

**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**AKILLI BİNA CEPHELERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR
KALKINMA BAĞLAMINDA İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Mimar Birnur KARA**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Güzde ÇAKIR KIASIF**

İstanbul - 2017

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

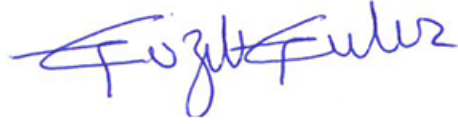
Mimarlık A.B.D. Yüksek Lisans öğrencisi Birnur KARA tarafından hazırlanan “Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akıllı Yapı Cephelerinin İrdelenmesi” konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 01.03.2017

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu)

İmzası

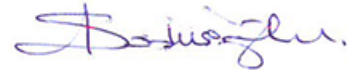
Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Gözde ÇAKIR KIASIF
Haliç Üniv. (Danışman)



Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Eda SELÇUK
Haliç Üniv.



Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Şenay BODUROĞLU
Mimar Sinan Güzel Sanatlar.Ünv.



Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Oya Oğuz
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

TEŐEKKÜR

Tez çalıőmam ve lisans eğitimim boyunca beni yönlendiren, teşvik eden, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen tez danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Gzde ÇAKIR KIASIF'e sabır ve desteğinden dolayı teőekkürlerimi sunarım.

Tez çalıőmam ve tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan, benden sabır ve desteğini esirgemeyen Aileme ve yardımlarını benden esirgemeyen, yanımda olan arkadaőlarıma teőekkür ederim.

İstanbul, 2017

Mimar Birnur KARA

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa No. |
|--|-----------|
| İÇİNDEKİLER | I |
| KISALTMALAR | III |
| ŞEKİL LİSTESİ | IV |
| ÖZET | VIII |
| ABSTRACT | IX |
| | |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Çalışmanın Amacı | 1 |
| 1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi | 2 |
| | |
| 2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA | 3 |
| 2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı | 3 |
| 2.1.1. Sürdürülebilirlik Kavramının Tanımı | 4 |
| 2.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi | 5 |
| 2.2. Kalkınma Kavramı | 6 |
| 2.3. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı | 7 |
| 2.3.1. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramının Tarihsel Gelişimi | 8 |
| 2.3.2. Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Unsurları ve Boyutları | 11 |
| 2.3.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Amaç ve Hedefleri | 16 |
| 2.3.4. Sürdürülebilir Kalkınmayı Gerektiren Unsurlar | 17 |
| | |
| 3. AKILLI BİNA SİSTEMLERİ | 20 |
| 3.1. Akıllı Bina Kavramı | 21 |
| 3.2. Akıllı Binaların Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Süreç İçerisinde Gelişimi | 22 |
| 3.3. Akıllı Bina Sistemlerinin Özellikleri | 26 |
| 3.3.1. Akıllı Bina Otomasyon Sistemleri | 28 |
| 3.3.2. Akıllı Bina Sistemlerinin Bileşenleri | 29 |
| 3.3.3. Akıllı Binalarda Enerjinin Etkin Kullanımı | 32 |
| 3.3.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı | 34 |
| | |
| 4. AKILLI BİNA CEPHELERİ | 49 |
| 4.1. Akıllı Cephe Kavramı | 49 |
| 4.2. Akıllı Cephe Sistemlerinin Çeşitleri ve Sınıflandırılması | 50 |
| 4.2.1. Tek Tabakalı Cephe Sistemleri | 50 |
| 4.2.1.1. Basit Cepheler | 51 |
| 4.2.1.2. Giydirme Cepheler | 52 |
| 4.2.1.3. Tek Tabakalı Cephelerde Güneş Kontrolü | 58 |
| 4.2.2. Çift Kabuklu Cephe Sistemleri | 63 |
| 4.2.2.1. Hava Boşluğunun Havalandırılış Yöntemine Göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri | 66 |
| 4.2.2.2. Hava Boşluğunun Bölgeleştirilişine göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri | 71 |

| | |
|--|-----|
| 4.3. Akıllı Cepheleeri Oluşturan Bileşenler | 76 |
| 4.3.1. Kabuk Bileşenleri | 76 |
| 4.3.1.1. Saydam ve Opak Bileşenler | 78 |
| 4.3.1.2. PV Paneller | 88 |
| 4.3.1.3. Rüzgar Türbinli Cepheleer | 89 |
| 4.3.2. Taşıyıcı Bileşenler | 91 |
| 4.3.3. Tespit Bileşenleri | 92 |
| 4.3.4. Güneş Kontrol Elemanları | 94 |
| 4.3.5. Yağmur Suyu Depolama Elemanları | 96 |
| 4.3.6. Yürüme Yolu | 96 |
| 4.4. Türkiye ve Dünyadan Akıllı Bina Örneleeri | 97 |
| 4.4.1. Pearl River Tower | 98 |
| 4.4.2. Maslak No:1 | 103 |
| 4.4.3. Levent Ofis | 107 |
| 4.4.4. Spine Tower | 112 |
| 4.4.5. The Edge | 115 |
| 5. AKILLI BİNA CEPHELEERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMAYA ETKİLERİ | 120 |
| 5.1. Çevresel Etkiler | 120 |
| 5.2. Toplumsal Etkiler | 121 |
| 5.3. Ekonomik Etkiler | 121 |
| 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME | 123 |
| KAYNAKLAR | 125 |
| ÖZGEÇMİŞ | 136 |

KISALTMALAR

| | |
|----------------|--|
| VOC | : Uçucu Organik Madde |
| LEED | : Leadership in Energy and Environmental Design |
| ASHRAE | : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers |
| EPA | : Environmental Protection Agency |
| Ç.K.C. | : Çift Kabuklu Cephe |
| UNEP | : United Nations Environment Programme (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) |
| CFC | : Chlorofluorocarbon (Kloroflorokarbon) |
| UV | : Ultraviyole |
| I.B.I. | : Intelligent Building Institute (Akıllı Bina Enstitüsü) |
| BAS | : Building Automation Systems |
| FMS | : Facility Management Systems |
| BMS | : Building Management Systems |
| BOS | : Bina Otomasyon Sistemleri |
| HVAC | : Heating, Ventilating and Air Conditioning (Isıtma, Soğutma ve Havalandırma) |
| UPS | : Uninterruptible Power Supply (Kesintisiz Güç Kaynağı) |
| OT/VT | : Otomatik Tanımlama / Veri Toplama |
| BTEP | : Birincil Enerji Talebi |
| MTEP | : Milyon ton petrol eşdeğeri |
| MW | : Megawatt |
| VRF | : Variable Refrigerant Flow (Değişken Debili Soğutucu Akışkan Akışlı Klima Sistemi) |
| SIEEB | : Sino-Italian Ecological and Energy-Efficient Building |
| MIPIM | : Le marché international des professionnels de l'immobilier |
| C&S | : Core And Shell |

ŞEKİL LİSTESİ

| | Sayfa No. |
|--|-----------|
| Şekil 2.1. Toplulukları oluşturan üç bileşenin birbiriyle ilişkilendirilmesi | 4 |
| Şekil 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Çalışmalarının Kronolojik Sıralaması | 6 |
| Şekil 2.3. 2030 Yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri..... | 10 |
| Şekil 2.4. Sürdürülebilir Kalkınma Unsurlarının Ayrı Ayrı Düşünülmesi | 11 |
| Şekil 2.5. Yuvalanmış Sürdürülebilir Kalkınma Modeli | 12 |
| Şekil 2.6. Russian Doll Modeli | 12 |
| Şekil 2.7. Sürdürülebilir Kalkınmanın Üç Sütun Modeli | 13 |
| Şekil 2.8. Sürdürülebilir Kalkınmanın Unsurları | 14 |
| Şekil 2.9. Sürdürülebilir Kalkınmanın İlkeler..... | 16 |
| Şekil 3.1. 2014 Yılında Türkiye'nin Toplam Enerji Tüketimi (%)..... | 20 |
| Şekil 3.2. İlk Akıllı Binanın Kesiti | 23 |
| Şekil 3.3. Rockefeller Center | 24 |
| Şekil 3.4. Akıllı Binaların Gelişimi | 25 |
| Şekil 3.5. Akıllı Binaların 1980 Sonrası Gelişim Piramidi..... | 26 |
| Şekil 3.6. HVAC Sistemlerinin Projelendirme Aşamaları..... | 30 |
| Şekil 3.7. Enerjinin Etkin Kullanımı | 33 |
| Şekil 3.8. Yenilenebilir Enerji Kaynakları..... | 33 |
| Şekil 3.9. Türkiye'de Yerli Kaynaklardan Enerji Üretimi ve Toplam Enerji Tüketimi | 33 |
| Şekil 3.10. Türkiye'nin Yıllara Göre Enerji İthalatı..... | 34 |
| Şekil 3.11. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu..... | 34 |
| Şekil 3.12. Binalarda Kullanılan Yenilenebilir Enerji Kaynakları | 35 |
| Şekil 3.13. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (MTep)..... | 35 |
| Şekil 3.14. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı..... | 36 |
| Şekil 3.15. Türkiye Güneşlenme Haritası | 36 |
| Şekil 3.16. Fotovoltaik Sistemin Şematik Gösterimi..... | 38 |
| Şekil 3.17. Direkt Kazanç | 39 |
| Şekil 3.18. Trombe Duvarının Gece-Gündüz Çalışma Şekli..... | 40 |
| Şekil 3.19. Su Duvarının Çalışma Prensibi..... | 41 |
| Şekil 3.20. Çatı Havuzu Sistemleri | 42 |
| Şekil 3.21. Sera Sistemi | 43 |
| Şekil 3.22. Kış Bahçeleri | 43 |
| Şekil 3.23. Termosifon Sistemler..... | 44 |
| Şekil 3.24. Dikey ve Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri | 45 |
| Şekil 3.25. Bina Monte Rüzgar Türbinleri İçin Entegrasyon Stratejileri | 46 |
| Şekil 3.26. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi | 47 |
| Şekil 3.27. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Rüzgar Türbini..... | 47 |
| Şekil 4.1. Datça Evi | 51 |
| Şekil 4.2. Manhattan West Development Bina Cephesi | 52 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.3. Çubuk Sistem Örneği - The Sunset Community Center Binası | 53 |
| Şekil 4.4. Panel Sistem Örneği - İş Bankası Genel Müdürlük Binası..... | 54 |
| Şekil 4.5. Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem Detayı | 55 |
| Şekil 4.6. Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem Detayı | 55 |
| Şekil 4.7. Silikon Giydirme Cephe Sistem Detayı..... | 56 |
| Şekil 4.8. Silikon Giydirme Cephe Sistem Detayı..... | 56 |
| Şekil 4.9. Transparan Cephe Detayı | 57 |
| Şekil 4.10. Cam Taşıyıcılı Transparan Cephe Örneği | 57 |
| Şekil 4.11. Tek Tabakalı Cephelerde Güneş Kontrolü | 58 |
| Şekil 4.12. Güneş Kontrolü Elemanları Yerleşim Biçimleri | 58 |
| Şekil 4.13. Mario Cucinella'nın SIEBB Binası, Pekin..... | 59 |
| Şekil 4.14. iHouse Dormitory | 60 |
| Şekil 4.15. Würth Holding Binası, İsviçre | 60 |
| Şekil 4.16. Mors Binası, Hollanda | 61 |
| Şekil 4.17. Mors Binası, Hollanda | 61 |
| Şekil 4.18. Paneller Arasında Konumlandırılmış Sistem | 62 |
| Şekil 4.19. Fiat Lingotto Fabrikası Toplantı Salonu..... | 62 |
| Şekil 4.20. Fiat Lingotto fabrikası | 63 |
| Şekil 4.21. Fiat Lingotto fabrikası Toplantı Salonu Tavanı | 63 |
| Şekil 4.22. Çift Tabakalı Cephe Sisteminin Katmanları..... | 64 |
| Şekil 4.23. Çift Tabakalı Cephe Sisteminin Şematik Kesiti | 65 |
| Şekil 4.24. Çift Tabakalı Cephe Sistemi Doğal Havalandırma Sistemi Şematik Gösterimi..... | 66 |
| Şekil 4.25. Çift Kabuklu Cephelerde Doğal Havalandırma..... | 66 |
| Şekil 4.26. Doğal havalandırmada kullanılan mekanik pencere örneği | 67 |
| Şekil 4.27. Doğal havalandırma yapılan çift cephe örneği | 68 |
| Şekil 4.28. Mekanik Havalandırma Aşağı (b) ve Yukarı (a) Yönde Hava Akışı | 69 |
| Şekil 4.29. Delft Teknik Üniversitesi Kütüphane Binası - Cephe Detayı | 69 |
| Şekil 4.30. Debis Tower Bina Cephesi | 70 |
| Şekil 4.31. Çift Kabuk Cephe Sistemleri Şematik Gösterimi..... | 71 |
| Şekil 4.32. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Örneği Maslak no:1 ofis binası. 72 | |
| Şekil 4.33. Kat Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Örneği Stadttor ofis binası..... | 73 |
| Şekil 4.34. Balık ağzı | 73 |
| Şekil 4.35. Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cephe Örneği Korona Binası | 74 |
| Şekil 4.36. Şaft tipi Havalandırma Sistemi Şematik Gösterimi..... | 75 |
| Şekil 4.37. Şaft Tipi Çift Kabuk Cephe Örneği Gladbacher Bank Binası..... | 76 |
| Şekil 4.38. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu | 77 |
| Şekil 4.39. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu | 77 |
| Şekil 4.40. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu Cephe Detayı..... | 77 |
| Şekil 4.41. Low-e Kaplamalı Cam Şematik Gösterimi | 79 |
| Şekil 4.42. Lamine Cam | 80 |
| Şekil 4.43. Temperlenmiş Camın Darbe Aldıktan Sonraki Hali | 81 |
| Şekil 4.44. Kurşun Geçirmez Camın Darbe Aldıktan Sonraki Hali | 81 |
| Şekil 4.45. Cephede Kullanılan Renklendirilmiş Cam Örneği | 82 |
| Şekil 4.46. Isıcam Detay | 82 |
| Şekil 4.47. Güneş kontrol camı..... | 83 |
| Şekil 4.48. Güneş kontrol camı..... | 83 |
| Şekil 4.49. Park Dedeman Otel..... | 84 |
| Şekil 4.50. Elektrokromik Cam Örneği | 85 |
| Şekil 4.51. Likit Kristal Cam Örneği | 85 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.52. 10 Bond Binası, Manhattan | 87 |
| Şekil 4.53. Terra Cotta Sistem Kesiti | 87 |
| Şekil 4.54. Georges-Freche School of Hotel Management Binası | 88 |
| Şekil 4.55. Diamond Of İstanbul Binası Cephe Detayı | 89 |
| Şekil 4.56. Bahreyn DTM Rüzgar Türbini | 90 |
| Şekil 4.57. Bahreyn D.T.M..... | 91 |
| Şekil 4.58. Bahreyn DTM Rüzgar Türbinleri..... | 91 |
| Şekil 4.59. Çubuk ve Panel Sistem Şematik Gösterimi | 92 |
| Şekil 4.60. Spider Cam Tutucu | 93 |
| Şekil 4.61. F Ankraj | 93 |
| Şekil 4.62. U Ankraj | 93 |
| Şekil 4.63. L Ankraj | 93 |
| Şekil 4.64. Çift Kabuk Cepheelerde Güneş Kontrol Elemanlarının Yerleşimi | 94 |
| Şekil 4.65. Al Bahr Towers | 95 |
| Şekil 4.66. Al Bahr Towers Güneş kontrol elemanları | 95 |
| Şekil 4.67. Maslak No1 Binası Yürüme Yolu | 97 |
| Şekil 4.68. Ak Plaza Binası Yürüme yolu | 97 |
| Şekil 4.69. Pearl River Tower..... | 98 |
| Şekil 4.70. Pearl River Tower Tip Kat Planı | 99 |
| Şekil 4.71. Pearl River Tower Batı ve Doğu Cepheleri..... | 99 |
| Şekil 4.72. Pearl River Tower Binası Rüzgar Türbini | 100 |
| Şekil 4.73. Rüzgar Türbini Konsepti | 100 |
| Şekil 4.74. Rüzgar Türbinlerinin Yer Aldığı Cephe Yüzeyi | 101 |
| Şekil 4.75. Radiant Cooling With Floor Fed Ventilation (FFV) | 101 |
| Şekil 4.76. Pearl River Tower Skor Kartı | 102 |
| Şekil 4.77. Pearl River Tower Binası Yüksek performanslı Dış Kabuk | 102 |
| Şekil 4.78. Pearl River Tower Sağ ve Sol Yan Cepheleri | 102 |
| Şekil 4.79. Maslak No/1 | 103 |
| Şekil 4.80. Maslak No/1 Giriş Saçağı ve Ön Cephesi | 103 |
| Şekil 4.81. Maslak no/1 Kat Planı | 104 |
| Şekil 4.82. Maslak No/1 Giriş Holü- Çift Cephe Sistemi..... | 104 |
| Şekil 4.83. Maslak no/1 Skor kartı..... | 105 |
| Şekil 4.84. Maslak no/1 - Film tabakasız ve Film Tabakalı Cam Cephe..... | 106 |
| Şekil 4.85. Maslak no/1 Özel Performans Cam Giydirme Cephe | 106 |
| Şekil 4.86. Levent Ofis | 107 |
| Şekil 4.87. Levent Ofis Bina Girişi..... | 107 |
| Şekil 4.88. Levent Ofis Binası Kat Planı | 108 |
| Şekil 4.89. Levent Ofis Binası Kesit Çizimi..... | 108 |
| Şekil 4.90. Levent Ofis Binası Cephesi | 109 |
| Şekil 4.91. Levent Ofis Binası Kat Bahçesi..... | 110 |
| Şekil 4.92. Levent Ofis Binası Cephe Detayı | 111 |
| Şekil 4.93. Levent Ofis Skor Kartı | 111 |
| Şekil 4.94. Spine tower | 112 |
| Şekil 4.95. Spine Tower Cephe Fotoğrafı..... | 112 |
| Şekil 4.96. Spine Tower 37. Kat Planı (rezidans katı)..... | 113 |
| Şekil 4.97. Spine Tower Panel Cephe Sistemi..... | 114 |
| Şekil 4.98. Spine Tower Skor Kartı | 114 |
| Şekil 4.99. The Edge Ofis Binası | 115 |
| Şekil 4.100. The Edge - Kat Planı..... | 116 |
| Şekil 4.101. The Edge - Kesit | 116 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 4.102. Ethernet kablosu ve su borusunu içeren tüpler | 117 |
| Şekil 4.103. Çalışma Alanları | 117 |
| Şekil 4.104. Atrium..... | 118 |
| Şekil 4.105. Yeraltında bulunan kuyular | 118 |
| Şekil 4.106. The Edge - Cephe | 119 |

GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Birnur KARA
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimarlık
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Gözde ÇAKIR KIASIF
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Şubat 2017

ÖZET

AKILLI BİNA CEPHELERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA BAĞLAMINDA İRDELENMESİ

Sanayi devrimi sonrası, I. Dünya savaşı ve II. Dünya savaşı gibi zor dönemler geçiren ülkelerin, hızlı bir büyüme ve kalkınma çabalarına girmeleriyle beraber üretimlerin artmasıyla, kömür gibi doğal kaynakların tahribatı ve bilinçsiz kullanılmasının sonucunda çevre sorunları ve ekolojik dengesizlikler ortaya çıkmıştır. Çevre sorunlarının sonrasında ortaya çıkan ekonomik krizler ve çevresel felaketler, kalkınmada izlenen yolun doğru bir yol olmadığını göstermiştir. Çevreye verilen zararlar sonucunda, tepki olarak birçok konferans düzenlenmiş ve raporlar hazırlanmıştır. Bu çalışmalar sonucunda "sürdürülebilir kalkınma" kavramı ortaya çıkmıştır.

Nüfusun hızlı bir şekilde artışı, doğal kaynakların bilinçsizce kullanımı sonucu tükenmeye başlaması gibi nedenlerle ortaya çıkan enerji krizinin bir sonucu olarak akıllı bina kavramı gündeme gelmiştir. Akıllı binalar, cephelerine eklenen rüzgar türbinleri, fotovoltaik paneller gibi yardımcı elemanlar ile enerji üretebilen, çatılarında toplanan su ile bina su ihtiyacının bir kısmını ve peyzaj alanlarının sulanmasını sağlayabilen, otomasyon sistemleri ve HVAC gibi alt sistemler ile daha verimli hale gelebilen ve bu sayede hem kullanıcı konforunu arttırabilen hem de bina işletim maliyetini ciddi oranda azaltabilen yapılardır.

Cephe, binalarda en fazla yüzeye sahip kısım olması sebebiyle enerji kaybının da en çok yaşanabileceği alandır. Yapı cepheleri, akıllı cephe olarak tasarlandığında enerji kayıplarını önleyip aynı zamanda binanın enerji ihtiyacını da ciddi oranda karşılayabilmektedir. Özellikle çift kabuklu cephelerde, doğal havalandırma imkanı sağlanarak kullanıcı konforu da en üst düzeylere çıkarılabilmektedir.

Ülkemizde ve dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık %40'ının yapıların inşası ve işletim sürecinde kullanılıyor olması, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesinde akıllı bina cephelerinin de önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Tez çalışması kapsamında, akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınma kavramına etkileri incelenmiş, Türkiye'den ve dünyadan örneklerle değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Sürdürülebilir kalkınma, akıllı bina cepheleri, akıllı binalar, enerji etkin binalar, enerji etkin cepheler, sürdürülebilirlik.

GENERAL INFORMATION

Name and Surname : Birnur KARA
Field : Architecture
Program : Architecture
Supervisor : Asst. Prof. Gözde ÇAKIR KIASIF
Degree Awarded and Date : Master of Science – February 2017

ABSTRACT

STUDYING SMART BUILDING FACADES IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

After industrial revolution, the countries which had difficult times during World War I and World War II, tried to enter a quick phase of growth and development which brought increased production. This caused environmental issues and ecological instability as a result of damaged natural resources like coal and improper usage. Economic depressions and environmental disasters which arised from environmental issues, showed procedures followed for development is not right. After these damages, as a reaction many conferences and reports are done. As a result of these works, “sustainable development” concept arised.

Smart building concept arised as a result of energy crisis caused by rapid growth of population and running out natural resources because of improper use. Smart buildings are the contructions that can generate energy with additional units which are added to their facades like wind turbines, photovoltaic panels, that can water landscapes and meet a portion of water needs, that can be more efficient with automation systems and HVAC. Hence, improves people’s comfort and significantly reduce building operating costs.

Facade is the most vulnerable area to energy loss because it has the most surface of the buildings. Facade of building, when designed as smart façade, can prevent energy-loss and meet the energy needed for the building. Especially, on double-shell facades, providing natural ventilation ability, people comfort is increased.

Knowing that 40 percent of energy used in our country and world is used for construction and operating phase of the buildings, it shows how smart building facades play an important role in sustainable development.

In this thesis scope, it is reviewed how smart building facades impact sustainable development and interpreted samples in Turkey and the world.

Key Words : Sustainable development, smart building facades, smart buildings, energy-efficient buildings, energy-efficient facades, sustainability.

1. GİRİŞ

Akıllı binalar, minimum enerji kullanarak kullanıcı konforunu optimum düzeyde tutabilen, öğrenme yeteneğine sahip, otomasyon sistemine bağlı bir çok alt sistemlerle donatılmış, çevresiyle uyumlu binalardır. Akıllı binaların cepheleri de bu özelliklere sahiptir. Akıllı yapı cepheleri sayesinde iç mekanlarda doğal aydınlatma ve doğal havalandırma sağlanabilmektedir. Genellikle akıllı cephelere sahip binalarda yaşayan/çalışan insanlar, diğer yapılardaki insanlara göre daha konforlu bir yaşam sürdürmektedir. Akıllı binalarda kullanılan HVAC sistemlerinin kullanılması ve doğal havalandırmanın yapılmasıyla, klima sistemleri kullanıldığında ortaya çıkan birçok rahatsız engellenmektedir. Akıllı yapı cephelerinde kullanılan geri dönüşümlü malzemeler ile maliyet azaltılmakta ve çevreye zarar veren atık maddelerin oluşumu engellenmektedir. Cephelere yerleştirilen sistemlerle rüzgar, güneş gibi doğal enerji kaynaklarından enerji elde edilerek binalarda kullanılmaktadır. Bu sayede bina işletim maliyeti ve fosil enerji kaynaklarının kullanımı azaltılmaktadır. Akıllı bina cepheleri, bu gibi sebeplerden dolayı sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşmesinde önemli bir yere sahiptir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada amaç; binalarda en fazla yüzey alanına sahip olan ve enerji etkin tasarlanmadığı takdirde en fazla enerji kayıplarının yaşanabildiği, buna bağlı olarak bina giderlerinin de arttığı cephe sistemlerinin incelenerek, dünyamızın geleceği için büyük öneme sahip sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarına ne gibi pozitif veya negatif çevresel, toplumsal ve ekonomik etkileri olduğu yurtiçinden ve yurtdışından örneklerle de desteklenerek anlatılmaya çalışılmasıdır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi

Tez çalışmasında, bina kullanıcılarının konforunu en üst düzeyde tutması sonucu çalışma verimini arttırabilen, ihtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmını cephe ve çatılarına yerleştirilen sistemlerle elde edebilen ve bu sayede enerji maliyetlerini minimuma düşürebilen, otomasyon sistemi ile tek bir noktadan kontrol edilebilen akıllı binalarda en fazla yüzey alanına sahip bina kabuğunun sürdürülebilir kalkınma kavramına etkileri araştırılmış ve örneklerle desteklenmiştir. Bu kapsamda, akıllı bina sistemleri, sürdürülebilir kalkınma kavramıyla beraber sürdürülebilirlik kavramı ve akıllı bina cephe sistemleri ile ilgili birçok tez, makale, dergi, katalog ve diğer yayınlar incelenmiştir.

Çalışma; giriş, sürdürülebilir kalkınma, akıllı bina sistemleri, akıllı bina cepheleri, akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınmaya etkileri, sonuç ve değerlendirme olmak üzere toplam altı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölüm olan “Giriş” bölümünde; çalışmanın içeriği ile ilgili bilgilere ve çalışma sırasında yararlanılan kaynaklara yer verilmiştir.

İkinci bölümde ise; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları incelenmiştir. Sürdürülebilir kalkınma kavramının ortaya çıkışı ve günümüze kadar olan süreciyle beraber boyutları, ilkeleri, sürdürülebilir kalkınmaya ihtiyaç duyulmasına neden olan unsurlarla ilgili literatür taraması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde; akıllı bina kavramının ortaya çıkışı ve günümüze kadar olan süreci incelenmiş, farklı kişiler tarafından yapılan akıllı bina tanımlarına yer verilmiştir. Çalışmanın bu bölümü kapsamında, akıllı bina sistemleri ile ilgili tez, makale, dergi, konferans notları incelenmiştir.

Dördüncü bölüm olan “Akıllı bina cepheleri” kapsamında, akıllı bina cephe kavramı irdelenmiş, akıllı bina cephe çeşitleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Cephelerde kullanılan saydam ve opak bileşenlerle ilgili ayrıntılara ve akıllı cephe sistemleri ile ilgili yurtiçi ve yurtdışından örneklere yer verilmiştir.

Beşinci bölümde; dördüncü bölümde incelenen akıllı bina cephe sistemlerinin sürdürülebilir kalkınmaya çevresel, toplumsal ve ekonomik etkileri irdelenmiştir.

Altıncı bölümde ise; çalışmanın sonuç ve değerlendirmesi yapılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Endüstri devrimi sonrası, I. Dünya Savaşı, II. Dünya savaşı gibi zor dönemler geçiren ülkeler, II. Dünya savaşı sonrası büyük bir hızla büyüme ve kalkınma çabalarına girmişlerdir. Bu dönemde, doğal kaynakların sınırsız olduğu varsayılmış ve tek amaç ekonomik büyüme olarak belirlenmiştir. Bu amaçla beraber ülkeler daha fazla üretmeye yönelmişlerdi. Ülkeler tüm kaynaklarını seferber edip, dünya teciminden en fazla payı almak için yarışa girmişlerdi.

1970'li yıllarda ortaya çıkan ekonomik krizler ve olumsuz etkileri, savaş sonrası izlenen yolun yanlış olduğunun belirtisiydi. İzlenen yanlış politika sonucu, doğal kaynaklar bilinçsizce kullanılmış ve bu sonuç ekolojik dengesizliklere yol açmıştı. 1970'li senelerde etkisini göstermeye başlayan çevresel felaketler de, çevrenin ve çevreyi korumanın kalkınmada ne kadar önemli olduğunu göz önüne sermiştir.

Çevrenin ve doğal kaynakların bilinçsizce kullanılmasına karşı toplumsal bir tepki doğmuştur. Bu hareketin dikkat çektiği konu, kalkınmanın sadece ekonomik büyüme ile gerçekleşmeyeceğiydi. Kalkınma için, ekonomik büyümenin yanı sıra, çevrenin, sağlığın, eğitimin, demokrasinin iyileşmesi ve gelişmesi de gerekiyordu. Bu gelişmelerin sonucunda, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramı ortaya çıkmış ve yayılmıştır.

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

1970'li senelerde karşılaşılan çevre sorunları, geleceğin karamsar bir şekilde resmedilmesine yol açmıştır. Doğal kaynakları bilinçsizce kullanılan, kirletilen dünyada artan çevresel bozulmanın sonucunda asit yağmurları, ozon tabakasının aşınmaya başlaması, yeryüzünün ısınması, çölleşme, yeşilin azalması gibi problemler ortaya çıkmıştır. Bu dönemde ayrıca, hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak giderek artan yoksulluk sorununun da göz önünde bulundurulmasının gerektiğinin farkına

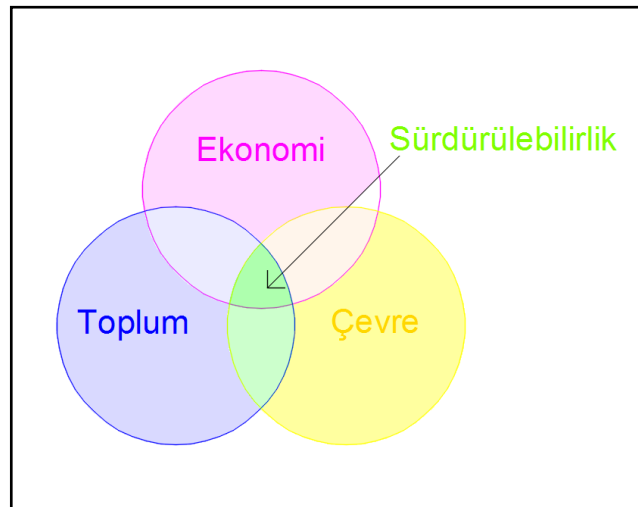
varılmıştır. Bu sorunlar, insanın kendini ve tabiatı yeniden değerlendirmesine ve sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Güvenç, 2008).

2.1.1. Sürdürülebilirlik Kavramının Tanımı

Sürdürülebilirlik sözcüğünün Latince kökü "subtenir"dır ve aşağıdan desteklemek, korumak anlamına gelmektedir (Muscoe, 1995). İngilizcede "sustainability" diye yazılmaktadır ve kelime karşılığı; daimi olma yeteneğidir. Fransızcada "durabilite", İspanyolcada ise "sostenibilidad" diye yazılmaktadır. Sürdürülebilirlik sözcüğünün Türk Dil Kurumu sözlüğünde bir karşılığı yoktur.

Sürdürülebilirlik kavramıyla ilgili birçok tanım yapılmıştır. Robert Gilman'ın yaptığı sürdürülebilirlik tanımı "Toplumun, ekosistemin ya da devam eden herhangi bir sistemin ana kaynakları tüketmeden belirsiz bir geleceğe dek işlevini sürdürmesidir". William Ruckelshaus'a göre sürdürülebilirlik "ekolojinin en geniş sınırları içinde ekonomik büyümenin ve kalkınmanın karşılıklı etkileşim ile sağlanacağı ve zaman içinde korunacağı doktrindir".

Sürdürülebilirlik tanımlarında 3 kavram öne çıkmaktadır. Bunlar; Toplum, Çevre ve Ekonomi kavramlarıdır. Bu üç bileşen ilk olarak, birbirinden bağımsız olarak ele alınmıştır. Üç kavramın birbirinden bağımsız ele alınmasının sonuçlarının ilerleyen zamanda birçok soruna yol açtığı bilinmektedir (asit yağmurları, yeşilin azalması vs.) Bu sorunlardan dolayı, bu üç kavramın beraber ele alınması gereği ortaya çıkmıştır ve bu üç bileşenin kesişiminden Şekil 2.1.'de de görüldüğü üzere sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.1. Toplulukları oluşturan üç bileşenin birbiriyle ilişkilendirilmesi

Şekil 2.1.'den farklı olarak Stuart L. Hart, sürdürülebilirlik kavramını farklı bir şekilde tanımlamıştır. Hart'a göre ekonomi toplumun içindedir. Toplum, ekonomi ile beraber çevrenin içinde bulunmaktadır. Bahsedilen tüm sürdürülebilirlik tanımlarına göre sürdürülebilirlik, toplum, çevre ve ekonomi kavramlarının bir arada düşünülmesiyle var olabilmektedir (Özmehmet, 2005).

Sürdürülebilirlik kavramı; ihtiyaç ve gereksinimlerimizi, gelecek nesli de düşünerek onların da yoksun kalmayacağı şekilde karşılamak olarak tanımlanabilir. Kısaca tanımlanması gerekirse de daimi olma yeteneği de denilebilmektedir. Sürdürülebilirlik kavramını nicelik ve nitelik olarak ayırmamız gerekirse, nicelik kısmı yeniden kazanılabilir maddeler, nitelik kısmı ise yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

2.1.2. Sürdürülebilirlik Kavramının Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Gelişimi

1980'li yıllarda çevre ve büyüme kavramı arasındaki çatışma artmıştır ve bu çatışma karşısında uluslararası bir yaklaşım sağlamak için Birleşmiş Milletler Örgütü tarafından 1983 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu kurulmasına karar verilmiştir. Kurulan komisyon aldığı kararların tümünü 1987 yılında 'Ortak Geleceğimiz' adlı çalışmada toplamıştır.

Sürdürülebilirlik kavramından ilk olarak, "Ortak Geleceğimiz" adlı veya diğer bir adıyla Komisyon başkanı Gro Harlem Brundtland adıyla anılan çalışmada bahsedilmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı Brundtland raporunda “Bugünün gereksinmelerini, gelecek kuşakların kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılamak” olarak tanımlanmaktadır (Bozdoğan, 2003), (URL-1).

Brundtland raporundan günümüze kadar geçen sürede sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara "Sürdürülebilir Kalkınma" başlığı altında yer verilmiştir. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramı ile ilgili yapılmış olan çalışmalara ait kronolojik sıralama Şekil 2.2.'de gösterilmiştir (Turan, 2014);

| |
|--|
| 1972 - Büyümenin Sınırları Raporu |
| 1972 - Stockholm Konferansı |
| 1987 - Brundtland Raporu |
| 1992 - Rio Zirvesi - Gündem 21 Eylem Planı |
| 1996 - Habitat II Zirvesi |
| 1997 - Rio+5 Zirvesi |
| 1997 - Kyoto Protokolü |
| 2000 - Binyıl Deklarasyonu |
| 2002 - Johannesburg Zirvesi (Rio+10) |
| 2012 - Rio+20 Konferansı |
| 2015 - BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi |

Şekil 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Çalışmalarının Kronolojik Sıralaması

2.2. Kalkınma Kavramı

Kalkınma, bir alan veya konuda ilerleme, gelişme manasına gelmektedir. Kalkınma kelimesi, bazı zamanlar büyüme, modernleşme, sanayileşme gibi kavramların yerine de kullanılmıştır. Bu kavramın tanımı bazı iktisatçılar tarafından yapılmış fakat ortak kaniya varılan bir tanımı olmamıştır. Nedeni de farklı toplumların farklı öncelik ve özelliklerinin olmasıdır.

Kalkınma kavramı, bir ülkede toplumsal, siyasal ve ekonomik alanda istenilen her türlü gelişme ve değişme olarak tanımlanabilir. Kalkınma, üretim ve kişi başına düşen milli gelirin artırılmasının yanı sıra, az gelişmiş toplumlarda sosyo-kültürel ve iktisadi yapının da yenileştirilmesi, iyileştirilmesidir. Kalkınmanın temel unsurları; üretim faktörlerinin miktar ve etkinliklerinin değişmesi, sanayi kesiminin milli gelir ve ihracat içindeki payının artması gibi yapısal değişikliklerdir.

Tarihsel açıdan bakıldığında kalkınma, fazla gelişmemiş ülkelerde kendini gösteren büyük ölçüde insanı acıların en aza indirilmesi, maddi refahı için potansiyelin harekete geçirilmesi manasını içermektedir (Gasper, 1996: 209).

Kalkınma kavramına, farklı dönemlerde, toplulukların gelişimlerine göre farklı manalar yüklenmiştir. Gelişmiş ülkeler için kalkınma, şu anda bulunduğu ekonomik, sosyal ve kültürel durumun geliştirilmesi, ilerletilmesidir.

Fazla gelişmemiş ülkelerde ise kalkınma, milli gelirin artırılması, yoksulluğun azaltılması, sosyal, ekonomik ve kültürel durumun iyileştirilmesi gibi değişimlerdir. Bu değişimlerin olması kalkınmanın olduğu anlamına da gelmeyebilir.

Örneğin; doğal kaynaklar bakımından zengin ülkeler Ortadoğu ülkelerinde kişi başına düşen milli gelir yüksek olabilir fakat buna karşın gelir eşit olarak dağıtılmıyor olabilir. Bu gibi ülkelerde bebek ölümleri, eğitim düzeyi vs. gibi kalkınma ile ilgili öğeler olumsuz değere sahiptirler (URL-2).

Günümüzde ise kalkınma kavramı, çevre ve büyüme kavramlarıyla beraber kullanılarak kalkınmanın sürdürülebilirliğine vurgu yapmaktadır.

2.3. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı

Sürdürülebilir kalkınma kavramına yönelik, geçmişten günümüze kadar birçok farklı tanım yapılmıştır. Fakat günümüzde kabul gören tanım, 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun Brundtland Raporu'nda yer almış olan "Bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılamalarında ödün vermeden karşılamak" tanımlamasıdır.

Bir diğer sürdürülebilir kalkınma tanımı ise şu şekildedir; "Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını ellerinden almadan; şimdiki neslin ihtiyaçlarının karşılanabildiği gelişme sürecidir" (Harris, 2000).

2000 yılında hazırlanan "Sürdürülebilir Kalkınma İçin Ulusal Stratejiler Raporu"nda bulunan sürdürülebilir kalkınma tanımı ise ; "gelecek nesillerin kendi gereksinimlerinin karşılanması yeteneğini zarara uğratmadan bugünkü neslin ihtiyaçlarının karşılayan ekonomik ve sosyal gelişmedir." şeklindedir (Mawhinney, 2002).

Tanımlamaların içerdiği 3 ana boyut vardır, birincisi büyümenin sürdürülemezliği, ikincisi gereksinimlerin karşılanması ve üçüncüsü gelecek neslin de bizim şu anda sahip olduğumuz hayat düzeyi ve refaha sahip olmalarını güvence altına alabilmektir.

Sürdürülebilir kalkınma tanımlarında genellikle, mevcut kaynakların sınırlı fakat insan ihtiyaçlarının sınırsız olduğu varsayımı vurgulanmaktadır. Sınırlı kaynaklar sebebiyle, doğa ve insan arasında bir denge kurulması gerektiği kanısına varılmaktadır. Bu kanı da sürdürülebilir kalkınmanın kaçınılmazlığını ifade etmektedir.

2.3.1. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramının Tarihsel Gelişimi

Endüstrinin gelişmesi ve hızlanan üretimlerle beraber ortaya çıkan çevresel problemler, üretmenin yanında var olan kaynakları daha etkin bir biçimde kullanmanın önemini artırmıştır. 1970'li yıllarda Birleşmiş Milletler'in de çabaları ile çeşitli etkinlikler düzenlenerek dünya genelinde kaynakların verimli kullanımı konusuna dikkat çekilmek istenmiştir.

Sürdürülebilir kalkınmaya yönelik ilk küresel çalışma 1972 senesinde Birleşmiş Millet tarafından Stockholm'da gerçekleştirilmiştir. "İnsan Çevresi Konferansı" diye adlandırılan bu konferansta, doğal kaynakların sınırlı olduğuna vurgu yapılmış, gelecek kuşakların da bu kaynaklardan yararlanma hakkının olduğu gibi konular üzerinde durulmuştur. Aynı yıl içerisinde Roma Kulübü, "Büyümenin Sınırları" adlı raporunda nüfus, gıda, kirlilik, sanayileşme, doğal kaynakların tüketimi ve çevresel yıkım gibi konulara değinmiş ve birbirleri ile olan etkileşimlerinin sonuçlarını ortaya koymuştur.

Raporda nüfusun o yıllardaki artış hızını koruması durumunda, mevcut sanayileşme ve üretim kapasitesiyle, yeni besin ve üretim kaynakları bulunamadan insanlığın yalnızca bir asır daha var varlığını devam ettirebileceği belirtilmiştir. Tabloya bakıldığında umutsuz bir durum gözükse de, bu aynı zamanda bunun önlenmesi için verimliliğin artırılması ve yeni kaynaklar bulunması için yeterli bir zaman olduğu da görülmektedir.

Bahsedilen bu çalışmalar dünya genelinde bazı eleştiriler olsa da, bölgesel örgütlenmeyi sağlamakta başarılı olmuş ve farkındalığı artırmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı Organizasyonu (UNEP) kurulduktan sonra kirlilik konusunda asgari standartlar belirlemiş ve bunlara uyulmasını teşvik etmiştir. Bu çalışmaların da katkılarıyla 1973 yılında Avrupa Çevre Eylem programı uygulamaya konulmuştur. Bu program kirlenmeyi sınırlamak amacıyla bir takım kısıtlamalar getirmiştir.

Yukarıda bahsedildiği gibi "İnsan Çevresi Konferansı" bir takım eleştirilere maruz kalsa ve kendi içerisinde yetersizlikler barındırsa da, süreklilik sağlayabilecek bir gelişmenin çevrenin korunmasından bağımsız düşünülmemeyeceğini belirtmesi ve gelecek kuşakların da çevreyi kullanmak hakkının vurgulanmış olmasından dolayı, sürdürülebilir kalkınma kavramının temelini oluşturmuştur.

1980'li yıllara gelindiğinde “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu” adında bir komisyon kurulmuş ve bu komisyon evrensel ve hukuksal bir taslağın hazırlanarak, devletlerin sürdürülebilir kalkınmaya katılımı konusuna vurgu yaparak, ortak bir çaba doğrultusunda hareket etmeyi sağlamayı hedeflemiştir.

1987 yılında komisyon başkanı Gro Harlem Brundtland, kendisi aynı zamanda Norveç Başbakanlığı görevini de yürütmekteydi, “Ortak Geleceğimiz” adlı raporu kamuoyuna açıklamıştır. Brundtland olarak da bilinen bu raporla beraber ilk kez resmi olarak bir temel oluşturulmuş ve büyük bir farkındalık yaratılmasına oldukça katkı sağlamıştır. Raporun en can alıcı içeriği, bugünün gereksinimlerini karşılarken, gelecek nesillerin imkanlarını kısıtlamayacak bir yaklaşımı benimsemesidir. Bu da verimliliğin en az üretim miktarı kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Stocholm Konferansından 20 yıl sonra, 1992 yılının Haziran ayında, Brezilya'nın Rio de Janeiro kenti “Yeryüzü Zirvesi”ne ev sahipliği yapmıştır. Zirvede, insanın doğa ile uyumlu bir yaklaşım sergilemesi gerektiği, sağlıklı ve verimli bir yaşama hakkının olduğu hakkında konuşulmuştur. Konferansta “Gündem 21” adlı belge de kabul edilmiştir. Bu belge, bugünün gereksinimleri ve gelecek nesillerin doğa üzerinde olan haklarının korunması arasındaki dengenin iyi bir şekilde kurulmasından, tüm devletlerin yoksulluğun ortadan kaldırılması için ortak bir paydada buluşarak, insanların yaşam kalitesi arasındaki farkın azaltılmasına kadar birçok konuyu içermiştir.

Sonraki yıllarda ise Birleşmiş Milletler tarafından, 1994 Kahire Nüfus ve Kalkınma Konferansı, 1995 Kopenhag Sosyal Kalkınma Konferansı ve 1996 İstanbul Habitat II Konferansı organize edilmiştir. 1997 yılında Kyoto Protokolü ile ülkeler, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi konularda bir takım önlemler almışlardır. Bu önlemler arasında karbondioksit ve sera etkisine neden olan gazların salınımını azaltarak 1990 yılındaki seviyelere çekme kararı da vardır. 1997 yılında imzalanmasına karşın, protokol ancak 2005'te yürürlüğe girebilmiş ve şu anda 160 ülkeyi ve sera etkisine neden olan gaz salınımlarının % 55'inden fazlasını kapsamaktadır.

2002 “Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi” Johannesburg'da düzenlenmiş ve Rio Konferansında alınan kararların sonuçları değerlendirilmiş, sonrasında neler yapılabileceği gibi konular tartışılmıştır.

2002 Rio +10 Zirvesinden 10 yıl sonra 2012 yılında Rio+ 20 zirvesi, Rio +10 zirvesinde sürdürülebilir kalkınmayla ilgili mutabakatın yinelenmesi ve sürdürülebilir kalkınmayı şu an ve gelecek nesiller için desteklemek amacıyla 20-22 Haziran tarihlerinde Rio de Janeiro şehrinde toplanmıştır. Zirvede "İstedığımız gelecek" adlı bildiğe okunmuştur. Bu bildiğede daha önce yapılan zirvelerdeki kararların taahhüdü yenilenmiş ve sürdürülebilir kalkınmanın 3 unsurunun güçlendirilmesi üzerine konuşulmuştur.

25-27 Eylül 2015 tarihinde Newyork şehrinde BM Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir. Zirveye birleşmiş milletlere üye 193 ülke katılmıştır (URL-3). Bu zirvede ise, Birleşmiş milletlerin Binyıl Kalkınma Hedefleri kapsamında belirlenen yeni hedefler " Değişen Dünyamız: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 gündemi" başlığı altında kabul edilmiştir. Bu hedeflerin amacı, yoksulluğun sona erdirilmesi, eşitsizliklerle mücadele ve çevrenin korunmasıdır. Bu zirvede kabul edilen hedefler 17 ana hedeften oluşmaktadır. Bu hedefler Şekil 2.3.'te yer almaktadır.



Şekil 2.3. 2030 Yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (URL-4)

2.3.2. Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Unsurları ve Boyutları

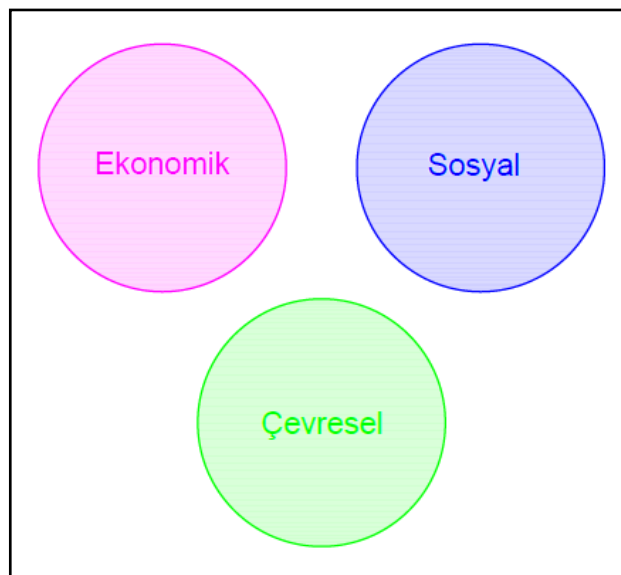
Sürdürülebilir kalkınma kavramını oluşturan 3 ana unsur vardır. Bunlar;

Sosyal; İnsanın özgürlüğünün genişlemesi, her insana inanç, dil, ırk, cinsiyet, sağlık, eğitim gibi konularda eşitlik sağlanmasıdır.

