T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA ISITMA- SOĞUTMASINDA OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONFOR VE ENERJİ VERİMLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

SEYHAN ÖZKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : DOÇ.DR. SEMİHA ÖZTUNA

EDİRNE 2011

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİNA ISITMA- SOĞUTMASINDA OTOMASYON SİSTEMLERİNİN KONFOR VE ENERJİ VERİMLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

SEYHAN ÖZKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Bu Tez 24/11/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

Doç.Dr. Ayşegül Öztürk
Jüri Üyesi
……

Yrd.Doç.Dr. Deniz Taşkın
Jüri Üyesi
……..

Doç. Dr. Semiha Öztuna
Tez Danışmanı
……..

ÖZET

Bu çalışmada, farklı kullanım alanına sahip binalar ele alınarak, bu yapılarda enerji izleme ve yönetim amaçlı olarak kullanılan otomatik kontrol (otomasyon) sistemleri incelenmiştir.Yapılardaki kullanım amacından kaynaklanan farklılıkların ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik sistemlerine etkileri ele alınıp, maliyet, enerji verimliliği, konfor bakımından karşılaştırmalar yapılmıştır.

Ülkemizde sıklıkla rastlanan 5 farklı yapı örneği incelenmiştir.İlk olarak ele alınan Avm binasında zamana bağlı senaryolama ve yoğunluk kontrolü ile sadece ısıtma-soğutmada % 22 enerji tasarruf oranı oluşmuştur.Bu tasarruf sayesinde yaklaşık 36 ayda otomasyonun amortismanı sağlanmaktadır.İkinci olarak Otel incelenmiştir. Otel örneğinde kartlı varlık otomasyonu uygulanmıştır ve sadece ısıtma-soğutma sisteminde ortalama % 25 enerji tasarruf oranı ile birlikte yaklaşık 45 ayda amortisman öngörülmüştür. Ardından Ameliyathane örneği üzerinde durulmuştur.Amelitahanede ise kesintisiz, hassas ve hijyenik iklimlendirme, aydınlatma ön plandadır.Otomasyon ile ortalama % 24 enerji tasarruf oranı sağlanmıştır ve 47 aylık bir amortisman süresi vardır. Bir diğer incelenen yapıda Kongre Merkezidir.Kamu binalarına kullanım zamanlaması olarak örnek olabilecek yapıda, geri dönüş suyu sıcaklığı kontrolü ve senaryolama ile esnek kullanım sayesinde ortalama % 25 enerji tasarruf oranı, 62 aylık amortisman süresi hesaplanmıştır. Son olarak ülkemiz insanının % 70'sinden daha fazlasının yaşadığı modern betonarme müstakil konutlarda kullanılan otomasyon sistemi ele alınmıştır.Diğerlerine kıyasla daha detaylı incelenen yapıda, ortalama % 23 enerji tasarruf oranı ile sadece ısıtma ve soğutmada otomasyonu uygulandığında yıllık 3150 m^3 dogalgaz, 2103 kw elektrik enerjisi tasarrufu sağlayarak 68 ayda, sadece aydınlatmada otomasyon ile yıllık 158 kw elektrik enerjisi tasarrufu sağlayarak 109 ayda kendi maliyetlerini sübvanse etmektedir.Söz konusu 2 sistem birlikte kullanıldığında ise 82 ayda maliyetlerini sübvanse etmektedir. Ayrıca bina otomasyon sistemlerinin kapsam ve özelliklerinin seçiminde dikkatli ve özenli davranılması gerektiği vurgulanmıştır. Eğer gereken özen gösterilmezse yüksek maliyetlere düşük verimli sistemler kurulur.

Çalışmada iki husus amaçlanmıştır. Birincisi kullanımdan kaynaklanan farkların otomasyon sistemlerine olan etkilerini açıklayarak, incelenen 5 farklı yapı örneğindeki kendine özgü sistemleri karşılaştırmak. İkincisi ise verimli bir bina otomasyon sistemi kurmak için sistemin seçim ve kurulum aşamasında dikkat edilmesi gerekenlerin belirtilmesidir.

2011, 132 sayfa.

Anahtar Kelimeler: Isıtma-soğutma sistemleri, Binalarda otomasyon sistemleri, Enerji verimliliği, Konfor, Maliyet

SUMMARY

In this study, automatic control systems used for the purpose of energy monitoring and management were analyzed for different type of buildings. Differences in the structures of building due to the aim of their usage were investigated by considering the effects of heating -cooling, lighting and security systems, and comparisons were made in terms of cost, energy efficiency and comfort.

5 different building types were investigated in this study. The first building type analyzed is a mall. A 22% saving in energy was obtained in heating-cooling with the usage only of time-dependent programming and population density control. With this saving, the amortization time is approximately 36 months. Secondly, a hotel is analyzed. In this case, a card automation is applied. The results show that a 25% energy saving is obtained. The amortization time in this case is found to be 45 months. Then, a surgery room is handled. Sustained hygienic air-conditioning and lighting are important at the surgery rooms. With the automation, a 24% energy saving is obtained. Amortization time is approximately 47 months. The other building type analyzed is convention center. This can be thought as an example of state buildings. During the day, with regard to energy usage time in the structures similar to state buildings (courts, ministerial buildings etc.). With the control of water temperature and time programming, an approximately 25% energy consumption can be obtained. The amortization time in this case is 62 months. Lastly, automation systems are used on modern reinforced concrete buildings, in which the 70% of country population lives. The results show that a 23% energy saving is obtained when only heating-cooling automation is used, saving annually 3150 m^3 natural gas and 2103 kw electricity. The amortization time is 68 months. With only lighting automation, an annual 158 kw electricity saving is provided. In this case amortization time is 109 months. The results of this study also show that the attention should be given to the selection of the properties and range of the building automation systems. If the necessary care is not given, it can be encountered with high cost systems with low energy consumptions.

There are two aims of this study. First one is to explain the effects of differences of buildings considered in this study on automation systems. Second one is the specification of the points that must be taken into consideration in the selections and establishments of an effective building automation system.

2011, 132 page.

Key Words : Heating- cooling systems, Automation system in buildings, Energy efficeiency ,Confort , Cost

ÖNSÖZ

Isıtma ve soğutma, aydınlatma, güvenlik vb. gibi sistemlerde kullanılan otomasyon uygulamalarının etkilerini incelemiş olduğum bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında sabrı ve hoşgörüsü ile bana rehberlik eden saygı değer hocam Doç. Dr. Semiha ÖZTUNA'ya tüm katkılarından ve desteğinden dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca beni yetiştiren, daima yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

KAPAK……..I

ÖZET……...III

SUMMARY……....IV

ÖNSÖZ……V

İÇİNDEKİLER…….……..VI

SİMGELER VE KISALTMALAR……..X

ŞEKİLLER LİSTESİ……...XI

TABLOLAR LİSTESİ……...…...XIV

BÖLÜM 1

1.GİRİŞ

1.1.Litaratür Araştırması……..……..2

BÖLÜM 2

2. OTOMASYON KAVRAMI VE OTOMASYON SİSTEMİNİN ETKİLERİ

2.1.Otomasyon Sistemleri…….……...….12

2.1.1.Endüstriyel Otomasyon Sistemleri……...……13

2.1.2.Bina Otomasyon Sistemleri…….....13

2.1.2.1.Akıllı Evler ve Bina Teknolojileri……..…...……..13

2.1.2.2.Akıllı Evlerin Tarihçesi……..……..14

2.1.2.3.Bina Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Mantık ve Teknolojiler...…14

2.1.2.4.Bina Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Haberleşme Protokolleri.….17

2.2. Otomasyon Sisteminin Etkileri…….…….…….……19

2.2.1.Enerji Verimliliği……..……..……..…19

2.2.1.1.Otomasyon Sistemlerinin Enerji Verimliliğine Etkisi…….....21

2.2.1.2. Binalarda Enerji Tüketimi ve Otomasyonun Etkisi…….…23

2.2.1.3 Binalarda Enerji Analizi Yöntemleri…….……...23

2.2.1.4.Binalarda Enerji Analizi (Simülasyonu) Yazılımları…….…….24

2.2.1.5.Binalarda Enerji Verimliliği Sınıflandırma Standartları..…….25

2.2.2.Isıl Konfor……...…31

BÖLÜM 3

3. BİNALARDA OTOMASYON UYGULANABİLEN SİSTEMLER

3.1.İklimlendirme Sistemleri……...…...……..33

3.1.1.Isıtma Sistemleri……..…….……...….34

3.1.1.1.Bireysel Isıtma……...…..34

3.1.1.2.Merkezi Isıtma……34

3.1.1.3.Bölgesel Isıtma……...34

3.1.1.4.Isıtma Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar…….……..…34

3.1.2.Soğutma Sistemleri…….…….....36

3.1.2.1.Su buharlaştıran Soğutma Sistemleri……..36

3.1.2.2.Yoğuşabilen Gazlarla Çalışan Soğutma Sistemleri……...…….36

3.1.2.3.Sıkıştırmalı Soğutma Sistemleri…….36

3.1.2.4.Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Ekipmanlar…….…...….36

3.1.3.Havalandırma Sistemleri……...……38

3.1.3.1.Sabit Debili Sistemler (CAV) …….……..38

3.1.3.2.Değişken Hava Debili Sistemler (VAV)……..……38

3.1.3.3.Havalandırma Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar……...…..…..39

3.1.4. Nemlendirme Sistemleri…..……...…..……42

3.1.4.1.Su Püskürtmeli (Atomizerli) Nemlendirme Sistemleri……...…….42

3.1.4.2.Buharlı Nemlendiriciler…….……...…….43

3.1.4.3.Evaporatif Nemlendiriciler……...…..43

3.2.Filtre, Susturucu, Menfez ve Titreşim Kesiciler……..…….…...…44

3.2.1.Filtreler…….……...44

3.2.1.1.Panel Filtreler……..……..…44

3.2.1.2.Otomatik Makaralı Filtreler……..44

3.2.1.3.Elektrostatik Filtreler……45

3.2.2.Susturucular…….……..…….45

3.2.3.Titreşim Kesiciler…….……..46

3.2.4.Menfezler…….……...47

3.2.5.Difüzörler……..…….……48

3.3.Güvenlik Sistemleri……..…….49

3.3.1. Güvenlik Sistemleri Tanımı ve Kullanım Alanları …….……..49

3.3.2. Güvenlik Sistemleri Sınıflandırılması ……..49

3.4.Aydınlatma Sistemleri……...…50

3.4.1.Aydınlatma Sistemi Tanımı……..……..50

3.4.2.Aydınlatma Sistemlerinin Sınıflandırılması……..……..51

3.5.Enerji Verimliliği ve Otomasyon İlişkisinin Değerlendirilmesi……....52

3.5.1.Enerji İzleme ve Yönetim Sistemleri……..54

BÖLÜM 4

4.BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

4.1. AVM Otomasyonu……56

4.1.1.Bina Mimari ve Tasarım Detayları ……56

4.1.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları…….……...…57

4.1.3.Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları……..…61

4.1.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları…….63

4.1.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemler……..66

4.1.6. AVM Otomasyonu Etkileri……..…….……..…67

4.2.Otel Otomasyonu……...69

4.2.1. Bina Mimari ve Tasarım Detayları……...….69

4.2.2. İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları…….….69

4.2.3.Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları……74

4.2.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları……...……..76

4.2.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemler……...…….……...78

4.2.6. Otel Otomasyonu Etkileri……...……79

4.3.Ameliyathane Otomasyon…….…….80

4.3.1. Bina Mimari ve Tasarım Detayları……...……..80

4.3.2. İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları……..……82

4.3.3.Ameliyathane Otomasyonu Etkileri……...…….87

4.4.Kongre Merkezi ve Rektörlük Binası Otomasyonu……...……89

4.4.1. Bina Mimari ve Tasarım Detayları……..89

4.4.2. İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları……90

4.4.3.Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları…….……92

4.4.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları……..94

4.4.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemleri……..…….…….……96

4.4.6. Otomasyon Sistemi Etkileri…….97

4.5.Villa Otomasyonu……....99

4. 5.1.İklimlendirme Sistemleri……..…99

4.5.1.1.Bina Mimari ve Tasarım Detayları…….……...…100

4. 5.1.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları …….…….……...102

4. 5.1.3.Maliyet Karşılaştırılması……..……...…..……...107

4.5.1.4.Enerji Verimliliği Karşılaştırılması…….…..……...…110

4.5.1.5.Konfor Karşılaştırılması……..…….……112

4.5.2.Aydınlatma Sistemleri…… ……...113

4.5.2.1. Maliyet Karşılaştırması……..……..114

4.5.2.2. Enerji Verimliliği Karşılaştırması ……..…….…….……..115

4.5.2.3.Konfor Karşılaştırması …….……...…115

4.5.3. Güvelik, Sulama, Perde ve Garaj Kapısı Otomasyon Sistemleri…..…..…….116

4.5.3.1. Maliyet Karşılaştırması……..……..120

4.5.3.2. Enerji Verimliliği Karşılaştırması ……..……...……..120

4.5.3.3.Konfor Karşılaştırması …….…...…120

4.5.4.Otomasyon Sistemlerinin Etkileri……...……..…..…..…122

BÖLÜM 5

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER……..……..122

KAYNAKÇA……..……..……128

ÖZGEÇMİŞ……...…..…….…….132

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	**Açıklama**
ºC	Santigrat Derece
m	Metre
lux	Işık Şiddeti Birimi
s	Saniye
kWh	Kilovat saat
Kısaltmalar	**Açıklama**
B.O.S.	Bina Otomasyon Sistemi
M.R.	Manyetik Rezonans
H.V.A.C.	Isıtma, Soğutma, Havalandırma
SCADA	Süpervisory Control And Data Acqusition
V.A.V.	Değişken Debili Havalandırma Sistemi (Veriable Air Volume)
C.A.V	Sabit Debili Havalandırma Sistemi (Constant Air Volume)
ISOHA	Isıtma, Soğutma, Havalandırma
COP	Performans Katsayısı (Coefficient of Performance)
DTMF	Çift tonlu çoklu frekans kodlama (Dual Tone Multi Frequency)
DDC	Digital Kontrolör (Direct Digital Controller)
CCTV	Kapalı devre televizyon sistemi
VRF	Değişken Debili Soğutucu (Variable Refrigerant Flow)
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
DSH	Değişken Hızlı Sürücü
PMV	Tahmini Ortalama İndisi
HRV	Taze Hava Ünitesi
FCU	Fan Coil

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Akıllı evlerin fonksiyonları ….....……..……14

Şekil 2.2. Enerji tüketiminin zamana bağlı değişimi ……...…20

Şekil 2.3. 1994-2008 arası petrol fiyatları.……..20

Şekil 2.4. Dünya CO_2 emisyon oranları…….….21

Şekil 2.5. Sürdürülebilir enerji verimliliği için takip edilmesi gereken adımlar..……...21

Şekil 2.6. Endüstri, binalar, konutlar enerji tasarrufu oranları ……...22

Şekil 2.7. Leed altın sertifikası ……...……...…26

Şekil 2.8. Enerji kimlik belgesi şablonu…….……...…….30

Şekil 2.9. Konfor bölgesi……...……..……32

Şekil 2.10. Vücut ile çevre arasındaki ısı transferi mekanizmaları……...……..32

Şekil 3.1. Radyant ısıtıcı……..……...35

Şekil 3.2. Chiller soğutma devresi……...……...….37

Şekil 3.3. Sabit hava debili havalandırma sistemi örnek şeması…….....…….38

Şekil 3.4. Değişken hava debili havalandırma sistemi örnek şeması……..39

Şekil 3.5. Dikdörtgen ve oval tip havalandırma kanalları……...…....40

Şekil 3.6. Servo damper motoru ve yangın damperi……...41

Şekil 3.7. Fan çeşitleri a) Radyal (eğimsiz) tip b) Öne eğimli kanatlı tip c) Geriye eğimli kanatlı tip d)Aerodinamik kanatlı tip…….……..42

Şekil 3.8. Aksiyel fan çeşitleri a)Pervane kanatlı tip b)Silindir kanatlı tip c)Kılavuzlu silindir tip…….42

Şekil 3.9. Bir elektrostatik filtrenin kesit görüntüsü…….……...45

Şekil 3.10. Dağıtıcı menfez……...……..……47

Şekil 3.11. Toplayıcı menfez……...……...…….47

Şekil 3.12. Transfer menfez……...…….….47

Şekil 3.13. Lineer menfez…….……...48

Şekil 3.14. Kare tavan difüzörler……..…….…..48

Şekil 3.15. Lineer difüzörler……..…….…….……...…..…48

Şekil 3.16. Perde ve helostat sistemleri……...……52

Şekil 3.17. Örnek bir alışveriş merkezinde tüketilen enerji oranları……...……53

Şekil 3.18. Örnek bir otomasyon uygulamalısı sonucu verimlilik değerleri……...……53

Şekil 3.19. Otomasyon sistemi elemanları diyagramı……..……..54

Şekil 3.20. Entegre bina otomasyonu…….……55

Şekil 4.1. AVM yan kesiti……...…….…...…56

Şekil 4.2. VAV ünitesi şeması…….....…57

Şekil 4.3. VAV otomasyon ünite elemanlarının kullanım yerleri şeması……...……58

Şekil 4.4. Sıcaklık ve basınç sensörü……..….59

Şekil 4.5. Motorlu vana……...59

Şekil 4.6. Otomatik kontrollü damper motoru…….……....60

Şekil 4.7. Frekans konvertörü…….……....60

Şekil 4.8. Otomasyon kontrol paneli…….……..60

Şekil 4.9. VAV terminal kutusu……..…61

Şekil 4.10. Otomasyon sistem şeması……...……..…62

Şekil 4.11. İç Mekân led aydınlatma armatürü……....62

Şekil 4.12. Gün ışığı sensörü…….…..63

Şekil 4.13. Hareket sensörü……...…..….63

Şekil 4.14. Kontrol paneli……63

Şekil 4.15. Güvenlik sistemleri……...…….…64

Şekil 4.16. Metal dedektörü ve Xray cihazı……...……65

Şekil 4.17. Duman detektörü……..65

Şekil 4.18. Sabit kameralar……..……65

Şekil 4.19. Hareketli kameralar……..….65

Şekil 4.20. Hoparlörler……66

Şekil 4.21. Yürüyen merdiven……...…….66

Şekil 4.22. Otel binası yandan görünümü……70

Şekil 4.23. Fan-caol ünite diyagramı……...……..……..70

Şekil 4.24. Oda şeması……....71

Şekil 4.25. Access keypad……..72

Şekil 4.26. Akıllı kart…….….72

Şekil 4.27. Sıcaklık sensörü…….73

Şekil 4.28. 4- yollu vana……...……..….73

Şekil 4.29. Fan……...……..73

Şekil 4.30. Kablosuz kapı-pencere sensörü…….73

Şekil 4.31. Aydınlatma otomasyonu topolojisi……...……....73

Şekil 4.32. Kompakt florasan lamba……..…….75

Şekil 4.33. Işık sensörü……...…….75

Şekil 4.34. Dimmer anahtarı……....76

Şekil 4.35. Ampul ve uzaktan kumanda ……...……..……...….76

Şekil 4.36. Otomatik kapı kilidi…….…..….77

Şekil 4.37. Spring……77

Şekil 4.38. Hareket sensörü……...……..77

Şekil 4.39. Su akış ölçüm sayacı…….……78

Şekil 4.40. Acil butonu……78

Şekil 4.41. Havuz tasarım şeması……...…….……78

Şekil 4.42. Ameliyathane odası ve yan mahaller……...…..82

Şekil 4.43. Ameliyathane otomasyon sistemi şeması…….….83

Şekil 4.44. Ameliyathane kontrol panosu……...……....84

Şekil 4.45. Hava kalite sensörü……...85

Şekil 4.46. Nem Sensörü…….85

Şekil 4.47. Basınç sensörü……...……...…….85

Şekil 4.48. Hapa filtre……..…86

Şekil 4.49. Kanal tipi nemlendiriciler……..86

Şekil 4.50. Ameliyathane aydınlatma lambaları…….……86

Şekil 4.51. Uvc lambalar…….……86

Şekil 4.52. Ameliyat Masası…….……..….87

Şekil 4.53. Kongre Merkezi…….88

Şekil 4.54. Kazanlar, Fancoil……...……....90

Şekil 4.55. Havalandırma santrali, Boylerler……..90

Şekil 4.56. Sirkülâsyon pompası…….……...91

Şekil 4.57. Brülör……...……91

Şekil 4.58. Fan coil kontrol cihazı…….…….92

Şekil 4.59. Frekans konverteri……...…….92

Şekil 4.60. Otomasyon kontrol paneli…….……...92

Şekil 4.61. Hareketli lamba……..…….…….….93

Şekil 4.62. Sahne spotları……...……..…93

Şekil 4.63. Balast…….……93

Şekil 4.64. Dimmer kontrol modülü……94

Şekil 4.65. Işık mikseri…….…….….95

Şekil 4.66.Güvenlik kamerası…….….95

Şekil 4.67. Yangın springi……...95

Şekil 4.68. Güvenlik kamerası……...……..95

Şekil 4.69. Duman sensörü……..…95

Şekil 4.70. Yangın kontrol paneli…….……...95

Şekil 4.71. Acil çıkış levhası……..96

Şekil 4.72. Konferans salonu ses ve görüntü otomasyon sistemi…….……..96

Şekil 4.73. Kat planları a) Birinci kat planı b) İkinci kat planı b) Çatı kat planı…...100

Şekil 4.74. Merkezi Isıtma Sistemi……...……..……...…102

Şekil 4.75. VRF Klima Sistemi……...……..……102

Şekil 4.76. Model 1 sisteminde kullanılan ısıtma ve soğutma ekipmanları...……...…104

Şekil 4.77. Otomasyon sistemi elemanları……..…….….104

Şekil 4.78. Otomasyon sistemi çalışma diyagramı…….……...…106

Şekil 4.79. Klima ve kombi sistem ile ev otomasyon sistemi tüketim giderleri…...…109

Şekil 4.80. Model 1 ve Model 2 gaz tüketim değerleri……..……..……...…110

Şekil 4.81. Model 1 ve Model 2 elektrik tüketim değerleri……..…111

Şekil 4.82. Optimum başlama stop zamanı enerji kazanımı…….....…112

Şekil 4.83. Tek bir oda için Model 1 sistem şeması ……..…113

Şekil 4.84. Bir oda için aydınlatma otomasyonu ekipmanları ve florasan lamba ...…114

Şekil 4.85. Aydınlatma giderleri ve zaman……...…115

Şekil 4.86. Güvenlik ,sulama vb için Model 1 şeması……..…117

Şekil 4.87. Güvenlik , bahçe sulama vb için Model 2 şeması……..…..…118

Şekil 4.88. İlk yatırım maliyetleri oranları……....…122

TABLOLAR

Tablo 2.1. İki farklı mantık anlayışının karşılaştırılması……..……15

Tablo 2.2. BACS Enerji verimliliğine göre sınıflandırmalar…….……...……. 27

Tablo 2.3. EN 15232 :2007 Enerji performansı sınıfı fonksiyon listesi……...……..28

Tablo 2.4. Enerji performansı sınıfları detaylar ……..…30

Tablo 2.5. Bazı mahallerin konfor şartları……...……....33

Tablo 3.1. Çeşitli ses kaynakları ve ses şiddetleri……...……..……..45

Tablo 3.2. Bazı mahallere tavsiye edilen ses seviyeleri……..……46

Tablo 3.3. Farklı ev güvelik sistemlerinin karşılaştırılması…..……..…50

Tablo 3.4. Işık şiddeti deney tablosu……..……..…51

Tablo 4.1. Avm'de otomasyonlu otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması…….…..….69

Tablo 4.2. Otel'de otomasyonlu otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması...……..……...81

Tablo 4.3. Ameliyathane'de otomasyonlu otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması.…...89

Tablo 4.4. Kongre merkezin'de otomasyonlu otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması...99

Tablo 4.5. Edirne yıllık sıcaklık detayları……..…101

Tablo 4.6. Isı kayıp ve kazançları……..…102

Tablo 4.7. Villa sistemleri kıyaslaması……..…….....108

Tablo 4.8. Aydınlatma sistemleri maliyet karşılaştırması……...……..…114

Tablo 5.1. Otomasyon sistemlerinin kıyaslanması……..……..……..……..124

Tablo 5.2. Beş farklı bina için kullanılan otomasyon sisteminin enerji verimliliği, konfor, maliyet kıyaslaması……...125

1.GİRİŞ

Türkiye'de 2007 yılında kabul edilen enerji verimliliği kanunun amacı kanunda aynen şöyle açıklanmıştır:'Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır'. Bu kanun kapsamında enerji verimliliğinde yetkili kurum ve kuruluşlar belirtilmiş, gerekli eğitim ve bilgilendirme çalışmaları ne şekilde yapılmalı, binaların enerji performansına ilişkin detaylar ve prosedürler ve son olarakta kanuna aykırı durumlarda uygulanacak caydırıcı cezalar belirtilmiştir. Bu yasa ile kişi ve kuruluşları, tasarım ve uygulamalarda yıllardır dikkate alınan tek unsur olan konforun yanında verimli ve etkin enerji kullanımına yöneltmek amaçlanmıştır.

Türkiye'de enerji tüketimi sektörsel olarak % 28 ulaştırma, % 21 konutlar, %18 binalar, % 31 sanayi % 2 diğer şeklinde dağılmıştır. Konut, otel gibi yaşam alanlarında ise enerji giderlerinin % 65'ini ısıtma ve soğutma, % 20'sini aydınlatma % 15'ini diğer sistemler oluşturmaktadır. Bu bilgiler ışığında tek tek bakıldığında önemsiz gözüken bazı detaylar dâhil olmak üzere genel olarak ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik vb. konuların enerji giderleri ve konfor açısından ne kadar önemli olduğu açıktır. Bu çalışmada ise insanların yüzyıllardır süren barınma ve konfor ihtiyaçları ışığında ve günümüz enerji gerçeklerini göz önüne alınarak ortaya çıkan ''Bina Teknolojileri ve Akıllı Bina'' konseptinden yola çıkacağız. Bina teknolojileri ve akıllı bina terimleri neleri içermektedir, geleneksel sistemler ile arasındaki temel farklılıklar nelerdir, konvansiyonel yapılarda kullanılan sistemlerde enerji tasarrufu ve konfor artışı sağlamak için nasıl iyileştirmeler yapılabilir, farklı ısıtma-soğutma zonlarını nasıl tek bir merkezden ve istediğimiz duyarlılıkta yönetebiliriz, aydınlatma-güvenlik otomasyonları ve diğer tamamlayıcı sistemlerin ısıtma-soğutma istemleri ile olan ilişkisi nedir bunları detaylı olarak ele alıp inceleyeceğiz. Ayrıca bu binalarda kullanılan tüm otomasyon sistemlerinin detaylarını inceleyecek ve bu sistemlerin enerji verimliliği ve konfor açısından ne gibi artı ve eksileri olduğunu ortaya koyacağız.

Giriş ve literatür taramasının ardından çalışmada otomasyon kavramı ve etkileri üzerinde durulmuştur. Otomasyonun uygulanabildiği sistemleri, bu sistemlerin elemanlarını inceledikten sonra Avm, Otel, Ameliyathane, Kongre Merkezi, Konut gibi farklı amaçlar için kullanılan yapıların barındırdığı ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik sistemleri incelenecektir. Bu çalışmayı diğerlerinden ayıran ise kullanım amacına göre binaların sahip olduğu iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik sistemlerinin ne tür farklılıklar gösterdiği veya göstermesi gerektiği üzerinde durması ayrıca konutlarda var olan, birbirinden bağımsız halde çalışan ısıtma ve soğutma ekipmanlarının nasıl bir otomasyon sistemine çevrilebileceği ve bunun konfor, enerji etkinliği yönünde ne tür faydaları olacağını detayları ile açıklamasıdır.

1.1.Literatür Araştırması

Araştırmacıların ısıtma-soğutmada kullanılan otomasyon sistemleri ve enerji verimliliği üzerine yaptıkları araştırmalardan örnekler vererek, araştırmaların içeriği kısaca açıklayalım.

Engin 2007, çalışmasında akıllı bina uygulamalarında bulunan sistemleri sırası ile tanıtarak özelliklerini anlatmıştır.Bir binadan ne beklenir sorusundan yola çıkarak akıllı binalarda kullanılan daha çok depreme karşı sönümleyici ve koruyucu sistemler ve bu sistemlerin elemanları üzerinde durmuştur. MR sıvısı nedir, nerede kullanılır, deprem anında otomasyon nasıl çalışır gibi sorulara yanıt aramıştır.AKS Mekanik modeli uygulamaları üzeride durup kullanım alanlarından bahsetmiştir. Türkiye'de ve dünyada bulunan akıllı binalardaki deprem otomasyonlarından örnekler sunmuştur.

Çömez 2006, Akıllı bina uygulamaları adlı eserinde Polat Rezidans binasında kullanılan tek bir merkezden yönetilen yangın algılama, güvenlik, mekanik otomasyon, aydınlatma, enerji sistemlerinden bahsetmiştir. Her sistem için kullanılan ekipmanlar ve işleyiş şeması söz konusu eserde anlatılmıştır.

Yumurtacı, Keçebaş 2009, eserlerinde günümüz akıllı ev teknolojisinin neleri kapsadığı anlatılmıştır. Ayrıca akıllı evlerde kullanılan nispi mantık, telemetri, X-10, Cat 5, RF sistemler, bluetooth, kızılötesi vb teknolojiler hakkında bilgi vermiştir.

Yaman 2010, çalışmasında son teknoloji kullanılarak inşa edilmiş Siemens Gebze tesislerinde kullanılan sistemleri incelemiştir. Bu tesislerde şu stratejiler göz önüne alınmıştır: enerji verimliliği, atık yönetimi, düşük CO_2 salınımı için kulllanılan yagmur suyu yönetimi, ısı adası etkisi, aydınlatma kirliliği, gün ışığı kullanımı, cephe ve çatı kaplaması, güneş kırıcılar, değişken debili hava klima sistemi, ısı geri kazanımlı soğutucu ünite, ısı geri kazanımlı basınçlı hava kompresörü, güneş kolektörleri, frekans konvertörü, geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, bina yönetim sistemi ve aydınlatma sistemleri. Bu bina ile LEED Altın sertifikasına aday olan ilk tesis olmuştur ve bina içinde % 50 su tasarrufu ,% 30 enerji tasarrufu sağlamış bir yerleşkedir.

Baysal 2008, akıllı binalarda enerji yönetimini incelediği çalışmasında akıllı bir binada klima, kartlı geçiş güvenlik ve yangın sistemleri birbiriyle entegre edilebildiği gibi değişik firmalar tarafından geliştirilen; aydınlatmadan, ısıtmaya kadar birbirinden ayrı çalışan kontrol sistemlerinin birbirleriyle haberleşmesi de mümkün olabileceğini belirtmiştir. "Echelon Bus" adı verilen ve tüm büyük üreticiler tarafından desteklenen bir protokol sayesinde değişik üreticilerin otomatik kontrol sistemleri ya da otomatik kontrol ürünleri birbirleriyle uyumlu olarak çalışabilindiğini belirtmiştir. Ayrıca bu ürünlerin yangın sistemini, güvenlik ve kartlı geçiş sistemini, geliştirilen özel yazılımlarla, bir PC üstünde, Windows NT işletim sistemiyle yönetmek, istenen sayıda terminalden sistemin izlenmesini kontrol edilmesini sağlamak mümkün olduğunu söylemiştir.

