şekil 3.46'da sürdürülebilir eğitim binalarının özellikleri ve faydaları özetlenmiştir.



Şekil 3.46. Sürdürülebilir Eğitim Binalarının Özellikleri ve Faydaları

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI ÖRNEKLERİ

Tezin bu bölümünde, sürdürülebilir eğitim binaları incelenmiştir. İncelenen eğitim binaları, Türkiye ve Dünya örneklerinden oluşmaktadır. Bu binalar, yeşil bina sertifikalı veya sürdürülebilir mimari özelliklerine sahiptir. Ayrıca, sertifikalı binalar, sürdürülebilirlik kriterlerine göre tasarlanmış veya kullanım aşamasında sertifika almış (sürdürülebilir iyileştirme yapılmış) binalardan oluşmaktadır. Seçilen eğitim binaları:

4.1. Sürdürülebilir Eğitim Binası Türkiye Örnekleri

- 4.1.1. TED Rönesans Koleji (Tasarım)
- 4.1.2. OİB Endüstri Meslek ve Teknik Lisesi (İyileştirme)
- 4.1.3. Erkut Soyak Anadolu Lisesi (İyileştirme)

4.2. Sürdürülebilir Eğitim Binası Dünya Örnekleri

- 4.2.1. Lycee Albert Camus High School (Tasarım)
- 4.2.2. Sidwell Friends School (İyileştirme)
- 4.2.3. Woodrow Wilson High School (İyileştirme)

4.1. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI TÜRKİYE ÖRNEKLERİ

4.1.1. TED RÖNESANS KOLEJİ

YAPI KÜNYESİ		
	 [121]	**Mimari:** Hatırlı Mimarlık Yeşim Hatırlı-Naim Hatırlı **Toplam İnşaat Alanı:** 20.900 m² **Yıl:** 2011-2014 **Konum:** Küçükyalı/İstanbul **Enlem/Boylam:** 40°57′16.04″K 29°07′10.28″D **İklim:** Ilıman İklim **Plan Tipolojisi:** Avlulu Plan Tipi / Çoklu Avlu **Yapının Kat Sayısı:** 5 **Aldığı Sertifika:** LEED BD+C: Schools v3 - LEED 2009 Altın (2014) [122],[123]

Şekil 4.1. TED Rönesans Koleji Yapı Künyesi

Açıklama

Şekil 4.1'de yapı künyesi verilen TED Rönesans Koleji, doğa dostu binasıyla, çevre bilinci yüksek çocuklar yetiştirmeyi hedeflemektedir. Alandan tasarruf, iç mekân kalitesi, sürdürülebilir arazi, ulaşım ve sorumluluk kriterlerindeki başarısıyla, öğrencilerin konforunu artırmak ve çevreyi koruma amaçlarıyla tasarlanmıştır. Doğal havalandırmadan maksimum düzeyde yararlanılarak, enerji tasarrufu sağlanmış, okul içindeki taze hava miktarı, standartlara göre yüzde 30 arttırılmıştır. Okulda kullanılan boya ve yapıştırıcılar zararlı bileşen içermemektedir. Okuldaki yaşam alanları, doğal aydınlanma sağlayan günışığından maksimum düzeyde yararlanmaktadır.[124]



Şekil 4.2. İç Mekân Koridor [122]

Şekil 4.2.'de görülen okula ait zeminde, kendini kısa sürede yenileyen bambu parke kullanılmıştır ve kullanılan malzemeler insan sağlığına zarar vermemektedir. Okul binasında kullanılan bütün ahşap ürünler, kesimi izinli ve kontrollü olarak yapılan ormanlardan elde edilmiştir.[124]



Şekil 4.3. Yeşil Alan [121]



Şekil 4.4. Dış Mekan
(Küçük F.N., 2016)

Şekil 4.3 ve şekil 4.4'de öğrencilerin kullandığı yeşil alanlar görülmektedir. Öğretim yapılan tüm dersliklerde, ortamdaki sesin kalitesinin maksimum düzeye çıkmasını sağlayan, akustik asma tavan bulunmaktadır. Çatı malzemesi ve dış cephesi açık renktedir, böylece güneş ışınlarının sıcaklığı arttırmasına engel olunmuştur. Bina inşaat aşamasında iken, geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılmıştır, çıkan atıklar

tekrar geri dönüşüme gönderilmiştir. Ozon tabakasının delinmesine ve küresel ısınmaya neden olan soğutucu gazlar minimum düzeyde kullanılmıştır.[124]

Ayrıca, okul binası gezilerek, yetkililerden şu bilgiler alınmıştır: Lavabolarda sensörlü musluk kullanılmaktadır. Rezervuarlar çift basmalıdır. Okulun içinde bulunan tüm aydınlatmalar tasarrufludur. Akıllı bina sistemi bulunmaktadır. Merkezi ısıtma ve soğutma sistemi mevcuttur. Isı geri kazanım sistemi vardır. Tesisat borularındaki ısı kayıplarını engellemek amacıyla, boruların yalıtımı sağlanmıştır. Şekil 4.5.a'da, öğrencilerin sebze-meyve ekebilecekleri alan ve şekil 4.5.b'de meyve ağaçları görülmektedir.



Şekil 4.5.a) Öğrenciler İçin Ekim Alanı



Şekil 4.5.b) Meyve Ağaçları

(Küçük F.N., 2016)

Otomatik bahçe sulama sistemi vardır, yağmur yağdığı zaman sistem sulama yapmamaktadır. Okula toplu taşıma ile kolay bir şekilde erişim sağlanabilmektedir. Bisiklet kullanımını teşvik etmek amaçlı bisiklet parkı bulunmaktadır.[123]

4.1.2. OİB TEKNİK VE ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ

YAPI KÜNYESİ		
	 [125]	**Proje Adı:** OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi **Mimari:** M artı D Mimarlık Metin Kılıç, Dürrin Süer **Toplam İnşaat Alanı:** 32.000 m² **Konum:** Nilüfer/Bursa **Enlem/Boylam:** 40°13'22.6"K 28°49'51.1"D **İklim:** Ilıman İklim **Plan Tipolojisi:** Kasaba Plan Tipi / Parçalı Strüktür **Yapıdaki Kat Sayısı:** 4 **Yapım Yılı:** 2009-2010 **Aldığı Sertifika:** Breeam in Use-Çok İyi (2013) [126] [127]

Şekil 4.6. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yapı Künyesi

Açıklama



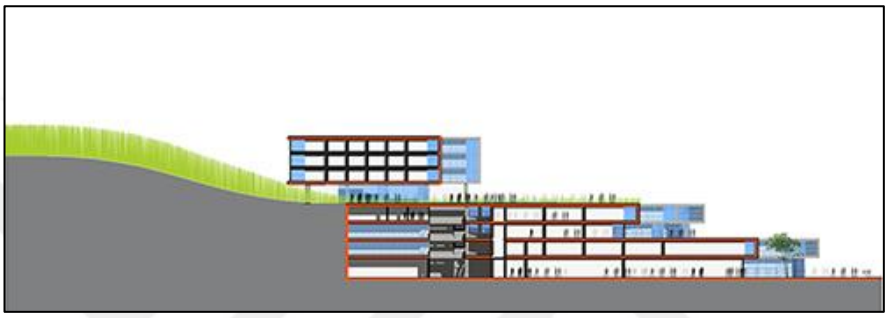
Şekil 4.7. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi (Google Earth)

Projenin bulunduğu arazi eğimli bir yapıya sahiptir, proje arazisi içinde şekil 4.7'de görüldüğü gibi zeytinlik bulunmakta ve şekil 4.6'da yapı künyesi verilen proje henüz oluşumunu tamamlamamış yapılı bir çevrenin içinde konumlanmaktadır. Kütlenin arazide konumlanmasında, zeytinliğin korunması amacıyla zeytin ağaçlarına dokunulmadan, kütle eğime, zeytinliğin başladığı sınıra yaslanmıştır ve şekil 4.8'de görüldüğü gibi kademeli olarak organize edilerek, arazi eğimi ile uyum sağlanmıştır. [128]

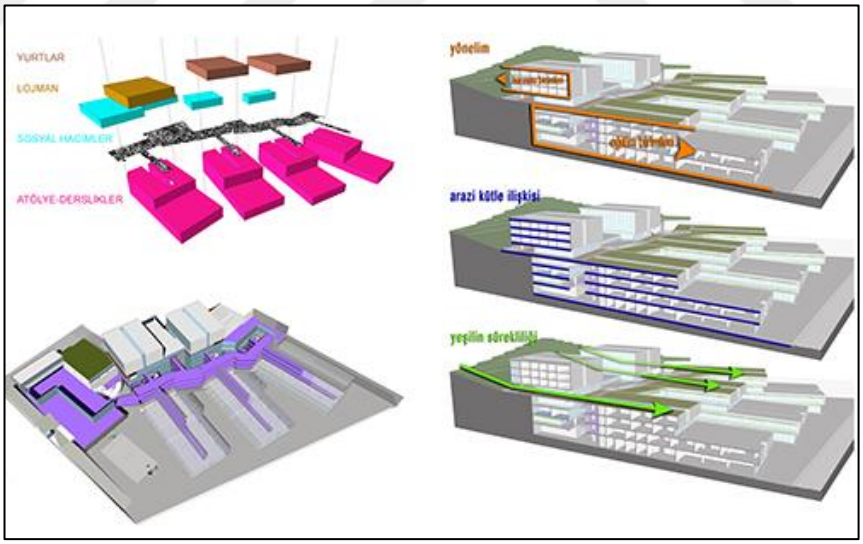


Şekil 4.8. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Genel Görünüm

(Fotoğraf – Cemal Emden) [128]



Şekil 4.9. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yeşil Alan İlişkisi Kesit [128]



Şekil 4.10. Tasarım Şemaları [128]

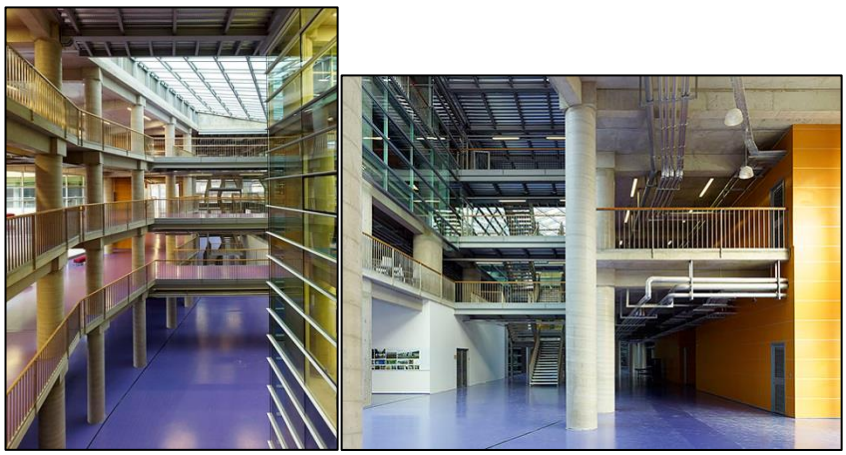
Arazide, şekil 4.9 ve şekil 4.10'da görülen, mevcut yeşil dokuyu oluşturan zeytinlik ile yapının iç içe geçmesi hedeflenerek, farklı kotlardaki çeşitli terasların bir kısmı öğrenciler için açık alanlara dönüştürülürken, bir kısmında ise sadece yeşilin sürekliliğinin korunması ön plana çıkarılmıştır. Buna göre eğitim birimleri (derslik ve atölyeler), sosyal birimler (kantin ve yemekhane), kültürel birimler (çok amaçlı

salon ve kütüphane) ile spor salonu, galerilere ve dolayısıyla, esnek, akışkan geçirgen nitelikteki galeriler ve avlular aracılığıyla birbirlerine bağlanmıştır.[128]

Strüktürel olarak yalın ve net bir kurguda çözümlenen projede betonarme karkas bloklar çelik kirişler ve cam örtü ile geçilen şeffaf yüzeylerle bağlanmıştır. Şekil 4.11'de eğitim binasına ait şeffaf cephe görülmektedir. Malzeme çeşitliliğini en aza indirgemek amacıyla tavan, zemin ve duvarlarda kaplama katmanı kaldırılmıştır.[128] Şekil 4.12'de eğitim binasının iç mekânına ait görsellere yer verilmiştir.



Şekil 4.11. Şeffaf Cephe [129]



Şekil 4.12. İç Mekân (Fotoğraf – Cemal Emden) [128]

Sertifika için ekolojik test raporu oluşturulan okulda, ayrıca çatıya da 35 kW'lık güneş enerji sistemi kurulmuş ve bina kendi enerjisini kendi üretebilir hale

gelmiştir.[125] Çizelge 4.1'de eğitim binasının iyileştirme öncesi ve sonrası enerji kullanımı, su tüketimi ve doğalgaz tüketimi değerlerindeki azalmalar görülmektedir.

Tuvaletlerde gereksiz elektrik enerjisi ve su kullanımını engelleyecek sensör ve kumanda edilen fotoselli musluk (selonoidli vanalar) bulunmaktadır. Lavabolara musluklardaki debiyi düşüren kartuşlar monte edilmiştir. Yapılan bu çalışmalarla elektrik ve su tüketiminde ortalama 1/3 oranında tasarruf sağlanmıştır. Ayrıca okulda, geri dönüştürülebilir atık toplama alanları da bulunmaktadır.[125]

İyileştirme çalışmaları dahilinde diğer yapılanlar:

- Acil durum raporları, yangın ve afet risk analizleri

- Okul bahçesine bisiklet parkı

- Okul personeli ve öğrencilerine eğitim verilmesi ve bina kullanım kılavuzu oluşturulması.

- Kullanıcı memnuniyeti araştırmaları

Çizelge 4.1. OİB Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi İyileştirme Öncesi ve Sonrası [126]

İyileştirme Öncesi	İyileştirme Sonrası
440.000 kWlık enerji kullanımı	300.000 kW
15.000 m³ su tüketimi	10.000 m³
1.600.000 m³ doğalgaz tüketimi	1.000.000 m³

4.1.3. ERKUT SOYAK ANADOLU LİSESİ

YAPI KÜNYESİ		**Mimari:** Mutlu Çilingiroğlu MİAR Mimarlık Bürosu **Toplam İnşaat Alanı:** 5.300 m² **Yıl:** 2004-2005 **Konum:** Ümraniye/İstanbul **Enlem/Boylam:**41°00'30.5"K 29°06'39.3"D **İklim:** Ilıman İklim **Plan Tipolojisi:** Blok Plan Tipi/ Öğrenim Sokağı Bloğu **Yapıdaki Kat Sayısı:** 3 **Aldığı Sertifika:** Breeam In Use-İyi (2015) [130],[131]

Şekil 4.13. Erkut Sokak Anadolu Lisesi Yapı Künyesi

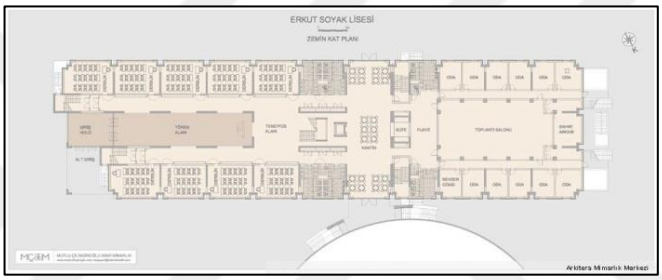
Açıklama

2004 yılında yapımına başlanan ve 2005 yılında inşaatı tamamlanan şekil 4.13'de yapı künyesi verilen eğitim binası, toplam 5.300 m² kullanım alanına sahiptir. Yapımında, çağdaş inşaat teknikleri ve malzemeler kullanılmıştır. Fiziksel engellilerin kullanımı için özel tuvalet ve asansör bulunmaktadır.[131]

Okul ulaşım açısından merkezi bir konumdadır. İç mekân kurgusu ve katlar arası görsel ilişki tasarımda belirleyici olurken, oluşturulan galerili iç mekânın kış koşullarında öğrenciler tarafından rekreatif olarak da kullanılabilmesi öngörülmüştür. Bu iç mekânlar ve spor salonu çatıdan gün boyu doğal ışık alabilmektedir. Binaya ait çatı ışıklığı şekil 4.14'de görüldüğü gibidir. Şekil 4.15'de planı görülen eğitim binası lineer forma sahiptir. Eğitim binasında, optimum verilerle, sağlıklı ve aydınlık bir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.[132]



Şekil 4.14. Erkut Soyak Anadolu Lisesi Çatı Işıklığı [132]



Şekil 4.15. Erkut Soyak Anadolu Lisesi Zemin Kat Planı [132]

Erkut Soyak Lisesi kullanımda olan binaların çevre, sağlık, verimlilik ve konfor açısından iyileştirilmesini hedefleyen şekil 4.16'da görülen Breeam In Use sertifikasını almıştır.[130]



Şekil 4.16. Erkut Soyak Anadolu Lisesi'ne ait Breeam Sertifikası [133]

Erkut Soyak Lisesi için sertifika kapsamında yapılanlar;

- Yangın planı, bakım-onarım planı, temizlik planı, atık planı, afet eylem planı gibi işletmesel planların uygunluğu kontrol edilmiştir.

- Bitki türlerini listeleyen, açıklayan peyzaj ve ekoloji raporu hazırlanarak gerekli iyileştirmeler yapılmıştır.

- Enerji etüdü yapılarak, elektrik ve mekanik sistemlerin enerji tüketimlerini azaltan uygulamalar yapılmıştır.

- Mekanik tesisat vana, pompa vb. ekipmanların yalıtımı yapılmıştır.

- Havalandırması eksik mahallerde fan yardımı ile taze hava sağlayacak havalandırma sistemi kurulmuştur.

- Tuvaletlerde klozetler çift basmalı olanlarla değiştirilmiştir.

- Aydınlatma sisteminde enerji tüketimi düşük projektörler kullanılmaya başlanmıştır.

- Öğrencilerin okula bisikletle ulaşımını teşvik etmek amacıyla bisiklet park yerleri bulunmaktadır.

- Engelli öğrenciler için okul bahçesinin sirkülasyon noktalarına engelli rampaları yapılmıştır.

- Geri dönüştürülebilir atıklar için atık konteynırları ve kutuları yerleştirilmiştir.

Okulda, verimlilik kriterlerinin yanı sıra bina güvenliği ve kullanıcı konforunu arttırıcı yeni ve geliştirilmiş sistemler de kullanılmıştır.[134]

4.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI DÜNYA ÖRNEKLERİ

4.2.1. LYCEE ALBERT CAMUS SCHOOL

YAPI KÜNYESİ		
		**Mimari:** Norman Foster & Partners **Konum:** Frejus / France **Enlem/Boylam:** 43°26′33.86″K 6°45′20.68″D **İklim:** Sıcak Nemli İklim (Akdeniz İklimi) **Plan Tipolojisi:** Blok Plan Tipi / Öğrenim Sokağı Bloğu **Yapının Kat Sayısı:** 2 **Yapım Yılı:** 1991-1993 **Proje Alanı:** 14.500 m^2

Şekil 4.17. Lycee Albert Camus School Yapı Künyesi [111]

Açıklama

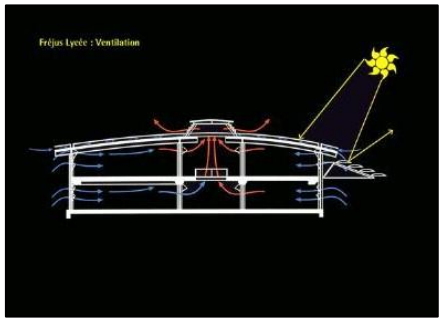
Lycee Albert Camus School, şekil 4.17'deki yapı künyesinde belirtildiği gibi Fransa Frejus'da bulunmaktadır. Okulun tasarımı, esnek ve açık bir yapıdadır. Akdeniz iklimine uygun olarak, düşük enerji konseptiyle tasarlanmış bir okuldur. Şekil 4.18'de görülen okulun lineer planı, aktif bina hizmetlerini minimum seviyede tutmaktadır. Okulun planı olan lineer sokak formu, doğal havalandırma sistemini ve kullanıcılar için merkezi sirkülasyon alanını oluşturmaktadır.[111]



Şekil 4.18. Lycee Albert Camus School (Google Earth)

Lineer sokak formu, okul içinde merkezi bir konumdadır, hem doğal havalandırma hareket sistemi hem de bina kullanıcıları için merkezi sirkülasyon alanıdır. Binaya girilen alan ikiye ayrılır, bu alanda kafe, oturma alanları bulunur, öğrenciler için odak

noktasıdır. Beton tonozlarda bulunan metal güneş kırıcılar, güneşten korunma, serin hava girmesini sağlar. Bu teknik geleneksel Arap Mimarlık tekniğidir.[111]



[135]



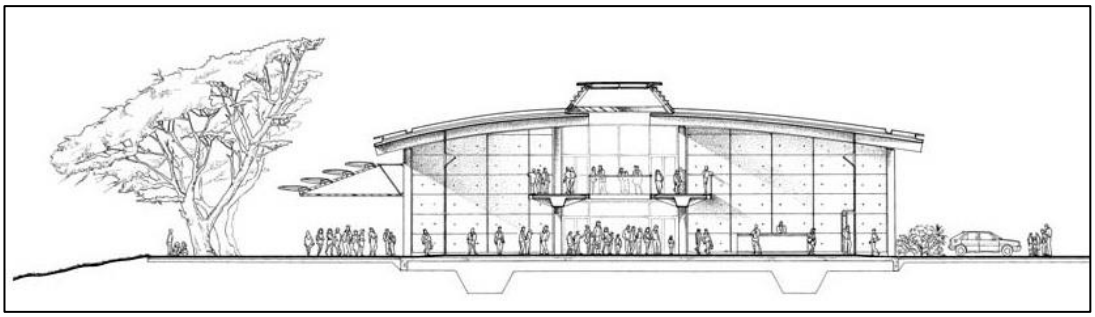
[136]

Şekil 4.19. Lycee Albert Camus School Doğal Havalandırma

Binaların doğal ekolojisini artırmak için, güneş bacası ile ılık havanın içeri girerek yükselmesini sağlayan bir etkiye sahip olan bu sistem şekil 4.19'da görülmektedir. Güney cephede bulunan güneş kırıcılar, iç mekânda gölge oluşturmaktadır. Bina, iç sokağın iki yanında bulunan sınıflardan oluşmaktadır ve iki katlıdır. Binaya girişler, iki kat yüksekliğindedir. Malzemeler iklim tipine uygun olarak seçilmiştir. Binada kullanılan termal kitleler (=thermal mass) bina içindeki ısı değişim oranını düşürerek ve mekanik soğutmaya ihtiyaç duyulmadan doğal bir şekilde havalandırma sağlanabilmesine olanak tanımaktadır.[111] Şekil 4.20'de iç mekânda katlar arası görsel ilişkinin sağlanması görülmektedir.