Ekonomik açıdan sürdürülebilir sistem, ürün ve hizmetleri geçmişten geleceğe aynı temellere dayanarak üretebilmeli ve hükümetler, dış vecibelerin yönetilebilirliğini sürdürebilmeli, tarımsal, sanayisel üretime zarar veren sektörel dengesizliklerden uzak durmalıdır (Harris, 2000).

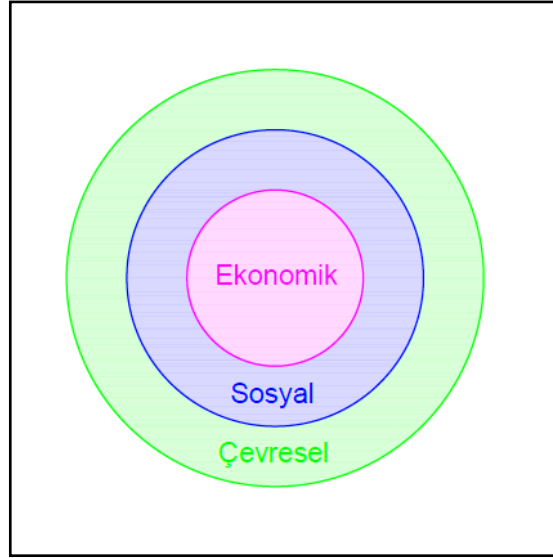
Çevresel; doğal kaynakların ve ekosistemin sürekli ve ölçülü bir biçimde korunmasıdır. Çevresel olarak sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların tüketiminin en aza indirilmesini, malzeme gereksinimlerinin geri dönüştürülmüş veya dönüştürülebilir malzemelerden karşılanmasını, inşaat atıklarından %100 geri dönüşüm sağlanmasını, enerji kaynaklarının korunarak enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını, çevre yapılandırılmasında biyolojik çeşitliliğe zarar verilmemesini gerektirir.

Brundlant raporu öncesinde çevre, ekonomi ve toplum unsurları eş zamanlı, birbirinden bağımsız düşünülmüştür (Şekil 2.4.) fakat Brundtland raporu sonrası yani sürdürülebilir kalkınma tanımından sonra bu üç kavram birlikte düşünölmeye başlanmıştır. Bu düşünce sonrasında bu üç kavramın ne şekilde bir arada olacağına dair birkaç fikir ortaya çıkmıştır (Hoşkara, 2007).



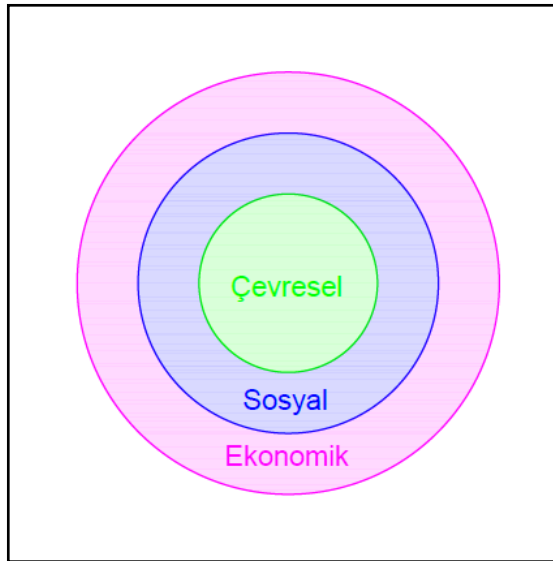
Şekil 2.4. Sürdürülebilir Kalkınma Unsurlarının Ayrı Ayrı Düşünölməsi

Sürdürülebilir kalkınma unsurlarının bir arada bulunduran Şekil 2.5. 'te gösterilen fikirde, ekonomi ve toplum unsurları, çevre unsurunun içinde yer almaktadır. Bu fikir, Yuvalanmış sürdürülebilir kalkınma diye de anılmaktadır. Bu fikirde ekonomi unsuru toplum ve çevre unsurlarına bağımlıdır. Çevre unsuru, toplum unsuru olmadan da devamlılığını sürdürebilecektir. Toplum unsuru da aynı şekilde bir alt kümesi olan ekonomi olmadan da devamlılığını sürdürebilecektir.



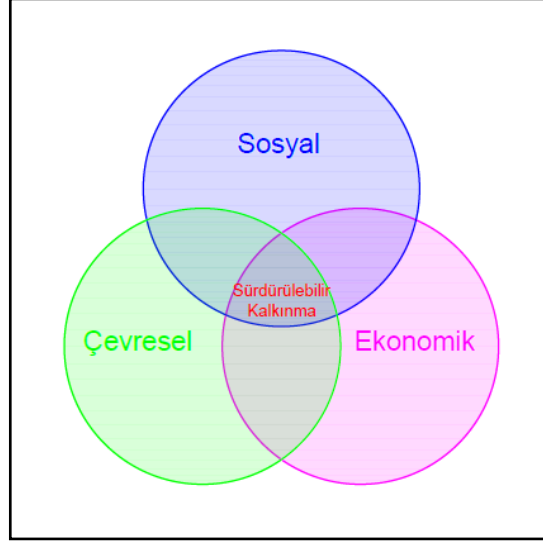
Şekil 2.5. Yuvalanmış Sürdürülebilir Kalkınma Modeli

Bir diğer sürdürülebilir kalkınma unsurlarına ilişkin düşüncede çevre, toplum ve ekonomik boyutun alt kümesidir (Şekil 2.6.). Bu düşünce, Russian Doll Modeli diye anılmaktadır.



Şekil 2.6. Russian Doll Modeli

Son olarak, sürdürülebilir kalkınmanın en çok kabul gören yaklaşımında ise sürdürülebilir kalkınma unsurları dengeli bir şekilde bir araya getirilmiştir. Bu düşünce, birbirine bağımlı bu üç unsurun eşit olarak düşünülmesi sonucu oluşmaktadır. Şekil 2.7.'de de görüldüğü üzere sosyal, çevresel ve ekonomik faktörlerin eş zamanlı uygulandığında ortaya çıkan kesişim alanı sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştiği alandır.



Şekil 2.7. Sürdürülebilir Kalkınmanın Üç Sütun Modeli

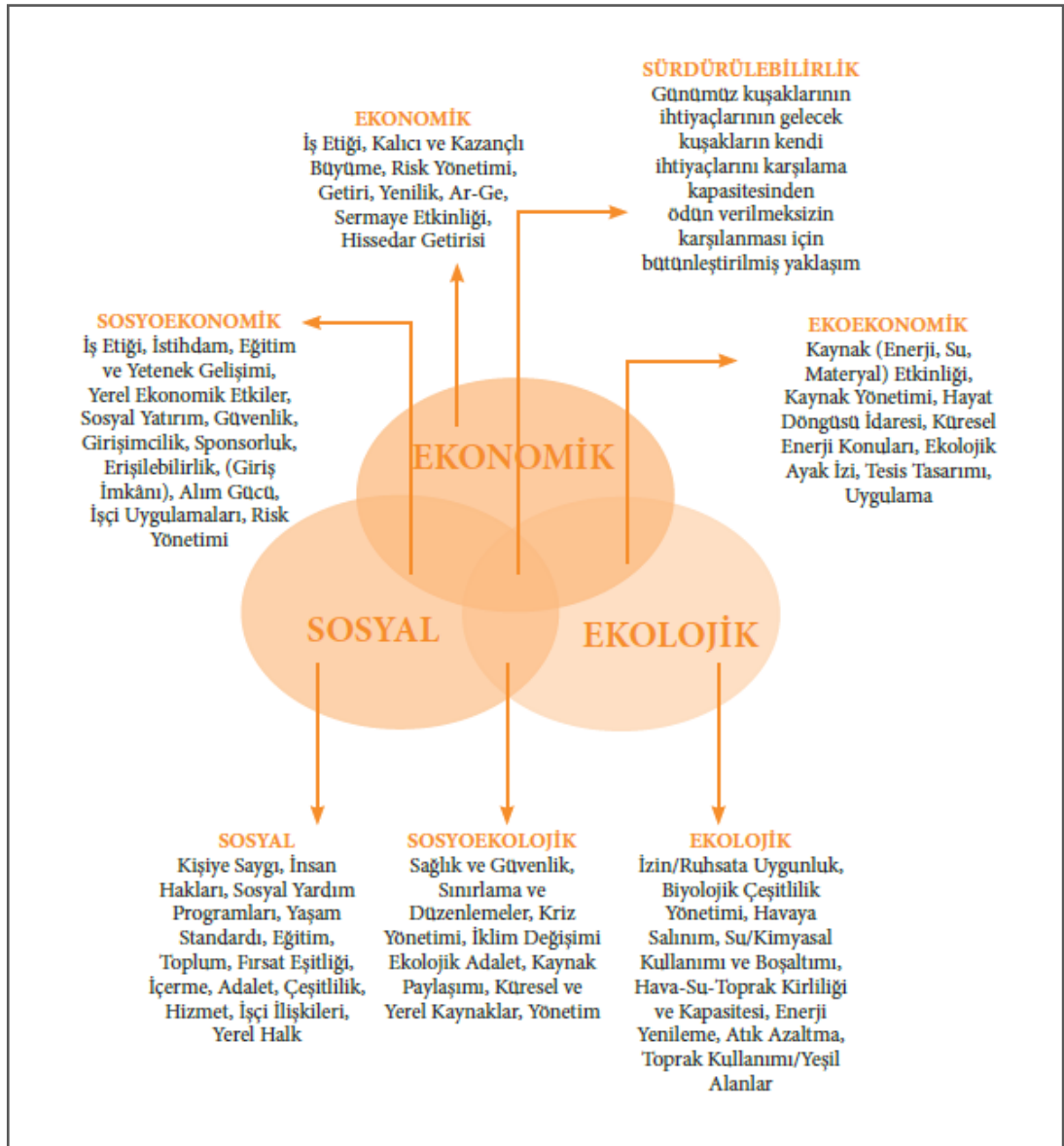
Elde edilen bu model sonrasında çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve ekonomik sürdürülebilirlik kavramlarının daha detaylı bir biçimde anlatılması gerekmektedir (Şekil 2.8.).

Ekonomik Sürdürülebilirlik, ekonomik ve çevresel unsurların dengeli durumunu ifade etmektedir. Ekonomik çalışmalar devam ederken, çevresel sürdürülebilirliği ilgilendiren doğal kaynakların bilinçli bir şekilde kullanımı, yenilenebilir kaynakların kullanımı, yenilenemeyen kaynakların idareli bir biçimde kullanılması gibi durumlara dikkat edilmelidir. Eğer bunlara dikkat edilmezse, ilerleyen zamanlarda ekonomik maliyetler yükselecek ve ekonomik sürdürülebilirlik sağlanamayacaktır. Doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi sonrasında çevresel maliyetler ortaya çıkacak ve ekonomik maliyetin üstüne eklenecektir.

Çevresel Sürdürülebilirlik, sahip olduğumuz ve kullandığımız çevreyi, daha iyi bir şekilde veya en azından şu anki haliyle koruyarak bizden sonraki nesillere devrederek sağlanabilmektedir. Bu da yenilemez doğal kaynaklar yerine yenilenebilir kaynakların kullanılması ve çevrenin daha az tahribatı ile sağlanabilmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik, minimum düzeyde kaynak tüketimi, atık maddelerin geri

dönüştürülmesi, çevreyi kirliletmeyen doğal kaynakların kullanılması, malzemelerin geri dönüştürülmüş ve geri dönüştürülebilir malzemelerden seçilmesi ve biyoçeşitliliğin zarar görmeyeceği yöntemlerin kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir (Akgül, 2010).

Sosyal Sürdürülebilirlik, toplumu oluşturan tüm bireylere inanç, dil, ırk gözetmeksizin eşit hak ve özgürlüklerin sağlanması ile mümkün olabilmektedir. Sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması için her bireyin yaşam standardı aynı olmalı ve gelir dağılımı eşit olmalıdır. Her insanın, insan onuruna yaraşır biçimde yaşaması sağlanmalı ve yardıma ihtiyacı olan insanlar için toplumda dayanışma sağlanmalıdır.



Şekil 2.8. Sürdürülebilir Kalkınmanın Unsurları (Özgenç, 2015)

Sürdürülebilir kalkınma kavramının çevresel, sosyal ve ekonomik ilkeleri 1989 yılında Pearce tarafından şu şekilde açıklanmıştır;

- Sosyal eşitlik : Toplumu oluşturan tüm bireylerin hayat standartlarının eşit olması, gelirin adaletli dağıtılması.
- Kendi kendini yönetme, toplum katılımı ve demokrasi : Toplumu oluşturan bütün bireylerin karar verme esnasında etkili olması.
- Yöresel ve ithal kaynakların kullanımında sürdürülebilir denge sağlanması : Toplum gereksinimlerini mümkün olduğunca lokal kaynaklardan sağlanmalı, ihtiyaç yerel kaynaklardan sağlanamadığı takdirde ithal kaynakların en ekonomik olanları tercih edilmeli.
- Potansiyel lokal ekonominin kullanılması : İş kapasitesinin artırılması, yerel halkın gereksinimlerinin karşılanması, ekonomik sürdürülebilirlik sağlanırken çevrenin en az düzeyde etkilenmesinin sağlanması.
- Çevresel Koruma : Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması, atıkların geri dönüşümünün sağlanması, biyoçeşitliliğin zarar görmemesinin sağlanması, yenilenemez doğal kaynakların tüketiminin minimuma indirilmesi.
- Kültürel mirasın korunması : Geçmişten günümüze kadar gelen kültürel mirasın korunması, bakımlarının yapılması (Akgül, 2010).

Sürdürülebilir Kalkınma ilkelerine Du Plessis (1998) tarafından yapılan bir diğer yaklaşım da Şekil 2.9.'da yer almaktadır.

Sürdürülebilir kalkınmada, ekonomik ve sosyal unsurlar devamlı etkileşim halindedir ve bu hal düzenli hale geldikçe, çevreyle olan ilişkisi de sürdürülebilir hale gelecektir. Toplumların sosyo-ekonomik koşullar daha iyi oldukça, doğal kaynakların kullanımı da daha bilinçli olacaktır. Gelir dağılımının eşit olması, doğal kaynakların da eşit miktarda kullanımını sağlayacaktır. Ekonomik aktiviteler, toplumun refah düzeyini yükseltmektedir fakat buna karşın çevreye atık maddeler, doğal kaynakların kullanımı gibi olumsuz etkileri olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın ilkeleri ile ilgili birçok gösterge mevcuttur. Bu göstergelerin ortak özelliği, sürdürülebilir kalkınma unsurları olan sosyal, çevresel ve ekonomik boyutun birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğidir (Palabıyık, 2005).

| | |
|-----------------|--|
| ÇEVRESEL | <ol style="list-style-type: none"> 1. Yeryüzünün canlılığının ve çeşitliliğinin korunması 2. Yaşam destek sistemlerinin korunması 3. Yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı 4. Yenilenemeyen kaynakların kullanımının en aza indirgenmesi 5. Çevreye ve bütün yaşayan canlıların sağlığına verilen zararın ve kirliliğin en aza indirgenmesi 6. Kültürel ve tarihi çevrenin korunması |
| EKONOMİK | <ol style="list-style-type: none"> 1. Uluslar ve nesiller arası adaletin teşvik edilmesi 2. Eşit olmayan değiş-tokuştan kaçınılması 3. Bir grubu zenginleştirmek için bir diğer grubun yoksullaştırılmaması 4. Gerçek maliyet fiyatlandırılmasının sağlanması 5. Etik olan tedarik ve yatırım politikalarının teşvik edilmesi 6. Maliyet ve yararların eşit dağıtımının desteklenmesi 7. Yerel ekonomilerin desteklenmesi |
| SOSYAL | <ol style="list-style-type: none"> 1. İnsan yaşam kalitesinde gelişime izin verilmesi 2. Halklar arasında sosyal adaletin desteklenmesi 3. Kültürel ve sosyal bütünlüğün hesaba katılması 4. Kendine güven ve hür iradenin yükseltilmesi 5. Bireyselden uluslararası kadar bütün seviyelerde karar almada işbirliğinin ve katılımın cesaretlenmesi 6. Halkın yetkilendirilmesi ve kapasite artırımı için fırsatlar sağlanması |

Şekil 2.9. Sürdürülebilir Kalkınmanın İlkeleri (Akgül, 2010)

2.3.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Amaç ve Hedefleri

Sürdürülebilir kalkınma ancak çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarının beraber düşünülmesi ile gerçekleşmektedir. Bugünkü gereksinimleri karşılarken, gelecek neslin gereksinimlerini karşılamasını engellememelidir. Sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri birçok farklı konferansta farklı şekillerde belirlenmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın anlaşılması amaç ve hedeflerinin neler olduğuyula direkt olarak ilgilidir. Bu hedefler son olarak, 2015 yılında düzenlenen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde "2030 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri" olarak belirlenmiştir. Belirlenen hedefler;

- " - Dünyada yoksulluğa son verilmesi
- Dünyada açlığa son verilmesi
- Herkese eşit şekilde sağlık olanakları sağlanması
- Herkese eşit şekilde nitelikli eğitim sağlanması
- Toplumda her bireye cinsiyet eşitliği sağlanması
- Her bireye temiz su olanakları sağlanması

- Herkes için güvenilir ve sürdürülebilir enerji sağlanması
- Her bireye insan onuru yarayan iş ve ekonomik kalkınmayı sağlamak
- Dayanıklı altyapıların inşa edilmesi, Sürdürülebilir sanayileşmenin teşvik edilmesi.
- Ülkelerarası ve ülke içindeki eşitsizlikleri azaltmak
- Şehirleri insanlar için güvenli ve sürdürülebilir hale getirmek
- Sürdürülebilir tüketim ve üretim sağlanması
- iklim değişiklikleri için beraber mücadele edilmesini sağlamak
- Sudaki yaşamı sürdürülebilir hale getirmek için okyanusları, denizleri korumak
- Ekosistemi korumak
- Sürdürülebilir kalkınma için barış ve adaletli ortamı sağlamak
- Sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı sağlamak" (URL-5).

2.3.4. Sürdürülebilir Kalkınmayı Gerektiren Unsurlar

Sanayi devrimi ile doğal kaynaklardan biri olan kömürün kullanımı artmıştır. İnsanlar, doğal kaynakların bir gün biteceğini düşünmeden doğal kaynakları bilinçsizce kullanmışlardır ve bu davranış sürdürülebilir kalkınma kavramının zeminini hazırlayan neden olmuştur. İnsanların doğaya verdikleri zararlar sonucu ortaya çıkan etkilerden bazıları şu şekilde ele alınmaktadır;

İklim Değişiklikleri, sanayi devriminden itibaren atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğu artış göstermektedir. Atmosfere bırakılan sera gazlarının sonucunda atmosferde sera etkisi oluşmaktadır ve bunun sonucunda yerküre sıcaklığı artmaktadır. Bu olay küresel ısınma diye adlandırılmaktadır. Ormanların tahrip edilmesi, fosil yakıtların sıkça kullanılması, nüfus artışının hızlanması, dengesiz tüketim sonucunda bu miktar daha da artmaktadır. 1860 yılından günümüze kadar geçen dönemde yapılan ölçümlere göre dünya yüzey sıcaklığı 0.5 - 0.8 derece artmıştır (Uçak, 2010). Eğer tedbir alınmazsa, bu yüzyıl sonunda iklim değişikliğinden dolayı bu sıcaklık değişikliğinin 2 derece daha artacağı öngörülmektedir. Küresel ısınma, iklim değişimine neden olmaktadır. İklim değişikliğinin neden olabileceği felaketlerden bazıları; buzulların erimesi sonucu taşkınların yaşanması, temiz su kaynaklarının kirlenmesi sonucu temiz su sorununun

ortaya çıkması, sıcaklık artışı sonucu suların buharlaşması ve bu değişim sonucu bazı bitkilerin ve canlıların kaybıdır.

Temiz su kaynaklarının yok olması, Su birçok alanda stratejik öneme sahiptir. Hem insan vücudu için hem de tarım, endüstri vs. gibi alanlar için vazgeçilemez bir kaynaktır. Dünyadaki su kaynaklarının çok az bir kısmı tatlı ve yenilenebilirdir. Hızlı ve bilinçsiz tüketim sonucu azalan rezerv için gerekli önlemler alınmazsa dünyada bulunan su kaynakları tükenecektir. Su kaynaklarının tükenmemesi için sürdürülebilir su tüketim modelleri oluşturulmalıdır. Bugünü ve geleceği de düşünerek su tahsisatları yapılmalıdır. Her toplum susuzlukla karşı karşıya kalmamak için geleceğini de düşünerek önlemler almalıdır.

Hızlı artan Dünya nüfusu, 2016 yılında Dünya nüfusu 7.5 milyarı geçmiştir (URL-6) ve 2056 yılında bu sayının 10 milyarı bulacağı tahmin edilmektedir. Bu artışla beraber köylerden kentlere göçler de hızlanmıştır. Bu göçler sonucu kentlerde birçok problem ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerden bazıları, işsizlik, yoksulluk, eğitimsizlik, güvenlik sorunlarıdır. Yapılan tahminlere göre 2030 yılında kentlerde bulunan insanların %60'ı, 18 yaşın altındaki gençlerden oluşacaktır. Oluşabilecek problemlerin aşılması için kentlerde bulunan kadın, çocuk ve gençlere gerekli yatırımların yapılması gerekmektedir (Uçak, 2010). Nüfusun artmasıyla beraber ihtiyaçlarda artmaktadır ve sürdürülebilir kalkınma ile tüm insanların ihtiyaçları asgari düzeyde de olsa giderilmesi gerekmektedir.

Ozon Tabakasının Zarar Görmesi, CFC ve halonların atmosfere verilmesi sonucu ozon tabakası delinmeye başlamış ve delik günden güne artış göstermektedir. Ozon tabakası dünyamızı güneşin zararlı ışınlarından korumaktadır. Bu tabakanın zarar görmesi, güneşin zararlı ışınlarının (UV radyasyonunun) yeryüzüne ulaşması anlamına gelmektedir. UV ışınların yeryüzüne ulaşması sonucu kanser gibi pek çok sağlık problemi ortaya çıkmıştır.

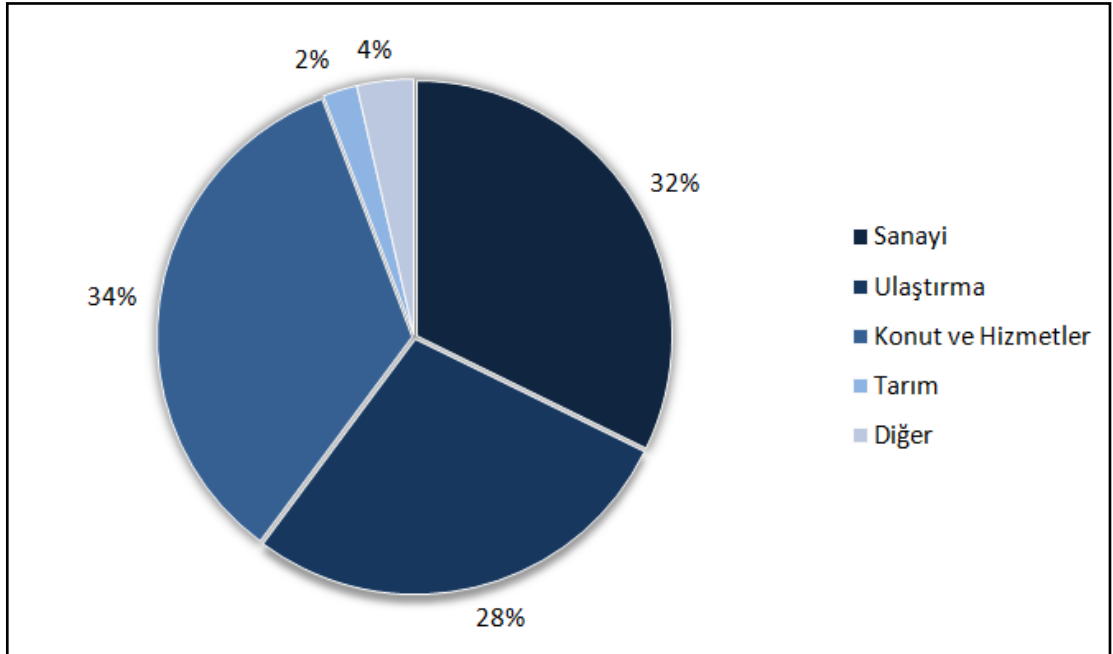
Az gelişmişlik ve Yoksulluk, üretim yapmayan veya üretimden elde edilen gelirin adaletsiz dağıtıldığı toplumlarda yoksulluk sorunu ortaya çıkmaktadır. Dünya bankası'na göre günlük kazancı 1 doların (\$) altında olan bireyler yoksul sayılmaktadır. Yoksulluk sadece gelir düzeyiyle ölçülmemektedir. Sağlık, eğitim gibi kavramlarla da ölçülmektedir. Genellikle az gelişmiş ülkelerde bu sorunla karşılaşmaktadır. Yoksullukla karşılaşılan ülkelerde, köyden kente göçlerde artış görülmektedir. Bu da birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yoksulluk sonucu bebek ve anne ölümleri gibi pek çok

sağlık problemleri yaşanmaktadır, pek çok ocuk eğitim görememektedir. Hızla artan dünya nüfusu gz önünde bulundurularak yoksulluğun giderilmesi için tüm dünya birlikte çalışmalı ve istikrar sağlanmalıdır.

3. AKILLI BİNA SİSTEMLERİ

1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporu'nda sürdürülebilir kalkınmanın tanımı yapılmış ve sürdürülebilir kalkınma için doğal kaynakların da bilinçli bir şekilde kullanılmasının gereği vurgulanmıştır. Teknolojinin mimariye getirdiği yeniliklerle kendi enerjisini kendi üretebilen ve bu sayede doğal kaynak kullanımını azaltabilen "akıllı bina" kavramı ortaya çıkmıştır. Bir ülkede kullanılan toplam enerjinin yaklaşık %40'ının binaların yapım, işletim ve yıkımında kullanılıyor olması, akıllı bina kavramının günden güne önem kazanmasını sağlamıştır.

2014 yılında Türkiye'nin toplam enerjinin yaklaşık %28'si ulaşım, %32'si sanayi ve %34'ü konut ve hizmetlerde kullanılmaktadır (Şekil 3.1.). Binalarda tüketilen enerji, dünyada olduğu gibi ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gereksinimleri için kullanılmaktadır. Bu sebeple özellikle enerji etkin akıllı bina tasarımı ülkemizde de önem kazanmaktadır.



Şekil 3.1. 2014 Yılında Türkiye'nin Toplam Enerji Tüketimi (%) (URL-7)

3.1. Akıllı Bina Kavramı

Akıllı binalar; binada yaşayan, çalışan bireylerin konforundan ödün vermeden otomasyon sistemine bağlı alt sistemlerle binanın enerji ihtiyacını minimumda tutabilen, bina fonksiyon değişikliklerine ayak uydurabilen, öğrenme yeteneğine sahip, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından gerektiğinde yararlanmak, gerektiğinde korunmak üzere kendi kendini ayarlayabilen, bina işletim masraflarının en aza indirildiği, belli bir süre sonra yapım maliyetini geri kazandırabilen açık ve kapalı alanlardan oluşan binalardır.

Akıllı binalar için birçok ülkede farklı tanımlamalar yapılmıştır. Bu farklılığın sebebi ise, teknolojinin gelişimi ve kullanıcı gereksinimlerinin farklılığıdır. Aşağıda Amerika Birleşik Devletleri'nde, İngiltere'de, Singapur'da, Japonya'da ve Türkiye'de yapılan akıllı bina tanımları yer almaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Akıllı Bina Enstitüsü (I.B.I.)'nün yaptığı tanım şu şekildedir "bir akıllı bina, yönetimi ve bağlantıları/karşılıklı ilişkiler aracılığı ile üretken ve düşük maliyetli bir ortam sağlayan binadır" (So, A.T. and Chan,W.L. 1999).

İngiltere merkezli Avrupa Akıllı Bina Grubu akıllı bina kavramını, "binada yaşayanların etkinliğini maksimize eden bir ortam yaratırken aynı zamanda en az donanım ve tesis maliyeti ile birlikte kaynakların verimli kullanılmasını sağlayan bina" olarak tanımlamıştır (So, A.T. and Chan,W.L. 1999).

Singapur'un kamu işlerinin departmanı tarafından yapılan tanımda, bir binanın akıllı bina olarak tanımlanabilmesi için şu koşulları yerine getirmelidir.

- Bina kullanıcı konforunun sağlanması için ileri teknoloji otomasyon sistemlerini barındırması.
- Yapının katları arasında iyi bir iletişim sağlanması için iyi bir ağ altyapısına sahip olması.
- Yapı, yeterli düzeyde telekomünikasyon tesislerini içerisinde barındırmalı.

Japonya'da inşa edilen binalarda, Amerika Birleşik Devletleri'nden farklı bir ofis yapısı ve sosyal ortam düzenlenmektedir. Akıllı binalar, Japonya'nın kültürüne uygun bir şekilde tasarlanmalıdır. Japonya'da akıllı binalar tasarlanırken dört unsura dikkat edilmektedir (IBE, 1992);

- Merkezi görev yönetimi
- Kullanıcı konforu

- Bina yönetim rasyonalizasyonu sağlamak,
- Farklı fonksiyonlara ayak uydurma, öğrenebilme yeteneği.

Türkiye’ de bazı mimarlar ve mühendisler tarafından yapılan akıllı bina tanımları ise şu şekildedir;

Yüksek Mimar Mühendis Doğan Tekeli’nin Akıllı Bina tanımı “Bir karar alabilme ve duruma uyma yeteneğidir.”

Mimar Mehmet Konuralp’e göre Akıllılık tanımı “Verilen veya edinilmiş programa göre veya yüklenmiş veya yüklenilmiş performansı yardım almadan kendiliğinden yapmaktır.”

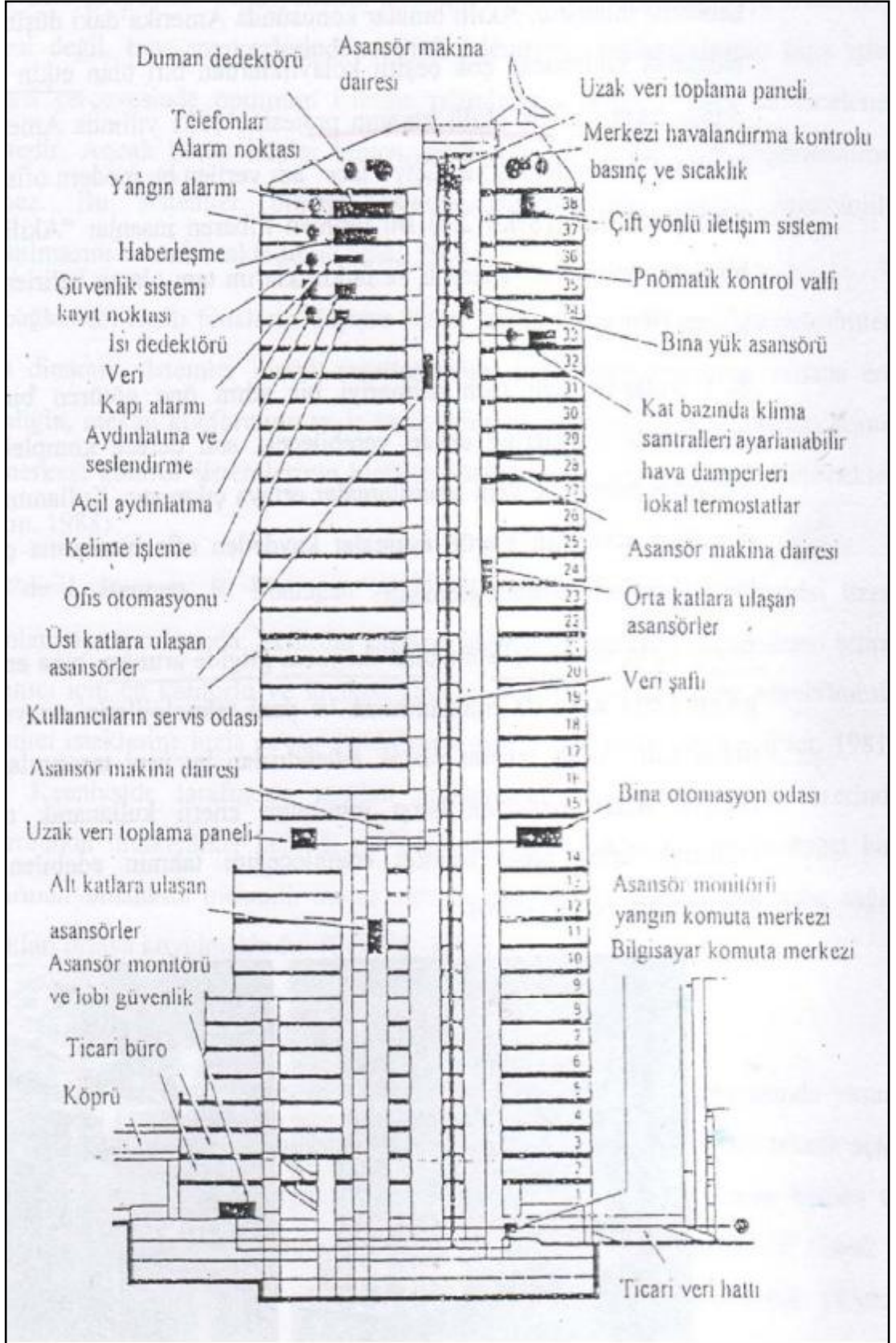
Mimar Ertan Anıl’ın akıllı bina tanımı “Binanın kendi kendine bir müdahaleye ihtiyaç duymadan, normal ve rutin çalışmasını sürdürebilme yeteneği.”

Yüksek Mimar Mühendis Cengiz Bektaş akıllı binaları “ akıllı bina kirletmeyen, aynı zamanda kirletmenin karşılığını da ödeten yapı” olarak tanımlamıştır (Zagpus, Bektaş ve Çelebi, 2002).

3.2. Akıllı Binaların Ortaya Çıkışı ve Tarihsel Süreç İçerisinde Gelişimi

1970’li senelerden sonra hızı artan, üçüncü endüstri devriminin yanı sıra bilişim teknolojisi dönemi olarak da anılan devirle başlayan teknolojik gelişmeler, yeni yaşam biçimlerini de ortaya çıkarmıştır. Yeni yaşam biçimleriyle insanların gereksinimleri de farklılık göstermeye başlamıştır. Diğer taraftan hızlı nüfus artışı, mevcut tabii kaynakların tükenmeye başlaması sebebiyle enerji krizinin başlaması ve enerji maliyetlerinin artışıyla 1980’li senelerde teknolojik gelişmelerin mimariye getirdiği imkanlarla akıllı bina tasarımları gündeme gelmiştir. Bu gelişme akıllı bina kavramının başlangıç noktası olmuştur ve akıllı bina terimi ilk kez 1980’li yılların başında merkezi Amerika Birleşik Devletleri’nde Washington’da bulunan eski Akıllı Bina Kurumu tarafından yapılmış ve kullanılmaya başlanmıştır ve bu tanım şu şekildedir “Akıllı bina strüktür, sistemler, servisler ve yönetimin optimizasyonu ve bu dört temel elemanın arasındaki ilişkileri sayesinde verimli ve maliyet etkin bir ortam sağlayan binadır” (So, A.T. and Chan,W.L., 1999).

Teknolojik gelişmelerin getirdiği yeniliklerin mimariye yansımalarıyla tasarlanan ilk Akıllı bina, 1981 senesinde Amerika Birleşik Devletleri’nin Connecticut eyaletinde Technologies Corporation tarafından yapımına başlanan ve 1983 yılında tamamlanan "City Palace" isimli ofis binasıdır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. İlk Akıllı Binanın Kesiti (Mersinoğlu, 2004)

Akıllı Bina Kurumu'nun tanımlamalarında, akıllı binaların sadece teknolojik taraflarına değinilmiş, kullanıcı konforundan bahsedilmemiştir. Avrupa bulunan ülkeler tarafından yapılan tanımlamalar, Amerika'da bulunan Akıllı bina kurumunun tanımının aksine daha çok kullanıcıların gereksinimlerine yönelik olmuştur. Akıllı bina kavramının ortaya çıkmasından sonra 1980'li yılların başında ticaret, mekanik sistemler, iletişim ve daha birçok alanda yayınlanan mecmualar gelişmiş telekomünikasyon sistemlerinin binaları nasıl daha verimli-akıllı yaptığı ile ilgili pek çok yazı, makale yayınlamaya başlamıştır. Daha sonra mecmualardaki bu yazı ve makaleler müteahhitlerin ve prestij sahibi kişilerin dikkatini çekmiştir. Bu gelişmelerin sonucunda, New York'ta yer alan 19 binadan kurulu Rockefeller Center (Şekil 3.3.), bütün binalarına karmaşık ve paylaşımlı telekomünikasyon sistemini kurmak için kendi telekomünikasyon şirketini kurmuştur. Harbringer Group of Connecticut tarafından sürdürülen bir çalışma, Kuzey Amerika'daki mevcut binaların çoğunun, kiracılar tarafından kullanılan teknoloji sistemlerini verimli olarak idare edecek "akıllılığa" sahip olmadığını göstermiştir (Coggan, 2011).



Şekil 3.3. Rockefeller Center (URL-8)

Sürdürülebilir kalkınma düşüncesi ve teknolojinin getirdiği yeniliklerle ortaya çıkan ve çıktığı günden beri hızla yayılan, bilişim teknolojisine dayalı olan akıllı binalar 30 seneyi geçkin zamandır yakın çevremizde bulunmaktadır. Mimar Harrison (1998), çevremizde uzun zamandır yer alan akıllı binaları 3 kategoride sınıflandırmıştır (Şekil 3.4).

- Otomatik Binalar (Automated Buildings) (1981-1985)
- Yanıt Veren Binalar (Responsive Buildings)(1986-1991)
- Verimli Binalar (Effective Buildings) (1992- >)

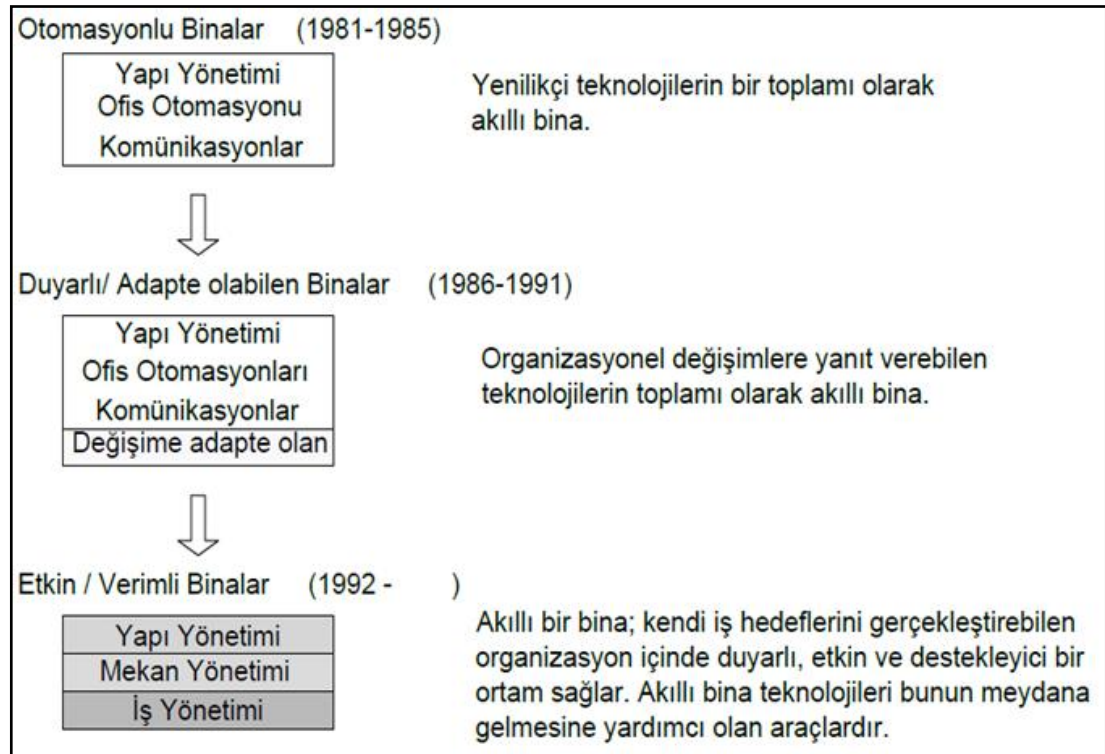
Harrison'un bu üç kategorisinden yola çıkarak akıllı binaların sınıflandırılması şu şekilde yapılabilmektedir;

Birinci kuşak akıllı binalar, otomasyon sisteminden yoksun, kullanıcı konforunun sağlanmasında yetersiz, karmaşık alt sistemlerden oluşmaktaydı.

İkinci kuşak akıllı binalar, birinci kuşak binaların içerdiği yetersiz ve karmaşık alt sistemlerin, tek bir ağ sistemiyle birbirine bağlanması ile oluşmaktaydı. Bu gelişme sonrasında, alt sistemleri uzaktan kontrol edebilmek, merkezi bir yerden planlayabilmek mümkün olmuştu.

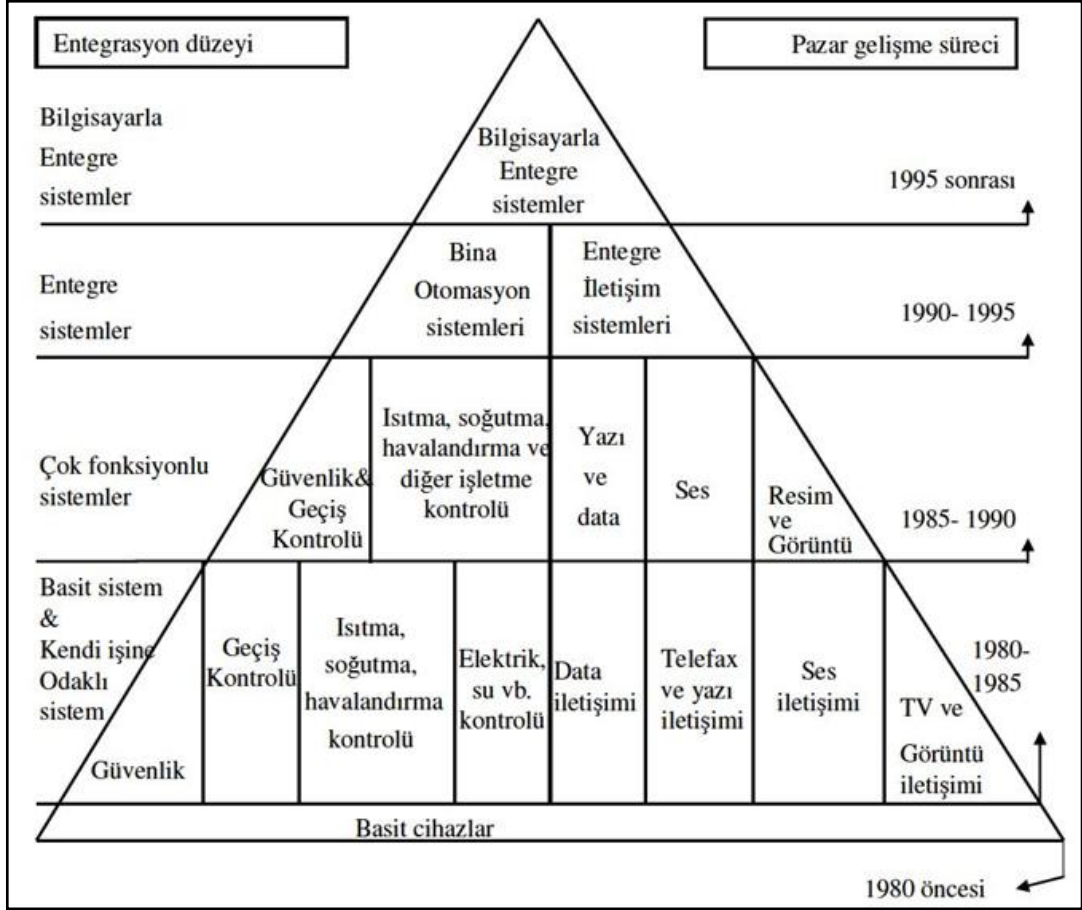
Üçüncü kuşak akıllı binalar, ilk iki dönemdeki gelişmelere ek olarak, bina ve bina kullanıcıları konusunda öğrenme ve uyum sağlama yeteneğine sahip olan binalardır.

Birinci ve ikinci dönemlerdeki akıllı bina teknolojilerinde bina kontrol sistemlerinin çalışmasının artırılması sağlanmıştır fakat üçüncü dönemdeki teknolojiler gibi öğrenme, ayak uydurma gibi özelliklere yer verilememiştir.



Şekil 3.4. Akıllı Binaların Gelişimi (Oğuz, 2007)

1980 yılı ve sonrasında akıllı binaların gelişimi; sistemlerin ilk olarak basit bir şekilde uygulandığı ve ilerleyen yıllarda birbirleriyle entegre çalışan karmaşık yapılar haline geldiği Şekil 3.5'te açıkça görülmektedir.



Şekil 3.5. Akıllı Binaların 1980 Sonrası Gelişim Piramidi (Oğuz, 20007)

3.3. Akıllı Bina Sistemlerinin Özellikleri

Akıllı binalar tanımlanırken en çok önem verilen unsur enerji korunumu yani enerji etkinliği kavramıdır. Akıllı binalar, enerji tasarrufu sağlayan HVAC gibi alt sistemleri ile çatı ve cephelerine yerleştirilen güneş, rüzgar gibi doğal enerjilerin depolanmasını sağlayan yapı elemanları ile %100 enerji verimli binalar olmayı amaçlamaktadır. Akıllı binaları öteki yapılardan ayıran en önemli şey, birbirine entegre çalışan alt sistemler ve bu sistemlerin bir noktadan kontrolü sağlayan otomasyon sistemleridir. Binanın kontrolü sağlayan otomasyon merkezi, binanın daha verimli ve daha ekonomik işletilmesini sağlamaktadır. Akıllı binalarda bulunan alt sistemler sayesinde kullanıcıların isteğine göre kontrol edebildiği veya otomatik

olarak mekanlarda fiziksel ve görsel farklılıklar sağlayarak maksimum kullanıcı konforu sağlanmaktadır.

Akıllı binalarda bulunan alt sistemlerin akıllı binalarla ilgili yapılan tanımlamalara uygun olması gerekir. Akıllı binalar tasarım süreci, işletim süreci ve geleceğe yönelik değişimlere olanak sağlayan bir bütün olarak ele alınan, etkin enerji, zaman ve işgücünden tasarruf sağlarken, kullanıcılarına güvenli, sağlıklı ve keyifli bir çalışma ortamını sunan ve teknolojik gelişmelerle birlikte kendisini yenileyebilen yaşayan binalardır (Olçay, 2007). Akıllı bina tanımları dikkate alınmadan tasarlanan akıllı binalar, yüksek maliyetine karşın düşük verimli, kullanıcı konforundan uzak otomatik binalar olarak tanımlanabilir.