Sönmez 2006, akıllı binalar ile ilgili genel bilgiler vermiş ardından da binalarda kullanılan teknik ve teknolojik sistemleri (Isıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, yangın, güvenlik vb) açıklamıştır. İkinci olarak, binalardaki enerji izleme sisteminin yapısının, haberleşme şeklinin açıklanması için İstanbul'daki büyük bir spor kompleksi; enerji izleme sistemi ve kurulu güçler bakımından geniş çaplı olarak incelenmiştir. Kurulu güçler bakımından binada ISOHA sistemlerinin % 56'lık oranla baksın olduğu görülmekle birlikte soğutma sistemlerinin bu oranın % 36'lık kısmını oluşturduğu ve aydınlatma sisteminin ise % 20'lik bir kurulu güç değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Alt noktalardaki tüketim değerleri bakımından sadece soğutma sisteminin direk olarak tüketimi elde edilebilmiş ve 2006 yılı Ocak ayı verilerine göre soğutma sisteminin % 14, havalandırma ve ısıtma sistemleri toplamda % 24 oranda enerji tükettiği belirlenmiştir.

Göksu 2010, çalışmasında 3 ayrı konut projesinde akıllı bina uygulaması incelenmiş. Müstakil villa ve 21 dairelik apartman projesinde sistem kendi maliyetini 58 ayda karşılarken, 400 dairelik toplu konut projesinde sistem maliyetini 27 ayda karşıladığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bir müstakil dairede yapılan incelemede projeye akıllı bina sistemi uygulandığında sistemin konuta maliyeti 4002 TL olmaktadır. Buna karşın sistemin bir yılda konutta sağladığı elektrik enerjisi kazanımı 2250 kwh, ısı enerjisi kazanımı 400 m^3 olmaktadır. Sağlanan bu enerji tasarrufunun parasal olarak karşılığı 712,43 TL olmaktadır. Sistem konuta bu direk kazanımların yanı sıra dolaylı yollardan da bazı kazanımlar sağlamaktadır. Bu dolaylı kazanımlardan ilki sistemin kumanda panelinin aynı zamanda diafon sistemi olarak kullanılabilme avantajıyla konutu ek bir diafon sistemi maliyetinden kurtarmaktadır. İkincisi doğal gaz dağıtım şirketleri tarafından yeni inşa edilen konutlarda gaz detektörünün ve bu detektöre bağlı otomatik gaz kesici bir sistemin olması şart koşulmuştur. Bu sisteme sahip olmayan konutlara doğal gaz bağlantısı yapılmamaktadır. Akıllı bina sistemi içinde gaz detektörünü ve gaz kesici sistemi barındırdığından konuta ayrıca böyle bir sistem kurma zorunlu ortadan kalmaktadır. Dolaylı kazanımlardan akıllı bina sisteminin kurulumuyla birlikte 550 TL kazanım sağlanmaktadır. Tüm analizler sonunda akıllı ev sisteminin kendi maliyetini 57 ayda sübvanse ettiği sonucuna ulaşılmaktadır. Diğer bir örnekte, akıllı bina sisteminin 21 dairelik bir apartman projesine uygulamasında geri kazanım süreci incelenmiştir. Akıllı bina sisteminin projeye maliyeti 72519 TL olurken, daire başına sistem maliyeti 3453 TL olmaktadır. Bu maliyeti sistem, projede bulunan dairelere sağladığı çeşitli tasarruf yöntemleri ile karşılamaktadır. Akıllı bina sistemi kullanıldığı sürece bir yılda elektrik enerjisinden 33775 kwh, ısı enerjisinden 8400 m^3tasarruf sağlayabilmektedir. Bu tasarrufların parasal karşılığı 12525,97 TL gibi bir rakam olmaktadır. Akıllı ev sisteminin sağladığı dolaylı kazanımlardan da proje 11250 TL kazanç elde etmektedir. Tüm analizler sonunda akıllı ev sisteminin kendi maliyetini 57 ayda amorti ettiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Keçebaş, Yabanova, Oguz, Neşe, Yumurtacı 2011, akıllı evlerde kullanılan güvenlik sistemlerin inceledikleri makalelerinde ilk önce güvenlik sistemlerini sınıflandırmışlardır, ardından bir eğitim modülü hazırlamışlar, bu eğitim modülü alarm paneli, telefon arayıcı, siren, manyetik kontak, kamera, cam kırılma detektörü, gaz detektörü, hareket detektöründen oluşmaktadır. Bu sistem bir araya getirilerek eğitici öğretici bir güvenlik sistemi yaratılmıştır. Oluşturulan bu eğitim modülü ile kullanıcı/öğrencilerin güvenlik sistemlerini daha kolay anlamalarına olanak sağlayacaktır.

Gençoglu, Akıllı evler isimli çalışmasında ev otomasyon sistemlerini incelemiştir. Isıtma soğutma sistemi, aydınlatma sistemi, iletişim ve multimedya sistemi, güvenlik sistemlerini incelemiştir. Son olarak da 'Akıllı Ev' kavramı üzerinde durarak akıllı evlerde kullanılan teknolojileri açıklamıştır.

Lin, Fedensipel, Auslander 2007, çalışmalarında birden çok sensorun tek bir merkezden yönlendirilmesinin etkileri üzerinde durmuşlar. Bu çalışmada bilgisayar simülasyonu kullanılarak Sakremento, California şartlarında zonların ısıtma-soğutma davranışları incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Her zona ayrı sensor uygulamasının ilk yatırım maliyeti olarak yüksek olduğunu ancak enerji verimliliği açısından % 4 ila % 17 arasında iyileştirme sağladığını vurgulamışlardır.

Moro 1995, çalışmasında niçin otomasyon sorusu ile başlamış ve otomasyon sistemlerinin iktisadi ve teknik anlamını açıklamıştır. Otomasyon sistemlerinin kullanım alanlarından bahsetmiş ve görev, sorunlulukları hakkında bilgi vermiştir. Çalışmasında sistemlerin enerji verimliliği ile ilgili grafik ve tablolar kullanarak sonuçlandırmıştır.

Ercan 2009, bina otomasyon sistemleri ile devreye alma işlemlerini ve diğer sistemlerle bilgi alış verişi adlı eserinde 2007 de Avrupa birliği normu olarak kabul edilen EN15232 '' Bina otomasyon sisteminin enerji verimliliği üzerinde etkisi'' bahsetmektedir. Bu standarda sistem yeteneklerine göre sınıflara ayrılmaktadır. Bu standarda göre Sınıf A, B, C, D şeklinde dört kısma ayrılır ve sistemi işletmeye almadan önce yapılan testler konusunda bilgi vermektedir.

Çimen 2008, Bina otomasyon sistemleri adlı eserinde günümüz bina otomasyon sistemlerinin tek merkezden birden fazla sistem ve ekipman kontrol imkânı verdiğinden daha az teknik personel ve daha fazla verim sağladığını vurgulamıştır. Çalışmaya göre bina otomasyon sistemlerinin üç amacı vardır: Merkezi denetim ve işletmeyi sağlamak, Enerji tasarrufu sağlamak, güvenlik kontrolünü sağlamak. Çalışmada yazar sistemin yararlarından da bahsetmiştir.

Karaca 2008, Otomatik kontrol ve otomatik kontrol elemanlarının vazgeçilmez elemanları: Sensorlar isimli eserinde HVAC otomatik kontrol sistemlerinde kullanılan sensorlar hakkında bilgi verilmiştir. Sensorların oldukça önemli olan statik ve dinamik

karakteristiklerine değinilmiştir. Ayrıca eserde sensorların sistemin en önemli elemanlarından biri olduğu vurgulanmıştır.

Bayer 1993, çalışmasında otomatik kontrol sistemlerine genel bir bakış acısı ile değinmiş ardında da saha elemanları olan sıcaklık, nem sensorları basınç, debi, hava kalitesi sensorları, termostat, prestat, higrostat, devre kesiciler, üç yollu vanalar vb. değinmiştir. Son olarak çalışmada konvansiyonel sistemler ile son teknoloji ürünü sistemler arasındaki farklar ele alınmıştır.

Atabaş, Arslan, Uzun 2007, ısıtma sistemlerinin otomasyonu ve internet üzerinden kontrolü isimli eserinde klasik bir akıllı bina uygulamasının elemanlarını tanımladıktan sonra bu tür sistemler için gerekli olan yazılım elemanları olan sunucu bilgisayar, kontrol kartı, kontrol edilen sistem ve sıcaklık sensorları, web ara yüzünü tanıtmaktadır.

Yakut, Koru, Şencan, HVAC kontrol elemanları olan valfler, otomatik damperler, sensorlar, transformatör, elektrik röleleri, potansiyometre, pnomatik şalter ve röleler, şalter röleleri vb gibi elemanları tanıtmaktadır. Sistemde bulunan fanlar sabit debi kontrol edilerek, VAV sistemlerinde olduğu gibi kanal statik kontrolü yapılarak, fan dönüşünü kontrol ederek ve fan kararsız çalışması önlenerek kontrol altına alınabilir. Çalışmada yılın büyük bir çoğunluğuna kullanılan dış havanında nasıl kontrol edileceği anlatılmıştır. Binanın normal yükünün altında bulunduğu akşam saatlerinde ve hafta sonlarında, set değeri noktasının ısıtma sırasında azaltılmasına ve soğutma sırasında artırılmasına gece veya hafta sonu ayarlaması denir. Yapılan araştırmalarda, bu yöntem sayesinde hafif binalarda % 12, ağır binalarda % 34 oranında enerji tasarrufu sağlandığı görüldüğü vurgulanmıştır.

Matrikstr, isimli yazılım firmasına ait örnek bina otomasyon yazılında örnek bir tesisata ait tüm işletme denetimlerinin tek bir bilgisayar programı ile denetlenmesi örneği mevcuttur. Bu çalışmada sisteme ait web ara yüzleri ve detayları tanıtılmıştır.

M. Tosuner 2008, otomasyon sistemlerinin programlanmasında kullanılan PLC'ler ve Microwinn programını inceledikleri çalışmalarında, programlanabilir kontrol cihazlarının yapısını ve işlevlerini ardınanda örnek 7 adet otomasyon PLC programının aşamalarını detaylandırmışlardır.

Tuzcu, Atamtürk 2009, İspanya'da bulunan Persiıda S.L şirketinin ar-ge merkezinde yapılan stajın içeriği ile ilgili olan çalışma Bluetooth, ZigBee, Android, Blackberry araştırma konularına değinmektedir. İlk olarak ele alınan ZigBee iletişim protokolünün kurumunun kolay ve maliyetinin düşük olduğunu, protokolün akıllı evlerde, medikal alanlarda, endüstriyel sistemlerde, bankacılık alanında kullanıldığını belirtmektedir, ardından ele alınan Bluetooth teknolojisinin ise kısa mesafe RF olduğunu, bluetoothun kablo karmaşasına son verdiği söylenmiş. Bluetooth kablo yerine RF ile bağlantı sağladığından cihazların bağlantısı için kabloya gerek kalmamaktadır

ayrıca kablo bağlantısının yarattığı klasik problemler ortadan kaldırır. Blackberry hareket halinde iken işlerini ve özel iletişimlerini hızlı ve kolay bir biçimde yönetmek isteyen sık seyahat eden profesyoneller ve girişimciler için tasarlanmış bir "kablosuz iletişim çözümü" olarak nitelendirilmiştir. Android Google'ın mobil platformlar için hazırlamış olduğu, Linux kernel'ine dayanan açık kodlu bir işletim sistemidir. Açık kaynak kodlu olduğu için de herkes Android platformu için serbestçe uygulama geliştirebildiği ifade edilmiştir.

Duzelbayev 2009, çalışmasında bina yönetim sistemiyle işletilen bir binada etkin denetleme yapılabileceğini, binadaki tüm enerji harcayan sistemler bilgisayar vasıtasıyla sürekli kontrol altında tutulur ve en ufak bir arıza veya başka sebeplerden dolayı olabilecek bir müdahale anında bilgisayara kaydedilip ve ekranda görüntü şeklinde görüneceğini, sistem yalnızca kontrol ettiği cihaz ve aygıtlar hakkında değil kendi hakkında da detaylı bilgi verileceğini ve anlık değer değişimlerinde hızlı ulaşım sağlayacağını belirtmiştir. Çalışmada örnek bir sistemde HVAC cihazlarının mekanik kontrol edilmesi ile ilgili çalışma prensipleri vermiştir.

Bayraktar, Schulze, Yılmaz 2011, çalışmalarında binaların enerji performanslarının belirlenmesinde ilk aşama olan ve en çok hata yapılan veri toplama süreci için bilgisayar destekli bir simülasyon ile çözüm önerisi sunmuşlardır. Çalışmanın başında bina enerji simülasyonlarının tarihsel gelişiminden bahsedilmiş, simülasyon çeşitleri olan TRNSYS, EnergyPlus, ECOTECT simülasyon çeşitleri hakkında bilgi verilmiştir. Binalar için enerji verimliliği çalışmalarının en zor ve önemli kısmı binaya ve çevresine ait verilerin toplanmasıdır. Bu çalışmada verilen listelerle veri toplama konusundaki karmaşıklığı azaltmaya çalışmışlardır. Son olarakta çalışmada binaların tasarım aşamasından başlanarak tüm yaşam dönemi boyunca sürecek bir veri bankası modeli önerilmiştir.

Hepbaşlı 2007, binalarda enerji kullanım performansının değerlendirilmesi isimli eserinde bina enerji yönetim sistemleri hakkında detaylar vermiştir. Çalışmada Ton Eşdeğer Petrol kavramı açıklanmış ve enerji yönetim programı aşamaları ile ilgili grafik eşliğinde bilgi verilmiştir. Performans göstergeleri basit (BPG), toplam (TPG), normalleştirilmiş (NPG) olarak sınıflandırılmış ve ister büyük olsun ister küçük kullanılan tüm binalarda enerji verimliliği ile ilgili çalışma yapılmalı ve yönetmelikler uygulanmalındır sonucu vurgulanmıştır.

Türkmen 2011, pompa tesisatlarında enerji verimliliği ve sistem seçimi isimli eserinde yapılan araştırmalarda dünya enerjisinin % 20'sinin pompa, fan gibi dönen ekipmanları kontrol eden motorlarda tüketilmektedir ve pompalarda kaybolan enerjiyi kazanmanın yolu doğru sistem dizaynları ile mümkün olduğunu belirtmiştir. Pratikte seçilen pompaların sadece % 30'u seçildiği noktada ve seçildiği verimde çalışmaktadır. Örnek bir pompa seçimi yapılarak enerji veriminde % 60 varan iyileştirme yapılmıştır.

Motorun güç/etiket değerleri arasında oran 0,4 veya altında ise bu sistem incelenmeli ve daha düşük enerji tüketimi mümkün olmaktadır.

Coşkun, Oktay, Sarpdağ, Coşkunyürek, Evciman 2008, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanan örnek bir villa tasarımı yapılmıştır. Binada yalıtım, yağmur suyu toplama sistemi, enerji depolama sistemleri, ısı pompası, PV/T, rüzgâr türbini, doğal havalandırma, aşırı güneş ışınımını önlemek için aktif ve pasif sistemler kullanılmıştır. Söz konusu evde çatıya 6 KW rüzgâr türbünü yerleştirildi, sistemde güneş enerjisi ısıtma ve soğutma ve elektrik enerjisi elde edilmesinde ve sıcak su elde edilmesinde PV/T kullanılmaktadır. Villada toprak kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Su ihtiyacı içinse yağmur suyu toplama kolektörleri bulunmaktadır. Son olanakta binanın ısıtma ve soğutma yükleri bulunmuş ve bu yükleri karşılayacak rüzgâr türbini ve ısı pompası değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sistem ile enerji verimliği açından son derece uygun, yenilenebilir enerji ve çevre dostu teknoloji kullanılmış ve güvenli enerji kaynaklarına sahip bir yeşil bina tasarlanmıştır.

Coşkun, Oktay 2010, eserlerinde Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık binasının enerji taramasını yapmışlar ve olası enerji verimliliği iyileştirme noktaları yakalamışlardır. Bina enerji yönetimi için genel olarak üç yöntem önermektedirler tek ölçümlü yöntemler, basitleştirilmiş çok ölçümlü yöntemler, ayrıntılı çok ölçümlü yöntemler. Bu çalışmada 8760 saat başı yöntemi kullanılmıştır. İlk önce binanın infiltrasyonla olan kayıpları, camdan oluşan kayıplar, çatıdan oluşan kayıplar, dış duvardan oluşan kayıplar hesaplanmıştır. Elektrik ve su tüketiminden sağlanan kazançlar, doğal aydınlatma ile sağlanan verim artışı da hesaplanmıştır. Bu çalışılmanın sonuçlarına göre bina dışına yapılacak bir yalıtım ile % 34 enerji kazancı, önlemler sonrasında 89 ton CO_2 emilsiyonu kazancı, 45 000 m^3 doğalgaz tasarrufu sağlanmıştır, kayıpların % 32 infiltrasyon , % 28 çatıdan , % 26 dış duvardan , % 14 camdan olduğu bulunmuştur.

Başaran, Çiftçi 2009, İzmir de bulunan bir binanın iklimlendirme ve aydınlatma enerji yüklerinin azaltılmasına yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Tepe kulede uygun bir büroda deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışma için ilk önce 50 m^2 bir ofis odasının sıcaklık ve aydınlatma değerleri ölçülmüştür ve ofislerde minimum aydınlatma değeri olan 500 lux değerine yapay aydınlatma ile dahi ulaşılamadığı saptanmıştır. Soğutma yüklerinin azaltılması amacı ile doğrudan güneş ışınım geçirgenliği % 11 olan, gölgeleme katsayısı % 23, gün ışığı geçirgenliği % 16 olan kaplamalı camlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda yıllık ısıtma-soğutma yükleri bakımından % 15 oranında, yapay aydınlatma ile birlikte elektrik tüketiminde % 5 oranında azalma görünmektedir. Son olarakta kaplama cam ünitelerinin ısıl özellikleri iyileştirilmelidir ve doğru amaca yönelik kaplama seçilmelidir.

Bilgin 2011, kazanlarda enerji verimliği ve emülsiyonlar adlı eserinde kazanlarda enerji verimliliği yanma sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin kazandaki

akışkana transfer oranına, baca gazı emülsiyonları ise yine yanmanın kalitesine ocak ve brülör tasarımına ayrıca kullanılan yakıtlardaki kirletici oranına bağlıdır sonucuna ulaşmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre kazan verimini yüksek tutabilmek için baca gazı analizörü kullanmalıyız, iki kademeli veya modülasyonlu brülör kullanılmalı, kazan suyu sıcaklığı gereğinden yüksek tutulmamalı ayrıca duyulur ısıya ilaveten gizli ısınında akışkana transfer edilebildiği daha yüksek verimli üst ısıl değer kondenizasyon kazanları, paslanmaz çelik yoğuşturuculu normal çelik kazanlar kullanılmalıdır.

Küçükali 2003, çalışmasında klima sistemlerinde enerji ekonomisi üzerinde durmuştur. Örnekte iki katlı fabrika yönetim binasının VAV sistemi ile merkezi olarak soğutulan binada toplam soğutma yükü hesaplanmıştır. Ardından bu soğutma yükünü azaltacak önlemler için çalışma yapılmıştır. Eserde VAV sistemleri hakkında, fanlar hakkında, pompalar hakkında detaylı araştırma bilgilerine yer verilmiştir. Sonuç olarak da dış gölgelenme elemanları, iç gölgelenme elemanları veya özel camlar kullanılarak pencerelerden olan ısı kazançları önlenebilir. Bu yöntemle binanın toplam ısı yükü % 5-15 oranında azalabilir. Dış duvar yüzeylerini izole ederek % 1 oranında verim artışı sağlanır. Oda sıcaklık ayar set değerini 1ºC arttırarak % 3-5 arasında soğutma yükü azalır. Bina ve ofislerde değişken debili fanlar kullanarak % 45- 55 arasında HVAC sistemlerinde de % 20-30 arasında tasarruf potansiyeli vardır. Merkezi sulu klima sistemlerinde değişken devirli pompalar kullanarak pompa enerjisinde % 60-70 oranında toplamda ise % 7-12 arasında tasarruf potansiyeli vardır.

Eskin 2011, çalışmasında konut dışı binalarda yıllık enerji ihtiyaçlarının incelemeye çalışmıştır. Binalarda enerji yüklerine etki eden parametreleri sıralamıştır: yalıtım, pencere tasarımı, bina dış duvar renginin etkisi, gölgelemenin enerji yüklerine nasıl etkilediği üzerinde durulmuştur.

Gökçen, Yaman, Akın, Aytaş, Poyraz, Kala Toksoy 2009, çalışmalarında konutlarda enerji performansını standart değerlendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada söz konusu çalışmaya benzer Avrupa birliği ülkelerinde kullanılan (SAP, DEAP, Th – C-Ex, vb) pratiğinden yararlanmışlardır. Çalışmaya göre binaların enerji performansını belirleyen göstergeler; konutun birim alanına düşen yıllık enerji tüketimi (kWh/m²yıl) ile yıllık CO_2 emisyon miktarıdır ($kgCO_2/m^2$yıl). Her iki gösterge; yenilenebilir enerji kaynakları ile yeni enerji teknolojileri kullanılarak tasarruf edilen enerji ve emisyonlar da göz önüne alınarak, hacim ısıtma, su ısıtma, havalandırma ve aydınlatmadan kaynaklanan yıllık enerji tüketimleri ile CO_2 emisyonları göz önünde bulundurularak hesaplanır. KEP-SDM, "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği"nde öngörülen Binaların Enerji Kimlik Belgesi'ndeki "Bina Enerji Sınıfı" ve "Bina Emisyon Sınıfı" belirlenmesine ait hesap yöntemidir. Bu hesap yöntemi, İYTE'de "Enerji Sertifikalandırma Yazılımı (KEP-İYTE-ESS)" adı altında İYTE serverını ve merkezi veritabanlarını kullanarak web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Her kullanıcı şifresini girerek kendi hesabına erişebilir ve burada yapılan işlemlerin sonuçları kullanıcı

veritabanına işlenir. Programın sonucu olan enerji sertifikası, karbondioksit sertifikası ve bina stokuna ait istatistiksel veriler değerlendirilmek üzere saklanır.

Uylukçuoğlu 2009, otomotiv sektöründe uygulanan otomasyon yöntemleri ve enerji verimliliği açısından değerlendirilmesi ile ilgilendiği çalışmada ilk olarak otomotiv sanayinde ısı enerji ile ilgili tasarruf olanaklarını incelemiştir ve bunları tek tek sıralamıştır. Sonra kullanılan sistemlerin standart gider maliyetlerini çıkarmış ve iyileştirme yapıldıktan sonraki maliyetleri ile karşılaştırmıştır. Çalışmaya göre ısı enerjisinde yapılacak iyileştirmeler olan sistemdeki yanma havasının ön ısıtması ile yıllık 108.967.28 m^3 gaz ve 87.173.82 TL mali tasarrufu sağlanır. Ekomomizer kullanımı ile 109.008 m^3 gaz ve 82.206.4 TL mali tasarrufu sağlanır. Yalıtım ile yıllık 41.236.78 m^3 gaz ve 32.989.42 TL mali tasarrufu sağlanır. Yemekhane suyu ön ısıtması ile 168.000 m^3 gaz ve 134.400 TL mali tasarrufu sağlanır. Yine aynı çalışmaya göre elektrik enerjisinde yapılacak iyileştirmeler olan verimli motor kullanımı ile 1.266.627.96 kWh elektrik enerjisi ve 182.394.43 TL mali tasarruf sağlanır. Hız kontrol cihazları kullanarak 304.200 kWh elektrik enerjisi ve 43.804.8 TL mali tasarruf sağlanır. Kompresör havasının dış ortamdan alınması ile 840.158.1 kWh elektrik enerjisi 120.982.8 TL mali tasarruf sağlanır. Aydınlatma önlemleri ile 5.713.211.52 kWh elektrik enerjisi ve 822.702.46 TL mali tasarruf sağlanır.

Carrier Teknik Bülten 2007, 8760 saatlik bina enerji analizi isimli çalışmada yapıların enerji analizi nedir ve nasıl yapılır sorularına cevap aranmıştır. Çalışmada yüksek kalitede bir sonuç almak için çok sayıda fiziksel etmeni dikkate almamız gerektiği belirtilmiştir. Kullanılan hava sıcaklık değerlerinin ve zamanlamanın önemi üzerinde durulmuş ayrıca bina iç yükünün değişimi detaylı incelenmesi gerektiği belirtilmiştir. Ardından bina enerji analizi yöntemleri incelenmiştir. Bu yöntemler üç bölüme ayrılmıştır: Tek ölçümlü yöntemler, Basitleştirilmiş çift ölçümlü yöntemler, Ayrıntılı çok ölçümlü yöntemler. Ayrıntılı çok ölçümlü yöntemler ise azaltılmış saat başı yöntemi, 8760 saat başı yöntemi olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Son olarak 8760 saat başı yönteminin bina ve cihazların çalışması, birbirini izleyen günlere ve gerçek hava verilerine göre yılın 8670 saati için hesaplandığı vurgulanmıştır.

2009 yılı enerji dengesi tablosu söz konusu tabloda sektörlere ait fosil yakıtların ve yenilenebilir enerji sistemlerinden elde edilen enerjilerin toplam değerlerini ve yüzde paylarını içermektedir.

Hepbaşlı 2007, enerji verimliliği kanunu konusunda bilinmesi gerekenleri tanıttığı sunum çalışmasında konunun kapsam ve içeriğini açıklamaya çalışmıştır. Kanun kapsamında yapılar için enerji kimlik belgesi çıkarılması gerekliliği üzerinde durmuş, büyük sanayi kuruluşları için enerji yöneticisi atama zorunluluğundan bahsetmiştir. Son olarakta kanunda belirtilen cezalar ve caydırıcı unsurlardan bilgiler vermiştir.

Toksoy M 1993, ısıl konfor açısından çağdaş tasarım kriterlerinin tanıtılmasının amaçlanan çalışmada ‘Isıl Konfor’ nelerden oluşur sorusunun çevabı aranmıştır. İnsan vücudunun sahip olduğu metebolizma ve üretilen enerjinin konfor için çok önemli olduğu vurgulanmıştır. 70 kg ağırlığa sahip bir vücudun farklı aktivitelerde ürettiği enerji miktarları verilmiştir. Hareketsiz haldeki bir vücudun 36,8 ºC, deri sıcaklığı 33,7 ºC olduğu söylenmiştir. Isıl konfor için vücud ile çevre arasında enerji dengesi sağlanmalıdır. Deri yüzeyi ile çevre arasında ise kütle transferi (buharlaşma ve nem difüzyonu) yoluyla ve iletim, taşınım ve ışınım mekanizmaları ile ısı transferi söz konusu olur. İnsan çevre etkilerini filtrelemek için yakın çevresini, dış çevreden ayırarak mikroklimalar yaratmaya çalışır. Bu mikroklimalar içinde ısıl konforu belirleyen parametreler ortalama parametreler ve yerel parametreler olmak üzere iki grupta toplanabileceğini belirtmiştir. Çalışmada son olarak kararlı analitik ısıl konfor modeli ve Famgeb ısıl konfor denklemi incelenmiştir.

Mobedi 2008, çalışmasında hijyenik ameliyathanelerde uygulanan iklimlendirme standartları ve ekipmanları hakkında bilgi verdiği eserinde ilk olarak en önemli tasarım parametreleri olarak nem, sıcaklık, taze hava, mikro organizma sayısı, ortam hava basıncı, ortam hava akışı değerlerini göstermiş, standart bir iklimlendirmeden farklarını şöyle sıralamıştır: Tasarım parametresi sayısının fazlalığı ve daha hassas ölüm gerektirmesi, taze hava miktarı ve filtrasyonu önemlidir, çok sayıdaki zonların farklı sıcaklık ve nem koşullarının sağlanması, ortalamalar arasındaki hava akışı önemlidir, kullanılan bütün yapılar hijyenik yapıda olması gerekir. Ayrıca çalışmada farklı ülkelere ait hijyenik ortam standartları hakkında bilgi vermektedir.

Güven 2003, ameyathanelerde hijyenik klima tesisatı üzerine yapılan çalışmada hastanede oluşması gereken konfor şartlarının sağlanmasında klima tesisatlarında uyulması gereken koşullar belirtilmiştir. Alman DIN 1946/4 standardı 1999 yılında güncellenmiş ve ameliyathane standartları hakkında gerekli bütün ayrıntıları vermektedir. Hastane ve ameliyathanelerde konfor şartları için gerekli sıcaklık, nem, basınç, hava temizlik, kullanılacak filtreler, üfleme hava debileri, odalar arasındaki akış ve bakım ve işletme standartları konusunda bilgiler verilmiştir.

Özel, Hançer, hastanelerde bulunan iklimlendirme sistemlerini inceledikleri çalışmalarında ilk önce hastane iklimlendirme sistemleri için bulunan genel kurallar ve standartları verdiler. Ardından hastanelerde bulunan ameliyathaneler, sancı odası, doğum odası, uyanma odası, kuvöz odası, acil, tranva, hasta odası, yoğun bakım odası, enfeksiyon odası, radyoloji odası, laboratuarlar, idare odaları vb birçok özel oda için olması gereken iklimlendirme şartlarını, konfor şartlarını verdiler.

Özcan 2008, ısıtma ve soğutma sistemlerinin günümüz mimarisi olan ilişkisini incelediği eserinde yapı iç hava kalitesinden bahsetmiş, yapılarda havalandırma yöntemler ve havalandırma donatılarını incelemiştir ayrıca klima sistemlerini ve bu sistemlerin yapılarda monte edildiği yerleri incelemiş ve son olarak da Türkiye’de bu

sistemlerin uygulandığı binalardan örnekler vererek bu sistemlerin uygulama örneklerini örneklendirmiştir. Son olarak HVAC sistemleri büyük enerjilere gereksinim duyan ve yapının tüm maliyetleri içerisinde % 40 oranda yer tutan sistemlerdir ve tüm tesisat donatıları içinde % 67 oranında yer tutar bu rakamlar çok büyük rakamlar olduğundan bu tip sistemlerin ilk projelendirme aşamasında çok dikkatli olunması gerekmektedir. Sistem yapı içerisinde gelişi güzel ve her detay hesaplanmadan komunlandırılamaz sonucuna ulaşmıştır.

Arslanoğlu 2009, tez çalışmasında yapılan deneyler sonucu klimanın yazın soğutmada hava sıcaklığı 22ºC ve hava hızı 0,2 m/s veya hava sıcaklığı 24ºC ve hava hızı 0,4 m/s olacak şekilde çalıştırılması sonucu üzere insan üzerinde aynı ısıl konforu sağladığı görülmüştür. Bu çalışmada da yazın soğutması split klimalarla yapılan bir poliklinik projesinde farklı yalıtım kalınlıklarında farklı yalıtım malzemelerinde, yalıtımlı ve yalıtımsız halde farklı duvar çeşitlerinde bu iki farklı şartlandırma koşulunda değişken COP değerlerinde enerji tüketimleri ve ŞİMDİKİ DEĞER METODU kullanılarak parasal maliyetleri hesaplanılmış ve havanın sıcaklığını 2 ºC düşürmek yerine hava hızını 0,2 m/s artırmanın ne kadar parasal kazanç sağladığı ve elektrik enerjisi tüketiminden ne kadar tasarruf edildiği hesaplanılmıştır ve grafikler halinde sunulmuştur. Ayrıca bunun sonucunda 1998- 2008 yılı split klima satışlarından yola çıkarak tüm Türkiye de split klima kullanılan mahallerde hava sıcaklığını 2 ºC düşürmek yerine hava hızını 0,2 m/s artırmanın ülkemiz için yıllık ne kadar enerji tasarrufu sağlanıldığı hesaplanılmıştır ve grafikler halinde sunulmuştur. İki farklı iklimlendirme koşulunda (22°C hava sıcaklığında, 0,2 m/s hava hızında ve 24°C hava sıcaklığında, 0,4 m/s hava hızında) yalıtımsız binalarda enerji tüketiminde % 9,52 mertebelerinde tasarrufa imkân verildiği görülmüştür.