Şekil 4.20. Lycee Albert Camus School Koridor [111]



Şekil 4.21. Lycee Albert Camus School Görünüş Çizim [111]

240 metre uzunluğunda olan bina doğu-batı doğrultusunda tasarlanmıştır, bu nedenle derslikler kuzey-güney cephelere yönlendirilmiştir. Güney cephede bulunan derslikler direk güneş ışınlarından, 5 metre uzunluğundaki delikli metal gölge elemanları ile korunmaktadır. Kuzey cephede herhangi bir güneş koruması bulunmamaktadır.[136] Bu ifade görsel olarak şekil 4.21'de görülmektedir.

4.2.2. SIDWELL FRIENDS SCHOOL

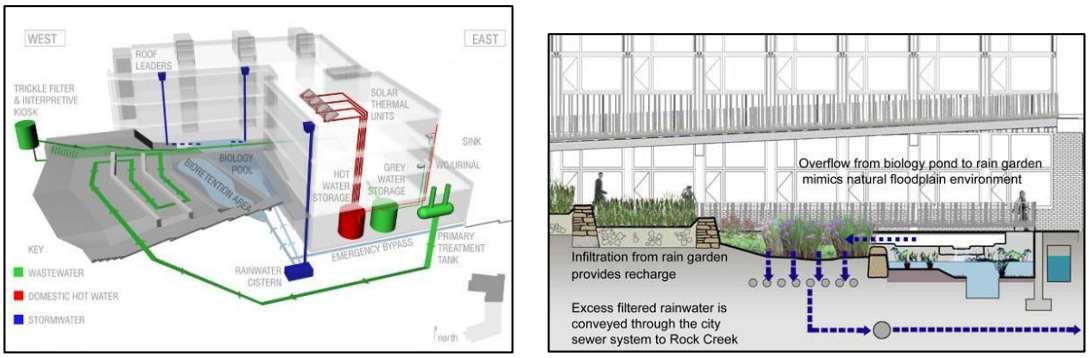
YAPI KÜNYESİ		
	 [137]	**Mimari:** Kieran Timberlake **Toplam İnşaat Alanı:** 6.736 m2 **Yıl:** 2001-2006 **Konum:** District of Columbia/ Washington **Enlem/Boylam:** 38°56′26.65″K 77°04′21.96″ B **İklim:** Sıcak ve Ilıman İklim **Plan Tipolojisi:** Avlulu Plan Tipi / Açık Avlu **Yapının Kat Sayısı:** 3 **Aldığı Sertifika:** LEED-Platin (2007)

Şekil 4.22. Sidwell Friends School Yapı Künyesi

Açıklama

Şekil 4.22'de yapı künyesi verilen okulun yenilenmesi sürecinde, yerel jeoloji, doğa ve nehir havzalarla ilişkiler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Peyzaj tasarımında ise yeşermiş toprak alanlara "mikro ekosistem restorasyonu" yapılarak yaklaşık 80 çeşit yerel bitki kampüs peyzajında uygulanmıştır. Öğrencilerin doğayla yakınlaşmalarını sağlayan aktivitelerde bulunmaları teşvik edilmektedir. Yabani hayata dair gözlemlerde bulunanlar bahçelerinde durumları gün, saatleriyle not tutarak ve fotoğraflayarak rapor etmektedir. Yeşillendirilmiş çatı dış mekân sınıfı olarak tasarlanarak, öğrencilerin bahçeyle uğraşmaları teşvik edilmektedir. Yeşil çatı sistemi sayesinde ısı adası etkisi azaltılmıştır.[137]

Yeniden yapılandırılan ve eklemelerde bulunulan okul binası, dış ve iç mekânlarda gerçekleşen bir eğitim alanına dönüştürülmüştür. Yağmur suyu yeşil çatıda toplanarak oluklarla biyolojik gölete, yağmur bahçelerine ve su depolarına aktarılma sistemi şekil 4.23'de görülmektedir. Okulun avlusunda oluşturulan sulak alan, binanın bütün atık suyunu geri dönüştürerek, %94 oranında su tasarrufu sağlamaktadır.[137]



Şekil 4.23. Yağmur Suyu Kullanımı [137]

Böylelikle öğrenciler sudaki nitrojen ve fosfor değerini ölçüp karşılaştırarak, sulak alanların suyu temizlemedeki rolünü görebilmektedir.[137]

Okulun sedir ağacından yapılan dış cephesi biyolojik deri gibi hareket ederek çeşitli çevresel bileşenleri değişen faktörlere bağlı olarak engellemekte veya içeri almaktadır. İç cephe yapısı yağmur suyunun içeri girmesini engellerken, hava hareketinin de devam etmesini sağlanmaktadır. Dış cephe güneş hareketine göre gün ışığının kontrolünü sağlamaktadır. Kuzey cephesinde herhangi bir engellemeye ihtiyaç duyulmadan uzun pencerelerle güneş ışığı içeri alınmaktadır. Güney cephesinde pencerelerin üzerlerine yerleştirilen yatay ekranlarla etkili bir kullanım sağlanmıştır. Doğu ve batı cephelerinde ise yatay olarak kullanılan güneş panelleri parlamayı engelleyecek şekilde kullanılmıştır.[137]

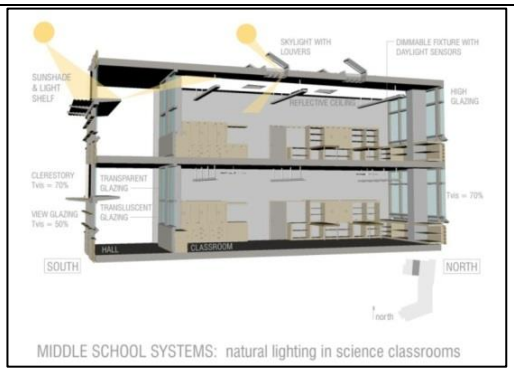
Kızıl ardıçtan yapılmış olan gölgelikler, farklı bir yerde üretilip, sonradan şantiyeye taşınıp, monte edilmiştir. Mevcut binanın iç mekân tadilatı esnasında geri dönüştürülebilecek malzemeler için alanda üç adet atık çöp kutusu bulundurulmuş, inşaat sürecinde de kullanılan atıklar azaltılmıştır.[137]

Öğretmenler, okula entegre edilmiş eğitim müfredatı sayesinde öğrencilerin malzeme ve sistemlerle ilgili eğitimlerini şekillendirmektedir. Bina içinde kullanılan mantar yer döşemeleri ve bambu uygulamalarından, ışığın kullanılma etkisine kadar öğrencilere uygulamalı olarak eğitim sağlanabilmektedir. Okulda bulunan gösterge panosu, yapının kaynak kullanımını göstererek her bireyin karbon ayak izi azaltımındaki katkısı hakkında bilinçlenme sağlamaktadır. Enerji kaynaklarını kontrol etmeyi kolaylaştırmak ve öğrencilerde enerji sarfiyatıyla ilgili bilinçlenme sağlamak amacıyla bütün kampüse hizmet veren merkezi enerji kaynağı bulunmaktadır. Yapının enerji harcamasının %5'i şekil 4.24'de görülen fotovoltaik

panellerden sağlanmıştır. Şekil 4.25'de ise güneş ışığının sınıflarda kullanımı görülmektedir. [137]

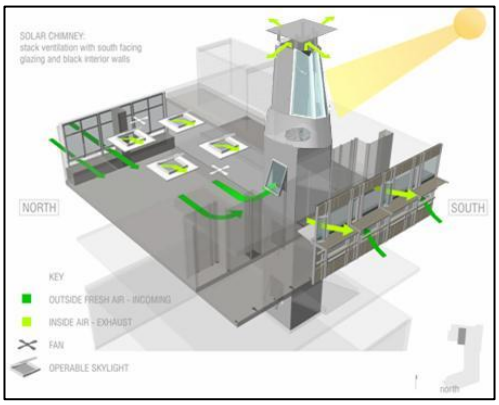


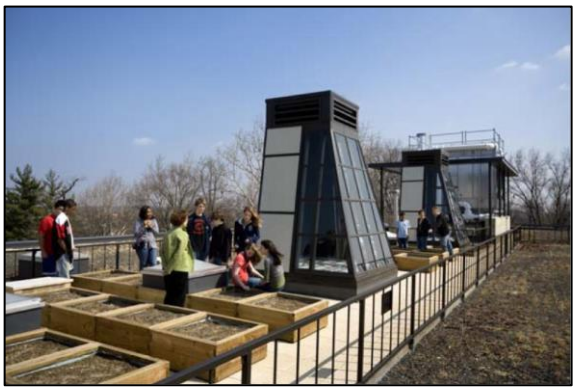
Şekil 4.24.Güneş Panelleri [137]



Şekil 4.25. Güneş Işığının Sınıflarda Kullanımı [137]

Enerji kullanımı gerektirmeyen pasif havalandırma sistemi için ise güneş bacaları kullanılmıştır. Camdan yapılan ve çatıya yerleştirilen şekil 4.26'da görülen güneş bacaları, güneş ışınlarıyla içindeki havayı ısıtmaktadır. Kuzey cephesine bakan pencerelerden içeri giren soğuk hava ile oluşan hava akımı soğuk havanın binanın içine dağılarak yapının serinlemesini sağlamaktadır.[137]





Şekil 4.26. Güneş Bacaları [137]

Öğrencilerle gerçekleştirilen çevre konulu okuma, yazma ve düşünme aktiviteleri sayesinde sosyal bilinç oluşturulmakta ve yapı sistemleri ile dış dünya bağlantısı kurmaları sağlanmaktadır.[137]

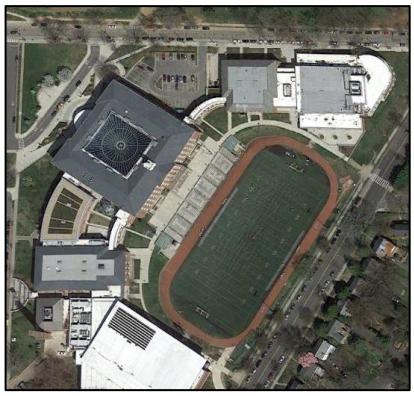
4.2.3. WOODROW WILSON HIGH SCHOOL

YAPI KÜNYESİ		
	 [138]	**Mimari(Yenileme):** Cox graae + spack architects ve Fanning Howey **Toplam İnşaat Alanı:** 7.000m²(düzenleme yapılan) **İnşa Edilme Yılı:** 1935 **Yenileme Yılı:** 2011 **Konum:** Washington **Enlem / Boylam:** 38°57′00.13″ K / 77°04′39.62″ B **İklim:** Ilıman İklim **Plan Tipolojisi:** Avlulu Plan Tipi **Yapının Kat Sayısı:** 3 **Aldığı Sertifika:** LEED BD+C: Schools-Altın (v2009) (2012) [139]

Şekil 4.27. Woodrow Wilson High School Yapı Künyesi

Açıklama:

İlk inşa edilme yılı 1935 olan eğitim binasının künyesi şekil 4.27'de verilmiştir. 2008 yılında, 21. Yüzyıl eğitim binası olmak adına, sağlıklı bir eğitim alanı oluşturmak ve yeşil bir okul binası olmak gibi amaçlarla yenileme kararı alınmıştır. Tarihi bina 2010 yılında, tescillenmiştir. Şekil 4.28'de görülen okul kampüsünün, 1600 kişilik kapasitesi vardır. Yaklaşık 7.000 m² alan tasarlanarak, yenilenmiştir, 2011 yılında eğitim-öğretime açılmıştır. Bu değişim projesi kapsamında, tarihi elemanlar yeniden kullanıma sunulmuş, 35.000 m² arazi ve kampüste bulunan binalar arasındaki ulaşım yeniden düzenlenmiş, enerji etkin sistemler, doğal aydınlatmayı arttırmak adına geniş pencereler, akustik paneller kullanılmıştır.[140]



Şekil 4.28. Woodrow Wilson High School (Google Earth)

Okulun merkezinde olan avluya (şekil 4.29), aydınlık sağlayacak bir tepe ışıklığı yapılarak, bina kullanıcılarının vakit geçirebileceği toplanma alanı oluşturulmuştur.[138] Kampüste bulunan üç farklı bina LEED altın sertifikası hedefiyle tasarlanmıştır. Okulda 35 gönüllü öğrenci, 'yeşil Leedci' olarak eğitilerek, 2000 öğrenciye okulun yeşil özelliklerinin aktarılması sağlanmıştır. Ayrıca öğrenciler için, okullarında "yeşil tur gezisine" çıkmalarına olanak tanıyan rehber kitap hazırlanarak dağıtılmıştır. Ayrıca şekil 4.30'da görülen 30.000 galon kapasiteli taşkın suyu tankına ek 15.000 galon su kapasiteli yağmur suyu tankı, yeşil çatı, güneş panelleri projede bulunmaktadır. [140]



Şekil 4.29. Woodrow Wilson High School Avlu [138]

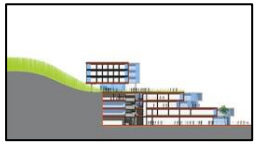
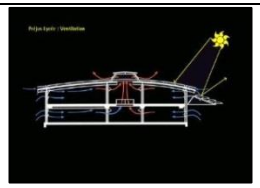
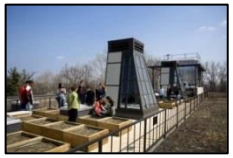


Şekil 4.30. Woodrow Wilson High School Yağmur Suyu Tankı, Yeşil Çatı, Güneş Paneli [138]

4.3. Bölüm Sonucu

İncelenen, Türkiye ve Dünya örneklerinden oluşan eğitim binalarına ait genel değerlendirme çizelge 4.2'de görüldüğü gibidir. Bu binalardan Erkut Soyak Lisesi, OİB Endüstri Meslek ve Teknik Lisesi, Sidwell Friends School, Woodrow Wilson High School' un ortak özelliği, kullanım aşamasında iken sürdürülebilir özellikler göz önüne alınarak iyileştirmeler, yenilemeler yapılmış olmasıdır. Bu iyileştirmelerdeki temel amaç; bu binaların kullanıcılarına sağlıklı bir ortam oluşturmak, doğaya salınan zararlı bileşenleri en aza indirgemek, tükenme olasılığı olan kaynakların kullanımını azaltmak, enerji israfından kaçınmak, 21.yüzyılın bizlere sunduğu teknolojik olanakları en iyi şekilde değerlendirebilmektir. Eğitim binalarının sürdürülebilir özellikte olmasının bir diğer amacının da, 'bina kullanıcılarında çevreye duyarlı olma bilincinin kazandırılması' olduğu düşünülebilir. Ancak, bunu sağlayabilmek için sürdürülebilir özelliklere sahip eğitim binalarının bina kullanıcılarına tanıtımının yapılması gerekmektedir.

Çizelge 4.2. Sürdürülebilir Eğitim Binaları Yapım ve İyileştirilme Yılı, İklim, Konum, Plan Tipolojisi ve Sürdürülebilir Özellikler

SÜRDÜRÜLEBİLİR EĞİTİM BİNASI ÖRNEKLERİ	**TED Rönesans Koleji**	**OİB Endüstri Meslek ve Teknik Lisesi (İyileştirme)**	**Erkut Soyak Anadolu Lisesi (İyileştirme)**	**Lycee Albert Camus School**	**Sidwell Friends School (İyileştirme)**	**Woodrow Wilson High School (İyileştirme)**
Proje/İyileştirilme Tarihi	2011-2014	2009-2010 / 2013	2004-2005 / 2015	1991-1993	2001-2006 / 2007	1935 / 2011
İklim	Ilıman İklim	Ilıman İklim	Ilıman İklim	Akdeniz İklimi	Ilıman İklim	Ilıman İklim
Enlem/Boylam	40°57′16.04″K 29°07′10.28″D	40°13'22.6"K 28°49'51.1"D	41°00'30.5"K 29°06'39.3"D	43°26′33.86″K 6°45′20.68″D	38°56′26.65″K 77°04′21.96″B	38°57′00.13″ K 77°04′39.62″ B
Plan Tipolojisi	Avlulu Plan Tipi / Çoklu Avlu	Kasaba Plan Tipi / Parçalı Strüktür	Blok Plan Tipi/ Öğrenim Sokağı Bloğu	Blok Plan Tipi / Öğrenim Sokağı Bloğu	Avlulu Plan Tipi / Açık Avlu	Avlulu Plan Tipi
Sürdürülebilir Özellikler	 -Topografyaya uygun tasarım -Yeşil Çatı -Zararlı bileşen içermeyen malzeme -Akustik asma tavan -Fotoselli musluk -Çift basmalı rezervuar	 -Topografyaya uygun tasarım -Mevcut yeşil dokuyu koruma -Güneş Paneli - Fotoselli musluk -Musluklarda kartuş -Atık toplama -Katlar arası görsel ilişki	 -Çatı ışıklığı -Katlar arası görsel ilişki -Engelli erişim kolaylığı -Havalandırmanın arttırılması -Fotoselli musluk -Çift basmalı rezervuar	 -Binanın özellikleri sayesinde doğal havalandırmanın sağlanması -Güneş kırıcı -Katlar arası görsel ilişki -Bulunduğu iklime uygun tasarım	 -Rüzgâr Bacası -Yeşil Çatı -Yağmur suyunun toplanması -Gün ışığı kontrolü -Güneş Paneli	 -Yağmur suyunun toplanması -Yeşil Çatı -Güneş Paneli -Günışığı alan toplanma alanı -İşitsel konfor

5. DEMİR ÇELİK MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

YAPI KÜNYESİ		
		**Mimari:** Semih Eryıldız **Toplam İnşaat Alanı:** 18.560m^2 = 2.426m^2 bina+16.134m^2 bahçe **Yapım Yılı:** 1972 **Konum:** İskenderun / Hatay **Enlem/Boylam:**36°42'14.1"K 36°12'16.7"D **İklim:** Sıcak Nemli İklim (Akdeniz İklimi) **Plan Tipolojisi:** Blok Plan Tipi/Öğrenim Sokağı Bloğu **Yapıdaki Kat Sayısı:** 3 **Derslik Sayısı:** 24+3(Atölye)

Şekil 5.1. Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Yapı Künyesi [141]

5.1. İskenderun İlçesi Hakkında Genel, Coğrafi ve İklimsel Veriler

İskenderun'un batı bölümünde Akdeniz, doğusunda Amanos Dağları, kuzeyinde Payas, Güneydoğusunda Belen, güneybatısında ise Arsuz İlçesi bulunmaktadır.

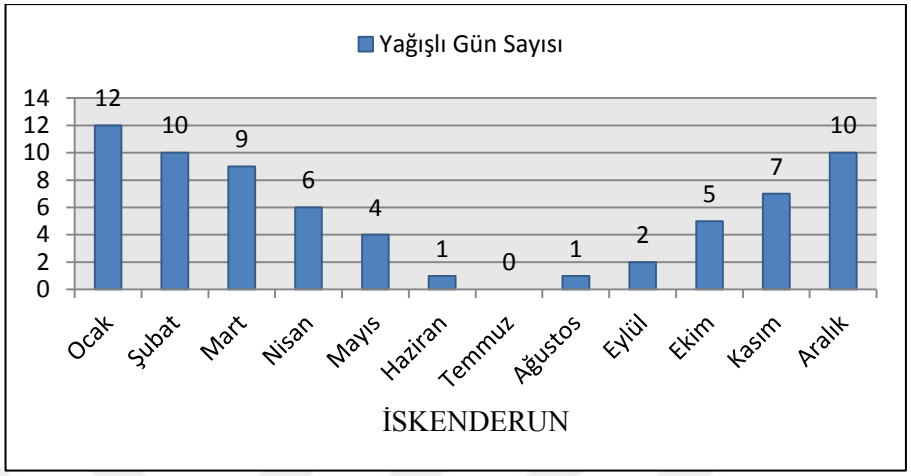
İskenderun'un deniz kıyısı uzunluğu 37 km'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği 3,5 metredir.