Akıllı binalar, öğrenme ve uydurma yeteneklerine sahiptir. Günden güne ilerleyen teknolojisi ile ortaya çıkan alt sistemleri bilgi teknolojileri ile birbirine bağlayabilmelidir. Gelişen teknoloji ile ortaya çıkan alt sistemlere örnek olarak; bilgisayar sistemleri, ışık kontrolü, ısı kontrolü, ulaşım-erişim kontrolü, izleme sistemleri, giriş kontrol ve tarama sistemleri, yangın ihbar ve bina boşaltma sistemleri, gaz ihbar sistemleri, su baskını ve otopark otomasyonu verilebilir.

Akıllı binaların en önemli özelliği, kullanıcı konforundan ödün vermeden enerji harcamalarını minimum düzeyde tutarak enerji verimli olmaları ve çevreye minimum zarar vermeleridir. Akıllı binaların enerji etkin bina olarak projelendirilmesinde aktif ve pasif sistemler kullanılmaktadır. Pasif sistemler, herhangi bir mekanik ve elektrik sistem kullanılmadan yapı elemanlarıyla oluşturulan bir düzendir. Binanın şekli, yapısı ve yönlmesi gibi. Aktif sistemleri ise; binada bulunan iklimlendirme, yangın güvenlik, aydınlatma gibi otomasyon sistemleri oluşturur. Akıllı bina; pasif sistemlerin yeterli olmadığı durumlarda bu otomasyon sistemlerini desteklemek üzere, aktif sistemlerle bütünlük sağlayacak şekilde projelendirilmelidir. Kısacası pasif sistemleri öncelikte tutup, gerektiği zaman aktif ve pasif sistemleri bir arada kullanarak enerji verimliliğini sağlamalıdır.

Akıllı Binalara örnek olarak İstanbul Levent ilçesinde yer alan, Tabanlıoğlu mimarlık ve Jerde Partnership tarafından tasarlanan, 250.000 m² inşaat alanına sahip, karma işleve sahip olan, 2006 yılında inşası biten Kanyon projesi verilebilir. Proje Konut, avm ve ofis bloğu olmak üzere 3 bloktan oluşmaktadır. Konutların bulunduğu blok 18 kat, avm bloğu 4 kat ve ofislerin bulunduğu blok 26 kattan oluşmaktadır. Konutlar 500 kişinin yaşayacağı şekilde, ofislerde 1500 kişinin çalışacağı şekilde planlanmıştır. Kanyon, akıllı bina olarak tasarlandığından dolayı, tek noktadan

yönetilip (BAS) birçok noktadan kontrol edilebilmektedir. Yangın algılama ve söndürme, güvenlik, konfor otomasyon, asansör ve enerji izleme, deprem sensörleri, tüketim faturalandırma ve giriş gibi alt sistemler birbirleriyle entegre şekilde çalışmaktadır.

3.3.1. Akıllı Bina Otomasyon Sistemleri

Bina otomasyon sistemleri Uluslararası dilde; BAS (Building Automation Systems), FMS (Facility Management Systems), BMS (Building Management Systems) ya da BOS (Bina Otomasyon Sistemleri) olarak anılır. Otomasyon sistemlerindeki amaç, tek bir noktadan yönetim, anında müdahale edebilme, tüm alt sistemlerden bilgilerin bir noktada toplanması, enerji verimliliği gibi konulardır. Ülkemizde otomasyon sistemlerinin ilk olarak uygulandığı bina Yeşilköy Havalimanıdır.

Akıllı binalarda bulunan alt sistemler, akıllı binaları diğer binalardan ayırır fakat tek başlarına akıllı yapmaz. Binaların tam anlamıyla akıllı sayılabilmesi için tek bir noktadan yani otomasyon sisteminden yönetilmesi gerekir. Binaların soğutulması, ısıtılması, havalandırılması, aydınlatılması, asansör kullanımı gibi sistemleri barındıran mekanik ve elektronik sistemler, bina maliyetinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bakım ve işletimleri de binanın diğer harcamalarından çok daha fazladır. Bina otomasyon sistemlerine ihtiyaç duyulmasının bir diğer sebebi de budur. Otomasyon sistemlerinin üç ana amacı vardır.

- Bir merkezden işletme ve denetimi yapabilmek
- Enerji korunumu ve tasarrufu sağlamak
- Alt sistemler ile güvenliği sağlamak (Çimen, 2008)

Bina otomasyon sisteminin bulunmadığı binalarda, her alt sistem için farklı nitelikte elemanlara ihtiyaç vardır. Oysa otomasyon sistemine sahip binalarda tüm alt sistemler tek bir merkezden ve bir kişi tarafından kontrol edilebilmektedir. Alt sistemlerle tasarruf sağlanabilmesi için, havalandırma, iklimlendirme, güvenlik, düşey sirkülasyon, yangın gibi alt sistemlerin hem işletme kolaylığı, güvenilirliği, verimliliği ve ekonomikliği bakımından bina otomasyon sistemlerinin tercih edilmesi gerekmektedir.

3.3.2. Akıllı Bina Sistemlerinin Bileşenleri

Akıllı binaların otomasyon sistemlerinin bağlı olduğu otomasyon merkezine bağlı bir çok alt bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler standart bileşenler olabilmekte veya binanın fonksiyon ve tasarımına özel alt bileşenler de olabilmektedirler. Çok fonksiyonlu büyük proje çalışmalarında özel altyapı sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

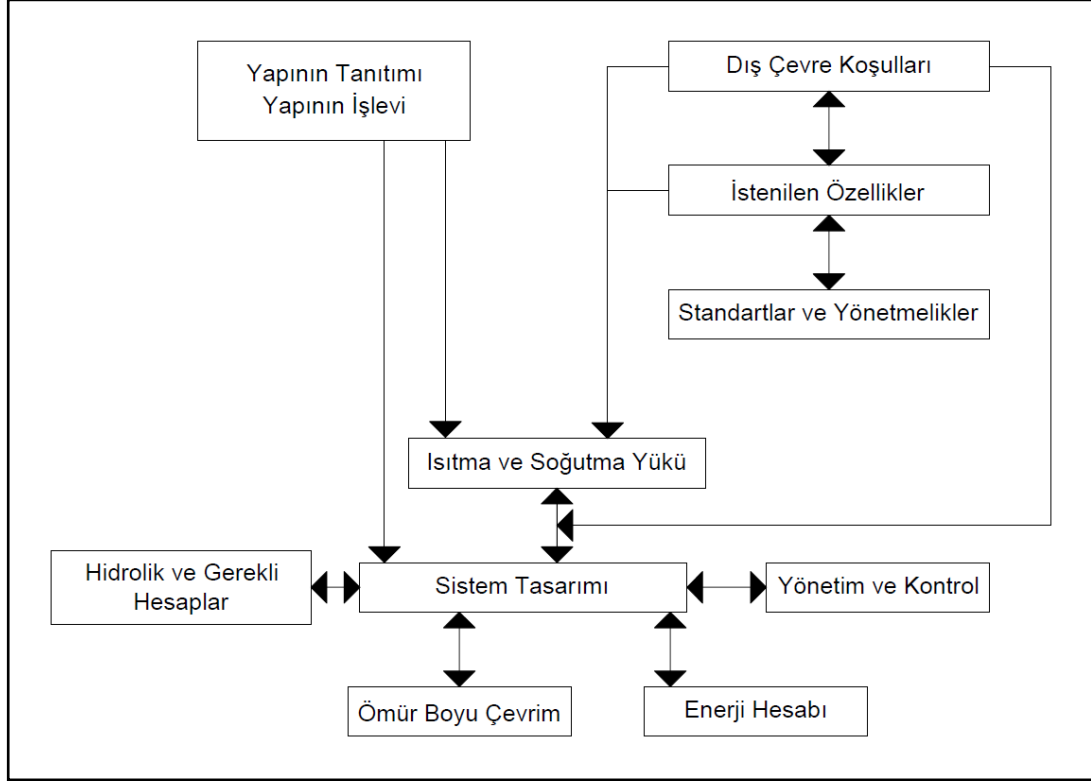
Alt sistemlerin her biri kendi alanında en gelişmiş sistemlerdir. İçlerinde çeşitli bileşenlere ayrılırlar. Bu çeşitli bileşenlerin kontrolünü alt otomasyon sistemleri sağlar. Tüm alt sistemler, kendi aralarında ve ana otomasyon sistemiyle iletişim kuracak şekildedir. Bu sistemler, durumlarını ana merkeze belirli sürelerle iletebilir, acil bir durum veya arıza olduğu zaman durumu algılayıp, problemin yerini ana merkeze iletirler. Ana merkezden gelen verilere ve emirlere de açıklırlar. İstendiğinde, merkezi otomasyon sistemi kontrolünde manuel olarak kontrol edilebilirler. Alışveriş merkezlerinde, Ofis Binalarında, otellerde, hastanelerde ve üniversite binaları gibi yapılarda bina otomasyon sistemleri yoğun olarak kullanılmaktadır.

Akıllı binalarda kullanılan bileşenler pek çok alt birimden oluşmaktadır. Bu alt birimlerden bazıları şu şekilde sıralanmaktadır;

- HVAC Sistemleri
- Elektriksel Güç Sistemi
- Aydınlatma Sistemleri
- Bina İçi Taşıma ve Geçiş Sistemleri
- Yangın Güvenlik Sistemleri
- Giriş Kontrol ve Güvenlik Sistemleri
- Bina Otomasyon Sistemleri ve Bina Yönetimi
- Haberleşme ve Network Sistemi
- Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri

HVAC sistemleri, kapalı bir mekanın veya mekanların hava hareketlerinin, ısıtma ve soğutmasının, nemliliğinin dış ortamdaki bağımsız bir şekilde denetlenmesinde kullanılmaktadır. Akıllı binalarda HVAC sistemlerinin tercih edilmesinin sebebi enerji tasarrufu sağlamalarıdır. HVAC sistemleri ile mekansal konfor gün boyu dengede tutulmaktadır. Bunu da, sıcaklık değerlerine göre mekanı ısıtılmasını, soğutulmasını, havalandırılmasını sağlayarak yapmaktadır. Diğer alt

sistemler gibi HVAC sistemi de binanın otomasyon merkezinden yönetilmektedir. HVAC sistemi seçilirken, mekanların kullanım amacına göre seçilmelidir. Enerji tasarrufu, verimlilik ve konfor sağlamak için HVAC sistemleri tasarlanırken şekil 3.6. daki tasarım aşamalarında sağlık, güvenlik, enerji ve konfor talepleri göz önünde bulundurulmalıdır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. HVAC Sistemlerinin Projelendirme Aşamaları (Öztürk ve Diğerleri, 2005)

Elektriksel Güç Sistemi, binalarda herhangi bir nedenden dolayı elektrik kesintisi olduğu durumlarda jeneratör devreye girinceye kadar geçen zamanda devreye giren Kesintisiz güç kaynaklarından (UPS) oluşur. Kesintisiz güç kaynakları, kesinti olduğu durumlarda bilgisayarlardaki verilerin kaybolmaması, kullanıcının herhangi bir konforsuzluk yaşamaması için akıllı binalarda bulunması gereken çok önemli bir sistemdir. Bu sistemin kullanım alanları genellikle, asansörler, bilgisayarlar, bilgisayar destekli otomasyon sistemleri, otomatik kapılar, telefonlar, acil durum aydınlatmaları ve ısıtma cihazlarıdır. Ayrıca UPS sistemi, elektrik kesintisinden etkilenebilen elektronik cihazları da bozulma riskine karşı korumaktadır.

Aydınlatma Sistemleri, kullanıcı konforu ve enerji verimliliği etkenleri göz önünde bulundurularak seçilen aydınlatma elemanları gün boyunca merkezi sistemden kontrol edilmektedir. Sensörlü aydınlatma elemanları ile enerji tüketimi

azaltılmaktadır. Ayrıca, merkezi sistem sayesinde, kullanıcı tarafından açık bırakılmış aydınlatma elemanlarının kapatılması sağlanabildiğinden bu sayede tüketiciden kaynaklanan hatalar da en aza indirgenmiş olup, enerji verimliliği bu şekilde de sağlanmaktadır.

Bina içi taşıma ve geçiş sistemleri, içerisinde otomatik kapılar, asansörler, yürüyen merdivenler, yürüyen yollar, yönlendirme sistemleri, otopark kontrol sistemleri gibi taşıma ve geçiş sistemlerinden oluşan alt birimleri bulundurur. Bu alt sistemlerde diğerleri gibi merkezi bir sistemden kontrol edilmektedir. Örneğin, asansör sistemlerinde asansörler, bina trafiğine uygun kendi kendine hesaplamalar yapabilmektedir.

Yangın Güvenlik Sistemleri, yangın esnasında binada bulunan insanların can güvenliğini sağlamak, yangının diğer mekanlara yayılmasını önlemek, maddi hasarları da minimum düzeyde tutmaya yardımcı olmaktadır. Çok katlı yapılarda yangına karşı dayanıklı camlar kullanarak, çift kabuk cephelerde katlar arasında kalan boşluğun bir baca gibi çalışıp yangını diğer katlara taşımamasını engellemek için yangın tutucu paneller kullanmak gibi önlemler alınmaktadır. Ayrıca Yangın algılama ve ihbar sistemleri ve Yangın söndürme sistemleri de yangın güvenlik sistemlerinin alt bileşenlerini oluşturmaktadır.

Giriş Kontrol ve Güvenlik Sistemleri, binalarda güvenlik sistemleri bünyesinde turnikeli kontrol sistemleri, kapalı devre tv sistemleri, hırsız alarm sistemleri, kartlı geçiş sistemleri, x-ray gibi güvenlik sistemleri uygulanmaktadır. Güvenlik sistemleri, elektronik sistemlerle entegre şekilde çalışmaktadır ve diğer alt sistemler gibi tek bir merkezden yönetilmektedir.

Bina Otomasyon Sistemleri ve Bina Yönetimi, akıllı binaların beynini oluşturur. Alt sistemlerle sürekli irtibat halindedir. İstenildiğinde alt birimlerden güncel durumla ilgili bilgi alabilmektedir. Tüm alt birimlerin entegre çalışmasını sağlamaktadır. Herhangi bir alt birimde sorun olduğunda, teknik sorumlulara haber vermekte ve eğer varsa yedek geçici sistemi devreye sokmaktadır. Yangın, hırsızlık vb. gibi durumlarda alarm sistemlerini çalıştırmaktadır. Bina içerisindeki insan sayısını bina giriş çıkışları kontrol eden alt sistemden alarak, binadaki insan sayısına göre fiziksel, görsel sistemleri düzenlemektedir. Bina yönetimi, bina yönetiminden gelecek talimatlara göre alt sistemlerin çalışmasını da düzenlemektedir. (Arabacıoğlu, 2005)

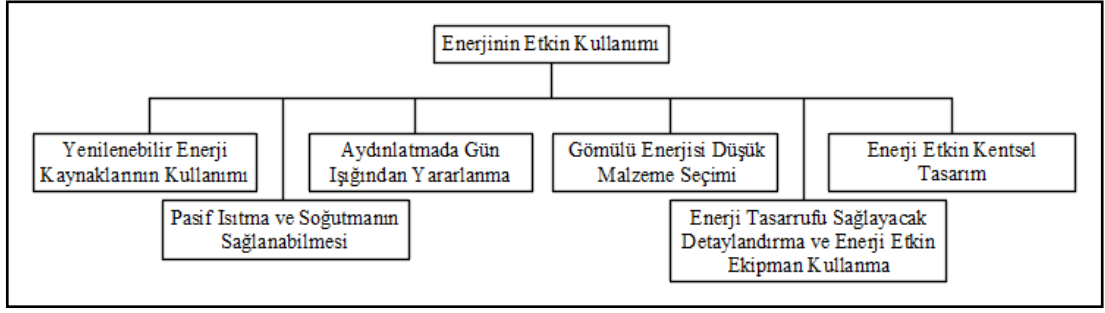
Haberleşme ve Network Sistemi, binadaki teknik birimlerin iç ve dış haberleşmesini ve bina içerisindeki insanların iç ve dış haberleşmesini sağlamaktadır. Bu sisteme ait alt bileşenler, telefon, santral ve yönlendirme sistemleri, uzaktan çalıştırma sistemleri, mobil ve kablosuz haberleşme sistemleri, uzaktan izleme sistemleri, iletişim ağı sistemleri, veri işleme sistemleri ve OT-VT sistemleridir.

Enerji Yönetimi ve İzleme Sistemleri, en az enerjiyle en iyi performans sağlamaya yardımcı olan sistemlerdir. Binalarda doğru bir enerji yönetimi sistemiyle %10- %40 enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Binalarda enerjiye harcanan para bina giderlerinin %10-%50'si kadardır. Bu sebeple enerji yönetim sistemleri, en önemli alt sistemlerden biridir. Bu sistemler, HVAC, aydınlatma sistemleri ve bilgisayar otomasyonu ile entegre çalışırsa en iyi tasarruf sağlanabilmektedir. Çünkü zamanla bina kullanıcıları ve kullanım amaçları değişebilmektedir. Değişik taleplere en iyi şekilde cevap verebilmek için bu sistemler esnek olmalıdır. Enerji yönetimi ve izleme sistemlerinin alt bileşenleri; enerji yönetimi, enerji ölçme sistemleri, izleme sistemleri, elde edilen bilgilerin dağıtılması ve depolanmasıdır (Atasoy, 2009).

3.3.3. Akıllı Binalarda Enerjinin Etkin Kullanımı

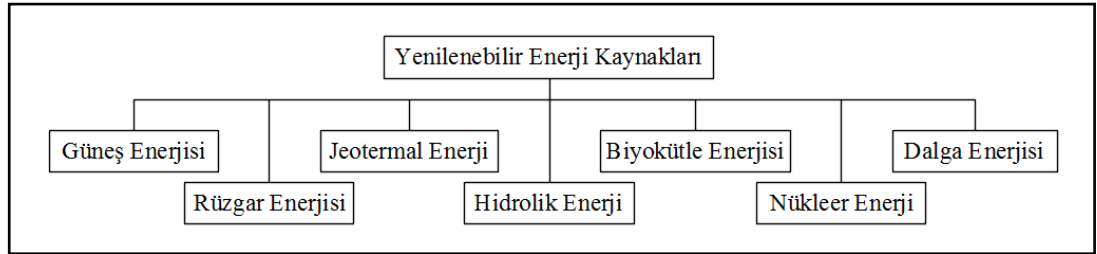
Nüfus artışı, sanayileşme, teknolojik ilerlemelere bağlı olarak dünyadaki enerji tüketimi hızla artmaktadır. Bu nedenle, inşa edilecek yapıların yenilenemez enerji kaynaklarını minimum düzeyde kullanacak ve yenilenebilir enerji kaynakları ile kendi enerjisini kendi üretebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Enerjinin etkin kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, pasif ısıtma ve soğutmanın sağlanabilmesi, aydınlatmada gün ışığından yararlanma, enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve enerji etkin ekipman kullanımı, gömülü ve enerjisi düşük malzeme seçimi ve enerji etkin kentsel tasarım ile sağlanabilir (Şekil 3.7.).

Enerji, birincil ve ikincil olmak üzere iki kategoride ele alınabilir. Birincil enerji kaynakları, Petrol, doğal gaz, kömür gibi doğrudan tüketilebilen, herhangi bir enerjiye çevrilmemiş enerjidir. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji olarak ikiye ayrılır. Yenilenebilir enerji kaynakları karbon emisyonları minimum, doğal ve temiz olan enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji çeşitleri; Güneş enerjisi, Rüzgar enerjisi, Jeotermal enerji, Hidrolik enerji, Biyokütle enerjisi, Nükleer enerji, Dalga, Gel-git enerjisi örnek verilebilir (Şekil 3.8.). Yenilemez enerji kaynakları ise, Doğalgaz, Kömür, Petrol ve Bor enerjisini sayabiliriz.



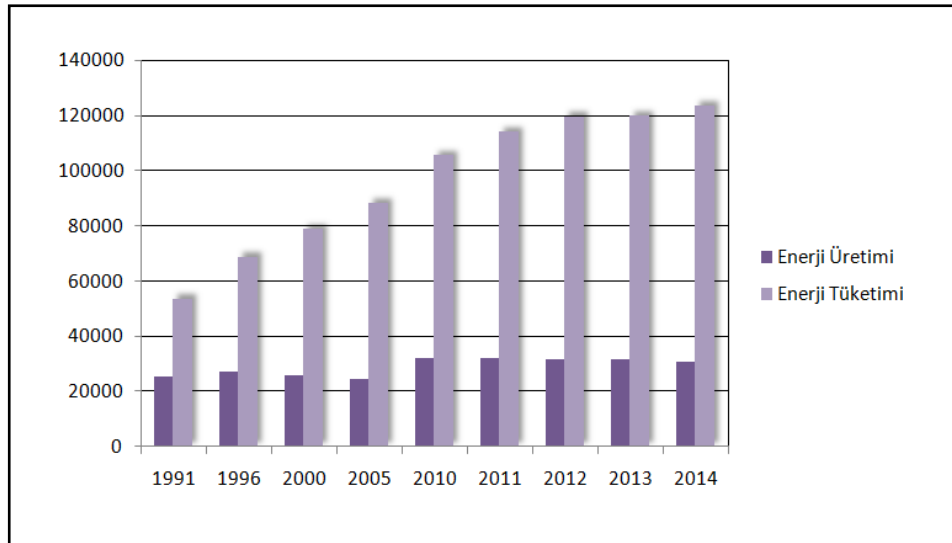
Şekil 3.7. Enerjinin Etkin Kullanımı (Çakır, 2011)

İkincil enerji kaynakları, birincil enerji kaynaklarından kullanılabilir hale dönüştürülen enerji çeşitleridir. İkincil enerji kaynaklarına örnek olarak elektrik, fuel-oil, mazot gibi enerji tiplerini verilebilir.



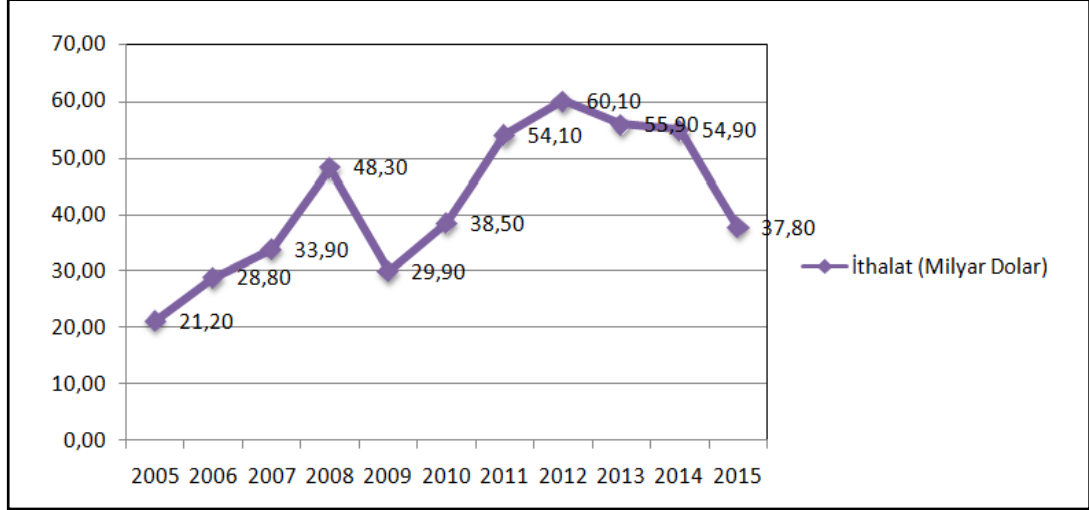
Şekil 3.8. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Şekil 3.9. da görüldüğü üzere Türkiye'de enerji tüketimi enerji üretiminden çok daha fazladır. Örneğin; 2014 yılında enerji üretimi 31.049 BTep iken, enerji tüketimi 123.937 BTep olmuştur. Yani Türkiye enerjide yaklaşık %70 oranında dışa bağımlıdır bu sebeple enerjisinin önemli bir miktarını ithal etmektedir.



Şekil 3.9. Türkiye'de Yerli Kaynaklardan Enerji Üretimi ve Toplam Enerji Tüketimi (URL-7)

Türkiye'nin toplam ithalatının önemli bir kısmını enerji ithalatı oluşturmaktadır. Türkiye'nin 2015 yılındaki öngörülen ithalatı 208.4 milyar dolardır. Bu miktarın 37.8 milyar doları enerji ithalatıdır. Ülkeler arası siyasi ve politik sebeplerden dolayı petrol fiyatlarının düşüşüyle 2014 yılında 54.9 milyar dolar olan enerji ithalatımız, 2015 yılında 37.8 milyar dolara gerilemiştir (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Türkiye'nin Yıllara Göre Enerji İthalatı (URL-7)

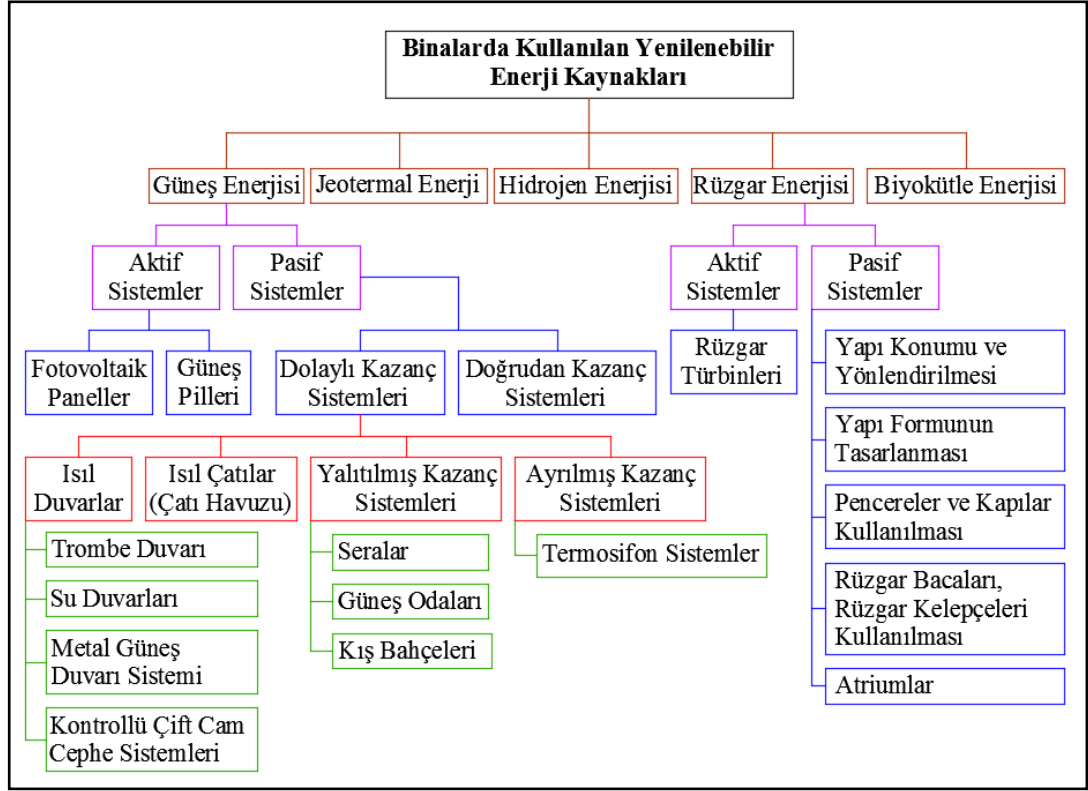
3.3.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji ve biyogaz enerjisi gibi doğal ve temiz enerji kaynaklarına sahiptir. Bu enerji kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak enerji bakımından dışarıya bağımlı olmaktan kurtulabiliriz ve bu sayede enerji ithalatını en aza indirgeyerek ülke ekonomisine büyük ölçüde katkıda bulunabiliriz (Şekil 3.11.). Yenilenebilir enerji kaynaklarının hangilerinin yapılarada kullanıldığı Şekil 3.12'de gösterilmiştir.

| Yenilenebilir enerji kaynağı | Mevcut brüt potansiyel (GWh/yıl) | Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl) | Ekonomik yönden değerlendirilebilen potansiyel (GWh/yıl) | Kullanılan potansiyel (GWh/yıl) | Kullanım (%) |
|------------------------------|----------------------------------|--|--|---------------------------------|--------------|
| Hidrolik | 430-450 | 215 | 100-130 | 35330 | 30 |
| Güneş | 365 | 182* | 91** | 4,07 | 4,5 |
| Biogaz | 1,58 | 0,79* | 0,4** | 0,067 | 16,8 |
| Rüzgar | 400 | 124 | 98 | 61 | 62 |
| Jeotermal | 16 | 8* | 4** | 0,89 | 22,5 |

* : brüt potansiyelin % 50' si alınmıştır.
** : Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyelin % 50' si alınmıştır.

Şekil 3.11. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanım Durumu (URL-9)



Şekil 3.12. Binalarda Kullanılan Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünya'da nüfus artışına bağlı olarak enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Yenilenemez enerji kaynaklarının kullanım oranı %95'in üzerindedir. Yaklaşık 50 sene içerisinde fosil enerji kaynaklarının tükeneceği öngörülmektedir. Buna karşılık yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş ve rüzgar enerjisinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır (Şekil 3.13.). ve buna bağlı olarak hava kirliliği azalacak, refah düzeyi de artacaktır. Hidroelektrik ve rüzgar enerjisi için geniş alanlara ihtiyacımız vardır. Bu sebeple fotovoltaik panellerden kolaylıkla elde edebileceğimiz güneş enerjisi kadar avantajlı değildir. Fosil yakıtların tükeneceğinin öngörülmesi ve enerji kaynaklarının bu kadar önemli olmasının sonucunda enerji verimliliği konusu üzerinde düşünülmesi gereken önemli bir konudur.

| Kaynak türü | 1980 | | 1990 | | 2000 | | 2011 | | 2035 | |
|---------------------|-------|------|-------|-----|--------|------|--------|------|--------|-----|
| | Mtep | % | Mtep | % | Mtep | % | Mtep | % | Mtep | % |
| Petrol | 3.107 | 43 | 3.230 | 37 | 3.649 | 36,4 | 4.130 | 31,5 | 5.053 | 27 |
| Kömür | 1.788 | 24,8 | 2.331 | 25 | 2.295 | 22,9 | 3.776 | 28,8 | 5.523 | 30 |
| Doğal gaz | 1.235 | 17 | 1.668 | 19 | 2.088 | 20,8 | 2.793 | 21,3 | 4.380 | 23 |
| Nükleer | 186 | 2,6 | 526 | 6 | 675 | 6,7 | 669 | 5,1 | 1.019 | 5 |
| Hidrolik | 148 | 2,1 | 184 | 2 | 225 | 2,3 | 301 | 2,3 | 460 | 2 |
| Biyokütle | 748 | 10,4 | 903 | 10 | 1.045 | 10,4 | 1.313 | 10 | 1.741 | 9 |
| Diğer yenilenebilir | 12 | 0,1 | 36 | 0,4 | 55 | 0,5 | 131 | 1 | 501 | 3 |
| Toplam | 7.224 | 100 | 8.779 | 100 | 10.034 | 100 | 13.113 | 100 | 18.676 | 100 |

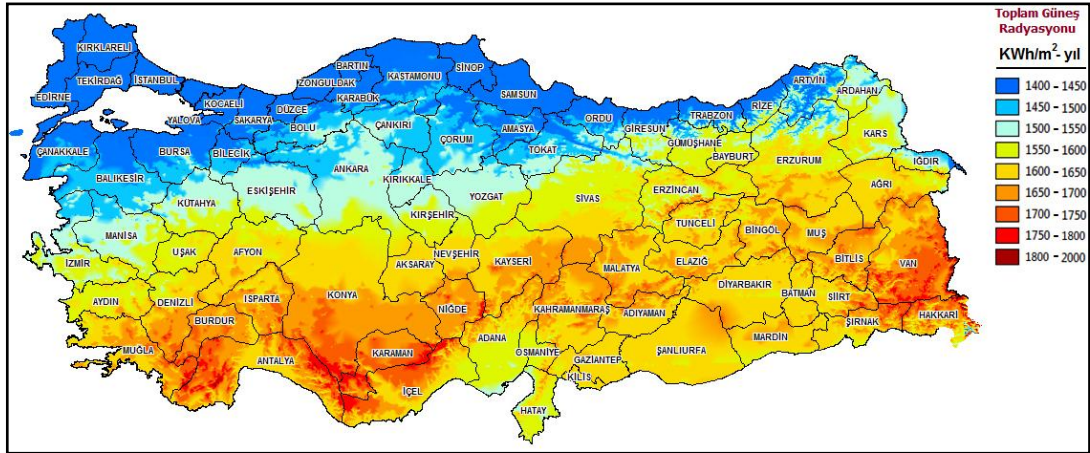
Şekil 3.13. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (Mtep) (URL-10)

Yenilenebilir enerji kaynaklarının gün geçtikçe önem kazanmasının nedeni, dünya nüfusunun artmasıyla beraber enerji ihtiyacının artması ve fosil yakıtların oluşturduğu çevre kirlilikleridir. Ülkemiz coğrafi konumu nedeniyle güneş enerji potansiyeli bakımından diğer birçok ülkeye göre daha şanslıdır. Türkiye'nin yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat yani ortalama günlük güneşlenme süresi 7.2 saattir (Şekil 3.14.).

| BÖLGE | TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl) | GÜNEŞLENME SÜRESİ (saat/yıl) |
|----------------|--|------------------------------|
| G.DOĞU ANADOLU | 1460 | 2993 |
| AKDENİZ | 1390 | 2956 |
| DOĞU ANADOLU | 1365 | 2664 |
| İÇ ANADOLU | 1314 | 2628 |
| EGE | 1304 | 2738 |
| MARMARA | 1168 | 2409 |
| KARADENİZ | 1120 | 1971 |

Şekil 3.14. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (URL-11)

Şekil 3.15. de görüldüğü üzere Türkiye'nin en çok güneş alan bölgesi yıllık 2993 saatle Güneydoğu Anadolu Bölgesidir. Buna karşın en az güneş alan bölgesi ise 1971 saatle Karadeniz Bölgesidir (Şekil 3.14.).



Şekil 3.15. Türkiye Güneşlenme Haritası (URL-13)

Güneş enerjisinin dünyaya gelen küçük bir kısmı dahi insanların enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş ışınımı ile elde edilen enerji binalarda ısıtma, soğutma, sıcak su ve elektrik ihtiyacının giderilmesinde kullanılır. Bu da aktif ve pasif sistemlerle sağlanır.

Binalarda kullanılan aktif sistemler, güneş radyasyonunu istenilen türdeki enerjiye çevirmek için kullanılan mekanik ve elektronik sistemlerdir. Bu sistemler ısıtma, soğutma, elektrik üretimi gibi amaçlar için kullanılır. Bina tasarım aşamasında bu sistemler göz önünde bulundurulmalıdır. Daha sonra binaya bu sistemlerin eklenmesi yapının görüntüsünü bozabilir. Güneş radyasyonunu enerjiye çeviren bu sistemler güneş pilleri (güneş kolektörleri) ve fotovoltaik panellerdir. Türkiye'de aktif 331 adet güneş enerji santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 290,00 MW'dır. Bu santraller iki farklı şekilde çalışır. Birincisi güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren Termal sistemler, ikincisi ise güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren Güneş (Fotovoltaik) pilleridir. Türkiye'deki güneş enerji santrallerinin yıllık elektrik üretimi yaklaşık 532 GWh'dir ve bu üretimin tüketime oranı %0.20'dir.

Termal sistemlerden olan güneş kolektörleri ile sıcak su üretimi özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemler, güneşten gelen radyasyon, fotovoltaik paneller yardımıyla enerjiye çevirmekte ve sonrasında elde edilen enerji inventer çevirici aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanmakta veya akülerde depolanabilmektedir (Şekil 3.16.). Güneş pilleri, yapıda cepheye veya çatıya yerleştirilebilmektedir. Bu sistemler, şebeke bağlantılı (on-grid) ve şebekeden bağımsız (off-grid) olmak üzere ikiye ayrılır.

Şebeke bağlantılı sistemler, Kullanıcıların enerji tüketimi, güneş pillerinden sağlanır. Tüketimin üretimden fazla olduğu zamanlar, enerji şebekeden sağlanır. Üretimin tüketimden fazla olduğu durumlarda ise şebeke üretim fazlası enerjiden beslenir. Şebekeden bağımsız sistemlerde ise üretilen enerji akülerde depolanır. Kullanıcılar enerji ihtiyaçlarını akülerden sağlarlar. Sistem kapasitesi kullanıcı gereksinimini karşılayacak şekilde ayarlanır.

Ülkemizde güneş enerjisinden elektrik üretimi için 2013 yılı itibariyle toplam 38 şehre izin verilmiştir. Bu izinlerin yanı sıra üretimde yerli ürünler kullanmak şartı ile teşvikler de verilmektedir. Meclis'te kabul edilen Yenilenebilir enerji kaynakları kanunu'na göre güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisinin kilovatına 13.3 dolar/cent teşvik veriliyor. Yani ülkemiz de güneş enerjisinin kullanımına gün geçtikçe daha çok önem vermektedir ve vatandaşlarını bu enerjiye yöneltmek için çeşitli uygulamalara başvurmaktadır. Bu sayede bina çatılarına ve cephelerine yerleştirilen kolektörlerle binalar kendi enerjilerini karşılayabilmekte ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilmektedir.



Şekil 3.16. Fotovoltaik Sistemin Şematik Gösterimi (URL-14)

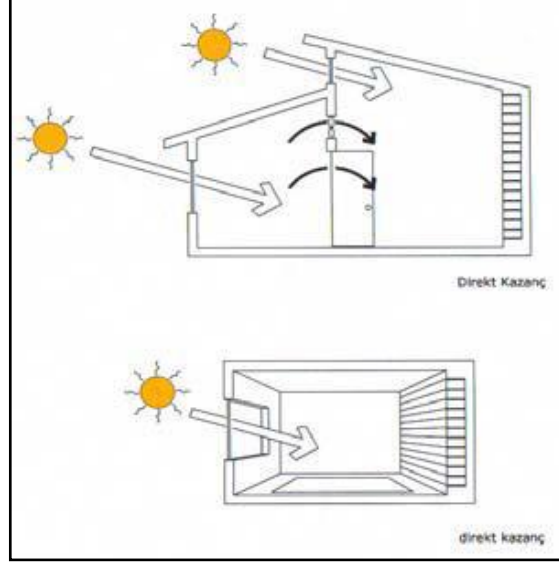
Binalarda kullanılan pasif sistemler, enerjinin toplanmasında ve ortama iletilmesinde mekanik yolla çalışan sistemlerin kullanılmadan enerji kazancı sağlamaya yönelik tasarımsal çözümlerle oluşturulan bina bileşenleridir. Bu bileşenler yardımıyla güneş enerjisi toplanır. Sistemin amacı, güneşten maksimum derecede yararlanmak, iklimsel etkileri enerji etkin biçimde kullanmaktır. Pasif sistemlerde üç ana fonksiyon vardır;

- Toplama: Binalarda güneydoğu ve güneybatı cephelerinde açılan pencereler, atriumlar, seralar, kış bahçeleri gibi yöntemler sayesinde güneş enerjisinin bina içerisine alınmasıdır.
- Depolama: Bina içerisine alınan ısının ihtiyaç kadar kullanıldıktan sonra kalan kısmı daha sonra kullanmak üzere termal kütle diye adlandırılan zemin ve duvarlarda depolanır. Bu kütle, taş, su veya tuğladan oluşturulabilir.
- Dağıtma: Duvarlarda veya zeminde depolanan ısının ışınım veya taşıma yolu ile mekana yayılmasıdır. Taşıma işlemi vantilatör ve fanlar kullanılarak yapılabilir.

Pasif sistemler yardımıyla ısı kazanımı dolaylı ve doğrudan kazanç sistemleri olmak üzere iki başlık altında incelenebilir;

Doğrudan Kazanç Sistemlerinde, gün boyu binaların güney cephelerinde bulunan açıklıklardan veya çatı pencerelerinden giren güneş enerjisinin bir kısmı

kullanılır, bir kısmı da gece kullanılmak üzere tavan, zemin veya duvarlarda depolanır. Bu sistemde güneş enerjisi doğrudan yapı içine girer ve mekanı ısıtır (Şekil 3.17). Mekan sıcaklığının düştüğü zaman bu depolanan güneş enerjisi konveksiyon veya radyasyon yoluyla mekanı ısıtır.



Şekil 3.17. Direkt Kazanç (Çakır, 2011)

Dolaylı kazanç sistemlerinde güneş enerjisi yaşam hacimlerine yakın bir yerde depolanır. İhtiyaç duyulduğunda doğal taşınım yoluyla hacimlere iletilir. Bu sistemde güneş ışığı mekanlara doğrudan girmez. Koyu renkli beton, taş duvarlar, çatı havuz sistemleri gibi güneş ışığını emebilen elemanlar yardımıyla güneş ışığı depolanır. Dolaylı Kazanç Sistemleri dört ana başlıkta incelenebilir;

- Isıl Duvarlar
- Isıl Çatılar
- Yalıtılmış Kazanç Sistemleri
- Ayrılmış Kazanç Sistemleri

Isıl Duvarlar, Dolaylı kazanç sistemlerinde ısı depolama malzemesi olarak duvar kullanılacaksa bu duvarlara kütleli duvar veya güneş duvarı denilir. Kütleli duvarlarda , duvar tarafından emilmeyip yansıyan ışınlar camdan dışarı çıkamaz ve aradaki boşluğun ısınmasını sağlar ve daha sonra bu hava duvarın üst kısmındaki deliklerden ısıtılacak mekana girer ve mekanı ısıtır, daha sonra soğuyarak aşağıya iner ve aşağıdaki deliklerden duvarın ardındaki boşluğa tekrar ısıtılmak üzere geri verilir. Kütleli duvarlar dört ana başlık altında incelenebilir;

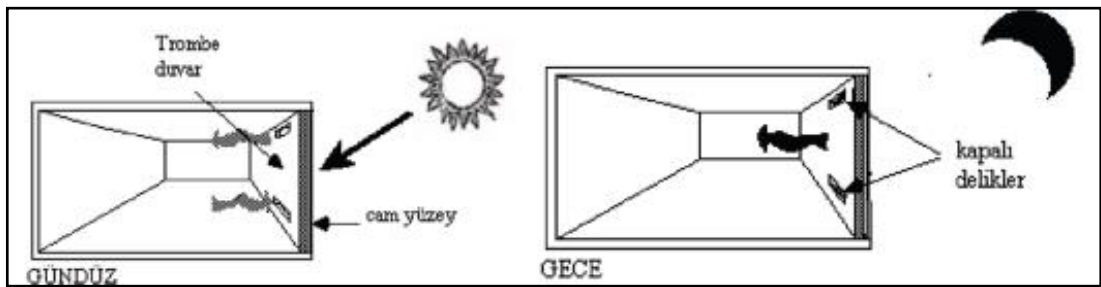
- Trombe Duvarı Sistemi
- Su Duvarı Sistemi

- Metal Güneş Duvarı Sistemi
- Kontrollü Çift Cam Cephe Sistemleri
- Trombe duvarları, binaların güney cephelerine yerleştirilir.

Seçici yüzeye sahip, koyu renkli, yüksek yoğunluklu malzemeden (genellikle beton veya tuğladan) inşa edilen, duvarla cam (saydam madde) yüzey arasında yaklaşık 10 cm boşluk bırakılır. Duvar renginin koyu seçilmesinin nedeni güneş radyasyonunu en yüksek düzeyde absorbe etmektir. Duvar kalınlığı bina konumu, iklimsel şartlara bağlı olarak, duvar ısı geçirme katsayısına göre seçilir. Duvarın üst ve alt kısmında hava giriş-çıkışı için transfer kanalları (ayarlı pompalar veya delikler) bulunur.

Trombe duvarı sisteminde transparan yüzeyden geçen güneş ışınları masif, koyu renkli duvar tarafından emilir ve duvar içerisinde tutulur. Cam ile duvar arasındaki boşlukta bulunan hava ısınır. Isınan hava yükselir ve üst deliklerden veya ayarlı pompalar açılarak ısıtılmak istenen mekana verilir. Daha sonra soğuyan hava alçalır ve alt transfer kanalından dışarıya verilir. Dışarıya verilen hava duvarda hala enerji varsa tekrar ısıtılıp içeri verilir ve bu döngü duvarda enerji olduğu sürece devam eder (Şekil 3.18.). Transparan yüzeyden ısı kaçışlarını engellemek için Saydam yalıtım veya hareketli yalıtım tabakaları gibi tabakalar kullanılabilir.

Trombe duvar sisteminin maliyeti oldukça düşüktür ve mevcuttaki binalara uygulanması kolaydır. Ayrıca güneş ışınları mekana direkt girmediği için güneşli havalardaki sorunlarla karşılaşmaz.

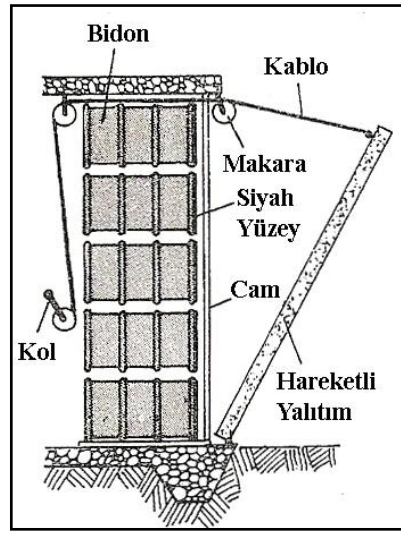


Şekil 3.18. Trombe Duvarının Gece-Gündüz Çalışma Şekli (URL-15)

Su Duvarı sistemi, çalışma prensibi, ısı depolama maddesinin sıvı olması ve kullanım yöntemi dışında trombe duvarı ile benzerlik gösterir. Bu sistemde ısı depolama maddesi olarak, koyu renkli cam veya metalden yapılmış bidonlar kullanılır ve bu bidonlar su veya benzer bir akışkanla doldurulur (Şekil 3.19.).

Sistemin çalışma prensibi; Gündüz vakti transparan yüzeyden geçen güneş ışınları koyu renkli metal veya camdan yapılmış olan bidonlar tarafından emilir ve depolanır. Depolanan güneş ışını bidon içindeki suyu ısıtır. Bidonlarda depolanan enerji ışınım veya taşınım yoluyla ısıtılmak istenen mekana iletilir. Suyun ısı depolama kapasitesi yüksektir ve bu yüzden Su duvarı trombe duvarına göre daha verimli bir sistemdir. Gece vakti gündüz kazanılan enerjinin muhafaza edilmesi için hareketli yalıtım tabakaları kapatılmalıdır.

Su duvarı sisteminde bidonda depolanan su devamlı ılık kaldığından dolayı gece boyunca iç mekana ısı vermeye devam eder.



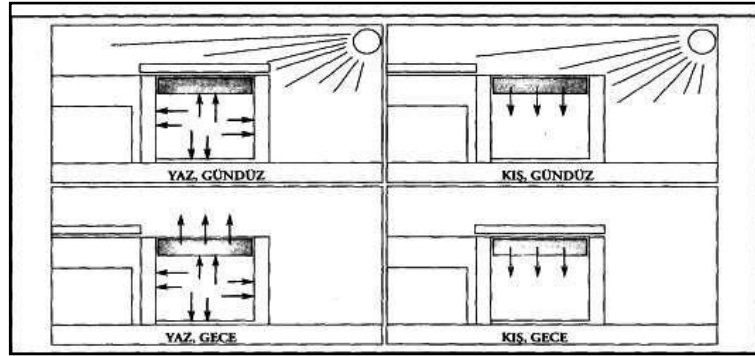
Şekil 3.19. Su Duvarının Çalışma Prensibi (Çakır, 2011)

Metal güneş duvarı sisteminde, binanın pencere olmayan cephelerine delikli koyu renkli alüminyum veya çelik levhalar yerleştirilir. Bu deliklerden levha ve duvar arasına giren hava yükselir. Yükselen hava, hava kanallarıyla yapının diğer bölümlerine taşınır. Hava kanallarında fan kullanılmasıyla hava akış hızı hızlandırılabilir. Bu sistem çok basit ve ekonomiktir.