Kutlu, ofislerde enerji etkin aydınlatma sistemleri isimli çalışmasında konfor koşullarının sağlanmasında ve mekânın algılanmasında mimarinin önemli öğelerinden biri olan aydınlatma konusu; enerji etkin tasarım bakış açısıyla ele alınmaktadır. Bu amaçla, gün boyu kullanılmaları, kullanıcı sayılarının fazla olması ve bununla beraber enerji tüketimlerinin yüksek olması sebebiyle ofis binaları seçilmiş, enerji etkin aydınlatma tasarımı için kabukta uygulanabilecek sistemler ve yapma aydınlatma kontrol sistemleri tanıtılarak, performansları üzerinden değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Küçükbakırcı 2006, çalışmasında bir maket ev inşa ederek bu maket üzerinden sıcaklık kontrol ederek deney yapmıştır. Sistem çalışmaya başladığında önceden girilen set değeri için kontrol uygular ve ölçülen sıcaklık değeri ile set değerini karışlaştırır. Bu iki değer arasında fark ne kadar büyükse rezistansa verilecek olan güç değerini ona göre belirlenir. Fan rezistanstaki ısıyı maket evin içine dağıtma için açılır ve istenen sıcaklık değerine ulaşılır. Sistem 1ºC ve katlarını algılar ve tepki verir. Sonuç olarak gerçekleştirilen sistem, kullanıcının tuş takımı üzerinden girdiği set değerine hızlı bir şekilde ulaşmakta, en küçük sıcaklık değişimlerinde bile devreye girerek sıcaklığın sabit kalmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada ilk bölümde konunun tarihsel gelişimi ile önemi vurgulanacak ve çalışma ile ilgili bazı başlıklar verilecektir. Ardından kaynak araştırması kısmında ise konu ile ilgili yapılmış çalışmalara değinilecektir. Bir sonraki bölümde otomasyon sistemleri ve otomasyon sistemlerinin etkileri başlığı altında söz konusu sistemlerin çeşitleri ve 'Akıllı Bina Otomasyon Sistemi'' kavramları, bu sistemin elemanları sıralanacak enerji verimliliği ve konfor etkileri detaylandırılacaktır. Ardından otomasyon uygulanabilen sistemler incelenip yine bunlarında elemanları detaylı olarak incelenecektir. Son olarak da verilen sistem tanımlarını pekiştirmek amacıyla B.O.S'nin Türkiye'de bulunan uygulama örnekleri verilerek bu bölümde sonlandırılacaktır.

Son bölümde Edirne şartlarında örnek bir yapının ısıtma–soğutma yükleri hesaplanıp, bu yüklere göre iklimlendirme sistemi seçimleri yapılacak ardından da Model 1 ve Model 2 adı altında ısıtma soğutma, aydınlatma, güvenlik, bahçe sulama, garaj kapısı sistemleri ele alınıp bu sistemlerin elemanları tanıtılacaktır. Ardından bu sistemler enerji verimliliği, konfor ve çevre kirliliği başlıkları altında karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırmalar grafik ve tablolarla zenginleştirilecektir. Sonuç kısmında ise elde edilen sayısal veriler sunulacak ve bir yapıya uygulanacak otomasyon sisteminin seçiminde nelere dikkat edilmeli, hangi değerler ve noktalara özel önem verilmelidir sorusuna verilen yanıtlar maddeler halinde paylaşılacaktır.

2. OTOMASYON KAVRAMI VE OTOMASYON SİSTEMİNİN ETKİLERİ

2.1. Otomasyon Sistemleri

Otomasyon, kendisine ulaştırılan bilgiler çerçevesinde önceden belirlenen hareketleri çevresi ile ilişkili olarak gerçekleştiren sistem hareketleridir. Hareketler, verilen ve hesaplanan bilgiler yada önceden belirlenmiş parametrelere bağlı kesin bir prosedüre göre gerçekleştirilir. Otomasyon sisteminin parçalarını şöyle sıralayabiliriz:

*Makine yada Tesis***:** Otomatize edilen sistemlerdir. Bu sistem çok karmaşık yada basit olabilir. Örneğin: üretim montaj hattı, trafik lambası, garaj kapısı vb.

Giriş Birimleri: Otomasyon sisteminin çevreden bilgi almasını sağlayacak ekipmanlara ihtiyacı vardır. Bunlara giriş birimleri diyoruz. Örneğin: butonlar, optik endüktif kapasitif sensörler, röle kontakları, sınır anahtarları vb.

Aktivatörler: Sistemde hareket oluşumunu sağlarlar. Örneğin: pompalar, motorlar vb.

Makine/ İnsan Arabirimi: Bütün otomasyon sistemleri bir operatör tarafından izlenmek ve kontrol edilmek zorundadır. Bunun için kumanda butonu, gösterge ünitelerine ihtiyaç vardır. (Tosuner, 2008)

Otomasyon sistemleri ile yapılan işlemler genellikle algılayıcıdan veriler değerlendirilerek gerçekleştirilmektedir. Otomasyon sistemlerini kullanım alanlarına göre ikiye ayırabiliriz.

- Endüstriyel Otomasyon Sistemleri
- Bina Otomasyon Sistemleri

2.1.1.Endüstriyel Otomasyon Sistemleri

Modern sanayinin temeli ve teknik ilerlemenin genel eğilimi otomatik üretim olmaktadır. Bu da yeni fabrikasyon süreçleri, otomasyon olanaklarının daha geniş uygulanışı, otomatik işlem görücülerin ve sanayi robotlarının, çeşitli tipte yükleme gereçleri, transfer tezgâhları ve otomatik kontrol sistemlerinin kullanımı demektir. Endüstriyel otomasyonda mekanik, hidrolik ve elektronik birleşmekte ve otomasyon araçları olarak kuvvet, basınç, hız iletme sistemleri (transducers), röleler, amplifikatörler, sinyal çevirgeçleri, elektriksel hidrolik ve pnömatik harekete geçiriciler kullanılmaktadır. Otomatik kontrollerde, kam kontrolleri, mekanik durdurma kontrolleri, şablon kontroller ve nümerik kontroller kullanılabilmektedir.

2.1.2.Bina Otomasyon Sistemleri (B.O.S.)

Bina otomasyon sistemleri (B.O.S), binalarda bulunan teknik sistemlerin (ağırlıklı olarak ISOHA, Aydınlatma) bilgisayar teknolojisi kullanılarak izleme-kumanda-kontrol yapılabilmesine olanak veren sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bina otomasyon sistemi ile birlikte bir anlamda, insan-makine ilişkisine maksimum düzeyde olanak sağlanır ve işletmecinin çalışması kolaylaştırılır. Bina otomasyon sistemleri, ilk olarak seksenli yılların başlarında kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'deki bina otomasyonu konusunda bilinen ilk uygulama 1984'de Yeşilköy Havalimanı'ndaki otomasyon sistemidir. Yeşilköy Havalimanındaki bu sistem yalnızca izlemeye yönelik bir sistem olup aktif kontrol fonksiyonları bulunmamaktadır.

2.1.2.1. Akıllı Evler ve Bina Teknolojileri

'Akıllı Bina' bu ifade son zamanlarda birçok kişi tarafından birçok farklı anlamda kullanılmaktadır. Dolayısıyla çoğu zaman ortak bir kavram ifade etmek için kullanılmamaktadır. Aslında akıllı ev, yaşanan yerdeki cihazların elektronik ortamda bir araya gelip yaşamı kolaylaştırmasıyla oluşur. Yani, binanın içindeki her sistemin birlikte çalışmasının sağladığı akıllı çalışma ortamına akıllı ev diyebiliriz. Akıllı evler, yaşayan bir organizmaya dönüşmüş binalardır. Bu ortamlar otomasyon sistemleri ve sensörleri ile tepkinize karşılık veren sistemler barındırır. Ev teknolojileri endüstrinin birçok alanında kullanılan kontrol sistemlerinin gündelik hayata uyarlanması, ev otomasyonu da bu teknolojilerin kişiye özel ihtiyaç ve isteklere uygulanmasıdır. Akıllı ev tanımı ise, bütün bu teknolojiler sayesinde ev sakinlerinin ihtiyaçlarına cevap

verebilen, onların hayatlarını kolaylaştıran ve daha güvenli daha konforlu ve daha tasarruflu bir yaşam sunan evler için kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. Akıllı evlerin fonksiyonları

2.1.2.2.Akıllı evlerin tarihçesi

Uzaktan kontrol uygulamalarının ilk olarak Nikola Tesla tarafından 1898 yılında patenti alınmıştır. 1966'da Westinghouse elektrikte çalışan bir mühendis olan Jim Sutherland tarafından 'ECHO IV' adlı bir ev otomasyonun geliştirildi ancak hiçbir zaman ticarileştirilmedi. Binalar için akıllı kelimesi ilk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde 1980 yıllarının başlarında kullanılmıştır. Türkiye'deki ilk uygulama ise 1984 yılında yapılmıştır. Bu sistem yalnızca izlemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. İlk uygulamalarda sıradan her hangi bir fiziksel engeli olmayan insanların ev konforu düşünülmüştür. Daha sonra ise değişik amaçlar içinde kullanılmışlardır. Christos Douligeris (1993)'de, ev otomasyonu ürünlerini sınıflandırmıştır. Ayrıca CEBus nokta mimarisi ve bunun detaylı açıklamasını yapmıştır.(Baki Koyuncu 1995) çalışmasında telefon kabloları ve bir PC kullanarak ev otomasyonu fikrini ortaya atmıştır. Sistem, bir PC ile birçok aracın açıp kapanmasını bir kablo yoluyla gönderilen DTMF (Dual Tone Multi Frequency) sinyalleri ile yapmıştır. Sistemin donanım ve yazılımı telefon standartlarına dayanıyor.

2.1.2.3.Bina Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Mantık ve Teknolojiler

Nispi mantık : Nispi mantığı (fuzzy logic) bulanık mantık diye adlandırabiliriz. Dijital mantıkta bir sonuç ya evet ya da hayırdır. Bunun arası bir sonuç olamaz. Nispi mantık ise bu iki sonucun arasını inceler. Nispi mantık, insanların kullandıkları düşünce metodunu bilgisayarlara aktarmakta, adeta bilgisayarların insan gibi düşünmesini temin etmektedir. Başka bir ifadeyle, nispi mantık, kelimelerle matematiği birbirine

bağlamaktadır. Bilgisayarlar nispi dizileri kullanarak akıl yürütmeler yaptıkça, çok daha hassas, verimli ve tesirli sonuçlar verebilmektedirler.

Tablo 2.1. İki farklı mantık anlayışının karşılaştırılması

İKİ DEĞERLİ MANTIK	ÇOK DEĞERLİ MANTIK
Aristo	Buda
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	kısmi
Ya hep ya hiç	nispeten
0 veya 1	0 ile 1 arasında sürekli bir di
Dijital bilgisayar	nöral ağ (beyin)
Fortan, C (bilgisayar)	Türkçe, İngilizce vs. (dil)
"Bit"ler	"fit"ler

Karşılaştırma yaptığımızda, Son satırdaki "fit"ler "fuzzy" (nispi) birimlere, "bit"ler ise "binary" (ikili) birimlere tekabül etmektedir. Bir fit değeri 0 ile 1 arasındaki bir derece veya sayıdır. Bir bit değeri ise ya 0'dır veya 1 bit değeri siyah-beyaz bir soruya cevap verir: Memur musunuz? Arabanız var mı? Şehirde mi yaşıyorsunuz? Bir fit değeri aynı sorulara belli bir dereceye kadar cevap verir (%70'lik fit değeri %70 evet ve %30 evet-değil veya hayır demektir).

Telemetri: Kablosuz ya da sabit bir ağ aracılığıyla cihazların uzaktan izlenebilmesi ya da kontrol edilebilmesidir. Günümüzde telemetri denince kablosuz iletişim (wireless) anlaşılmaktadır. Telemetri sayesinde kablosuz ağlar ya da radyo linkleri üzerinden cihazlara bir takım komutlar göndermek, cihazın durumu hakkında merkeze bilgi iletmek, cihazla merkez arasında bilgi alış verişinde bulunmak mümkündür. GPRS, GSM tabanlı sistemler dâhilinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, paket anahtarlamalı bir veri iletişim servisidir. Telemetri uygulamaları çoğunlukla kablosuz olmakla birlikte optik kablo(fiber), enerji hatları üzerinden (Power line carrier),analog telefon hatları, sayısal telefon hatları (ISDN/nDSL),kızıl ötesi (infra-red -IR), Ses dalgaları (akustik-ultrasonik), mikro dalga iletişimi gibi farklı iletişim araçları ve ortamları üzerinden de gerçekleştirilmektedir.

X-10: X–10 teknolojisi evdeki lambaları, cihazları ve diğer ekipmanları zaten var olan 220V'luk AC elektrik kabloları üzerinden kumanda etmeye yarayan bir iletişim dilidir. X-10 'un lambaları ve cihazları kumanda edebilmesi için verici ve alıcılardan oluşan basit bir mantığı vardır. Vericiler elektrik kabloları üzerinden alıcılara sinyal gönderirler. Alıcılar bu sinyali yorumlayarak ne yapacaklarına karar verirler. Sistem şebekede bulunana AC gerilimin sıfır geçiş noktasını algılayarak iletişim senkronizasyonunu sağlar. Sistemin en büyük avantajı herhangi bir ek kablolama gerek duymadan çalışabilmesidir. Sadece kontrol edilecek cihazların X-10 uyumlu olması gerekmektedir. Eğer tek bir şartın birden fazla alıcıyı etkilemesi isteniyorsa, etkilenilmesi istenen alıcılar aynı adrese programlanır. Bu protokol ile 256 adet programlama yapmak mümkündür. Vericiler, elektrik kabloları üzerinden belirlenen bir frekansta alıcılara sinyal gönderirler. Alıcılar, bu sinyali yorumlayarak ne yapacaklarına

karar verir. Mesela: aç, kapa, kıs, parlaklığı artır gibi. Vericiler uzaktan kumanda cihazları; ayarladığınız saate göre komut gönderen zamanlayıcılar, sesiniz, bilgisayar arabirimi olabilir. Alıcılar ise kendilerine gönderilen kendi frekanslarındaki sinyallere göre kendilerine bağlı cihazlara açma, kapama, kısma gibi komutları uygular. Alıcılar, prizlere takılabilen portatif modüller, buat içi modüller olabilir.(Megep, 2007)

Cat -5: Alt yapı olarak Cat 5 kablo kullanan sistemlerin, X-10 'dan en büyük farkı elektrik sinyali yerine bilgi akışı olmasıdır. Cihazlar çalışmaları için gerekli enerjiyi güç hatlarından alıp, iletişim için data kablosu kullanırlar. Günümüzde en çok kullanılan UTP (Unshielded Twisted Pair) kablo türüdür. 100 MHz lik bir frekans geçişine elverişlidir. Saniyede 100 Mbit lik veri taşır. 1000 BASE-T gigabit ethernet sistemlerinde tercih edilir. 90 m üzerinde kullanılması tavsiye edilmez Gönderilen data bilgileri hangi adrese gidileceğini, hangi işlemin gerçekleştirileceğini içerir. X-10 sistemine göre daha karmaşık ve detaylı bir alt yapıya sahip kablolu akıllı ev sistemleri, maliyet açısından bir üst seviyededirler ve bunun karşılığı olarak da daha fazla kontrol ve kumanda yeteneği sunmaktadırlar. Akıllı eve dahil edilecek alt sistemlere göre gerekli sayıda dim kontrol, motor kontrol, switch kontrol, girişkontrol ve telefon arabirim modülleri ile kontrol üniteleri konulur.

RF sistemi: Sistemin dış uyarılar ile bağlantısını sağlayan özel bir kablosuz iletişim protokolüdür. 868 MHz frekansında yayın yapan avrupa standartlarında sadece ev otomasyon ve güvenlik sistemlerine ayrılan özel bir frekans aralığında hizmet vermektedir. Hareket detektörü, duman detektörü, kapı manyetik detektörü, cam kırılma detektörü, su baskını detektörü gibi dış uyarılar ile merkezi kontrol birimini haberleştiren özel bir haberleşme protokolüdür.

Bluetooth WPAN (Wireless Personal Area Network): Kısa mesafedeki aygıtları birbirine bağlayan bir kablosuz teknolojidir. Kablo bağlantısını ortadan kaldıran kısa mesafe radyo frekansı(RF) teknolojisinin adıdır. Bluetooth bilgisayar, çevre birimleri, ve diğer cihazların birbirleri ile kablo bağlantısı olmadan görüş doğrultusu dışında bile olsalar haberleşmelerine olanak sağlar. Bluetooth teknolojisi 2,4 ghz ISM frekans bandında çalışmakta olup, ses ve veri iletimi yapabilmektedir. 721 kbps'a kadar veri aktarabilen bluetooth destekli cihazların etkin olduğu mesafe yaklaşık 10 ile 100 metredir. Bluetooth 'da cep telefonları, bilgisayarlar, PDA'leri, yazıcıları kablosuz olarak bir araya getirir.

Kızıl ötesi: Elektromanyetik spektrumda gözle görünmeyen ışınların veri iletiminde kullanılmasıdır. Alıcı ile verici cihaz arasında açık görüş hattının bulunduğu ortamlarda ve kısa mesafeler için çok uygundur.

Zigbee teknolojisi: IEE 802.15.4 koduyla standartlaşan kablosuz iletişim protokolüdür. 868 MHz-20kb/s, 915 MHz-40kb/s ve 2,4 GHz-250kb/s olarak 3 farklı hızda çalışır. 10-75 metre mesafeyi destekler ve kurulumu kolay maliyeti düşüktür.

Akıllı ev, akıllı bina sistemlerinde kullanılır. (ışık kontrolü, pencere ve kapı kilitleri, ısıtma, soğutma, panjur kontrolü, perde kontrolü). Medikal alanlarda takip sistemleri haberleşmesinde kullanılır. Endüstriyel sistemlerde sensörlerin ve cihazların haberleşmesi için kullanılır. Bankacılık alanında hızlı ödeme sistemlerinde ve benzer alanlarda kullanılır. Zigbee organizasyonu güvenilir, düşük maliyetli, güç tüketimi düşük, kablosuz bir şekilde ağ bağlantısı olan ve bir monitör aracılığıyla evdeki cihazların global standartlara uygun olarak kontrolünü öngörmektedir. ZigBee birçok kablosuz teknolojiye göre çok daha az enerji tüketir. (Tuzce, Atamtürk, 2009)

2.1.2.4.Bina Otomasyon Sistemlerinde Kullanılan Haberleşme Protokolleri

Bu otomatik kontrol ürünlerinin hepsinin bir bütün olarak çalıştırılması için bu sistemleri tek çatı altında toplayan protokoller ortaya çıkmıştır. Bu sistemler bazen evde var olan elektrik kablolarını kullanmakta bazen kızılötesi bazende Zigbee teknolojisini kullanmaktadır. Ancak birden çok sayıda kullanılan bu protokoller her biri farklı üreticiler tarafından üretilen otomatik kontrol ürünlerinin B.O.S'ler üzerine entegrasyonu açısından zorluklar çıkarmaktadır. Bu noktada bu protokollerin standartlaşması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu standartlaşma Amerika ve Avrupa da olarak ikiye ayrılır:

- Amerikan Protokolleri: Bacnet, LonWorks
- Avrupa Protokolleri: Profibus, Modbus, EIB

BACnet (Building Automation and Control Networking): Amerikan Tesisat Mühendisleri Derneği (ASHRAE), American National Standart İnstitute (ANSI), International Organization for Standardization (ISO) tarafından geliştirilen bir standarttır. İlk olarak 1987 yılında bina otomasyonu ve kontrol sistemlerinde kullanılmak üzere bu protokolle ilgili çalışmalara başlanmıştır. Bu amaçla kurulan Standart Oluşturma Komitesi (Standard Project Committee-SPC 135P), ilk olarak 1991 yılında BACnet standardı ile ilgili çalışmasını taslak olarak yayınlamıştır. BACnet daha çok ISOHA sistemlerinde kullanılmakta ve Avrupa'da EN ön-standardı statüsünde bulunmaktadır. Kasım 2000 itibariyle en azından 82 ülkede BacNet sistemleri kurulmuş ve çalışır durumdadır. Bacnet birçok farklı tipteki iletişim alanında çalışabilmektedir. Bu taşıma ortamları aşağıdaki gibidir: RS485 (1MBits/s'e kadar), RS232, ARCNET (2,5 MBits/s'de), Ethernet (10 MBits/s'de) ve LonTalk. Yakın zamanda internet protokolü olan TCP/IP üzerinden de iletişime geçmiştir.

LonWorks: 1988 yılında kurulmuş olan, Echelon firması tarafından geliştirilen bir protokoldür. Lonworks haberleşme protokolü, bina otomasyon sektöründe bugün en yaygın kullanılan iletişim standardıdır. Bina otomasyon sistemlerinin (ISOHA, giriş-çıkış kontrol, aydınlatma, hareket sensorları, v.b.) yanı sıra Lonworks, taşımacılık, tıbbi cihazlar, sanayi otomasyonu, ev otomasyonu ve kamu hizmetleri alanlarında da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Amerika kökenli bu protokol süreç içerisinde (20 yıllık bir zaman diliminde) dünyanın diğer ülkelerindeki kullanıcı- üretici (sağlayıcı) firmalarında katılımı ile bir Lon haberleşme protokolü standartı oluşturmuştur. Aralarında ANSI, IEEE, CEN, ve EN'inde bulunduğu standartizasyon örgütleri tarafından'da kabul edilen bir standart oluşmuştur. Ocak 2009 dan itibaren ISO/IEC 14908-1. standartı olarak tanımlanmaktadır. Bu standart, LonWorks ağındaki cihazların birbirleri ile haberleşme ve haber gönderme protokol kurallarını oluşturmaktadır. ISO/IEC14908-1 protokolü, LonWorks including Güç Şebekesi, twisted pair, radio frequency (RF), infrared (IR), coaxial cable, ve fiber optik bağlantı üzerinden haberleşmesi standartıdır. LonWorks şu standart organizasyonlarınca da kabul edilmektedir. North America (ANSI/EIA709.1, SEMI E56.6, IEEE 1493-L), Europe (EN14908), and China (GB/Z 20177,1-2006) Protokol ve yukarıda bahsi geçen standartlar IP nin bir iletim aracı olarak LonWorks mesajlarında kullanılmasını kabul eder. Bu mekanizma ISO/IEC 14908-4 tarafından IP-852 olarak standartlaştırılmıştır. Bu standart IP networkü üzerinden LonWorks mesajlarının gönderimini tanımlar.

Profibus (Process Field Bus): PROFIBUS Alman Eğitim ve Araştırma departmanı (BMBF) tarafından 1989 yılında field bus ve otomasyon haberleşmesi için geliştirilmiştir. PROFIBUS'ın açılımı Proses Field Bus 'dır.1987 yılında FIELDBUS projesi adı altında bir araya gelen 21 şirketin 2 yıllık çalışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Profibus teknik özellikleri^

- Her bir bus bölümüne 32, toplam 126 katılımcı bağlanabilir.
- Çevre birimleri slave'ler ve saha elemanları (sensör, motor) çalışma esnasında takılıp çıkarılabilir.
- Bu dağılımı "token-passing" sisteminin "master-slave" sisteminin yönetimine göre yapılır.
- Veri transferi iki damarlı blendajlı kablo veya optik iletkenler ile yapılır.
- Veri iletim mesafesi elektrik kabloları ile 12 km, optik kablolar ile 23,8 km kadar olabilir.
- Modüler değiştirme ve cihazların değiştirilebilmesi mümkündür.

PROFIBUS DP iki şekilde oluşturulabilir;

1. Mono master
2. Multi master

Modbus: Modbus haberleşme protokolü, Bacnet ve Lonworks protokollerine göre daha eski bir protokoldür. Sektörsel olarak kıyaslandığında ise endüstriyel alandaki iletişim ihtiyacını karşılayan en eski seri iletişim protokollerinden biridir. PLİ (Programmable Logic Controller) sektörünün ilk ve en güçlü imalatçılarından olan Modicon firması

tarafından kendi ürünleri arasındaki iletişimi sağlamak üzere 1978 yılında geliştirilmiştir. Zamanla PLC sistemler arasında veri transferi ve bilgi alışverişini sağlayan standart bir iletişim protokolü olarak kullanılmıştır.

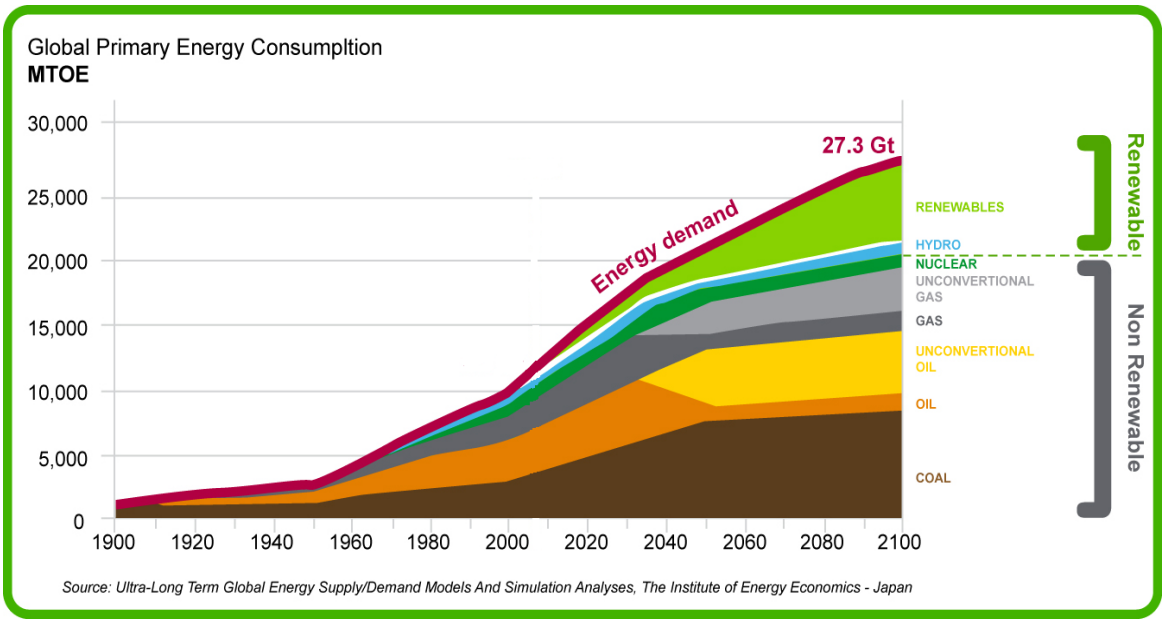
EIB KNX (Eropean Installation Bus): Avrupa kökenli bir haberleşme protokolüdür. Nisan 1999'da, elektromekanik ve bina otomasyon alanlarında aralarında Bosch, Schneider, Siemens, Electrolux, Merten gibi isimlerin bulunduğu dokuz büyük Avrupa firması, bu yeni grup ile işbirliği içerisinde Konnex Association adı altında bir dernek oluşturmuşlardır. Derneğin amacı, mevcut üç Avrupa iletişim standardının sahip olduğu teknik altyapı ve kaynakları birleştirerek bina ve konut otomasyonunda standart olarak kullanılacak tek bir açık iletişim protokolü yaratmaktır. 2003 Aralık ayında, KNX protokolünün TP (twisted pair) ve PL (güç hattı) ortamlarında kullanımı standardı CENELEC Teknik Büro tarafından EN 50090 Avrupa Standardı olarak kabul edildi. KNX Radyo Frekans iletişim ortam standardı ise 2006 Mayıs ayında kabul edildi. KNX in sadece Elektrik sistemleri değil HVAC sistemlerinde ve Bina otomasyonu sistemlerinde kullanımı için yazılan şartnameler, CEN tarafından EN 13321-1 ve EN13321-2 standartları olarak kabul edilmiştir. 2006 yılı Kasım ayında tüm iletim ortamlarındaki (TP, PL, RF ve IP protokolü) kullanımını standartlaştıran KNX 2006 ISO / IEC 14543-3-x Uluslararası Standart'ı ISO/IEC tarafından kabul edildi. 2007 yılı Temmuz ayında Çin standardizasyon komitesi SAC TC124 KNX'i GB/Z 20965 Standardı olarak kabul etti. Günümüzde Konnex Association sektörde Bina ve Konut Elektronik Sistemleri Standardizasyonunda on yıllık bir geçmişe sahip üç oluşumun mirasını taşıyan, 100'ü aşkın elektrik sistemleri/cihazları üreticisini bünyesinde bulunduran önemli ve etkili bir kuruluştur. (Sönmez, 2006)

2.2. Otomasyon Sisteminin Etkileri

2. 2.1.Enerji Verimliliği

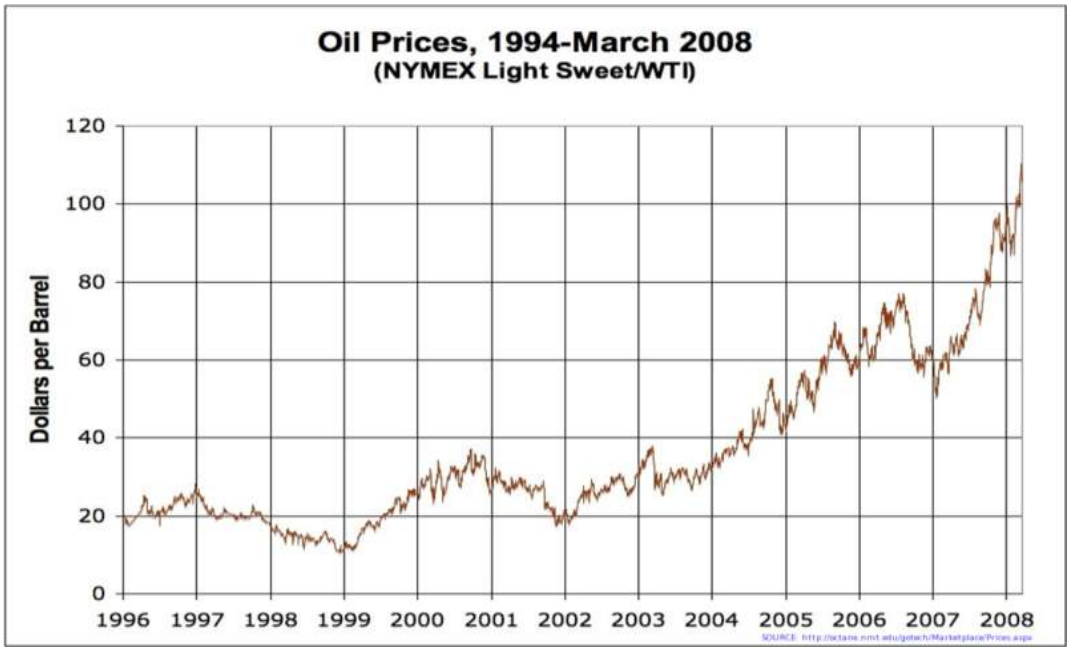
Enerji, bir sistemin kendisi dışında etkinlik üretme yeteneğidir.(Max Planck). Fizik biliminde iş yapabilme yeteneğidir. Enerji verimliliği; enerjide arz güvenliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması, enerji maliyetlerinin sürdürülebilir kılınması, iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması ve çevrenin korunması gibi ulusal stratejik hedefleri tamamlayan ve bunları yatay kesen bir kavramdır.