Yazın en yüksek sıcaklık 40°C, en düşük sıcaklık ise 19°C derece olmaktadır. Yılın 6-7 ayı yazdır. Yıllık ortalama nem miktarı %70 civarındadır. Kentte kış ve ilkbahar aylarında, 'Yarıkkaya' olarak isimlendirilen kısa süreli rüzgârlar estiğinde kentte hayat kısmen durmaktadır.[142]

İskenderun'da Akdeniz iklimi görülür, yaz sıcaklığı güneş ışınlarının düşme açısına; kuraklık ise alçalıcı hava hareketlerine bağlıdır. Açık gün sayısı 88,3, bulutlu gün

sayısı 225,82'dir. Yılda 51,2 gün ise kapalı geçmektedir.[143] Çizelge 5.1'de aylık ortalama yağışlı gün sayısı görülmektedir.

Çizelge 5.1. İskenderun Aylık Ortalama Yağışlı Gün Sayısı [145]



Çizelge 5.2'de sıcak-nemli iklim bölgelerinde bulunan binalarda korunulması ve sağlanması gerekenler belirtilmiştir.

Çizelge 5.2. Sıcak-Nemli İklimlerde Binada Korunması Gerekenler ve Binada Sağlanması Gerekenler [146]

Sıcak Nemli iklimlerde;	
Binada Korunması Gereken Öğeler; Yağmur-nem Sıcaklık Fazla güneş ışınımları	Binada Sağlanması Gereken; Havalandırma Gölgeleme

5.2. Demir-Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Tanıtım

Okul ismini 1970 yılında kurulan, İskenderun Demirçelik Fabrikalarından almıştır. Mimari tasarımı, Prof. Dr. Semih Eryıldız' a ait olan, şekil 5.1'de künyesi görülen eğitim binasının 1972 yılında ortaokul bölümü, 1975 yılında ise lise bölümü açılmıştır. 2014 - 2015 Eğitim Öğretim yılından itibaren, Demirçelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi olarak kullanılmaktadır. [141] Şekil 5.2'de konumu görülmektedir.

Uygulama alanının seçilmesinin amacı; literatür araştırmaları sonucu İskenderun iklimine ait, eğitim binalarının sürdürülebilirliği konusunda herhangi bir çalışma

yapılmamış olması, mimarı ile görüşme imkanına ve incelenen eğitim binasının bir takım sürdürülebilir bina özelliklerine (güneş kırıcı, yönlere uyum vb. (şekil 5.3. ve şekil 5.5.)) sahip olmasıdır.



Şekil 5.2. Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Konum (Google Earth)



Şekil 5.3. Eğitim Binası ile ilgili Görseller (Küçük F.N., 2016)

5.3. YERLEŞİM

İskenderun'da bulunan eğitim binası güney, doğu, batı cephelerinde güneş kırıcılara sahip olması, arsaya uyum, doğu-batı yönünde yerleşim, dış cephesinin açık renk olması gibi sürdürülebilirlik kriterlerini içermektedir. İncelenen sürdürülebilir özellikte inşa edilen ve mevcut eğitim binaları sürdürülebilir yenilemeleri doğrultusunda İskenderun'da bulunan, iklim özellikleri de göz önünde bulundurularak eğitim binasına yapılması hedeflenenler;

-Doğal Havalandırma

-Sebze-Meyve Ekim alanı Önerisi

-Yağmur Suyunun Toplanması

-Gri Suyun Kullanımı

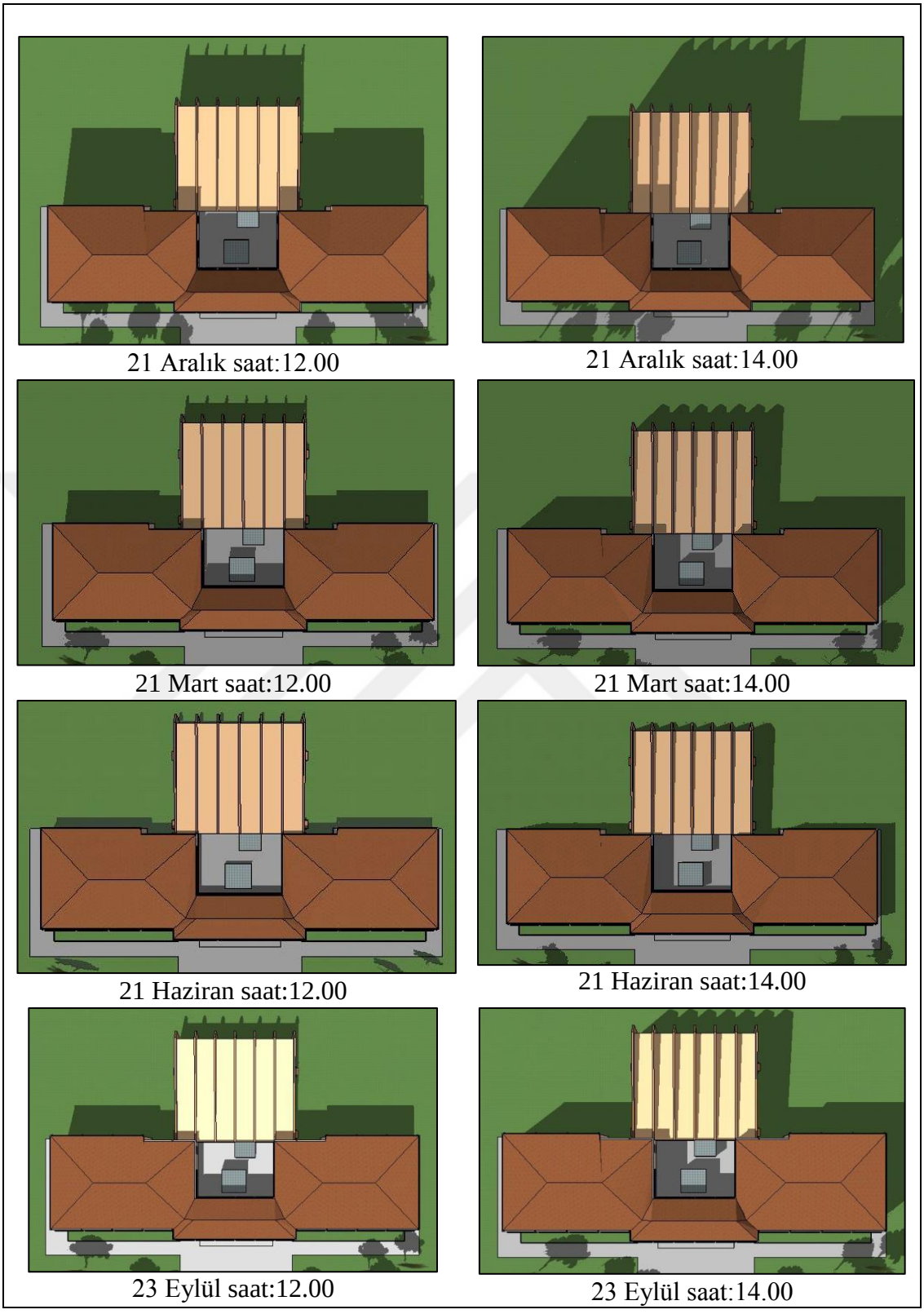
-Isıtma-Soğutma Yükü Hesabı Sonucu Enerji Etkin İyileştirme Önerisi

-Yenilenebilir Enerji-Güneş Paneli + Rüzgâr Türbini

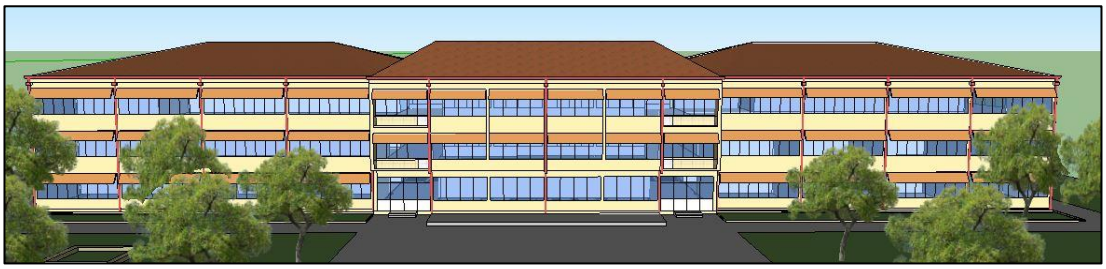
-Diğer Öneriler

Bu özelliklerin seçilmesinin nedeni ise, su, elektrik ve enerjiden tasarruf etmenin, iyileştirme yapılan eğitim binasının konum itibari ile yağış alması, güneşli gün sayısının fazla olması, bahçesinin geniş olması ve mevcut binalara entegrasyonunun, incelenen örneklerde de görüldüğü üzere, uygun olmasıdır. Ayrıca, eklenen sistemlerle öğrencilerde, su ve enerji korunumu bilincinin oluşturulabileceğidir.

Plan ve kesitlerde mevcut durum-iyileştirme çalışması belirtilmiştir. (Şekil 5.6., 5.7., 5.8., 5.9. ve 5.10.)



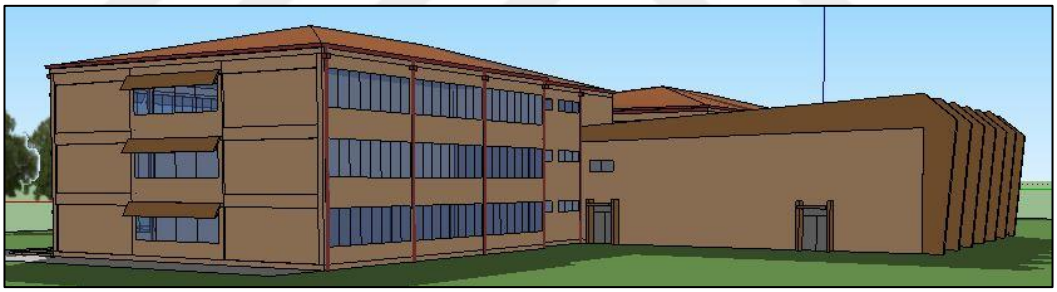
Şekil 5.4. Eğitim Binası Gölge Durumları



Güney Cephe (Giriş)



Perspektif

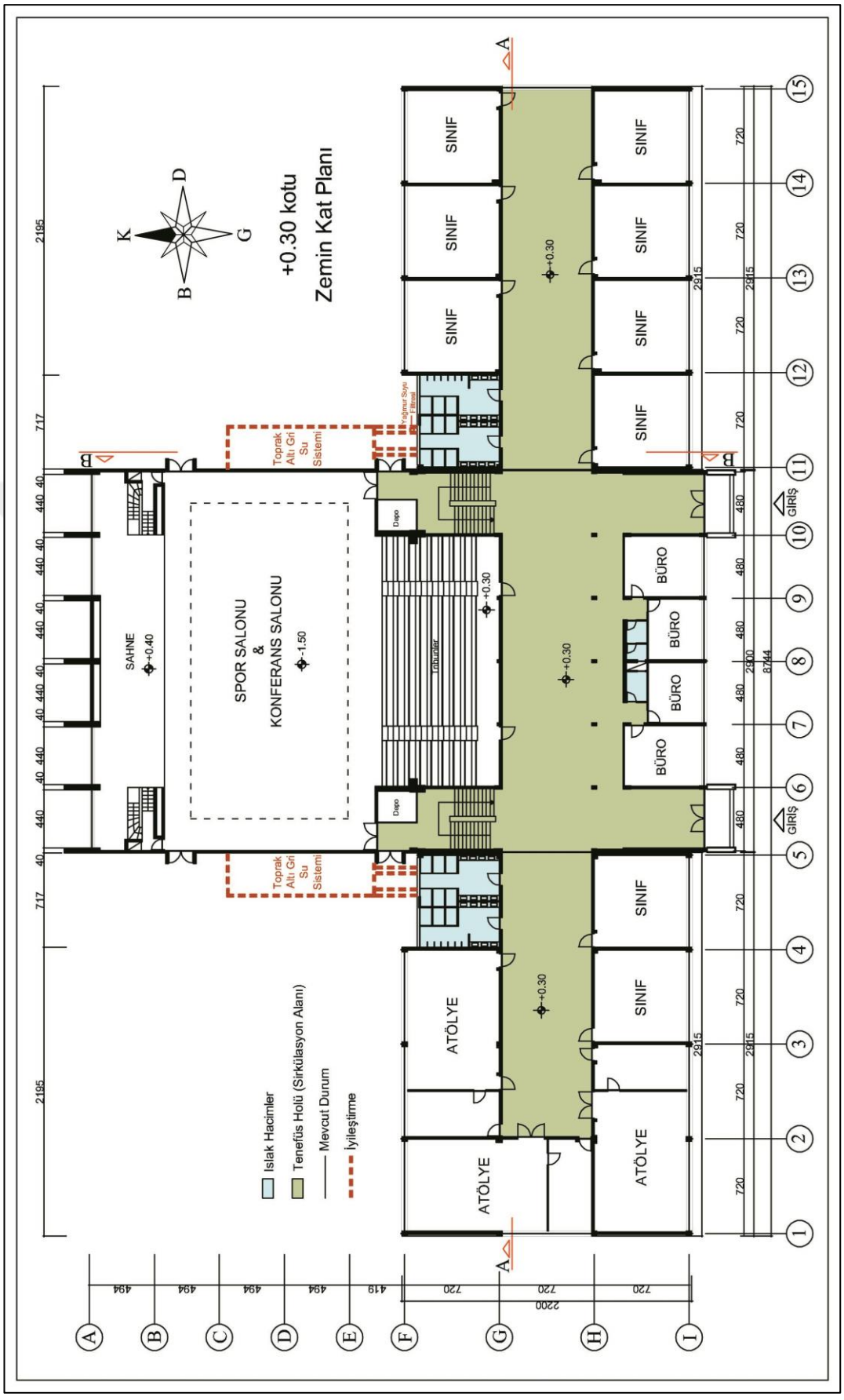


Güneydoğu Perspektif

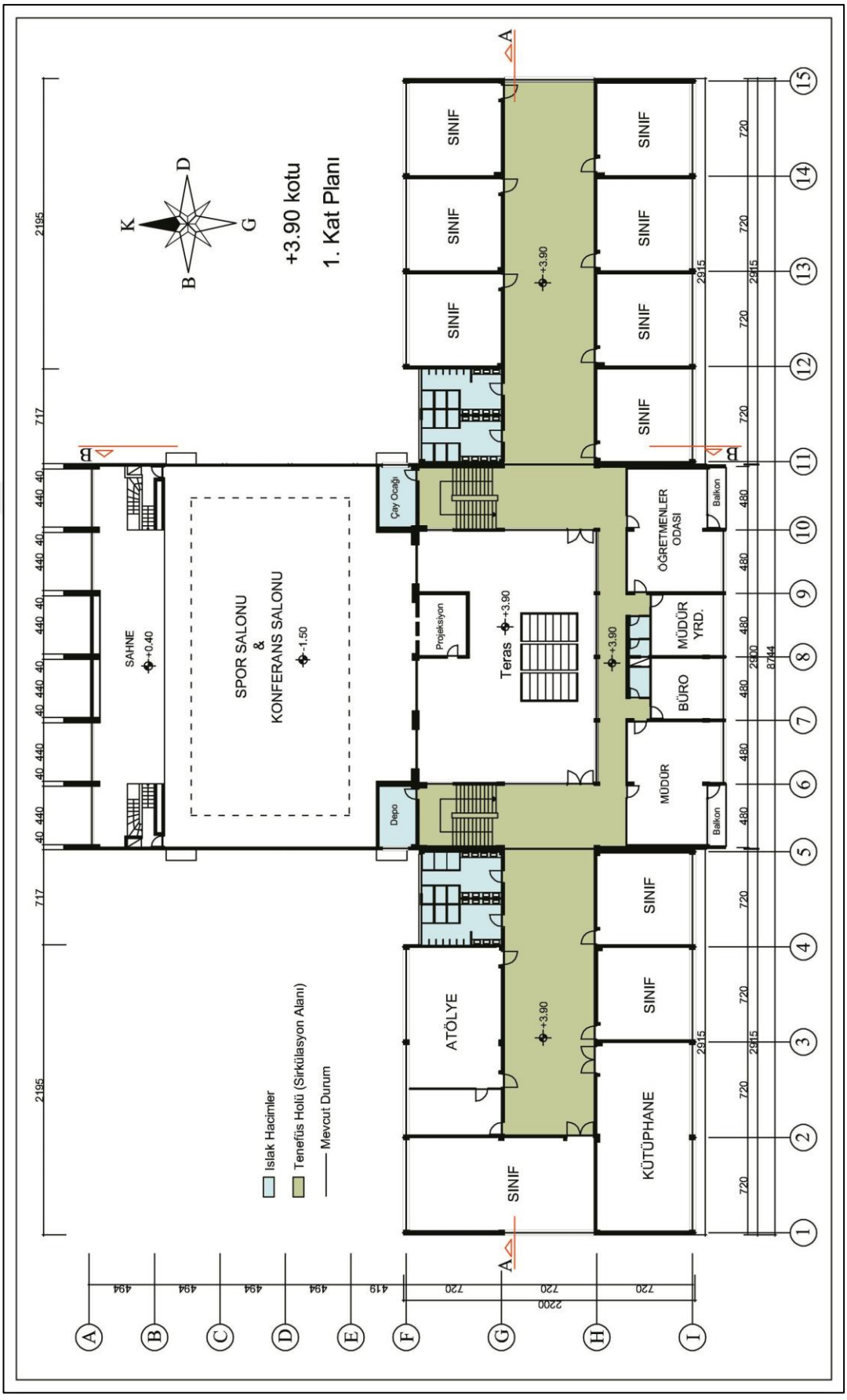


Kuzey Cephe

Şekil 5.5. Eğitim Binası Cephe ve Perspektif

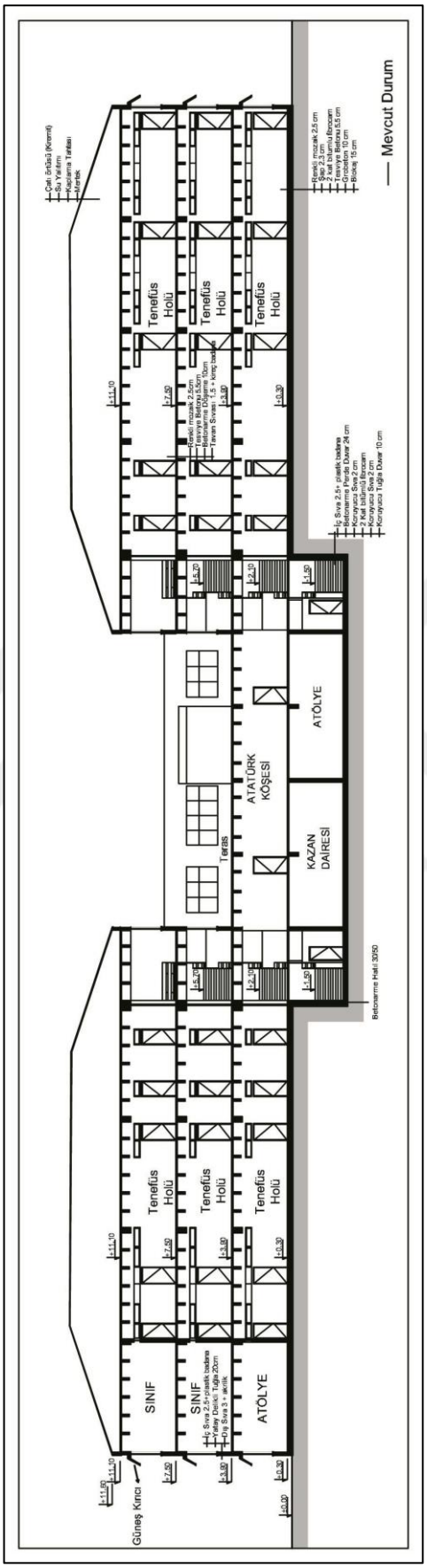


Şekil 5.6 Zemin Kat Planı (Mevcut Durum + İyileştirme)

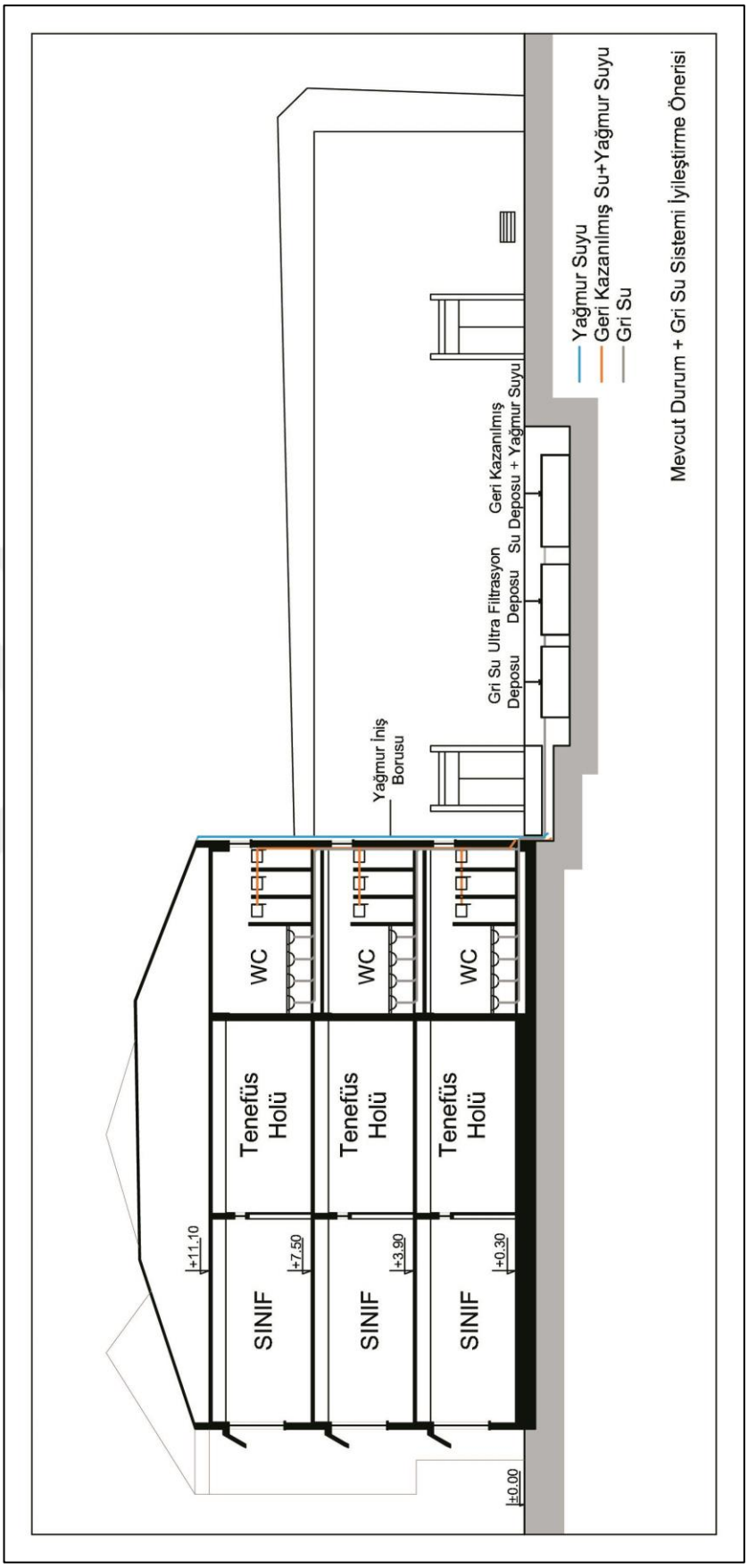

+3.90 kotu
1. Kat Planı
K
G
B
D
SINIF
SINIF
SINIF



Şekil 5.8. 2. Kat Planı (Mevcut Durum + İyileştirme)



Şekil 5.9. A-A Kesiti (Mevcut Durum)



Şekil 5.10. B-B Kesiti (Mevcut Durum + İyileştirme)

5.4. TASARIM

Eğitim binası form (Şekil 5.6.-5.7.-5.8.) olarak bulunduğu yerin iklim koşullarına uygundur.