Kontrollü Çift Cam Cephe Sistemlerinde, giydirme cam cephenin alt ve üst kısmında bulunan menfezlerle hava içeri alınır. Isı, alt kademede bulunan pencere ve jaluzili esas cepheyle giydirme cam cephe arasındaki boşlukta ısıtılır ve esas cephedeki açık pencerelerden mekanlara iletilir. Bu sayede hem ısıtma hem havalandırma sağlanır.

Isıl Çatılar, çatı havuzu sistemleridir. Bu sistemde ısı çatıda bulunan su kütlelerinde depolanır. Binanın çatısına yerleştirilmiş içi su dolu havuz veya geniş plastik, fiberglas kapların içerisinde depolanır. Güneş ışınları suyu ısıtır ve ısıyı

depolayan kütle ısıyı kondüksiyon yoluyla alttaki mekana iletir ve hacmin ısınmasını sağlar. Su kütleinin üst kısmı açılıp kapanabilen kepenklerle veya hareketli yalıtım elemanlarıyla kapatılır. Bunun nedeni ısı kaybını önlemektir. Kış aylarında güneşli günlerde gündüz vakti kepenkler veya yalıtım tabakası açılır ve su kütleinin ısınması sağlanır. Yaz aylarında gündüz vakitleri ise üzeri kapalı olan su kütlei sayesinde güneşin olumsuz etkileri önlenir. Gece vakti yalıtım tabakası açılır ve soğuma sağlanır (Şekil 3.20.).

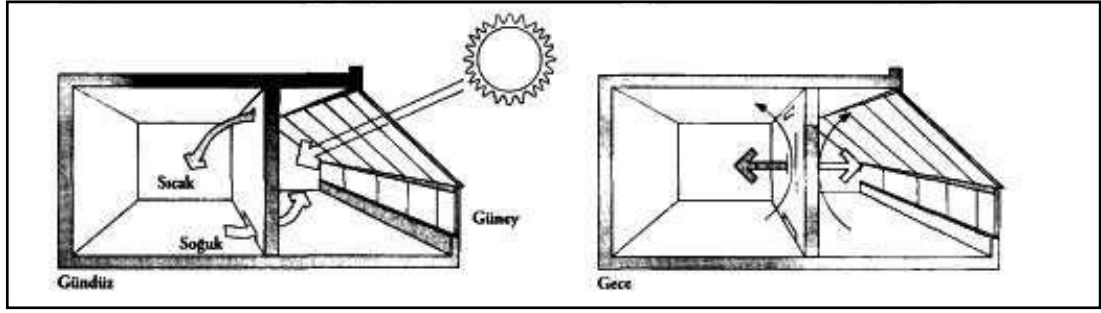


Şekil 3.20. Çatı Havuzu Sistemleri

Yalıtılmış kazanç sistemlerinde ısının toplanıp, depolandığı mekan ana binadan bağımsız fakat yapı kabuğunu bütünleyecek şekilde tasarlanır. Sistemin amacı sadece enerji tasarrufu sağlamak değil, yılın büyük bir evresinde konfor koşullarının sağlandığı bir yaşam alanı oluşturmaktır. En sık kullanılan kabuk türü cam gibi şeffaf malzemelerdir. Bu sistemde dolaylı ve doğrudan kazanç sistem özellikleri bir arada kullanılır. Bu sistemler üç ana başlıkta incelenebilir;

- Seralar
- Güneş Odaları
- Kış Bahçeleri

Seralar, dolaylı ve dolaysız kazanç sistemlerinin kombinasyonu olarak tanımlanır. Binalarda bitki yetiştirme, aydınlatma, nemlendirme, soğutma, havalandırma ve ısıtma ve gibi olanaklar sağlarlar. Seralarda kullanılan malzemelerin ışık geçirgenliği yüksek olmalıdır. Güney cephesine yerleştirilen seralar, güneş ışınlarını direkt alır ve bu alan içerisinde ısıya dönüştürüp, depolar. Daha sonra ısıtılmak istenen mekana, ısıl kütle üzerindeki açıklıklar yardımıyla iletilir. Gece vakti ise bu açıklıklar kapatılır ve bina ile dış ortam arasında tampon bölge oluşturur. Bu sayede ısı kaybı en aza indirgenir (Şekil 3.21.).



Şekil 3.21. Sera Sistemi

Güneş odaları, trombe duvarı ve doğrudan kazanç sistemlerinin birleşiminden oluşur. Cam yüzey ile masif duvarın arasında boşluğun büyütülerek güneş odası olarak adlandırılan bir mekana dönüştürülmesidir. Yapıların güneylerinde yer alırlar. Trombe duvarındaki gibi güneş ışınları transparan yüzeyden geçerek ısı kütleye ulaşır. Isıl kütle tarafından emilir ve depolanır. Bu sayede iç hacim ısıtılır. Sera tipi ve sundurma güneş odaları diye ikiye ayrılır. Sera tipi güneş odaları, eğimli çatı veya cam-saydam yüzeylerden oluşur. Cam yüzeylerde eğim açısı minimum 20° olmalıdır ve ısı kaybını engellemek için yalıtım yapılmalıdır. Sundurma tipi güneş odaları ise yatay-opak, yalıtılmış çatı ve dikey-düşey konumlandırılmış transparan yüzeylerden oluşur.

Kış bahçeleri, binanın güney cephesine yerleştirilen geniş cam yüzeyli alanlardır. Güneş ışınlarını direkt alan bu alanlar, güneş ışınını ısı enerjisine çevirirler ve menfezler yardımıyla mekanlara iletirler (Şekil 3.22.).

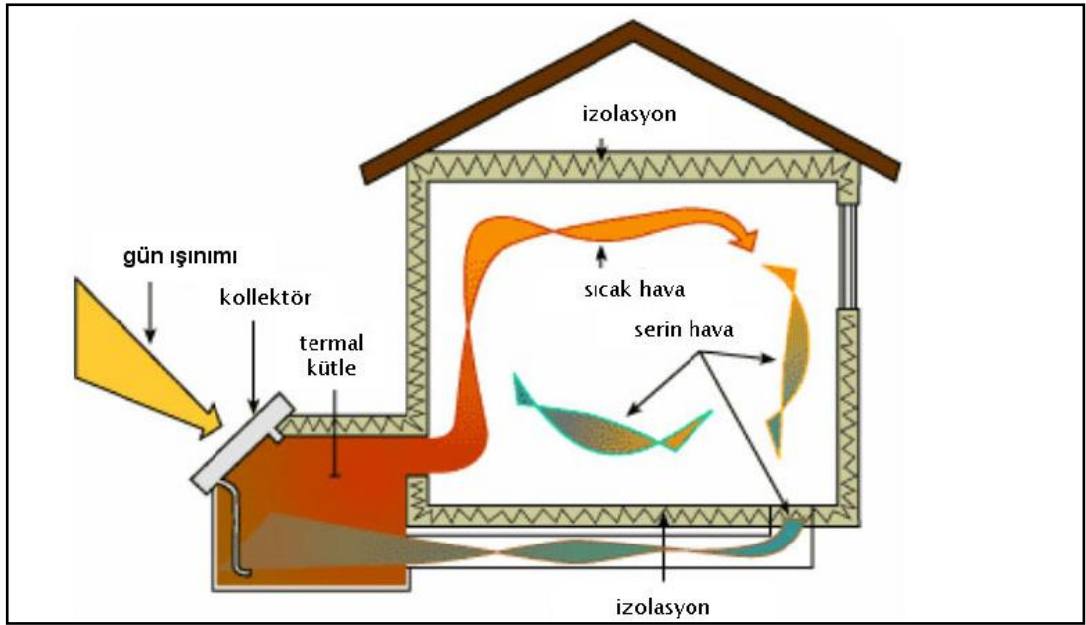


Şekil 3.22. Kış Bahçeleri (URL-16)

Ayrılmış Kazanç Sistemlerinde, Güneş ışınlarının toplanıp depolandığı alan, ısıtılması istenen alandan ayrı planlanır. Genellikle daha düşük kotta bir alan ayrılır. Depolama malzemesi olarak çakıl taşları, kaya blokları seçilebilir. Isıyı

dağıtan eleman ise soğuk hava veya su kullanılır. Ayrılmış kazanç sistemlerinin en önemli örneği Termosifon sistemleridir. Güneye eğimli arazilerde kolaylıkla uygulanabilir.

Termosifon sistemlerde güneş ışınımına direkt maruz kalan bir toplayıcı bulunmaktadır. Toplayıcı binadan ayrı konumlandırılmış fakat binayla bağlantılıdır. Güneş ışınımına maruz kalan toplayıcılarda ısınan hava yükselir, depoya veya direkt ısıtılacak mekana gönderilir. Gönderilen mekanda soğuyan hava daha sonra tekrar toplaclara döner. Bu sistemde hava hareketleri yavaştır. Bu nedenle hava boşluklarının ve kanalların boyutları önemlidir (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23. Termosifon Sistemler (Çakır, 2011)

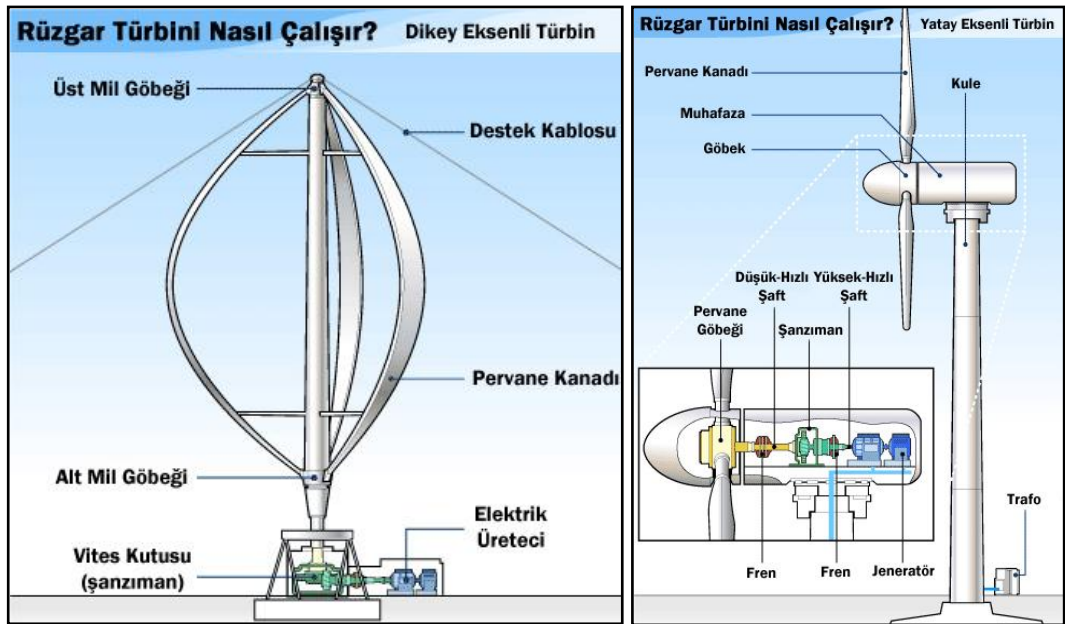
Rüzgar, yeryüzünün her bölgesinin eşit bir şekilde ısınmayışı ve buna bağlı olarak oluşan alçak ve yüksek basınç merkezlerinin karşılıklı etkileşim sürecinin sonucu oluşmaktadır (Erkinay, 2012). Rüzgar enerjisi yerli, dışa bağımlı olmayan, doğal ve tükenmeyen, gelecekte de aynı oranda temin edilebilecek, asit yağmurlarına ve atmosferik ısınmaya yol açmayan, CO2 emisyonu olmayan, ucuz olan, doğal bitki örtüsü ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan, her yere kurulabilen, fosil yakıt tasarrufu sağlayan, radyoaktif etkisi olmayan, teknolojik gelişimi hızlı, döviz kazandırıcı, kirliliğe sebep olmayan bir kaynaktır. Ayrıca kısa sürede devreye alınabilmekte ve kısa sürede sökülebilmektedir. Bunun yanı sıra istihdam olanağına sahiptir ve fiyat artma riski yoktur.

Rüzgar enerjisi, binalarda aktif ve pasif sistemlerle kullanılmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde, Arap ülkelerinde, A.B.D.' de rüzgar enerjisinde kullanılan

sistemler bina tasarımlarında kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi potansiyeli birçok ülkeye göre oldukça yüksek olmasına rağmen Türkiye bu enerjiden yeterli ölçüde fayda sağlayamamaktadır. Türkiye enerjinin önemli bir miktarı yapı sektöründe kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisinde oldukça yüksek potansiyeli olan Türkiye'nin bu enerjinin kullanımını arttırması gerekmektedir. Binalarda rüzgar enerjisi aktif ve pasif sistemlerle elde edilir.

Binalarda rüzgar enerjisi elde etmede kullanılan aktif sistemlerde rüzgar türbinlerinden yararlanılır. Rüzgar Türbinleri, rüzgardaki kinetik enerjiyi, mekanik enerjiye çevirip sonra da elektrik enerjisine çeviren sistemdir. Rüzgar türbinleri yatay ve dikey eksenli olmak üzere ikiye ayrılır. Dikey eksenli rüzgar türbininin her zaman rüzgarın geleceği yöne göre ayarlanması gerekmektedir. Yatay eksenli rüzgar türbininin ayarlanmasına gerek yoktur (Şekil 3.24.).

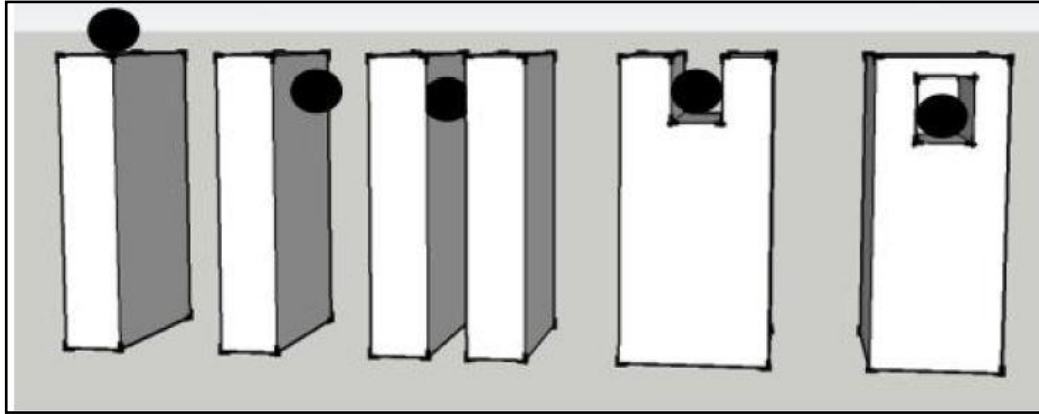
Rüzgar enerjisi, tükenmekte olan enerji kaynaklarına alternatif olabilecek bir enerjidir. Bina enerji ihtiyacı için daha sürdürülebilir bir kaynaktır. Gelişen teknolojiyle rüzgar türbinlerinin dezavantajları gün geçtikçe azalmaktadır. Geçmişte kuş ölümlerine sebep olması ve gürültü kirliliği yaratması gibi dezavantajlara sahipti. Günümüzde ise kuşların toplu olarak yaşadığı veya göç yolu olan güzergahlardan uzak yerlerde konumlandırılmaktadır. Gürültü kirliliği ise azalmıştır. Diğer dezavantajları ise, rüzgar hızını azalttığından dolayı ekosisteme etkisi olması, elektromanyetik alanın bozulması ve estetik kaygısı yaşatmasıdır.



Şekil 3.24. Dikey ve Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri (URL-17), (URL-18)

Binalarda rüzgar türbinlerinin kullanımı, bina-monte ve bina-entegre olmak üzere iki şekilde gruplandırılabilir.

Bina-Monte rüzgar türbinleri, yapılar tasarlanırken veya tasarlandıktan sonra yapılara monte edilen, form kaygısı yaşanmayan, bina formunu rüzgar akışını değiştirmek için kullanmayan rüzgar türbinleridir. Yapının konumlandığı bölgenin rüzgar yönü, rüzgar türbinin binada yer alacağı yeri ve yönü belirler (Şekil 3.25.).



Şekil 3.25. Bina Monte Rüzgar Türbinleri İçin Entegrasyon Stratejileri (Günel ve diğ., 2008)

Bina-Entegre rüzgar türbininin diğer iki seçenekten farkı, mimari tasarım sırasında projeye entegre edilerek binanın formu tarafından desteklenmesi ve rüzgar enerjisi üretimini ve kullanımını hedeflenmesidir. Bina entegre rüzgar türbinlerinin amacı, bina formunun desteğiyle rüzgarın yönünü, hızını veya yoğunluğunu değiştirmesi veya arttırmasıyla elde edilecek olan enerjinin maksimuma ulaşmasını sağlamaktır.

Bina-Entegre Rüzgar Türbinlerine örnek olarak, sürdürülebilir mimari örneği olan Manama şehrindeki Bahreyn Ticaret Merkezi binasındaki Rüzgar türbinleri verilebilir (Şekil 3.26.). 50 katlı ve 240 metre yüksekliğe sahip ve iki gökdelen olarak tasarlanmış, inşa edilmiş yapının arasındaki köprüye 29'ar metre çapında 3 adet rüzgar türbini yerleştirilmiştir (Şekil 3.27.). Binaya entegre edilmiş rüzgar türbinleri ile yılda yaklaşık 1100-1500 MW/S'lik enerji üretimi sağlanması ve binanın %11-15 oranında enerji ihtiyacını karşılanması amaçlanmaktadır. Gökdelenler, rüzgar hızının 50 km/s' e çıkabildiği bir körfezin yakınında planlanmıştır. Yükseklik arttıkça rüzgar hızı da artacağından rüzgarın olumsuz etkilerinden korunmak gerekir. Tasarımcı, gökdelenlere gelen rüzgarın gökdelenlerin arasından geçip, rüzgar türbinlerine yönelmesini sağlayarak rüzgarın dezavantajını avantaja çevirmiştir.



Şekil 3.26. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi (URL-19)



Şekil 3.27. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi Rüzgar Türbini (URL-20)

Binalarda rüzgar türbini kullanmanın avantajları; bina rüzgar türbinleri sayesinde enerji ihtiyacının belli bir miktarını karşılayabilir hale gelir, temiz enerji kullanılır, ekonomiye katkı sağlar, çevreci bir yaklaşımla halk üzerinde olumlu etki yaratabilir gibi özellikler sıralanabilir. Dezavantajları ise; Yalıtım yapılmadığı takdirde gürültü kirliliği, binaya ek yük getirmesi, türbin bakım masrafları, tedbir alınmazsa kuş ölümleri, tasarımın kötü yapılmasıyla oluşan görüntü kirliliği olarak sıralanabilir.

Binalarda rüzgar enerjisi elde etmede kullanılan pasif sistemlerdeki amaç, yapının bulunduğu bölgenin iklimsel verilerini kullanarak doğal havalandırma, ısıtma, soğutma yapmak, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, aktif sistemlerin yükünü azaltmaktır. Doğru tasarlanan pasif sistem, rüzgar etkilerinden ve güneşin ısısal etkisinden maksimum düzeyde yararlanmayı veya tam aksine korunmayı sağlayabilir.

Binalarda rüzgar enerjisinden pasif olarak yararlanmak için ilk olarak doğal havalandırma sağlanmalıdır. Havalandırma, kapalı bir mekandaki kirli ve düşük kalitedeki havanın, temiz ve yüksek kalitede olan havayla değiştirilmesi olarak tanımlanabilir. Doğal havalandırma ise, dışarıdaki havanın hiçbir mekanik sistem kullanılmadan içeriye girmesi ve içerdeki kirli havanın dışarı çıkarılmasıdır. Bu geçişi sağlayan faktör hava akımıdır. Hava akımı, iç ve dış ortamdaki yoğunluk farkının olması, bu sebeple basınç farkı oluşması sonucu oluşur. Kirlenen hava genişler ve yükselir, temiz hava binanın alt kısmından içeri girer ve doğal havalandırma sağlanmış olur. Doğal havalandırma sağlanmadığı takdirde mekanik sistemlere başvurulur. Bu da enerji tüketiminin artması ve maliyet demektir. Doğal havalandırma, binalarda pencere ve kapı açıklıklarıyla, rüzgar bacaları ve rüzgar kelepçelerinin kullanımıyla, atriumların oluşturulmasıyla ve yapının formunun, yönlendirmesinin, diğer binalarla olan mesafesinin maksimum rüzgar enerjisi üretecek şekilde tasarlanmasıyla elde edilir.

4. AKILLI BİNA CEPHELERİ

Geçmiş yıllarda yaşanmış olan enerji krizleri, popülasyon artışı, kentleşmenin yoğunlaşması, çevre kirliliği gibi nedenler fosil/tükenebilir enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının gerekliliğini göz önüne sermiştir. Dünyada kullanılan enerjinin büyük bir kısmı binalarda harcanmaktadır. Bu gibi sebepler mimarları, yenilenebilir enerji ile direkt temas halinde ve binadaki en büyük alana sahip olan cephe için, az enerji tüketen ve yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum fayda sağlayabilen akıllı yapı cepheleri tasarlamaya itmiştir.

1972 enerji krizi sonrası mimarlar tasarımlarını buldukları bölgenin iklimsel koşullarını göz önünde bulundurarak yapmışlardır ve böylece cepheler, bölgeler koşullara göre şekillenen, tepki gösteren yapı elemanları olmaya başlamıştır (Erturan, 2011).

Bina kabuğu, gece ile gündüz sıcaklık farklarının, dış iklim etkilerinin (nem, rüzgar, yağmur vs.) ve bina içerisindeki ısı konfor koşullarının sağlanmasında önemli bir rol oynar. Bina yapımı sırasında harcanan enerjinin %10-20'si cephe inşasında kullanılır ve ayrıca bina kullanımı sırasında termal konforun sağlanmasında da gereken enerji miktarını belirlemede en etkili yapı elemanıdır (Uygun, 2012).

Akıllı bina cepheleri, dış koşullara uyum sağlar ve termal konforu sağlarken enerji ihtiyacının en az düzeyde tutar. Dış koşullara cevap verebilmesi için, akıllı malzemelerden tasarlanmış ve inşa edilmiş olmasının yanı sıra akıllı fonksiyon ve özelliklere sahip olması gerekir.

4.1. Akıllı Cephe Kavramı

1970'li yıllardaki enerji krizinden sonra yapı cephelerinin tasarımlarında, daha az enerji harcayan ve çevreye daha az zarar veren malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. 1980li yıllarda giydirme cephe tasarımında akıllı cephe sistemleri geliştirilmiştir. Günümüzde akıllı cephelerle sürdürülebilirliği sağlamak için çok

farklı özelliklerde cephe tasarımları karşımıza çıkmaktadır. Bu cephelerin bazı özellikleri, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretmeleri, ısı kazanç ve kayıplarını dengeleme, havayı temizleme gibi özelliklere sahip olmalarıdır.

“Değişen fiziksel etkilere karşı, optimal bir yapıya dönüşebilme yetisi olarak da tanımlayabileceğimiz “akıllı cephe” kavramı; fonksiyonel, estetik, ekonomik olma gibi mimari değerlendirme kriterlerinin yanında, günümüz mimarlığında sıkça duyduğumuz sürdürülebilirlik ve ekoloji kriterlerine yönelik olarak da yapı tasarımını ağırlıklı olarak etkisi altına alan bir kavram haline gelmiştir” (Bilgiç, 2002).

4.2. Akıllı Cephe Sistemlerinin Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Akıllı cepheler, "yaşayan cepheler" diye de adlandırılabilir. Çünkü akıllı cepheler yapının enerji tüketimini azaltır ve yapı içerisinde yaşayan insanlar için ısı konforunun sağlandığı bir ortam hazırlar (Atasoy, 2009).

Günümüzde artan çevre kirliliği ve enerji kaynaklarının bir süre sonra tükeneceği düşüncesi; akıllı cephe, akıllı çatı, akıllı bina gibi kavramların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Akıllı cephe, yapılarda enerji korunumunun sağlanmasını ve enerji etkin cephe elemanlarıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının depolanmasını ve kullanılmasını sağlar.

Akıllı cepheler, tek tabakalı ve çift tabakalı cepheler olmak üzere ikiye ayrılır. Tek tabakalı cepheler, Basit Cepheler ve Giydirme Cepheler olmak üzere 2'ye ayrılır. Çift tabakalı cepheler ise, Hava Boşluğunun Havalandırılış Yöntemine Göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri ve Hava Boşluğunun Bölgeleştirilişine göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri olmak üzere 2 grupta incelenmektedir.

4.2.1. Tek Tabakalı Cephe Sistemleri

Akıllı bina cephelerinde malzeme olarak “cam” sıkça kullanılmaktadır ve bu sebeple mekanlarda enerji kaybı miktarı diğer cephe malzemelerine göre daha fazla olmaktadır. Akıllı cephe sistemlerinden biri olan tek tabakalı cepheler, doğal aydınlatma, ısı ihtiyacı ve doğal havalandırmayı en iyi derecede kullanarak yapı cephesinden kaynaklanan ısı kayıplarını önlemek için tercih edilmektedir. Bu cephelerde kompozit, seramik, terracotta, cam, ytong gibi malzemeler kullanılır.

Tek tabakalı cepheler, Basit cepheler ve giydirme cephe sistemleri olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir.

4.2.1.1. Basit Cepheler

Basit cepheler, yapımında tuğla, ytong, taş gibi maddeler kullanılmış ve orjinal formunda bırakılmış cephelerdir. Havalandırma ve aydınlatmayı yapı açıklıklarından, pencerelerden sağlarlar. Güneş korunumu, pencerenin iç-dış kısmına veya cam arasına güneş kırıcı paneller yerleştirilerek sağlanabilmektedir. Dış kısma yerleştirilen güneş kırıcılar, rüzgarlı havada sorun yaratabilmektedir. Basit cephelerin uygulaması kolaydır, diğer cephe türlerine göre daha ucuzdur, temizlik ve bakımı da daha kolay ve ucuzdur.

Örnek olarak, Muğla'da bulunan ve Y.Mimar Mehmet Kütükçüoğlu tarafından projelendirilen Datça Evi verilebilir. 2 Kat olarak tasarlanan yapının bir katı yaşam alanı, diğer katı da garaj, ütü-çamaşır odası, depo gibi mekanlara ayrılmıştır. Datça Evi'nde doğal malzemeler kullanılmaya özen gösterilmiştir. Cephe malzemesi olarak bir çok yerde taş ve geniş cam paneller kullanılmıştır. Ev akıllı otomasyon sistemleri ile donatılmış, istenildiğinde bilgisayar yardımıyla panjurlar, aydınlatmalar vs kapatılıp açılabilir. Yağmur suları sarnıçlarda biriktirilip daha sonra bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Ayrıca, ev güneş enerjisi yardımıyla döşemeden ısıtılmaktadır. Bunun yanı sıra acil ısıtma-soğutma istenildiğinde asma tavanın içine yerleştirilen VRF sistemleriyle bu ihtiyaç karşılanabilmektedir (Şekil 4.1.). (URL-75)



Şekil 4.1. Datça Evi (URL-21)

4.2.1.2. Giydirmeye Cepheler

Giydirme cepheler, binanın taşıyıcı elemanlarına monte edilen ankraj elemanları, ankraj elemanlarına tespit edilen alt konstrüksiyonlar ve cephe kaplama malzemelerinden meydana gelmektedir. Bu tür cepheler, taşıyıcı duvar görevini görmemektedir. Cephe yükünü yardımcı elemanlarla kolonlara aktarmaktadır. Yalıtım bakımından binadan bağımsız düşünülmektedir. Giydirmeye cepheler, binalarda %70 oranında enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Giydirmeye cephe sistemlerinde, cephe ile bina arasında bir boşluk bırakılmaktadır. Bu boşluk, hava sirkülasyonunu ve özellikle kat aralarında yalıtım malzemeleriyle de (taş yünü gibi) doldurularak ekstra yalıtım sağlamaktadır. Ayrıca giydirmeye cephelerde kullanılan saydam malzemelerle doğal aydınlatma sağlanmaktadır. Cepheye içten veya dıştan monte edilen güneş kırıcı elemanlarla güneş korunumu da sağlanmaktadır.

Giydirme cephelerde, cephe malzemesi olarak birçok malzeme kullanılmaktadır. Bunlar, kompozit, terracotta, farklı özelliklerde camlar, kompakt laminat, granit ve seramik gibi malzemelerdir (Şekil 4.2.).

Giydirme cepheler ağırlıklarına göre, ağır (100 kg/m²) veya hafif (100 kg/m²' den az) giydirmeye cephe olarak sınıflandırılmaktadır. Yapısal özelliklerine göre, ızgara konstrüksiyon (çubuk sistem) ve panel konstrüksiyon olmak üzere 2 grupta incelenmektedir. Taşıyıcı iskelet ile panel elemanları arasındaki bağlantı türüne göre ise klasik kapaklı sistem ve yapısal silikon giydirmeye cephe sistemi olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.



Şekil 4.2. Manhattan West Development Bina Cephesi (URL-22)

4.2.1.2.1. Montaj Şekline Göre Giydirme Cepheler

Montaj Şekline Göre Giydirme Cepheler Izgara Konstrüksiyon ve Panel Konstrüksiyon olmak üzere 2'ye ayrılır.

Izgara (Çubuk) Konstrüksiyon

Izgara sistemlerde, ilk olarak ankraj elemanları, binanın kiriş veya kolonlarına belirlenen aks aralıklarıyla monte edilir. Daha sonra bu ankrajlara düşey profiller sabitlenir. Düşey profil boyu genellikle tek veya iki kat yüksekliğindedir. Düşey profillerin sabitlenmesinden sonra bu profiller arasında yatay kayıtlar monte edilir. Yatay ve düşey profiller çelik, alüminyum gibi malzemelerden üretilir. Profil montajından sonra kabuk malzemesi içten veya dıştan takılır. Kabuk malzemesi kompozit levha, cam, seramik vs. gibi maddeler olabilir (Şekil 4.3.).

Profil montajının titizlikle ve yerinde yapılması gerekmektedir. Çünkü yanlış yapılan uygulamanın sonucunda cephenin sızdırmazlığı konusunda sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sistem, maksimum 20 kat yükseklikte yapılar için önerilmektedir. Nedeni ise 20 kattan sonra yerinde montajın zorlaşmasıdır. Bu sistem, diğer sistemlere göre daha az maliyetlidir. Bakımı ve tadilatı kolaydır. Bu sebeplerden dolayı Türkiye'de çok tercih edilen bir sistemdir (Tortu, 2006).



Şekil 4.3. Çubuk Sistem Örneği - The Sunset Community Center Binası (URL-23)

Panel Konstrüksiyon

Panel sistemleri, çubuk sistemlerden en büyük farkı fabrikada üretilmesidir. Paneller bir-iki genişliğinde ve bir kat yüksekliğinde üretilip, şantiyeye gönderilir. Paneller, kabuk elemanı, profilleri ve diğer aksesuarları monte edilmiş şekilde hazırlanır. Paneller, oldukça ağır olduğundan dolayı insan gücüyle monte etme olanağı yoktur. Bu sebeple raylı taşıyıcı sistemler, vinç vs. gibi araçlar kullanılır.

Panel sistemler, kapalı sistemlerdir. Bu sebeple, cephe geçirimsizliğinde maksimum performansa sahiptir. Yapımı ve sonrasında sürekli kontrol edilirler. Panel sistemler çubuk sistemlere göre çok daha pahalıdır. Kısa sürede bitirilmesi gereken inşaatlarda tercih edilirler, kaba inşaat devam ederken paneller fabrikalarda üretilebilir ve zamandan kazanç sağlanabilir. Türkiye'de pek tercih edilen bir sistem değildir. Ülkemizde İstanbul 4. Levent'te inşa edilmiş 52 Katlı İş Bankası Genel Müdürlük Binasında kullanılmıştır (Tortu, 2006), (Şekil 4.4.).



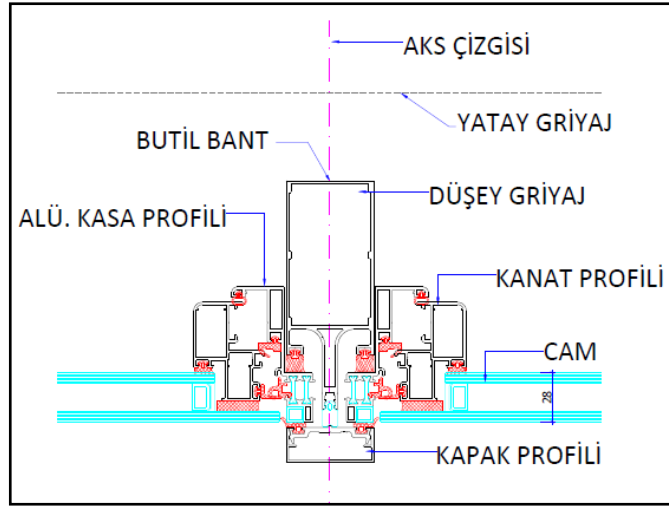
Şekil 4.4. Panel Sistem Örneği - İş Bankası Genel Müdürlük Binası (URL-24)

4.2.1.2.2. Taşıyıcı İskelet ile Panel Elemanları Arasındaki Bağlantı Türüne Göre Giydirme Cepheler

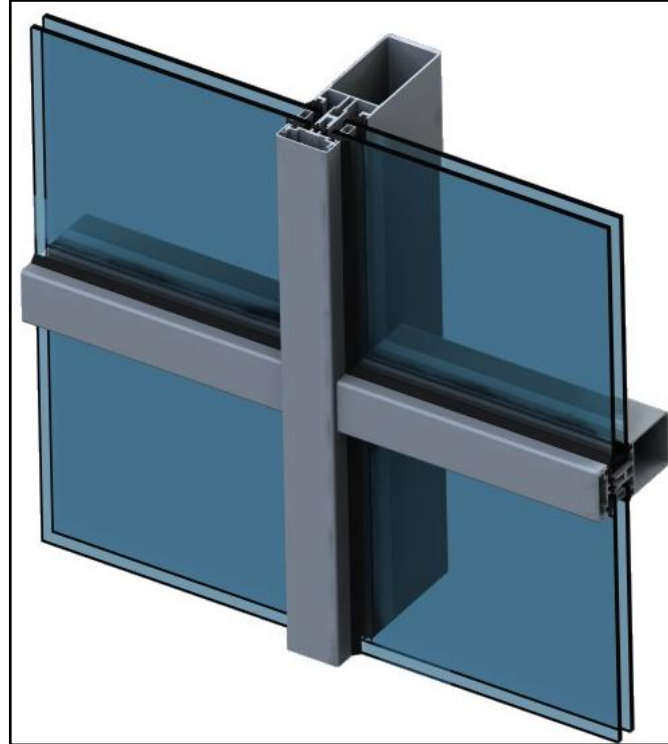
Taşıyıcı İskelet ile Panel Elemanları Arasındaki Bağlantı Türüne Göre Giydirme Cepheler, Klasik Kapaklı ve Strüktürel Silikon Giydirme cephe sistemleri olmak üzere 2 grupta incelenir.

Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem

Klasik Kapaklı sistemin özelliği cephede profillerin görünmesidir. Bu sistemde bina taşıyıcı sistemine sabitlenmiş profiller üzerine kabuk elemanı monte edilir. Yalıtım malzemeleri de sabitlendikten sonra sızdırmazlık kontrolü yapılır ve üzerine kapak profili tespit edilir. Kapak profilleri 50 mm genişliğindedir. Bu sistem, diğer sistemlere göre daha az maliyetlidir. Üretimi kolaydır. Bu sebeple ülkemizde daha çok tercih edilir (Şekil 4.5.), (Şekil 4.6.).



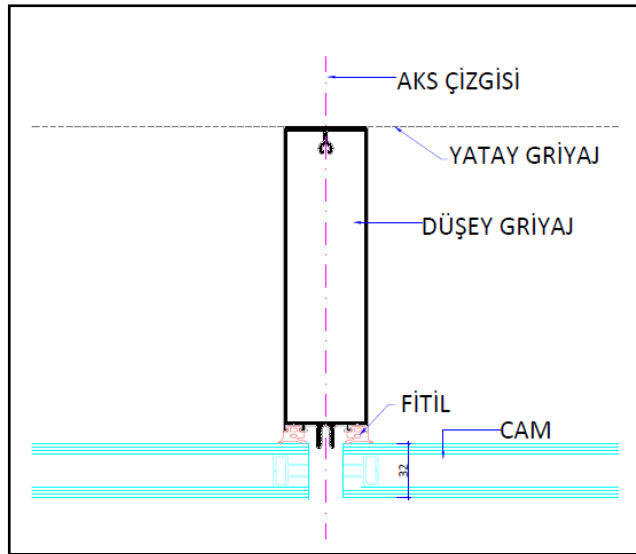
Şekil 4.5. Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem Detayı



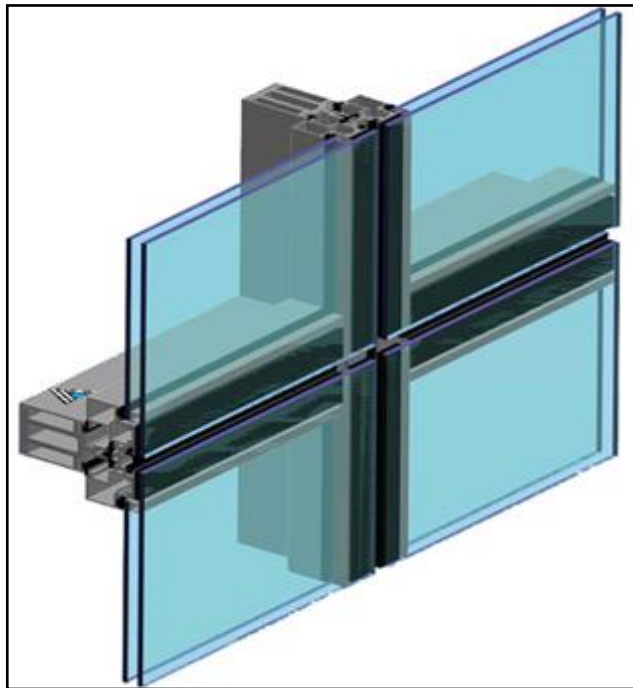
Şekil 4.6. Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem Detayı (URL-25)

Strüktürel Silikon Giydirmce Cephe Sistemi

Silikon giydirmce cephe sistemlerinde cam, bina taşıyıcı sistemine sabitlenmiş yatay ve düşey profillere strüktürel silikonla yapıştırılır. Bu sistemde cepheye dışarıdan bakıldığında sadece cam malzemesi ve 15mm cam derzleri görünür. Kesintisiz cam görünümüyle cepheye estetik, şık bir görünüm katar. Ayrıca kesintisiz cam görüntüsü, cephede bütünlük sağlaması nedeniyle bu cephe sistemi "cam cama cephe" diye de adlandırılır (Şekil 4.7.), (Şekil 4.8.).



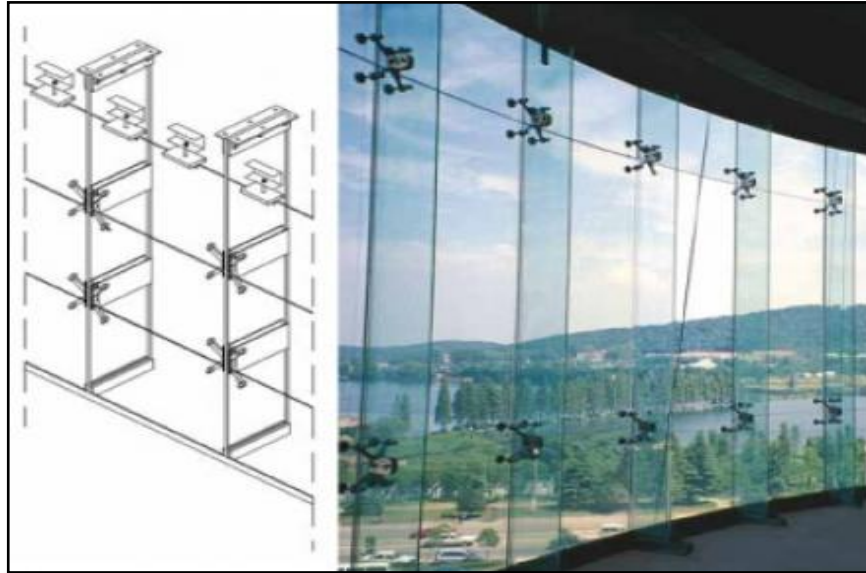
Şekil 4.7. Silikon Giydirmce Cephe Sistem Detayı



Şekil 4.8. Silikon Giydirmce Cephe Sistem Detayı (URL-26)

Transparan Cephe Sistemi (Spider Cephe)

Transparan cephe sistemleri, çerçevesiz giydirme cephe sistemidir. Kesintisiz cam görüntüsü vermektedir. Genellikle ısıcam veya lamine cam kullanılmaktadır. Cam kenarlarına tespit elemanlarının monte edilebilmesi için delikler açılır. Camlar birbirlerine ve taşıyıcı sisteme paslanmaz rutil veya spider cam tutucu elemanları ile monte edilir. Spider tutucular ise çelik dikmelere tespit edilir. Cam derzleri, genellikle ultraviyole ışınlarına dayanıklı strüktürel cephe silikonları veya epdm esaslı fitiller ile doldurulmaktadır. Transparan cephe sistemiyle gün ışığından maksimum yararlanılmaktadır. Kesintisiz cam görüntüsü istenilen cephelerde tercih edilmektedir (Şekil 4.9.), (Şekil 4.10.).



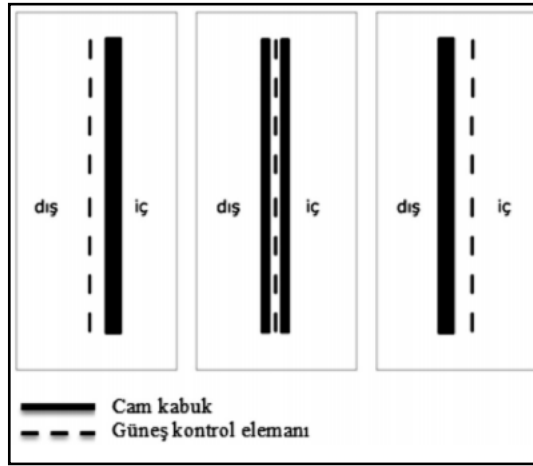
Şekil 4.9. Transparan Cephe Detayı (URL-27)



Şekil 4.10. Cam Taşıyıcılı Transparan Cephe Örneği (URL-28)

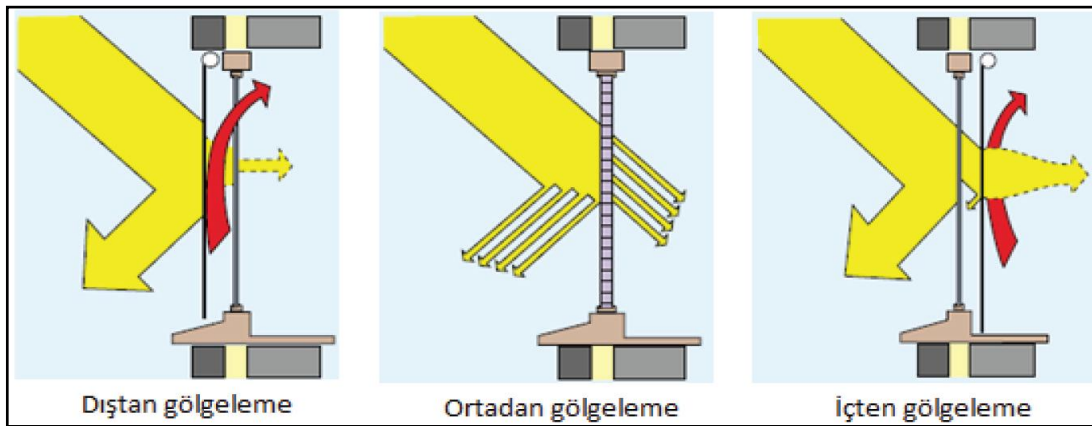
4.2.1.3. Tek Tabakalı Cephelerde Güneş Kontrolü

Tek tabakalı cephelerin iç veya dış kısımlarına gölgeleme elemanları eklenerek, güneş ışınının istenilen derecede yapı içine alınması sağlanmaktadır (Şekil 4.12.). Ayrıca, istenildiğinde gölgeleme elemanlarına yardımcı olarak doğal havalandırmayı sağlayan menfezlerde yerleştirilmektedir. Menfezler, iç ortamla dış ortam arasındaki doğal havalandırmayı ve binanın enerji tasarrufuna katkı sağlar (Şekil 4.11.).



Şekil 4.11. Tek Tabakalı Cephelerde Güneş Kontrolü

Tek tabakalı cephelere eklenen yardımcı elemanların yanı sıra, cama kaplama yapılarak da güneş kontrolü sağlanabilmektedir. Bu kaplamalar, kızılötesi yansıtımlı veya görülebilir boyuttaki dalga boylarını emen/yansıtan kaplamalardır. Kaplamalar soğuk havalarda ısı kazanımı ve güneş ışığı kazanımlarını azaltır. Bundan dolayı, soğuk aylarda bu kaplamalara karşı havalandırma sistemleri veya güneş kontrol elemanları kullanılır (Uygun, 2012), (Şekil 4.12.).



Şekil 4.12. Güneş Kontrolü Elemanları Yerleşim Biçimleri (Alemdağ, 2014)

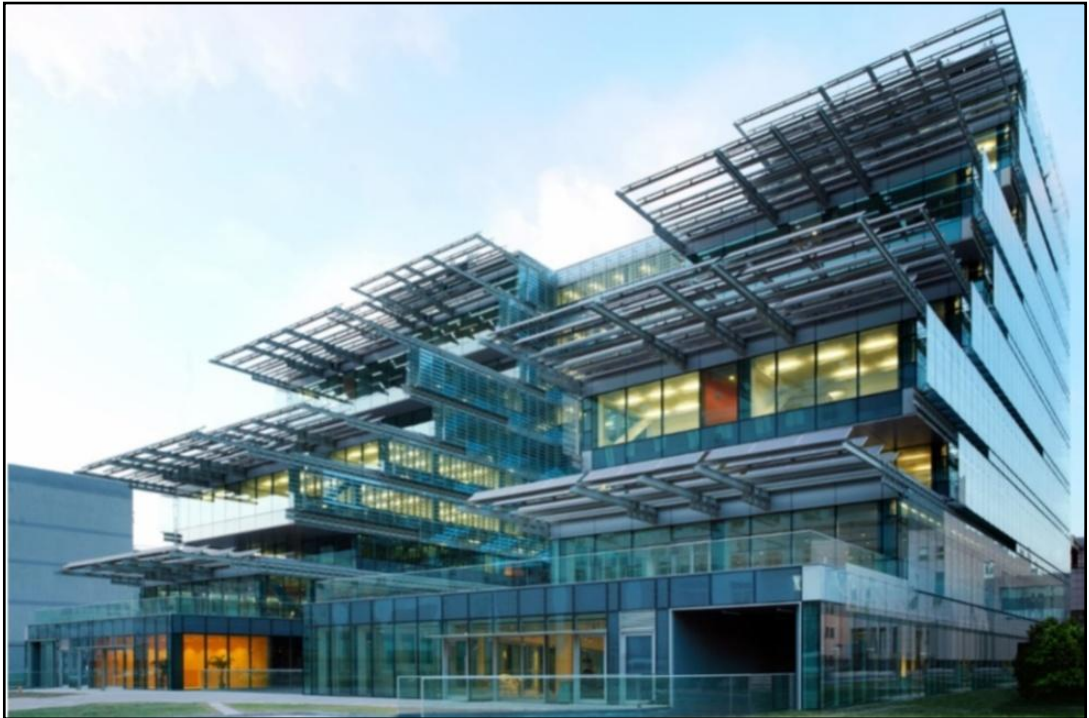
Tek kabuklu cephelerde güneş kontrolü aşağıdaki şekillerde sağlanır.