Aşağıdaki şekilde geçmiş ve önümüzdeki yüzyıl içerisinde enerji arz-talep dengesi için yapılan simülasyon sonuçları görünmektedir. Şekilden'de anlaşıldığı gibi dünya enerji ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanmasında kullanılan ve gelecekte kullanılacak olan kaynakların oranları ve isimleri gösterilmektedir. Kömür yine en önemli paya sahip olmasına rağmen yenilenebilir enerjinin payı gün geçtikçe artmaktadır. Petrol ve türevlerinin oranı 2050 li yıllara kadar artmasına rağmen bu tarihten sonra toplam içindeki payı azalacaktır.

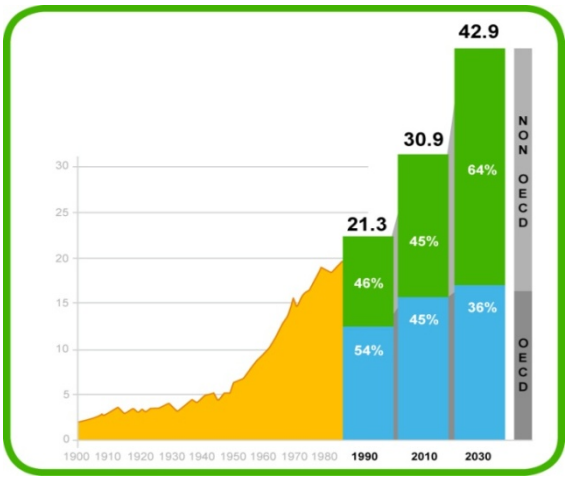


Şekil 2.2. Enerji tüketiminin zamana bağlı değişimi (Çilingir 2011)

Enerji arzında en önemli kalem bir fosil yakıt kaynağı olan petroldür. Sanayi devriminden sonra petrol fiyatları devamlı bir artış göstermiştir. Öyle ki petrol nedeniyle savaşlar çıkmakta ve petrole sahip olan ülkeler enerji güvenliğini sağlamakla birlikte güçlerini arttırmaktadır. Petrol talebindeki bu önlenemez artış insanları, teknolojinin gelişmesi ile birlikte farklı enerji kaynaklarının etkin kullanımına itmişti.



Şekil 2.3. 1994-2008 arası petrol fiyatları (Çilingir 2011)

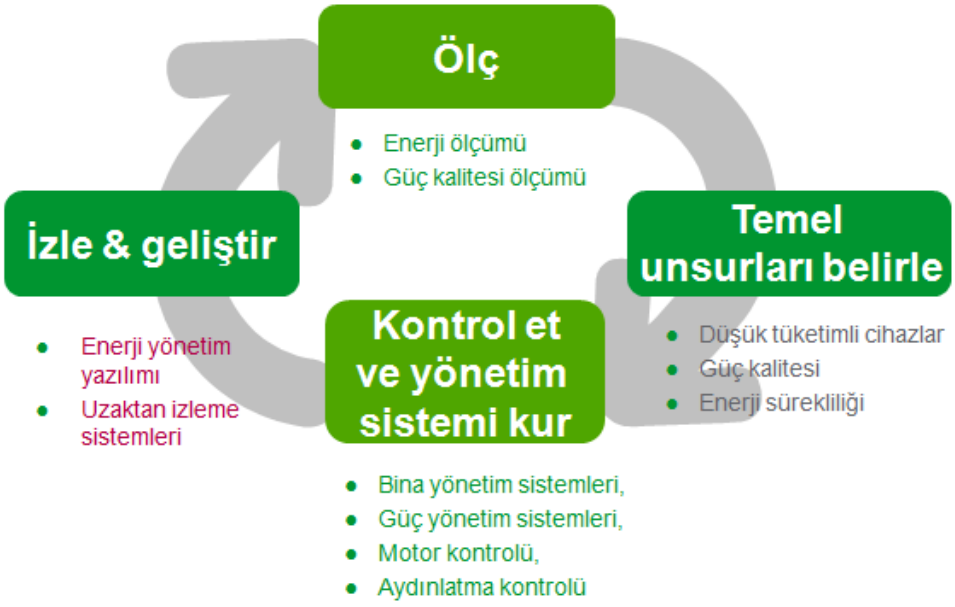


Şekil 2.4. Dünya CO_2 emisyon oranları

Kullanılan fosil yakıtları en büyük yan etkisi yüksek CO_2 emisyonlarıdır. 2010 yılında yapılan değerlendirmelere göre toplam CO_2 emisyonunu OECD ülkeleri % 45, OECD üyesi olmayan ülkeler % 45 oranında yapmaktadırlar. Ancak 2030 yılında toplam emülsiyon miktarı artmakla birlikte CO_2 emisyonunun OECD ülkeleri % 36, OECD üyesi olmayan ülkeler % 64 oranında karşıladığı görülecektir. Enerji kullanımıyla orantılı olarak sera gazları artıyor. (Çilingir 2011)

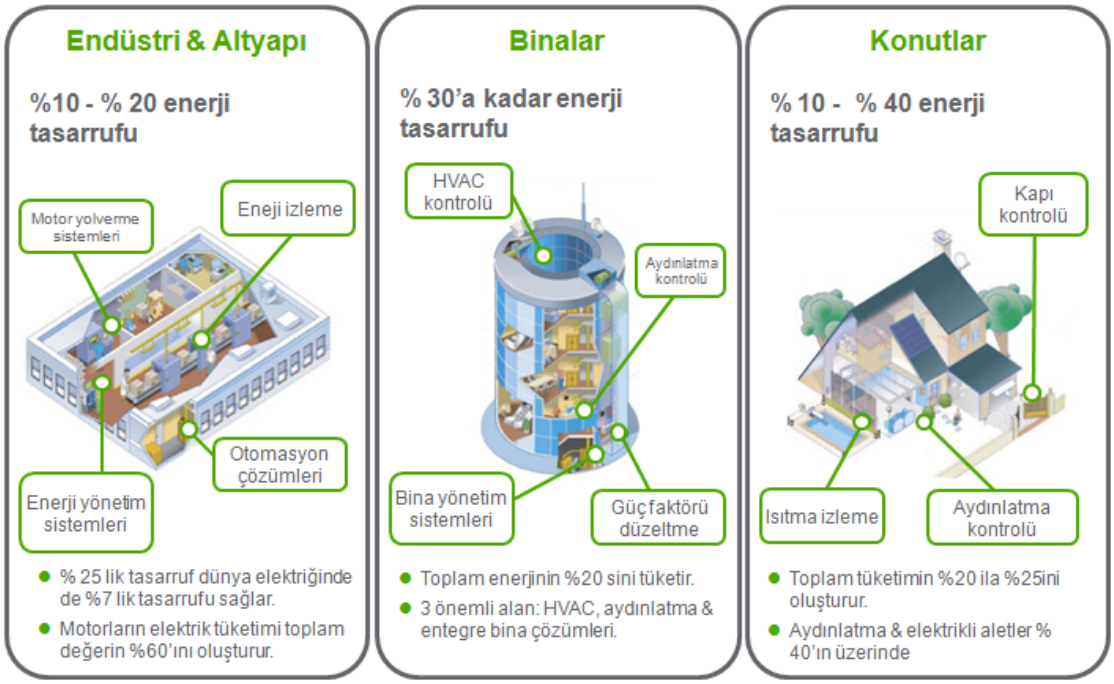
2.2.1.1.Otomasyon Sistemlerinin Enerji Verimliliğine Etkisi

Enerji verimliliği uygulamalarında en önemli problem sistemin sürdürülebilir olmasıdır. Belirli bir zaman diliminde etkin ancak genel itibariyle verimsiz enerji verimliliği sistemleri uygulamada karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilir enerji verimliliği için takip edilmesi gereken adımları kısaca incelediğimizde ilk önce enerji ölçümü yapılmalıdır, ardından uygulama veya proses cihazlarını inceleyerek temel unsurların belirlenmesi gerekmektedir. Ölçüm ve temel unsurların belirlenmesinden sonra kontrol- yönetim sistemleri (otomasyon) kurulur. Son olarak da kurulan sistemin işletme verileri izlenerek uygulama denetlenir.



Şekil 2.5. Sürdürülebilir enerji verimliliği için takip edilmesi gereken adımlar (Çilingir 2011)

Otomatik kontrol ve yönetim sistemlerinin enerji tasarrufunda önemli bir etken olduğu tartışmasızdır. Ancak hangi yapıda veya prosesde ne kadar etkin olduğu incelenmelidir. Endüstriyel yapılarda genellikle motor yol verme sistemleri, enerji izleme, enerji yönetim ve otomasyon sistemlerinin kullanılması ile birlikte % 10 ila % 20 arasında tasarruf sağlanır. Zaten dünya enerjisinin % 31'ini tüketen endüstriyel tesislerde olası bir % 25 lik tasarruf oranı ile dünya enerjisinde de % 7 lik bir tasarruf sağlanır. Dünya enerjisinin % 20 sini kullanan binalarda ise otomasyon sistemi ile sağlanan HVAC kontrolü, aydınlatma kontrolü, bina yönetim sistemi kontrolü sayesinde % 30 varan değerlerde tasarruf elde edilir. Konutların toplam enerji pastasındaki oranı % 21 olmasına rağmen, ısıtma-soğutma sisteminin kontrolü, aydınlatma sisteminin kontrolü, güvenlik sisteminin kontrolü ile sistemin kapsamına göre % 10 ila % 40 arasında tasarruf sağlamak mümkündür. Ayrıca ülkemizin konutlarda enerji tüketim yapısı, konuttan konuta, ailenin geçim seviyesi ve cihaz altyapısına göre büyük değişiklikler göstermekle birlikte evlerde kullanılan enerjinin büyük kısmı elektrikli ve elektronik eşyalar tarafından tüketilmektedir, ev içi elektrik tüketimdeki en yüksek pay buzdolaplarına aittir. Elektrikli ev aletlerinin enerji tüketiminde ciddi düşüşler gerçekleştirilmiş olup, bugünün en iyi buzdolabı 1990 yılına göre % 75, çamaşır makinesi 1985'lerde çıkan modellere göre enerjide % 44 ve suda % 62 tasarruf sağlamaktadır. Aynı şekilde bulaşık makinesi 60ºC çevrimde 1980 yılında 2 kWh enerji harcarken bugün tüketim 1 kWh'ın altına su tüketimi ise üçte bire düşmüştür. Bazı elektrikli ev aletleride kapatılsalar bile elektrik tüketimini sürdürürler. Bu da hem gereksiz bir enerji tüketimine hem de tüketicilerin elektrik faturalarının kabarmasına neden olur.



Şekil 2.6. Endüstri, binalar, konutlar enerji tasarrufu oranları (Çilingir 2011)

2.2.1.2.Binalarda Enerji Tüketimi ve Otomasyonun Etkisi

Binalarda kullanılan enerjinin büyük çoğunluğu ev aletlerinin ve aydınlatma cihazlarının kullandığı elektrik enerjisi, ısıtma-soğutma cihazlarının kullandığı doğalgaz veya fuel-oil gibi fosil yakıtlardır. Enerji tüketiminde öne çıkan ev aletleri ailenin geçim seviyesine ve cihaz altyapısına göre değişmekle birlikte tüketimden çoktan aza doğru olarak şöyle sıralanır: Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, kurutucu, vb. Binalar için aydınlatmada yüksek miktarda enerji tüketim olan bir başka gider kalemidir. Göreceli olarak en kolay tasarruf imkânı bulunan birimdir. Isıtma-soğutma ekipmanlarının kullandığı enerjide özellikle kış ve yazın yoğun yaşandığı aylarda çok yüksek miktarlara çıkmaktadır.

Otomasyon sistemleri hem aydınlatma hem de ısıtma-soğutmada toplamda % 30'lara varan verim artışı sağlarlar. Otomasyonlar gereksiz yere, unutmaya dayalı açık bırakılan aydınlatma elemanlarını kapatarak, kısa süreli hızlı ısıtma-soğutma sağlamak için yüksek seviyelerde çalıştırılan ısıtma ve soğutma sistemlerinin çalışma hızlarını zamana yayarak, evin kullanılmayan bölgelerinin gereksiz ısıtılmasını önüne geçerek enerji verimliliği sağlarlar.

Otomasyon sistemleri seneryolandırma seçenekleri ile konfor artışına'da neden olurlar. Senaryoların yanı sıra aydınlatma elemanlarının zaman ayarı ile kontrolü, evden çıkarken tüm aydınlatma, ısıtma-soğutma elemanlarının tek merkezden kapatılabilmesi, bahçedeki çiçeklerinizi sulanmasını sağlayarak, garaj kapsının açılmasını algılayarak çıkış yolunun aydınlatılması vb gibi birçok alanda konfor artışı sağlar. İsteğe bağlı olarak ev aletleride otomasyon sistemlerine entegre edilebilirler.

Binalarda kullanılan ısıtma-soğutma, aydınlatma sistemlerinin seçiminde daha doğru seçim yapabilmek için bazı enerji analizleri yapılmaktadır. Bu analizler sayesinde verimli sistemler ortaya çıkmaktadır.

2.2.1.3.Binalarda Enerji Analizi Yöntemleri

Bir binanın enerji tüketen birimlerinin ne kadar enerji kullanacağını ve çalıştırma masraflarını belirleme yöntemidir. Bu analizlerin amacı farklı sistem tasarımlarının enerji kullanımlarını ve çalışma masraflarını karşılaştırarak en düşük maliyetli ve en verimli tasarımı seçmektir. Bina enerji analizleri üçe ayrılır:

a) Tek Ölçümlü Yöntemler

Bu yöntemde yıllık ya da mevsimsel enerji kullanımı gibi tek bir enerji kullanımı değeri hesaplanır. Sözgelimi Hava Sıcaklığı-Gün Yönteminde, yıllık ya da mevsimsel enerji kullanımını belirlemek için, bir gün-sıcaklık derecesi değeriyle yük ve verim değerini birleştirir. Bir başkası, Eşdeğer Tam Yük Saati Yöntemi, yıllık enerji kullanımını hesaplamak için tam yük kapasitesi, tam yük verimi ve eşdeğer tam yük

saatlerini birleştirir. Her iki durumda da son derece genel varsayımlardan yola çıkıldığı için bu yöntemler yeterince kesin ve güvenilir değildir.

b) Basitleştirilmiş Çok Ölçümlü Yöntemler

Bu yöntemler kapsamında, enerji kullanımı hesaplamaları birkaç farklı koşul dikkate alınarak yapılır. Sıcaklık Aralığı Belirlemede (Bidon Yöntemi) enerji kullanımı, bir dizi dış hava kuru termometre sıcaklığına göre hesaplanır. Daha sonra her kuru termometre sıcaklığının yılda kaç saat için geçerli olacağı hesaplanarak yıllık enerji kullanımı tahmin edilir. Sözgelimi, 45ºF ile 50ºF (7,22-10ºC) arasındaki sıcaklıkları göstermek için 47ºF (8,3ºC) değeri kullanılır ve buna "bidon" denir. Bina yükleri ve cihazların enerji kullanımı önce 47ºF bidonu için hesaplanır. Sonra bu bidon için yıllık enerji kullanımı belirlemek için 45ºF ile 50ºF arasında olması beklenen sıcaklıkların bir yılda kaç saat olacağı bulunur ve bu sayı enerji sonuçları ile çarpılır. Aynı işlem tüm sıcaklık bidonları için yapılır ve toplam yıllık enerji kullanımını bulmak için hepsi toplanır.

c) Ayrıntılı Çok Ölçümlü Yöntemler

Bu yöntemde enerji hesaplamaları, her bir saat için ayrı ayrı hesaplanır. Bu nedenle yüksek kalitede enerji analizinin gerektirdiği tüm koşulları yerine getirir. Yine de farklı ayrıntılı çok ölçümlü yöntemler, biraz farklı sonuçlar verebilir ve kimi yöntem kesinliğe daha fazla yaklaşır. Bu kategori içinde iki ayrı kategoriden söz edilebilir:

- Azaltılmış Saat Başı Yöntemi
- 8760 Saat Başı Yöntemi

Enerji analizi yapmanın bir diğer yoluda kullanılan enerjinin maliyetleri ile yani faturalar yardımı ile olur. Bu yöntem ile analiz yapılırken yıllık enerji tüketimi ile ilgili analiz yapılırken bir yıl boyunca aylık elektrik, yakıt ve su tüketim değerlerine göre basit olarak değerlendirmeler yapılır. Böylece hızlı bir şekilde binanın yıllık enerji performansı elde edilmiş olur. (A.Cariier Teknik Bülten, 2007)

2.2.1.4.Binalarda Enerji Analizi (Simülasyonu) Yazılımları

1960'ların ilk yarısına kadar binaların enerji performanslarının değerlendirilmesinde yalnızca el ile hesaplama yöntemleri mevcuttu. Isıtma yüklerinin hesaplanmasında genel olarak derece-gün hesabı kullanılıyordu. Ayrıca geleneksel ve daha detaylı olan bina yönetimi de hem ısıtma hem soğutma yüklerinin hesaplanmasında kullanılmaktaydı. pazede görülmektedir. İlk dinamik hesaplama yapabilen simülasyon programları 1960'larda geliştirilmeye başlandı. Günümüzde artık oldukça hassa duyarlılıklarla ve çok çeşitli parametreleri göz önüne alarak ve sistem etkileşimlerini hesaba katarak farklı durumları simule edebilen programlar mevcuttur

Carrier HAP: Carrier firması tarafından piyasaya sürülmüş olan program binalarda kullanılan HVAC sistemini boyutlandırabilmekte, aynı zamanda yıllık enerji kullanımı ve enerji maliyetini modellemek için 8760 saatlik simülasyon yapabilmektedir. Carrier HAP, ASHRAE standardı 90.1 2001 tarafından belirlenen simülasyon araçları ihtiyaçlarını karşılamakta ve aynı zamanda LEED proje onayı için kabul edilebilir bir programdır.

E-Quest: Program içerisinde bir bina oluşturma modülü , enerji verimliliği ölçme modülü ve grafik sonuçları ölçme modülü ile birlikte binalarda enerji performansını ölçülmesinde kullanılmaktadır.

EnergyPlus: EnergyPlus A.B.D Enerji Bakanlığı tarafından desteklenerek, geliştirilen ve günümüzde de oldukça yaygın kullanılan bir araçtır. Esas olarak sadece bir simülasyon aracı olup girdi ve çıktılar basit metin dosyalarıdır. Gerçek anlamda geliştirilmiş bir kullanıcı ara yüzüne sahip değildir fakat ticari şirketlerce geliştirilen ara yüzleri mevcuttur.

TRNSYS: TRNSYS, Wisconsin ve Colorado Üniversitelerinin güneş enerjisi laboratuarları tarafından ortak olarak termal sistemlerin dinamik performansını hesaplaya-bilmek için geliştirilmiş bir araçtır. 1975 yılında ticari olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kendisi de bir termal sistem olan bina ile çevresi ve aktif sistemler arasındaki etkileşimi hesaplamak için kullanılır.Programın modüler bir yapısı vardır ve her bir sistem bileşeni bir FORTRAN altprogramı olarak ifade edilmiştir.

ECOTECH: ECOTECT, Cardiff Üniversitesi tarafından geliştirilmiş ve Autodesk firmasına ait ticari bir programdır.Görsel özellikleri gelişmiştir. 3 boyutlu bina modelleme ara yüzünü güneş, termal, aydınlatma, akustikve maliyet analizi fonksiyonlarıyla birleştirir. Genel olarak mimarların kullanımı için tasarlanmıştır. (Bayraktar, Schultze, Yılmaz, 2011)

2.2.1.5.Binalarda enerji verimliliği sınıflandırması standartları

Konutlarda kullanılan enerji performans sınıflandırmaları ülke bazında değişiklik göstermektedir. Birçok ülke kendi özel performans kriterlerlerine göre sınıflandırmalar yapmaktadır. Amerika'da LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) sertifikasyon sistemi kullanılır. Avrupa'da ülkeler bazında farklı sistemler kullanılmakla birlikte BACS EN 15232 standardı genel bir kabul görmüştür. Türkiyede'de son yıllarda 'Binalarda enerji performansı yönetmeliği' adı altında standartlaşma ve enerji verimliliği çalışmaları yürütülmektedir.

Amerikada konutlarda enerji verimliliği sınıflandırma standartları: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Sertifikası, Amerikada kullanılan uluslararası kabul görmüş; yapıları enerji ve su verimliliği, CO_2 emisyonu, iç mekân

kalitesi, kaynak yönetimi, çevresel etki duyarlılığı vb. konularda inceleyerek sertifikalandıran bir sistemdir. U.S. Green Building Council (USGBC) tarafından 1998 yılında geliştirilmiştir.(Yıldız, 2011)

LEED ile çevresel sürdürülebilir binaların tasarımı, yapımı, işletmesi ve bakımı konularında bina sahiplerine ve üstlenici firmalara pratik ve ölçülebilir bir standart getirilmesi amaçlanmaktadır. Nitekim 1998 yılından beri Amerika Birleşik Devletleri ve diğer 30 ülkede toplam alanı 99 km^2'yi bulan 14000 proje değerlendirilmiştir.

USGBC tarafından kurulan The Green Building Certification Institute (GBCI), tarafından uygulanan bir dizi sınav ile adaylar LEED derecelendirme sistemi için akredite edilirler ve bunlar LEED Accredited Professional (LEED AP) veya LEED Green Associate (LEED Green Assoc.) olarak tanınırlar. Bu şekilde LEED sertifikası başvuruları için üçüncü parti sertifikalama da yapılabilmektedir.

Puanlama sistemi için ilk olarak LEED NCv1.0 pilot versiyon olarak yayımlandı. Daha sonra LEED NCv2.0. LEED NCv2.2 2005′te ve LEED NCv3.0 2009′da kullanılmaya başlandı. Bugün LEED yapıların tasarımı, yapımı ve işletmesi konularını ele alan 9 paket derecelendirme sistemi ile puanlama yapmaktadır. LEED Accredited Professional programı altında beş kapsayıcı kategori bulunmaktadır. Bu kategoriler:

- Sürdürülebilir Yapı Tasarımı ve İnşası (Yeni yapılar, okullar, sağlık alanları vb. için)
- Sürdürülebilir İç Mekân Tasarımı ve İnşası (Paylaşılan mekânların tasarımı vb.için)
- Sürdürülebilir Yapı İşletmesi ve Onarımı (İşletme ve onarım faaliyetleri vb. için)
- Sürdürülebilir Yaşam Alanı Planlanması (Mahalle, sosyal alan vb. için)
- Sürdürülebilir Ev Tasarımı ve İnşası

LEED 2009′a göre 100 puan üzerinden derecelendirilen sertifikalar ise şöyle: Certified, 40 – 49 puan (Zorunlu şartların yerine getirildiğine dair.)



Şekil 2.7. Leed altın sertifikası

Silver, 50 – 59 puan

Gold, 60 – 79 puan

Platinum, 80 puan ve üzeri

Bu puanlama sisteminde beş ana alanda değerlendirme yapılır. Bu alanlar ise aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

- Sürdürülebilir alan planlaması
- Suyun verimli kullanımı
- Enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı
- Malzeme ve kaynak kullanımı
- İç ortam kalitesi

Avrupada konutlarda enerji verimliliği sınıflandırma standartları: Avrupa birliği normu EN15232, "Bina Otomasyon Sisteminin enerji verimliliği üzerindeki etkisi" tanımlamaktadır. Bu standart bina otomasyon sistemlerini yeteneklerine göre değişik sınıflandırmalara ayırmaktadır.

Sınıf A (Koyu Yeşil) : Yüksek performanslı Bina Otomasyon Sistemleri ve Bina Teknik Yönetimi

Sınıf B (Yeşil) : Gelişmiş Bina Otomasyon Sistemleri ve Bina Teknik Yönetimi.

Sınıf C (Açık Yeşil) : Bildiğimiz Bina Otomasyon Sistemleri

Sınıf D (Sarı) : Enerji etkin olmayan Bina Otomasyon Sistemleri

Tablo 2.2. BACS Enerji verimliliğine göre sınıflandırmalar (ABB, 2009)

	Thermal energy				Electrical energy			
Class	D	C	B	A	D	C	B	A
Offices	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
Lecture hall	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
Education	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
Hospitals	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96
Hotels	1,31	1	0,85	0,68	1,07	1	0,95	0,90
Restaurants	1,23	1	0,77	0,68	1,04	1	0,96	0,92
Wholesale & retail	1,56	1	0,73	0,60	1,08	1	0,95	0,91
Residential	1,10	1	0,88	0,81	1,08	1	0,93	0,92

Tablo 2.3. EN 15232: 2007 Enerji performansı sınıfı fonksiyon listesi (ABB, 2009)

	Isıtma – Soğutma Kontrolü	Havalandırma Kontrolü	Aydınlatma Kontrolü	Güneş
A	- Diğer denetleyicilerle birlikte bireysel oda kontrolü - Mahallere dağıtılan suyun sıcaklığı kontrolü - Isıtma ve soğutmanın bağımsız kontrolü	- Talep ve yoğunluğa göre havalandırma kontrolü - Değişken sıcaklık değerine göre set değeri ayarı kontrolü -Oda, egzoz, besleme havası nem kontrolü	-Otomatik gündüz kontrolü -Otomatik doluluk algılama(manüel on /of) -Otomatik doluluk algılama(otomatik on /of)	-HVAC, aydınlatma, perde, panjur sistemleri kombinasyonu
B	- Diğer denetleyicilerle birlikte bireysel oda kontrolü - Mahallere dağıtılan suyun sıcaklığı kontrolü - Isıtma ve soğutmanın kısmi bağımsız kontrolü	- Oda basında zamana bağlı akış kontrolü - Değişken sıcaklık değerine göre set değeri ayarı kontrolü - Oda, egzoz, besleme havası nem kontrolü	- Manüel gündüz kontrolü - Otomatik doluluk algılama(manüel on /of) -Otomatik doluluk algılama(otomatik on /of)	-Motorize otomatik perde, panjur sistemi kontrolü
C	-Tek odanın elektrostatik vana veya elektronik olarak kontrolü - Dış hava sıcaklığına göre dağıtım suyu sıcaklığı kontrolü - Isıtma ve soğutmanın kısmi bağımsız kontrolü	- Oda basında zamana bağlı akış kontrolü -Sabit sıcaklık değerine göre set ayarı kontrolü -Besleme hava nemi sınırlandırma	- Manüel gündüz kontrolü -Manüel açma-kapama ve gece modu	- Motorize manüel perde, panjur sistemi kontrolü
D	- Otomatik kontrol yok - Dağıtım suyunun sıcaklık kontrolü yok - Isıtma ve soğutma bağımsız	- Oda seviyesinde kontrol yok -Sıcaklığa göre kontrol yok -Nem kontrolü yok	- Manüel gündüz kontrolü - Manüel açma-kapama ve gece moda	- Manuel perde, panjur kontrolü

Örneğin bir oda kontrolünde otomatik kontrol yoksa ya da sadece ısıtma ya da soğutma kaynağında kontrol varsa sınıf D dir. Eğer bir elektronik kontrol cihazıyla kontrol ediliyorsa sınıf C, eğer bir Bina Otomasyon Sistemine bağlıysa sınıf B, Eğer talep kontrolü gerçekleştiriliyorsa, meşguliyet kontrolü, iç hava kalitesi vb. gibi sınıf A kapsamı oluşmaktadır. (ABB, 2009)

Türkiye'de konutlarda enerji verimliliği sınıflandırma standartları: Binanın enerji tüketimine etki eden tüm parametrelerin, binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için geliştirilmiştir. Türkiye'de 2008 yılında çıkarılan 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği' (BEP) 2010 ve 2011 yıllarında yapılan değişikliklerle son halini almıştır ve 1 Ocak 2011 tarihinden'de itibaren bu uygulamanmaya başlamıştır. Bu uygulamaya göre mevcut binaların en geç 02 Mayıs 2017 tarihine kadar, yeni yapılacak olanlarında projelendirme aşamasında 'Bina enerji kimlik belgesi' alması zorunlu hale getirilmiştir. Bu belge "5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu" ve buna bağlı olarak çıkartılan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" ne göre, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasını sağlamak için, asgari olarak binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içeren belgedir. Söz konusu belge 10 yıl süre ile geçerlidir. Bu belge binanın tamamı için yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından verilir ve binanın alınıp satılması halinde belgenin düzenlenmiş olma şartı aranır.

Bina enerji sınıfları A,B,C,D,E,F,G olmak üzere 7 adettir. Bu enerji sınıflarına denk gelen Enerji performansı (Ep) puanları tabloda gözüktüğü gibidir. Burada binanın enerji performansı, gerçek binanın yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarının, referans binanın yıllık m^2 başına düşen enerji tüketim miktarı ile kıyaslanmasıyla hesaplanır:

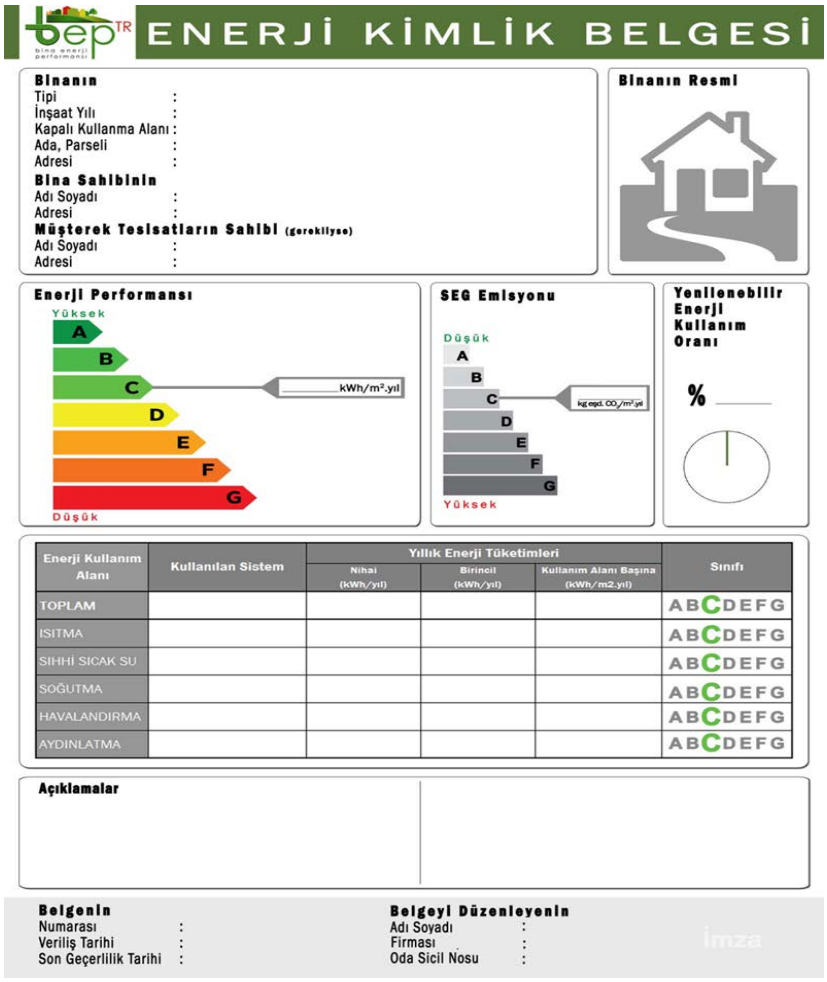
- $E_{P,ED}$ = (100 x (1 – (EP_r – EP_g) / EP_r)

Kıyaslamada kullanılan referans bina sınıflandırmaya tabi bina ile aynı iklim, yönlendirme, kat sayısı, toplam alan, geometri verilerine sahip olarak tasarlanır. Bina kabuğu için TS 825 uygulanır. Referans konut ısıtma sistemi merkezi olacak ve doğalgaz yakıt olarak kullanılır ayrıca soğutma sistemi bireysel seçilir. Aydınlatma için minimum parametreler ele alınır. Referans konut binasında sıcak su sistemi için doğalgazlı şofben seçilir. Yenilenebilir enerji sistemi ve kojenerasyon sisteminin bulunmadığı kabul edilir. Referans bina Ep değeri 100 dür ve D sınırının üst sınırına yerleşmektedir.