Doğal Havalandırma

Tüm iklim tiplerinde gece hava sıcaklığı, gündüz hava sıcaklığına göre daha düşüktür. Geceleri doğal havalandırma veya fanlar ile gelen soğuk hava, iç kütle ile temas eder ve kütleyi soğutur. Sabah pencereler sıcak dış hava ile binanın ısınmasını önlemek amacı ile kapatılır. Böylelikle, kütlenin bir soğutucu gibi davranması sağlanarak, binanın ısınması engellenir, iç hava sıcaklığı korunur. İç hava sıcaklığı öğle saatlerinde artmaya başladığında, konfor sağlayan iç sıcaklığı devam ettirebilmek için iç sirkülâsyonda fanlara ihtiyaç duyulabilir. Bu tekniğin uygulandığı binalarda, ısı kazanımının ve gerekli kütle miktarının minimize edilmesi gerekmektedir. Gölgelendirilmiş pencereler, bina kabuğunda iklime uygun yalıtım ve açık renk malzeme kullanılarak aşırı ısıdan korunulabilir.[147]

Gece havalandırmasının (soğutmasının) kuralları;

1. Gece havalandırması günlük sıcaklık farkının 17°C'yi geçtiği sıcak ve kuru iklimlerde çok iyi çalışır, ancak günlük sıcaklık farkının 11°C'nin üzerinde olduğu nemli bölgelerde de etkili olmaktadır.

2. Düzenli gece rüzgârları olan bölgeler dışında pencere fanları veya tüm bina için fanlar kullanılmalıdır.

3. Pencerelerin kapalı olduğu gündüz saatlerinde tavan fanları veya diğer sirkülasyon fanları kullanılmalıdır.

4. Döşeme alanının her metrekaresi için 36 kilogramın üzerinde bir kütle olması gerekir ve bu kütlenin alanı döşeme alanının iki katı kadar olmalıdır.

5. Isı transferi sağlamak için gece hava akımı kütle üzerine yönlendirilmelidir.

6. Pencereler döşeme alanının % 10 ile 15'i arasında olmalıdır.

7. Pencereler geceleri açılmalı, gündüzleri ise kapatılmalıdır.[147]

Bu bilgilerden yola çıkılarak, İskenderun'da bulunan eğitim binasına gece havalandırmasının sağlanabilmesi için gerekli iklimsel veriler elde edilmiştir.

Çizelge 5.3. 2014-2015 Eğitim Öğretim yılı içinde Aylara Göre En Yüksek Gece-Gündüz Sıcaklık Farklılıkları [148]

Aylar	En yüksek Sıcaklık (Gündüz)	En düşük Sıcaklık (Gece)	Gece-Gündüz Farklılık
Eylül	33	21	12
Ekim	34	21	13
Kasım	29	13	16
Aralık	21	11	10
Ocak	21	7	14
Şubat	23	8	15
Mart	26	11	15
Nisan	30	14	16
Mayıs	36	18	18
Haziran	34	17	17

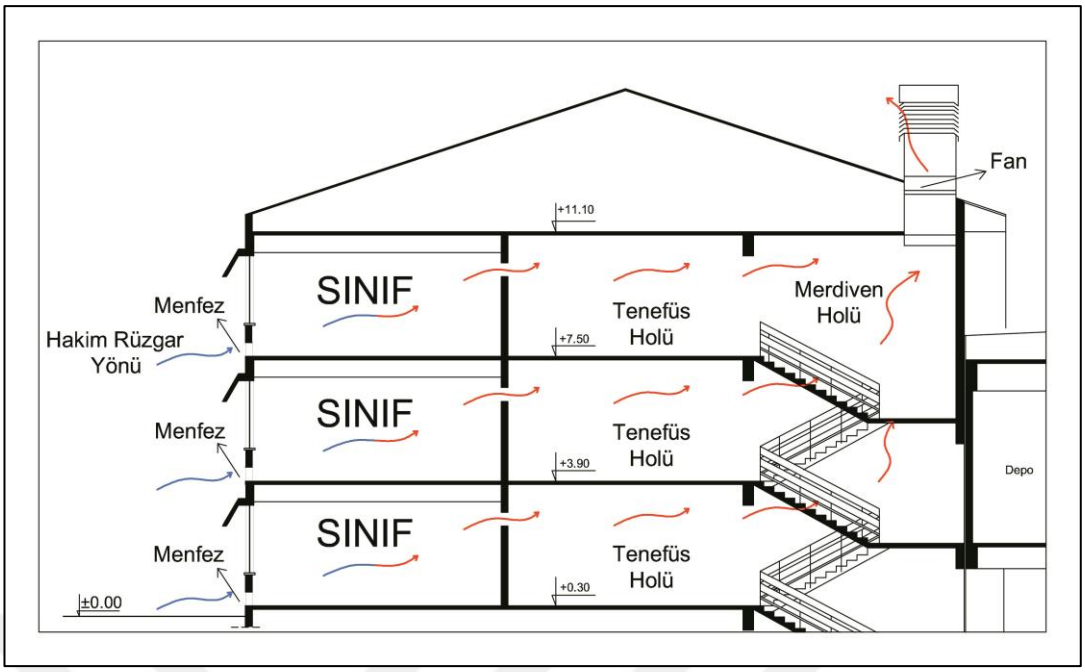
Çizelge 5.3. oluşturulurken 2014-2015 eğitim-öğretim yılına ait iklim verileri dikkate alınmıştır.

1.Dönem:15 Eylül 2014 – 23 Ocak 2015

2.Dönem: 9 Şubat 2015 – 12 Haziran 2015 [155]

Çizelge 5.3'de işaretli aylarda, gündüz sıcaklığının 26°C'nin üzerinde olduğu günler dikkate alınmıştır, çünkü bu sıcaklık değerine sahip olunan günlerde iç mekândaki sıcaklıkta da artış görülmektedir. Gece gündüz ısı farklılıkları ise, 11°C'nin üzerindedir ve gece havalandırması yapılarak, eğitim binası kullanıma açıldığında serinlikten faydalanılabilir. Gece havalandırması yapılabilmesi için önerilen çalışma şekline ait kesit şekil 5.11'de görülmektedir. Sınıflar ısınmaya başladığında, okulun kullanım saatlerinin biteceği düşünülmektedir.

İskenderun hâkim rüzgâr yönü= Güneybatı [149]



Şekil 5.11. Gece Havalandırması (Soğutması) Kesiti

5.5. PEYZAJ

Sebze-Meyve Ekim Alanı

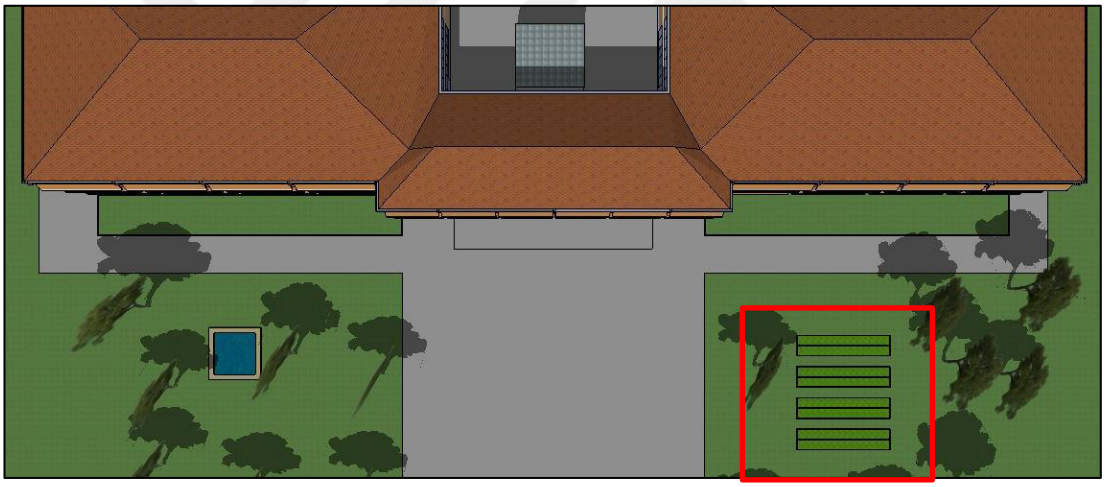
İskenderun'da bulunan eğitim binasına, öğrencilerin ekim yapabilecekleri alan düzenlemesi yapılmıştır. Okulun bahçesinde yeterli alan bulunmaktadır.(Şekil 5.12) Bu nedenle ek maliyeti yoktur ve sulama için okula entegre edilmesi önerilen yağmur suyu veya gri su sistemi kullanılacaktır. Bu ekim alanı sayesinde, öğrencilerin toprak ile temas kurarak, doğa ile daha yakın iletişim kurabilecektir. Bu sayede, öğrenciler bir bitkinin nasıl büyüdüğünü, hangi aşamalardan geçtiğini, nasıl bakım yapılması gerektiğini gözlemleyecek, sofralarına nasıl geldiğini bilecek ve böylece doğasına sahip çıkması sağlanabilecektir. Tüm bunların yanında, kendisinin ürettiği bir ürünü tüketmesi ile motivasyonu sağlanabilecektir. Bu alana ekilebilecek endemik bitkiler (=bulunduğu bölgenin ekolojik şartlarından dolayı yalnızca belirli bölgede yetişen, dünyanın başka yerinde yetişme olasılığı olmayan, yöreye özel tür [150]) ve diğer ekilebilecekler aşağıda belirtilmiştir:

Endemik bitkiler: Amanos Kekiği, Kara Kafes Otu, Hava Civa Otu, Yoğurt Otu, Sakar Otu, Mürdümük, Unutma Beni, Sabun Otu, Emzik Otu [151]

Diğer ekilebilecekler: Maydanoz, domates, salatalık, marul, turunçgil, patates, havuç, çilek vb.



Şekil 5.12. Öğrenciler için Sebze-Meyve Ekim Alanı Öneri Konumunun Mevcut Görünümü



Şekil 5.13. Öğrenciler için Sebze-Meyve Ekim Alanı Önerisi Modeli

Şekil 5.13'de görülen sebze-meyve ekim alanı önerisinin uzun kenarı 9 metre, kısa kenarı 1 metredir, bu ölçülerde toplam 8 adet ekim alanı bulunmaktadır. Aralarındaki mesafe ise, 1 metredir. Bu ölçünün öğrencilerin ekim yapabilmeleri için uygun olduğu düşünülmektedir.

5.6. MALZEME

Atık Malzemeler

Bina içinde kullanılan kağıt, plastik vb. atıkların toplandığı kutular bulundurulmalıdır.

Yapı Malzemeleri

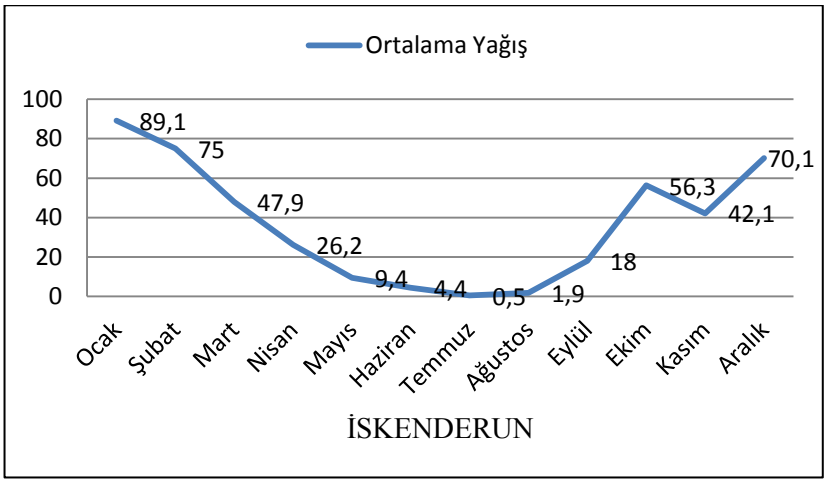
Dış cephe açık renk malzeme kullanılmıştır. İç mekân döşemeleri ise, zararlı bileşen içermeyen malzemelerle değiştirilebilir.

5.7. SU KORUNUMU

Yağmur Suyu Sistemi

Bir yapıya yağmur suyu toplama sistemi için bir takım bilgilere ihtiyaç vardır. Bunlar; çatı alanı, sistemin kurulacağı binanın bulunduğu yere ait en az ve en çok yağış miktarıdır. İskenderun aylık ortalama yağış miktarı çizelge 5.4'de görülmektedir.

Çizelge 5.4. İskenderun Aylık Ortalama Yağış Miktarı (mm) [145]



1mm yağış, 1 kg/m²'ye karşılık geldiğinden, İskenderun ilçesinin yıllık toplam yağış miktarı 440,9 kg/m^2dir. En az yağış Temmuz ayında ve ortalama 0,5 kg/m^2dir. En fazla yağış ise Ocak ayında ve ortalama 89,1 kg/m^2dir.[145] Yağmur suyunun toplanması çatı üzerine düşen yağışın oluklar, yağmur boruları vasıtasıyla, bina dışında ve yer altında bulunan yağmur suyu deposuna iletilmesiyle yapılacaktır.

İskenderun'daki en az ve en çok yağış miktarı, eğitim binasının çatı alanı bilgilerine göre çizelge 5.5'deki değerler elde edilmiştir.

Çizelge 5.5. En Çok ve En Az Yağış Alınan Aylarda Günlük Toplam Yağmur Suyu Toplama

Okula ait toplam çatı alanı	1.619,19 m^2
En çok yağış alınan Ocak ayının ortalama yağış miktarı:	89.1 kg/m^2
En çok yağış alınan Ocak ayında toplam yağmur suyu:	144.269,829 kg= 144,2 m³
En az yağış alınan Temmuz ayının ortalama yağış miktarı:	0,5 kg/m^2
En az yağış alınan Temmuz ayında toplam yağmur suyu:	809,595 kg= 0,8 m³
En çok yağış alınan ayda günlük ortalama yağış miktarı:	2,97 kg/m^2
En çok yağış alınan ayda günlük toplam yağmur suyu toplama:	4.808,9943 kg= 4,8 m³

(Bu hesaplamalarda yağmur suyunun tamamının toplandığı kabul edilmiştir) [152]

Yağmur Suyu Verim Hesabı

Yağış miktarı: İskenderun'a ait yıllık toplam yağış miktarı 440,9 kg/m^2'dir.[145]

Çatı Katsayısı: Alman standartları tarafından DIN1989'da 0,8 olarak belirtilmiştir. Bu katsayı, çatı üzerine düşen tüm yağmur suyunun toplanarak kullanılamayacağını ifade etmektedir.[152]

Filtre Etkinlik Katsayısı: Alman standartları tarafından DIN1989'da 0,9 olarak belirtilmiştir. Çatıdan elde edilen yağmur suyunun, katı maddelerden arındırılması için geçirilen ilk filtrenin verimlilik katsayısıdır. Bir miktar suyun buradan geçemeyeceği hesaplanarak verilmiştir.[152]

Yağmur suyu verimi: Yağmur Toplama Alanı (Çatı Alanı) x Yağış Miktarı x Çatı Katsayısı x Filtre Etkinlik Katsayısı

En çok yağış alınan ayda günlük yağmur suyu toplama verimi = 1.619,19 x 2,97 x 0,8 x 0,9 = 3.462,4759 kg = 3,46 m³

Yağmur suyu hasadı sisteminde, yağmur suyunun çatıya düşmesiyle su; filtreli süzgeçten geçerek ilk olarak tortu, yaprak gibi maddelerden temizlenir ve sonra yağmur oluklarından geçerek, yağmur suyu deposuna ulaşır. Bina içinde suya gereksinim olduğunda depoda bulunan su, kullanılacak alana bir pompa yardımıyla gönderilir. Su deposunda bulunan yağmur suyu seviyesi sensörler yardımıyla belirlenir. Ayrıca bu sensörlerin, eğitim binasındaki öğrenciler açısından sürdürülebilirlik bilincinin kazandırılması, bu sayede suyu daha dikkatli kullanmaları konusunda faydalı olacağı düşünülmektedir. Yağmur suyu deposundaki su bittiğinde, şebeke suyundan su alınabilir. Toplanan yağmur sularının, rezervuarlar, bahçe sulama ve genel temizlik amaçlı kullanılması amaçlanmaktadır.[153]

Yağmur suyunun depolanması için iki adet depo konulması düşünülmektedir.

1 deponun boyutu: 1.73 m^3

Yükseklik:100 cm En:100 cm Boy:173 cm

Çizelge 5.6. Yağmur Suyu Sistemi İçin Gerekli Malzemeler ve Birim Fiyatları

1 adet Depo fiyatı (ölçü:1.73 m^3)	200 Euro / Adet x 2
Bağlantı malzemeleri	PPRC Boru ve fittingsleri 100 Euro x 2
Pompa fiyat	500 euro / adet pompa x 2
Yağmur suyu seviye gösterge paneli fiyat	300 euro/ adet x 2
Toprağa gömülü sistem için kazı maliyeti (3 m^3)	180 TL x 2
Toplam Maliyet*	**7.400 TL**
Hatay eğitim binaları için su birim fiyatı	4,25 TL/m^3 (HATSU) [154]

(*Pompaların tükettiği elektrik ihmal edilmiştir)

1 Euro=3,19908755 TL = 3,2 TL (Nisan, 2016)

Çizelge 5.6'daki toplam maliyete göre;

Toprak Üstü Yağmur Suyu Sisteminin Yaklaşık Amortisman Süresi: 2.1 yıl

Toprağa Gömülü Yağmur Suyu Sisteminin Yaklaşık Amortisman Süresi: 2.2 yıl'dır.

Depodaki yağmur suyu bittiğinde şebeke suyu devreye girecektir. Yağmur suyu kullanım sisteminin öğrenciler açısından dikkatini çekebilmek için, yağmur iniş borularının dikkat çekici bir renkte olması gerektiği düşünülmüştür.

Gri Su Sistemi

Eğitim binalarında gri su olarak adlandırılan, lavaboların kullanımı sonucu elde edilen sular, rezervuarlarda ve bahçe sulamada kullanılabilmektedir. Gri suyun depolanabilmesi için gri su üretimine ve tüketimine bağlı olarak, depo boyutunun belirlenmesi gerekmektedir. Çizelge 5.7'de ve çizelge 5.8'de gri su depo boyutunu belirleyebilmek için gerekli bilgilere yer verilmiştir.

Çizelge 5.7. Eğitim Binalarında Gri Su Hesaplama Verileri (Buçak G (2015)'den değiştirilerek)

	REZERVUAR	**LAVABO**
SU TÜKETİM MİKTARI	6 lt	9lt/dk
KULLANIM SÜRESİ	1 dk	1dk
KULLANIM SAYISI	2kez/kişi gün	2 kez/kişi gün

Çizelge 5.8. Demir Çelik Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesine Ait Gri Su Üretim ve Tüketimi Hesabı İçin Gerekli Bilgiler

Öğrenci Sayısı	556
Öğretmen Sayısı	49
Bina Kullanım Saatleri	08.30-15.00
Binanın kullanıma açık olduğu gün sayısı(14 Eylül 2015-22 Ocak 2016 / 8 Şubat 2016-10 Haziran 2016) [155]	95 + 90 = 185 gün

Çizelge 5.9. Toplam Gri Su Üretimi (Buçak G (2015)'den değiştirilerek)

ÜRETİLEN GRİ SU	**LAVABO**
ÖĞRENCİ + ÖĞRETMEN SAYISI	556 + 49 = 605
SU TÜKETİM MİKTARI	9 lt/dk
KULLANIM SÜRESİ	1 dk
KULLANIM SAYISI	2 kez / kişi gün
TOPLAM GRİ SU ÜRETİMİ	**10.890 lt /gün**

(Hesaplamalar varsayımlar üzerinden yapılmıştır)

Çizelge 5.9'da toplam gri su üretiminin hesaplanabilmesi için gerekli değerler verilmiştir.