- Dış kontrol üniteli (gölge elemanlı) tek kabuklu cepheler
- Paneller arasında konumlandırılmış kontrol üniteli cepheler
- İç kontrol üniteli tek kabuklu cepheler

4.2.1.3.1. Dış Kontrol Üniteli Cepheler

Dış kontrol üniteli cephelerde, cephe üzerine yerleştirilen gölge elemanının güneş ışınımından dolayı yapının dış yüzeyinde biriken ısı, yapı içerisini etkilemez. Cepheye monte edilen kepenk, panjur, güneşlik ve storlar sürekli havanın etkilerine maruz kaldıklarından dolayı çabuk kirlenirler, temizlik ve bakımları da zordur. Gölge elemanlarının dezavantajı budur. Bu üniteler hareketli veya hareketsiz olmak üzere ikiye ayrılır. Üniteler, uygulama tiplerine göre de üçe ayrılır;

1. Tip uygulamalarda hareketsiz elemanlar kullanılır. Çatı saçakları, cepheye monte hareketsiz güneş kırıcılar, sabit açılı panjurlar bu gruba girer. Örnek olarak, Mimar Mario Cucinella tarafından, sürdürülebilirlik ilkeleri ile tasarlanan SIEEB binasını (Sino-Italian Ecological and Energy-Efficient Building) verebiliriz. Bina Pekin'de Tsinghua Üniversitesi kampüsünde bulunmaktadır ve İtalyan-Çin ortak girişimi olarak 2006 yılında inşa edilmiştir. Binanın güney cephesinde yatay güneş kırıcıları bulunmaktadır (Şekil 4.13.).



Şekil 4.13. Mario Cucinella'nın SIEEB Binası, Pekin (URL-29)

2. Tip uygulamalarda perdeler, storlar, büyük panjurlar ve jaluziler kullanılır. Bu tipe örnek olarak Studio SUMO tarafından tasarlanan Japonya’da bulunan ve yapımı 2016 yılında tamamlanan iHouse Dormitory binası verilebilir. Yurt Binasının en göze çarpan materyali alüminyum panjurlarıdır. Cephede3 farklı boyutta yatay panjurlar kullanılmıştır. Bu panjurlar ayrıca, cephe içerisinde ışık oyunlarından oluşan bir gölgeli yürüyüş yolu oluşturmuştur (Şekil 4.14.).

3.Tip Uygulamada ise hareketli gölgeleme elemanları, paneller, ışık saptırma elemanları, ızgara perdelemeleri gibi elemanlar kullanılmaktadır. Bu tipe örnek olarak; İsviçre’de inşa edilmiş, cephesinde hareketli fotovoltaik paneller bulunan Würth Holding binası verilebilir (Şekil 4.15.).



Şekil 4.14. iHouse Dormitory (URL-30)



Şekil 4.15. Würth Holding Binası, İsviçre (URL-31)

4.2.1.3.2. Paneller Arasında Konumlandırılmış Kontrol Üniteli Cepheler

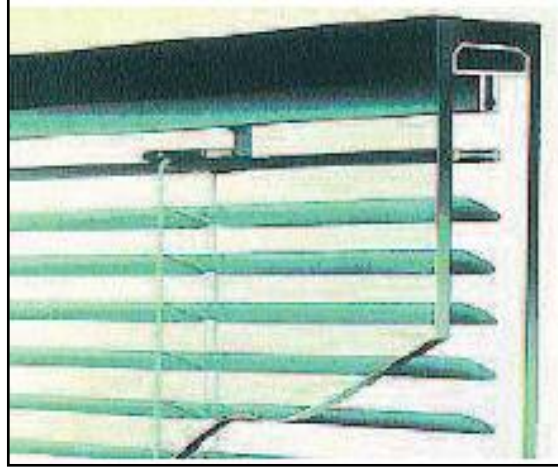
Bu tür cephelerde güneş kontrol elemanı, cam ünite içerisinde konumlandırılır. Kontrol elemanına ait elektrikli motor iki camın arasında konumlandırılabilir. Diğer alternatifi ise cam ünitenin dışından kontrol imkanı sağlayan manyetik sistemlerdir. Bu sistemlerin bakımı ve temizliği maliyetlidir. Bu sebeple diğer sistemlere göre daha az tercih edilmektedir. Örnek olarak; Hollanda'da bulunan ve Benthem Crowwel Architects'in 1987 yılında tasarlamış olduğu Mors binası verilebilir (Şekil 4.16.), (Şekil 4.17.), (Şekil 4.18.).



Şekil 4.16. Mors Binası, Hollanda (URL-32)



Şekil 4.17. Mors Binası, Hollanda (URL-33)



Şekil 4.18. Paneller Arasında Konumlandırılmış Sistem (Kalafat, 2011)

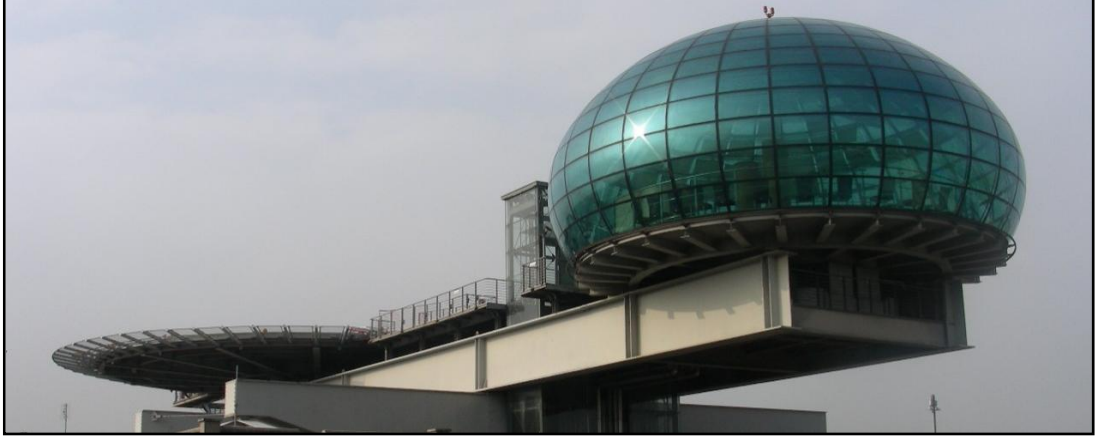
4.2.1.3.3. İç Kontrol Üniteli Tek Kabuklu Cepheler

Bu tip cepheler, diğer tek kabuklu cephelere göre daha az tercih edilmektedir. Bunun sebebi de güneş ışınımından kaynaklanan ısıнын mekan içinde hapsolmesidir. Bu tip cephelerde güneş kontrol elemanı olarak jaluziler, iç stor perdeler gibi elemanlar kullanılmaktadır. Bu elemanların bakımı diğer cephe türlerinde kullanılan elemanlara göre daha kolay ve ucuzdur.

İç kontrol üniteli tek kabuklu cephelere örnek olarak Renze Pianonun Fiat Lingotto fabrikasının çatı katında yer alan küre şeklinde tasarladığı toplantı salonunun cephesi verilebilir (Şekil 4.19.), (Şekil 4.20.), (Şekil 4.21.).



Şekil 4.19. Fiat Lingotto Fabrikası Toplantı Salonu (URL-34)



Şekil 4.20. Fiat Lingotto fabrikası (URL-35)



Şekil 4.21. Fiat Lingotto fabrikası Toplantı Salonu Tavanı (URL-36)

Günümüz mimarisinde, tek tabakalı cephe sistemleri yerine çift tabakalı cephe sistemleri tercih edilmektedir. Bunun nedeni günümüzde enerji kazanımına önem verilmesidir. Tek tabakalı cephe sistemleri ile istenilen enerji kazancı sağlanamamaktadır. Estetik açıdan da istenilen sonuç elde edilememektedir. Bu sebeple birden fazla katmana sahip, birkaç sistemi, mekanizmayı bir arada bulundurabilen enerji etkin çift kabuklu cephe sistemleri tercih edilmektedir.

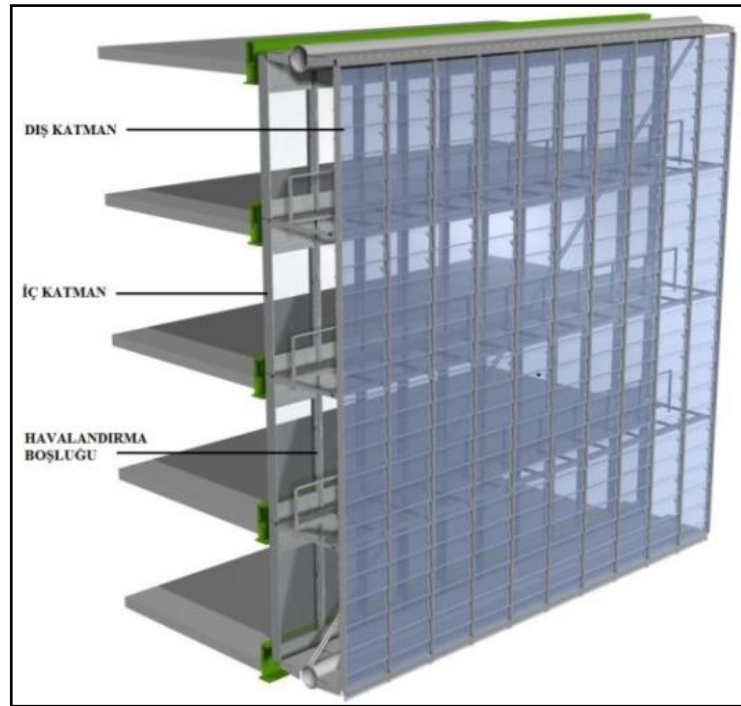
4.2.2. Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Taşıyıcı sistemlerin gelişmesiyle, dış duvarlar taşıyıcı sistem elemanı olmaktan çıkıp, iç ve dış mekanı birbirinden ayıran, kullanıcı konforunu maksimum düzeyde sağlamada yardımcı olan, iç mekanla dış mekan arasındaki ilişkiyi en verimli düzeyde tutmaya çalışan bir yapı elemanı haline almıştır.

Gelişen teknolojilerle cephede kullanılabilecek pek çok malzeme ortaya çıkmıştır. Endüstri devriminden sonra büyük boyutlu pencereler kullanılmaya başlanmış ve sonrasında da cam, sadece pencerelerde kullanılmakla kalmayıp,

cepheyi oluşturan bir eleman haline gelmiştir ve giydirme cephe kavramı ortaya çıkmıştır.

1972 yılı enerji krizinin ortaya çıkmasıyla beraber enerji kavramı daha da önem kazanmıştır. Yapı tasarımlarında ısı korunumu, kayıpların önlenmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması en önemli kriterler olmuştur. Giydirme cam cephe sistemlerinin uygulandığı binalarda, mekanları ısıtmak için büyük enerjiler harcanmaktadır. Bu binalarda ısı kayıplarını önlemek ve harcanılan enerjinin boşa gitmemesini sağlamak için çift kabuklu cephe sistemleri ortaya çıkmıştır (Alakavuk, 2010).



Şekil 4.22. Çift Tabakalı Cephe Sisteminin Katmanları (URL-37)

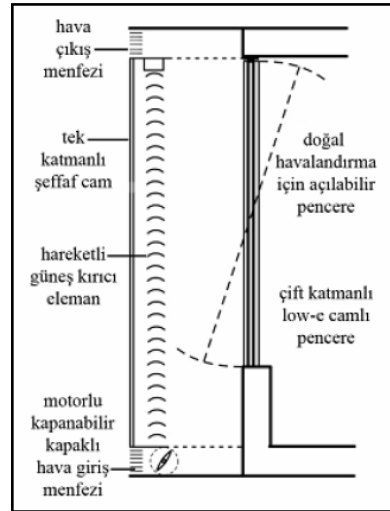
Çift kabuklu cephe sistemlerin tüm çeşitleri, bir adet iç katman, bir adet dış katman ve bu katmanlar arasındaki hava boşluğundan diğer adıyla tampon bölgeden oluşurlar (Şekil 4.22.). Tampon bölge, 20cm ile 2metre arasında değişen bir boşluktan oluşur. Bu tür cepheler sıcak iklimlerde ısı kazancını, soğuk iklimlerde ise ısı kaybını engeller, dış katman ara boşluğa hava ve ışık girişine imkan vererek doğal havalandırmayı ve aydınlatmayı sağlar, istenildiğinde iç katmandaki pencereler açılarak doğal havalandırma, soğutma sağlanır, gürültü kirliliğini minimum seviyeye indirmeye yardımcı olur. Ayrıca rüzgar etkisinin fazla olduğu bölgelerde, çok yüksek yapılarda dahi iç kabuktaki pencere açılarak doğal havalandırma yapılmasına olanak sağlar. Pasif sistemlerle elde edilen enerji sayesinde mekanik sistemlere

duyulan ihtiyacı azaltarak bina giderlerini düşürür ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlar (Çakır, 2011).

Çift kabuklu cephe sistemlerinde güneşten korunma elemanları havalandırma boşluğu veya tampon bölge denilen alana yerleştirilmektedir (Şekil 4.23.). Bu sayede güneş kontrol elemanları rüzgar, yağmur vs. gibi dış etkenlere maruz kalmazlar. Bakımları ve temizlikleri dış yüzeye yerleştirilen elemanlardan daha kolaydır ve bu özellikleri sayesinde daha ekonomiktir.

Çift kabuklu cephelerin binaya hafiflik ve zariflik sağlamanın yanında %30-%50 oranında enerji tasarrufu sağlayabildiği kaydedilmiştir (Sev ve Özgen, 2003). Çift kabuk cephe sistemleri hava boşluğunun havalandırılması ve bölgelendirilmesi üzere 2 grupta sınıflandırılır.

Hava boşluğunun havalandırılması yöntemine göre çift kabuk cepheler de 3 gruba ayrılır. Hava boşluğunun bölgelendirilişine göre de 4 gruba ayrılır.



Şekil 4.23. Çift Tabakalı Cephe Sisteminin Şematik Kesiti (Işık, 2014)

1. Hava boşluğunun havalandırılması yöntemine göre;

- Doğal Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri
- Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri
- Hibrid Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri

2. Hava boşluğunun bölgelendirilişine göre;

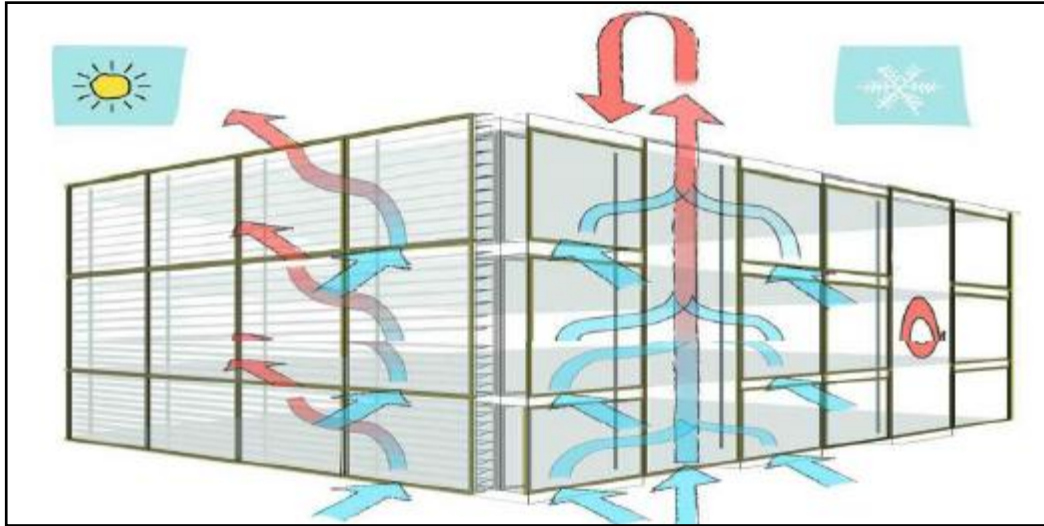
- Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Şaft Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Kat Yüksekliğinde Koridor tipi Çift Kabuk Cepheler
- Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheler

4.2.2.1.Hava Boşluğunun Havalandırılış Yöntemine Göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri

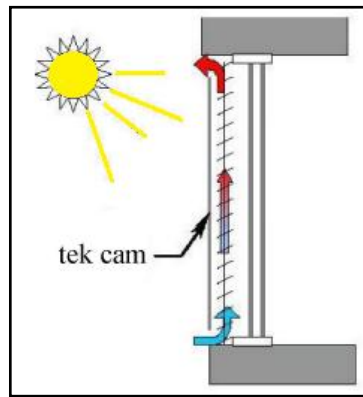
Hava boşluğunun havalandırılış yöntemine göre çift kabuk cepheler 3 gruba ayrılmaktadır;

4.2.2.1.1.Doğal Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Doğal havalandırma, dış ortamdaki havanın bina cephesindeki boşluklardan içeri girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıklarıyla aynı boşluklardan dışarı çıkmasıyla oluşan sistem olarak tanımlanır (Şekil 4.24.), (Şekil 4.25.). Rüzgar ve basınç farklılıkları sonucu meydana gelir. Dış ve iç kabuk arasında kalan hava doğal veya mekanik yollarla havalandırılır. Doğal havalandırmayı maksimum mekanik havalandırmayı minimum seviyede kullanmak, kullanıcı konforu için en iyi seçimdir.



Şekil 4.24. Çift Tabakalı Cephe Sistemi Doğal Havalandırma Sistemi Şematik Gösterimi (Uygun, 2012)



Şekil 4.25. Çift Kabuklu Cephelerde Doğal Havalandırma (Tatlı, 2006)

Çift kabuklu cephelerde kabuklar arasındaki boşluğun hava hareketlerini etkileyen iki faktör vardır. Bu faktörler baca etkisi (yoğunluk farklılıkları) ve rüzgardır. Baca etkisi, mekan içerisindeki sıcaklık, dış mekan sıcaklığından fazla olduğu zamanlarda, basınç farklılıkları binanın üst kotunda dışarıda, alt kotunda ise içeride etki alanı oluşturmaktadır. Üst ve alt kotta dış katmanda bulunan açıklıklar, menfezler açık olduğunda bina içerisindeki ılık hava yoğunluğundan dolayı yükselir ve üst kottan dışarı çıkar, çıkan havanın yerine daha serin hava alt kotlardan bina içersine girer. Yoğunluk farklılıklarının sebep olduğu bu olaya "baca etkisi" denmektedir (Tatlı, 2006).

Rüzgar, yapı cephesinin dış yüzeyinde basınç farklılıklarına sebep olur. Doğal havalandırmada rol oynayan basınç farklılıklarını;

- Bina yerleşim alanı (Şehir merkezi, Köy, Kasaba)
- Binanın yakınındaki lokal engeller (ağaçlar, komşu binalar)
- Rüzgarın hızı ve yönü
- Bina tipolojisi gibi faktörler etkiler (Tatlı, 2006).

Çift tabakalı cephelerde, dış katmanda bulunan menfezler kışın kapatılarak yalıtım elemanı görevi görür ve ısı kayıpları engellenir. Yazın ise menfezler açılarak bina pasif olarak soğutulur. Doğal havalandırma kullanıcının istediği birçok şartı sağladığından dolayı tasarımcılar tarafından mekanik havalandırmaya oranla daha çok tercih edilir. Doğal havalandırmada mekanik havalandırmada ortaya çıkan gürültü kirliliği, sağlık problemleri gibi sorunlarla karşılaşılmaz. Ayrıca, mekanik sistemler, periyodik bakım-onarım gerektirir ve önemli miktarda enerji tüketimine yol açar. Doğal havalandırma sisteminin maliyeti daha düşüktür (Şekil 4.26.), (Şekil 4.27.).



Şekil 4.26. Doğal havalandırmada kullanılan mekanik pencere örneği (URL-38)



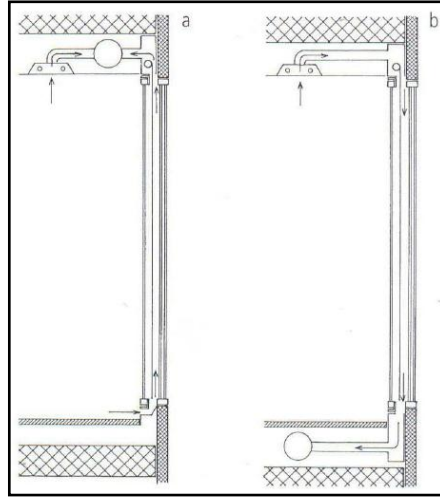
Şekil 4.27. Doğal havalandırma yapılan çift cephe örneği (URL-39)

4.2.2.1.2. Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Mekanik Havalandırmalı cepheler genellikle "aktif cephe" olarak tabir edilmektedir. Bu tür cephelerde iki cam arasında havalandırma boşluğu (tampon) bırakılır. Kış aylarında cephenin alt kısmındaki kanallardan soğuk havanın girmesi ile boşluk içerisinde bulunan sıcak hava üst kısma doğru ilerler ve çatı katında ısı değiştirici tarafından ısıtılıp boşluğa verilir. Yaz aylarında ise ısınan hava cephede bulunan havalandırma kapakçıkları ile dışarı atılır.

Havalandırma boşluğu kışın enerji kaybını, yaz mevsiminde ise aşırı ısınmayı engeller. Fazla ısınmayı engellemek için, güneş kontrol elemanları (düşey lameller, stor perdeler) kullanılır. Bu elemanlar yazın güneş ışığını absorbe eder. Cama yakın bölgeler için de aynı konforun sağlanmasına yardımcı olur. Mekanik havalandırma sistemleri, klima sistemleriyle kontrol edilen ve hasta bina sendromu denilen rahatsızlıklara (baş ağrısı, alerji vs.) neden olan sistemlere nazaran çalışan konforunu üst düzeyde tutar.

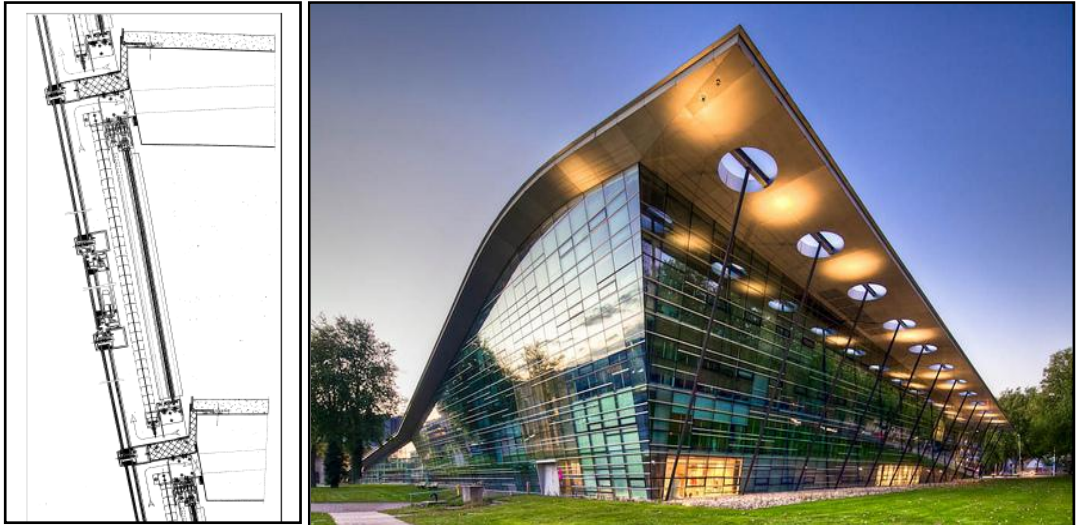
Havalandırma boşluğundaki hava, yardımcı elemanlarla iç mekana alınır. İç mekanlar döşeme altı veya döşeme üstü sistemlerle havalandırılır. Bu sistemde katlar arası bağlantı yoktur. Boşluktaki hava aşağı ve yukarı doğru hareket eder (Şekil 4.28.).



Şekil 4.28. Mekanik Havalandırma Aşağı (b) ve Yukarı (a) Yönde Hava Akışı
(Compagno 2002, s. 112)

Mekanik Havalandırma sistemleri, gürültü kontrolünü de sağlar. Özellikle trafiğin yoğun olduğu caddelerde bulunan binalar için bu sistemin kullanılması avantajdır. Çünkü hem çift cepheden dolayı ses yalıtımı sağlanır, hem de pencere açılmasına gerek kalmadığı için gürültünün içeri girmesi engellenir. Mekanik havalandırma sistemine tasarım aşamasında karar verilmeli ve sisteme ait ünitelerin binanın neresinde konumlanacağına karar verilmelidir (Özbalta, 2005).

Mekanik Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemlerine örnek olarak, Hollanda'da bulunan Delft Teknik Üniversitesi'nin kütüphane binası verilebilir. Bu binada kat bazında mekanik havalandırma yapılmaktadır. Mekan içerisinde kirlenen hava, boşluğa verilmektedir. Boşlukta temizlenen hava tekrar mekana geri verilmektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Delft Teknik Üniversitesi Kütüphane Binası - Cephe Detayı (URL-40)

4.2.2.1.3. Hibrid Havalandırmalı Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Hibrid havalandırma sistemleri, doğal ve mekanik havalandırmanın bir arada yapıldığı sistemlerdir. Doğal havalandırma sisteminin yetersiz kaldığı zamanlarda bina otomatik olarak mekanik havalandırma sistemleriyle havalandırılmaya başlanmaktadır. Dış ortam sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda doğal havalandırma yeterli olmamaktadır ve mekanik sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlarda sıcaklığın düştüğü gece saatleri doğal havalandırma yapıp iç ortam konforu yükseltilmektedir.

Bu sistem, çok yüksek binalarda bile pencere açabilme imkanı vererek doğal havalandırma yapılmasını sağlar. Doğal havalandırma sistemleri, mekanik havalandırma sistemlerinin ilk inşaa ve enerji maliyetlerinden tasarruf etmeyi sağlamaktadır. Ayrıca, doğal havalandırma ile iç ortam konforunu yükseltmektedir.

Hibrid havalandırma sistemleri bina yüksekliğinde, kutu tipi ve koridor tipi çift kabuk cephe sistemlerinde kullanılabilir. Hibrid Havalandırmalı çift kabuk cephe sistemlerine örnek olarak Berlin'de bulunan, Renzo Piano'nun tasarladığı Debis Tower Binasını verilebilir (Şekil 4.30.), (URL-76).



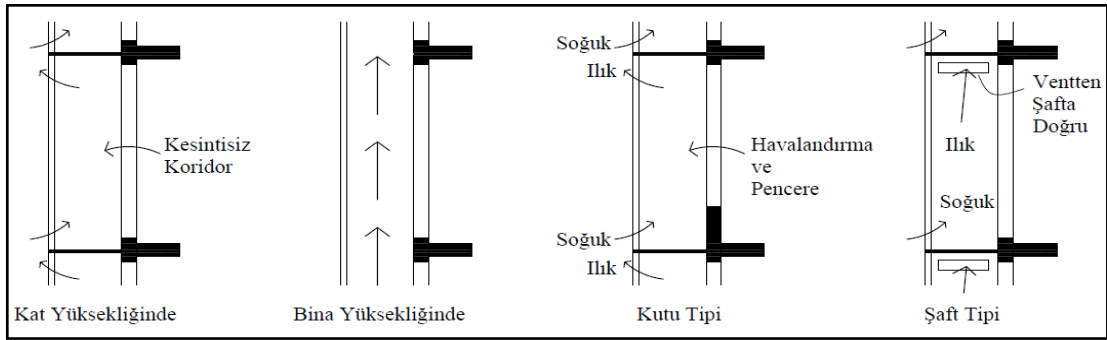
Şekil 4.30. Debis Tower Bina Cephesi (URL-41)

Debis Tower Binasının cephesinde bulunan lameller, sıcak havalarda 70dereceye kadar açılıp, güneş korunumunu sağlamaktadır. Bu lameller kış aylarında kapatılır ve enerji korunumu sağlanır. Dış cam katmanı, iç cam cepheden 68 cm uzaktadır. Kullanıcılar, havalandırma için iç cephe camının alt ve üst kısmında bulunan cam bölmeleri kapayabilir veya açabilirler. Bakım platformları cam katmanlar arasında yerleştirilmiştir. Yatay güneş şemsiyeleri gibi davranır ve yangın esnasında dumanın yayılmasını önlemek için lamine güvenlik camı ile kaplıdır.

4.2.2.2. Hava Boşluğunun Bölgeleştirililişine göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Çift kabuk cephe sistemleri için bir diğere sınıflandırma ise hava boşluğunun bölgeleştirililişine göre dir. Bu sınıflandırmada çift kabuk cepheler 4 grupta incelenir. Bunlar (Şekil 4.31.) ;

- Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Şaft Tipi Çift Kabuk Cepheler
- Kat Yüksekliğinde Koridor tipi Çift Kabuk Cepheler
- Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheler



Şekil 4.31. Çift Kabuk Cephe Sistemleri Şematik Gösterimi

4.2.2.2.1. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cepheler

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerde dış ve iç kabuk arasındaki boşluk yatayda ve düşeyde kesintisiz devam etmektedir. Bu boşlukta, temizlik ve onarım amaçlı yürüme yolları da tasarlanabilmektedir. Yürüme yolları, ana taşıyıcıya monte edilmiş çeliklerin üstüne oturulmaktadır. Ayrıca güneş kontrol elemanları da bu boşluğa yerleştirilebilir.

Bu tür cephelerde, dış kabuğun alt ve üst kısmında menfez bulunur. Soğuk hava alt kısımdan alınır, içerideki sıcak havayı itererek yükselmesini ve üst menfezden dışarı atılmasını sağlar. Bu sistemde sıcak hava sürekli üst katlara doğru yükseldiğinden dolayı üst katlar fazla ısınabilmektedir. Bu da iç mekan konforunu kötü yönde etkilemektedir. Sistemin bir diğere dezavantajı ise yangın sırasında dumanın ve yangının her kata kolayca ulaşabilme ihtimalidir. Ayrıca katlardaki koku ve gürültünün diğere katlara geçme ihtimali vardır.

Kış aylarında kabuğun alt ve üst kısmındaki menfezler kapatılarak sera etkisi sağlanabilir ve güneş enerjisinden kazanç sağlanabilmektedir. Bina Yüksekliğinde

Çift Kabuk cephe sistemlerine örnek olarak Emre Arolat tarafından tasarlanan Maslak no:1 ofis binası verilebilir (Şekil 4.32.).



Şekil 4.32. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Örneği Maslak no:1 ofis binası (URL-42)

4.2.2.2.2. Kat Yüksekliğinde Koridor tipi Çift Kabuk Cepheler

Kat yüksekliğinde koridor tipi çift kabuk cephelerde, katlar kesintisiz yatay bölücülerle birbirinden ayrılmıştır. Hava giriş-çıkışı kat bazında olmaktadır. Kat cephesinde alt ve üst kısmında hava giriş-çıkış menfezleri bulunmaktadır. Hava alt menfezden alınır, kat içerisine verilir. Kirlenen hava mekan içerisinden boşluğa verilir ve üst menfezden çıkışı sağlanır. Hava boşluğun içinde çok fazla mesafe kat etmediğinden dolayı ısısında pek bir değişiklik olmaz.

Bu tür cephelerde, dış kabuk ile iç kabuk arasındaki boşluk 20-150 cm arasında boyutlandırılır. Bu boşluk 100-150 cm arasındaysa bu bölüm koridor olarak kullanılır ve odalar arası geçiş sağlanabilir. Güneş kırıcılar da bu boşluklara yerleştirilebilir ve bu sayede bakımları daha kolay olur.

Koridor tipi çift kabuklu cephelerde aynı kattaki mekanlar arasında ses yayılabilir. Bunu önlemek için mekanlar arası dikey ayırıcılar kullanılabilir.

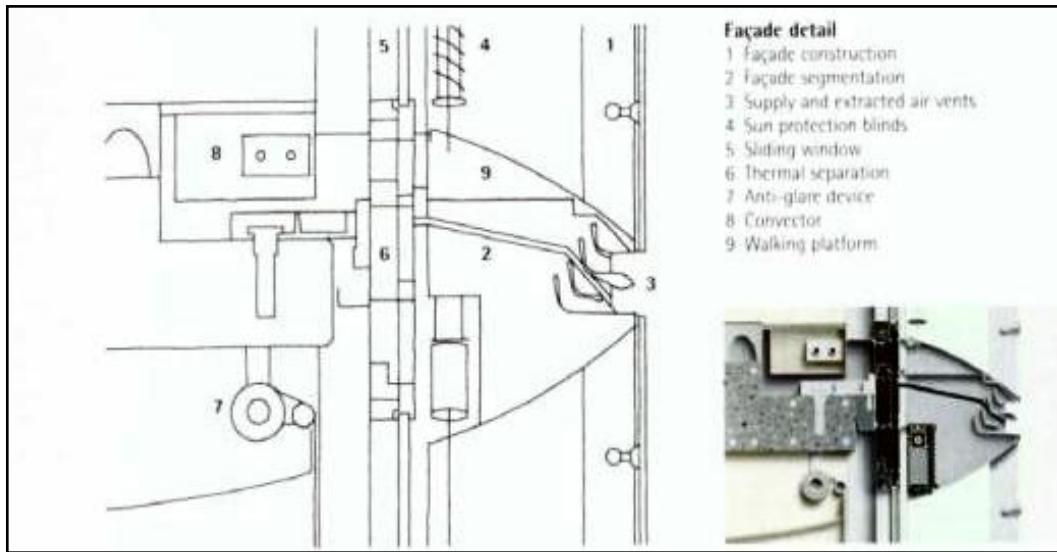
Koridor tipi cephelere örnek olarak Düsseldorf'ta Petzinka Pink and Partner tarafından tasarlanan Stadttor ofis binası verilebilir (Lakot, 2007), (Şekil 4.33.).



Şekil 4.33. Kat Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Örneği Stadttor ofis binası (URL-43)

4.2.2.2.3. Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cepheler

Kutu pencere tipi çift kabuk cephelerde katlar arasında yatay ve kat bazında dikey ayırıcılarla alanlar sınırlandırılmıştır. Havalandırma sistemine yardımcı olarak katlar arasında balık ağzı denen hava giriş çıkışı sağlayan pencereler bırakılmıştır (Şekil 4.34). Bu pencerelerin her ikisi de düşeyse dışarıya verilen pis hava geri emilebilir. Bu sistem yangını önlemeye yardımcı olur. Her katta giriş çıkış menfezi bulunmaktadır. Bu da etkili doğal havalandırma sağlamaktadır. Dış cam ile iç cam arasındaki boşluk 20-40 cm'dir.



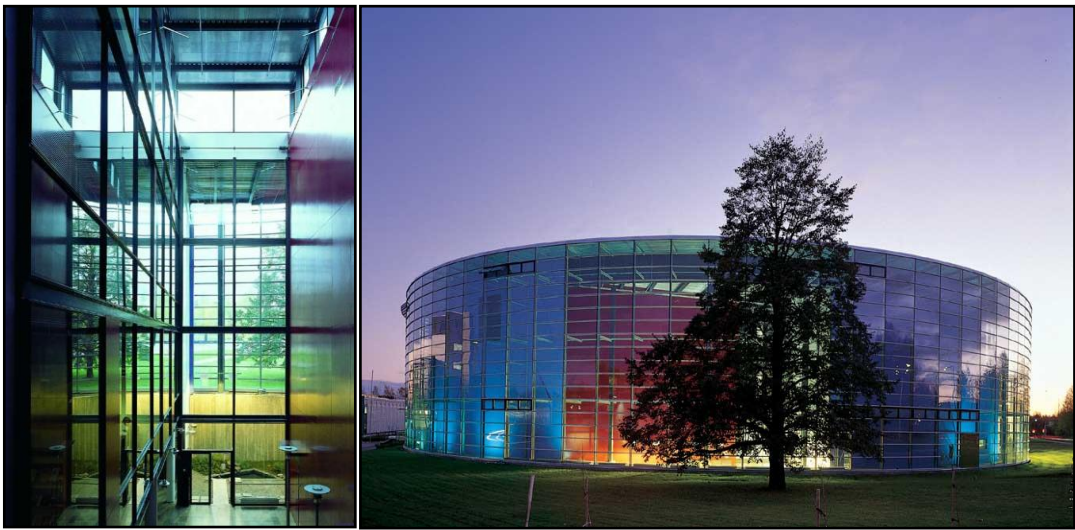
Şekil 4.34. Balık ağzı (Lakot, 2007)

Düşey sınırlandırıcı elemanlarla, kat içinde gürültü, ses, koku izolasyonu sağlanmaktadır. Bu sistem genellikle, çok gürültülü yerlerde, ses yalıtımı gereken mekanlarda kullanılmaktadır. Bina iç cephesinde bulunan pencereler istenildiğinde açılabilmekte ve doğal havalandırma sağlanmaktadır. Bu da iç mekan konforunu sağlamaktadır. Bina iç cephe camı çift cam, dış cephe camı ise lamine tek cam olarak tasarlanmaktadır. Diğer türlere göre daha karmaşıktır.

Bu sistemde kutu paneller fabrikada üretilir ve şantiyeye gönderilir. Kutu paneller, bina taşıyıcı sistemine tespit bileşenleri ile monte edilir. Paneller fabrikasyon olarak üretildiği için hızlı bir şekilde imal edilebilir ve uygulanabilir. Paneller 1 kat yüksekliğindedir. 2 cam arasındaki boşluğa mekanik güneş kırıcılar (panjurlar vs.) yerleştirilebilir.

Bu tip cephelere örnek olarak Finlandiya Viikki'de bulunan Helsinki üniversite'nin Viikki Kampüsünün ana binasıdır. Bina, ARK-house arkkitehdt Oy tarafından tasarlanmıştır. Binanın silindirik formu, enerji korunumu sağlar, bina kabuk alanı binanın iç hacminden küçüktür. Çift kabuklu cephe bina cephesinin 4te 3ünü kaplamaktadır. Toplam çift cephe alanı 2500 metrekaredir ve kutu tipi çift kabuk cepheye örnektir. Kış aylarında temiz hava binanın güney cephesinden alınır ve HVAC sisteminde kullanılır. Yaz aylarında ise kuzey tarafından temiz hava alınır.

Dış taraftaki yalıtımlı tek cam, iç tarafta ise 4-6 mm lamine çift cam kullanılmıştır. HVAC sistemiyle bina ısıtmasında %75 oranında enerji kazancı sağlanabilmektedir (Poirazis, 2004), (Şekil 4.35.).

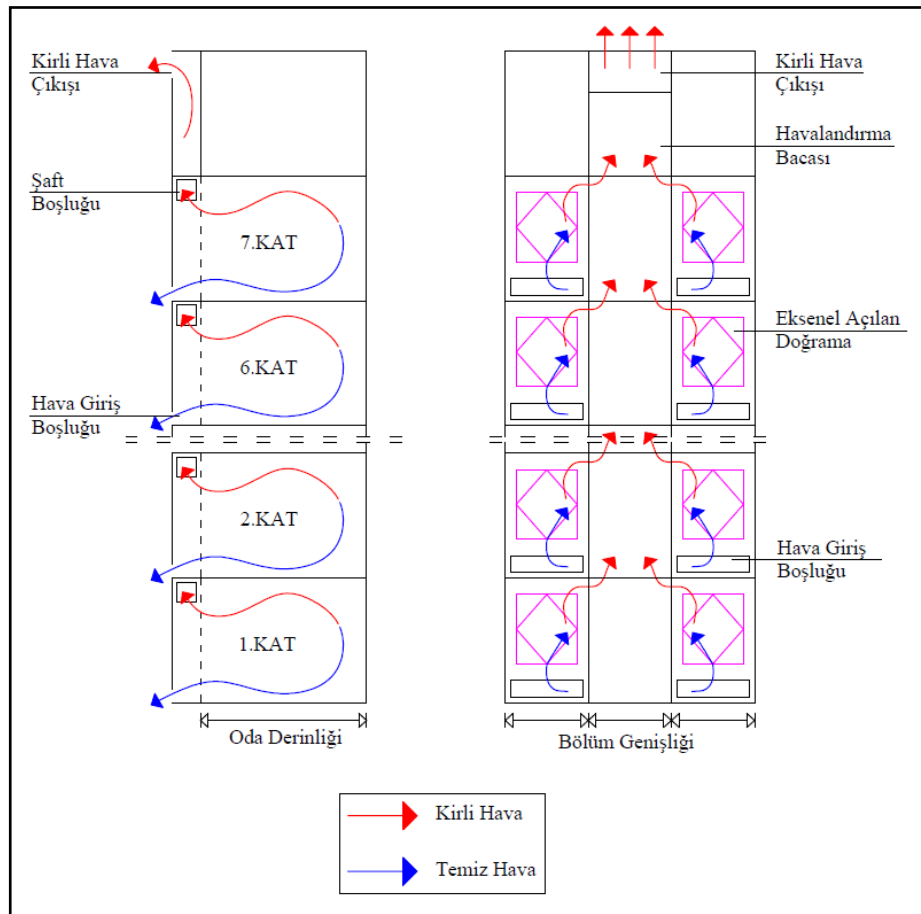


Şekil 4.35. Kutu Pencere Tipi Çift Kabuk Cephe Örneği Korona Binası (URL-44)

4.2.2.2.4. Şaft Tipi Çift Kabuk Cepheler

Şaft tipi çift kabuklu cepheler, koridor tipi çift kabuk cepheler ile bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerin beraber kullanılmasıyla oluşur. Bu tür cephelerde, düşeyde bina boyunca kesintisiz bir hava boşluğu bulunur. Hava bu boşlukta baca etkisiyle yükselir ve katlara dağılır. Her katta hava giriş açıklığı bulunur. Hava çıkışı ise yalnızca şaftın en üst noktasındaki açıklıktan olur (Şekil 4.36.). Üst katlara çıkıldıkça basınç farklılıkları oluşabilir ve ısınan hava ters basınç yapıp alt katlara geri dönebilir. Bu sebeple bu sistem yüksek katlı binalara uygun değildir. Diğer sistemlere göre daha az tercih edilmektedir. Güneş kırıcıları hava boşluğuna yerleştirilebilmektedir. Gürültünün yatayda yayılmasını önlemek güçtür. Yangın esnasında dumanlar şafttan bütün binaya yayılabilir, önlem alınmalıdır (Poirazis, 2004).

Bu tip cephelere örnek olarak, Almanya Mönchengladbach'de bulunan, Schrammen und Partner tarafından tasarlanan Gladbacher Bank Binası verilebilir (Şekil 4.37.).



Şekil 4.36. Şaft tipi Havalandırma Sistemi Şematik Gösterimi



Şekil 4.37. Şaft Tipi Çift Kabuk Cephe Örneği Gladbacher Bank Binası (URL-45)

4.3. Akıllı Cepheleri Oluşturan Bileşenler

Akıllı cepheler aşağıda verilen bileşenlerden oluşur;

- Kabuk Bileşenleri
- Taşıyıcı ve Tespit Bileşenleri
- Güneş Kontrol Elemanları
- Yağmur Suyu Depolama Elemanları
- Yürüme Yolu

4.3.1. Kabuk Bileşenleri

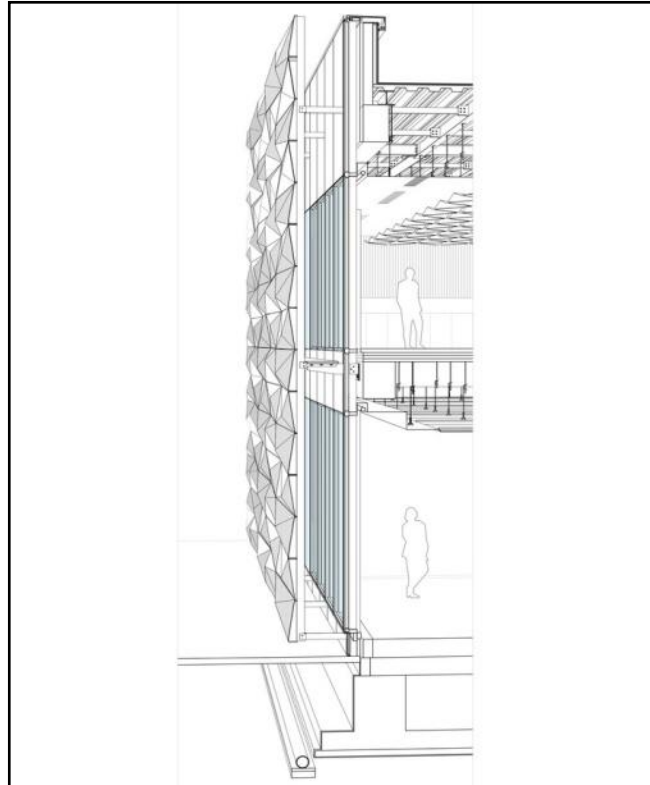
Kabuk Bileşeni, binanın taşıyıcı sistemine yardımcı olan ikinci strüktürlere tespit edilen kabuktan veya enerji korunumu sağlayan taşıyıcı olmayan duvarlardan ve pencere gibi açıklıklardan oluşmaktadır. Kabuk, binayı iklim koşullarından, gürültüden, kötü kokulardan, istenmeyen solar ışınlar gibi etkenlerden korur. Kabuklar, saydam ve opak bileşenlerden oluşur. Cephelerde saydam bileşen olarak cam tercih edilir. Bunun nedeni estetik ve hafif olmasıdır.



Şekil 4.38. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu (URL-46)



Şekil 4.39. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu (URL-47)



Şekil 4.40. S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu Cephe Detayı (URL-48)

2016 senesinde inşası tamamlanan, BINAA tarafından tasarlanan, Sakarya'nın Hendek ilçesinde bulunan S2OSB Yönetim Binası ve Konferans Salonu binasında saydam ve opak kabuk bileşenleri bir arada kullanılmıştır. Yapı içerisinde 170 kişilik konferans salonu ve ofis alanları bulunmaktadır. Konferans salonunun cephesinde dolu paneller kullanılmıştır. Ofis alanında ise cephede güneş kontrolünü sağlayan perfore paneller bulunmaktadır. Bu paneller sayesinde iç mekan ile dış mekan ayrılmıştır fakat kullanıcı dış mekanı görmektedir (Şekil 4.38.), (Şekil 4.39.), (Şekil 4.40.), (URL-77).

4.3.1.1. Saydam ve Opak Bileşenler

Akıllı cephelerde sıklıkla kullanılan cam, yapının doğal aydınlatılmasını, doğal havalandırılmasını, güneş ve iklim kontrolünü, enerjinin etkin kullanımını sağlar. Hafif ve estetik bir malzeme olduğundan dolayı çok tercih edilir. Bina cephesinde cam; tek, çift veya üç cam ünite şeklinde kullanılır. Çift kabuk cephelerde genellikle iç kabukta iki veya üç tabakalı yalıtımlı-temperli cam kullanılır. Dış kabuk ise, tek tabakalı temperlenmiş veya lamine cam seçilir. Bu seçimler yapılırken güvenlik, maliyet, konfor, rüzgar yükü korunumu, ses yalıtımı, ısı yalıtımı gibi etkenler göz önünde bulundurulur (Erturan, 2010).

Akıllı bina cephelerinde kullanılan cam çeşitleri;

- Şeffaf Cam (Float cam)
- Low-e Kaplamalı Cam
- Lamine Cam (Katmanlı Cam)
- Temperlenmiş Cam
- Kurşun Geçirmez Cam
- Fotovoltaik Cam
- Renklendirilmiş cam
- Yalıtım Cam
- Güneş Kontrol Camı
- Yansıtıcı Cam
- Akıllı Camlardır.

Akıllı bina cephelerinde kullanılan opak bileşenler ise, genellikle bina strüktürünü gizlemek için kullanılan panellerdir. Bu paneller genellikle, taşıyıcı

sisteme monte edilen galvaniz levha ile dış cam arasına taşıyıcı gibi ısı yalıtımı elemanının yerleştirilmesiyle oluşur.