Bina Enerji performansı yazılımı (BEP –TR) sayesinde uzman (Akredite olmuş enerji performansı uzmanları) yapı detaylarını kendisine verilen şifreyle web üzerinden sisteme eksiksiz girdiğinde detaylar veri tabanına kaydedilir. Ardından hesaplama merkezi yapılır, hesaplama sonucunda yapı sınıfı sertifikası e-mail ile bakanlık tarafından uzmana gönderilir.

Tablo 2.4. Enerji performansı sınıfları detaylar

Enerji sınıfı		Ep aralıkları
A		0-39
B		40-79
C		80-99
D		100-119
E		120-139
F		140-174
G		175-...



Şekil 2.8. Enerji kimlik belgesi şablonu

Enerji kimlik belgesi binaların girişine herkesin görebileceği bir yere asılması zorunludur. Belgenin en üst kısmında binanın genel bilgileri, onun sağında binanın bir resmi bulunur. Hemen altında bina enerji sınıfı onun yanında CO_2 salınım sınıfı ve binadaki yenilenebilir enerji oranı gösterilmektedir. Bu kısmında altında ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, havalandırma, aydınlatma bölümlerinin detayları ve her birinin enerji sınıfı vardır. Son bölümde ise belgenin geçerlilik tarihi ve belgeyi düzenleyenin bilgileri bulunur. (Tuncer, 2011)

2.2.2. Isıl Konfor

Isıl konfor "çevreden ısısından hoşnut olunan düşünce hali'' olarak tanımlanır. İnsan çevre etkilerini filtrelemek için yakın çevresini, dış çevreden ayırarak mikroklimalar yaratmaya çalışır. Bu mikroklimalar içinde ısıl konforu belirleyen parametreler ortalama parametreler ve yerel parametreler olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Ortalama parametreler:	Yerel Parametreler:
* Hava sıcaklığı	- Mikrokimadaki asimetri
* Hava nemi	- Asimetrik ışınım alanı
* Ortalama ışınım sıcaklığı	- Düşey sıcaklık değişimi
* Ortalama hava hızı	- Yerel esinti etkisi
	- Vücudun katı cisimlerle doğrudan teması

Bu parametreler,

- Dış iklime

-Yapı elemanlarına (hacimdeki dış duvar sayısı, pencere sayısı, izolasyon, duvar ölçüleri, infiltrasyon, oda boyutları, vs) ,

- Yapı konfor bileşenlerine (Isıtma/soğutma yöntemi, vs),

- Yapı çevresine (Yapının çevresindeki iklimi etkileyen faktörler, gölgeleme vs),

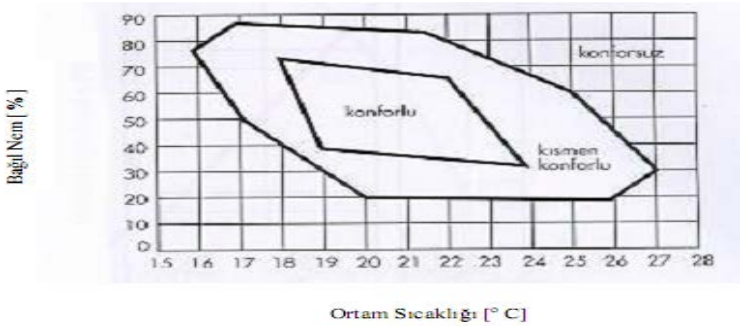
- Yapı. içindeki insan pozisyonuna baglıdır.

Ayrıca ortam içindeki insanın kendini konforlu hissedebilmesi için yapılan aktivite cinsine bağlı metabolizma hızı ve giysi türü önemli parametrelerdir.(Toksoy, 1993)

Tüm bu değişkenlere bağlı olmakla birlikte ısıl konfor için genel olarak kabul gören şartlar şöyledir:

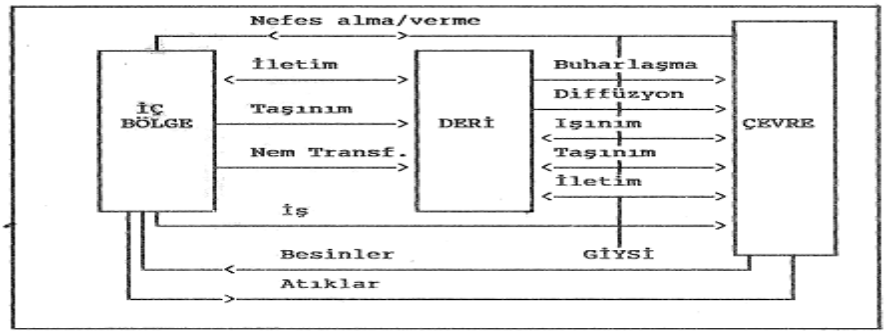
Isıl konfor şartları

- Sıcaklık: 18-20 ºC
- Nem: 35-70 %
- Hava Hızı: 0,25 m/sn olarak bildirilmiştir (Karakoç 2007)



Şekil 2.9. Konfor bölgesi (Arslanoğlu, 2009)

Ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark konfor hissini yakından ilgilendirmektedir. Ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark ne kadar fazla ise konforsuzluk o kadar fazla olur. Bu farkın büyük oluşunun en önemli etkeni de duvarın yalıtımsız oluşudur. Konforlu bir mekânda duvar iç yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığından en çok 3ºC az olmalıdır. Örneğin mekân sıcaklığı 22ºC ise duvar iç yüzey sıcaklığı en az 19ºC olmalıdır. Farkın 3ºC aşması halinde konforsuzluk da artar. Duvar iç yüzey sıcaklıklarının konfor sıcaklıklarında tutulması yakıt tüketimini de azaltacaktır. İç yüzey sıcaklıklarının düşük olması hava akımlarını artıracağından, iç ortam sıcaklığı normal düzeyde olsa bile konforsuzluk ortaya çıkartacaktır. İç yüzey sıcaklığının düşük olması, duvarın ısı yalıtımsızlığından kaynaklanır. Konfor hissi bakımından izafi nemin % 30 artması, insan vücudu tarafından 1ºC sıcaklık artışı olarak algılanır. Yine ortamdaki hava hızı arttığında insanlarda üşüme (soğuma) hissi oluşur. (Arslanoğlu, 2009)



Şekil 2.10. Vücut ile çevre arasındaki ısı transferi mekanizmaları (Özcan, 2008)

İnsan vücudu sürekli olarak enerji üreten bir kaynaktır ve normal vücut sıcaklığı 36,8ºC'dir. Vücuttan çevreye hava hızı ve hareketleri nedeniyle taşınım yoluyla ısı akışı olurken aynı zamanda vücuda temas eden elbise, koltuk, yatak gibi malzemelere iletimle de ısı geçişi olur. Ek olarak vücut, bulunduğu ortamda cisimlere ve yüzeylere ışınım yoluyla da ısı kaybeder. Eğer bu üç ısı transferinin toplamı vücutta üretilen enerjinin atılmasına yeterli gelmiyorsa, ter bezleri aktif hale geçer ve vücut terlemeye ve buharlaşma ile soğutmaya başlar. Suyun sıvı fazdan buhar fazına dönüşmesi ile daha

fazla ısı vücuttan çekilmiş olur. Tüm bu ısı alışverişinde sıcaklık farkları ve hava hareketleri çok önemlidir. Soğuk bir çevrede iletim, taşınım ve ışınımla vücudun ısı kaybetmesi çok daha hızlıdır. Vücut sıcaklığını korumak için elbise ile izole etmek gerekir. Vücut sadece sıcaklık ve nem oranına değil aynı zamanda havanın temizliğine karşı da hassastır. Oksijeni yenilemek ve istenmeyen kokuların uzaklaştırılması için taze havaya ihtiyaç vardır.

Tablo 2.5. Bazı mahallerin konfor şartları

	Winter Conditions		Summer Conditions	
	Temperature °C	RH %	Temperature °C	RH %
Rooms	23°C-24°C	%30-%35	23°C-26°C	%50-%60
Lobies	20°C-23°C	%30-%35	23°C-26°C	%40-%60
Meeting Halls	20°C-23°C	%30-%35	23°C-26°C	%40-%60

Dinlenme halindeyken insan vücudu yaklaşık 117 W ısı üretir. Yürüme gibi ortalama etkinliklerle bu miktar 220 W'a ulaşırken, ağır etkinlikler vücudun 351 W'a kadar ısı üretmesine neden olabilir. İnsan vücudu tarafından üretilen ısı ve nem, sabit ve normal bir vücut sıcaklığını koruyabilecek şekilde metabolik hareketle dağıtılabiliyorsa, ısıl konfor sağlanmış demektir. Diğer bir anlamda, vücut ile çevresi arasında bir ısıl denge olmalıdır. Isıl konfor ya da konforsuzluğun yani ısıl duyumun tespiti için "Tahmini Ortalama (PMV)" indisi kullanılır. PMV geniş bir insan grubunun ısıl ortama verdiği tepkiyi ortalama olarak tahmin edebilen 7 noktalı ölçeğe dayalı bir ısıl duyum indisidir. (Özcan, 2008)

Bu ölçek şu şekildedir:

- +3 Sıcak
- +2 Ilık
- +1 Biraz ılık
- Nötr
- -1 Biraz serin
- -2 Serin
- -3 Soğuk

3.BİNALARDA OTOMASYON UYGULANABİLEN SİSTEMLER

3.1.İklimlendirme Sistemleri

İklimlendirme: kapalı bir ortamın sıcaklık, nem, temizlik ve hava hareketini insan sağlık ve konforuna veya yapılan endüstriyel işleme en uygun seviyelerde tutmak üzere bu kapalı ortamdaki havanın şartlandırılmasıdır. Bu bölümde iklimlendirmeyi sağlayan cihazların bir araya gelmesiyle oluşan iklimlendirme sistemlerinin detayları incelenecektir.

3.1.1. Isıtma Sistemleri

- Bireysel Isıtma
- Merkezi Isıtma
- Bölgesel Isıtma

3.1.1.1.Bireysel ısıtma

Isı ihtiyacı 10 ila 40 kW arasındaki hacimlerin ısıtılması bireysel ısıtma olarak adlandırılır. Genellikle ülkemizde ısıtıcı akışkan 90 ºC su dur. Bireysel ısıtma merkezi ısıtma sistemine göre ekonomik olmamasına rağmen kendi başına bağımsız olması en büyük üstünlüğüdür. Kombiler, kat kaloriferleri, sobalar, şofbenler, termosifonlar bireysel ısıtma cihazlarıdır.

3.1.1.2.Merkezi ısıtma

Blok halinde halinde yapılmış bir binadaki en uygun ısıtma sistemidir. Kazan dairesinde hazırlanan sıcak su binadaki her daireye veya birime ayrı ayrı gönderilir. Merkezi ısıtma sistemleri kazanlar, brülörler, boylerler, genleşme tankları, otomatik kontrol tertibatı ve elektrik panoları, kolektörler, pompalar, karışım ve balans vanaları, bacalar gibi komponentlerden oluşurlar.

3.1.1.3. Bölgesel ısıtma

Şehir veya uzaktan ısıtma tekniği adı verilen bu sistemlerde genellikle kullanılan akışkan kaynar su veya buhardır. Birkaç km uzaktaki mahallere bu şekilde ulaşılır ve her mahale ulaştığında diğer akışkana eşanjörler vasıtası ile enerjisini aktarır. Bölgesel ısıtma en ekonomik sistemdir. Kömür veya fuel oil gibi yakıtların kontrolü ancak bu tip sistemlerde yapılabilmektedir. Fazla sayıda insanın bir arada bulunduğu üniversiteler, hastaneler, alışveriş merkezleri bu tip ısıtma için uygundur.

3.1.1.4.Isıtma Sisteminde Kullanılan Ekipmanları

Kombiler: Mahal ısıtmasında ve sıcak su sağlamada kullanılırlar. Yaşam alanlarına kolayca monte edilirler, radyatörler vasıtası ile zon ısıtmasını sağlarlar. Bacalı ve hermetik olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Bacalı kombi yakma havasını kombinin içinde bulunduğu hacimden alır, hermetik kombide ise yakma havasını kendi eş eksenli bacası vasıtası ile dış ortamdan alır.

Şömineler: Doğalgaz şömineleri de salon v.s. gibi geniş alanların ısıtılmasında kullanılan mahal ısıtma alternatifleri arasında yer almaktadırlar. Dekoratiftirler ve termostatik kontrol sayesinde odayı istenen sıcaklıkta ısıtabilirler.

Sobalar: Sobalarla sadece mahal ısıtması yapılabilir. Tek bir mahale yerleştirildikleri için sadece bulundukları mahali ve eğer konutun mimarisi uygunsa diğer komşu odaları

da dolaylı olarak ısıtabilirler; bu nedenle konforu sınırlıdır. Bacaya veya dış duvara yakınlık gibi yerleştirme kriterleri ile kısıtlayıcı olabilirler.

Kat Kaloriferleri: Konutlarda kullanılan kat kaloriferleri sıvı ya da gaz yakıtlı olarak üretilmektedirler. Gaz yakıtlı olanlar, atmosferik ya da üflemeli brülörlü olabilirler. Kazan içerisinde istenilen sıcaklıkta ısıtılan tesisat suyu, bir pompa yardımıyla odalardaki radyatörlere gönderilir ve mahal ısıtması yapılır. Kat kaloriferleri bunun yanında ani su ısıtıcısı veya boyler yardımıyla sıcak su ihtiyacını da karşılayabilirler.

Kazanlar: Yakıt kimyasal enerjisini yanma yoluyla ısı enerjisine dönüştüren ve ısı enerjini akışkana aktaran makineye denir. Isınma için gerekli sıcak suyu veya buharı üreten cihazlardır.

Kaskad Sistemleri: Bütün kazanların yâda kombilerin modülasyonlu olarak çalıştırmaktır. Örneğin mahal sıcaklığında bir değişim görüldüğünde önce bir numaralı kazan veya kombi devreye girer ve % 100 kapasite ile çalışmaya başlar. Bu sırada sistem istenen sıcaklığı gelme süresine bakar eğer istenen sürenin üzerinde ise diğer kombi veya kazan kendiliğinden minimum kapasite ile devreye girer. Bu işlem mahal istenen sıcaklığa belirlenen sürede ulaşana kadar sürer.

Brülör: Sıvı yakıtların yakılması için sis haline getirilip hava ile karıştırılması gerekir. Fuel oil çok az uçucu bir yakıt olduğundan ısıtılıp basınçlı olarak püskürtülmesi gerekmektedir. Yakıtların püskürtülerek hava ile karıştırılmasını ve yakılmasını sağlayan araçlara "brülör" denir. Yaklaşık olarak 1 kg fuel oil'ı yakmak için 11 m³ hava gerekmektedir.

Radyant Isıtıcılar: Işıma (radyant) ısıtma güneş doğası ile aynı fenomene sahiptir. Enerji merkezinden ışınım şekliyle çıktıktan sonra düştüğü yüzeyi (Çalışanları veya bina tabanını) ısıtır. Böylece konveksiyonlu ısıtmanın aksine yüksek binaların tabanı ve çalışanları ısınırken tavan veya çatı bölümü gereksiz yere ısınmaz. Havayı ısıtarak yüksek mekânlar ısıtıldığında, ısınan hava yükseldiğinden ısıtılması gerekmeyen üst kısımlarda sıcaklık 40°C ye ulaşırken döşeme seviyesinde hava sıcaklığı 12–13°C civarındadır. Böylece tavandan ve hava değişiminden büyük enerji kayıpları olmaktadır. Radyant ısıtıcılarla ısıtılan yerlerde hava ısıtılmadığından hava değişim oranları ve yükseklik arttıkça enerji tasarrufu da artarak göreceli olarak % 60'lara ulaşmaktadır.

1.Brülör yanma haznesi ve ana aksaamlar

2.Radyant boru

3.Reflektör

4.Askı elemanları

5.Vakum fan



Şekil 3.1. Radyant ısıtıcı

3.1.2. Soğutma Sistemleri

Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemine soğutma denilir. Söz konusu sistemleri kısaca açıklamak gerekirse:

3.1.2.1.Su Buharlaştıran Soğutma Sistemleri

Bir cismin sıvı halinden gaz haline geçmesinde, önemli bir ısı toplaması olayı cereyan eder. Buharlaşma ısısı mümkün olduğu kadar büyük bir sıvı kullanmaya sevk eder. Su, bu vasıflara haiz olmakla birlikte, buharlaşmadan sonra meydana getirdiği buharların işgal ettiği büyük hacim sebebiyle kullanılması için büyük yer kaplayan makinelere ihtiyaç vardır.

3.1.2.2.Yoğunlaşabilen Gazlarla Çalışan Soğutma Sistemleri

Gaz halinden sıvı haline gelmesi kolay olan gazlarda kullanılmaktadır. Elde edilen buharın yoğunlaştırılması bir birbirinden farklı iki metotla elde edilir.

a) Kimyevi bir işleme (emme)

b) Fiziki bir işleme (sıkıştırma)

Emme ile çalışan soğutma cihazları amonyak gibi ısıya fazla toleranslı madde ile soğuğu meydana getirir.

3.1.2.3.Sıkıştırmalı Soğutma Sistemleri

Bu tip makinelerin çalışma prensibi havalı makinelerin çalışma prensibine benzer. Ancak sıkıştırmalı bir gazın genişlemesinden istifade edileceği yerde, sıkıştırılmış bir gazın yoğunlaştıktan sonra buharlaşması ile meydana gelen soğuktan istifade edilir.

3.1.2.4.Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Ekipmanlar

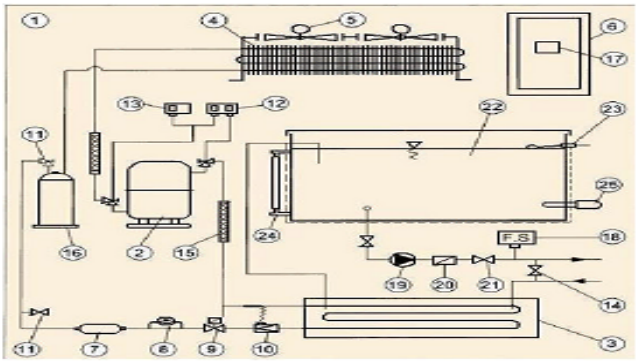
Kondenser: Yoğuşturucu kondenser veya kondansör ismi ile de anılmaktadır. Soğutucu sistemlerde soğutmayı sağlayan maddenin gaz olarak girdikten sonra ısısını çevreye vererek sıvı hale geçtiği bölümdür. Soğutucu sistemlerin dışında veya yalıtım malzemesinin içinde saklı olarak bulunabilmektedir. Düz boruların kıvrım sayısının arttırılması suretiyle yoğuşturucunun ısıyı havaya atması kolaylaştırılmakta bu sayede, soğutkan maddenin aşırı soğutulmuş sıvı haline geçmesi sağlanmaktadır.

Evaporatör: Soğutma sistemlerinde kullanılan buharlaştırıcının bir diğer adı da evaporatördür. Buharlaştırıcıya soğutma serpantini de denir. Buharlaştırıcı; soğutma sisteminde, soğutucu akışkanın sıvı olarak girip buharlaştıktan sonra gaz olarak çıktığı bölümdür.Soğutucu akışkan, evaporatörün kanallarına girince

ısıyı, soğutulan maddeden yada ortamdan soğurur ve ısıyı ortamdan absorbe ederken de kaynamaya başlayarak buharlaşır. Bu işlemler sonucunda evaporatör, tüm sistemin genel amacı olan soğutma olayını gerçekleştirir.

Kompresör: *Bir* gaz pompası, buharlaşan sıvıyı buharlaştırıcıdan veya soğutucudan emer ve basar. Gaz kondansör içine sıkıştırılarak basıncın ve soğumanın müşterek tesiri altında yoğunlaşır. Bu şekilde elde edilen sıvı bir ayar vanasından geçerek buharlaşmak üzere tekrar soğutucuya döner bu buharlaşma, buharlaştırıcı ile temasta olan cisimlerden büyük bir miktarda ısı toplar.

Chiller: Endüstride soğuk su ihtiyacı özellikle, plastik üretim tesislerinde 10–12°C su çıkısı olması gereken enjeksiyon kalıplarının ve işlem yapılmış malın soğutulmasında, ayakkabı taban imalatında, kozmetik ve sabun üretim tesislerinde gerekmektedir. Çiklet, çikolata ve şekerleme üretim hattında, her türlü soğutma ve iklimlendirme sağlayan endüstriyel tip uygulamalarda, soğuk su hazırlama (chiller) sistemlerine ihtiyaç duyulur.



1.Ana gövde
2.Kompresör
3.Soğutucu
4.Kondenser
5.Fan ve motoru
6.Elektrik kumanda panosu
7.Drayer-filtre
8.Gözetleme camı
9.Selenoid valf
10.Genleşme valfi
11.Soğutma vanası
12.Alçak-yüksek basınç presostatı
13.Kondenser basınç kumanda otomatiği
14.Su ayar vanası
15.Absorber
16.Likit tankı
17.Elektronik kontrol paneli
18.Su akış kontrol otomatiği
19.Su pompası
20.Çek valf
21.Su vanası
22.Soğuk su tankı
23.Su besleme şamandırası
24.Seviye göstergesi, su taşma ve su boşaltma düzeneği
25.Isıtıcı ve termostatı

Şekil 3.2. Chiller soğutma devresi

Klimalar: Soğutma çevrimi kullanılarak bir ortamdan ısı çekmek (yani ortamın sıcaklığını azaltmak) fazla nemini alıp ortama taze hava sağlamak için tasarlanmış sistem veya mekanizmadır. Bu mekanizmanın öğeleri olarak kondenser, evaporatör, fan, kompresör kasnağı tanımlanabilir.

Soğutma Kulesi: Yaygın olarak kullanılan soğutma kulelerinde, kulenin içinden geçerken suyun hava ile teması sonucu bir kısmı buharlaşarak atmosfere verilir, bu esnada soğutma suyu üzerindeki ısının bir kısmı buharlaşma vasıtası ile atmosfere verilerek suyun soğuması sağlanmış olur. Soğutma kulelerinin çalışma prensibi, suyun hava ile karşılaşma şekline göre ikiye ayrılır.

- Karşı akışlı soğutma kulesi
- Çapraz akışlı soğutma kulesi

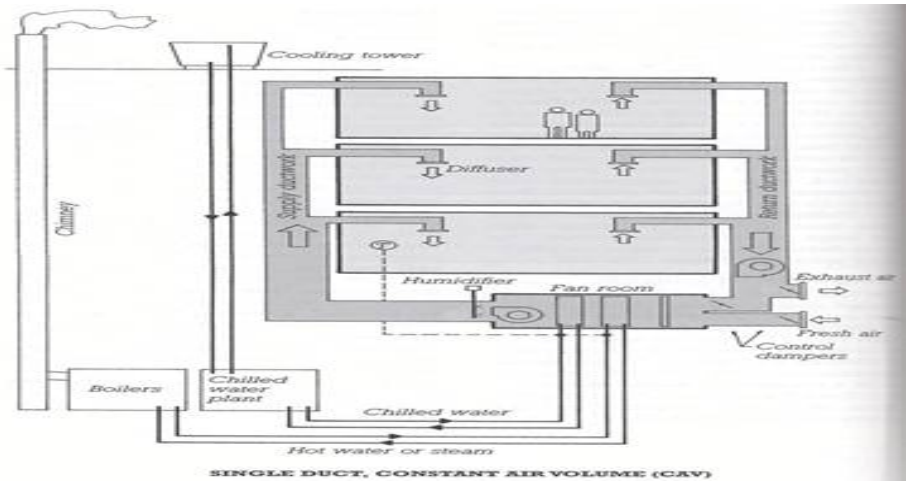
3.1.3.Havalandırma Sistemleri

Kapalı bir yerin havasını değiştirmek amacıyla çeşitli araçlar ve yöntemler kullanarak dışarıdan temiz hava verme veya hava akımı oluşturma işlemidir. İstenmeyen kötü havayı atmak ve temiz hava temin etmek iyi bir havalandırma sistemi kurmaktan geçmektedir. Havalandırma sistemlerinde havalandırma kanalları, ısıtma–soğutma serpantinleri, damperler, fanlar kullanılır.

3.1.3.1. Sabit Debili Sistemler (Constant Air Volume – CAV)

Sabit debili havalandırma sistemleri günümüzde birçok binada kullanılan havalandırma sistemi tipleridir. Bu tip sistemler basit bir şekilde sabit debili havayı dolaştırmaktadırlar. Bu tip havalandırma sistemlerde iki çeşit sistemden bahsedilebilir. Yeniden Isıtmalı/Soğutmalı havalandırma sistemlerinde sabit bir hava miktarı soğutulur ve sistemde sirküle edilir. Bu sabit soğutma değeri, binadaki en yüksek seviyede ihtiyaç duyulacak olan pik soğutma yüküne göre belirlenir.

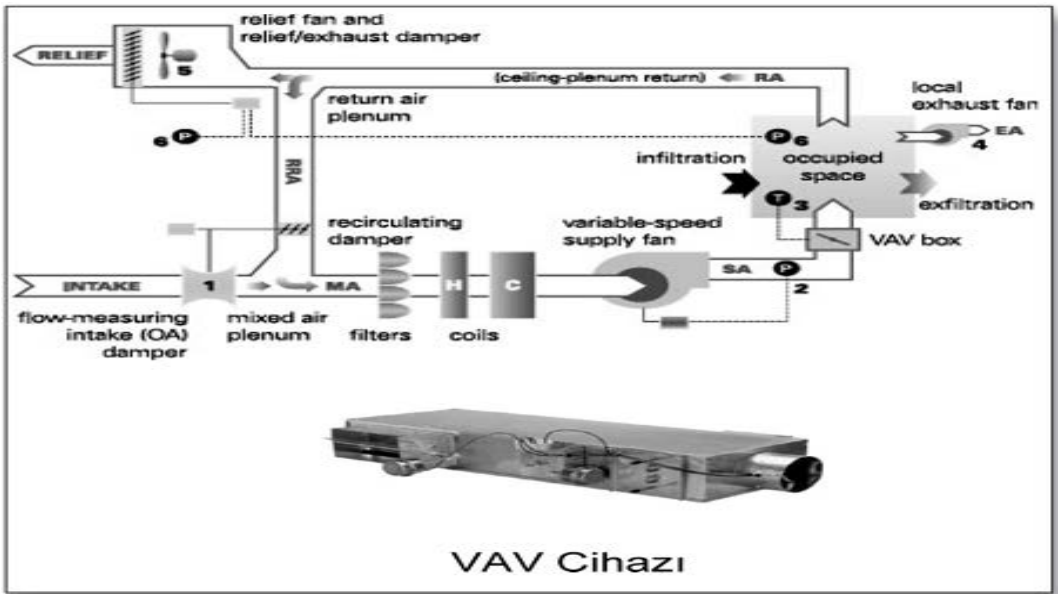
Bu değerden daha yüksek ısı gereksinimi durumunda, hava dağıtılmadan önce ısıtılarak sisteme verilir. Çift kanallı sistemler genellikle 1960-1970'lerde yapılmış olan binalarda mevcuttur. Bu sistem konforu koruma açısından kısmen yeterli olmasına karşın, günümüzde havalandırma açısından etkili bir sistem değildir. Isıtma ve soğutma şeklinde, iki tane birbirinden bağımsız sistemden oluşmaktadır. Havalandırılacak bölgeye veya odaya gelen soğuk ve sıcak hava karıştırılarak istenilen sıcaklık seviyesine getirilmektedir. (Sönmez 2006)



Şekil 3.3. Sabit hava debili havalandırma sistemi örnek şeması

3.1.3.2.Değişken Hava Debili Sistemler (Variable Air Volume - VAV)

Bu sistemlerde gerekli olan ısıtma veya soğutma yük miktarı belirlenerek, gerekli olan hava miktarı sisteme verilmektedir. Böylece fan gücü azalmakta ve büyük oranda enerjiden tasarruf edilmiş olunmaktadır. VAV sistemleri ile farklı bölgelerde bulunan damperler açılıp, kapanarak gerekli hava miktarı binaya verilmektedir. Örneğin yüksek oranda soğutma gerekiyorsa damper tam olarak açılır. Tersine daha az bir soğutma yükü gerekiyorsa damper o oranda kendini kapayarak sisteme gerekli hava miktarını vermektedir. Damper kontrolünün yanında fan hızı da değişken yüklü hız sürücüsü ile desteklenirse enerji bakımından daha da verimli bir sistem oluşmaktadır. VAV sistemi enerji tüketimi bakımından, sabit debili sistemlere göre çok daha etkilidir. Çünkü mahale ihtiyaç oranında ısıtma ve soğutma havası gönderilmektedir. (Sönmez 2006)



Şekil 3.4. Değişken hava debili havalandırma sistemi örnek şeması

3.1.3.3.Havalandırma Sisteminde Kullanılan Ekipmanlar

Havalandırma Kanalları: Bu kanallar sistemde içinde şartlandırılmış havanın taşındığı ince paslanmaz, galvaniz veya alüminyumdan yapılan yapılardır. Sistem kayıplarının azaltılması ve konfor nedeniyle iyi şekilde yalıtılması gerekmektedir. Genellikle hava kanallarının ısı yalıtımında klima şiltesi adı verilen cam yünü, ses yalıtımında ise polietilen köpük izole levha, yangına karşıda taş yünü veya alçı esaslı plakalar kullanılır. Ayrıca kanallarda titreşimden korumak için kompansetörlerde kullanılmaktadır. Silindirik ve dikdörtgen şeklinde çeşitleri mevcuttur.



Şekil 3.5. Dikdörtgen ve oval tip havalandırma kanalları

Damperler: Havalandırma sistemlerinde kanal ayrımlarında, şaftlarda veya klima santralleri ağızlarında açma-kapama ve kanala giren-çıkan hava ayarı yapmak için kullanılır. Manüel veya servo motorlu olarak imal edilirler. Damperlerin kenarları contalı olmalı çok iyi bir şekilde sızdırmazlığı sağlanmalıdır ve havalandırma sisteminin en önemli parçalarından biri olduğu için bakımları iyi yapılmalıdır.

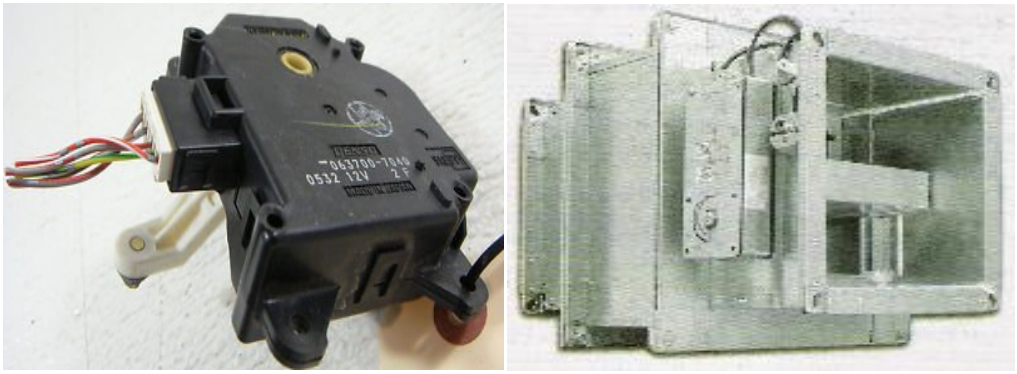
- Dış hava giriş-çıkış ve karışım damperleri
- Yüzey ve by-pass damperleri
- Yangın damperleri

Şeklinde üç sınıfa ayrılır:

Dış hava giriş–çıkış ve karışım damperleri: Dış hava girişleri üzerinde oluşan direnç, konstrüksiyona bağlı olarak değişir. Bunun için tercihen küçük direnç kayıplı ve yağmur suyunun içeri taşınmasına izin vermeyen, sızdırmazlığı iyi olan damperler seçilmelidir.