Toplam üretilen gri su (lt/gün) = öğrenci + öğretmen sayısı x dakikada lavaboda kullanılan su miktarı x kullanım süresi x kullanım sayısı

Toplam Üretilen gri su(lt/gün) = 605 x 9 x 2 = 10.890 lt/gün

Çizelge 5.10. Toplam Gri Su Tüketimi (Buçak G (2015)'den değiştirilerek)

TÜKETİLEN GRİ SU	REZERVUAR	PEYZAJ
KİŞİ SAYISI	556 + 49 = 605	-
SU TÜKETİM MİKTARI	6 lt/dk	5 lt/m²
KULLANIM SÜRESİ	-	-
KULLANIM SAYISI	2 kez/kişi gün	1 kez/gün
PEYZAJ ALANI	-	1.500 m²
TOPLAM GRİ SU TÜKETİMİ	**7.260 lt / gün**	**7.500 lt /gün**

Çizelge 5.10'da toplam gri su tüketiminin hesaplanabilmesi için gerekli değerler verilmiştir.

Toplam tüketilen gri su(lt/gün) = öğrenci + öğretmen sayısı x rezervuar kapasitesi x kullanım süresi x kullanım sayısı(her öğrencinin günde iki kez rezervuar kullandığı varsayılmıştır)

Toplam Tüketilen gri su = 7,26 m³ + 7,5 m³ = 14,76 m³

Toplam Üretilen gri su = 10,89 m³

Yağmur suyu verimi: Yağmur Toplama Alanı (Çatı Alanı) x Yağış Miktarı (en çok yağış alınan aya göre) x Çatı Katsayısı x Filtre Etkinlik Katsayısı

En çok yağış alınan ayda günlük yağmur suyu toplama verimi =3,46 m^3

Eğitim binasına merkezi gri su geri kazanım sistemi uygulanması öngörülmüştür. Gri su geri kazanım sistemi 3 depo ile çalışmaktadır. 1. ve 2. Depolar biyolojik reaktördür, fan vasıtasıyla içine hava basılarak, bakterilerin biyolojik atıkları parçalaması sağlanır. Daha sonra bu sular, 3.depoya, yani geri kazanılmış su deposuna gider.[156] Tüketilen gri su, gri su depolarının hacmini belirlemektedir. Tüketilen gri su debisi 14,76 m³ olarak hesaplanmıştır. Gri suyun tamamının arıtılması gerekmediği için, 10,5 m³ hacminde gri su deposu yeterli olacaktır. Hesaplamalar maksimum kişi sayısı ve tüketim üzerinden yapıldığı için, bulunan değerlere göre daha küçük depoların yerleştirilmesi uygun görülmüştür.

Gerekli Depo Hacimleri:

1. Depo (Gri Su Deposu): 10,5 m³

2. Depo (Ultra Filtrasyon Deposu): 10 m³

3. Depo (Tüketilen Gri Su + Yağmur Suyu): 13 m³

Belirtilen hacimler toplam gerekli hacimlerdir. Bu projede depolar, suyun gerekli birimlere daha kolay ulaşabilmesini sağlamak için ikiye ayrılacaktır.

Depoların yerleştirilmesi için belirli mesafeler vardır, bunlar göz önüne alınarak, ikiye ayrılan sistemlerden bir tanesi için gerekli kazı alanı 59,4 m³'tür.

Çizelge 5.11. Gri Su Tekrar Kullanım Sistemi için Gerekli Depo Alanları ve Birim Fiyatları

Gri su deposu için gerekli depo hacmi	5,25 m³ lük LDPE Depo 525 Euro/ Adet x 2
Ultra filtrasyon deposu için gerekli depo hacmi	5 m³ lük LDPE Depo 500 Euro/ Adet x 2
Geri kazanılmış su deposu + yağmur suyu için gerekli depo hacmi	6,5 m³ lük LDPE Depo 650 Euro/ Adet x 2
Sistemde kullanılan diğer ekipmanların fiyatları	5.000 Euro
Seviye gösterge paneli	300 Euro/adet x 2
Toprağa Gömülü Sistem için Kazı Maliyeti	7.128 TL
Toplam Maliyet*	**35.768 TL**

(*Pompaların tükettiği elektrik bedeli, bakım maliyeti ihmal edilmiştir)

Sistem kurulunca bir yıllık su tüketim bedeli yaklaşık: 7.785,02 TL olacaktır.

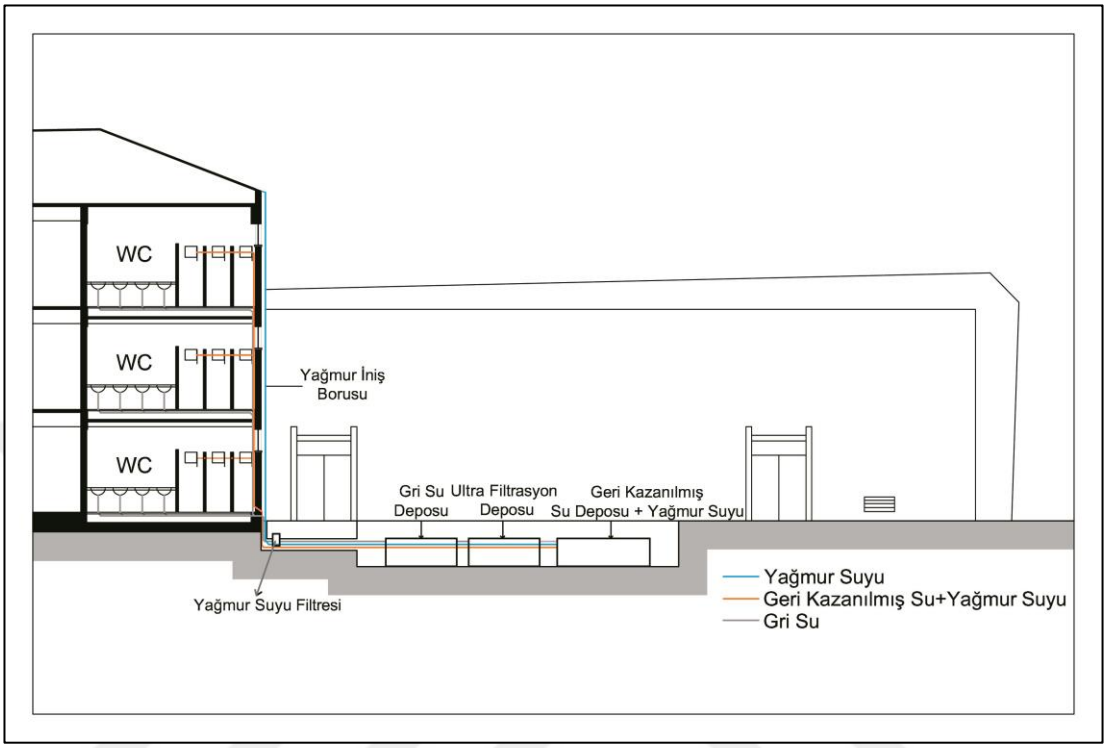
Çizelge 5.11'deki toplam maliyete göre;

Toprak üstü gri su geri kazanım sistemi kurulumunun yaklaşık amortisman süresi: 3,7 yıl

Toprağa gömülü gri su geri kazanım sistemi kurulumunun yaklaşık amortisman süresi: 5 yıl'dır.

Gri su geri kazanım sistemlerinin periyodik bakımları, 6 ayda bir filtrelerin kimyasal madde ile uzman kişiler tarafından temizlenmesidir. Bakım ve onarım masrafı, her

yıl ilk yatırım maliyetinin %1 i kadardır. Makine ve teknik ekipmanlar içinse, her yıl ilk yatırım maliyetinin %4 ü kadardır.[156] Toprağa gömülü gri su ve yağmur suyu geri kazanım sistemine ait kesit şekil 5.14'de görülmektedir.



Şekil 5.14. Gri Su ve Yağmur Suyu Geri Kazanım Sistemi Şeması

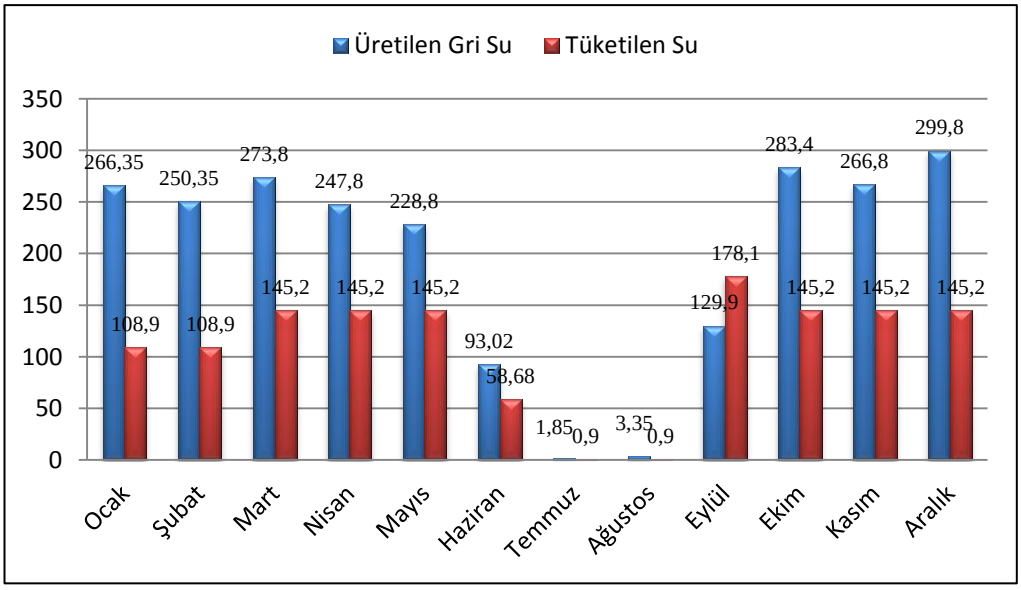
İskenderun'un aylık ortalama yağış miktarına göre toplanan yağmur suyu, eğitim binasının hesaplamalara göre aylık yaklaşık üretilen (gri su + yağmur suyu) ve tüketilen (rezervuar + sulama) su miktarları (m^3) çizelge 5.12'de görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.12. Aylara göre ortalama toplanan Yağmur Suyu, Üretilen Gri Su, Toplam Üretilen Su ve Toplam Tüketilen Su

Aylar	Toplanan Yağmur Suyu	Üretilen Gri Su* (Lavabo)	Toplam Üretilen Su (Gri su + Yağmur Suyu)	Toplam Tüketilen Su* (Rezervuar)
Ocak	103 m³	163,35 m³	266,35 m³	108,9 m³
Şubat	87 m³	163,35 m³	250,35 m³	108,9 m³
Mart	56 m³	217,8 m³	273,8 m³	145,2 m³
Nisan	30 m³	217,8 m³	247,8 m³	145,2 m³
Mayıs (Sulama)	11 m³	217,8 m³	228,8 m³	145,2 m³
Haziran(Sulama)	5 m³	88,02 m³	93,02 m³	58,68 m³
Temmuz	0,5 m³	1,35 m³	1,85 m³	0,9 m³
Ağustos	2 m³	1,35 m³	3,35 m³	0,9 m³
Eylül (Sulama)	21 m³	108,9 m³	129,9 m³	178,1 m³
Ekim	65,6 m³	217,8 m³	283,4 m³	145,2 m³
Kasım	49 m³	217,8 m³	266,8 m³	145,2 m³
Aralık	82 m³	217,8 m³	299,8 m³	145,2 m³
Toplam	512,1 m³	1.831,77 m³	52.345,22 m³	1.327,58 m³

(*Hesaplamalarda yaz aylarında okul boş kabul edilmemiştir, en fazla 5 öğretmenin bulunabileceği 15 gün hesaba katılmıştır, okulun yoğun kullanıldığı zamanlarda ise, maksimum kişi sayısı ve hafta içi günler üzerinden hesaplama yapılmıştır.)

Çizelge 5.13. Aylık Üretilen Gri Su - Tüketilen Gri Su (m³)



Çizelge 5.13'de aylık üretilen ve tüketilen gri su değerlerine yer verilmiştir. Eylül ayı dışında, üretilen gri su, tüketilen gri suyu karşılamaktadır. Eylül ayında tüketilen suyun fazla olmasının nedeni; Eylül ayında okulun 10 gün açık olması (üretilen gri

suyun az olması) ve bahçede sulama yapılmasıdır. Çizelge 5.14'de önerilen gri su sisteminin aylara göre sağladığı tasarruf miktarları TL cinsinden verilmiştir.

Çizelge 5.14. Yağmur Suyu ve Gri Su Sistemi Sayesinde Yıllık Tasarruf

Aylar	Aylık Tasarruf (TL)
Ocak	462,82
Şubat	462,82
Mart	617,1
Nisan	617,1
Mayıs	617,1
Haziran	249,39
Temmuz	3,82
Ağustos	3,82
Eylül	552,07
Ekim	617,1
Kasım	617,1
Aralık	617,1
Yıllık Toplam Tasarruf	**5.437,34 TL**

Su tasarrufu sağlanabilmesi için ayrıca;

Tuvaletlerde tasarruflu sistemler kullanılabilir.

Musluklara debiyi düşüren aparatlar veya fotoselli musluklar yerleştirilebilir.

5.8. ENERJİ KORUNUMU

Isıtma – Soğutma Yükleri

Eğitim binasının çizelge 5.16'daki malzemelerle mevcut durumunun ısıtma-soğutma yükleri, çizelge 5.17'deki mekân sıcaklıkları dikkate alınarak hesaplanacak, daha sonra bu yükleri azaltabilmek için yapılabilecekler belirtilerek, çatı ısı geçirgenlik değeri $U_ç$= 0,6 W/m²K mevcut durum ile aynı kabul edilerek, çizelge 5.19'daki malzemelerle tekrar hesaplama yapılarak değerlerdeki değişimler görülecektir.

Çizelge 5.15. Eğitim Binasına ait Pencere Duvar Alanı Oranları

Yön	Toplam Cephe Alanı (m²)	Pencere Alanı (m²)	Toplam cephe alanının pencere alanına oranı
Güney	1073.57 m²	521.7 m²	% 48.5
Kuzey	1373.12 m²	308.4 m²	% 22.4
Doğu	592.72 m²	76.84 m²	% 12.9
Batı	592.72 m²	76.84 m²	% 12.9

Çizelge 5.15'de görüldüğü üzere güney cephede pencere alanı fazladır. Doğu ve batı cepheler de ise pencere alanları aynıdır.

Çizelge 5.16. Mevcut Durum Malzemeler ve Isı Geçirgenlik (U) Değerleri [157]

Malzeme	Kalınlık (d)	U Değerleri
Pencere: Plastik, tek cam	-	U_p= 5,2 W/m²K
Dış Sıva	0,03 m	U_d= 0,89 W/m²K
Yatay Delikli Tuğla Duvar	0,20 m	
İç Sıva	0,02 m	

Çizelge 5.17. İskenderun Yaz-Kış Şartları Kuru-Yaş Termometre Sıcaklıkları ve İç Mekân Sıcaklığı [157],[158]

Bölgenin Özelliği (İskenderun)		
Yaz Şartları	$Kt_{dış}$ = 37 °C	$Yt_{dış}$ = 29 °C
Kış Şartları	$Kt_{dış}$ = +3 °C	
İÇ MEKÂN SICAKLIĞI (Eğitim Binaları) = 20 °C		

Çizelge 5.18. Mevcut Durum Isıtma-Soğutma Yükü, Güneş Radyasyonu ve Pencere, Duvar Konveksiyon Isı Kazancı Değerleri (Hesaplamalar excelde yapılmıştır)

	TOPLAM
Isıtma Yükü	396.069,43 W
Soğutma Yükü	441.668,75 W
Güneş Radyasyon Isı Kazancı	50.659 W
Duvar ve Çatı Konveksiyon Isı Kazancı	50.121,75 W
Pencere Konveksiyon Isı Kazancı	71.088 W

Isıtma-Soğutma Yükünü Azaltabilmek için Senaryo;

İskenderun'daki eğitim binası için 4 cm EPS kullanılarak yalıtım yapılması uygun görülmüştür. Ayrıca, ısı kayıp-kazançlarını azaltmak için pencereler çift cam olarak hesaplama yapılacaktır. TS 825'e göre, ahşap 9 mm çift cam ile plastik 16 mm çift camın U değerleri aynıdır.

Çizelge 5.19. Senaryoya Göre Malzemeler ve Isı Geçirgenlik (U) Değerleri [157]

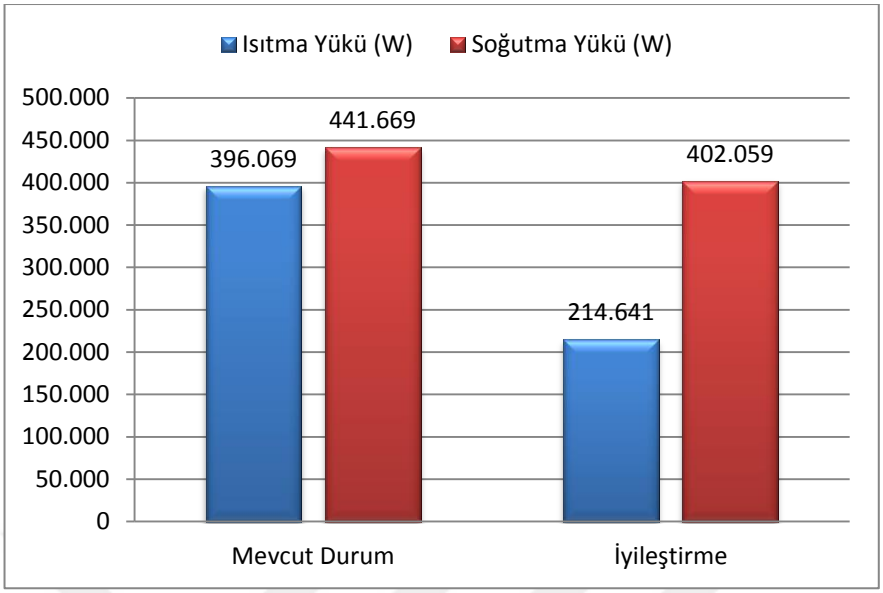
Malzeme	**Kalınlık (d)**	**U Değerleri**
Pencere: Ahşap, çift cam	Ara boşluk 9 mm	U_p = 2,9 W/m²K
Dış Sıva	0,03 m	U_d= 0,40 W/m²K
Yalıtım: EPS	0,04 m	
Yatay Delikli Tuğla Duvar	0,20 m	
İç Sıva	0,02 m	

Çizelge 5.20. Senaryoya Göre Isıtma-Soğutma Yükü, Güneş Radyasyonu ve Pencere, Duvar Konveksiyon Isı Kazancı Değerleri (Hesaplamalar excelde yapılmıştır)

	TOPLAM
Isıtma Yükü	214.641,11 W
Soğutma Yükü	402.058,75 W
Güneş Radyasyon Isı Kazancı	48.663 W
Duvar ve Çatı Konveksiyon Isı Kazancı	43.168,75 W
Pencere Konveksiyon Isı Kazancı	40.377 W

Eğitim binasının çizelge 5.18'de görülen mevcut duruma göre, toplam ısıtma yükü 396.069,43 W ve toplam soğutma yükü 441.668,75 W bulunmuştur. Daha sonra mevcut binanın toplam ısıtma-soğutma yükünü azaltmak için pencereler değiştirilmiş, binaya yalıtım yapılmıştır. Böylelikle çizelge 5.20'de görüldüğü üzere toplam ısıtma yükü azalarak, 214.641,11 W ve toplam soğutma yükü azalarak 402.058,75 W olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.21'e göre mevcut durum, iyileştirme önerisi ile karşılaştırıldığında ısıtma yükünde % 45, soğutma yükünde % 9 azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. 21. Isıtma-Soğutma Yükü Mevcut-İyileştirme Karşılaştırması



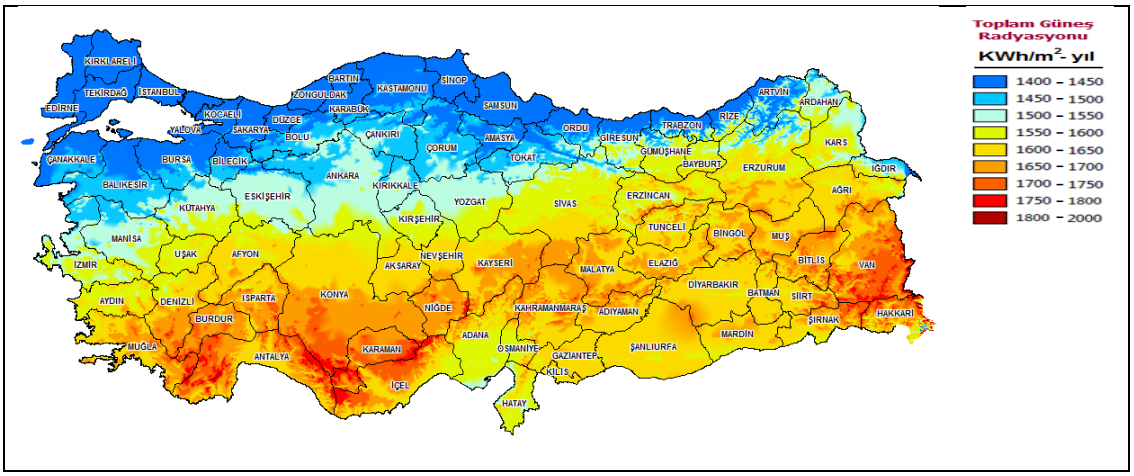
Yenilenebilir Enerji

Fotovoltaik ile Elektrik Üretimi

İskenderun, konumu nedeniyle güneş enerjisinden yararlanmaya elverişlidir. (Çizelge 5.22 - Şekil 5.15) Güneş enerjisinden fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretilecektir. Bunun için eğitim binasının elektrik tüketimi, güneşli gün sayısı, güneşlenme süresi gibi bilgilere gereksinim vardır.