4.3.1.1.1. Saydam Bileşenler;

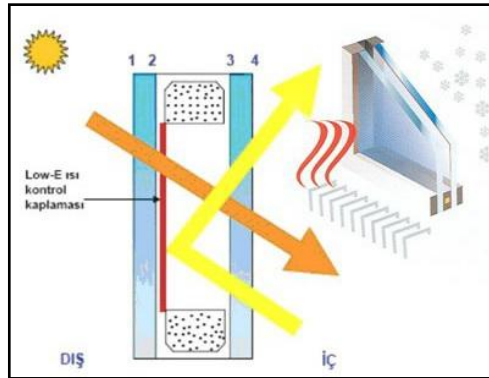
Şeffaf Cam (Float Cam)

Float cam denilen şeffaf cam, "cam eriyiğinin erimiş kalay üzerinde yüzdürülmesi (floating) yöntemiyle üretilmektedir" (Trakya Cam, 2013). Tüm cam türleri için temel üründür, günümüzde de en çok kullanılan cam çeşididir. İçeriğinde soda, silikat ve kireç bulunur. Bu içerik üreticiden üreticiye değişebilmektedir. Bu tip camlar saydam olduğundan dolayı yüksek ışık geçirgenliğine sahiptirler. Güneş kontrolünü ve ısı direncini sağlamak için özel filmler kaplanabilmektedir.

Float cama üretim esnasında az miktarda demiroksit eklenirse camın yeşil rengi azaltılır ve daha şeffaf bir cam ortaya çıkar. Bu şeffaf cam diğer camlara göre daha estetik ve tasarımcılar tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Şeffaf cam, 3-22 mm arası kalınlıklarda üretilebilmektedir.

Low-e Kaplamalı Cam (Düşük Yayımlı Cam)

Cam üzerine kaplama yapılmasıyla elde edilir. Bu kaplama; 6 - 9 tabakadan oluşan, çok ince, yüksek ısı geçirimine sahip, kızılötesi ışınları yansıtan, ışık geçirgenliği yüksek metal oksit kaplamadır. Genellikle çift camlarda iç camın dış kısmına veya dış camın iç kısmına uygulanır. Saydam yüzeydeki yansımaları minimuma indirirler. Cam yüzeyindeki Low-e kaplamalarla, ortama giren güneş enerjisinin dışarı çıkması %70 oranında engellenebilir ve enerji mekana geri yansıtılabilir . Tek cama göre 3.5-4 kat daha iyi ısı yalıtımı sağlarlar. Bu sebeple akıllı bina cephelerinde sıklıkla kullanılırlar (Şekil 4.41.).

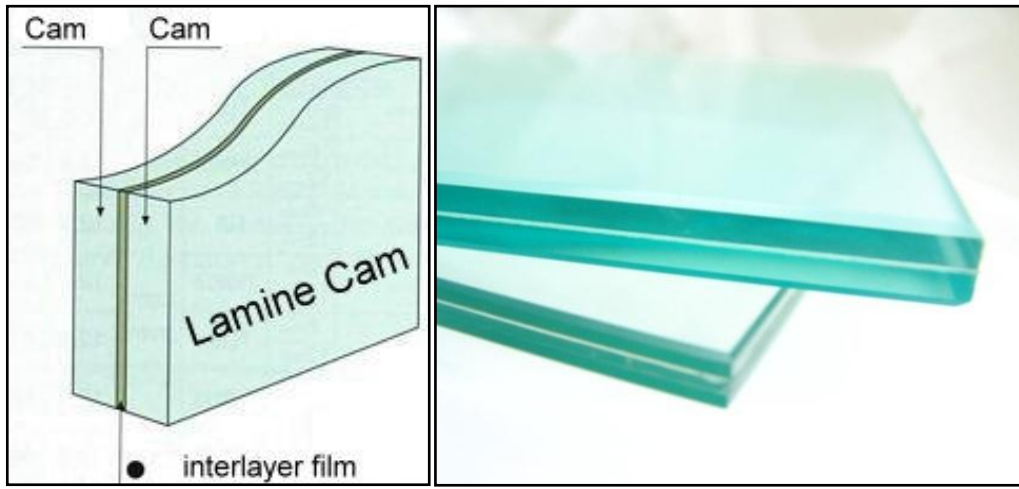


Şekil 4.41. Low-e Kaplamalı Cam Şematik Gösterimi (URL-49)

Lamine Cam (Katmanlı Cam)

Lamine cam, iki veya daha fazla cam tabakanın arasına PVB (Polivinil butiral) denilen özel bağlayıcı tabakaların yerleştirilmesi ve ısı ile basınç altında preslenmesi sonucu ortaya çıkan cam çeşididir. Bu işlem sonrasında, cam kırıldığında parçalanmaz, film tabakası parçaları yerinde tutar. Bu sebeple akıllı bina cephelerinin dış kabuk yüzeyinde tercih edilir. Güvenlik camı olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.42.) .

Ayrıca lamine cam, ultraviyole ışınları %97 oranında tutar ve bu sayede bina içerisindeki tekstil malzemelerinin vs. renginin solmasını önler.



Şekil 4.42. Lamine Cam (URL-50)

Temperlenmiş Cam (Havalı Cam)

Temperlenmiş cam, konturları verilmiş camın, yumuşama noktasına gelinceye kadar ısıtılmasının ardından hızla soğutulması sonucu elde edilir. Temperli camlar darbelere karşı, diğer camlara göre 5 kat daha dirençlidir. Kırıldıklarında zar büyüklüğünde parçalanırlar ve bu sebeple yaralanma riski azalmış olur. İşlem görmemiş camlara göre ısıya, 3 kat daha dirençli ve 200 derece ısı değişkenliğine karşı dayanıklıdır. Güvenlik camı olarak kullanılabilirler (Şekil 4.43.).

Camlara farklı soğutma işlemleri uygulanarak yarı temperli camlar da elde edilebilmektedir. Bu tür camlar diğer işlem görmemiş camlara göre 2 kat daha dayanıklıdır. Güvenlik camı olarak kullanılamazlar.



Şekil 4.43. Temperlenmiş Camın Darbe Aldıktan Sonraki Hali (URL-51)

Kurşun Geçirmez Cam

Kurşun geçirmez cam, EN1063 Standartına göre üretilir ve silahlı saldırılara karşı bina içerisindeki insanları korumaya yardımcı olmaktadır. Bu tip camlar çok katlı laminasyon üniteleridir. İstenildiğinde temperli olarak üretilmektedir. Cam yüzeye kurşun geldiğinde iç tarafa doğru cam parçacıklarının dağılımını engellemek için polikarbon levha uygulamalı da üretilmektedir. Çift tabakalı cepheye uygulandığında lamine ünitesi çarpmanın olacağı yüzeyin diğer tarafında yer almaktadır. Bu tip camlar genellikle konsolosluk binalarında, resmi binalarda güvenlik amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 4.44.).



Şekil 4.44. Kurşun Geçirmez Camın Darbe Aldıktan Sonraki Hali (URL-52)

Renklendirilmiş cam

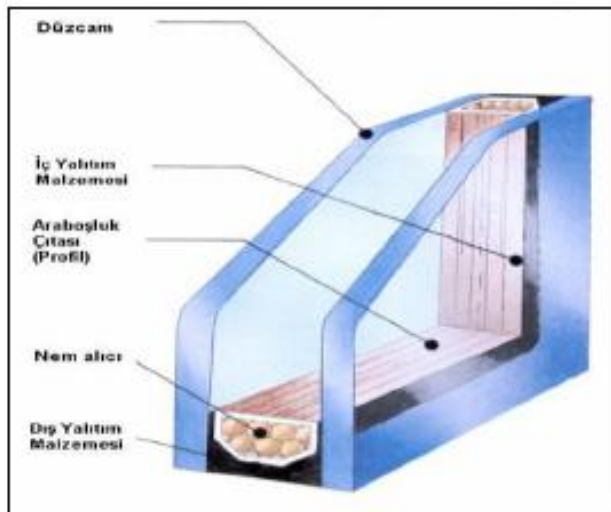
Renklendirilmiş camlar, imalat sırasında cam hamuruna renk verici maddelerin eklenmesi sonucu elde edilir. Camın ısı ve ışık geçirgenliği de bu işlem sonucu etkilenir. Camın renklenmesiyle cam ısıyı emer hale gelir ve camın ısısı artar. Buna karşın iç mekana geçen ısı enerjisi azalır. Renkli camlar cephede ve iç mekanda dekoratif amaçla da kullanılır. Yeşil, mavi, füme gibi renkler diğer renklere göre daha çok tercih edilir (Şekil 4.45.).



Şekil 4.45. Cephede Kullanılan Renklendirilmiş Cam Örneği (URL-53)

Yalıtım Cam (IsıCam)

Yalıtım cam, iki veya daha fazla camın arasına kuru hava veya çeşitli gazları barındıracak şekilde fabrika koşullarında sıkıştırılması ve birleştirilmesi sonucu elde edilir. Cam tabakalar arası boşluk oluşturmak için çita kullanılır. Camın sızdırmazlığının sağlanması için de yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isıcam sayesinde bina cephesinde ısı ve güneş kontrolü sağlanır. Isı kaybını %50 oranda azaltır (Şekil 4.46.) .

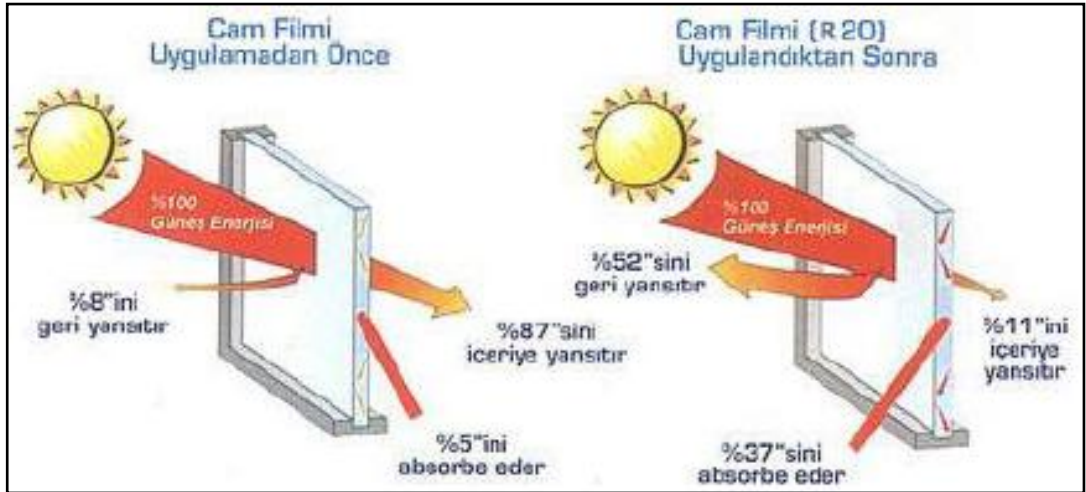


Şekil 4.46. Isıcam Detay (URL-54)

Güneş Kontrol Camı (Yansıtıcı Cam)

Güneş kontrol camları, güneş ışığının ve ısısının mekan içerisine girişini denetler. Bu tür camlar, yaz aylarında güneşten gelen ısıyı kontrol etmek, kış aylarında ise iç mekandaki ısıyı kontrol etmek, önleme amaçlı kullanılır. Güneş kontrol camları, camın dış tabakasının iç kısmına kaplanan metal veya ametal oksitlerle yansıtıcılık özelliği kazanırlar. Bu tabakalar korozyona uğrayabilmektedir. Çift kabuklu cephelerde genellikle iç kabuklarda kullanılırlar. Bunun sebebi ise güneş ışınımını yansıtma özelliğidir. Cephede ayna etkisi yaratır (Şekil 4.48.).

Camlara kaplanan filmler sayesinde, yaz aylarında %80-85 oranında güneş ısı bina dışında tutulur ve bu sayede bina soğutma masraflarının azalmasında yardımcı olur. Kış aylarında ise, içerideki ısıyı tutarak ısıtma masraflarının azalmasını sağlar (Şekil 4.47.).



Şekil 4.47. Güneş kontrol camı (URL-55)



Şekil 4.48. Güneş kontrol camı (URL-56)

Gürültü Kontrol Camı

Gürültü kontrol camları, çok sesli yerlerde inşa edilen binaların cephesinde kullanılmak üzere üretilen camlardır. Bu tür camlar, mekan içerisinde sessiz bir ortam sağlayarak kullanıcı konforunu artırır. Ayrıca lamine cam ünitelerinde kullanıldıklarında, cepheyi darbelere karşı korumaktadır. Ultraviyole ışınları %97-99 oranında tutarlar ve mekan içerisine girişini engellerler. Low-e kaplama ünitelerinde ve ısıcamlarda kullanıldıklarında ısı kontrolü sağlamaktadır.

İstanbul Levent ilçesinde inşa edilen Park Dedeman otel binasında Şişecam firmasının akustik lamine cam(gürültü kontrol camı) kullanılmıştır (Şekil 4.49.) .



Şekil 4.49. Park Dedeman Otel (URL-57)

Akıllı Camlar

Akıllı camlar, bina kullanıcılarının isteklerine cevap verebilen camlardır. Güneş ısı ve ışık geçirgenlikleri istenildiği zaman değiştirilebilmektedir. İklim koşullarına bağlı olarak özellikleri değişir. İç mekan ile dış mekan arasında bir filtre görevi görmektedir. Otomatik veya elle kontrol edilebilmektedir.

Bu tip camlar aktif ve pasif olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Aktif cam sistemleri, cama uygulanan işlemler sonrasında şeffaflık, güneş kırıcılık vb. özelliklerini değiştirmekte veya güneş enerjisini elektrik enerjine dönüştürme yetisini kazanmaktadır. Bu camlar Likit kristal camlar, elektrokromik camlar ve gazakronik camlar olmak üzere 3 grupta incelenmektedir (Toptaş, 2012).

Elektrokromik camlar, düşük voltajlı elektrik akımıyla renk değiştiren camlardır. Bu tür camların iç yüzeylerinde bir tabaka bulunur. Bu tabakaya elektrik akımı verildiğinde saydam durumdaki cam, güneş ışınlarını soğurarak opak halini alır ve elektrik akımı sürdüğü sürece aynı durumda kalır. Elektrokromik camların avantajı, yaz aylarında bina yüzeyine gelen güneş ışınlarının büyük bir kısmını soğurarak binanın soğutulmasındaki maliyeti düşürür. Dezavantajı ise, yeni bir teknoloji olduğundan dolayı fiyatlarının yüksek olmasıdır (Şekil 4.50.).



Şekil 4.50. Elektrokromik Cam Örneği (URL-58)

Likit Kristal Camlar, Doğru voltaj uygulandığında kristaller aynı biçimde sıralanır ve bu sayede görüş mesafesi nettir. Voltaj kesildiğinde ise kristaller dağınık ve cam saydam durumdayken bulanık duruma geçer. Likit kristal camlar, aralarında likit kristal moleküller bulunan çift lamine tabakadan oluşmaktadır. Bu camlar, görüş mesafesinin kontrol edilmesi gereken durumlarda tercih edilmektedir (Erturan, 2010), (Şekil 4.51.).



Şekil 4.51. Likit Kristal Cam Örneği (URL-59)

Gazokromik Camlar, Elektrokromik camlara benzerler. Bu tür camların renklendirilmesi için cam katmanlarının arasına düşük konsantrasyonlu taşıyıcı bir gaz ile hidrojen verilir ve camın renk değişimi sağlanır. Daha sonra oksijen konsantrasyonunu değiştirilerek camın eski haline dönmesi sağlanır.

Pasif cam sistemleri, optik yasalar yardımıyla güneş kontrolünü sağlamaktadır. Pasif sistemde özellikler üretim esnasında cama verilmektedir. Bu camlar, Saydam bileşenler bölümünde anlatılan Low-e kaplamalı camlar, Fotokromik camlar ve Termokromik camlar olarak 3 grupta incelenmektedir.

Fotokromik Camlar; genellikle gümüş tozu kullanılarak üretilmektedir. Işık aldıklarında renk değiştirmeye başlarlar. Işık şiddeti çoğaldıkça renk koyulaşır. Gümüş tozu kullanıldığından dolayı, gümüşü bir renk alırlar. Gölgede ise tekrar şeffaflaşırlar. Işık ve ısı geçirgenlikleri %50 civarındadır.

Termokromik camlar; ortam ısısının değişmesi sonucu tepki vermektedir. Ortam ısısı arttıkça cam opaklaşmaktadır, azaldıkça ise şeffaflaşmaktadır. Isı ve ışığı yansıtma özelliğine sahiptir (Toptaş, 2012).

4.3.1.1.2. Opak Bileşenler

Opak bileşenler, genellikle bina strüktürünü gizlemek için kullanılan panellerdir. Bu paneller genellikle, taşıyıcı sisteme monte edilen galvaniz levha ile dış cam arasına taşıyıcı gibi ısı yalıtımı elemanının yerleştirilmesiyle oluşur. Paneller, kat yüksekliği veya bina yüksekliği boyutundadır. Paneller; cam, çift cam, suni veya doğal taş, kompozit, terracotta gibi malzemelerdir. Opak bileşen olarak en fazla tercih edilen malzeme ise camdır.

Opak Cam, mekan içerisinde görünmesinin istenmediği durumlarda ve bina strüktürünün gizlenmesi gereken durumlarda cephelerde kullanılır. Cam, çeşitli kaplama malzemeleri ile opak hale getirilir.

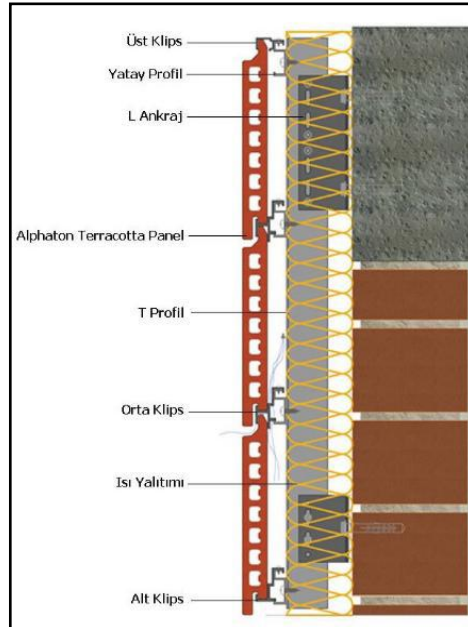
Seramik Kaplama, çelik karkas üzerine uygulanır. Aşınmalara karşı dayanıklıdır. Leke tutmaz, iklim koşullarına karşı dayanıklıdır. Sistemde devamlı hava sirkülasyonu vardır bu sebeple rutubet oluşmaz. İstenilen renk ve ebatlarda üretilebilir.

TerraCotta, doğal bir cephe kaplama malzemesidir. Kil ve kaolen gibi doğal malzemelerden üretilir. Cephenin doğal olarak havalanmasını sağlar. Bakıma ihtiyacı yoktur. Estetik ve sıcak bir görünümü vardır. Çelik veya demir konstrüksiyon

oluşturulduktan sonra terracotta kaplaması askı sistem olarak cepheye uygulanır (Şekil 4.52.), (Şekil 4.53.).



Şekil 4.52. 10 Bond Binası, Manhattan (URL-60)



Şekil 4.53. Terra Cotta Sistem Kesiti (URL-61)

Kompozit Kaplama, iki yüzü alüminyum levha ve arasında polietilen çekirdekten oluşan levhadır. Bir yüzü renklidir. Kompozit levhalarda birçok renk

mevcuttur. Düz rengin yanı sıra ahşap görünümlü veya satine görünümlü kompozit panellerde vardır. İstenilen ebatta üretilebilirler. Hafif, istenildiği gibi şekil verilmesi, ekonomik, sağlam ve düz yüzeyler sağlaması bakımından tasarımcılar tarafından sıklıkla tercih edilirler. Çelik karkasın üzerine monte edilirler. Karkasın üzerine ısı ve ses yalıtımı döşenebilir (Şekil 4.54.).



Şekil 4.54. Georges-Freche School of Hotel Management Binası (URL-62)

4.3.1.2. PV Paneller

Fotovoltaik paneller, güneş enerjisi elde etmede kullanılan aktif sistemlerden biridir. Fotovoltaik paneller, çevreye zarar vermeden, gürültü yapmadan güneş radyasyonunu elektrik enerjisine çevirirler. Güneşten gelen radyasyon, fotovoltaik paneller yardımıyla enerjiye çevrilmekte ve sonrasında elde edilen enerji inventer çevirici aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanmakta veya akülerde depolanabilmektedir. Fotovoltaik paneller, yapıda cepheye veya çatıya yerleştirilebilmektedir. Bu sistemle, binalar kendi enerjilerini karşılayabilmekte ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilmektedir.

Bina tasarım aşamasında bu sistemler göz önünde bulundurulmalıdır. Daha sonra binaya bu sistemlerin eklenmesi yapının görüntüsünü bozabilir. Bina cephelerinde güneş kırıcı, gölge elemanı, markiz veya korkuluk olarak uygulanabilmektedir.

önem kazanmış ve rüzgar türbinleri de binalarda kullanılmaya başlanmıştır. Geçmişte yel değirmenleri yardımıyla su pompalamak, buğdayları öğütmek gibi amaçlarla kullanılan rüzgar enerjisi, günümüzde binalarda havalandırma ve elektrik enerjisi üretmede kullanılmaktadır.

Rüzgar türbinleri, rüzgarın sahip olduğu kinetik enerjisi, elektrik enerjisi veya hareket enerjisine çevirebilmektedir. Rüzgarın hızı bu sistemlerde çok önemlidir ve üretilen enerji miktarı ile doğru orantılıdır.

Bina-Entegre rüzgar türbininin diğer iki seçenektan farkı, mimari tasarım sırasında projeye entegre edilerek binanın formu tarafından desteklenmesi ve rüzgar enerjisi üretimini ve kullanımını hedeflenmesidir. Bina entegre rüzgar türbinlerinin amacı, bina formunun desteğiyle rüzgarın yönünü, hızını veya yoğunluğunu değiştirmesi veya arttırmasıyla elde edilecek olan enerjinin maksimuma ulaşmasını sağlamaktır (Günel ve Iğın, 2008).

Bina-Entegre Rüzgar Türbinlerine örnek olarak, sürdürülebilir mimari örneği olan Manama şehrindeki Bahreyn Ticaret Merkezi binasındaki Rüzgar türbinleri verilebilir (Şekil 4.56.), (Şekil 4.57.). 50 katlı ve 240 metre yüksekliğe sahip ve iki gökdelen olarak tasarlanmış, inşa edilmiş yapının arasındaki köprüye 29'ar metre çapında 3 adet rüzgar türbini yerleştirilmiştir. (Şekil 3.31.) Binaya entegre edilmiş rüzgar türbinleri ile yılda yaklaşık 1100-1500 MW/S'lik enerji üretimi sağlanması ve binanın %11-15 oranında enerji ihtiyacını karşılanması amaçlanmaktadır. Gökdelenler, rüzgar hızının 50 km/s' e çıkabildiği bir körfezin yakınında planlanmıştır. Yükseklik arttıkça rüzgar hızı da artacağından rüzgarın olumsuz etkilerinden korunmak gerekir. Tasarımcı, gökdelenlere gelen rüzgarın gökdelenlerin arasından geçip, rüzgar türbinlerine yönelmesini sağlayarak rüzgarın dezavantajını avantaja çevirmiştir (Şekil 4.58.).



Şekil 4. 56. Bahreyn DTM Rüzgar Türbini (URL-64)



Şekil 4.57. Bahreyn D.T.M. (URL-65)



Şekil 4.58. Bahreyn DTM Rüzgar Türbinleri (URL-66)

Binalarda rüzgar türbini kullanmanın avantajları; bina rüzgar türbinleri sayesinde enerji ihtiyacının belli bir miktarını karşılayabilir hale gelir, temiz enerji kullanılır, ekonomiye katkı sağlar, çevreci bir yaklaşımla halk üzerinde olumlu etki yaratabilir gibi özellikler sıralanabilir. Dezavantajları ise; Yalıtım yapılmadığı takdirde gürültü kirliliği, binaya ek yük getirmesi, türbin bakım masrafları, tedbir alınmazsa kuş ölümleri, tasarımın kötü yapılmasıyla oluşan görüntü kirliliği olarak sıralanabilir.

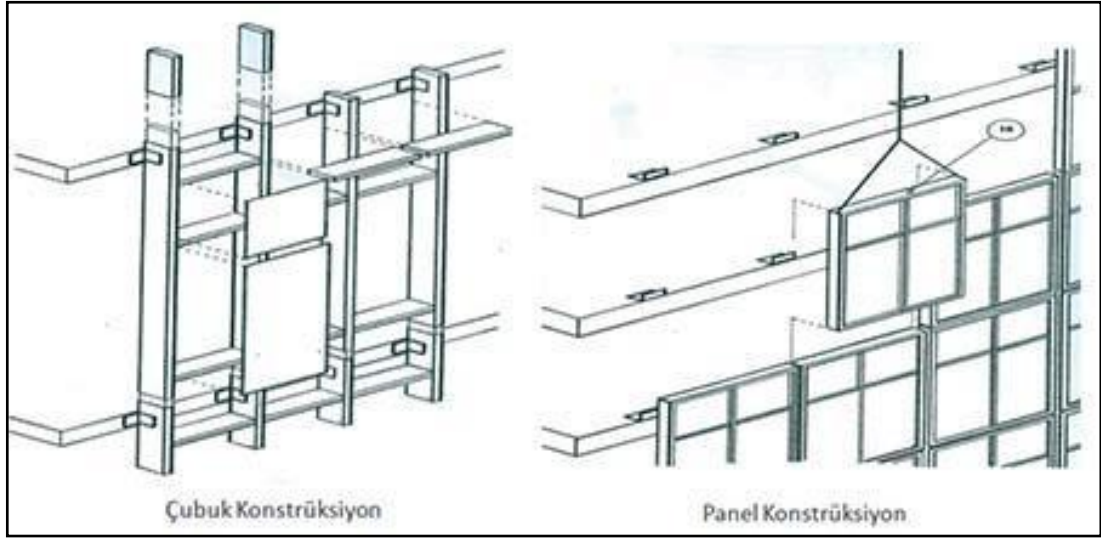
4.3.2. Taşıyıcı Bileşenler

Taşıyıcı bileşenler, bina kabuğunun binanın ana taşıyıcı sistemine taşıtılmasını sağlayan yatay ve düşey ızgara sisteminden oluşur. Kabuk ana taşıyıcı sisteme üç şekilde taşıtılır. Bunlar; ızgara sistem, panel sistem ve yarı panel sistem olarak adlandırılır.

Izgara sistemde, ankraj elemanları ana taşıyıcı sisteme monte edilir. Yatay ve düşey alüminyum, çelik gibi malzemelerden oluşan çubuklar ise ankraj elemanlarına tespit edilir. Kabuk malzeme ise oluşturulan karkasın arasına veya üstüne monte edilir. Bu sistemde montajda hata yapma riski yüksektir. Diğer sistemlere göre daha ucuzdur. Maksimum 20 kat yükseklikte binalar için tercih edilmesi gerekmektedir. Türkiye'de en çok tercih edilen sistemdir (Şekil 4.59.).

Panel sistemde, paneller fabrika ortamında üretilip şantiyeye gönderilmektedir. Bu sebeple montajda hata payı diğer sistemlere göre daha düşüktür. Paneller, genellikle bir kat yüksekliğindedir. Binanın kaba inşaatı devam

ederken, fabrikada paneller üretilebilir ve bu sayede zamandan tasarruf edilebilmektedir. Diğer sistemlere göre daha pahalıdır.



Şekil 4.59. Çubuk ve Panel Sistem Şematik Gösterimi (URL-67)

Yarı panel sistemde ise, alüminyum çelik gibi malzemelerden üretilen çubuklar binaya tespit edildikten sonra fabrika ortamında hazırlanan cam paneller binaya monte edilir. Izgara sistemin ekonomik oluşu, panel sistemin ise bina hareketlerine uyumluluğunun birleşimi sonucu ortaya çıkmış bir sistemdir.

4.3.3. Tespit Bileşenleri

Tespit bileşenleri, opak veya saydam kabuk bileşeni ile taşıyıcı ızgara sistemini, taşıyıcı ızgara sistemi ile bina ana taşıyıcı sistemini ve taşıyıcı ızgara sistemindeki çubukların birleştirilmesinde kullanılan bileşenlerdir.

Izgara sistemin ana taşıyıcı sisteme tespitinde kullanılan bileşenler, ankraj profilleri (U Ankraj, L ankraj, F ankraj, sabit delikli ankraj, oynar delikli ankraj vb.), baskı profilleri, perçinler, vidalar, dübelller, kenetler, cıvatalardan oluşur (Şekil 4.60.), (Şekil 4.61.), (Şekil 4.62.), (Şekil 4.63.). Izgara çubuk elemanlarının birleştirilmesinde ise köşe takozları kullanılır. Opak veya saydam bileşenler arasında sızdırmazlık sağlanması için macun, silikon ve contalar kullanılır. Transparan cephelerde, spider cam tutucular taşıyıcı sisteme vidalarla monte edilir daha sonra camlar spider cam tutuculara monte edilir. Derz aralıkları ise silikon malzeme ile doldurulur.

Tespit bileşenleri, cepheye hareket edebilme imkanı vermelidir. Dayanıklı olmalıdır. Montaj ve Demontajda kolaylık sağlamalıdır. Paslanmaz çelikten olmalıdır.



Şekil 4.60. Spider Cam Tutucu (URL-68)



Şekil 4.61. F Ankraj (URL-69)



Şekil 4.62. U Ankraj (URL-70)

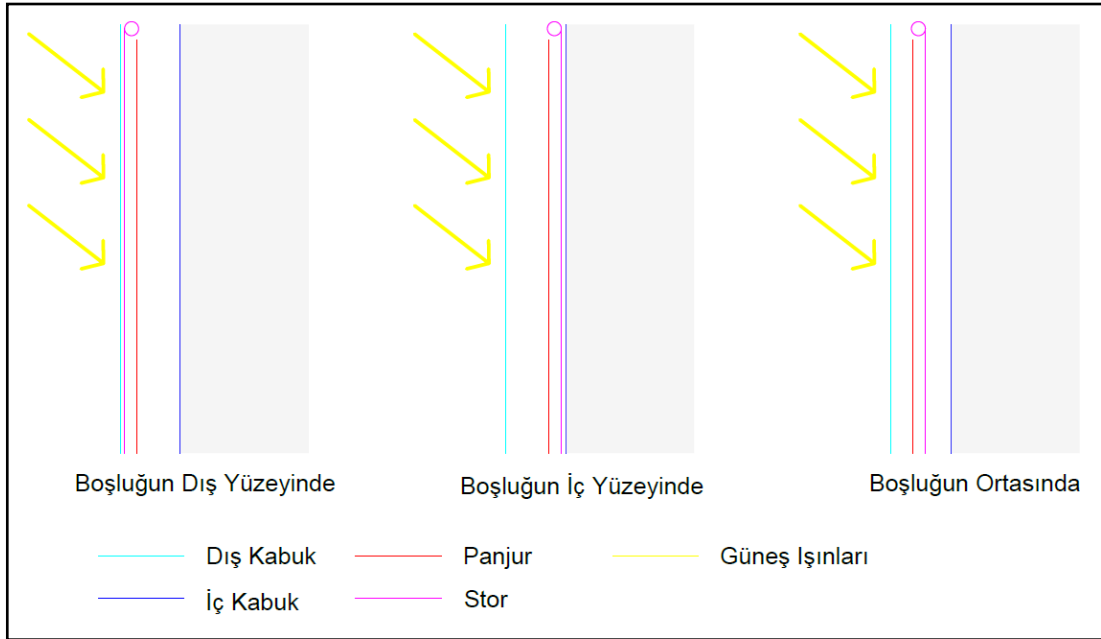


Şekil 4.63. L Ankraj (URL-71)

4.3.4. Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrol elemanları, binaları istenmeyen güneş ısınımından korumak amacıyla kullanılır. Güneş ışınlarını binaya ulaşmadan engellenmesi için en ideal konuma yerleştirilmelidir. Güneş kontrol elemanlarının kontrolü Sabit, mekanik veya bilgisayar destekli kontrol üniteleri ile yapılır. Malzeme olarak genellikle cam, alüminyum veya ahşap tercih edilir.

Güneş kontrol elemanları, tek kabuklu cephelerde kabuğun iç yüzeyinde, dış yüzeyinde veya çift cam ünitesinin içinde konumlandırılır. Çift kabuk cephelerde ise, hava boşluğunun yani tampon bölgenin bulunduğu kısımda bulunur. Dış kabuğun iç yüzeyinde, iç ve dış kabuğun ortasında veya iç kabuğun dış yüzeyinde konumlandırılır (Şekil 4.64.).

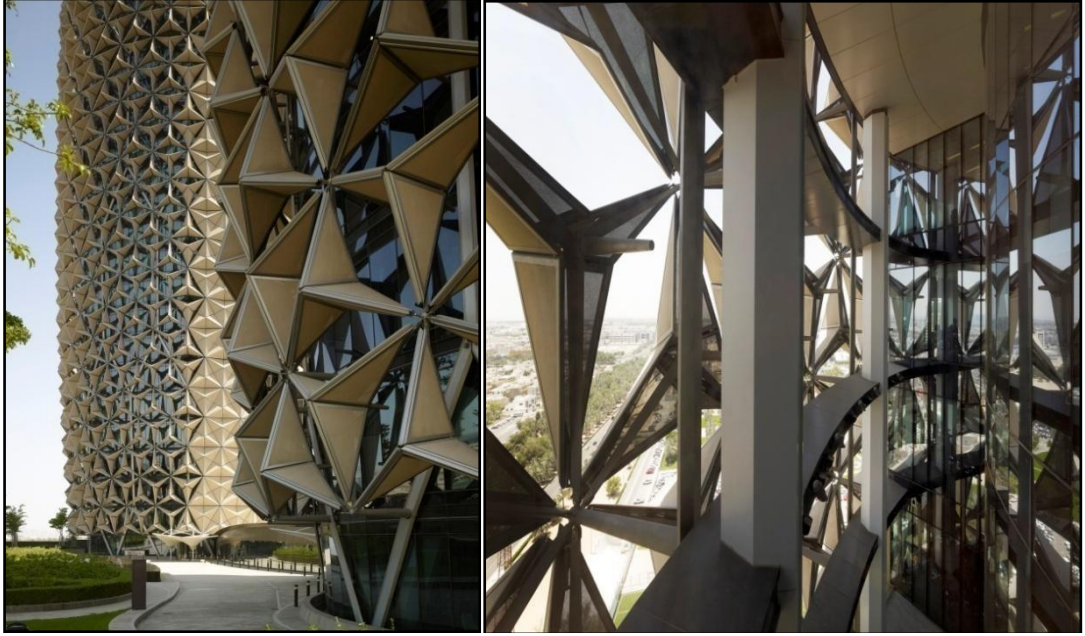


Şekil 4.64. Çift Kabuk Cephelerde Güneş Kontrol Elemanlarının Yerleşimi

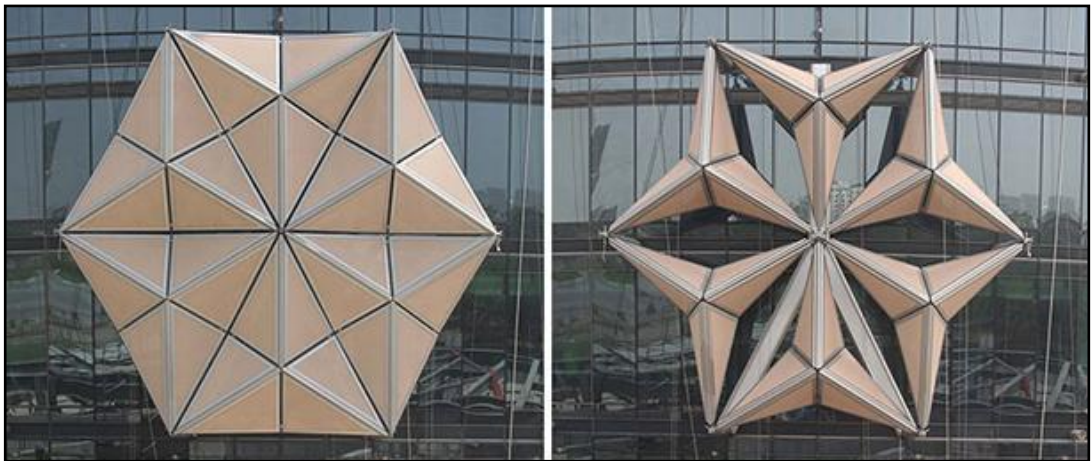
Güneş kontrol elemanlarının tipi, bina üzerindeki konumu, şekli hem kullanıcı konforunu görsel manada etkiler hem de binanın termal özelliklerini etkiler. İç kabuğa çok yakın konuma yerleştirilirse aşırı ısınmaya yol açar. Tampon bölge de çok ısınır. Kullanıcı konforu negatif yönde etkilenir. Güneş kontrol elemanları dış kabuk ile en az 15 cm mesafeli olmalıdır.

Güneş kontrol elemanları, binanın soğutma giderinin azalmasına yardımcı olur. Gölgeleme sağlar. Bina dış yüzeyine yerleştirildiğinde bina ile bütünleşir ve bir cephe ögesi olarak tanımlanabilir.

Birleşik Arap Emirlikleri Abu Dabi' de bulunan al Bahr Tower binalarının cam cephesinin ön kısmında güneş kontrol elemanlarından oluşan bir cephe bulunmaktadır. Bu cephe kuzey yönü haricindeki diğer cepheleri sarmaktadır. Cephe balpeteği şeklindeki güneş kontrol elemanlarından oluşmaktadır. Bu elemanlar güneş ve rüzgarın hareketlerine göre açılıp kapanmaktadır. Güneş kontrol elemanını oluşturan üçgenlerin her biri 6mx4m boyutlarındadır ve 240-600kg ağırlığındadır. Bu elemanlar sayesinde cephede daha fazla ışık geçiren ve ağır kaplamalar uygulanmamış camlar kullanılmıştır. Bu sayede binada, hem camda minimum malzeme kullanılmış hem de bu kontrol elemanları sayesinde daha az klima kullanımı sağlanmış ve sürdürülebilir bir bina olmuştur (Altın ve Orhon, 2014), (Şekil 4.65.), (Şekil 4.66.).



Şekil 4.65. Al Bahr Towers (URL-72)



Şekil 4.66. Al Bahr Towers Güneş kontrol elemanları (URL-73)

4.3.5. Yağmur Suyu Depolama Elemanları

Binalarda yağmur suları özellikle çatılarda veya zeminlerinde toplanıp, oluk sistemleri ile yağmur suyu deposunda biriktirilip, arındırıldıktan sonra bina içerisinde tekrar kullanılmaktadır.

Günümüzde gelişmiş yağmur suyu toplama ve dağıtma sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, pompalar, filtreler, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır. Toplanan sular içme suyu veya kullanma suyu olarak ayrılır. Çatıdan toplanan sular içme suyu olarak kullanılacak seviyede arıtılabilmektedir. Arıtılan su içme suyu kıvamında ise, yemek pişirmede, duşta, bulaşık yıkamada kullanılmaktadır. Kullanım suyu kıvamında ise, çamaşır yıkama, ev temizliğinde, bahçe sulamada vs. kullanılmaktadır.

Çatılarda ve zeminde toplanan yağmur suyunun yanı sıra, cepheye monte edilen güneş kırıcıların veya cephe tasarımında kullanılan elemanların üzerine yağmur suyu kanalı açılarak cephedeki sular da toplanabilmekte ve oluk sistemleri ile yağmur suyu deposuna iletilebilmektedir. Cepheden toplanılan su da çatıdan toplanılan su gibi içme suyu kıvamına getirilebilmektedir. Amsterdam'da bulunan The Edge binasının cephe ve çatısında toplanılan su, bina içerisinde tuvaletlerde ve peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır.

Su arıtma sistemi sayesinde, binalarda kullanılan su ihtiyacında tasarruf sağlanmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanılmasını sağlamak ve su tasarrufu sağlamak için binalarda yağmur suyu toplama, arıtma ve kullanma sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir (Şahin ve Manioğlu, 2011).

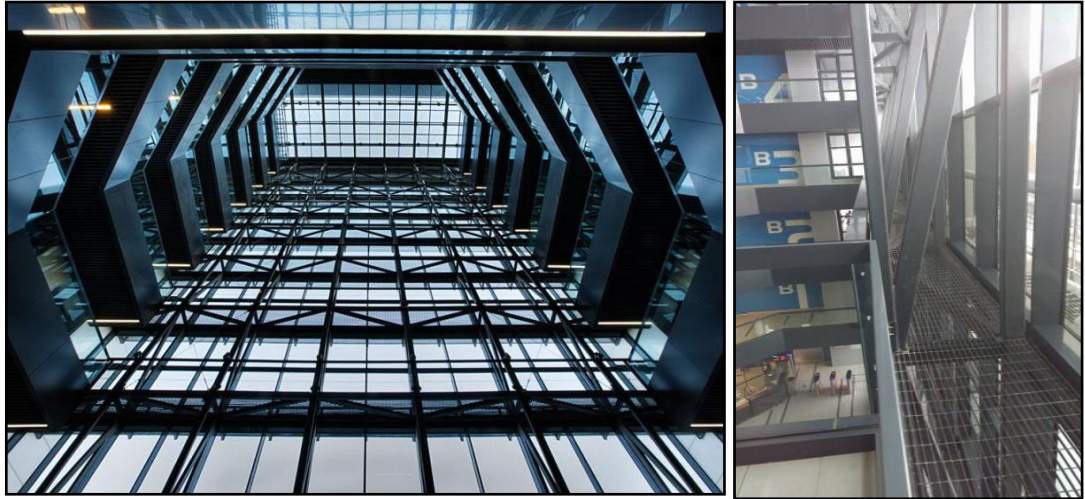
4.3.6. Yürüme Yolu

Yürüme yolu, kat döşemesi hizasında ve bina taşıyıcılarına monte edilen, cephenin temizlik ve bakımı için kullanılan ve galvaniz çelik, ahşap, cam gibi malzemelerden üretilen cephe bileşenidir. Yürüme yolları, tampon bölgede yer alır. Güneş kırıcılarının tampon bölgeye monte edilebilmesine olanak verir. Ayrıca ses ve dumana karşı bariyer görevindedir. Boyutu iki kabuk arasında mesafeye göre değişir. Koridor tip cephelerde, betonarme veya hava geçirimsiz biçimde kaplamalı malzemeden üretilir ve mekanlar arası geçişi sağlar (Şekil 4.67.).

İstanbul Kasımpaşa semtinde bulunan Ak plaza binasının ön cephesine monte edilmiş yürüme yolu çelik malzemeden oluşmaktadır. Yürüme yolunun genişliği yaklaşık 60 cm dir. Cephe temizliği ve bakımı için kullanılmaktadır (Şekil 4.68.).



Şekil 4.67. Maslak No1 Binası Yürüme Yolu (URL-74)



Şekil 4.68. Ak Plaza Binası Yürüme yolu

4.4. Türkiye ve Dünyadan Akıllı Bina Örnekleri

Tez çalışmasının bu bölümde Çin'de bulunan Pearl River Tower binası, Hollanda'da bulunan The Edge binası ve Türkiye, İstanbul'da bulunan Maslak no/1, Levent ofis, Spine Tower, Rönesans Tower binaları incelenmiştir.



4.4.1. PEARL RİVER TOWER

Lokasyon : Guangzhou, Guangdong, China

Yapım Tarihi: 2013

Mimar : Skidmore Owings & Merrill

Fonksiyon : Ticari + Ofis

Cephe Türü : Çift Tabakalı Cephe

Yükseklik : 309.60 m

Kat Sayısı : 71+5 (Bodrum Kat)

Kat Yüksekliği: Yaklaşık 4m

Yerleşim Alanı: 10.635 m²

Proje Alanı : 214.000 m²

Asansör Sayısı: 29

Asansör Hızı : 9 m/s

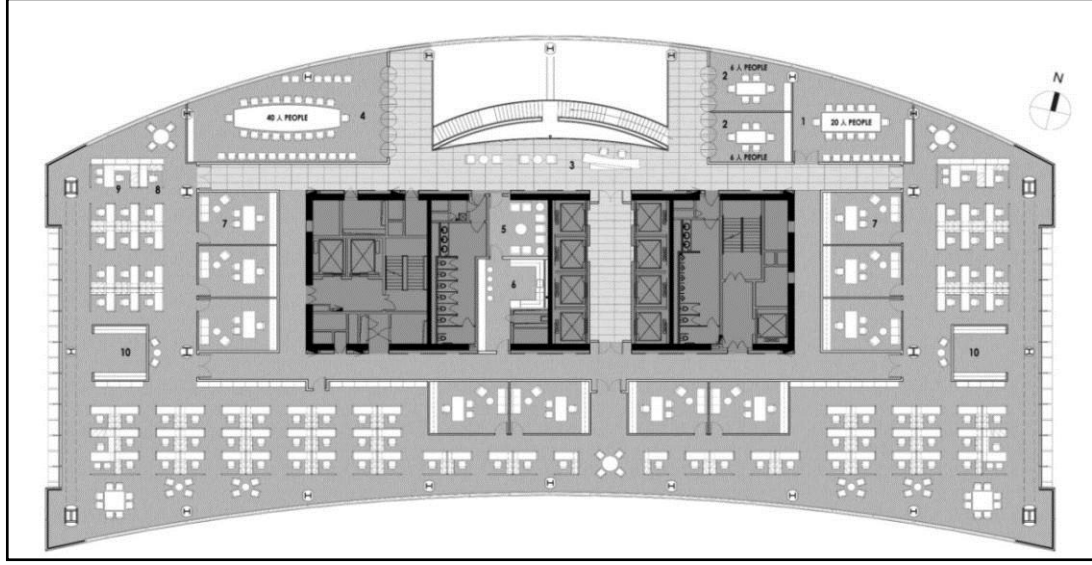
Mimari Akım: Neo-Fütürizm

Şekil 4.69. Pearl River Tower (URL-108)

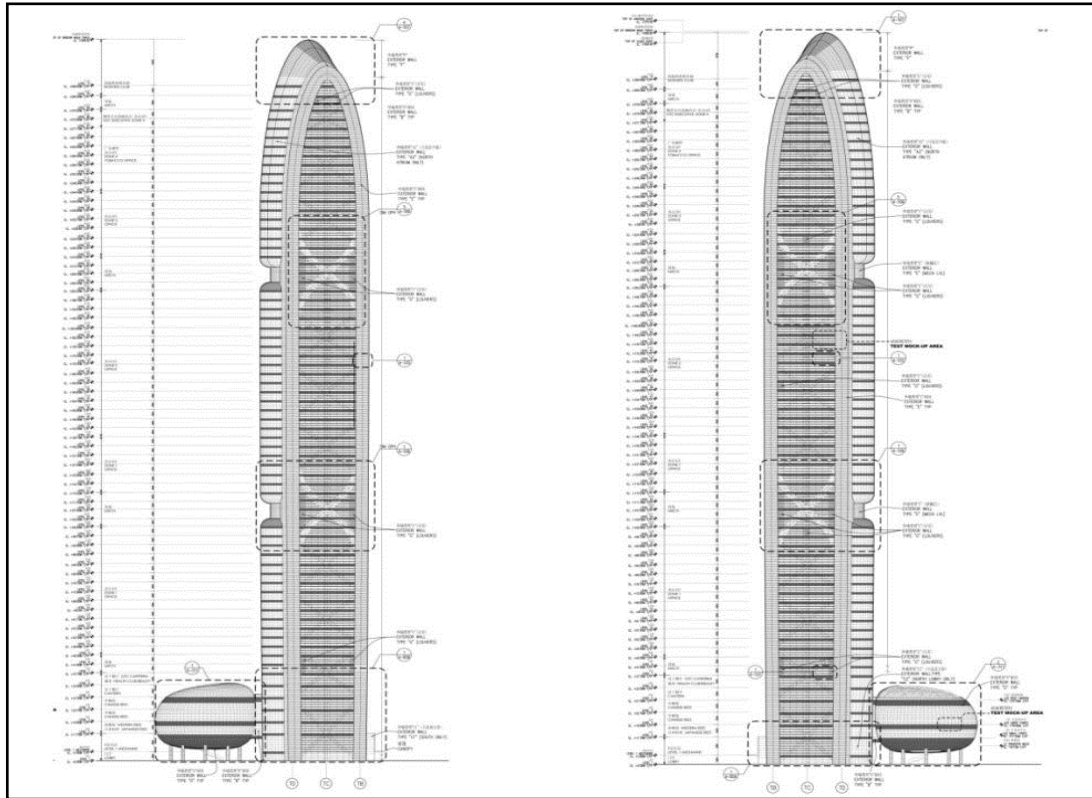
Sertifikalar ve Ödüller :

- LEED (Platinum) Sertifikası, 2013
- Award of Excellence: Sustainable Design Category, Structural Engineers Association of Northern California, 2015
- Commercial High-Rise Architecture, ChinaInternational Property Awards, 2014
- Green Good Design Award, Chicago Athenaeum, 2014
- Architizer A+ Award: Office Building High Rise, FinalistArchitizer, 2014
- Most Innovative Project: Mechanical Systems DesignAmerican Society of Civil Engineers, 2014
- Best Innovative Green Building, MIPIM Asia, 2013
- Best Tall Building Asia & Australia: FinalistCouncil on Tall Buildings and Urban Habitat (CTBUH), 2013
- Excellence in EngineeringASHRAE - Illinois Chapter, 2012
- Green Good Design AwardChicago Athenaeum, 2010
- Green, Carbon-Lowering & Environmental Category:Gold AwardSpark Awards, 2008

Pearl River Tower projesi, yerüstnde 71 kat, yeraltında otopark olarak kullanılan 5 kat olmak üzere toplam 76 kattan oluşan bir ofis binasıdır. Ayrıca kulenin arka tarafında konferans salonu binası konumlandırılmıştır. Kule, en son yeşil teknoloji ve mühendislik teknolojilerinin gelişimi ile sürdürülebilir tasarımda mümkün olanın en iyisini tanımlamaktadır ve Çin'in ilk gerçek yeşil gökdeleni olarak kabul edilmektedir.