Yüzey ve by-pass damperleri: Sistem içerisinden geçen hava miktarını kontrol etme esasına göre çalışırlar. Sistemden çıkan hava ile yüzey damperleri kısılırken by-pass damperi açılarak gerekli ayarlama yapılır.

Yangın damperi : Klima ve havalandırma sistemlerinde, komşu duvar geçitlerinde kolon ayrımlarında ve yangın riski taşıyan santral giriş ve çıkışlarında, yağlı egzoz dumanının olduğu kanallarda; yangın ve dumanın yayılmasını engellemek için kullanılır. Bina içinde herhangi bir mahalde çıkan yangının komşu mahallere sıçramasını ve mevcut havalandırma sisteminde hava sirkülâsyonunu kapatarak yangının körüklenmesini önler. Yangına karşı dayanıklı malzemeden üretilir. İsteğe göre uyarı anahtar ilavesiyle havalandırma fanlarının durdurulması yapılabilir.



Şekil 3.6. Servo damper motoru ve yangın damperi

Fanlar: İklimlendirme için gerekli olan havanın ısıtma veya soğutma serpantinlerinin üzerine şartlandırılmasında ve sirküle edilmesinde kullanılan ısıtma-soğutma ekipmanları içerisinde çok önemli bir yere sahip cihazlardır.

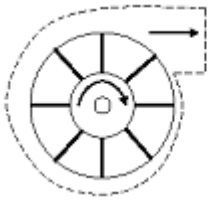
Genel olarak Radyal ve Aksiyal olarak ikiye ayrılır:

Radyal Fanlar: Daha az verimli olmasına rağmen eksenel tipe göre ucuz olmasından dolayı daha sık kullanımına rastlanır. Orta eksendeki şaft bir motora bağlıdır ve motorla şaft arasında bir kayış vasıtası ile güç aktarımı olur. Çalışma yeri, şartları, büyüklüğü kullanılan cihazlara göre birçok çeşidi mevcuttur.

- Radyal eğimsiz tip
- Öne eğimli kanatlı tip
- Geriye eğimli kanatlı tip
- Aerodinamik kanatlı tip olmak üzere dört'e ayrılır.

- Radyal eğimsiz tip : Endüstriyel tesislerde malzeme nakli için veya yüksek basınçlı klima tesisatlarında kullanılır.
- Öne eğimli kanatlı tip : Alçak basınçlı havalandırma sistemlerinde, paket klima cihazları, ev tipi sıcak hava apareyleri ve fanlı serpantinlerde kullanılır.

- Geriye eğimli kanatlı tip : Genel havalandırma sistemlerinde kullanılır.
- Aerodinamik kanatlı tip : Genel havalandırma sistemlerinde özellikle büyük debilerde kullanılır.



a) Radyal (eğimsiz) tip



b) Öne eğimli kanatlı tip



c) Geriye eğimli kanatlı tip



d)Aerodinamik kanatlı tip

Şekil 3.7. Fan çeşitleri (Özcan, 2008)

Aksiyal (Eksenel) Fanlar : Aksiyal tip fanlarda basınç farkı oluşturularak meydana gelen havanın hareketi eksenel yöndedir. Aksiyal fanlar genel olarak üç başlıkta incelenir.

- Pervane kanatlı tip
- Silindir kanatlı tip
- Kılavuzlu silindir tip

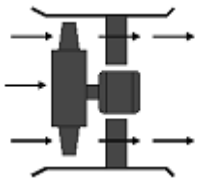
- Pervane kanatlı tip : Alçak, orta ve yüksek basınçlı genel ısıtma, havalandırma ve klima uygulamalarında kullanılır.
- Silindir kanatlı tip : Alçak ve orta basınçlı sistemlerde, kurutma ve boyama kabinlerinin egzozlarında kullanılır.
- Kılavuzlu silindir tip: Alçak statik basınçlı, büyük hava debileri için kullanılır.



a)Pervane kanatlı tip



b)Silindir kanatlı tip



c)Kılavuzlu silindir tip

Şekil 3.8. Aksiyal fan çeşitleri (Özcan, 2008)

Bu sınıflandırma ve çeşitlerinin yanı sıra kullanım yerine göre: emme fanı, egzoz fanı, basma fanı kapasitesine göre: blowerlar, körükler, yüksek basınçlı fanlar, orta basınçlı fanlar, alçak basınçlı fanlar olmak üzerede sınıflandırmalarda mevcuttur.

3.1.4.Nemlendirme Sistemleri

Şartlandırılmış havanın nemlendirilmesinde kullanılırlar. Yaşam alanlarında konfor şartının sağlanmasında, sanayide ise proses iyileştirmesi için olmazsa olmaz iklimlendirme elemanlarındandır. Üç başlık altında incelenmesi mümkündür:

- Su püskürtmeli (Atomizerli) nemlendiriciler
- Buharlı nemlendiriciler
- Evaporatif nemlendiriciler

3.1.4.1.Su Püskürtmeli (Atomizerli) Nemlendiriciler

Tekstil, ağaç gıda, sigara, plastik, deri ve daha birçok endüstri kollarında soğuk su atomize edilerek ortamın nemlendirilmesi tercih edilmektedir. Tamamen paslanmaz çelikten mamul nozullar, kontrol ünitesiyle istenen rutubet şartını sağlarken evaporatif soğutma da sağlamaktadır. Çok ince sis tabakası halinde havaya nemi verebilen nozullar, direkt olarak mahalle veya santralde kanal içine monte edilebilmektedir. Gıda endüstrisi gibi hijyenik ortamların nemlendirilmesinde, sistem için gerekli nemin, bakteri veya kimyasal partikül içermemesi gerekir.

3.1.4.2.Buharlı Nemlendiriciler

Endüstriyel uygulamalarda hazır buharı olan fabrika, hastane ve tüm tesislerde hazır buhar nemlendirme amacı için kullanılır. 1000 kg/h 'e kadar kapasiteleri mevcuttur. Hazır buharın hava kanalı içine dağılımı için yapılmış olan Condair Esco sistemi 0,2 ile 0,4 bar arasındaki hazır buharı nemlendirme amacı ile kullanır. Seramik radyal diski ile mutlak sızdırmazlık sağlar. Filtre, su seperatörü, buhar tutucusu, seramik radyal disk kontrol valfi ve acil durum fonksiyonlu radyal aktüatörü ile komple bir ünitedir.

3.1.4.3.Evaporaif Nemlendiriciler

Evaporatif nemlendiriciler 2 alternatif media pad malzemesi ile kullanılabilir. HUMI-KOOL pad basit olarak, ıslanabilirlik ve sağlamlık sağlayan kimyasal madde emdirilmiş selülozik kâğıttır. HU-CELL padler, su absorbe eden ve ıslanmayı sağlayan katkı maddeli cam elyaf levhalardır. Düşük basınç düşümlerinde optimum performansı sağlayan kompakt yapıdadır. HU-CELL pad inorganiktir ve yanmaz yapıdadır. Her iki tip pad yıkama sistemine haiz çelik kasadan meydana gelir ve nemlendirme ünitesine kolayca monte edilebilir.

3.2.Filtre, Susturucu, Menfez ve Titreşim Kesiciler

3.2.1.Filtreler

Havada bulunan istenmeyen gaz, buhar ya da başka partikülleri ayrıştırmaya yarayan cihaz ya da elemanlara filtre denir. Filtreler üç gruba ayrılabilir:

3.2.1.1.Panel Filtreler

Viskoz çarpmalı filtreler: Kaba liflerden yapılmış ve yüksek boşluk oranına sahip panel filtrelerdir. Filtreleme ortamı, taneciklerin yapışmasını kolaylaştırmak için, yağ gibi bir viskoz madde ile kaplanmıştır. Filtreden geçen havanın tasarım hızı, genellikle 1 ile 4 m/s (çoğunlukla 1,5 ila 3 m/s) aralığındadır. . Bu filtreler, düşük maliyete sahiptirler ve küçük basınç düşümlerine yol açarlar. Tüylü ve lifsi maddeleri tutma verimleri yüksek, normal atmosferik tozu tutma yetenekleri zayıftır. Kalınlıkları 100 mm'ye kadar olabilir.

Geniş yüzeyli kuru filtreler: Değişik yoğunluk ve boyutlardaki lifli levhalar veya şiltelerden yapılırlar. Cam yünü, selüloz lifleri, yün keçe ve sentetik malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Filtreleme ortamı, çoğunlukla, tel kafes ile sarılarak dayanımı artırılır. Bazıları ise, preslenmiş dijit levhalardan yapılırlar ve ek bir desteğe gereksinimleri yoktur. Torba filtreler ise, hava akımı ile şişerler ve kendi dayanımlarını sağlarlar. Kuru filtreler, çoğunlukla, viskoz kaplamalı filtrelere göre, daha yüksek verime ve toz tutma kapasitesine sahiptirler ve ana-filtre olarak kullanılırlar. Birçok durumda, bir ön-filtre ile korunmaları ekonomiklik sağlar.

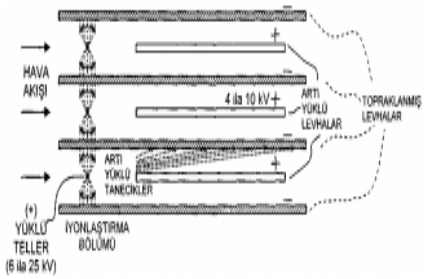
Çok yüksek verimli filtreler HEPA ve ULPA filtreler: Mikrometreden daha küçük cam liflerinden yapılmış kâğıdın, derin katlar şeklinde kıvrılması ile oluşturulurlar. Bunların bağlı olduğu kanallardaki hava hızı, yaklaşık olarak 1,3 m/s'dir. Temiz odalarda, nükleer uygulamalarda ve zehirli taneciklerin söz konusu olduğu durumlarda kullanılırlar.

3.2.1.2.Otomatik Makaralı Filtreler

Viskoz kaplamalı filtreler: İki türü vardır. Birinci tür filtrelerde, bir makara üzerine sarılı, rastgele lifli (örgüsüz) bir örtü bulunur. Örtünün filtre içindeki kısmı kirlenince, makara el ile veya otomatik olarak sarılır ve filtre yüzeyine, örtünün temiz bir kısmı gelir. Böylece, kirlenen kısımlar toplama makarasına sarılır ve tüm örtü bitince, yenisi ile değiştirilir. İkinci tür viskoz kaplamalı otomatik makaralı filtrelerde ise, örtünün üzerinde, bir metal kafes dokusu vardır. Örtü, belirli aralıklarla, bir viskoz madde havuzundan geçirilir ve bu sırada, toz yükünü havuza bıraktığı gibi, yüzeyindeki viskoz kaplama da, yenilenir. Filtreye gelen hava 2,5 m/s mertebesindedir.

Kuru filtreler: Yüksek boşluk oranına sahip, rastgele lifli (örgüsüz) malzemelerden yapılırlar ve genel havalandırma sistemleri için uygundurlar. Filtreye gelen havanın alım hızı, viskoz filtrelerden daha düşüktür (1 m/s mertebesinde).

3.2.1.3.Elektrostatik Filtreler



Bu filtreler, elektrostatik çökeltme ilkesini kullanarak, toz, duman ve polen taneciklerini, yüksek verimle tutma yeteneğine sahiptirler. Filtre, şekil'de görüldüğü gibi, bir iyonlaştırma bölümü ile bir de toplayıcı levha bölümünden oluşur. İyonlaştırma bölümünde asılı durumda bulunan, 6 ile 25 kVDC potansiyel ile yüklenmiş küçük (Şekil 3.9. Bir elektrostatik filtrenin kesit görüntüsü) çaplı teller, bir iyonlaştırma alanı oluştururlar. Oluşan artı yüklü iyonlar, hava akışına dik hareket ederken, akış içindeki taneciklere çarpar ve onları elektrikle yüklerler. Daha sonra toplayıcı bölümüne geçen yüklü tanecikler, burada, eşit aralıklı ve bir atlayarak, 4 ile 10 kVDC artı elektrik potansiyel ile yüklenmiş paralel levhaların arasından geçerler. Yüksüz levhalar ise topraklanmıştır. Artı yüklü levhaların ittiği artı yüklü tanecikler, yüksüz levhalara çarpar ve orada tutulurlar. Taneciklerin tutunması, levhaların yüzeyi, özel yağlar veya yapışkan malzemeler ile kaplanarak güçlendirilebilir. Artı yerine eksi yükler ile de tanecikler tutulabilir, ancak daha fazla ozon üretimine neden olunur. Normal olarak, 240 VAC girişi olan bir elektrostatik filtreye gerekli olan yüksek DC gerilim, bir DC güç kaynağı ile sağlanır. Enerji tüketimi 40 ila 85 W/(m^3/s hava) aralığındadır. Bu filtreler, düşük hava hızlarında (0,8 ile 1,8 m/s) çalıştırılırlarsa, ortalama olarak % 98 verimle, havadaki tanecikleri tutarlar.(Özcan, 2008)

3.2.2.Susturucular

Klima ve havalandırma sistemlerinde meydana gelen gürültüyü, kabul edilebilir düzeylere indirmede kullanılır. Susturucu kasası galvanizli çelikten imal edilir ve kanal sistemine montajının yapılabilmesi için kasanın her iki tarafında özel flanş profilleri kullanılır. Susturucunun sönümleme elemanlarında yüzeyi çürümeye ve neme karşı dayanımı artırılarak, 50 kg/m³ yoğunlukta preslenmiş cam yününden imal edilir. 20 m/s hava hızına kadar yüzey aşınmasını önleyecek şekilde cam lifiyle kaplanır.

Tablo 3.1. Çeşitli ses kaynakları ve ses şiddetleri

Ses kaynağı ve konumu	Ses şiddeti seviyesi dB (A)
Kalkış halindeki uçak (25 m mesafede)	140 dB (A)
Yol kazısı (7 m mesafede)	90 dB (A)
Çalar saat zili (1 m mesafede)	80 dB (A)
50 km/h hızla giden otomobilin içi	70 dB (A)
Normal konuşma (1 m mesafede)	50 dB (A)
Sakin yatak odaları (olması gereken)	35 dB (A)

İklimlendirme sisteminde gürültü kaynakları genelde: fanlar, elektrik motorları, pompalar, damper ve menfezler, vanalar gibi içinden akışkan geçince gürültü üreten malzemelerdir.

Tablo 3.2. Bazı mahallere tavsiye edilen ses seviyeleri

Mahal Türü	Gerekli NCveya RC(N) (QAİ ≤ 5 dB)
Konutlar **Oteller/Moteller**	25 ila 35
Kişisel odalar veya sütler	25 ila 35
Toplantı odaları	25 ila 35
Koridorlar, lobiler	35 ila 45
Servis alanları	35 ila 45
Ofis Binaları	
Yönetici odaları	25 ila 35
Konferans salonları	25 ila 35
Telekonferans odaları	en çok 25
Açık alanlı ofisler	30 ila 40
Koridorlar ve lobiler	40 ila 45
Hastaneler ve Klinikler	
Özel odalar	25 ila 35
Koğuşlar	30 ila 40
Ameliyathaneler	25 ila 35
Koridorlar ve kamuya açık alanlar	30 ila 40

Tiyatro ve Müzik Salonları	
Tiyatro salonları	en çok 25
Konser ve resital salonları	en çok 20
Müzik eğitim odaları	en çok 25
Müzik çalışma odaları	en çok 35
Laboratuarlar	
Test ve araştırma(minimum konuşma)	45 ila 55
Araştırma(yoğun telefonla konuşma)	40 ila 50
Takım çalışması	35 ila 45
İbadethaneler	25 ila 35
Okullar	
70m² ve daha küçük sınıflar	en çok 40
70m² ve daha büyük sınıflar	en çok 35
Büyük derslikler(ses yükseltmesi yok)	en çok 35
Kütüphaneler	30 ila 40
Mahkeme Salonları	
Ses yükseltmesi (mikrofon)yok	25 ila 35
Ses yükseltmesi var	30 ila 40
Kapalı Spor Salonları	
Spor salonları	40 ila 50
Yüksek seyirci kapasiteli salonlar(ses yükselt. var)	45 ila 55

3.2.3.Titreşim Kesiciler

Titreşim, belirli zaman aralıklarında, bir kütlenin belirli bir mesafede yapmış olduğu periyodik hareketlere denir. Buradaki mesafeye genlik denir. Bu hareketlerin bir saniyedeki sayısına frekans adı verilir. Frekansların birbirine uymasına rezonans denir. Yani cihazın çalışma frekansı ile titreşim alıcının doğal frekansının aynı zaman diliminde aynı değerde olması durumudur. İklimlendirme sisteminde titreşim kesicileri kısaca açıklamak gerekirse:

Neopren pedler: Kullanım alanları kritik olmayan cihazlar ile bodrum katlardır.

Neopren ayaklar ve askılar: Yüksek hızlı küçük ekipmanların, titreşim yalıtımında, dengesiz kuvvetlerin çok küçük olduğu, fakat sadece ses ve küçük titreşim problemlerinin giderilmesi gerektiği yerlerde kullanılır.

Çelik yaylar: Kritik durumlarda kullanımı en yaygın titreşim alıcılardır. Çeşitli tasarım imkânları verir. Kullanıldığı makine ve cihazlar kadar uzun ömürlüdür. Ek bir önleme gerek kalmadan, kararlılığı sağlayacak büyüklükte iyi bir bağlantı ile işlerini yapar.

Hava yayları: Titreşim alıcıların en etkin olanıdır. 7 bar basınca dayanıklı olarak üretilmiş ve cihaza kararlı destek sağlayan, geniş lifli kauçuk balondan oluşur. Uygun tasarlanmış bir hava yayı, çelik yayın çökmesine eş değer bir çökme sağlar. Hava

yayının cidarları kauçuktan olduğu için, çelik yayda oluşan rezonans ve ses köprüsü oluşturmaz.

Çelik veya beton kaideler: Genellikle ekipmanı düzenli bir biçimde muhafaza etmek için kullanılır. Çelikten yapılması halinde cihazı taşıyabilecek kadar rijittir (sert ve sağlam) ve taşıdığı cihazın frekansında rezonansa girmez. Kauçuk genleşme parçaları: Ses köprüsü ve borudaki gerilimi azaltması için, kesme vanalarının cihaz tarafına yerleştirilmelidir. Sıcaklık ve basıncın yüksek olduğu tesisatlarda kauçuk yerine paslanmaz çelik veya bronz metalik hortumlar kullanılır. Cihaz bağlantı noktalarında esneklik sağlar. Bu da flanşlardaki gerilimi azaltır ve titreşim yalıtımı yapılmış olan cihaz, çelik yay üzerinde serbest hareket eder.

3.2.4. Menfezler

Havalandırma sisteminin son unsurlarıdır. Bulunduğu mahal içine şartlandırılmış havanın yayılması yâda toplanmasından sorumludurlar.

Dağıtıcı menfezler: Genellikle şartlanmış havayı mahal içine veren menfezlerdir. Değişik tip ve ebatlarda ihtiyaca uygun imal edilir.



Şekil 3.10. Dağıtıcı menfez

Toplayıcı menfezler: Genellikle mahal havasını veya mahal havasının çok kirli ve sıcak bir bölümünü mahalden emen menfezlerdir



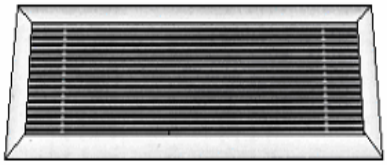
Şekil 3.11. Toplayıcı menfez

Transfer menfezler: Genellikle duvarlara ve kapılara konulan ve havanın artı basınçlı bir mahalden komşu mahale geçmesini sağlayan menfezlerdir.



Şekil 3.12. Transfer menfez

Lineer menfezler: İnce ve uzun menfez tiplerine verilen isimdir. Özellikle fan-coil üstlerinde, bilgisayar odalarındaki yükseltilmiş tabanlarda, konferans salonu, bekleme salonu gibi geniş mahallerde havalandırma menfezi olarak, yüzme havuzu kenarlarında ızgara olarak ve daha birçok amaçla kullanılır. Lineer ortamlar için birçok elemanın birleşmesiyle metrelerce uzunlukta menfez elde edilebilmektedir.

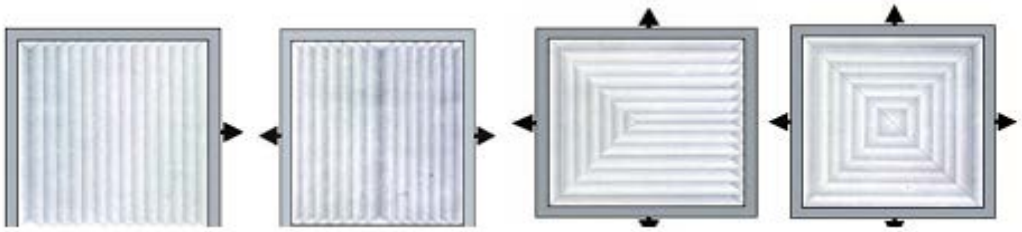


Şekil 3.13. Lineer menfez.

3.2.5.Difüzörler

Besleme havasını farklı yönlerde ve düzlemlerde dağıtan hava çıkış elemanlarına difüzör denir. Aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

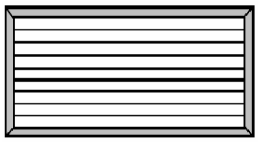
Kare tavan difüzörleri: Kare tavan difüzörleri: Teknik özellikleri bakımından haddelenmiş alüminyum profilden imal edilir. 1, 2, 3 ve 4 yönlü, kare veya dikdörtgen yapılabilir. Dampersiz ve zıt açılır damperli yapılır. Standart imalat, doğal renkte eloksallıdır. İstendiğinde anolog renklendirme, selülozik veya sentetik fırın boya yapılmaktadır.



Şekil 3.14. Kare tavan difüzörler

Yuvarlak tavan difüzörleri: Yuvarlak tavan difüzörleri çok miktarda hava üflemeye elverişlidir. Havanın en iyi şekilde yayılmasını sağlar. Hava çıkış sesi ve direnci diğer tiplere göre daha azdır.

Lineer difüzörler: Yönlendirici kanatlarla, düşey veya yatay hava akışı sağlanabilir. Hava miktarının ayarı, hava akışını doğrultan damperle yapılmaktadır. Çok bölmeli difüzörlerde, her bölüm ayrı olarak ayarlanabilir. İstenildiğinde; yan kapakları ile (montajlı veya ayrı) bir de plenum kutusu ile verilmelidir.



Şekil 3.15. Lineer difüzörler

3.3.Güvenlik Sistemleri

3.3.1.Güvenlik Sistemleri Tanımı ve Kullanım Alanları

Genel olarak çevre güvenliğinde kullanılırlar. Konut yada ticarethanelerin çevresine uygulanarak güvenliği sağlarlar. Çoğunlukla hareket detektörleri ile çalışırlar bunun yanında çevre kamera izleme sistemleri, pencere kapı izleme detektörleri, gözle görülmeyen lazer ışınları ile çalışan bariyer detektörleri veya evin bahçe ve çevresine monte edilen basınç algılamalı fiber kablo sistemleri kullanılır. Güvenlik sistemleri bina otomasyon cihazları ile bütünleşmiş halde rahatlıkla çalışabilmektedirler. Detektörler devreye girince ev sahibine cep telefonundan ulaşabilme seçenekleri veya ev sahibi dışarıda olduğunda akşam saatlerinde evde sanki biri varmışçasına oda ışıklarını yakıp söndürmek gibi etkilerle otomasyon sistemine dahil olurlar.

Gaz, yangın, su taşkınına karşı uygulanan güvelik önlemleri ayrıca değerlendirilmelidir. Sistem, adapte edilen gaz algılama, duman algılama, ısı algılama ve su algılama detektörleri sayesinde evde oluşabilecek olası yangın, gaz kaçağı ve su taşkını durumlarında devreye girerek alarm sisteminin çalışmasını sağlar. Ayrıca bu istenmeyen durumlar ev dışında konumunda gerçekleşirse, eğer yangın söndürme sistemi varsa devreye sokar, yoksa tehlike anında elektrik, gaz ve su şebekesi sistemini kapatarak oluşabilecek yangın ve patlama riskini önlemiş olur. (Gençoğlu, 2010)

3.3.2.Güvenlik Sistemleri Sınıflandırılması

Akıllı ev sistemlerinde güvenlik çok önemli bir yer tutmaktadır. Performans, denetlenebilirlik, güvenlik ve maliyete göre farklılık gösteren güvenlik sistemleri

- Pasif sistem (PS),
- Telefon tabanlı sistemler (TTS),
- Web tabanlı sistemler (WTS)
- Donanım tabanlı sistemler (DTS) olarak sınıflandırılabilir.

Ev güvenlik sistemi sensorları, eyleyicileri, alarmları, kontrolörleri, ağ geçitlerini ve sunucuları birleştirir. Ev güvenlik sistemlerinin en iyi yanı kontrol ve izlemenin her ikisinin de bir dizüstü bilgisayarı, PDA, mobil telefonla uzaktan yapılabilmesidir. Pasif sistemler izleme için kontrolün elle veya fiziksel olarak uzaktan yapıldığı sistemlerdir. Telefon temelli sistemlerde izleme ve kontrol genel telefon ağının kullanımıyla yapılabilir. Web tabanlı sistemde izleme ve kontrol internet üzerinden yapılabilir. Donanım tabanlı sistemde ise izleme ve kontrol donanım ile yapılmaktadır. Farklı tip ev güvenlik sistemleri performansına göre DTS>WTS>TTS>PS olarak sıralanmaktadır. Tablo 3.3.'de görüldüğü gibi donanım tabanlı sistem en düşük kontrol imkânı sağlamasına rağmen web tabanlı sistemler evin tam güvenliği için ev sakinlerine maksimum kontrol sağlamaktadır. Donanım tabanlı sistem en düşük kontrol imkânı vermesine rağmen web tabanlı sistemler evin tam güvenliği için ev sakinlerine

maksimum kontrol sağlamaktadır. Donanım tabanlı sistemler ev güvenlik sistemleri içerisinde en pahalı sistemlerdir (Keçebaş,Yabanova vd. 2011)

Tablo 3.3. Farklı ev güvelik sistemlerinin karşılaştırılması

	Performans	Güvenlik	Denetlenebilirlik	Maliyet
DTS	Yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek
WTS	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
TTS	Düşük	Düşük	Düşük	Orta
PS	Çok düşük	Düşük	Çok düşük	Düşük

3.4.Aydınlatma Sistemleri

3.4.1.Aydınlatma Sistemi Tanımı

Akıllı ev ışıklandırma sistemleri, konut içi atmosferini belirleyip ayarlayan ve yine ısıtma-soğutma sisteminde olduğu gibi merkezi olarak bir bilgisayar tarafından tüm gün içinde kontrol edilen bir sistemdir. Kullanılan elemanlar elektronik kumandalı özel cihazlardır. Örneğin; ray üzerinde hareketli spot lambalar, özel nesneleri izlemek veya ışık düzeyini ayarlamak için yer değiştiren sistemler olarak tasarlanmıştır. Daha kompleks sistemler ise konutu bir tiyatro sahnesine benzeten, mekânlara ve mekân içerisindeki faaliyetlere göre farklı ışık efektlerini ayarlayan değişik armatürlerin kullanıldığı bir sistem olarak tasarlanmıştır. Oluşturulacak efektlerin tamamlanabilmesi için hassas sensorların mekânın stratejik noktalarında bulunması, ışık düzeylerinin mekânın özel kısımlarında hassas olarak belirlenerek bilgisayarda değerlendirilmesi ve eşzamanlı olarak günün her dakikasında güncellenerek faaliyetlere göre restore edilmesi, bu sistemin en önemli özellikleridir.

Aşağıdaki tabloda örnek bir aydınlatma sistemi deney detayları bulunmaktadır. Bu örnekte saat 08.00 ile 17.00 saatleri arasında bulutlu bir kış gününde bir toplantı odasının aydınlatma enerjisi ihtiyaçları tablolaşmıştır. Görünmektedir ki günün her saati ışık gereksinimleri farklı olmaktadır ve sabit bir aydınlatma sistemi gereksiz enerji tüketimine neden olmaktadır. Bazen ise bu sabit aydınlatma sistemi yetersiz kalmakta bazen gereğinden fazla gelmektedir, bu durum konforsuz bir ortamda yaratmaktadır. Bu örnekte ise ortam ekstra 2820 lxh aydınlatma gerekmektedir ancak biz ortama standart sabit bir aydınlatma kullandığımızda 4500 lxh tüketim olur, değerlere baktığımızda aydınlatma sistemi yaklaşık % 37 tasarruf sağlamaktadır.

Tablo 3.4. Işık şiddeti deney tablosu (ABB, 2009)

Time	Measured lighting intensity*	Required additional lighting
08:00 – 08:30	12 lx	244 lxh
08:30 – 09:00	35 lx	232 lxh
09:00 – 09:30	50 lx	225 lxh
09:30 – 10:00	65 lx	218 lxh
10:00 – 10:30	90 lx	205 lxh
10:30 – 11:00	100 lx	200 lxh
11:00 – 11:30	140 lx	180 lxh
11:30 – 12:00	265 lx	118 lxh
12:00 – 12:30	350 lx	75 lxh
12:30 – 13:00	370 lx	65 lxh
13:00 – 13:30	370 lx	65 lxh
13:30 – 14:00	350 lx	75 lxh
14:00 – 14:30	315 lx	92 lxh
14:30 – 15:00	265 lx	118 lxh
15:00 – 15:30	235 lx	132 lxh
15:30 – 16:00	160 lx	170 lxh
16:00 – 16:30	100 lx	200 lxh
16:30 – 17:00	87 lx	206 lxh

3.4.2.Aydınlatma Sistemlerinin Sınıflandırılması

Aydınlatma sistemlerinde iki tür sınıflandırma yapmak mümkündür:

Enerji etkin sınıflandırma

- Pasif Aydınlatma
- Aktif Aydınlatma

Pasif sistemler sistem performansını etkileyen tasarım girdilerinim yani bina yeri, konumu, binalar arası mesafeler v.b. gibi çevresel tasarımdan başlayarak, bina, hacim, sistem ve malzeme ölçeğine kadar birçok etkiyi kapsar. Binanın aktif sistemlerinin yükünü azaltacak biçimde bu sistemlerin bulunulan enleme, cephenin baktığı yöne, hacmin kullanım saatlerine bağlı olarak uygun form ve boyutlarda tasarlanması gerekmektedir. Zaten var olan güneş ışığını ışık rafları, prizmatik sistemler, ışık yönlendirici camlar, helostatlar güneş tüpleri gibi sistemler ile mahallere ulaştırma esasına dayanır. Aktif sistemler, içinden elektrik akımının geçmesiyle saydamlığı değişen akıllı cam teknolojileri ile güneş ışığını elektrik enerjisine çeviren sistemlerden oluşmaktadır. Aydınlatmada enerji yönetimi açısından önemli olan bu sistemler şu şekilde açıklanmaktadır. Saydamlık özelliği değişkenlik gösteren akıllı cam teknolojileri ile fotovoltaik paneller ile elektrik enerjisini ışık enerjisine çeviren lambalar ile aktif sistemler kurulur. Tasarımın ilk aşamalarından başlayarak, binanın pasif sistemler bütünü olarak tasarlanmasıyla kullanım sürecinde performansı maksimize edilerek aktif sistemlere ilişkin ısıtma-soğutma-aydınlatma yükleri minimize edilecek ve yüksek enerji tasarrufu sağlanabilecektir. (Kutlu, 2008)

Mahal etkin sınıflandırma

- Mekân Aydınlatma
- Alan Aydınlatması

Evde iki tür ışıklandırma kullanılır; mekân ışıklandırması ve alan ışıklandırması. Mekân ışıklandırmasında, mekânın genel ışık düzeyi ölçülür ve öngörülen aydınlık seviyesi için mekânın çeşitli yerlerine armatürler tesis edilir. Günün değişik saatlerinde, sürekli değişen dış ortam aydınlığı da hesaba katılarak ortalama bir değerde ışık üretilir ve ayarlanır. Alan ışıklandırmasında ise, faaliyetler ve efektler ön plandadır. Örneğin; yemek masasındaki ışık düzeyi diğer kısımlardan farklı olmalıdır veya çalışma masasında aydınlık düzeyi belli bir değerin altında veya üstünde olmamalıdır. Standart sistemlerde sabit bir aydınlıkta kullanılan genel aydınlatma cihazları ortamda optimum bir aydınlık seviyesi ayarlayamamaktadır. Değişen ışık insanları hem fiziksel olarak hem de psikolojik olarak yönlendirmektedir ve istenen performansın dışında bir performans elde edilebilmektedir.