Çizelge 5.22. Türkiye'de Bölgelere Göre Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyeli [159]

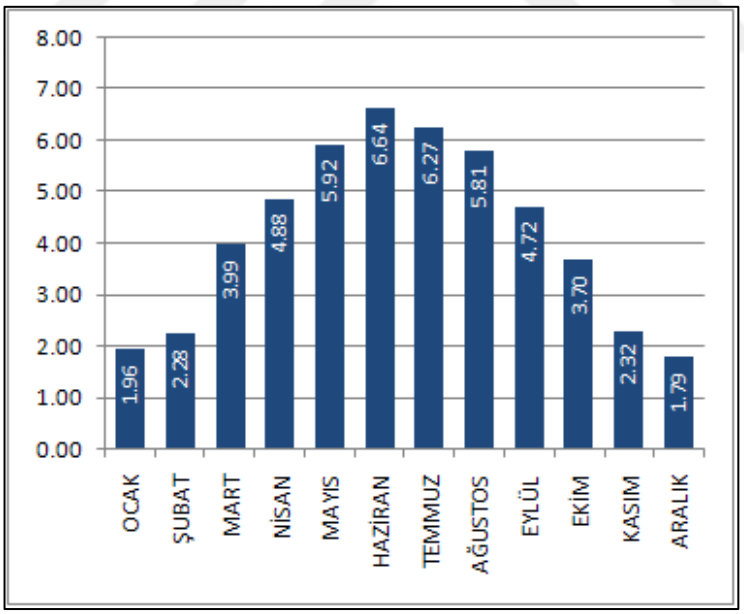
BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m² yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (SAAT/YIL)
G.Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	**1390**	**2956**
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971



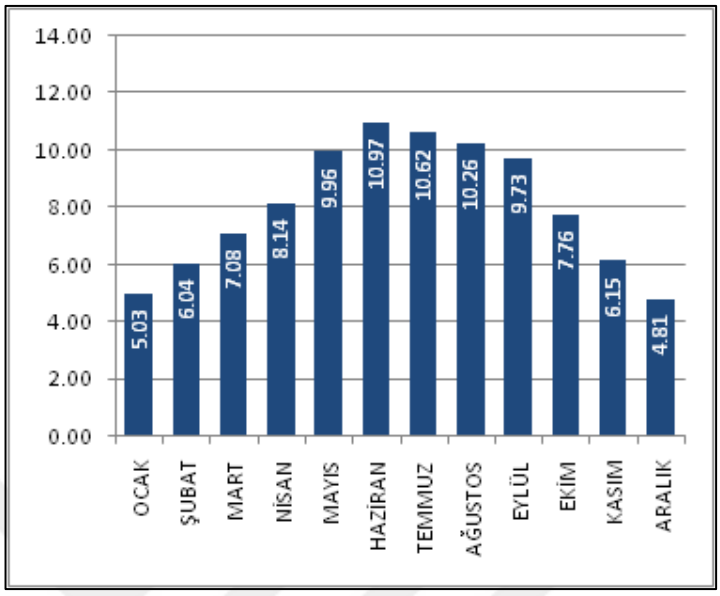
Şekil 5.15. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli [160]

Çizelge 5.23'de İskenderun'da aylara göre, global radyasyon değerleri görülmektedir.

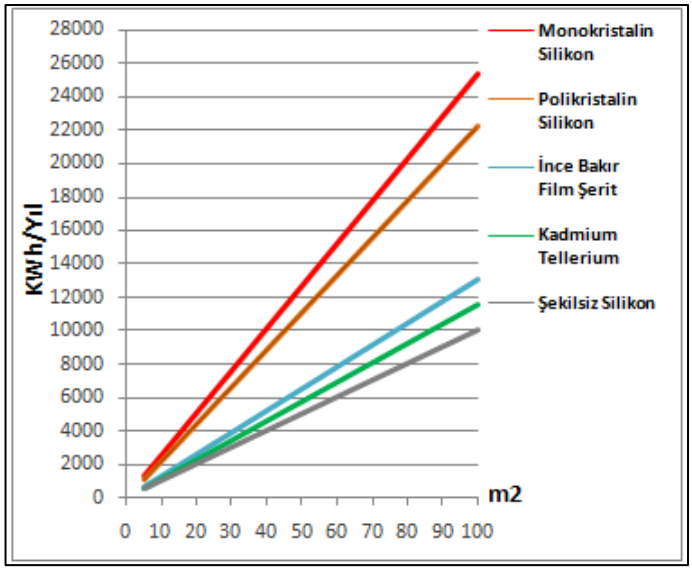
Çizelge 5.23. İskenderun Global Radyasyon Değerleri (KWh/m^2-gün)[161]



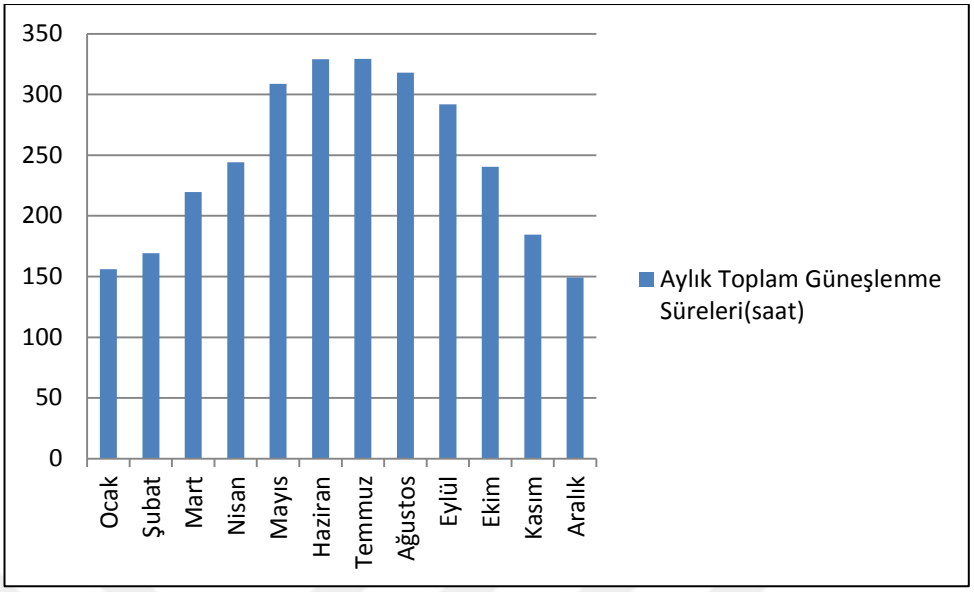
Çizelge 5.24. İskenderun Güneşlenme Süreleri (Saat) [161]



Çizelge 5.25. İskenderun PV Tipine Göre Üretilebilecek Enerji (KWh-Yıl) [161]



Çizelge 5.26. İskenderun için Aylık Toplam Güneşlenme Süreleri (saat)



(Çizelge 5.26, çizelge 5.24'deki değerlere göre hesaplanmıştır.)

1 yılda günlük ortalama güneşlenme süresi: 8.04 saat

Okulun eğitime açık olduğu günlerde (Eylül-Haziran dahil) günlük ortalama: 6.30 saattir.

Çizelge 5.27. Eğitim Binasında Bulunan Elektrikli Aletlerin Enerji Tüketimi [162],[163],[164]

Cihaz	Watt
Bilgisayar Diz üstü Pc	 50 150
Printer	66
Fax	50
Modem	33
Tavan pervanesi	30
Akıllı tahta	300
Güvenlik Kamerası	10
Fotokopi Makinesi	60
Saç kurutma Makinesi	1500

Çizelge 5.28. Eğitim Binasına Ait Aydınlatma Kurulu Gücü

Kat	Mekân	Katlardaki Mekân Sayısı	Lamba Adedi	Toplam Lamba Adedi	Güç (Watt)*
Zemin Kat	Sınıf	9	4	36	1440
	Atölye	3	8	24	960
	Koridor	1	1	50+8**	2160
	Wc	5	2	10	200
	Büro	4	2	8	320
	Temizlik odası	1	1	1	20
1.Kat	Sınıf	9	4	36	1440
	Atölye	3	8	24	960
	Koridor	1	1	47	1880
	Wc	5	2	10	200
	Büro	2	2	4	160
	Müdür	1	1	8	320
	Öğretmenler Odası	1	1	6	240
	Temizlik odası	1	1	1	20
2. Kat	Sınıf	9	4	36	1440
	Atölye	3	8	24	960
	Koridor	1	1	47	1880
	WC	5	2	10	200
	Büro	6	6	16	640
	Temizlik odası	1	1	1	20
Spor Salonu	-	1	1	52+2**	2120
Soyunma Odası	-	2	2	12+4**	560
Bodrum Kat	-	1	1	20	800

(*Aydınlatmaların tamamı tasarrufludur,**farklı Watt gücündeki lambaları temsil etmektedir)

Çizelge 5.29’daki hesaplamalar, çizelge 5.27 ve çizelge 5.28’deki değerler dikkate alınarak yapılmıştır.

Çizelge 5.29. Eğitim Binasına ait Yıllık Toplam Elektrik Tüketimi

Mekân ve Kullanılan Elektrikli Alet	Toplam Kurulu Güç (Watt)	Kullanım Süresi / Gün	Kullanım / Yıllık*	Yıllık Toplam Elektrik Tüketimi (Watt saat)
Sınıf (Aydınlatma)	4320	2 saat	120saat	518.400
Akıllı Tahta	7200	4saat	480 saat	3.456.000
Atölye (Aydınlatma)	2880	1,5 saat	90saat	259.200
PC	3000	1,5 saat	90saat	270.000
Saç Kurutma Makinesi	14000	-	40 saat	560.000
Koridor (Aydınlatma)	5920	3 saat	555 saat	3.285.600
WC Aydınlatma)	600	-	60 saat	36.000
Büro (Aydınlatma)	1120	1 saat	60 saat	67.200
Fotokopi Makinesi	60	2 saat	120 saat	7.200
Müdür	320	-	16 saat	5.120
Dizüstü Bilg.	50	-	30 saat	1.500
Yazıcı	66	2 saat	120 saat	7.920
Fax	50	-	60 saat	3.000
Modem	33	7 saat	1470 saat	48.510
Temizlik Odası (Aydınlatma)	60	5 dk	15 saat	900
Öğretmenler Odası (Aydınlatma)	240	1,5 saat	90 saat	21.600
PC	50	30 dk	75 saat	3.750
Yazıcı	66	2 saat	120 saat	7.920
Spor Salonu (Aydınlatma)	2120	6 saat	90 saat	190.800
Soyunma Odası (Aydınlatma)	560	15 dk	10 saat	5.600
Bodrum Kat (Aydınlatma)	800	1 saat	120 saat	96.000
Buzdolabı	-	-	-	185.000
Tavan Pervanesi	60	30 dk	25 saat	1.500
Yıllık Toplam Elektrik Tüketimi (Wh)				**9.038.720**
Yıllık Toplam Elektrik Tüketimi (kWh)				**9.038**
Elektrik birim fiyatı (1 kWh)				**0.42 TL [165]**
Yıllık Elektrik Tüketim Bedeli (TL)				**3.795,96**

(*Hesaplamalar okulun kullanıldığı günler, aydınlatmalar için bulutlu- kapalı günler, ekipmanların kullanıldığı saatler dikkate alınıp, varsayımlar üzerinden yapılmıştır)

Eğitim binasına güneş paneli ekleyebilmek için öncelikle binanın elektrik tüketimine göre, kaç adet fotovoltaik panel eklemek gerektiğini hesaplamak gerekmektedir. Panel sayısını belirlemek için;

$$\text{Panel Sayısı (P.S.)} = \frac{günlük\ enerji\ ihtiyacı\ (Wh)}{(bir\ güneş\ panelinin\ gücü(W)).(güneşlenme\ süresi)}$$

formülü kullanılmaktadır. [166] Bu formüle göre;

$$\text{P.S.} = \frac{47500}{(250).(6{,}30)} = 30{,}15$$

Elektrik ihtiyacımızın tamamını karşılayabilmemiz için 30 adet PV panel yeterli görünmektedir. Yeterli alanımız olduğu için 35 adet panel yerleştirilmesi uygun görülmüştür.

Çizelge 5.25'de İskenderun-PV Tipine göre Üretilebilecek Enerji (KWh-Yıl) de monokristalin silikonlu güneş panelinin daha verimli olduğu görülmektedir, ancak maliyeti yüksektir, [167] bu nedenle polikristalin silikonlu güneş paneli kurulumu tercih edilmiştir.

Güneş Panelinin Gücü: 250 Watt

Güneş Panelinin Ölçüleri (mm): yükseklik x genişlik x kalınlık:1640 x 990 x 40 [168]

İskenderun'da bulunan eğitim binasına fotovoltaik panel yerleştirilirken, okuldaki yetkililerle yapılan görüşmeler dikkate alınmıştır. Yetkililer, okulun spor salonu çatısının yenilenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle, panel yerleşimi yapılırken, uygulanabilir olma ihtimali de göz önüne alınarak, statik açıdan da problem oluşturmayacağı düşünülerek, ana binadan düşen gölgeler dikkate alınarak, panellerin çoğu spor salonunun çatısına yerleştirilmiştir. Güneş panellerinin uygun açıda yerleştirilmesi, elektrik üretimi açısından önemlidir. Bunu sağlayabilmek için, enlem derecesine dikkat edilmelidir.

Literatüre göre optimum açıyı sağlayabilmek için bazı kurallar belirlenmiştir:

a- Yıllık optimum verim için : $\beta = 0.9$ x enlem

b- 7 aylık kış mevsiminde optimum verim için : β = enlem + 15°

c- Kış mevsiminde en soğuk üç ayda optimum verim : β = enlem + 25°

d- Yaz mevsiminde optimum verim için : β = enlem – 25° [169]

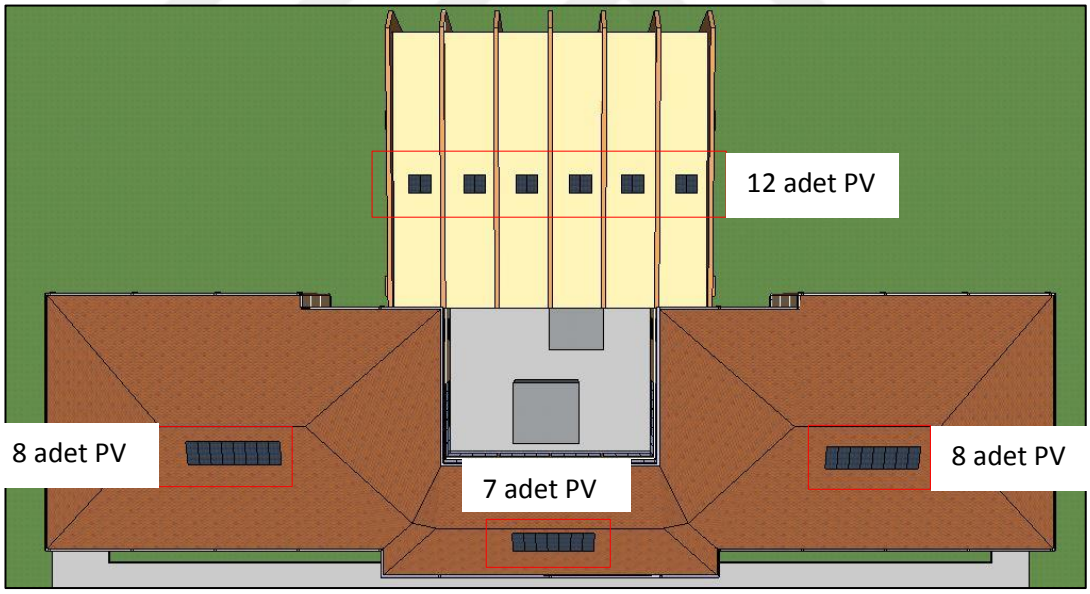
İskenderun'daki eğitim binasının enlem / boylam değeri: 36°42'14.1"K / 36°12'16.7"D

Buna göre yıllık optimum verim için; güneş panellerinin yerleşim açısı 'β = 0.9 x enlem' formülüne göre: β=0.9x36=32.4° olmalıdır.

Çatıda 35 adet PV panel bulunmaktadır. Şekil 5.16'da görülen Pv paneller, şekil 5.4'deki gölge durumları dikkate alınarak yerleştirilmiştir.

250 Watt polikristalin güneş paneli 1 adet PV fiyatı= 662,31 TL [168]

PVlerin belirli bir ağırlığı olması sebebiyle çatının yük taşıma kapasitesi dikkate alınarak, çatıya güçlendirme yapmak gerekebilir.



Şekil 5.16. Pv Panellerin Çatıdaki Yerleşimi

1güneş paneli = 1,6 m²

Güneş Panellerinin Toplam Alanı = 56 m²

Çatıda kurulu güç= 3 x 0,25= 8,75 kWp

Toplam kurulu güç= 8,75 kWp

Maliyeti arttıracağı düşünüldüğünden akü kullanılmadan, şebeke bağlantılı bir sistem uygun görülmüştür.

Çizelge 5.30. Aylara Göre Güneş Panellerinin Elektrik Üretimi

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞLENME SÜRELERİ (Saat)	GÜNEŞ PANELİ ÜRETİM (kWh)*
Ocak	155,93	818,6325
Şubat	169,12	1.479,8
Mart	219,48	1.920,45
Nisan	244,2	1.282,05
Mayıs	308,76	1.620,99
Haziran	329,1	1.727,775
Temmuz	329,22	1.728,405
Ağustos	318,06	1.669,815
Eylül	291,9	1.532,475
Ekim	240,56	1.262,94
Kasım	184,5	968,625
Aralık	149,11	782,8275
YILLIK TOPLAM	**2.939,94**	**16.794,785**

(*Hesaplamalar yapılırken güneşin her zaman 90° ile gelmeyeceği, panel, inverter kayıpları dikkate alınmıştır)[170]

Güneş panelleri ile üretilen elektrik sayesinde; 8.565,34 kg karbon salınımı azaltılmıştır.[171]

Çizelge 5.29'da hesaplanan eğitim binasına ait yıllık toplam elektrik tüketimine ve çizelge 5.30'daki yıllık toplam elektrik üretimine göre; ihtiyaç fazlası üretilen elektrik 7.756,785 kWh'dir.

kWh başına 13,3 $ teşvik alınabilmektedir.

Güneş panellerinin elektrik üretim veriminin düşmemesi için yüzeylerinin temiz tutulması gerekmektedir.

Çizelge 5.31. Güneş Paneli ile Elektrik Üretim Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar, Adetleri ve Maliyet

MALZEME	ADET	FİYAT	MALİYET
Güneş Paneli	35	662,31 TL	23.180,85 TL
İnverter(4000 Watt)	5	1.821,35 TL	9.106,75 TL
Gösterge Panosu	-	-	3.000 TL
Çift Yönlü Sayaç	-	-	2.000 TL
Kurulum	-	-	10.000 TL
TOPLAM	**-**	**-**	**47.287,60 TL**

Çizelge 5.31'deki toplam maliyete göre;

Güneş paneli sistemi kurulumunun (yaklaşık) amortisman süresi: 12 yıl'dır.

Eğitime açık olmadığı zamanlarda devlete satılarak geri dönüşüm süresi kısaltılabilir.

Rüzgâr Türbini ile Elektrik Üretimi

Rüzgâr enerjisinden faydalanmak amacıyla bahçeye veya bina çatısına küçük ölçekli rüzgâr türbini yerleştirilebilir. Rüzgâr türbinine ait özellikler çizelge 5.32'de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Rüzgâr Türbinine Ait Özellikler [173]

Anılan / Maksimum Güç	600 W
Rotor Çapı	2.8 m
Anılan Devir	400(devir/dk)
Anılan Rüzgâr Hızı	8 (m/s)
Başlangıç Rüzgâr Hızı	3 (m/s)
Verimli Rüzgâr Hızları	3-25 (m/s)
Direk Yüksekliği / Kalınlığı / Çapı	6.0 m / 3.25 mm / 76 mm
Flanş	125x125x8 (mm)
Malzeme	Q235 Çelik Boru

Rüzgâr Türbininin teorik olarak gücünün hesaplanması;

$P = ½.p.\frac{\pi.D^2}{4}.Vr^3.Cp$ [174]

P:Güç (W)

p: Havanın yoğunluğu (kg/m³) =1,225 kg/m³ [175]

D: Çap (m)

Vr: Ortalama rüzgâr hızı (m/s)

Cpbetz: Betz katsayısı (0,5926)

İskenderun ortalama rüzgâr hızı: 6m/s [176]

$P=0,5.\ 1,225\ .\frac{3.7,84}{4}.6^3.0,5926$

P=460,99 W = 0,46099 kW

Yıllık üretim yaklaşık = 4.038,27 kWh

Çizelge 5.33. Rüzgâr Türbini Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar, Adetleri ve Maliyet [177]

MALZEME	ADET	MALİYET
Rüzgâr Jeneratörü		1.730 TL
Rotor ve Kanatlar		380 TL
Şarj Kontrol Ünitesi	-	370 TL
Çelik Gergili Direk	-	630 TL
Şebekeye bağlı İnverter	-	1.725 TL
TOPLAM	**-**	**4.835 TL**

Çizelge 5.33‘e göre;

Rüzgâr türbini sistemi kurulumunun (yaklaşık) amortisman süresi: 1,3 yıl

Hesaplama türbinin, okulun bahçesinde uygun bir yere konulmasına göre yapılmıştır. Rüzgâr türbinleri şekil 5.17’deki gibi çatıya da yerleştirilebilir.