Şekil 4.70. Pearl River Tower Tip Kat Planı (URL-104)

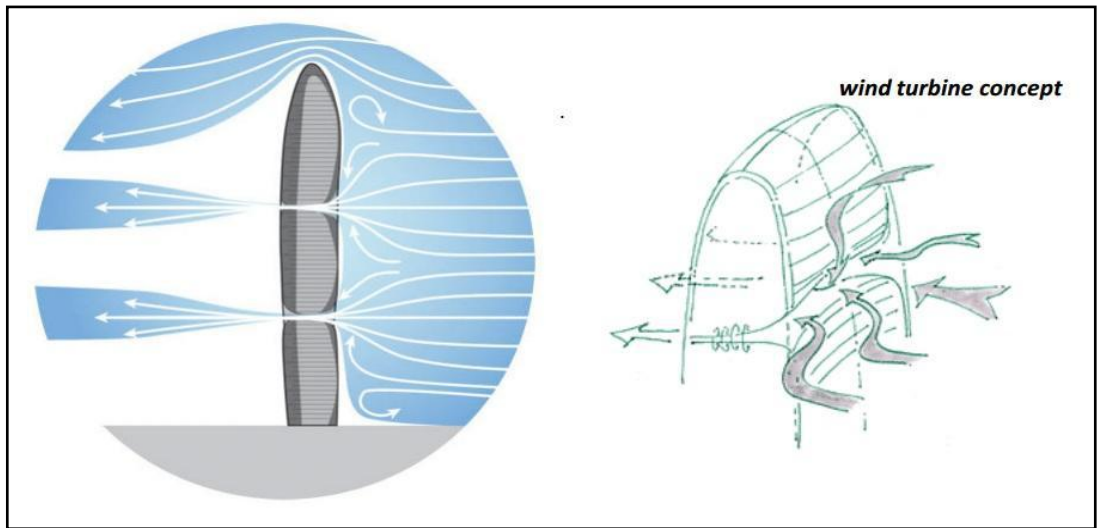


Şekil 4.71. Pearl River Tower Batı ve Doğu Cepheleri (URL-102)

309.6 metre yükseklikteki bina, 2.2. milyon metrekare yüksek performanslı çift tabakalı (double-glazing curtain wall) bir cepheye sahiptir. Kulenin güneye bakan cephesi fotovoltaik pillerle kaplanmıştır. Kulenin aerodinamik şekli, rüzgarı binanın 25/26 ve 49/50. katlarındaki dev rüzgar türbinlerine çekmektedir. Türbinlerin bulunduğu yerde cephe daraldığı için hava partikülleri daha hızlı hareket etmekte ve rüzgarın hızı artmaktadır. Bu sayede daha fazla enerji elde edilmektedir. Yapılan hesaplamalara göre bina formu sayesinde rüzgar hızı %250 oranında artmaktadır. Rüzgar türbinlerinden elde edilen enerji, bina ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerinde kullanılmaktadır. Çubuk cephe sistemi, rüzgar türbini jeneratör tüneli etrafında tasarlanmıştır. Ayrıca türbinin yerleştirildiği katlardaki cephe açıklıkları, bina yüzeyinde yükseldikçe artan rüzgar basıncını da düşürmektedir (URL-98).



Şekil 4.72. Pearl River Tower Binası Rüzgar Türbini (URL-99)



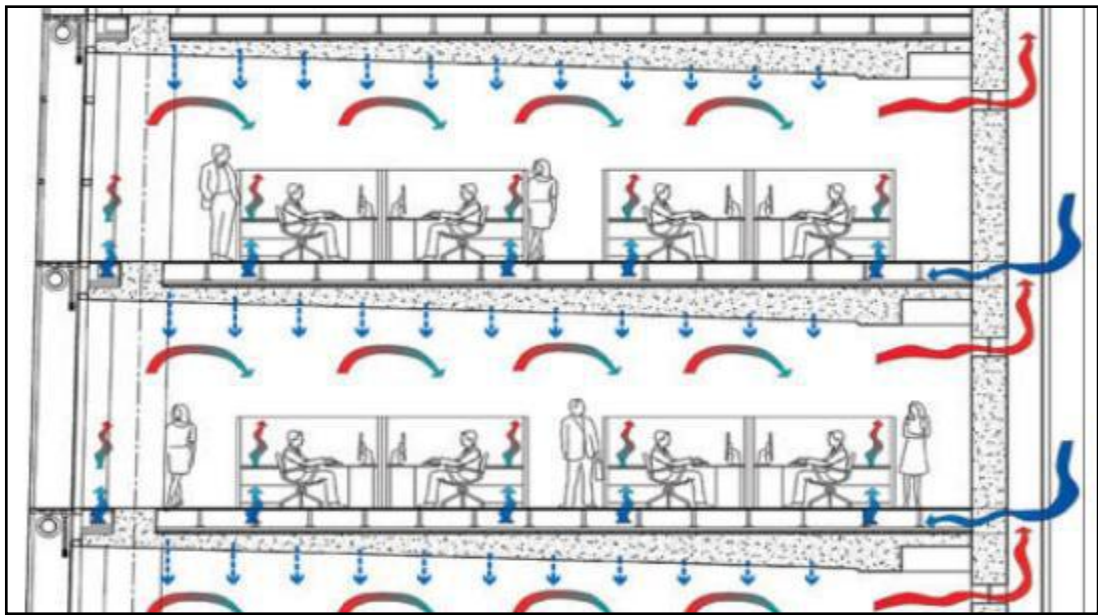
Şekil 4.73. Rüzgar Türbini Konsepti (URL-100)

Birçok akıllı binanın aksine, enerji tasarrufu için bina içerisine cam cephe sayesinde fazla ışık almaktadır. Bina ön cephesinde bulunan koruma katmanı, güneşten kaynaklanan fazla ısıyı alarak mekanları serin tutmakta ve bunun için ekstra enerji harcamamaktadır. Bu özelliğiyle de türünün tek örneği olmaktadır.



Şekil 4.74. Rüzgar Türbinlerinin Yer Aldığı Cephe Yüzeyi (URL-105)

Bu sistemde güneş ışınları dış katman ile temas ettiğinde, katmanlar arasındaki hava ısınmakta, ısınan hava yükselecek ve teknik hacime yükselmekte ve burdan binanın başka kısımlarında kullanılmak üzere ilgili yerlere gönderilmektedir. Boşluktaki serin hava, ısınan hava yardımıyla katmanlar arasında yükseltmekte ve iç kabuğu serin tutmakta ve konforu sağlamaktadır. Ayrıca bina kendi sıcak suyunu da kendi üretecek şekilde tasarlanmıştır. Atık sular ve yağmur suyu toplanmakta, arıtılmakta ve binada tekrar kullanılmaktadır (URL-107).



Şekil 4.75. Radiant Cooling With Floor Fed Ventilation (FFV)

Kat tavanlarında bulunan içbükey metal paneller soğutulup, soğuyan paneller ile mekan içerisindeki insanlar arasında ısı alışverişi olması ve insanların daha konforlu hissetmesi amaçlanmıştır. Temiz havanın ise kat zemininden binaya verilmesi ve doğal kaldırma kuvvetiyle yükselmesi planlanmıştır.

Pearl River Tower binası, 2013 yılında o güne kadar alınmış en yüksek puan olan 81/110 puanını alarak LEED Platinum sertifikası ile sertifikalandırılmıştır.

| LEED Facts | |
|---------------------------------------|-----------|
| for LEED BD+C: Core and Shell (v2009) | |
| Certification awarded Dec 2013 | |
| Platinum | 81 |
| Sustainable sites | 20/28 |
| Water efficiency | 7/10 |
| Energy & atmosphere | 33/37 |
| Material & resources | 4/13 |
| Indoor environmental quality | 7/12 |
| Innovation | 6/6 |
| Regional priority credits | 4/4 |

Şekil 4.76. Pearl River Tower Skor Kartı (URL-106)



Şekil 4.77. Pearl River Tower Binası Yüksek performanslı Dış Kabuk (URL-101)



Şekil 4.78. Pearl River Tower Sağ ve Sol Yan Cepheleri (URL-103)



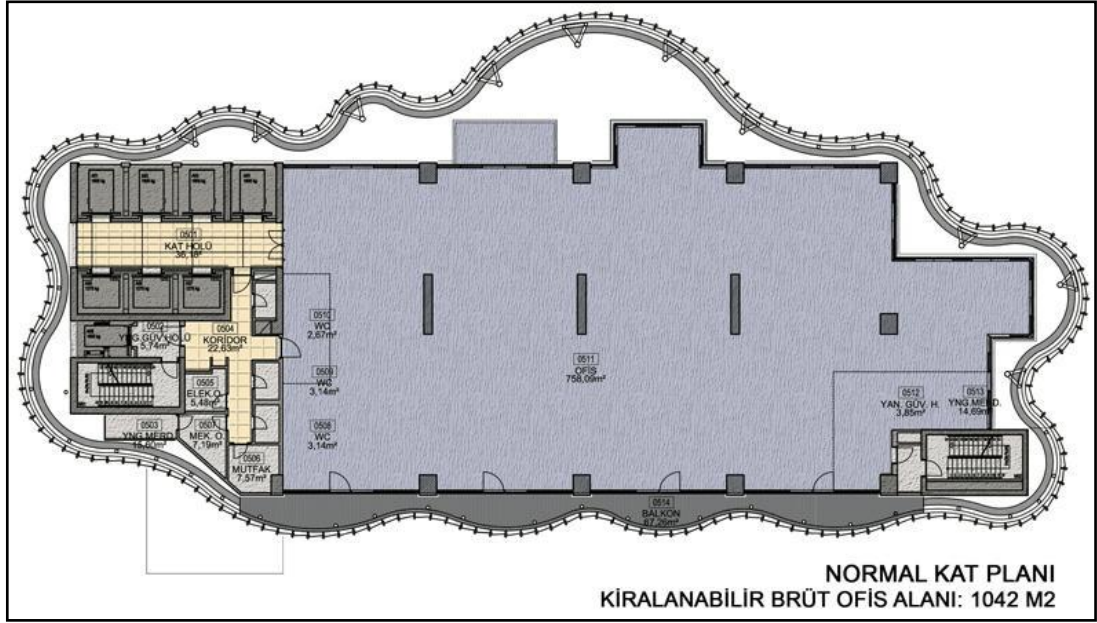
4.4.2. MASLAK NO: 1

- Lokasyon** : Maslak, İstanbul
Yapım Tarihi: 2010 - 2013
Mimar : Emre Arolat
Fonksiyon : Ofis
Cephe Türü : Çift Tabakalı Cephe Sistemi
Yükseklik : Yaklaşık 100 m
Kat Sayısı : 26
Kat Yüksekliği : 4 metre
Brüt Alan : 34.225 m²
Net Alan : 23.150 m²
Ünite Sayısı : 20 Ofis
Arsa Alanı : 5000 m²
Yatırım Bedeli: 34 Milyon \$
Sertifikalar ve Ödüller :
LEED (Gold) Sertifikası
Green Good Design Ödülü

Şekil 4.79. Maslak No/1 (URL-83)



Şekil 4.80. Maslak No/1 Giriş Saçağı ve Ön Cephesi (Taraftan Çekilmiştir)



Şekil 4.81. Maslak no/1 Kat Planı (URL-81)

Maslak no/1 projesi, 26 kattan oluşan ofis fonksiyonlu bir bina olarak tasarlanmıştır. 20 katı ofis, 5 katı otopark ve 1 katı toplantı salonları, kafe ve sağlık merkezi olarak kullanılmaktadır. Bina tasarımındaki kat bahçeleri, havuz alanları ve düşey bahçeler ile bulunduğu yerde oksijen kaynağı oluşturmuş ve biyoçeşitliliği arttırmıştır. Klimalardan sağlanan yoğunlaşma suları, süs havuzlarına aktarılmaktadır. Maslak no/1 binası konum olarak merkezi ve anayollara yakın olduğundan dolayı ulaşımdan kaynaklı karbon emisyonlarını azaltır (URL-80).



Şekil 4.82. Maslak No/1 Giriş Holü- Çift Cephe Sistemi (URL-82)

Maslak No/1 Projesinde diğer enerji verimli binalara göre minimum %40 daha fazla enerji verimliliği amaçlanmış ve buna göre tasarlanmıştır. Binanın çatısı, cephesi, aydınlatması (LED ve T5 armatürler), mekanik sistemleri maksimum enerji verimliliği sağlanacak şekilde projelendirilmiştir. Isı geri kazanımlı havalandırma üniteleri ile arıtılmış temiz hava ve üç borulu değişken soğutucu akışkan debili sistemi kullanılarak kat bazında kontrolle yüksek verimlilik sağlanmaktadır. Binada kullanılan rejeneratif asansörler ise kendi elektriğini üretebilmektedir. Projede insan sağlığına zarar vermeyen ve mümkün olduğunca geri dönüştürülmüş malzemeler seçilmiştir (URL-79).

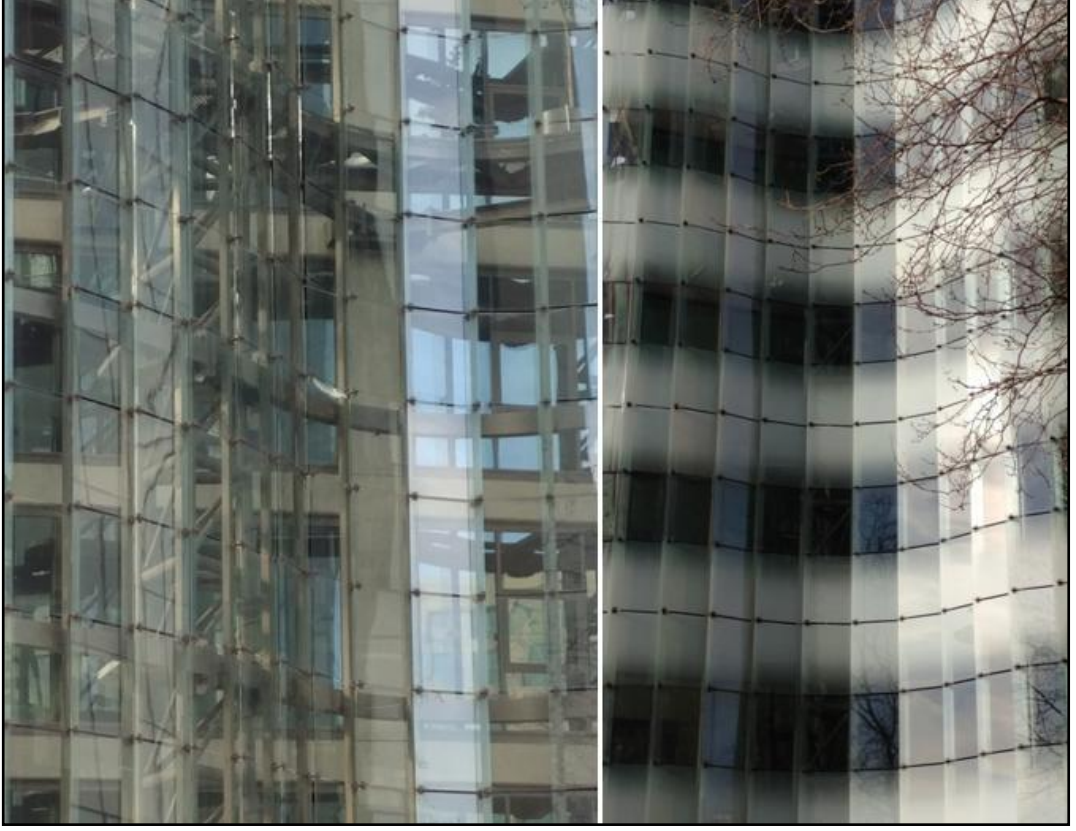
Maslak no/1 binası, LEED Skorkart tablosunda 110 puan üzerinden 63 puan olarak 24 Haziran 2015 tarihinde LEED/Gold Sertifikası ile sertifikalandırılmıştır ve diğer binalardan farklılaşmıştır.

| LEED Skorkart | |
|--|-----------|
| Toplam Puan* | 63 |
|  Sürdürülebilir Araziler | 19 |
|  Su Verimliliği | 11 |
|  Enerji & Atmosfer | 12 |
|  Malzeme & Kaynaklar | 6 |
|  İç Mekan Yaşam Kalitesi | 8 |
|  Tasarımda Yenilikçilik | 3 |
|  Bölgesel Öncelik | 4 |
| *110 puan üzerinden | |

Şekil 4.83. Maslak no/1 Skor kartı (URL-78)

Maslak no/1 projesinde bina yüksekliğinde çift kabuklu cephe sistemi kullanılarak bina içerisinde çalışanlar üzerinde oluşan plaza etkisi minimuma indirmek amaçlanmıştır. Bina cephesinde, üzerinde yarı saydam film tabakası bulunan silikon esaslı cam giydirme sistemi tercih edilmiştir. Film tabakasının opaklığı cepheden cephe yönlenmesine göre fark gösterecek şekilde düşünülmüştür. Güney cephede daha az geçirgen bir tabaka tercih edilirken, kuzey cephede şeffaf bir film tercih edilmiştir. Çift kabuk cephe sistemiyle ayrıca akustik ve doğal havalandırma sağlanmıştır. Havalandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri ise her mevsimde optimum sıcaklık, ferahlık sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. İç kabukta bulunan açılır pencerelerle istenildiğinde doğal havalandırma imkanı sağlanmıştır.

Özel performans cam giydirme cephe ile azami ölçüde manzara ve yüksek güneş ışığı imkanı yani doğal aydınlatma sağlanarak çalışanlar için rahat, ferah, aydınlık bir ortam tasarlanmıştır.



Şekil 4.84. Maslak no/1 - Film tabakasız ve Film Tabakalı Cam Cephe (Taraftmdan Çekilmiştir)



Şekil 4.85. Maslak no/1 Özel Performans Cam Giydirme Cephe (Taraftmdan Çekilmiştir)



4.4.3. LEVENT OFİS

Lokasyon : Levent / İstanbul

Yapım Tarihi : 2009 - 2010

Konsept Proje : Molestina Arkitekten

Mimari Proje: Swanke Hayden

Connell Mimarlık İstanbul Ofisi

Fonksiyon : Ofis

Cephe Türü : Çift Tabakalı Cephe

Sistemi (2 Kat Yüksekliğinde)

Yükseklik : 42.5 metre

Kat Sayısı : 11 + 4 (Bodrum Kat)

Kat Yüksekliği : 4 metre

İnşaat Alanı : 7.650 m²

Arsa Alanı : 2.509 m²

Otopark Alanı : 8.120 m²

Yatırım Bedeli : 22.500.000 TL

Sertifikalar : LEED (Gold)

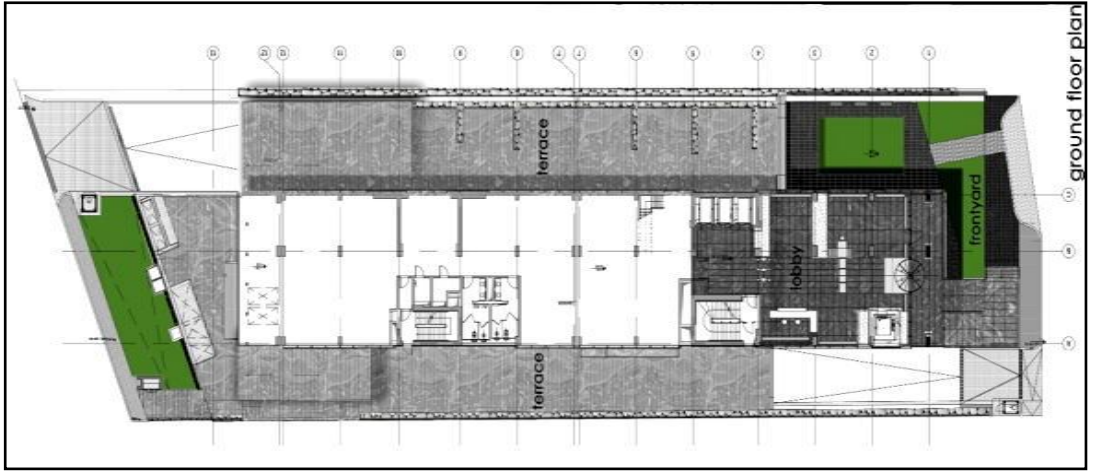
Sertifika (Core & Shell), 2011

Şekil 4.86. Levent Ofis (Taraftmdan Çekilmiştir)



Şekil 4.87. Levent Ofis Bina Girişi (Taraftmdan Çekilmiştir)

İstanbul Levent'te bulunan Levent Ofis Binası, 1 çatı katı, 11 ofis katı ve 3 otopark katı olmak üzere toplam 15 kat olarak tasarlanmıştır. Projenin konsept tasarımı Alman Molestina Arkitekten grubu, uygulama projeleri ise Swanke Hayden Connel Mimarlık ofisi tarafından çalışılmıştır. Projede ofis kat yükseklikleri (asma tavan dahil) 4 metre olarak düşünülmüştür. İş kapsamı, Core & Shell olarak belirlenmiş, ortak alanlar ve mekanik-elektrik sistemler projelendirilmiştir. İki kat yüksekliğinde kat bahçeleri bulunmaktadır. Proje tasarımı, LEED standartları göz önünde bulundurularak yapılmıştır ve bu sayede çevreye duyarlı bir ofisi binası tasarlanmıştır.



Şekil 4.88. Levent Ofis Binası Kat Planı (URL-86)



Şekil 4.89. Levent Ofis Binası Kesit Çizimi (URL-87)

Levent ofis bina inşası esnasında atık maddelerin geri dönüşümünü sağlamak için atık madde yönetim planı yapılmış ve uygulanmıştır. Cam, kağıt, plastik vb. şekilde atıkların toplanacağı alanlar ayrılmıştır ve bu sayede inşaat atıklarının neredeyse tamamı geri dönüşüme gönderilmiştir. Alanda daha önceden bulunan metal malzemeden yapılmış otopark yapısı da demonte edilerek, geri dönüşümü sağlanmıştır.

Projede iç ve dış mekanlarda yerel, geri dönüştürülmüş ve VOC oranı düşük, LEED standartlarına uygun malzemeler kullanılmıştır. Proje konum itibariyle metro, otobüs gibi toplu taşıma noktalarına yakın olması sebebiyle bireysel araç kullanımını minimuma indirmiş ve bu sayede CO₂ emisyonları azaltılmıştır. Binalarda en fazla enerji tüketen HVAC, aydınlatma gibi sistemler, otomasyon ve sayaçlama sistemleri ile incelenerek, kullanıcı konforundan ödün vermeden minimum enerji tüketecek şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca tasarım esnasında yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması düşünülmüş fakat yeterli ekonomik düzeyde olmadığı için vazgeçilmiştir(URL-89).

Projede kullanılan su armatürleri, minimum düzeyde su tüketen cinsten seçilmiştir. Peyzaj kısımlarında ise az suyla yaşamını sürdürebilen bitkiler tercih edilmiştir. Bu sayede, kullanım suyundan (EPA'ya göre) minimum %30, peyzaj sulama suyundan ise minimum %50 su verimliliği sağlanmıştır. Cephe tasarım ve yalıtımıyla ilgili simülasyon ve modelleme yapılmış ve bunun sonucunda bina ASHRAE standartlarındaki herhangi bir binadan %34 daha fazla enerji verimli bir bina olacağı öngörülmüştür (URL-90).



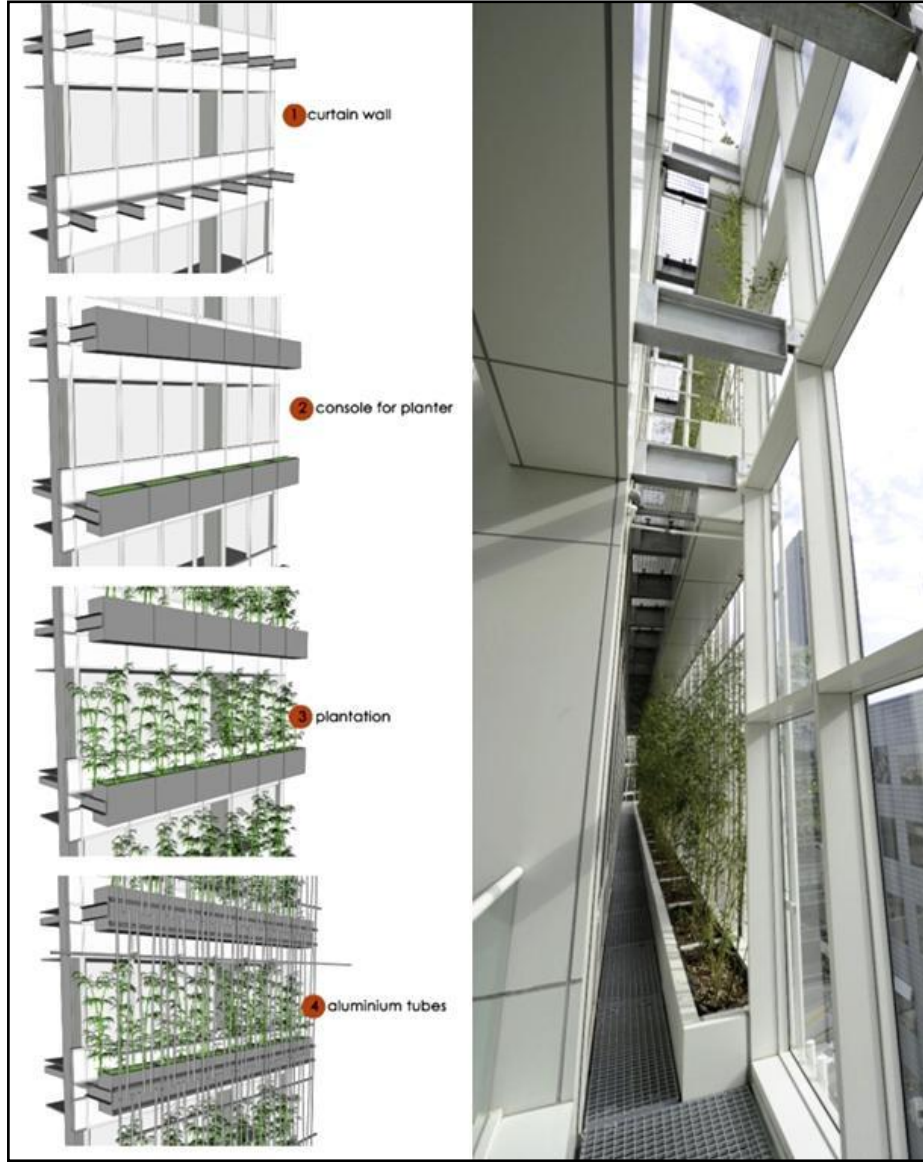
Şekil 4.90. Levent Ofis Binası Cephesi (Taraftan Çekilmiştir)

Levent Ofis binası projesinde %100 taze havalı sistem kullanılarak kullanıcı konforu maksimum düzeyde sağlanmıştır. Sistem sayesinde bina içerisinde kullanılan taze hava miktarı Uluslararası standartların (ASHRAE 62.1.) üstüne çıkmaktadır. İki kat yüksekliğinde tasarlanmış kat bahçeleri sayesinde katlar arasında temiz hava dolaşımı sağlanmasının yanı sıra kullanıcılar tarafından yeşilik her an hissedilmesi sağlanarak kullanıcı konforu da artırılmıştır.



Şekil 4.91. Levent Ofis Binası Kat Bahçesi (URL-84)

Bina cephe tasarımı bitkiler ve alüminyum borularla desteklenmiştir. Bu bitkiler sayesinde cephede tampon bölge oluşturulmuş ve güneşten kaynaklanan ısınmalar sonucunda ihtiyaç duyulan mekanik sistemlerden tasarruf edilmiştir. Ayrıca, bitkiler ve alüminyum borularla tasarlanan güneş kontrol sistemi sayesinde bina kullanıcılarının gün ışığından maksimum düzeyde yararlanması ve dış ortamı rahat bir şekilde görebilmesi sağlanmıştır. Bitkiler cephe yönlenmesine göre farklı boyutlarda ve miktarlarda kullanılmıştır. Örneğin kuzey ve doğu cephelerinde daha kısa, küçük bitkiler kullanılarak gölgeleme yapılmıştır. Bu bitkiler, cephe çevresinde bulunan konsol sistemle taşınmıştır (URL-91).



Şekil 4.92. Levent Ofis Binası Cephe Detayı (URL-85)

Bina, önceki paragraflarda bahsedilen özellikleri sayesinde Türkiye'de LEED gold (core & shell) sertifikasını sahip ilk ticari ofis binasıdır. Ayrıca proje, 2011 yılı MIPIM Uluslararası gayrimenkul ödüllerinde yeşil binalar kategorisinde seçilen 100 bina içerisinde seçilen 3 finalist projeden biri olmuştur.

LEED Facts

for LEED BD+C: Core and Shell (v2.0)

Certification awarded Apr 2011

Gold **40**

Sustainable sites 11/15

Water efficiency 2/5

Energy & atmosphere 7/14

Material & resources 6/11

Indoor environmental quality 9/12

Innovation 5/5

Şekil 4.93. Levent Ofis Skor Kartı (URL-88)



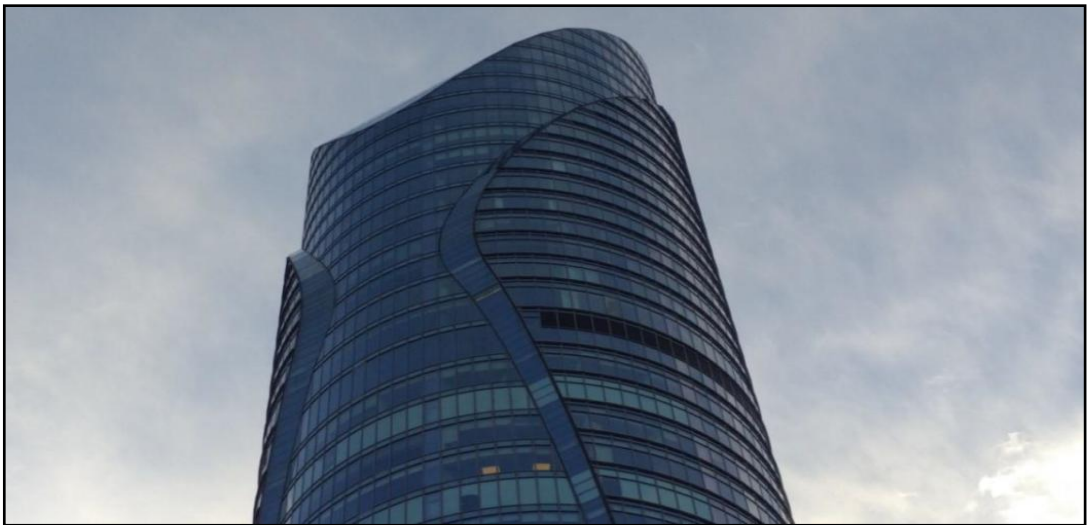
4.4.4. SPİNE TOWER

Lokasyon : Maslak, İstanbul
Yapım Tarihi : 2010 - 2013
Mimar : Murat Kader (İki Design)
Fonksiyon : Konut + Ofis
Cephe Sistemi : SAPA Elegance 72
Panel Cephe Sistemi
Yükseklik : 202 metre
Kat Sayısı : 47 +9 (Bodrum)
Kat Yüksekliği : 4 metre
Yerleşim Alanı : 9.000 m²
Proje Alanı : 138.615 m²
Yatırım Bedeli :150M \$
Asansör Sayısı : 16
Asansör Hızı : 6 m/s

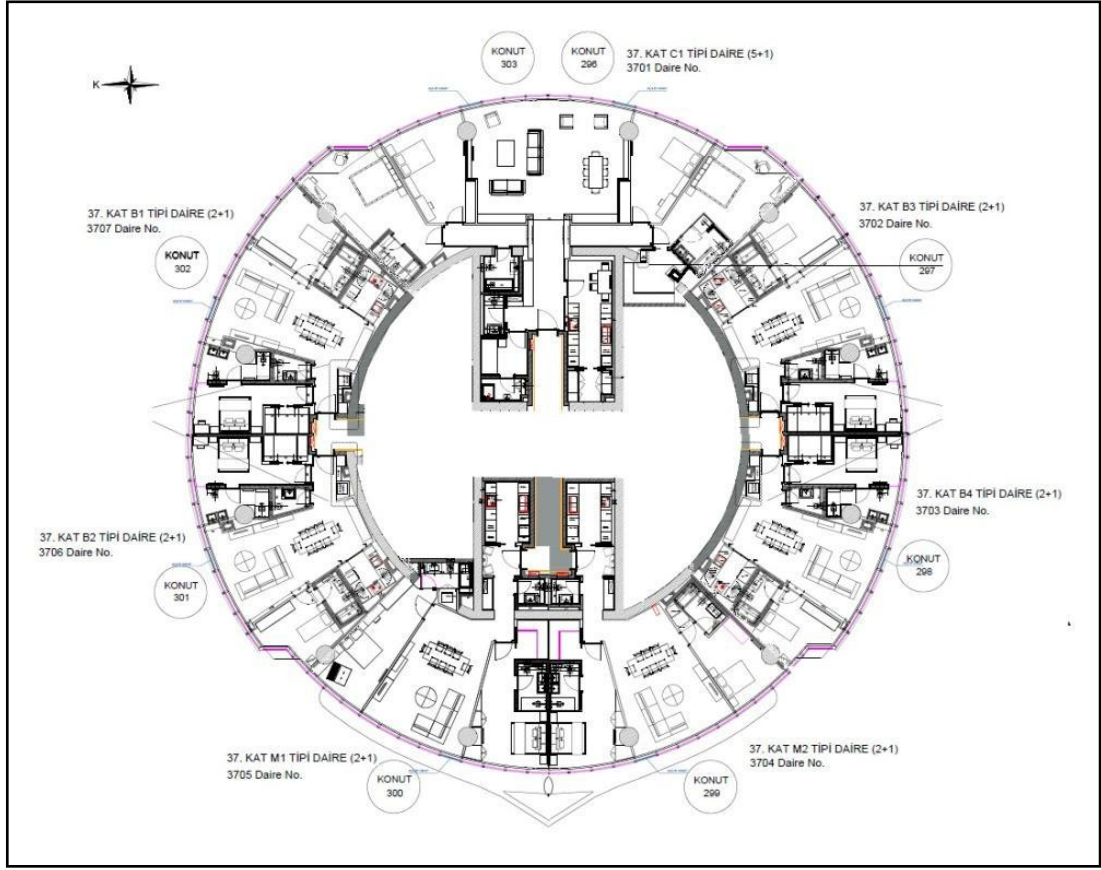
Şekil 4.94. Spine tower (Tarafımdan Çekilmiştir)

Sertifikalar ve Ödüller :

- LEED Gold, BD+C: Core & Shell, 2014
- MIPIM En İyi Mimari Proje Ödülü, 2014
- Avrupa Gayrimenkul Ödülleri, Avrupa'nın ve Türkiye'nin En İyi Ofis Mimarisi ödülü, 2012



Şekil 4.95. Spine Tower Cephe Fotoğrafi (Tarafımdan Çekilmiştir)



Şekil 4.96. Spine Tower 37. Kat Planı (rezidans katı) (URL-97)

Spine Tower; İstanbul'un Maslak bölgesinde yer alan, 202 metrelik yüksekliğiyle Türkiye'nin 2. en yüksek binası ünvanına sahip bir yapıdır. Proje, 47 kat yer üstünde, 9 kat yer altında olmak üzere toplam 56 kattan oluşmaktadır. Projenin mimari tasarımı, İki Design Group tarafından yapılmıştır. Cephe sistem tasarımı ise, Alman Purz şirketi tarafından çalışılmıştır. Kat yüksekliği 4 metredir (C&S). Rezidans katları 21.500 m², Ofis katları 44.100 m² brüt alana sahiptir. 34.kattan 51.kata kadar olan kısım rezidans olarak, -3. kattan 32 kata kadar olan kısım ofis olarak tasarlanmıştır. Binada ofislere hizmet eden 6 m/s hızında 12 adet asansör, rezidanslara hizmet eden 2 adet asansör, 1 yük asansörü ve 1 servis asansörü olmak üzere toplam 16 adet asansör bulunmaktadır. -4. ve -9. katlar arasında otopark bulunmaktadır (URL-92).

Binanın çekirdeğinde (core), asansörler, yangın merdiveni, tuvaletler, pano odaları bulunmaktadır. Ülkemizde ilk defa c80/95 sınıfı SCC Yüksek dayanımlı beton Spine tower projesinde kullanılmıştır ve donatı montajında 30.000 manşon kullanılarak Spine Tower'ın depreme karşı dayanıklılığı artırılmıştır (URL-93).

Spine tower yapısının cephesinde, mümkün olabilecek en fazla gün ışığı alabilmesi ve manzaranın önünde bir engel olmadan izlenebilmesi için kat yüksekliğinde kesintisiz camlar kullanılması düşünülmüş ve Elegance 72 panel cephe sistemi tasarlanıp, kullanılmıştır. Cephe sisteminde kapaklı ve strüktürel cephe türleri bir arada kullanılmıştır. Proje cephesinde; SN 62/34 Kaplamalı, extraclear, N/A türünde, neutral görünümlü düzcam kullanılmıştır. Bu cam türü, doğal olmayan ışık gereksinimini minimuma indirir ve ısı yalıtımı sağlayarak maksimum güneş koruması sağlamaktadır. Ayrıca, iç mekanların doğal havalandırılmasını sağlamak için panel cephe sistemi içerisinde açılır kanatlara da yer verilmiştir. Cephe yüzeyini etkileyebilen yüksek rüzgar basıncı esnasında açılır kanatların kapanabilmesi için otomatik motorlardan faydalanılmıştır. Bina cephesi bu özellikleriyle hem kullanıcı konforunu arttırmakta hem de enerji tasarrufu sağlamaktadır (URL-94).



Şekil 4.97. Spine Tower Panel Cephe Sistemi (Taraftmdan Çekilmiştir)

Bina çatısında biriken suyun pompa sistemleri yardımıyla depolanarak bina içerisinde tekrar kullanımı sağlanmaktadır. Bina aydınlatmasında, enerji tasarrufu sağlayan aydınlatma armatürleri seçilmiştir. Peyzaj kısmında ise, az su ile yaşamını sürdürebilen bitkiler seçilmiştir. Spine tower yapısı bu özellikleri sayesinde LEED Gold sertifikası ile sertifikalandırılmıştır (URL-95).

| LEED Facts | |
|---------------------------------------|-----------|
| for LEED BD+C: Core and Shell (v2009) | |
| Certification awarded Sep 2014 | |
| Gold | 64 |
| Sustainable sites | 25/28 |
| Water efficiency | 6/10 |
| Energy & atmosphere | 15/37 |
| Material & resources | 6/13 |
| Indoor environmental quality | 4/12 |
| Innovation | 5/6 |
| Regional priority credits | 3/4 |

Şekil 4.98. Spine Tower Skor Kartı (URL-96)

4.4.5. THE EDGE



Şekil 4.99. The Edge Ofis Binası (URL-113)

Lokasyon : The Zuidas, Amsterdam, Hollanda

Yapım Tarihi : 2008 - 2014

Mimari Proje : PLP Architecture

Fonksiyon : Ofis

Cephe Türü : Çift Tabakalı Cephe Sistemi

Kat Sayısı : 14 + 2 (Bodrum Kat)

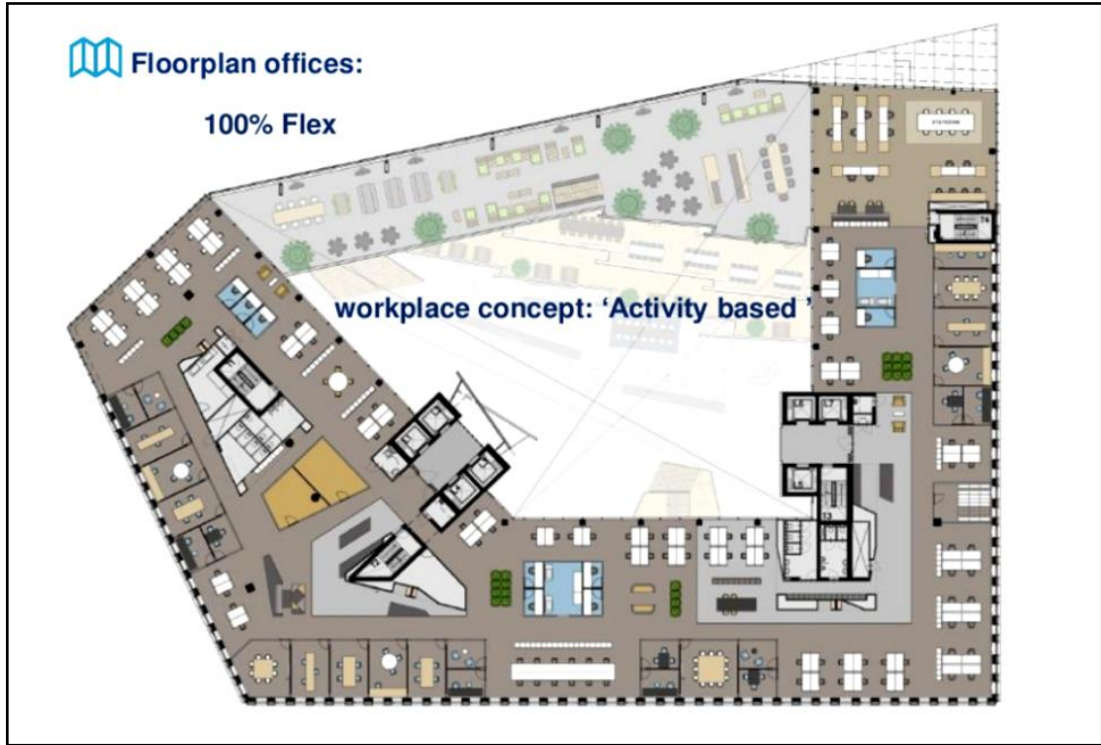
Proje Alanı : 40.000 m²

Sertifikalar : BREEAM (%98,36)

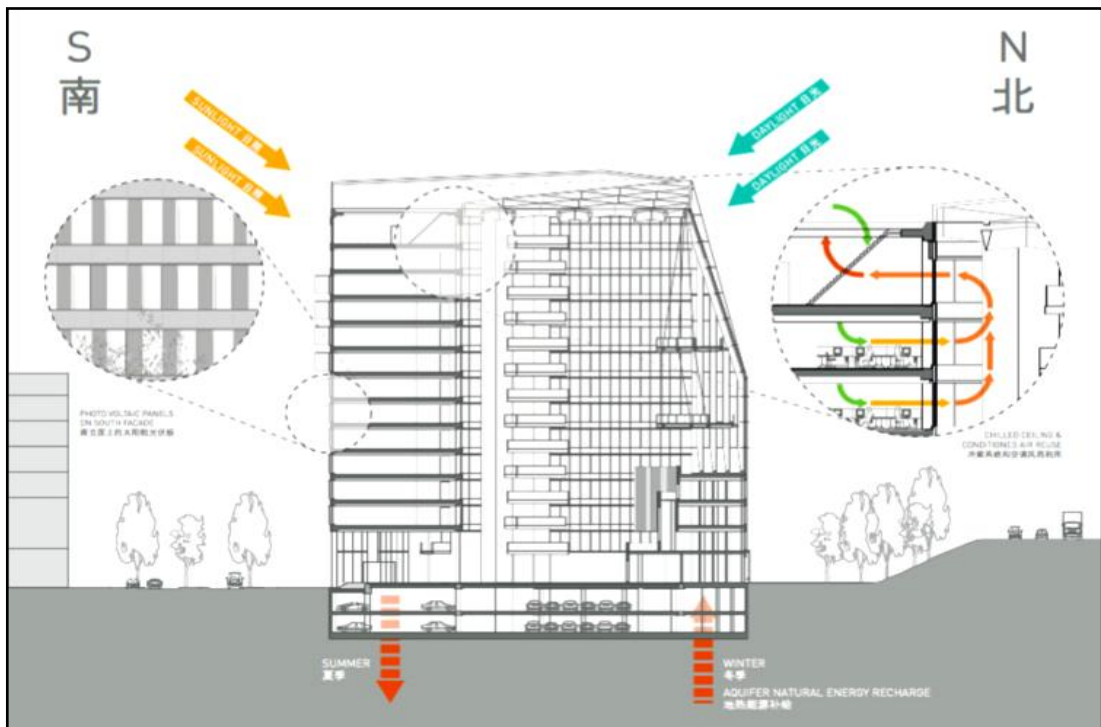
Günümüz itibariyle Dünyanın en yüksek BREEAM derecesine sahip The Edge ofis binası, Amsterdam'ın Zuidas bölgesinde konumlandırılmıştır. Yapı, 2 kat zeminaltı 14 kat zeminüstü olmak üzere toplam 16 kattan oluşmaktadır. Proje alanı, 40.000 m²'dir. Güney cephesinin bir kısmı ve çatısı solar panellerle kaplıdır. BREEAM kriterleri ile tasarlanmasının sayesinde, metrekareye düşen maliyet ve yapı malzemeleri azaltılmıştır.

Bina, BREEAM kriterleri göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Çalışan konforunun en üst düzeyde tutulduğu bina birçok akıllı teknoloji içermektedir ve her çalışan akıllı telefonlarındaki uygulama ile binaya bağlıdır. The Edge binasında

çalışan kişilerin sabit bir çalışma masaları bulunmamaktadır. İş programlarına göre nerede çalışacakları akıllı teknolojilerle kendilerine bildirilmektedir. Çalışanlar, akıllı telefonlarındaki uygulama ile çalıştıkları ortamın ısı ve ışık seviyelerini de ayarlayabilmektedir (URL-109).