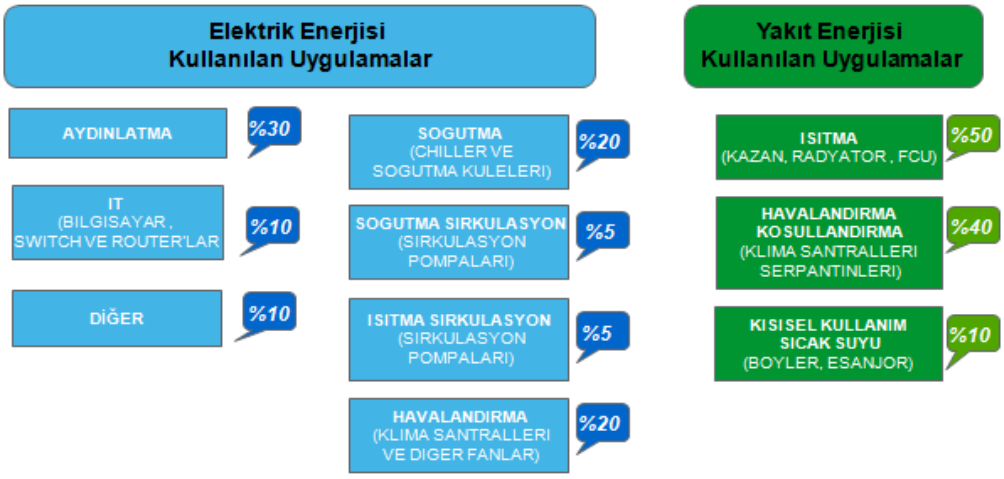
Perde sistemi Helostat sistemi

Şekil 3.16. Perde ve helostat sistemleri

Ortamda bulunan perde ve panjurların kontrolüde iklimlendirmede ve aydınlatmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple perdelere de otomasyon sistemi uygulanabilmektedir. Yazın perdeleri kapatmak mahal sıcaklığının ve soğutma yükünün gereksiz yükselmesini önlediği gibi fazladan oluşabilecek aydınlatmayı da önler. Aynı şekilde terside doğru kabul edilebilir. Biberach Üniversitesinde yapılan araştırmaya göre perde ve panjurlarla yapılan bir otomasyon sistemi aydınlatma ve iklimlendirme sistemlerini etkileyerek yaklaşık % 30 enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

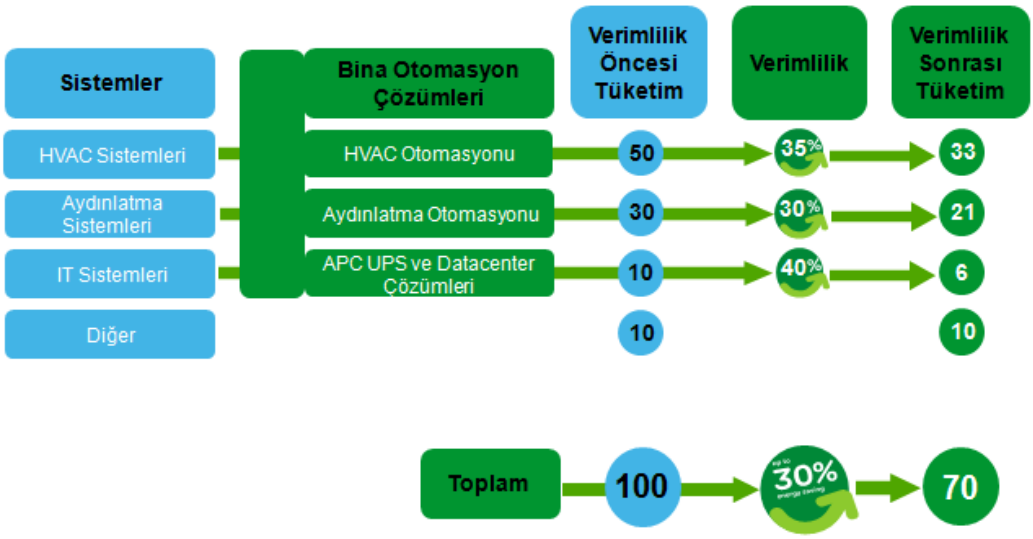
3.5.Enerji Verimliliği ve Otomasyon İlişkisinin Değerlendirilmesi

Örnek bir Alışveriş merkezinde tüketilen elektrik enerjisi ve yakıt enerjisi verileri aşağıdaki gibidir. Elektrik enerjisi tüketiminde en yüksek oran aydınlatma, soğutma ve havalandırmaya aittir. Yakıt enerjisi kullanımında da en yüksek oranlar ısıtma ve havalandırmaya aittir.



Şekil 3.17. Örnek bir alışveriş merkezinde tüketilen enerji oranları (Çilingir, 2011)

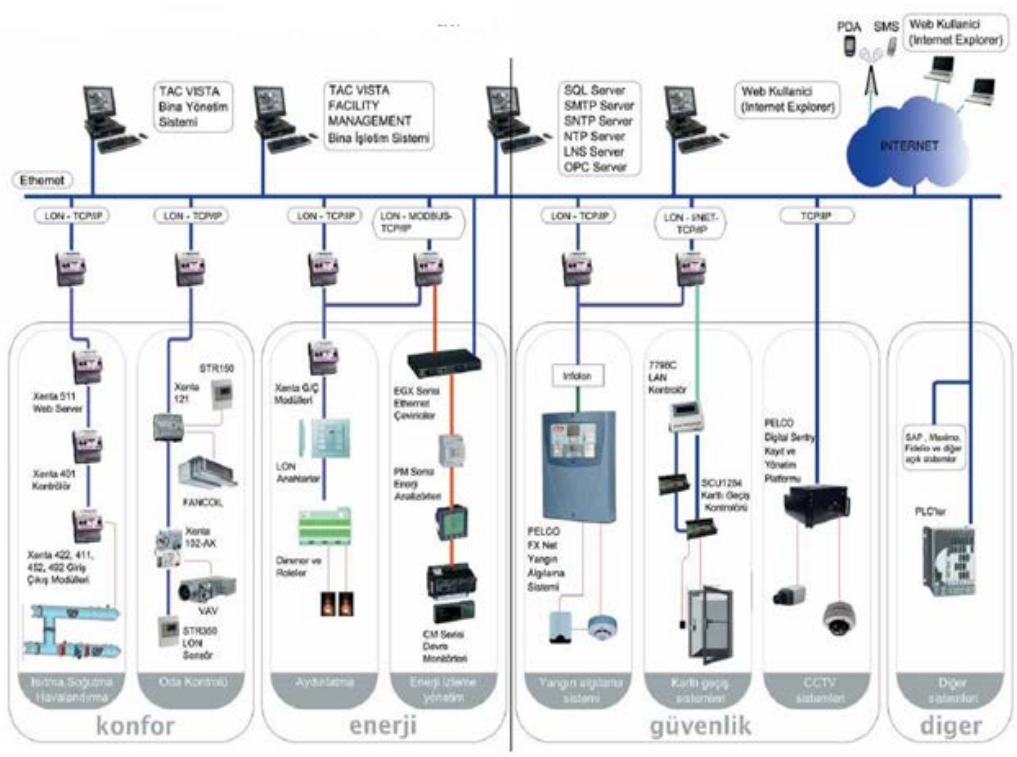
Aynı alışveriş merkezi uygulamasına otomasyon sistemleri uygulandığında verim artışları olmaktadır. HVAC sistemi, otomasyon uygulanan sistemler içinde en yüksek enerji tüketim değerine sahip olduğundan verimlilik değerleri önemlidir. Bu uygulamada % 35 verim artışı ölçülmüştür. Bir diğer otomasyon sistemi olan aydınlatmada % 30 verim artışı ön görülmüştür. Diğer enerji giderlerinden de % 40 tasarruf sağlanarak toplamda % 30 verimli bir sistem yaratılmıştır.



Şekil 3.18. Örnek bir otomasyon uygulamalısı sonucu verimlilik değerleri (Çilingir, 2011)

Bina otomasyon sistemleri çok genel bir oluşum ifade ettiğinden, otomasyon sisteminin elemanlarını belirli bir düzen içinde göstermek yararlı olacaktır. Örnek alışveriş merkezi otomasyonu için kullanılan sistemin elemanlarını konfor etkin

elemanlar, enerji etkin elemanlar, güvenlik etkin elemanlar olarak diyagram gösterimi aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.19. Otomasyon sistemi elemanları diyagramı (Çilingir, 2011)

3.5.1.Enerji İzleme ve Yönetim Sistemleri

Enerji izleme ve yönetim sistemleri etkin otomasyon çözümleri için gerekli birimlerdendir. ‘Teşhis edilemeyen bir hasta tedavi edilemez’. özdeyişinden daha iyi anlaşılacağı gibi otomasyon uygulanacak yapı veya prosesin enerji verileri iyice analiz edilmelidir. Bu analizden çıkacak sonuca göre hareket edilerek otomasyonun kapsamı belirlenmektedir. Söz konusu sistemler otomasyon kurulmadan yol göstermek amacıyla kullanıldığı gibi kurulumdan sonrada otomasyon kalitesi ve verim ölçümü içinde kullanılır. Saha ekipmanlarından gelen veriler merkezi bir yazılıma (Scada) aktarılır burada değerlendirilen veriler grafiklere ve tablolara dökülerek bilgiler alınır. Saha elemanları kısaca şunlardır:

- Haberleşebilir enerji analizörleri
- Haberleşebilir akıllı orta gerilim enerji röleleri
- Haberleşebilir akıllı reaktif güç röleleri
- Haberleşebilir su sayaçları, kalorimetreler

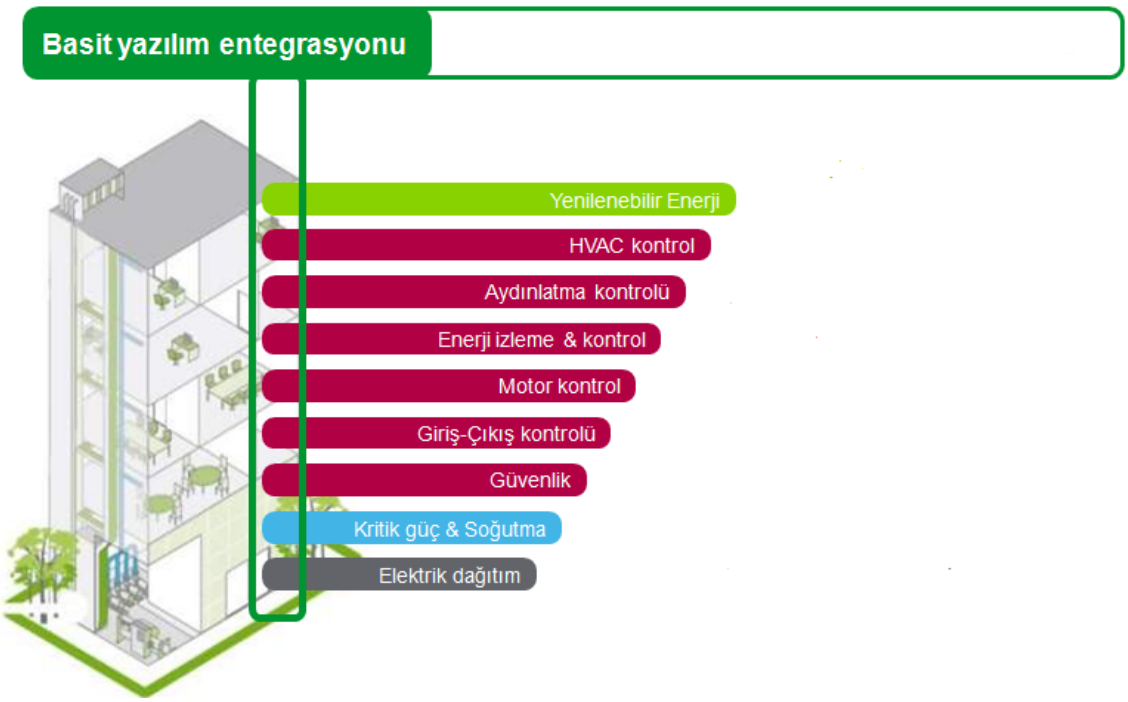
HVAC otomasyonu enerji izleme ve yönetim saha elemanları ise şunlardır:

- Sıcaklık, nem, basınç algılayıcıları
- Termostatlar, presostatlar, anahtarlar
- Vanalar
- Damper motorları, vana motorları
- Frekans Konvertörleri

Aydınlatma otomasyonu enerji izleme ve yönetim saha elemanlarıda:

- Aydınlatma lux sensörleri
- Hareket ve varlık sensorları
- Akıllı programlanabilir anahtarlar
- LCD Duvar modülleri

Birden çok sistemi tek çatı altına toplayarak uygulanan otomasyon sistemleri hem uygulama hem de işletmede kolaylık sağlamaktadır. Uygulanan yazılım sayesinde sağlanan entegrasyon ile istendiğinde yenilenebilir enerji, HVAC, aydınlatma, enerji izleme ve kontrol, motor kontrol, giriş–çıkış kontrol, güvenlik, kesintisiz enerji, enerji dağıtımı gibi birbirinde bağımsız onlarca sistem kontrol edilebilir. Kontrolün yanında hepsinin verimli ve üretken çalışmasına yardımcıda olmaladır.



Şekil 3.20. Entegre bina otomasyonu (Çilingir, 2011)

4. BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde 5 farklı yapı ayrı ayrı ele alınarak değerlendirmeler yapılacaktır. Bu değerlendirmeler sonunda maliyet , enerji tasarruf oranı ,amortisman süreleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.Her bir bina için yapılan değerlendirmeler tablolar halinde verilmiştir.

Enerji Tasarruf Oranı (E.T.O) = $\frac{(Ot.suz\ En.T\text{ü}.-Ot.lu\ En.T\text{ü}.)}{Ot.suz\ En.T\text{ü}.}$

İlk Yatırım Maliyetleri Oranı = $\frac{(Ot.lu\ İ.Y.M-Ot.suz\ İ.Y.M)}{Ot.lu\ İ.Y.M.}$

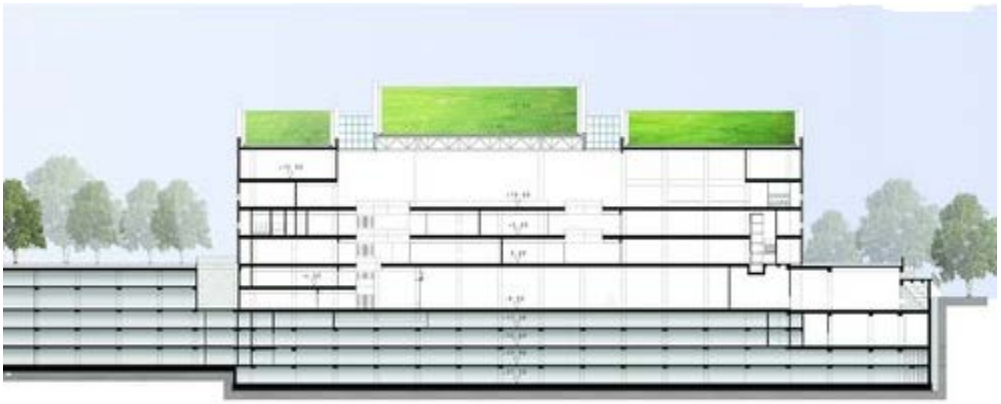
Amortisman = $\frac{(Otomasyon\ Maliyeti)}{[\frac{(Ot.suz\ Yaz\ Şart.\ İ.G.-Ot.lu\ Yaz\ Şart.İ.G.)+(Ot.suz\ Kış\ Şart.\ İ.G.-Ot.lu\ Kış\ Şart.İ.G.)}{2}]}$

4.1.AVM Otomasyonu

Alışveriş merkezleri günün faklı saatlerinde farklı insan yoğunluğunu barındıran tek zonlu büyük kapalı alanlara sahip olabilen yapılardır. İnsan yoğunluğu fazla olduğu için iklimlendirme, aydınlatma ve özellikle güvenlik otomasyonları büyük önem taşımaktadır.

4.1.1.Bina Mimari ve Tasarım Detayları

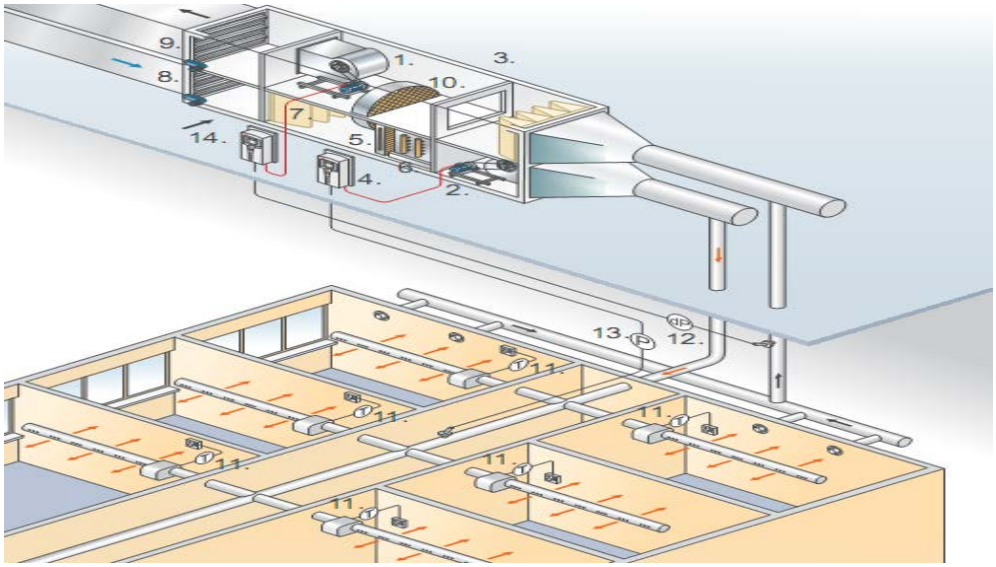
10.000 m^2 kapalı alana sahip AVM 4 katlıdır, kapalı otopark mevcuttur. Yapının dış cephesinde giydirme cam cephe sistemi, granit taş kaplama, kompozit levha kaplama kullanılmıştır. Ana lobi zemini, duvarları, katlardaki asansör hollerinin duvarları ve zemini iç mimari tasarımına uygun olarak granit, granit seramik ve mermer ile kaplanmıştır. Her katta ortalama 20 mağaza ve en üst katında genel maksatlı fuaye alanı mevcuttur.



Şekil 4.1. AVM Yan kesiti

4.1.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları

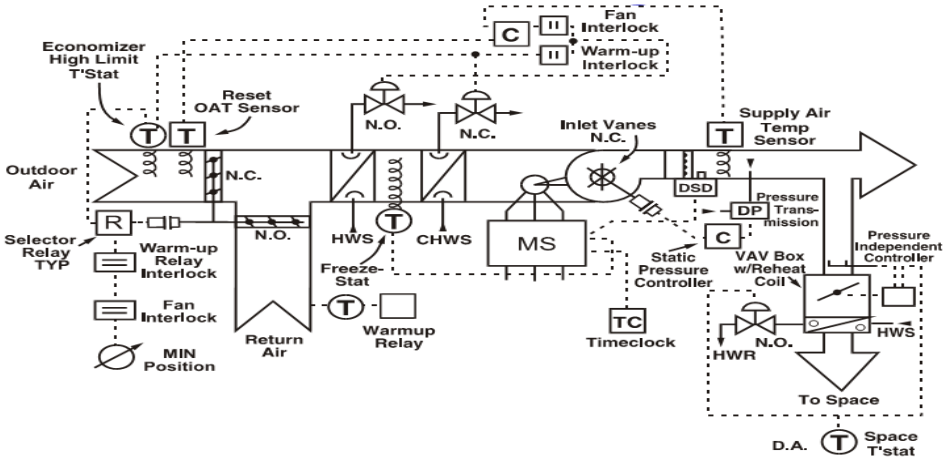
Yapının tüm zonlarına hizmet eden geleneksel 800 kW kapasiteli bir chiller ve 700 kW kapasiteli bir sıvı yakıt ile çalışan sıcak su kazanı mevcuttur. Merkezi olarak üretilen sıcak ve soğuk su gerekli yerlere borularla dağıtılır. Havalandırma sistemi temiz hava ihtiyacı 40 m^3/sa olarak tasarlanmıştır. Sistemin basit bir şeması aşağıda bulunan şekilde görülebilir.Bina iklimlendirilmesi VAV (Variable Air Volume) sistemi ile sağlanmaktadır, sistem merkezdeki hava santralı ve bu santralden kanallar yolu ile gelen basınçlı havanın, hacimlere ulaştırılması esasına dayanmaktadır. Klima sisteminin çalışmasını bir kaç modda gerçekleştirmektedir. Sabah çalışma saati gelen klima santrali damper testi yaparak çalışmaya başlar. Bu zonlarda ölçülen sıcaklıklara bakılır kış mevsimi ise ve sıcaklık değeri set sıcaklığından düşükse hızlı ısıtma modu uygulanır. Bu modda klima ısıtıcı serpantin vanası ve VAV damperleri (mahallere giden havanın debisini kontrol eden) açılır. Klima santrali damperleri tam karışım yapacak pozisyona geçer. Ortam sıcaklığı en düşük set sıcaklığına ulaştığında normal çalışma moduna geçilir. VAV sisteminde mahallerdeki VAV kutusuna gelen hava sıcaklığı sabittir. VAV ünitesinden odaya gönderilen hava miktarı ve ısısı odaya özel değiştirilebilmektedir.



1-Dönüş havası fanı	8-Taze hava kanalı
2-Ana şartlandırma fanı	9-Egzoz kanalı
3-Dış ortam	10-Dönüş havası ile taze hava ön ısıtıcısı
4-Frekans Konvertörü	11-Oda termostatı
5-Isıtıcı Batarya	12-Egzoz Basınç sabitleyici
6-Soğutucu Batarya	13-Taze hava basınç sabitleyici
7-Filtre	

Şekil 4.2. VAV ünitesi şeması (ABB, 2008)

Her mahale gidecek olan hava miktarının minimum ve maksimum set değerleri belirlenmiştir. Mahaldeki insan sayısı, ısı yükü, kayıplar, giriş çıkış basınçları v.b. kriterler minimum ve maksimum hava miktarlarını belirlemektedir. Minimum hava miktarının belirlenmesinde öncelikli faktör içerisindeki gerekli olan temiz hava oranıdır. Bu oranların toplamı klima santralinin her şartta taze hava kanalından alacağı temiz hava oranını belirlemektedir. VAV otomayonunda mahalde bağımsız bir VAV box bulundurur. Böylece her hacmin ısısal konforu bağımsız bir şekilde ayarlanabilmektedir. AVM'lerde genellikle otomasyon sistemleri set değerler üzerinden senaryolu olarak kullanılabildikleri gibi zaman ayarlıda kullanımı mümkündür. Operatöre gerek kalmadan sistem kendi kendine ısıtma-soğutma, havalandırma yapabilmektedir. Otomasyon dış sıcaklık değerlerine göre ısıtıcı akışkan pompaları devreye sokar, aynı zamanda santraldeki aspiratör fanları devreye girerek mahalden egzos havasını alırken vantilatör fanlarıda devreye girerek taze havayı da mahale gördermeye başlar. Sıcaklığı taze havaya göre yüksek egzoz havası tahliye edilirken taze havayı ön ısıtma yapılır böylece verim artışı sağlanır. Bunlar genel olarak otomasyon sistem hareketleridir. Mahallerde bulunan kontrol panalleride otomasyon sisteminin en küçük parçası olarak VAV box kontrol edilerek sistem çemberi kapanmış olur. Her oda için farklı iklimlendirme seçeneği ile odalardaki ünitelerden farklı debi geçeceğinden klima santralinin göndermiş olduğu hava miktarının devamlı değişmesi gerekmektedir. Bunu sağlayabilmek için otomasyon sisteminin bir elemanı olarak aspiratör ve vantilatör fan motorlarında frekans inverteri kullanılmıştır. Otomasyon sistemi, dış hava sensöründen aldığı sıcaklık değeri donma sıcaklığına geldiğinde santrali kapatarak donma korumasıda uygulamaktadır. Otomasyon AVM 'de mahallerde bulunan kontrol panelleri ile zon iklimlendirmesi yanında özel mahallerde (sinema salonları, lavabolar) özel uygulamalar yapmakda mümkündür. Sinema salonunda, lavabolarda hava kirlilik sensörü ile ölçülen değerler kumanda panosuna iletilir bu değerleri gören operatör veya otomasyon yardımıyla damper motorunu harekete geçirilir ve ortama normal mahallerden farklı bir havalandırma sağlanabilir.



Şekil 4.3. VAV otomasyon ünite elemanlarının kullanım yerleri şeması (Ashrae, 2007)

AVM iklimlendirme sistemi otomasyonu elemanlarını inceleyelim:

- Sıcaklık Sensörleri
- Basınç Sensörleri
- Motorlu Vanalar
- Damper Motorları
- Frekans Konvertörü
- Otomasyon Kontrol Paneli
- VAV Terminal Kutusu
- Ekonomizer

Sıcaklık, Basınç Sensörleri: Sıcaklık sensorları bulundukları ortamdaki sıcaklıkları ölçerek bu ölçümü elektriksel bir büyüklüğe çevirirler. Basınç sensörlerinde ölçüm prensibi basınca maruz kalan membranın bağlı olduğu direnç değerini değiştirmesi sonucu çıkıştan alınan değişken bir akım ve gerilimdir.



Sıcaklık sensörü Basınç sensörü

Şekil 4.4. Sıcaklık ve basınç sensörü

Motorlu Vanalar: Otomatik kontrol vanaları genel olarak bir boru sistemindeki akışkanı istenilen zamanda ve kontrol-emniyet fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde durduran, kısan (ayarlayan) veya akışkana yol vermeye yarayan makina elemanlarıdır. Kontrol vanaları, içinden akışkanın geçtiği kesitin bir tahrik ünitesi (servomotor, actuatör vb) tarafından değiştirilebildiği ve böylece içinden geçen akışkan miktarının (debinin) ayarlanmasına veya akışkanın yön değiştirilebilmesine olanak sağlayan vanalardır.



Şekil 4.5. Motorlu vana

Damper Motorları: Havalandırma sistemlerinde kanal ayrımlarında, şaftlarda veya klima santralleri ağızlarında açma-kapama ve kanala giren-çıkan hava ayarı yapmak için kullanılır. ON/OFF Damper motoru; Bu tip damper motorları taze havalı ve ısı geri

kazanımlı klima santrallerinde ve egzoz fanlarında kullanılır. bu tip damperlerde dış hava kompanzasyonu yapmak imkânsıza yakındır. genelde 24 volt veya 220 volt olarak üretilirler bazı klima santrallerinde on off damper motoru direk vantilatör veya aspirator üzerinden çalışır yani vantilatör çalışınca damper otomatik açmaya başlar. Damper motorunun on off olduğu sistemlerde opsiyonel olarak limit switch anahtarda kullanılır. bu anahtar damper motorunun % 100 açtığını görmek için kullanılır. Oransal Damper Motoru: Bu tip damper motorları genelde karışım ve ısı geri kazanımlı santrallerde kullanılır. Dış hava kompanzasyonuna uygundurlar. Genelde 24 volt beslemeli 0-10 DC volt, 2-10 DC volt veya 4-20 ma kontrollü olarak üretilirler bazı tiplerde pozisyon bilgiside alınabilmektedir. Pozisyon bilgisi damperin ne kadar açtığını gösterir.



Şekil 4.6. Otomatik kontrollü damper motoru

Frekans Konvertörü: Frekans konvertörleri, AC gerilimle beslenen cihazın çalışması için şebekeden farklı bir frekans gerektiren cihazlar ve teçhizat için bir elektrik sağlama sistemidir.Bu sayede bağlandığı motorun yük durumuna göre çalışmasını sağlar, dolayısıyla enerji verimliliği için önemlidir.



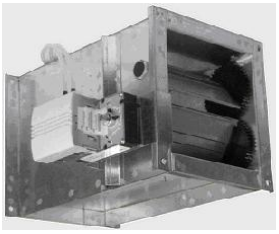
Şekil 4.7. Frekans konvertörü

Otomasyon Kontrol Panelleri: Sistem kullanımı için gerekli set değerlerinin girildiği, senaryo kullanımı için gerekli komutların verildiği merkezdir. Otomasyonun kurulumuna veya son kullanıcının isteğine göre merkezi veya yerel kontrol panelleri kullanılabilir.



Şekil 4.8. Otomasyon kontrol paneli

VAV Terminal Kutusu : VAV sisteminin bir parçası olan kutular, ihtiyac olan taze havanın istenen sıcaklık, basınçta mahallere gönderilmesi ile sorumludur. İçerisinden geçen havanın debisini damper motorları ile kontrol ederler. Kendi başlarına çalışabildikleri gibi otomasyonla tek merkezden de yönetilebilirler. Gövde galvaniz sacdan, basınç fark sensörü ise alüminyumdan imal edilir. İç yüzeyi ses ve ısı izolelidir. İhtiyaca göre içine susturucu, elektrikli ısıtıcı konulabilir.



Şekil 4.9. VAV terminal kutusu

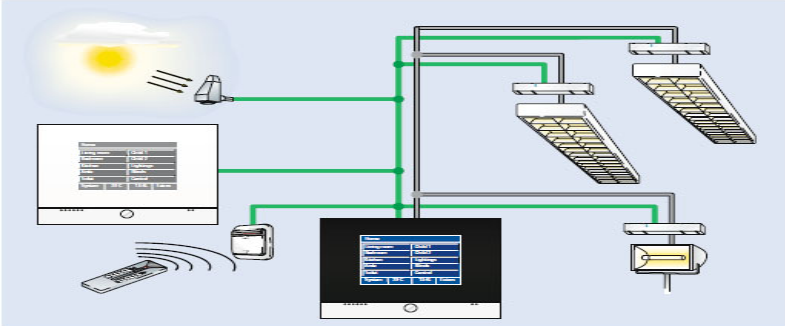
4.1.3.Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları

Aydınlatma otomasyonu kolayca tüm aydınlatma noktalarının manüel ve otomatik olarak (zamana bağlı olarak) açma/kapama kontrolünü sağlamaktadır. Ayrıca sensörler ile ışık şiddeti ölçülerek, aydınlık seviyeleri istenen değerlerde tutulabilmektedir. Bu sayede istenilen ışık şiddeti seviyesi sağlanırken, enerji tüketiminden de tasarruf edilmektedir. Otomasyon sisteminde zaman programları sayesinde günün faklı saatlerinde, farklı seviyelerde aydınlatma noktalarının açma/kapama kumandalarının otomatik olarak yapılması sağlanmaktadır.