Şekil 5.17. Rüzgâr Türbininin Çatıya Yerleştirilmesi

Spor Salonunun çatısına, gün ışığı alınmasını sağlayacak pencereler açılabilir veya ışık tüpleri yerleştirilebilir. Böylelikle spor salonunda doğal aydınlatmadan maksimum fayda sağlanarak, elektrik tasarrufu yapılabilecektir. Işık tüpü yerleşimine ait görsel şekil 5.8'de görüldüğü gibidir.

5.9. İÇ MEKÂN

Kullanıcı Konforu

Binanın güney, doğu ve batı cephelerinde güneş kırıcılar bulunmaktadır. Böylelikle parlama oluşmamakta, görsel konfor sağlanabilmektedir.

Eğitim binasının dışı ve içi arasında akustik konfor açısından konforsuzluk oluşturabilecek herhangi bir kaynak bulunmamaktadır. İhtiyaç durumunda sınıflar ve diğer mekânlar arasında akustik konforun sağlanabileceği elemanlar kullanılabilir.

İç Ortam Hava Kalitesi

Bina kullanıcılarının eğitim binasını kullandıkları zamanlarda çeşitli rahatsızlıklar hissediyorlarsa, bina kaynaklı bir takım problemler olduğu düşünülebilir. Bunu tespit edebilmek için bir takım ölçümler yapılarak, ilgili kişilerden teknik destek alınmasıyla, sorun ortadan kaldırılabilir.

5.10. ULAŞIM

Bisiklet Kullanımına Teşvik

Bisiklet ile ulaşımın sağlanabilmesi daha büyük ölçeklerde çalışılarak, okula yakın mesafedeki ilçelerden gelen öğrenciler için güvenli bisiklet yolları oluşturulmalıdır.

Şuan ki durumda bisiklet ile ulaşımın, sadece site içinden gelen bireyler için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Merkezi Konum

Okul ile İskenderun merkez arasında toplu taşıma aracı çalışmaktadır. Kullanıcıların talebine göre, okula geldikleri yer ile okul arasında toplu taşıma sistemi oluşturulabilir.

5.11. SOSYAL

Çevreye Duyarlı Olma Bilinci Kazandırma

Binaya entegre edilmesi önerilen yağmur suyu, gri su geri kazanım sistemlerinin seviye göstergelerinin, güneş panellerinin sayaçlarının öğrenciler tarafından görülebilir alanlarda bulunması, tüketimlerini kontrol edebilmeleri ve buna bağlı olarak çeşitli çalışmalar yapılması, eğitimler verilmesi bilinç kazandırılabilmesi açısından faydalı olacaktır. Ayrıca, yağmur iniş borularının dış cephe renginden farklı renkte olmasıyla, küçük oranda da olsa farkındalık oluşturabileceği düşünülmektedir.

Çevrenin Kullanımına Açık Olması

Okulun spor salonunun, konferans salonunun, kütüphanesinin, bahçesinin haftasonları ve diğer tatillerde yakın çevrede bulunan bireylerin belirli bir düzen içinde, yararlanabilmesine olanak sağlanmalıdır.

Engelli Erişim Kolaylığı

Engelli bireylerin eğitim binasına erişiminde, bina içindeki mekânlara ulaşımında, rampa, asansör gibi çözümler yer almalıdır.

5.12. Bölüm Sonucu

İskenderun'da bulunan mevcut lise binasına, bulunduğu yerin yağış, güneşlenme süresi gibi iklim özellikleri dikkate alınarak, yağmur suyu, gri su geri kazanım, güneş paneli ve rüzgâr türbini ile elektrik üretme sistemleri ekleme çalışması yapılmıştır. Bu sistemlerin kurulabilmesi için su, elektrik tüketimi gibi verilere gereksinim vardır. Bu tüketim değerlerinde su için, okulun kullanıldığı günlerde maksimum kişi

sayısı üzerinden, lavabonun, rezervuarların kullanım süreleri, kullanım sayıları, bir kullanımda ne kadar su tükettikleri dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Elektrik tüketimi için, aydınlatmada, okulun kullanıldığı günlerde, bulutlu günler ve kullanım süreleri; kullanılan ekipmanlarda (akıllı tahta, bilgisayar vb) ise okulun kullanıldığı günlerde, kullanılabileceği zamanlar ve süreleri dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu tüketim değerleri sayesinde, su depoları için boyut belirlenmiş; kaç adet güneş paneli gerektiği ve bu sistemlerin amorti süreleri hesaplanmıştır. Ayrıca, ısıtma-soğutma yükleri hesaplanarak, belirlenen senaryo üzerinden, ısıtma-soğutma yüklerinde azalmalar görülmüştür, mevcut eğitim binasına eklenebilecek diğer sürdürülebilir iyileştirmeler önerilmiştir.

6. GENEL DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Duyarsam unuturum, görürsem hatırlarım, yaşarsam öğrenirim. (Konfüçyüs) [178]

Bu çalışmada, mevcut eğitim binasının sürdürülebilir özelliklere sahip iyileştirme alternatiflerinin entegrasyonu ile su ve enerji korunumunun sağlanması, bina kullanıcılarına sürdürülebilirlik bilinci kazandırılmasında önemli bir etken olması konusu üzerinde durulmuştur. Tasarlanan binalarda ve mevcut eğitim binalarına yapılabilecek iyileştirmelerde, iklimin önemli bir faktör olduğu unutulmamalıdır. Mimari tasarım sürecinde, iklime uygun kararlar alınması da kaynakların daha az tüketilerek, sağlıklı ve az enerji tüketen binaların oluşmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, bir binanın meydana gelebilmesi için ilgili tüm kişilerin – kullanıcı, mimar, mühendis vb. - koordineli çalışması da önemlidir.

Tez çalışması kapsamında mevcut eğitim binalarında yapılan, yağmur sularının toplanması ve gri suların kullanımı, güneş ve rüzgâr enerjisinden yararlanma, ısıtma-soğutma enerji tüketimlerinin azaltılması sayesinde, çevreye verilebilecek tahribat asgari düzeye inebilecektir. Su geri kazanılarak, enerji tüketimi azaltılarak okulun masrafları da azaltılmış olacak, ülke ekonomisine katkı sağlanabilecektir. Isıtma-soğutma yükü hesabı sonucunda, önerilen iyileştirme senaryosunun enerji tüketimini azaltmaya yardımcı olacağı görülmüştür. Binaya eklenen sistemlerden yağmur suyu ve gri su geri kazanım sistemlerindeki seviye göstergeleri; güneş panellerinde ise ne kadar elektrik üretildiği, kullanıldığı ve satıldığı gibi değerleri gösteren pano sayesinde öğrencilerde tüketim konusunda bilinç oluşturulabileceği düşünülmektedir. Yapılan teze ait elde edilen kazançlar çizelge 6.1'de yer almaktadır. Tez çalışmasının yapıldığı eğitim binası tek grup (08.30-15.00 saatleri arası) çalışmaktadır. Ülkemizde sabah (07.40-12.40) ve öğle (12.40-17.40) grubu olarak çalışan okullar da bulunmaktadır. Çift grup çalışan eğitim binalarında daha fazla su, elektrik ve enerji tüketilmektedir, bu tür okullara, bulundukları iklim koşulları da göz önüne alınarak, tez çalışmasındaki sistemler eklendiğinde daha kısa sürede kendini amorti edip, okulun ve devletin bu tüketimler için harcadıkları tüketim bedeli ortadan kalkacak, okulun eğitim ve diğer ihtiyaçları için harcayabilecekleri bütçeleri olacaktır. Tez kapsamında eklenen sistemler, yerli üretim oldukları takdirde amortisman sürelerinin düşeceğidüşünülmektedir.

Çizelge 6.1. Yapılan İyileştirme Çalışması Sonucu Yaklaşık Amortisman Süreleri ve Elde Edilen Kazançlar

Yağmur Suyu Toplama Sistemi	**Gri Su Sistemi (Gri Su+ Yağmur Suyu)**	**Güneş Paneli Sistemi**	**Rüzgâr Türbini**	**Isıtma Yükü Hesabı Sonucu**	**Soğutma Yükü Hesabı Sonucu**
Toprağa Gömülü Sistem Yaklaşık Amortisman Süresi: 2,2 yıl Toprak Üstü Sistem Yaklaşık Amortisman Süresi: 2,1 yıl	Toprağa Gömülü Sistem Yaklaşık Amortisman Süresi: 5 yıl Toprak Üstü Sistem Yaklaşık Amortisman Süresi: 3,7 yıl	Yaklaşık Amortisman Süresi: 12 yıl	Yaklaşık Amortisman Süresi: 1,3 yıl	Isıtma Yükünde %45 Azalma	Soğutma Yükünde %9 Azalma
Yıllık: 1.280 m³ su tasarrufu		8.565,34 kg karbon salımının azaltılması 7.756,785 kWh ihtiyaç fazlası elektrik üretimi	Elektrik Üretimi: 4.038,27 kWh	Yalıtım yapılması ve pencerelerin çift cam olması ile ısıtma yükünde azalma Mevcut: 396.069,43 W İyileştirme: 214.641,11 W	Yalıtım yapılması ve pencerelerin çift cam olması ile soğutma yükünde azalma Mevcut: 441.668,75 W İyileştirme: 402.058,75 W

Eğitim binasında su, elektrik ve enerji tüketiminin azaltılabilmesi için diğer yapılabilecekler;

Su tüketiminin azaltılması için, su sızmasına neden olan muslukların onarılması, musluklara tasarruf sağlayan perlatör gibi elemanlar takılması, çevirerek açılan musluklar yerine fotoselli musluklar kullanılması, çift basmalı rezervuar kullanılması, yağmur sularının değerlendirilmesi, lavabolardan akan suların (gri su) rezervuarlarda kullanılması gerekmektedir.

Elektrik tüketiminin azaltılması için, tasarruflu ampul, sensörlü lambalar, elektrikli aletlerin 'stand by' konumunda bırakılmaması gibi önlemler alınmalıdır. Binalarda akıllı otomasyon sistemleri de -güneşli saatlerde otomatik olarak aydınlatmaların kapanması gibi- bir çözüm olarak düşünülebilir.

Enerji ve yakıt tüketiminin azaltılması için, ısıtmada kullanılan ekipmanların ve boruların yalıtımının yapılmış olması, giriş çıkışlarda çift kapı kullanılması, mekân sıcaklıklarının uygun değerde tutulması, bina ve çatı yalıtımının iklime uygun malzemelerle yapılmış olması, çift cam kullanılması gibi önlemler alınmalıdır. Bu tüketimlerin azaltılması sonucu hem israfın önüne geçilmiş olacak hem de çevreye verilen zarar en aza indirilebilecektir.

Tüm bu tüketim, çevreye verilebilecek zararı azaltma önlemlerinde süreklilik sağlanması, toplumdaki tüm bireylerin, çevreye verilebilecek her türlü zararın bizlere ve dünyamıza olumsuz etkileri olduğu (buzulların erimesi, çevre kirliliği vb.), eğer önlem almazsak gelecekte bizleri zor günlerin bekleyebileceği (kuraklık, tarım alanlarının verimsizleşmesi) gibi konuların oldukça önemli olduğunun bilincinde olmasına bağlıdır. Buna ulaşmak için en çok kişiye ulaşılabilecek ve geleceğimizi emanet edeceğimiz bireylerin yetiştiği kurumlar olan eğitim binalarının sürdürülebilir özellikte tasarlanması, inşa edilmesi veya bina kullanılırken sürdürülebilir iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Alınabilecek küçük tedbirlerin bile çevreyi korumak adına olumlu karşılıkları olacaktır. Ayrıca, eğitim binalarında öğrencilere, eğitimcilere çevreye duyarlı olma, kaynakları verimli kullanma gibi konularda dersler, eğitimler verilerek, öğrencilerin uygulama çalışmaları yapması sağlanarak, bir takım alışkanlıklar kazandırılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Taşçı B.G., 'Sustainability' Education by School Design' Dokuz Eylül Üniversitesi, Mayıs, 2015 http://www.researchgate.net/publication/277964436_Sustainability_Education_by_Sustainable_School_Design (08.10.2015)

[2] Erbaş, E., "Sürdürülebilir Planlamada Yeni Tartışma Konuları", Eko Yapı Dergisi Eğitim Yapıları Sayı:2, Sf:94-96 (2010)

[3] Sev, A., "Sürdürülebilir Mimarlık", Yem Yayın, İstanbul, 224 (2009)

[4] Erengezgin Ç., ' 16 Derslikli Güneş Okulu', 2008 celik@erengezgin.net

[5] Şahin B.E., Dostoğlu N., ''Okul Binaları Tasarımında Sürdürülebilirlik'' Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Cilt 20, Sayı 1, 2015 (05.10.2015)[file:///C:/Users/Pc/Downloads/5000115457-5000177384-1-PB.pdf]

[6] Tokuç A., Güller E., ''Mevcut İlköğretim Okullarında Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Sağlanması'' 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan 2013, İzmir http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b52e6fb50def14f_ek.pdf (06.10.2015)

[7] Kayıhan S., Tönük S., ''Sürdürülebilirlik Bilincinin İnşa Edileceği Binalar Olma Yönü ile Temel Eğitim Okulları'' Politeknik Dergisi, Cilt:14 Sayı: 2 s. 163-171, 2011 http://www.politeknik.gazi.edu.tr/index.php/PLT/article/view/56/54 (19.10.2015)

[8] Özorhon G., ''Sürdürülebilir Mimarlık, Yarının Binaları ve Bir Örnek'' Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan, 2013, İzmir (http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cff3f29a5053fa6_ek.pdf (11.10.2015)

[9] Kayıhan S., Tönük S., ''Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi ve Analizi Konusunun İrdelenmesi'' Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi Megaron, Cilt:3, Sayı:2, 2008 (http://www.megaron.yildiz.edu.tr/yonetim/dosyalar/03-02-Megaron-137-154.pdf (19.10.2015)

[10] Saygın N, Ulusoy P., ''Stormwater Management and Green Infrastructure Techniques for Sustainable Campus Design'' Politeknik Dergisi, Cilt:14 Sayı: 3 s. 223-231, 2011

[11] Tatar E., ''Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Çalışma Mekânlarında Gün Işığı Kullanımı İçin Bir Öneri'' Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), 147-162, 2013

[12] Bavilolyaei B.F., ''Yeşil Okul Tasarım Kriterleri Uluslararası Leed Değerlendirme Sertifikası ve Uygulaması'' Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2012

[13] Demir A., ''Yeşil Okul: Çevre, Sağlık Ve Eğitime Etkileri'' Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2012

[14] Gölemen S., ‘‘Mevcut Eğitim Binalarında Sürdürülebilirlik Olanaklarının Araştırılması’’, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 2014

[15] Baykal G., ‘‘Sürdürülebilir Mimarlık Açısından Eğitim Yapılarının İncelenmesi ve Örnek Uygulamalar’’ Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, İstanbul, 2013

[16] Gelfand, L., E. C. Freed. ‘‘Sustainable school architecture: Design for elementary and secondary schools’’ USA: John Wiley and Sons Inc, 2010

[17] Yapı’dan Seçmeler Dizisi 12. Kitap ‘Eğitim Yapıları’ Yem Yayınları, Eylül, 2002

[18] Demir E., ‘A Study On Elementary School Buıldings In Terms Of Sustainable Design Principles With The Object Of Developing Intervention Opportunities’ Yüksek Lisans Tezi, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, 2010

[19] http://tdk.gov.tr/, 2015

[20]https://by552mugesrakartal.wordpress.com/egitim-bilimin-tarihcesi/(Akyüz, 2006) (02.04.2016)

[21] Boyacı A., ‘Eğitimle ilgili temel kavramlar’ Anadolu Üniversitesi http://home.anadolu.edu.tr/~aboyaci/ders/eb/tkavramlar.pdf (02.04.2016)

[22]Erbil O., ‘Öğrenci Merkezli Eğitim-I., http://uretim.meb.gov.tr/egitekhaber/s83/yazarlar/%C3%96%C4%9Erenc%C4%B0%20merkezl%C4%B0%20e%C4%9E%C4%B0t%C4%B0m.htm (22.04.2016)

[23]http://www.kpsskonu.com/egitim-bilimleri/program-gelistirme/egitim-turleri/

[24] Rigolon A., ‘European design types for 21st century schools: an overview’ University of Bologna, CELE Exchange 2010/3, Italy, 2010 http://www.oecd.org/education/innovation-education/centreforeffectivelearningenvironmentscele/44708431.pdf (29.02.2016)

[25] M. Levent Gedizlioğlu M.L., ‘‘Proje: Örnek İlköğretim Okulu Projeleri: TC Milli Eğitim Bakanlığı Öncülüğünde Üniversitelerle İşbirliği İçerisinde Gerçekleştirilen Örnek Projeler (1998-2000)’’, Mimarlık Dergisi, sayı:314 Kasım-Aralık, 2003 http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=26&RecID=271) (01.12.2015)

[26] TC Milli Eğitim Bakanlığı 12 Yıl Zorunlu Eğitim Sorular-Cevaplar, Ankara, 2012,http://www.meb.gov.tr/duyurular/duyurular2012/12YilSoru_Cevaplar.pdf

[27] Karabey H., Eğitim Yapıları: Geleceğin Okullarını Planlamak ve Tasarlamak, Çağdaş Yaklaşımlar, İlkeler, Literatür Yayıncılık, Mart, 2004

[28] Milli Eğitim Bakanlığı, İnşaat ve Emlak Dairesi Başkanlığı, Eğitim Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu, http://iedb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2015_08/17032245_2015asgaritasarmklavuzu.pdf (05.12.2015)

[29]http://www.ekookullar.org.tr/Icerik/IcerikDetay.aspx?refno=16#.Viz3Jn7hDIU (25.10.2015)

[30] Özkaya Y, 'Okullarda Enerji Verimliliği' Ekoyapı Dergisi Sayı:2, Sf:66-68, 2010

[31] Yapı dergisi, ''İstanbul'da 44 Okul'', Yapıda Ekoloji Eki sf:38-43, Sayı:401/Nisan, Yıl:2015

[32] Balamir A., Uygur S., Uygur Ö., Elgin K.G., Türkmen B., 'İstanbul'da 44 Okul' TSMD Eğitim Yapıları Paneli https://www.youtube.com/watch?v=2y3WNIAJvIU (22.04.2016)

[33]http://www.arkitera.com/proje/3134/sultantepe-ortaogretim-okulu,2014 (27.04.2016)

[34] Milli Eğitim Bakanlığı, Okullar Hayat Olsun Projesi, TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Türkiye Belediyeler Birliği ve Katılımcı (Gönüllü) Belediyeler, http://www.meb.gov.tr/haberler/2012/okullarhayatolsun/sunum.pdf(15.03.2016)

[35]http://tegm.meb.gov.tr/www/cocuklarin-meyve-bahceleri/icerik/34 (28.03.2016)

[36] http://tegm.meb.gov.tr/www/enerji-cocuk-projesi/icerik/226 (28.03.2016)

[37] Tıraş H., 'Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme' Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı. http://iibfdergisi.ksu.edu.tr/Imagesimages/files/2012-2-5_0.pdf

[38] Altuntaş A., 'Sürdürülebilir Toplumlar ve Metropollerin Baskılarından Kurtulmak İçin Alternatif Bir Yol: Sürdürülebilir Kentler', Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,Yıl:2012,Cilt:9,Sayı:17,s.135-148(https://personel.omu.edu.tr/docs/ders_dokumanlari/1281_11011_1655.pdf

[39] Sipahi, E.B., (2010), Küresel Çevre Sorunlarına Kolektif Çözüm Arayışları ve Yönetişim", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:24, ss:331-344

[40]http://www.idemahaber.com/habitat-iii-konferansi-2016-yilinda-ekvatorda/ (11.05.2016)

[41] Özmehmet E., ''Dünya'da ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları''Yaşar Üniversitesi

[42] Hoşkara, E. 2007. Ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapım için stratejik yönetim modeli. Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul

[43] Kayhan S., ''Sürdürülebilir Mimarlık / Enerji Etkin Bina Tasarımı Bağlamında İç Ortam Hava Kalitesi Ve Havalandırma'', Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara (Haziran 2004)

[44] Yılmaz G., ‘‘Çevre Dostu Yüksek Performanslı Eğitim Binalarına Bakış: Gloria Marshall İlkokulu Örneği’’ Ege Mimarlık, Mart, 2014 (http://egemimarlik.org/85-86/8.pdf) (11.10.2015)

[45]http://www.gbig.org/search/advanced?page=7&search%5Bflat_rating_program_ids%5D=Certification&search%5Bplace_ids%5D=899&view=list (03.01.2016)