Şekil 4.100. The Edge - Kat Planı (URL-114)



Şekil 4.101. The Edge - Kesit (URL-115)

The edge, iki farklı tp borusundan oluşan bir aŐa baŐlıdır. Bu borulardan biri etherneti, diŐeri de su tutan borulardır. Herbir tavan döŐemesinin altında, yeraltı su deposundan gelen su ile dolu borular bulunmaktadır. Binanın ısıtılması ve soğutulması bu tüplerle sağlanmaktadır.



Şekil 4.102. Ethernet kablosu ve su borusunu iÇeren tüpler (URL-116)

The Edge binası iÇin Philips tarafından geliŐtirilen Led sistemi, ethernet ile ŐalıŐmakta ve her noktadaki aydınlatmanın bilgisayar üzerinden kontrol edilebilmesini sağlamaktadır. Led armatrler, binanın ŐeŐitli noktalarına 6000 adet yerleştirilmiştir ve armatrlerin bir kısmında ısı, hareket, ışık sensörleri bulunmaktadır. Sensörler sayesinde, boŐ olan mekanların aydınlatması kapatılmaktadır. Armatrler sayesinde %50 civarında enerji verimliliŐi sağlanmaktadır (URL-111).



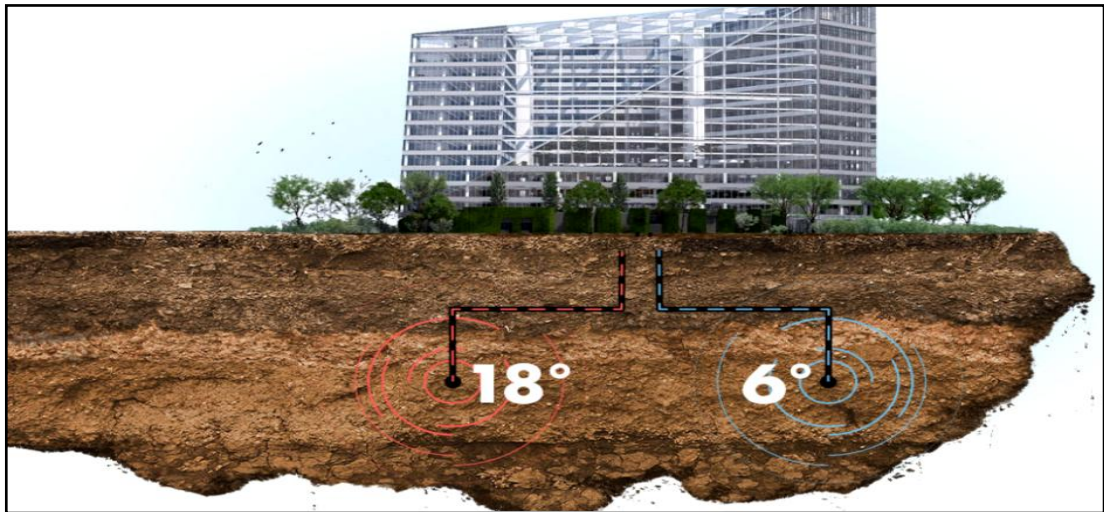
Şekil 4.103. ŐalıŐma Alanları (URL-117)

Atrium, dış çevre ile ofis mekanı arasında bir tampon görevi görmektedir. Ofis içerisinde kirlenen hava atrium'a verilmektedir. Atriumdaki kirli hava yükselmekte ve üst kısımda bulunan ısı değiştirgecinden geçerek dışarıya verilmektedir. Bu sayede elde edilen ısı bina içerisinde değerlendirilmektedir.



Şekil 4.104. Atrium (URL-118)

The Edge binasının çatı ve güney cephesinde toplam 6.000 m²lik fotovoltaik panel bulunmaktadır. Bu paneller sayesinde elde edilen enerji, binanın ihtiyacı olan enerjiyi sağlamaktadır. Fazla olan enerji ise yerin 130 metre altındaki 2 kuyuda aküfer sistemi yardımıyla depolanmaktadır. Bu sisteme yerleştirilen ısı pompası verimliliği de arttırmaktadır. Aküfer borularının bir tanesinde 6 derece diğerinde ise 18derece sıcaklıkta su bulunmaktadır (URL-112).



Şekil 4.105. Yeraltında bulunan kuyular (URL-118)

Çatı ve cephe yüzeylerinde drenaj sistemleri yardımıyla toplanan yağmur suları depolanarak, atrium üzerindeki bahçelerin sulanmasında, tuvalet sifonlarında ve bina dışındaki peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Ekolojik koridor olarak adlandırılan alan, binayı otobandan ayırmaktadır.

The edge binasının doğu ve batı cephesinde, gölgeleme sağlanması için daha az aralıklı ve doğal havalandırma yapılabilmesi için açılabilir kanatlı doğramalar kullanılmıştır. Kuzey cephesi, atriuma bakan cephedir, gün ışığını direkt olarak içeri alması için saydam tasarlanmıştır. Ayrıca, bu cephe otobana bakmaktadır ve otobandan kaynaklanan gürültü kirliliğini engellemek için cephede kalın cam kullanılmıştır. Binanın güney cephesinin büyük bir kısmı fotovoltaik paneller ile kaplıdır. Paneller, bir yandan binanın enerji ihtiyacını karşılamada yardımcı olurken diğer yandan çalışanlar için güneşten koruma sağlamaktadır. Cephede bulunan hava kapakçıkları, güneş açısına göre yerleştirilmiştir ve kapakçıklar cephede ısı birikimini engellemektedir.



Şekil 4.106. The Edge - Cephe (URL-119)

The Edge binası, sürdürülebilir özellikleri ve BREEAM kriterlerini göz önünde bulundurularak tasarlanmasının sayesinde BREEAM sertifika derecelendirilmesinde 93.36 puana sahiptir ve dünyanın en yeşil binasıdır(URL-110).

5. AKILLI BİNA CEPHELERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMAYA ETKİLERİ

Akıllı bina cephelerinin, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında bir çok etkisi vardır. Bu etkiler, çevresel, toplumsal ve ekonomik etkiler olmak üzere 3 grupta incelenebilir.

5.1. Çevresel Etkiler

Akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında bir çok çevresel etkisi bulunmaktadır. Akıllı bina cepheleri, çevre koşullarına karşı koymak yerine, çevre koşullarına uyum sağlayan ve çevreye verilen zararları azaltan cephelerdir.

Cephelerde geri dönüşümlü, çevresel kirlenmeye mümkünse sebep olmayan malzemeler kullanılarak, doğal kaynak kullanımı azaltılmaktadır. Örneğin cephelerde kullanılan cam, sonsuz bir döngü içerisinde geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Camın geri dönüşümüyle kum, soda ve kireç doğal kaynakları korunmasının yanı sıra enerji tüketiminde %25 azalma, hava kirliliğinde %20 azalma, maden atığında %80 azalma, su tüketiminde ise %50 azalma sağlanmaktadır (URL-120).

Akıllı yapı cephelerine yerleştirilen rüzgar türbinleri, fotovoltaik paneller gibi sistemlerle elde edilen enerji sayesinde fosil kaynaklarının kullanımı azaltılmaktadır. Bu sayede fosil kaynakların kullanımı sonucu çevreye verilen zarar azaltılmaktadır ve hava kirliliği önlenmektedir. Çeşitli özelliklerdeki camlar kullanılarak doğal aydınlatma sağlanmaktadır. Doğal aydınlatmanın sağlanmasıyla, yapay aydınlatma elemanları kullanımıyla çevreye verilen ısı miktarı azaltılmaktadır.

Drenaj sistemleri ile cephede ve çatıda biriken yağmur sularının depolanması ve ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılması sağlanarak, binalarda suyun kullanımı azaltılmaktadır.

5.2. Toplumsal Etkiler

Akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında bir çok toplumsal etkisi bulunmaktadır. Akıllı bina cepheleri, doğal havalandırma imkanı sağlayarak, mekanik sistemlerin kullanılmasını azaltmaktadır ve hasta bina sendromunun yaşanması engellenmektedir. Akıllı bina cephelerinde çeşitli özelliklerdeki cam kullanılarak doğal aydınlatmanın sağlanmasının yanı sıra cam yüzeyinin artmasıyla gün ışığından maksimum düzeyde fayda sağlanmaktadır. Doğal aydınlatma ve doğal havalandırmanın sağlanmasıyla çalışan konforu artmakta ve bu sayede verimlilik artmaktadır.

Akıllı yapı cephelerinde kullanılan gürültü kontrol camları ile dış mekanla iç mekan arasında gürültü kontrolü sağlanmaktadır. Güneş kontrol (gölgeleme) elemanları ve kaplamalı camlar ile güneş ışınlarından korunum sağlanmaktadır, bu sayede cepheye yakın bir noktada çalışan bireyler ile uzak noktada çalışan birey arasında konfor seviyesi eşitlenmektedir. Cephede güvenlik camlarının kullanılmasıyla bina içerisinde çalışan bireylerin kendilerini emniyette hissetmesi sağlanmaktadır. Cephede lamine cam kullanılması sonucu, UV ışınlarından kaynaklanan tekstil ürünlerindeki renk solması %97 oranında engellenmektedir. Ayrıca cephede cam malzemenin kullanılmasıyla iç mekandan dış mekanın tamamı gözlenebilmekte ve iç mekanla dış mekan arasındaki görsel iletişim kesilmemektedir. Yangına dayanımlı camlarla, bina kullanıcılarının yangından minimum seviyede etkilenmesi sağlanmaktadır. Sonuç olarak, kullanıcı konforu sağlanmakta ve verimlilik artırılmaktadır.

Akıllı yapı cepheleri ile rüzgara karşı dayanım sağlanarak rüzgarın etkisinin azaltılması ile yüksek katlı binalarda en üst katlarda bile pencere açılabilen ve doğal havalandırma sağlanarak iç hava kalitesi artırılmaktadır.

Çift tabakalı cephelerde, iki tabaka arasındaki alanda bulunan hava yeterince soğutulmadığı takdirde aşırı derecede ısınabilmekte ve kullanıcı konforunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

5.3. Ekonomik Etkiler

Akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasındaki bir diğer etkisi ise ekonomik etkilerdir. Akıllı bina cephelerine yerleştirilen rüzgar türbinleri, fotovoltaik paneller gibi yardımcı sistemler ile rüzgar, güneş gibi doğal enerji

kaynaklarından elde edilen enerji ile binanın ihtiyaç duyduğu enerji karşılanmaktadır. Bu sayede ülkenin enerji ithalatının azalmasını sağlayarak ekonomiye katkıda bulunmaktadır.

Akıllı binaların çatı ve cephelerine nüfuz eden yağmur sularının, drenaj sistemleri ile toplandıktan sonra depolanması ve ihtiyaç duyulduğu zaman bina içerisinde tuvalet sifonlarında, bina içindeki ve dışındaki peyzaj alanlarında kullanılmasıyla bina kullanım maliyetini azaltılmaktadır.

Akıllı bina cepheleri, dış ortam koşullarına uyum sağlamaktadır. Bunu gerçekleştirirken kullanıcı konforunu sağlamakta ve binanın enerji ihtiyacını da minimum düzeyde tutmaktadır. Akıllı bina cephelerinde kullanılan güneş kontrol camları ve kaplamalı camlar ile kış aylarında mekandaki ısının korunumu sağlanırken yaz aylarında ise güneş ışınımı kontrolü sağlanmaktadır. Cephelere monte edilen güneş kontrol elemanları ile de gölgeleme sağlanmakta ve cam yüzeyinin dolayısıyla mekanın fazla ısınması engellenmektedir. Bu sayede, hem kullanıcı konforu sağlanmakta hem de bina soğutma giderleri azaltılmaktadır. Güneş Cephede kullanılan lamine camlarla, tekstil malzemelerindeki renk solma sorunu engellenmektedir. Bu sayede bina içerisinde kullanılan perde, koltuk, sandalye gibi şeylerin uzun süre kullanımı sağlanmaktadır. Yangına dayanımlı camlar ile kullanıcı konforunun sağlanması yanı yangının binaya yayılması önlenmekte ve birçok eşyanın, malzemenin zarar görmesi önlenmektedir.

Akıllı yapılarda cephe malzemesi olarak geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması sonucu ekonomik tasarruf sağlanmaktadır. Çift tabakalı cephelerde, iç cephe ek bir maliyet gibi görünse de, iç ortam koşullarının iyileştirilmesi, enerji kullanımını azaltması, doğal havalandırma yapılabilmesiyle hem kişisel konforu sağlamakta hem de bina işletim maliyetini azaltmaktadır.

Akıllı Binalarda kullanılan cephe sistemlerinden biri olan çift tabakalı cephelerin tabakaları arasında kalan havanın ısınması sonucu, bina soğutma giderleri artabilmektedir.

Bina cephe tasarımında akıllı cephelerin tercih edilmesi binalara ek bir maliyet getirmektedir. Fakat akıllı yapı cepheleri sayesinde doğal havalandırma, aydınlatmanın sağlanması sonucu mekanik sistemlere daha az ihtiyaç duyulması ve daha az enerji tüketilmesi, klima sistemlerinin yerine HVAC sistemlerinin kullanılması, bu sayede verimliliğin artmasıyla bu maliyet amorti edilebilmektedir.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kolonyalizm ve coğrafi buluşlar sonrasında elde edilen sermaye, 15. - 16. yüzyıllar arasında yaşanan Rönesans dönemi ve sonrasında 18. yüzyılda yaşanan Aydınlanma çağı ile elde edilen bilgi birikimleri sonucunda 18. ve 19. yüzyıllarda ortaya çıkan teknolojik gelişmelerle, insan gücü yerine kömürle çalışan buharlı makineler ortaya çıkmıştır. Teknolojik yenilikler, doğal kaynakların bilinçsizce kullanıma sebep olmuştur. Endüstri devrimi sonrasında meydana gelen I. ve II. Dünya harbinden büyük kayıplarla çıkan devletler, savaş kayıplarını bir an önce giderebilmek için çeşitli büyüme arayışlarına girmişlerdir. Hızla büyümek isteyen ülkelerin, kalkınmanın sadece ekonomik büyümeyle olabileceği düşüncesi ile başvurdukları yöntemlerin sonucu olarak ekolojik problemler ortaya çıkmıştır. Bu sorunlarla ilgili çeşitli konferanslar düzenlenmiş ve sonrasında sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilir kalkınma kavramı sonrası doğal kaynakların tükenmeye başladığı, fosil yakıtların kullanımı sonrası sera etkisinin sonucunda dünya üzerinde sıcaklıkların arttığı, ekolojik dengenin bozulmaya başladığı, nüfusun hızlı bir şekilde artmaya devam ettiği ve enerji krizinin ortaya çıktığı dönemde, teknolojik buluşlarla beraber akıllı bina kavramı ortaya çıkmıştır. Dünya genelinde kullanılan enerjinin üçte biri yapıların tasarım, inşa, işletim ve yıkım sürecinde kullanılmaktadır. Bu sebeple, sürdürülebilir kalkınmada binaların önemi çok büyüktür. Teknolojik buluşlarla ortaya çıkan sorunlar, teknolojik gelişmelerle çözülmeye başlanmıştır.

Akıllı bina sistemi pek çok fonksiyon ve boyuttaki binalarda uygulanabilecek bir sistemdir fakat bina işletimindeki enerji tüketimlerinin ve malzeme, su gibi kullanımlarının fazla olduğu yüksek binalarda daha çok tercih edilmektedir. Akıllı bina sistemlerinin yapım maliyeti, diğer binalara göre çok yüksektir fakat sonrasında bina işletim maliyetleri diğer binalara göre daha düşüktür. Akıllı binalarda, binanın tek noktadan kontrol edilmesini sağlayan otomasyon sistemleri ve bina fonksiyonuna uygun alt sistemler ile enerji tasarrufu sağlanmakta, kullanıcı konforu en üst düzeyde tutulmaktadır.

Akıllı binalarda cephe, genellikle en fazla alana sahip bölümdür ve yaşanan enerji kayıplarının büyük bir kısmı da cepheden olmaktadır. Akıllı cepheler, tek tabakalı ve çift tabakalı olarak tasarlanmasına karşın tek tabakalı cephelerde istenilen performans sağlanamadığından dolayı daha çok çift kabuklu olarak tasarlanmaktadır. Akıllı bina cephelerinde kullanılan sistemlerle, enerji kayıpları azaltılmakta, binanın gereksinim duyduğu enerji de cephede kullanılan malzemelerle sağlanabilmektedir. Cephelere içerden veya dışarıdan monte edilen güneş kırıcılarla güneş ışınımı ve fazla ısınma engellenerek soğutmada harcanan enerji miktarı azaltılmaktadır. Gürültü kontrol camları kullanılan çift tabakalı cephelerle dış ortamdaki gürültülerin iç ortama girmesi engellenmektedir. Çift tabakalı cepheye sahip yüksek binalarda, en üst katlarda dahi pencere açılarak doğal havalandırma sağlanmaktadır.

Akıllı binalar, bulunduğu çevrenin şartlarına karşı koymak yerine, çevre koşullarına uyum gösteren binalardır. Örneğin; çok rüzgar alan bölgelerde bina formları, rüzgardan etkilenilmeyecek şekilde kıvrımlı tasarlanmaktadır veya bina cephesinde çeşitli yerlerde açıklıklar bırakılıp, rüzgarın o kısımlara yönelmesini ve cephenin diğer tarafından yoluna devam etmesi düşünülmektedir. Bazı binalarda bu açıklıklara rüzgar türbinleri yerleştirilip, rüzgar enerjisi elde edilmektedir.

Sonuç olarak, akıllı bina cephelerinin binanın ihtiyacı olan enerjiyi elde edebilmesi, çalışan konforunu optimum değerde tutabilmesi, çevreyle olan uyumu, yerli malzeme kullanılması sonucu ekonomiye katkısı, yüksek binalarda bile doğal havalandırma imkanı sağlaması, güneş kırıcı sistemler ve kaplamalı camlar yardımıyla iç mekandaki insanları rahatsız etmeden doğal aydınlatma sağlaması, güvenlik camları kullanılarak mekan içerisindeki insanların korunması, gürültünün fazla olduğu yerlerde gürültü kontrol camları kullanılarak gürültünün iç mekana girişi engellenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde ettiği enerjiyle doğal kaynaklardan elde edilen enerji gereksinimini minimuma indirmesi gibi özellikleriyle sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında pek çok katkısı vardır.

KAYNAKLAR

Akgül U (2010).*Sürdürülebilir Kalkınma: Uygulamalı Antropolojinin Eylem Alanı*,Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Dergisi, sayı:24 sayfa 133-164, Ankara.

Alakavuk E (2010). *Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*.Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Alemdağ E. L (2014). *Enerji Etkin Tek Tabakalı Cepheelerde Güneş Kontrolü*. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 144.Sayı.

Altın M, Orhon A.V (2014). *Akıllı Yapı Cepheleeri ve Sürdürülebilirlik*.7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi , İstanbul.

Arabacıoğlu B. C (2005). *Akıllı Bina Sistemleri İle Etkileşimli Kişiselleşebilir İç Mekan Kavramı Ve Geleceğin Akıllı İç Mekan Tasarımı Süreci İçin Bir Model Önerisi*. Sanatta Yeterlilik Tezi. MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Atasoy A (2009). *Akıllı Bina Teknolojisinin Yapısal Özellikler Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Bilgiç S (2002). *Akıllı Cephe Sistemleri*. Ege Mimarlık, Sayı:44.

Bozdoğan B (2003). *Mimari Tasarım ve Ekoloji*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Coggan D. A (2011) Intelligent buildings simply explained. Retrieved December 28, 2011

Compagno A (2003). *From Double Windows to Double Building Envelopes*.Glass Processing Days, p.244,248.

Çakır G (2011). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi*.Yüksek Lisans Tezi. MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çakmanus İ (2004). *Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı*. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 84, 20-27.

Çelebi G (2002). *Bina düşey kabuğunda fotovoltaiik panellerin kullanım ilkeleri*.Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 17, 17-33.

Çimen L (2008). *Bina Otomasyon Sistemleri*. Bina Otomasyon Sistemleri ve Günümüzdeki Uygulamaları Semineri, Eskişehir.

Dizayn Konstrüksiyon Dergisi (1999). *Türkiye İş Bankası Genel Müdürlük Kompleksi*, 160, 67-78, İstanbul.

Du Plesis, J. (1998). *Teacher Development: Making an Impact*. Washington DC: USAID and The World Bank.

Erkınay P. U (2012). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgar Enerjisinin Türkiye’de Binalarda Kullanımı Üzerine Bir İnceleme*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.

Erturan B (2011). *Akıllı Cepheleler*. 6th International Advanced Technologies Symposium. Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Erturan B (2010). *Akıllı Cephe Tasarım İlkeleri Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gasper D. R (1996). *Arguing Development Policy*. Frank Cass Publications, London.

Günel M. H, Ilgın H. E (2008). *Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisi Kullanımı*. Ege Mimarlık Dergisi, Sayfa 6-11, İzmir.

Güvenç B (2008). *Sürdürülebilirlik bağlamında ekolojik tasarım prensiplerinin mimaride uygulanabilirliğinin irdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Harrison A, Loe E and Read J (1992). *İntelligent Buildings in South East Asia*, E & FN Spon, London.

Harris J. M (2000). *Basic Principles of Sustainable Development*. Global Development and Environment Institute Working Paper:00-04, Tufts University, USA.

Hoşkara E (2007). *Ülkesel koşullara uygun sürdürülebilir yapıım için stratejik yönetim modeli*. Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

IBE (1992). *The Intelligent Building in Europe, DEGW (London) and Teknibank (Milan) with the European Intelligent Building Group*. Report for British Council for Offices, UK.

Işık Z. S (2014). *Yüksek Yapılarda Havalandırma Ve İklimlendirme Sistemleri İle Cephe Sistemlerinin İlişkilendirilmesi Ve Uygulama Örnekleri*. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kalafat K (2011) *İstanbul'daki Yüksek Binalarda Akıllı Cephe Sistemleri Performansının Enerji Etkinliği ve Kullanıcı Memnuniyeti Kapsamında Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lakot E (2007). *Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Mangan S. D (2006). *Akıllı Binalarda Alt Sistem Değerlendirmesi : İstanbul Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Mawhinney M (2002), *Sustainable Development: Understanding the Green Debates*, Oxford: Blackwell Publishing, s. 3.

Mersinoğlu H (2002). *İletişim Teknolojisi – Mimarlık Etkileşimi ve Akıllı Evler*. Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Muscoe M (1995). *A sustainable community profile*. Places, 9 (3), 4.

Oğuz O (2007). *Akıllı Bina Kavramı ve Akıllı Bina Değerlendirme Metotları*. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özbalta G. T (2005). *Çift Kabuk Cam Cephe Kuruluşları ve Enerji Etkin Tasarım*. TTMD Türk Tesisat Mühendisleri Dergisi, Sayı 35, s. 27-35.

Özgenç N (2015). *Sürdürülebilirlik temelinde yoksulluk kavramının yorumlanması : Yoksulluk Düğümü*. Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, sayı 35.

Özmehmet E (2005). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Öztürk H.K, Yılandı A, Atalay O (2005). Tesisat Mühendisliği Dergisi, 90. Sayı.

Palabıyık S (2009). *Geleneksel ve Yeni Kalkınma Kuramlarının Analizi : Türkiye Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Pearce, D.W., Markandya, A. and Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*, London.

Poirazis H (2004). *Double Skin Façades for Office Buildings*. Literature Review. Division of Energy and Building Design Department of Construction and Architecture Lund Institute of Technology Lund University, Sweden.

Sev A, Özgen A (2003). *Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma*. Yapı Dergisi, 262, 9, 92–99.

So A.T, and Chan, W.L.(1999). *Intelligent Building Systems*, Kluwer Academic Publishers, U.S.A.

Şahin N. İ Manioğlu G (2011). *Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması*. Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 125.

Tatlı G. E (2006). *Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Toptaş M (2012). *Yüksek Binalarda Kullanılan Gelişmiş Bina Elemanı Sistemlerinin Çevresel Sürdürülebilirlik Ölçütleri Açısından Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tortu Ş. Ş (2006). *Alüminyum Giydirme Cepheelerde Isıl Performans Durabilite İlişisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Trakya Mimari Camlar Kataloğu(2013).

Turan Ş (2014). *Küreselleşen Dünyada Sürdürülebilir Kalkınmanın Önemi*. Yüksek Lisans Tezi, KATÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.

Uçak S (2010). *Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Alternatif Enerji Ve Enerji Üretimi-Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi*. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.

Uygun V (2012). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi (Yurt İçi Ve Yurt Dışı Örneklerle)*. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zagpus S (2002). *Development of Intelligent Buildings and Their Impacts on Architecture in Turkey*.Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.

URL-1 : http://www.isg-yonetim.com/tr_0006_02_07_02.html , Erişim Tarihi : 9 Aralık 2015

URL-2 : <http://notoku.com/kalkinma-kavrami-ve-terminolojisi/> , Erişim Tarihi : 9 Aralık 2015

URL-3 : <http://www.bmdergi.org/tr/tarihi-birlesmis-milletler-zirvesinde-193-uye-ulke-oybirliigi-ile-yeni-surdurulebilir-kalkinma-hedeflerini-kabul-etti/> , Erişim Tarihi : 13 Aralık 2015

URL-4 : http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/document_images/bm_2.jpg , Erişim Tarihi : 18 Aralık 2015

URL-5 : <http://unesco.org.tr/dokumanlar/duyurular/skh.pdf> , Erişim Tarihi : 18 Aralık 2015

URL-6 : <http://www.worldometers.info/world-population/> , Erişim Tarihi : 25 Aralık 2015

URL-7 : <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-tuketimi/> , Erişim Tarihi : 21 Aralık 2015

URL-8 : https://triip.imgix.net/triips/images/10265/10557/19f7d01a433411e5b5ac662dd6bb2614_1920x1080.jpg , Erişim Tarihi : 24 Aralık 2015

URL-9 : http://www.emo.org.tr/ekler/7267ca39f652c0d_ek.pdf , Erişim Tarihi : 28 Aralık 2015

URL-10 : <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/47/1924/20179.pdf> , Erişim Tarihi : 28 Aralık 2015

URL-11 : <http://www.nukte.org/node/163> , Erişim Tarihi : 28 Aralık 2015

URL-12 : http://www.gnssolar.com/list/list.asp?ktgr_id=408 , Erişim Tarihi : 29 Aralık 2015

- URL-13** : <http://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye> , Erişim Tarihi : 3 Ocak 2016
- URL-14** : <http://www.pronen.com/images/fvdoseme.jpg> , Erişim Tarihi : 3 Ocak 2016
- URL-15** : <http://www.mmo.org.tr/resimler> , Erişim Tarihi : 4 Ocak 2016
- URL-16** : <http://www.mimal.com/images/ticari-corlu-can-tekstil.jpg> , Erişim Tarihi : 4 Ocak 2016
- URL-17** : http://www.bilgiustam.com/resimler/2008/01/dikey_eksenli_turbin.jpg , Erişim Tarihi : 4 Ocak 2016
- URL-18** : http://www.bilgiustam.com/resimler/2008/01/yatay_eksenli_turbin.jpg , Erişim Tarihi : 4 Ocak 2016
- URL-19** : <http://static1.squarespace.com/> , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-20** : <http://www.ctbuh.org/Portals/0/Feature%20Archive/Tall%20Building/2008/BahrainWTC/BahrainWTC1.jpg> , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-21** : https://scontentvie11.xx.fbcdn.net/v/t31.08/1980023_660647070657087_6095520603863965616_o.jpg?oh=90beb615f439f08f8824a44cc9bf6f04&oe=58E6668D , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-22** : http://images.adsttc.com/media/images/52fb/df4d/e8e4/4e54/8200/000b/large_jpg/01.jpg?1392238396 , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-23:** http://images.adsttc.com/media/images/5014/14c7/28ba/0d3b/4500/0fca/large_jpg/stringio.jpg?1414495441 , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-24** : http://tekelisisa.com/wp-content/uploads/2014/09/isbankasi_03.jpg , Erişim Tarihi : 5 Ocak 2016
- URL-25** : http://www.efeleraluminyum.com.tr/admin/multiupload/test/kapali_cephe.jpg , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-26** : <http://www.cephesistemleri.co/wp-content/uploads/2014/12/Silikon-giydirme-cephe-1.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-27** : <http://www.adenmetal.com.tr/common/assets/images/solutions/3c7aa9ca0eecf5375bbc9220cd011a9a.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-28** : http://unionvidriera.com/blog/wp-content/uploads/2014/05/solar_4.jpg , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016

- URL-29** : <http://www.yesilodak.com/icerik/109/Gunese-yonlendirilmis-yesil-bina> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-30** : <http://www.archdaily.com/800834/ihouse-dormitory-studio-sumo> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-31** : <https://smediacacheak0.pinimg.com/736x/b6/a3/80/b6a380b2fcd907c7c3d75b563307bf3.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-32** : <http://benthemcrouwel.com/projects/mors-opmeer/#mors-opmeer-1142> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-33** : <http://benthemcrouwel.com/projects/mors-opmeer/#mors-opmeer-1142> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-34** : <https://images.nital.it/life/gallery/bolla-lingotto/big/13B.jpg> , Erişim Tarihi : 11 Ocak 2016
- URL-35** : http://www.architravel.com/architravel_wp/wp-content/uploads/2015/10/Lingotto-Factory_1.jpg , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-36** : <http://www.somfyarchitecture-tr.com/common/img/library/lingotto-factory.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-37** : <http://en.focchi.it/wp-content/uploads/2012/11/Image10.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-38** : http://www.aluminiumarchitecture.co.uk/November10/Pics/se_controls_4.jpg , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-39** : <http://nanawall.files.wordpress.com/2011/09/comfort-facade.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-40** : <https://smediacacheak0.pinimg.com/originals/37/a6/d5/37a6d5df9c733b74588e1e25e5274ab2.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-41** : <http://www.galinsky.com/buildings/daimlerfs/daimler2.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-42** : <http://images.adsttc.com/media/images/5837/a056/e58e/ce93/1c00/004b/slideshow/161005D0064.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-43** : <http://footage.framepool.com/shotimg/663664013-juergen-overdiek-karl-heinz-petzinka-duesseldorf-stadt-tor-duesseldorf.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-44** : http://www.earchitect.co.uk/images/jpgs/finland/info_centre_korona_arkhouse191208_5.jpg , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016

- URL-45** : <http://www.ab-dr-schrammen.de/files/glb16-01-i.jpg> , Erişim Tarihi : 7 Ocak 2016
- URL-46** : <http://www.arkiv.com.tr/galeri/detay/226777/5/Proje/6817> , Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-47** : <http://www.arkiv.com.tr/galeri/detay/226777/5/Proje/6817> , Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-48** : <http://www.arkiv.com.tr/galeri/detay/226777/5/Proje/6817> , Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-49** : <http://www.toracam.com/images/isicamsinerji.jpg> , Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-50** : http://www.gursanglass.com.tr/Images/urun/tn_lamine22_1.jpg , Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-51** : http://www.zercam.com.tr/img/urun/b_05051410305710.jpg, Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-52** : <http://yildizcam.com.tr/img/urunler/kursun-gecirmez-camlar-2.jpg>, Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-53** : <http://alefilm.com/Pages/Anasayfa/images/s2.png>, Erişim Tarihi : 12 Ocak 2016
- URL-54** : www.izoder.org.tr , Erişim Tarihi : 15 Ocak 2016
- URL-55** : <http://www.batucamfilmi.com/images/Gunes1.jpg> , Erişim Tarihi : 12 şubat 2016
- URL-56** : <https://www.affani.com.tr/resimler/sayfalar/gunes-kontrol-cam-filmleri-3.jpg>, Erişim Tarihi : 12 şubat 2016
- URL-57** : [http://www.sisecamduzcam.com/sites/catalogs/tr/PublishingImages/mimari-camlar/referans-projeler/Park-Dedeman-Levent-Sisecam-Temperlenebilir-Solar-Low-E-Cam-Notral-50-33%20%20\(1\)%20\(Custom\).jpg](http://www.sisecamduzcam.com/sites/catalogs/tr/PublishingImages/mimari-camlar/referans-projeler/Park-Dedeman-Levent-Sisecam-Temperlenebilir-Solar-Low-E-Cam-Notral-50-33%20%20(1)%20(Custom).jpg), Erişim Tarihi : 18 şubat 2016
- URL-58** : <http://blog.pakpen.com.tr/akilli-pencereler-elektrokromik-camlar>, Erişim Tarihi : 23 şubat 2016
- URL-59** : <http://www.intercomet.com/images/slide5.jpg>, Erişim Tarihi : 12 Mart 2016
- URL-60** : https://cdn3.vox-cdn.com/uploads/chorus_image/image/48242767/201205_10BondSelldorf2_1.0.0.jpg , Erişim Tarihi : 23 Mart 2016
- URL-61** : <http://www.teknosel.com/urun.php?u=1&c=1> , Erişim Tarihi : 23 Mart 2016

- URL-62** : [http://neufertcdn.archdaily.net/uploads/photo/image/81950/full Georges Freche School of Hotel Management Massimiliano Doriana Fuksas Alucobond Anodized Photography by Ramon Pratt.jpg?v=1481137593](http://neufertcdn.archdaily.net/uploads/photo/image/81950/full_Georges_Freche_School_of_Hotel_Management_Massimiliano_Doriana_Fuksas_Alucobond_Anodized_Photography_by_Ramon_Pratt.jpg?v=1481137593) , Erişim Tarihi : 18 Nisan 2016
- URL-63** : <http://v2.arkiv.com.tr/i/photo/project/35640.jpg> , Erişim Tarihi : 18 Nisan 2016
- URL-64** : [http://www.ctbuh.org/Portals/0/Feature%20Archive/Tall%20Building/2008/Bahrain WTC/BahrainWTC1.jpg](http://www.ctbuh.org/Portals/0/Feature%20Archive/Tall%20Building/2008/BahrainWTC/BahrainWTC1.jpg) , Erişim Tarihi : 30 Nisan 2016
- URL-65** : http://www.earchitect.co.uk/images/jpgs/bahrain/bahrain_world_trade_centre_atkins_200209.jpg , Erişim Tarihi : 30 Nisan 2016
- URL-66** : <https://www.babonej.com/forum/upimg/chat8ec612eee42.jpg> , Erişim Tarihi : 8 Mayıs 2016
- URL-67** : http://www.winartproje.com/images/resimler/aluart/teknik/ersoy_cakir_28b.jpg Erişim Tarihi : 8 Mayıs 2016
- URL-68** : <http://www.alsemetal.com/img/paslanmaz-10.jpg> , Erişim Tarihi : 21 Mayıs 2016
- URL-69** : <http://www.tmdmetal.com.tr/f-tipi-ankraj.png> , Erişim Tarihi : 21 Mayıs 2016
- URL-70** : <http://www.tmdmetal.com.tr/u-tipi-ankraj.png> , Erişim Tarihi : 21 Mayıs 2016
- URL-71** : <http://www.tmdmetal.com.tr/l-tipi-ankraj.png> , Erişim Tarihi : 21 Mayıs 2016
- URL-72** : [http://images.adsttc.com/media/images/5384/b099/c07a/8031/7a00/00bf/large_jpg/Al_Bahr Towers Mashrabiya %C2%A9Christian Richters.jpg?1401204853](http://images.adsttc.com/media/images/5384/b099/c07a/8031/7a00/00bf/large_jpg/Al_Bahr_Towers_Mashrabiya_%C2%A9Christian_Richters.jpg?1401204853) , Erişim Tarihi : 12 Haziran 2016
- URL-73** : <http://www.electramag.com.br/site/wp-content/uploads/2015/11/geometric-sun-shades-al-bahar-towers-abu-dhabi-6.jpg> , Erişim Tarihi : 12 Haziran 2016
- URL-74** : <http://images.adsttc.com/media/images/5837/a06e/e58e/ce93/1c00/004c/slideshow/161005D0071.jpg?1480040552> , Erişim Tarihi : 12 Haziran 2016
- URL-75** : <http://haber.datcadetay.com/datca-house-finalde.html/2> , Erişim Tarihi : 17 Haziran 2016
- URL-76** : <http://www.arch.mcgill.ca/prof/mellin/arch671/winter2001/orose/drm/thesis/zdebis2.html> , Erişim Tarihi : 17 Haziran 2016

- URL-77** : <http://www.arkiv.com.tr/proje/s2osb-yonetim-binasi-ve-konferans-salonu/6817> , Erişim Tarihi : 29 Haziran 2016
- URL-78** : <http://www.cevredostu.com/yesilbina/deloitte-maslak-no1-office/> , Erişim Tarihi : 12 Ekim 2016
- URL-79** : <http://maslakno1.com/tr/index.php> , Erişim Tarihi : 12 Ekim 2016
- URL-80** : <http://v2.arkiv.com.tr/p10569-maslak-no-1-ofis-yapisi.html> , Erişim Tarihi : 12 Ekim 2016
- URL-81** : http://3dkonut.com/Resimler/Projeler/maslak-no-1/KatPlanlari/maslak-no-1_43018.png , Erişim Tarihi : 12 Ekim 2016
- URL-82** : http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Emre-Arolat-Architects/maslak-no-1-ofis-yapisi/022-150515_Cemal%20Emden_edGP.jpg.jpeg , Erişim Tarihi : 12 Ekim 2016
- URL-83** : http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Emre-Arolat-Architects/maslak-no-1-ofis-yapisi/001-150515_Cemal%20Emden_edGP.jpg.jpeg , Erişim Tarihi : 19 Ekim 2016
- URL-84** : http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Swanke-Hayden-Connell-Mimarl%C4%B1k/Levent-Ofis/tekfenofis_%C4%B0c.jpg , Erişim Tarihi : 2 Kasım 2016
- URL-85** : http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Swanke-Hayden-Connell-Mimarl%C4%B1k/Levent-Ofis/cephe_detay.jpg , Erişim Tarihi : 2 Kasım 2016
- URL-86** : <http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Swanke-Hayden-Connell-Mimarl%C4%B1k/Levent-Ofis/zeminkatplani.jpg> , Erişim Tarihi : 2 Kasım 2016
- URL-87** : <http://galeri3.arkitera.com/var/albums/Arkiv.com.tr/Proje/Swanke-Hayden-Connell-Mimarl%C4%B1k/Levent-Ofis/kesit.jpg> , Erişim Tarihi : 2 Kasım 2016
- URL-88** : <http://www.usgbc.org/projects/tekfenoz-levent-office> , Erişim Tarihi : 13 Kasım 2016
- URL-89** : <http://www.altensis.com/proje/tekfen-oz-levent-ofis-binasi-ilk-leed-sertifikali-ticari-ofis-binasi/> , Erişim Tarihi : 13 Kasım 2016
- URL-90** : <http://www.laldesign.com.tr/projeler/tekfen-levent-ofis-2/> , Erişim Tarihi : 13 Kasım 2016
- URL-91** : http://www.yapi.com.tr/haberler/levent-ofis-binasi_96595.html?showAll=1 , Erişim Tarihi : 13 Kasım 2016
- URL-92** : https://www.youtube.com/watch?v=POGc_x_nWE8 , Erişim Tarihi : 18 Kasım 2016
- URL-93** : https://www.youtube.com/watch?v=wk3npQsC_yI , Erişim Tarihi : 21 Kasım 2016

- URL-94** : <http://www.cativecephe.com/?pid=30866> , Erişim Tarihi : 22 Kasım 2016
- URL-95** : <http://www.ekoyapidergisi.org/1252-turkiye-leed-sertifikali-yesil-binalar-listesinde-en-iyi-10-ulke-arasinda-dokuzuncu-sirada-yer-aldi.html> , Erişim Tarihi : 22 Kasım 2016
- URL-96** : <http://www.usgbc.org/projects/spine-maslak> , Erişim Tarihi : 27 Kasım 2016
- URL-97** : <http://www.spine-tower.net/37-kat-plani/> , Erişim Tarihi : 27 Kasım 2016
- URL-98** : <https://www.youtube.com/watch?v=HslCIXECG6A&t=2868s> , Erişim Tarihi : 28 Kasım 2016
- URL-99** : https://s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/mnr-s3-prod/0054/000117_pearlriver_tower_800.jpg , Erişim Tarihi : 1 Aralık 2016
- URL-100** : <https://cityofhumans.com/wp-content/uploads/2015/10/pearl5.jpg> , Erişim Tarihi : 1 Aralık 2016
- URL-101** : https://www.aiachicago.org/images/uploads/dea/2014/aia_chicago_14_pearl_10.jpg , Erişim Tarihi : 5 Aralık 2016
- URL-102** : https://www.aiachicago.org/images/uploads/dea/2014/aia_chicago_14_pearl_4.jpg , Erişim Tarihi : 5 Aralık 2016
- URL-103** : https://www.aiachicago.org/images/uploads/dea/2014/aia_chicago_14_pearl_2.jpg , Erişim Tarihi : 5 Aralık 2016
- URL-104** : https://www.aiachicago.org/images/uploads/dea/2014/aia_chicago_14_pearl_3.jpg , Erişim Tarihi : 5 Aralık 2016
- URL-105** : <http://lh3.ggpht.com/-9GL7UVQaXdk/Ua9XzDJfYhI/AAAAAAAAApPA/IoovTPe-pB8/pearl-river-tower-5%25255B2%25255D.jpg?imgmax=800> , Erişim Tarihi : 12 Aralık 2016
- URL-106** : <http://www.usgbc.org/projects/pearl-river-tower?view=overview> , Erişim Tarihi : 12 Aralık 2016
- URL-107** : <http://www.prnewswire.com/news-releases/leed-platinum-certified-guangzhou-pearl-river-tower-a-big-draw-to-multinational-enterprises-300212673.html> , Erişim Tarihi : 15 Aralık 2016
- URL-108** : http://www.som.com/FILE/19408/pearlriver_1575x900_timgriffth_09.jpg , Erişim Tarihi : 15 Aralık 2016
- URL-109** : <http://www.ekoyapidergisi.org/3007-dunyanin-en-yesil-binasi-the-edge.html> , Erişim Tarihi : 27 Aralık 2016

- URL-110** : <http://www.breem.com/index.jsp?id=804> , Erişim Tarihi : 27 Aralık 2016
- URL-111** : <http://www.melinconsultants.co.uk/suitably-sustainable-design-the-edge-amsterdam-13.html> , Erişim Tarihi : 27 Aralık 2016
- URL-112** : <http://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture> , Erişim Tarihi : 3 Ocak 2017
- URL-113** : <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/img/Edge-exterior-day.jpg> , Erişim Tarihi : 3 Ocak 2017
- URL-114** : <https://image.slidesharecdn.com/theedgedeloitteifmarealty19-05-15-150522064852-1va1-app6892/95/the-edge-deloitte-ifmarealty-190515-6-1024.jpg?cb=1432278228>, Erişim Tarihi : 3 Ocak 2017
- URL-115** : <http://www.archdaily.com/785967/the-edge-plp-architecture/57184556e58ecec7b10000a4-the-edge-plp-architecture-diagram>, Erişim Tarihi : 9 Ocak 2017
- URL-116** : <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/img/Edge-panel-ethernet.jpg> , Erişim Tarihi : 9 Ocak 2017
- URL-117** : http://cache.duurzaamgebouwd.nl/upload/dg_8fd9sluf/images/news/pepmeeting-in-the-edge_1_6LTPtF.jpg , Erişim Tarihi : 15 Ocak 2017
- URL-118** : <http://ovgrealestate.com/project-development/the-edge> , Erişim Tarihi : 15 Ocak 2017
- URL-119** : http://617bb7d10f2e3e8732fd-9335c5bd016d61e5d3d959d22c1f394b.r91.cf3.rackcdn.com/images/the_edge-gallery02.jpg, Erişim Tarihi : 18 Ocak 2017
- URL-120** : <http://guvengeridonusum.com/geri-donusum-geri-kazanim-tekrar-kullanim-onemi/>, Erişim Tarihi : 18 Ocak 2017

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında İstanbul'un Fatih ilçesinde doğdu. İlkokul ve Ortaokul Eğitimini Fatih İlkokulu'nda, Lise eğitimini Cibali Lisesi'nde, Lisans eğitimini ise Haliç Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde tamamladı. 2014 senesinde Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2013-2015 yılları arasında çeşitli mimarlık ofislerinde mimar olarak çalıştı. 2015 senesinden beri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Altyapı Projeler Müdürlüğü'nde Mimar olarak çalışmaktadır.



Turnitin Orijinallik Raporu

Akıllı Bina Cephelelerinin Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında İrdelenmesi Birnur Kara tarafından

2016-17 güz dönemi tezleri (2016-17 güz dönemi yüksek lisans tezleri) den

31-Oca-2017 14:12 EET' de işleme kondu

NUMARA: 764749960
Kelime Sayısı: 24760

kaynaklar:

Benzerlik Endeksi

%11

Kaynağa göre Benzerlik

| | |
|-------------------|-----|
| Internet Sources: | %10 |
| Yayınlar: | %2 |
| Öğrenci Ödevleri: | %5 |

1

1% match (28-May-2016 tarihli internet)

<http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/8303/276585.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

2

1% match (06-Eyl-2010 tarihli internet)

<http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum5/Semp%205%20Bildiri%2027.pdf>

3

< 1% match (21-Nis-2015 tarihli öğrenci ödevleri)

[Submitted to TechKnowledge Turkey on 2015-04-21](#)

4

< 1% match (10-Ara-2015 tarihli öğrenci ödevleri)

[Submitted to Beykent Universitesi on 2015-12-10](#)

5

< 1% match (08-Oca-2017 tarihli internet)

<http://www.ongreening.com/en/Projects/pearl-river-tower-1206>

6

< 1% match (18-Haz-2015 tarihli öğrenci ödevleri)

[Submitted to Trakya University on 2015-06-18](#)

7

< 1% match (10-Haz-2014 tarihli internet)

<http://healthtalkie.com/discussion/marmara-black-sea-regions-news-and-developments-gb3os.php>

8

< 1% match (08-Oca-2016 tarihli internet)

<http://docplayer.biz.tr/4786043-Akilli-binolar-kurulmalari-ve-isletilmeleri-yuksek-lisans-tezi-muh-hayrettin-kilic.html>

9

< 1% match (18-Şub-2016 tarihli internet)

<http://docplayer.biz.tr/12060818-Dstanbul-tekndk-undversdtesd-fen-bdldmlerd-enstdtusutardhd-yapilarda-kullanilan-volkandk-tuflerdn-konservasyonu-uzerdne-bdr-arastirma-od-tasi-ornegd.html>

10

< 1% match (23-Haz-2016 tarihli internet)

<http://docplayer.biz.tr/4861389-Surdurulebilir-mimarlik-baglaminda-akdeniz-iklim-tipi-icin-bir-bina-modeli-onerisi.html>

11

< 1% match (28-Oca-2012 tarihli internet)

http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_04.pdf

12

< 1% match (18-May-2016 tarihli öğrenci ödevleri)

[Submitted to Beykent Universitesi on 2016-05-18](#)

13

< 1% match (08-Şub-2016 tarihli internet)

<http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/27862/tez.pdf>

14

< 1% match (08-Haz-2015 tarihli internet)

<http://web.firat.edu.tr/iats/cd/subjects/Energy/EET-23.pdf>

15

< 1% match (26-May-2016 tarihli internet)

<http://docplayer.biz.tr/3112177-Enerji-verimli-yapi-kabugunun-yangin-anindaki-davranisi-cephe-yanginlari.html>

16

< 1% match (18-May-2015 tarihli internet)

<http://library.cu.edu.tr/tezler/8642.pdf>

17

< 1% match (17-Haz-2015 tarihli internet)

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/28aa8ac200e659d_ek.pdf