[46]http://www.cevredostu.com/yesilbina/?projectcategory=125&type=150 (04.01.2016)

[47] sustainablesuburbia.net (23.05.2015)

[48] http://www.breeam.com/technical-standards (02.04.2016)

[49]http://www.breeam.com/filelibrary/BREEAM%20In%20Use/KN5686---BREEAM-In-Use-White-Paper_dft2.pdf (25.04.2016)

[50]http://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/Brochures/BREEAM_In-Use.pdf (25.04.2016)

[51] Somalı B., ‘LEED mi, BREEAM mi’ Yeşil Bina Dergisi, Sayı:1 Mayıs-Haziran 2010http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=25478#.Vvq9N-KLTIU(29.03.2016)

[52] http://www.usgbc.org/leed (02.04.2016)

[53] http://www.usgbc.org 07.05.2016)

[54] Arslan Z.Ç., Uluslararası Değerlendirme Sistemlerinde Sürdürülebilir Eğitim Yapıları, Ekoyapı Dergisi, Sayı:2, Sf: 52-55, 2010

[55]http://www.k12.wa.us/SchFacilities/Programs/HighPerformanceSchoolBuildings.aspx (29.03.2016) http://www.k12.wa.us/SchFacilities/Programs/HighPerformanceSchools/WSSP2015EditionCriteria.pdf (2015)

[56] Karabey H., ‘‘Eğitim Tesislerinde Çevre Duyarlı Bir Tasarım için Öneriler Listesi’’ Ege Mimarlık, Mart, 2014 (http://egemimarlik.org/85-86/5.pdf) (11.10.2015)

[57] Eryıldız S., ‘Mimarlık Eğitiminde Eko- Tasarımın Yeri ve Önemi’ İstanbul Aydın Üniversitesi, Mimarlık Bölümü http://www.mobbig.org/belge/MOBBIG-29/SemihEryildiz-Sunu-mobbig29.pdf (04.03.2015)

[58] http://www.turkcebilgi.com/habitat

[59]http://www.archdaily.com/493183/renovation-and-extension-at-st-monica-s-college-branch-studio-architects (2014) (03.02.2016)

[60] Kısa Ovalı P., ‘‘Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması ‘Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi’ ’’ Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne, 2009

[61] Yener A.K., ‘‘Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler’’ VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Sempozyum Bildirisi sf:231-241 (2008)

[62]http://www.building.co.uk/bsf-special-six-of-the-best-a-review-of-the-latest-building-schools-for-the-future/3122006.article (2008) (18.12.2015)

[63]http://www.arkitera.com/proje/4828/yahya-kemal-ilkogretim-okulu (2015) (31.01.2016)

[64] Darçın P., Balanlı A., ‘‘Yapılarda Doğal Havalandırmanın Sağlanmasına Yönelik İlkeler’’ Tesisat Mühendisliği, Sayı:128, Yıl: Mart/Nisan 2012http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/aec6225f614230a_ek.pdf?dergi=1232 (22.12.2015)

[65] Yüksek İ., Esin T., ‘‘Yapılarda Enerji Etkinliği Bağlamında Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Önemi’’ Tesisat Mühendisliği - Sayı 125 - Eylül/Ekim 2011

[66] Büyüktürkoğlu G., http://www.architectureoflife.net/st-luke-ilkokulu-architype-ingiltere/ (2011) (29.02.2016)

[67]http://www.radikal.com.tr/radikal.aspx?atype=haberyazdir&articleid=891263 (2008) (26.01.2016)

[68] Erkul E., ‘Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi’ Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ekim, 2012

[69]http://planetfriendlysolutions.blogspot.com.tr/2012_12_01_archive.html (2012) (03.02.2016)

[70] Koç Y., Gültekin A.B., ‘Yeşil Çatılar ve Türkiye’deki Uygulamaları’ Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe yerleşkesi , 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15 -16 Nisan 2010, İzmir http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum5/Semp%205%20Bildiri%2020.pdf (29.02.2016)

[71] Eryıldız D.I., Sakınç E., ‘‘Fiziksel Çevre Denetimi Ders Notları’’ Maltepe Üniversitesi 2011-2012 Bahar Yarıyılı

[72] Yılmaz H., Özer S., ‘‘Gürültü Kirliliğinin Peyzaj Planlama Yönünden Değerlendirilmesi Ve Çözüm Önerileri’’ Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (3), 515-531, 1997

[73]Çevre Koruma Katı Atık Toplama, http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/cevrekoruma/moduller/kati_atik_toplama.pdf (2009) (28.12.2015)

[74] http://atikyonetimi.kadikoy.bel.tr/AltSayfa.aspx?ID=1 (2015) (28.12.2015)

[75]http://ekampus.orav.org.tr/blogger/yziyaguldere/home/search?st=at%C4%B1k+toplama (2012) (28.12.2015)

[76] Gökmen H.S., ‘Çevre Duyarlı Mimarlık Sürdürülebilir Okul Örneklerine Bir Bakış’ Mimarlık Dergisi Sayı:368, Kasım-Aralık, 2012 http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=382&RecID=3014 (03.02.2016)

[77]http://www.mimarlikdergisi.com/dsp_imageNavigasyon.cfm?YaziID=3014&ResimID=69092 (2012) (03.02.2016)

[78]http://www.archello.com/en/project/green-dot-animo-leadership-high-school/1238925 (2013) (26.01.2016)

[79] http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari (2014) (12.04.2016)

[80]http://www.cocuketutmerkezleri.kadikoy.bel.tr/haberdetay.aspx?id=2171 (2010)

(15.12.2015)

[81] Karahan A., 'Gri Suyun Değerlendirilmesi' IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Seminer Bildirisi, 2009

[82] http://www.gpd.com.tr/tr/satis/su-tasarrufu (15.12.2015).

[83] http://www.sutasarruf.com/tasarruflu_urunler.html (2011) (15.12.2015)

[84] http://www.gmsteknik.net/selenoid-vana-nedir-ne-ise-yarar/selenoid-vana-nedir-ne-ise-yarar.html (20.12.2015)

[85]http://www.fotosellibatarya.net/urun/154/17/elegant-serisi-fotoselli-batarya (20.12.2015)

[86]http://vitra.com.tr/App_Assets/Catalogs/7/vitra-gomme-rezervuar 2014.pdf (03.01.2016)

[87] İnce A., 'Binaların Isı Yalıtımı', Tmmob Makine Mühendisleri Odası http://www.izced.com/SF/151/Binalarda_isi_yalitimi.pdf/ (17.02.2016)

[88] Hacıhaliloğlu S., 'Enerji Verimliliği ve Ölçümü: Yalıtım Yoksa Yüksek Vergi Var' 2012 http://enerji-verimliliği.blogspot.com.tr/2012/08/yaltm-yoksa-yuksek-vergi-var.html(03.01.2016)

[89] Uyan F., Yener A.K., ''Yeşil Binalarda Aydınlatma'' Yeşilbina Dergisi Sayı:9 Yıl:2011 Eylül-Ekim http://www.yesilbinadergisi.com/?pid=25556#.VnRgffmLTIU (18.12.2015)

[90] http://www.guneshaber.net/haber/1698-urun-haberleri-sunvia-gunes-tupu-dogal-aydinlatma-sistemleri.html (2012) (18.12.2015)

[91] https://enerjiguru.wordpress.com/enerji-verimliliği/ (18.12.2015)

[92] http://geturkiyeblog.com/yenilenebilir-enerji/ (26.01.2016)

[93] Kıncay O., Bekiroğlu N., Yumurtacı Z., ''Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller)'' Yıldız Teknik Üniversitesi Ders Notları http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/gunespilleri1bolum.pdf (22.12.2015)

[94] http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/gunespv.html (22.12.2015)

[95] http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

[96]http://www.archdaily.com/340616/green-dot-animo-leadership-high-school-brooks-scarpa-architects/5137606bb3fc4b8f36000056-green-dot-animo-leadership-high-school-brooks-scarpa-architects-photo (2013) (17.02.2016)

[97] http://www.muson.gen.tr/?Bid=1201658 (28.12.2015)

[98]http://www.gunessistemleri.com/fotovoltaikekipman.php (2012) (26.04.2016)

[99] Güneş Enerjisi El Kitabı, E@solar proje Ekibi, Hayat Boyu Öğrenme Programı, Türkiye Ulusal Ajansı http://www.esolarproject.com/files/Handbook_TR2.pdf

[100] Kıyak İ., Oral B., Topuz V., 'Yerleşim Bölgelerinde Rüzgâr Enerjisi Kullanımının Yaygınlaştırılması: Bina Montajlı Rüzgar Türbinleri' Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Marmara Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Enerji Kongresi http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_11/55.pdf

[101]http://www.yourclimateyourlife.org.uk/2_green_solutions.html (26.01.2016)

[102] Canbay Ç.S., Gökçen G., Hepbaşlı A., 'Bina Yönetim Sistemleri Ve Hvac Sistemlerinde Enerji Tasarrufuna Yönelik Kontrol İlkeleri' VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 2003 http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/c1abc73e879fd43_ek.pdf (26.04.2016)

[103] Kıncay O., 'Isı pompaları', Yıldız Teknik Üniversitesi http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/IsiPompasi.pdf (02.02.2016)

[104] http://www.isipompasi.tv/ (02.02.2016)

[105]http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/atik-isi-geri-kazanimi/8796#ad-image-0 (2013) (26.04.2016)

[106] http://remtes.com/html/gerikazanim/geri.htm (26.04.2016)

[107] Başkan T.B., Sözen M.Ş., ''Dersliklerde Görsel Konfor ve Etkin Enerji Kullanımı – Bir Örnek Derslik Aydınlatması'' Megaron, YTÜ Mimarlık Fakültesi e-Dergisi Cilt: 1, Sayı: 2-3, 2006 (21.12.2015)

[108] Tan M., ''Yeşil Binalarda Akustiğin Önemi'' Teknik&Görüş, Ekim 2011 http://www.altensis.com/wp-content/uploads/2011/11/Yesil_Bina_09_2011.pdf

[109] Richard Vaughan , Acoustics and Deaf Children; understanding the essential concepts, Scottish Sensory Centre, 2010 http://www.ssc.education.ed.ac.uk/courses/deaf/dmay10ii.html (22.12.2015)

[110]http://surdurulebilir-mimari.blogspot.com.tr/2012/09/surdurulebilir-mimaride-kullanlan-pasif.html (2012) (21.12.2015)

[111]http://www.fosterandpartners.com/projects/lyc%C3%A9e-albert-camus/ (Lycée_Albert_Camus__Foster_Partners.pdf)(26.11.2015)

[112] Miss V., ''Efficient Lighting and Daylighting Kasım, 2014 http://ecoandsustainable.com/2014/11/02/efficient-lighting-and-daylighting/ (18.12.2015)

[113] Uğuz S., Işık A.H., Aydoğan Ö., 'Yaşam Alanlarında Isıl Konfora Bağlı Enerji Verimliliği Uygulamaları' http://www.emo.org.tr/ekler/db77f7303e5ed87_ek.pdf (29.02.2016)

[114] Erdoğan Zeydan Z., Zeydan Ö., Yıldırım Y., 'Hasta Bina Sendromu'IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2009 http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0565ab715bcfd5a_ek.pdf (26.04.2016)

[115]http://ula.meb.k12.tr/tema/dosyadetay.php?KATEGORINO=345270&git=7 (26.01.2016)

[116] Kılıçaslan G., 'Mimaride Engelliler İçin Kolaylaştırıcı Yaşam Konforunun Evrensel Erişim Düzeyinde İrdelenmesi' İstanbul Üniversitesi Hizmet İçi Eğitim Sunumu

[117] http://tortum.meb.gov.tr/www/milli-egitim-mudurlugumuze-bagli-okul-ve-kurumlarda-erisilebilirlikle-ilgili-gerekli-duzenlemeler-yapildi/icerik/59 (2014) (02.03.2016)

[118]http://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_03/30044345_meb_istatistikleri_orgun_egitim_2015_2016.pdf (12.04.2016)

[119] http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507 (12.04.2016)

[120]The Third Teacher, Cannon Design (PAB Mimarlık http://www.ogrenimmekanlari.com/2013/09/ogrenme-sureci-ne-zaman-baslar.html (11.05.2016)

[121]http://www.rgy.com.tr/projeler/tamamlanan-projeler/ted-ronesans koleji#prettyPhoto (05.10.2015)

[122]http://www.arkiv.com.tr/proje/ted-ronesans-koleji/2140 (06.10.2015)

[123] http://www.usgbc.org/projects/ted-ronesans-koleji (2014) (12.04.2016)

[124] http://www.tedronesans.k12.tr/duyuru/ted-ronesans-koleji-leed-sertifikası-aldı (2014) (05.10.2015)

[125]http://www.arkitera.com/haber/11400/turkiyenin-yesil-bina-sertifikali-ilk-kamu-binasi (2012) (06.10.2015)

[126] http://oibatl.meb.k12.tr/tema/icerikler/yesil-bina-sertifikasi-alan-ilk-ve-tek-egitim-kurumu-olduk_321589.html (2013) (22.04.2016)

[127] http://issuu.com/xxi_dergi/docs/yesilbinalar13 (2013) (05.10.2015)

[128] http://www.mimdap.org/?p=107333 (2015) (06.10.2015).

[129]http://www.yapi.com.tr/Etkinlikler/koleksiyon-izmirsmd-m-arti-d-mimarlik-ofisini-agirliyor_91136.html (2012) (06.10.2015)

[130]http://www.altensis.com/proje/erkut-soyak-anadolu-lisesi/ (2015) (05.10.2015)

[131]http://erkutsoyakal.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/34/21/972883/okulumuz_hakkinda.html?CHK=62b086f47088046d5609fe7506598c14 (31.12.2015)

[132]http://v2.arkiv.com.tr/p7877-meb-erkut-soyak-lisesi.html#g(2008) (06.10.2015)

[133]http://emlakrotasi.com/haber/emlak-konut-gyo/erkut-soyak-anadolu-lisesine-cevre-odulu (2015) (02.05.2016)

[134]http://enerjigunlugu.net/erkut-soyak-lisesi-tescilli-yesil okul_13211.html#.VmX0QHbhDIU (2015) (07.12.2015)

[135]http://www.ilyatoo.com/albumphotosimple.php?site=ilyatoo&info_typeoeuvre=enseignement&nomobjet=LYCEE%20ALBERT%20CAMUS%20(FREJUS)(01.03.2016)

[136]http://www.new-learn.info/packages/euleb/en/p14/index_s0.html (01.03.2016)

[137] Büyüktürkoğlu G http://www.architectureoflife.net/sidwell-friends-okulu/ (2011) (17.11.2015)

[138]http://cgsarchitects.com/project/woodrow-wilson-high-school/(02 18.03.2016)

[139]http://www.usgbc.org/projects/woodrow-wilson-high-school?view=overview (2012) (22.04.2016)

[140] Tokuç A., Güller E., 'Mevcut İlköğretim Okullarında Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Sağlanması', 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Nisan 2013,İzmir,http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/b52e6fb50def14fek.pdf (02.03.2016)

[141]http://demircelikmtal.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/31/06/751557/okulumuzhakkinda.html?CHK=330c9fe49d7edd4b4eeb12790297a060 (02.01.2016)

[142] http://www.iskenderun.gov.tr/ilcemizin-cografik-yapisi (29.03.2016)

[143]http://iskenderunnufus.gov.tr/ilcemiz-hakkinda/iklim-ve-bitki-ortusu (29.03.2016)

[144] http://tr.climate-data.org/location/26/ (09.02.2016)

[145]http://www.worldweatheronline.com/iskenderun-weatheraverages/hatay/tr.aspx (04.05.2016)

[146]http://www.yarbis1.yildiz.edu.tr/web/userCourseMaterials/ggedik_1eab4a229f12c2185d6869c2d8faf798.pdf Gedik G.Z., 'İklim' Yüksek Lisans Ders Notları

[147]Bulgurcu H., 'Havalandırma Yöntemleri' (31.03.2016) http://deneysan.com/Content/images/documents/havalandirma-2_27944938.pdf

[148] www.worlweatheronline.com/v2/historical-weather.aspx (01.04.2016)

[149]http://www.antakyatb.gov.tr/AntakyaTan%C4%B1t%C4%B1m/EkonomikveCo%C4%9FrafiYap%C4%B1/tabid/4251/Default.aspx

[150] https://tr.wikipedia.org/wiki/Endemik_(biyoloji) (18.04.2016)

[151]http://www.mku.edu.tr/index.php?page=readpage&id=2058&aid=91 (18.04.2016)

[152] Buçak G., 'Kırklareli'nde Evsel Su Kullanımı ve Korunumuna Yönelik Bir Uygulama Önerisi' Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, 2015

[153] Kantaroğlu Ö., 'Yağmur Suyu Hasadı Plan ve Hesaplama Prensipleri' IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,2009 http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/d002865fbe0e7b2_ek.pdf (29.03.2016)

[154] http://www.hatsu.gov.tr/icerik.php?bolum=3&no=9 (2015) (25.04.2016)

[155]http://www.hurriyet.com.tr/2015-2016-donemi-okullar-ne-zaman-acilacak-29789566

[156]Gri Su Uygulamaları http://arge7.com/detay.asp?id=2040 (2014) (27.04.2016)

[157] TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları,2008 (www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cf3e258fbdf3eb7_ek.pdf)

[158] http://www.klimaci.com/kutuphane/yazkissicaklik.htm

[159] http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html (09.02.2016)

[160] http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx (09.02.2016)

[161] http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/pages/31.aspx (09.12.2016)

[162]https://www.sizinfikrinizsizinprojeniz.com/wp-content/uploads/2015/10/sizin-fikriniz-sizin-projeniz-01-adnan-menderes-anadolu-lisesi-2013-2014-okulun-elektrigi-tekerlerde-sakli.pdf

[163]http://www.bilgiustam.com/gunes-enerjisinden-nasil-elektrik-elde-edilir/ (2009) (14.04.2016)

[164]http://www.fotokopimakinem.com/canon-mf-6140dn-a4-fotokopi-makinesi.html (30.04.2016)

[165]http://gazelektrik.com/enerji-piyasalari/elektrik-fiyatlari#fiyat-kwh) (25.04.2016)

[166] Alkan S., Öztürk A., Zavrak S., Tosun S., Avcı E., 'Bir Evin Elektrik Enerjisi İhtiyacını Karşılayacak Fotovoltaik Sistemin Kurulumu' Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu, 27 – 29 Kasım 2014, Bursa

[167] http://monovepolyfotovoltaik.blogspot.com.tr/ (2014) (28.03.2016)

[168]http://www.onlinesolarsatis.com/250-WATT-POLIKRISTAL-GUNES-PANELI,PR-1.html (28.03.2016)

[169] Kıncay O., 'Güneş Enerjisi II. Bölüm', Güneş Enerjisi Ders Notları, http://www.solar-academy.com/menuis/Gunes-Enerjisi.021720.pdf

[170] Cezim C., Fotovoltaik Sistemler ve Uygulamaları, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, Eğitim ve Seminer Etkinlikleri, 2013 http://www.solar-academy.com/menuis/Fotovoltaik-Sistemler-ve-Uygulamalari.122101.pdf

[171]http://www.haberturk.com/ekonomi/enerji/haber/1173763-turkiyenin-en-buyuk-gunes-enerji-santrali-acildi (2015) (09.05.2016)

[172]http://www3.epdk.org.tr/index.php/epdk-sss/11-icerik/816-epd-faq-lisanssiz (25.04.2016)

[173]http://www.erdedisticaret.com/index.php?sayfa=HF2.8-600W (02.06.2016)

[174] http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/RuzgBol2.pdf (07.06.2016)

[175] https://tr.wikipedia.org/wiki/Hava_yo%C4%9Funlu%C4%9Fu

[176] http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/HATAY-REPA.pdf

[177]http://www.erdedisticaret.com/ERDE_Ruzgar_Turbinleri_Tanitim_Dosyasi.pdf (02.06.2016)

[178] PAB Mimarlık, http://www.ogrenimmekanlari.com/2013/09/bir-kulturu-degistirmek.html (11.05.2016)

[179] Yenigün E., 'Eğitim Kurumları nasıl daha az enerji harcar' 04 Eylül 2013 http://yesilekonomi.com/kose-yazilari/ethem-yenigun/egitim-kurumlari-nasil-daha-az-enerji-harcar (27.04.2016)

[180] http://www.tesisat.org/isi-kazanci-tanimi-ve-isi-kazanci-hesabi.html (2015)

[181] Isısan,isi_kazanci_hesabi_Isisan.pdf

[182] Akşit F., 'Isıtma Yükünün Belirlenmesi', Maltepe Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık-İç Mimarlık Bölümü Tesisat Bilgisi Dersi, 2011-2012 Güz Dönemi Ders Notları

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Fatma Nur Küçük

Doğum Tarihi / Yeri: 20.01.1991 / İstanbul

Eğitim Bilgileri

1997-1998 Petkim İlköğretim Okulu

1998-1999 Tüpraş İlköğretim Okulu

1999-2005 Kazım Karabekir İlköğretim Okulu

2005-2009 Özel Ümraniye İrfan Anadolu Lisesi

2009-2014 Maltepe Üniversitesi Mimarlık

2014-2016 Maltepe Üniversitesi Yüksek Lisans

Stajlar

2012 Sinpaş GYO – Ofis Stajı

2013 Türköz İnşaat – Şantiye Stajı

Yabancı Dil: İngilizce

İlgi Alanı: Fotoğraf çekmek, müzik (kanun çalmak), kitap okumak