AVM kullanılan aydınlatma otomasyonu amacı gerektiği kadar aydınlatmayı insanların gözünü yormadan verimli olarak sağlamalıdır. Alışveriş merkezlerinde self servis mağazaları 500 Lux, magazalar 300 Lux, süpermarketler 750 Lux aydınlatmaya ihtiyaç duyarlar. Mağazalarda aydınlatma amacıyla kullanılmayan spotlar ve grafiklerin aydınlatma etkileride incelenmiş, aydınlatma için armatür seçiminde bunlarda dikkate alınmıştır. AVM'lerde genellikle zaman kontrollü aydınlatma otomasyonları kullanılır. Bu yapıda'da zaman ve senaryolu aydınlatma sistemi mevcuttur. Merkezi olarak bulunan kontrol paneline yaz veya kış modu olarak 24 saatlik (8 saat aydınlık, 16 saat karanlık) zaman dilimleri içerisinde, hangi mahallerin aydınlatma armatürlerinin çalışıp hangilerinin çalmayacağı bilgileri set değeri olarak girilir. Böylece gün içerisinde aydınlatma armatürleri insan müdahalesi olmadan otomatik çalışabilir. Sistemi kullanımı istenirse otomasyon modundan çıkarılarak manüel olarak da kontrol edilebilir.

Aydınlama için genellikle LED armatürler kullanılır. Genel holler ve mağazalar merkezi olarak aydınlatıldığı gibi lavabo ve WC aydınlatmasında hareket sensörlü olarak özel aydınlatma malzemeleri kullanılmıştır. Hareketi algılayıcılar ile birlikte çalışan aydınlatma armatürü açılır ve belli süre açık kalarak otomatik olarak kapanır.

Aydınlatma sistemi bazı durumlarda güvenlik sistemi ile birliktede çalışmaktadır, örneğin aydınlatma sistemi yangın, deprem vb gibi durumlarda otomatik olarak ‘Acil’ moda geçerek acil çıkış kapılarının ışıklarını yakar, çıkış yollarını gösterir işaretlerin ışıları yakarak güvenlik sistemi ile birlikte çalışmaktadır. Bazı özel durumlarda şov ve gösteri, reklam amacıyla da dış mekânda aydınlatma kullanılmaktadır. Bu tür sistemler aydınlatma otomasyonundan ayrı sadece gündüz gece on/ off modu ile programlanmış bir kontrol devresi vasıtasıyla çalışırlar.



Şekil 4.10. Otomasyon sistem şeması

AVM aydınlatma sistemi otomasyon elemanlarını inceleyelim

- LED Aydınlatma Armatürleri
- Gün Işığı Detektörleri
- Hareket Detektörü
- Network-Kontrol Paneli

Led Aydınlatma Armatürleri: LED, İngilizce'de Light Emitting Diode kelimelerinin kısaltılmış halidir ve “Işık Yayan Diyot” anlamına gelir. LED’ler elektrik enerjisini ışığa dönüştüren yarı iletken devre elemanlarıdır. Yüksek parlaklık ve kontrasa sahip olduklarından aydınlatma verimleri yüksektir. Bakıma ihtiyaç duymadıklarından iç ve dış aydınlatma içinde kullanılırlar.



Şekil 4.11. İç Mekân led aydınlatma armatürü

Gün Işığı Detektörleri: Ortamdaki ışık şiddetini merkeze bildirmek amacıyla kullanılmaktadırlar. AVM otomasyonunda dış ortam ışık şiddetini ölçerek senaryolar için gerekli bilgileri dış ortamdan alır.



Şekil 4.12. Gün ışığı sensörü

Hareket Detektörü: İnsanlar hareket ettiklerinde ortamda bir sıcaklık farkı oluştururlar ve etrafa kızılötesi (infrared) ışınlar yayarlar. Bu ışınlar belli mesafelere kadar güçlü bir şekilde ilerleyebilmektedir. Bu ışınları alan sensör gerekli bilgiyi kontrol paneline veya aydınlatma armatürüne iletir. Aydınlatma elemanı ile birlikte kullanıldıklarında önemli bir verim artışı sağlamaktadır.



Şekil 4.13. Hareket sensörü

Network-Kontrol Paneli: Otomasyon sisteminin kontrol edildiği merkezdir. İşletim sistemi yüklü bir bilgisayara yüklenerek kontrol edilir. Sensörlerden gelen bilgiler doğrultusunda hangi senaryonun devrede olacağına karar verildiği ve takip edildiği bölümdür.



Şekil 4.14. Kontrol paneli

4.1.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları

AVM güvenlik sistemi otomasyon sistemleri

- Giriş-Çıkış Kapıları Geçiş Kontrol Sistemi
- Yangın Alarm Sistemi
- CCTV Sistemi
- Sesli Alarm ve Yönlendirme Sistemi

başlıkları altında incelenmektedir. Merkezi bir güvenlik odasından sahadaki tüm güvenlik ekipmanlarından alınan görüntü ve veriler değerlendirilir. Giriş kapılarında bulunan turnike, x-ray, metal detektörleri insanların yoğun olduğu alışveriş merkezlerinde önemli bir güvenlik elemanıdır. Bu sistemlerle AVM'lere girmemesi gereken delici ve kesici aletler kapıda yakalanmış olmaktadır.



Yangın güvenlik sistemi algılama, zon belirleme, söndürme aşamalarından oluşmaktadır. Yangın algılama için duman sensörleri kullanılmıştır. Bu sensörler iklimlendirme için kullanılan egzos hava kanalının içine veya mahale monte edilebilir. Söz konusu sensörler dumanı algıladıktan sonra merkezi güvenlik birimine sinyal gönderir böylece sistem 'Yangın' moduna geçer. Alarm sirenleri çalmaya başlayarak insanlar uyarılır, mahale en yakın yangın hattı vanası açılarak söndürme işlemi başlar. Havalandırma kanalarına konulan duman sensörleri otoparklarda yanlış alarmlara sebebiyet vereceğinden bu (Şekil 4.15. Güvenlik sistemleri) tip yerlerde sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Ayrıca sistem 'Yangın' moduna geçmesiyle birlikte aydınlatma otomasyonuda devreye girerek acil çıkış yollarını aydınlatmakda, iklimlendirme otomasyonuda damperleri emiş yapmak üzere tam açık pozisyona getirerek güvenlik sistemine destek vermektedirler.

CCTV (Closed Circuit TeleVision) Kapalı Devre Televizyon kelimelerinin kısaltmasıdır. Birden fazla görüntü kaydedici kamera , bu görüntülerin izlendiği monitör dan oluşan bu sistem. AVM'lerde en önemli güvenlik elemanıdır. Kapı girişlerine, koridorlara, asansörlere, bahçelere, otoparklara ve geniş açıya sahip birçok yere konularak 24 saat görüntü kaydı alır. Bu görüntüler güvenlik merkezine aktarılarak burada bulunan personele anlık bilgi ve görüntü akışı sağlarlar. Ayrıca alışveriş merkezinin her köşesinden alınan bu detaylı kayıtlar belirli bir süre kaydedilip saklanarak geriye doğru yapılan araştırmalarda kullanılabilmektedir.

Sesli alarm ve yönlendirme sistemleri genel bina otomasyon sistemi ile entegrasyon sağlayarak birlikte çalışırlar. Tehlike alarm bilgisini alarak sesli olarak insanları çıkış için veya güvenli bir pozisyon için yönlendirmek için kullanılırlar.

AVM güvenlik sistemi otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- X-ray, Metal Detektörler
- Duman Detektörü
- Sabit Kameralar
- Hareketli Kameralar
- Hoporlerler

X-ray, Metal Detektörler: X-Ray cihazları genel olarak çanta, paket,zarf gibi materyallerin güvenliği tehdit edici bir içerik taşıyıp taşımadığı tespitinde kullanılan cihazlardır. Metal detektörü ise ateşli silahlar bulunması için insan üzerindeki metallerin tespit edildiği sistemlerdir.



Metal detekötürü



X-ray cihazı

Şekil 4.16. Metal dedektörü ve X-ray cihazı

Duman Detektörü: Duman partiküllerinin detektör içinde bulunan iyonizasyon hücrelerine girmesi ile iyonizasyon hücresindeki elektrodlar arasında elektrik akımının akması prensibi ile çalışırlar.



Şekil 4.17. Duman detektörü

Sabit Kameralar: CCTV ünitelerinde görüntü yönü değişmeyen video kaydedicilerdir. Genellikle uzun holler ve dar mekânlarda kullanılırlar.



Şekil 4.18. Sabit kameralar

Hareketli Kameralar: CCTV ünitelerinde görüntü ve acısı yönü 180 º değişen video kaydedicilerdir. Büyük fuaye alanları, geniş görüş açısına sahip mekânlarda kullanılırlar.



Şekil 4.19. Hareketli kameralar

Hoporlerler: Sesli alarm sisteminde kullanılırlar. Kayıtlı yönlendirme komutlarını insanlara ulaştırmak âmâcıya genellikle tavan armatürlerinin yanına yerleştirilirler.



Şekil 4.20. Hoparlörler

4.1.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemler



AVM'lerde olmassa olmaz bir diğer otomasyon sistemi yürüyen merdivenlerdir. Genellikle yatayla 30º acılı olacak şekilde projelendirilirler. Alüminyum veya çelikten yapılırlar. Katlar arası klasik merdivenlerin veya asansörlerin yerine kullanılan bu sistemler günümüzde çok rağbet görmektedir. Giriş bölümlerine 180º görüş açısı olan hareket sensörleri konularak gereksiz yere çalışarak enerji tüketmeleri önlenmektedir. Bu algılayıcılar hareket algıladıklarında döner paletleri (çarklar) harekete geçiren motoru start moduna (Şekil 4.21. Yürüyen merdiven) getirir ve merdiven çalışmaya başlar. Bazı durumlarda bu merdiven sistemleri katlar arası geçiş yerine istenilen yerlere insanları yönlendirme amacıyla da kullanılır.

Asansörlerde alışveriş merkezlerinin otomasyon ile çalışabilecek elemanlarındandır. Asansör, yapı katları arasındaki dikey taşımacılıkta kullanılan bir araçtır. Karşıt ağırlıkla dengelenmiş kapalı bir kabinden oluşur ve elektrik motoru ile tahrik edilen tel bir halatla çekilir. En yalın sistem, asansörün katlardan birindeki düğmeye basılmasıyla çalışmasıdır. İlk yanıt, ilk çağrıya verilir. Asansörler merkezi bir pano ile kendi içinde bir otomasyon sistemine sahiptir. Senaryo veya zaman ayarlı olarak farklı çalışma stillerine ayak uydurabilirler. Çok sayıda asansörü olan yapılarda bütün asansörlerin çalışması bilgisayarlara bağlı otomatik aygıtlarla yönlendirilir. Bu aygıtlar, asansörlerin iniş çıkışlarını yolcu trafiğine göre düzenleyecek biçimde programlanmıştır. Çok işlek bir yapıda sabah ve akşam saatleri arasındaki yolcu trafiğinin akışına uygun olarak genellikle altı ayrı program uygulanır. Günün erken saatlerinde insanlar işyerlerine yetişmek için acele ettiklerinden asansörlerin çoğu çıkış yönüne çalıştırılır. Sabahın geri kala bölümünde çıkış ve inişler dengelidir. İnsanların öğle yemeğine gitti saatlerde inişler, öğle yemeğinden dönüşte çıkışlar daha yoğundur. Sonra yine uzun bir süre inişler ve çıkışlar dengelenir. İş günün bitiminde asansörlerin çoğu bu kez iniş yönünde çalışacak şekilde programlanır. En sonunda, gece hizmetine ayrılan bir ya da iki asansör dışında elektronik sistem bütün asansörleri otomatik olarak durdurur. Ayrıca aşırı yüklenmeyi algılayıp hareket etmeyi engelleyen kesiciler, standart hızın üzerinde kabin hareketlerini algılayıp sistemi durduran güvenlik otomatik kontrolleri de mevcuttur.

Otopark bariyerleri taşıtların düzeni ve güvenliğini sağlarlar. Otopark kapı girişte bilet verme makinasının butonuna basılarak bilet alınır ve otomatik olarak açılan otomatik bariyer'den giriş yapılır. Araç geçtikten sonra otomatik bariyer sistemi otomatik olarak kapanır ve giren araç olarak sisteme kaydeder. Bilet verme makinası'nın verdiği bilet üzerinde tarih, zaman ve barkot bilgileri bulunur. Çıkış kapısına yaklaşan araç biletini görevliye uzatır ve görevlinin kontrolünde otopark bariyer açılır ve araç çıkış yapar. Araç çıktıktan sonra otomatik bariyer otomatik olarak kapanır ve sisteme çıkan araç olarak kaydedilir.

4.1.6. AVM Otomasyonu Etkileri

- Konfor:
  - ✓ Zonlar arası aynı anda farklı iklimlendirme seçeneği
  - ✓ Bilgisayar ara yüzü ile iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik sistemleri uzaktan ve hızlı kontrol imkânı
  - ✓ Avm yoğunluk durumuna göre iklimlendirme, aydınlatma sistemleri senaryolu çalışma olanağı

- Enerji Verimliği:
  - ✓ Sadece iklimlendirme otomasyon sistemi sayesinde kullanılan elektrik ve doğalgaz tüketiminde enerji tasarrufu sağlamaktadır. Tasarruf oranları Tablo 4.1. verilmiştir.
  - ✓ Yoğunluk durumuna göre havalandırma sistemi damper ve fan kontrolü ile verim artışı sağlanır.

- Maliyet:
  - ✓ Otomasyonlu, otomasyonsuz ısıtma-soğutma sistemi ilk yatırım maliyeti
    (1-10 : Otomasyonsuz iklimlendirme elemanları)
    (1-15 : Otomasyonlu iklimlendirme elemanları)

1. Kazan : 4,200 €/Ad
2. Chiller : 85,000 € /Ad
3. Havalandırma Kanalı : 10,000 €
4. Santral : 12,000 €/Ad
5. Pompalar : 300 €/Ad
6. Borulama ve Fittings : 12000 €
7. Vana : 50 €/Ad
8. Fanlar : 1000 €/Ad
9. Filtreler : 30 €/Ad
10. Damperler : 50 €/Ad
11. *Basınç sensörü : 300 €/Ad*
12. *Sıcaklık sensörü : 270 €/Ad*

13. Frekans Konverteri : 1000 €/Ad
14. Otomasyon Panosu : 13,000 €
15. Yazılım, Ara Ekipman :7,000€

► Otomasyonsuz yaz – kış şartları giderleri :

Chiller Tüketimi: 14sa x 30gün x 70 Kw x 0,21 : 6,174 TL/ Ay

- *Yaz şartlarında günde 14 saat (10,00-24,00) 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 122 Kw/h elektrik kullanır. Burada 70 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektirik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi: 14 sa x 30 gün x 10 kw x 5 adet x 0,21 : 4,410 TL /Ay

- *Günde 14 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 10 kw elektrik kullanan 5 asil 5 yedek pompalar ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi: 14 sa x 30 gün x 50 Nm^3/h x 0,53 : 11,130 TL /Ay

- *Günde 14 saat kullanım ile 30 gün. Kazan maksimum kapasitede (B: $Q/Hu\ x\ n$) 83 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 50 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş (Gazdaş Mayıs 2011)*

► Otomasyonlu yaz – kış şartları giderleri :

Chiller Tüketimi: 11sa x 30gün x 70 Kw x 0,21 : 4,851 TL/ Ay

- *Otomasyon sisteminin etkisi ile günlük kullanımda 3 saatlik iyileşme sağlanarak yaz şartlarında günde 11 saat ve 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 122 Kw/h elektrik kullanır. Burada 70 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektirik tüketim bedeli 21,696 kw/krş (Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi : 11 sa x 30 gün x 10 kw x 5 adet x 0,21 : 3,465 TL /Ay

- *Günde 11 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 10 kw elektrik kullanan 5 asil 5 yedek pompalar ve elektirik tüketim bedeli 21,696 krş/tl (Tredaş Mayıs 2011).*

Kazan Tüketimi : 11 sa x 30 gün x 50 Nm^3/h x 0,53 :8,745 TL /Ay

- *Günde 11 saat kullanım ile 30 gün. Kazan maksimum kapasitede (B: $Q/Hu\ x\ n$) 83 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 50 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş. (Gazdaş Mayıs 2011)*

Tablo 4.1. Avm'de otomasyonlu, otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="3">Otomasyonsuz</td><td colspan="3">Otomasyonlu</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Isıtma</td><td>Soğutma</td><td>Toplam</td><td>Isıtma</td><td>Soğutma</td><td>Toplam</td></tr>
<tr><td colspan="2">İlk Yatırım Maliyeti (TL)</td><td colspan="3">263.200</td><td colspan="3">365.400</td><td>% 28</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yaz Şartları İşletme Giderleri (TL)</td><td>-</td><td>10.584</td><td>52,920</td><td>-</td><td>8.316</td><td>41.580</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Kış Şartları İşletme Giderleri (TL)</td><td>15.540</td><td>-</td><td>108.780</td><td>12.200</td><td>-</td><td>85.400</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Enerji Tasarrufu Oranı</td><td>Elektrik</td><td colspan="3">50400 KW /AY</td><td colspan="3">39600 KW /AY</td><td rowspan="2">% 22</td></tr>
<tr><td>Doğalgaz</td><td colspan="3">21000 Nm^3/ AY</td><td colspan="3">16500 Nm^3/ AY</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Amortisman</td><td colspan="2">Yaz Şartları İ.G.</td><td>Kış Şartları İ.G.</td><td colspan="2">Yaz Şartları İ.G.</td><td>Kış Şartları İ.G.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">10.584 TL / AY</td><td>15.540 TL / AY</td><td colspan="2">8.316 TL / AY</td><td>12.200 TL / AY</td><td>36 Ay</td></tr>
</table>

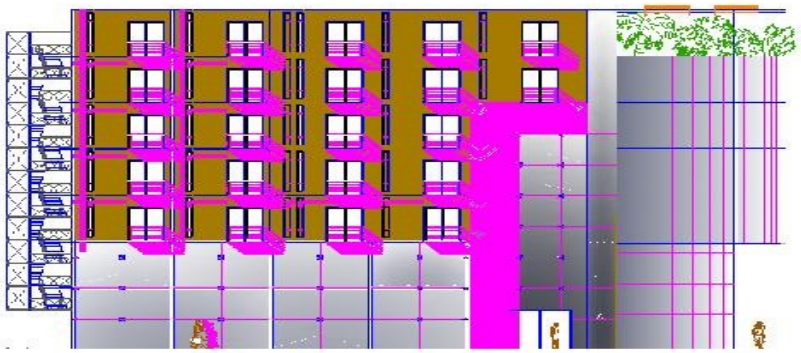
(Not : Yaz ayları 5 ay , kış ayları 7 ay olarak hesaplanmıştır.)

4.2. Otel Otomasyonu

Oteller ısıl, aydınlatma, güvenlik konforu açısından dikkatli tasarlanması gereken, farklı amaçlar için kullanılan birçok mahale, faklı konfor olanakları sunulması beklenen karmaşık sistemlerine sahip yapılardır. Bu bölümde örnek bir otel binası ele alınıp incelenecektir.

4.2.1. Bina Mimari ve Tasarım Detayları

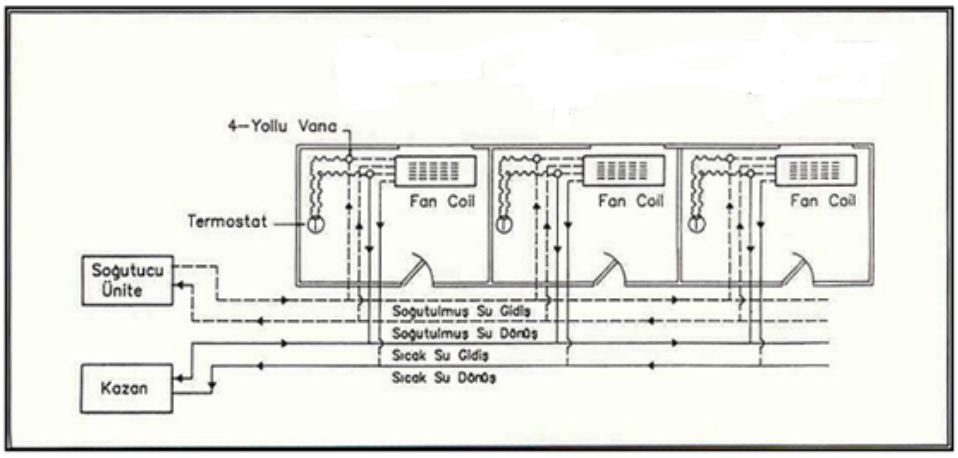
Betonarme yapı tekniği ile inşa edilmiştir. 8.000 m^2 kapalı alana sahip bina 8 katlıdır. Dış cephe kaplaması briket tuğla ve onun üzerine yalıtım uygulanmıştır. Giriş katında bulunan restoran ve bar ile birlikte iki adet asansörde mevcuttur. Bina ön yüzünde fuaye alanı olarak tasarlanan kısım giydirme cam ve kompozit levha kaplama teknikleri kullanılmıştır. Her katta ortalama 8 oda bulunmaktadır.



Şekil 4.22. Otel binası yandan görünümü

4.2.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları

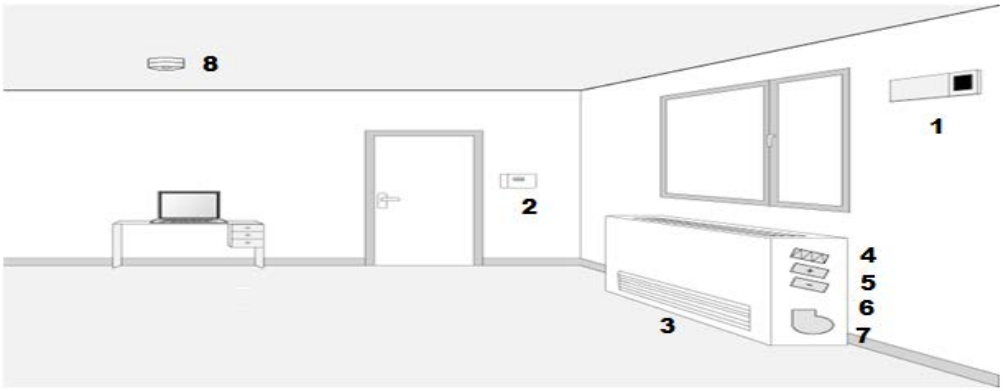
Söz konusu otel için her odaya farklı sıcaklıklarda iklimlendirme sağlayan, bir oda ısınırken farklı bir odaya soğutabilme olanağı bulunan 4 borulu fan coil sistemi kullanılmıştır. Oda ısıtma ve soğutma yüküne göre seçilmiş fan-coil üniteler sıcak su için 500 Kw kapasiteye sahip kazan, soğutma suyu içinse 650 Kw kapasiteye sahip chiller mevcuttur. Fan coil cihazı içinde bir adet oda ısıtma yükünü karşılayacak büyüklükte ısıtıcı batarya, aynı zamanda oda soğutma yükünüde karşılayacak büyüklükte soğutucu batarya mevcuttur. Gerekli hava sirkülâsyonunu sağlamak içinde en alt kısımda, odadan alınan havayı şartlandırıp bataryaların üzerinden geçiren fan bulunur. Bunun için alt kısımda ızgara mevcuttur. Fan-coillerin tavanlara monte edilen çeşitleride olmakla birlikte hepsinde yoğuşan su için drenaj bulunur. Fan-coil yapısından ve sistem detaylarından bahsettikden sonra oda içerisinde nasıl konumlandırılır ve otomasyon sistemi ile nasıl çalışır gibi konulardan bahsedelim.



Şekil 4.23. Fan-caol ünite diyagramı

Otelde odaların girişinde bir adet “Access Keypad” bulunur. Resepsiyondan kayıt esnasında alınan ve her oda için özel olan kartlar, access keypad lere takılarak oda otomasyonu kontrol edilebilir. Bu keypad odada bulunan:

- Fancoil (ısıtma–soğutma)
- Lambalar–Perdeler (aydınlatma)
- Tv-radyo (medya)
- Temizlik, Meşgul Işıkları gibi sistemleri kontrol edebilirler.



1-Sıcaklık Sensörü	5- Soğuk Su giriş
2-Access Keypad	6-Sıcak Su Çıkış
3-Fan-coil	7-Soğuk Su Çıkış
4-Sıcak Su giriş	8-Yangın sensörü, springi

Şekil 4.24. Oda şeması

Her odanın kullanıcı tarafından Access Keypad üzerinden kontrol edilen çalışma modları var :

- ✓ Konfor,
- ✓ Tatil,
- ✓ Kullanım Dışı,

‘Kullanım Dışı’ modu otel odası müşteri tarafından tutulmadan önce kullanılır. Fancoiller vanaları tamamen kapalı, sıcaklık sensörleri kullanım dışıdır. Sadece güvenlik sistemleri çalışır konumdadır.’Konfor’ modu oda sahibi odaya girip kartı Access Keypad taktığında kullanılan modtur. Böylece aydınlatma lambaları, TV-radyo gibi iletişim cihazlar, perde veya panjurlar açılır. İklimlendirme otomasyonuda devreye girer ilk önce iç hava sıcaklıkları ölçülerek konfor modu set değerleri ile karşılaştırılır. Eğer mahal sıcaklığı set sıcaklığından yüksek ise fancoil soğutma vanası ve fan çalışır, eğer mahal sıcaklığı set sıcaklığından düşük ise fancoil ısıtma vanası ve fana çalış komutu verilir. Set sıcaklıkları ve mahal sıcaklığı arasındaki fark yüksekse fan hızıda yükselir. Konfor modunda hassas kontrol yapılır. Oda sıcaklığı istenen set değerleri aralığına geldiğinde sistem sıfır enerji aralığına girmiş olur. Sıfır enerji aralığı (ZEB: zero energy band) 2ºC dir, yani, oda sıcaklığı ayar değerinin 1ºC üstüne çıkınca sistemler soğutmaya, 1ºC altına inince ısıtmaya başlar. Sistemlerin soğutma veya ısıtma

yapmadığı bu aralığa Sıfır Enerji Aralığı adını verilir. Sıfır enerji aralığında Fancoil vanaları kapatılıyor ve Fancoil fanı çalıştırılmaz. Böylelikle gereksiz enerji sarfiyatı önlenmiş olmaktadır.

Pencerelere konulan dedektöler ile açık kalan pencereler nedeniyle meydana gelen kayıplardan korunulmuştur. Pencereler açıldıktan belirli bir süre sonra kapatılmazsa ısıtma sistemi devreden çıkmaktadır. Ayrıca ısıtma ve soğutma elemanlarının kontrolü zaman senaryosu ile kontrol de edilebilmektedir.'Tatil ' modu ise oda kullanıcısı Accees Keypad'i tamamen kapatmadan sadece kartı çıkarıp dışarı çıktığında kullanılan moddur. Bu kullanımda ışıklandırma, TV, radyo, perde ve panjurlar kapatılır, ısıtma ve soğutma sistemleri oda sıcaklığını genel olarak korumakla birlikte sıfır enerji aralığı 7ºC çıkmaktadır. Tüm fancoillerde olduğu gibi yoğuşmadan kaynaklanan sorun yaşamamak için sistem yoğuşma alarm bilgiside verilir, genel olarak arıza bilgiside ekranda görülebilir. Tüm bu modların default değerleri ve zamanlama detayları merkez üzerinde isteğe bağlı olarak değiştirilebilmektedir. Kullanıcı odaya gelmeden yarım saat önce ısıtma ve aydınlatma sistemini açarak odayı konforlu bir hala getirebilmek mümkündür.

Otel iklimlendirme otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- Access Keypad
- Manyetik Akıllı Kart
- Sıcaklık sensörü
- 4-yollu vana
- Fan
- Pencere kondaktörü

Access Keypad: Odada bulunan otomasyonun beyni ve kontrol merkezidir. Fancoil fanını ve vanasını kontrol ederek ısıtma soğutmayı sağlar. Zamanlama ve senaryo seçenekleri girilebilir. Güvenlik ve aydınlatma alanında kontrol sağlar.



Şekil 4.25. Access keypad

Manyetik Akıllı Kart: Otellerde oda tutulurken kullanıcıya verilir. Odaya özeldir. Keypad üzerine okutularak kullanılır. Üzerinde bulunan chip ile bilgi depolayabilir.



Şekil 4.26. Akıllı kart

Sıcaklık sensörü: İçinde bulundukları ortamın ısısından yada ısı değişiminden etkilenerek karakteristik değerleri değişen, ya da uçlarında ısıya bağlı potansiyel fark oluşturan elemanlardır. Isı algılayıcılarını genel olarak dört çeşide ayırabiliriz, termostat, thermokulp, yarı iletken ısı sensörleri. Bu otomasyonda iç ortam sıcaklığını ölçmek için kullanılırlar.



Şekil 4.27. Sıcaklık sensörü

4-Yollu Vanalar: Bu tip hidrolik vanalar genellikle çift etkili silindirlerle birlikte kullanılır. Akışkan yönünü değiştirmek için kullanılır. Vana otomatik veya manüel çeşitleri mevcuttur.



Şekil 4.28. 4- yollu vana

Fan: Dinamik ve statik balansı alınmış kendinden motorlu çift emişli santrifüj fan kullanılmaktadır. Tiplere göre; 4 veya 5 hızlı, 1,2 veya 3 adet fan bağlanmıştır. Standart olarak 3 hız seçilir. Avrupa standartları ve özelliklerinde olan fan; son derece sessiz çalışır



Şekil 4.29. Fan

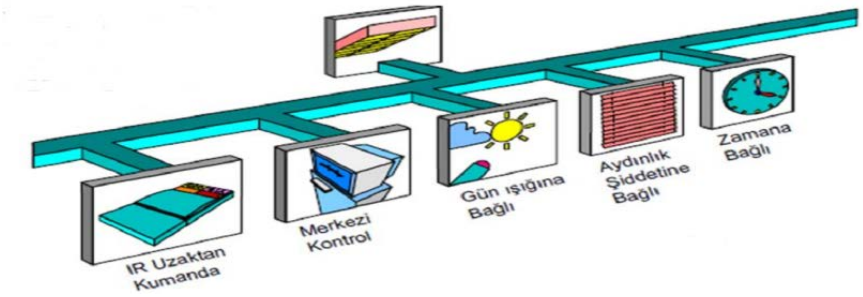
Pencere kondaktörü: Pencere ve kapıların iki kanadı arasına monte edilir. Kapalı veya açık bilgisini merkezi birime gönderir. Isı verimi sağlamanın yanında güvenlik kaygıları ilede kullanılmaktadır.



Şekil 4.30. Kablosuz kapı-pencere sensörü

4.2.3. Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları

Otellerde kullanılan aydınlatma otomasyonu değişen gerekliliklere uygun olarak, maksimum bireysellik ve esnek kullanım şartlarına uyum sağlayarak konfor sağlamaktadır. Konfor şartı otel odası aydınlatma için 200 Lux, lobi ve restoranılar için 500 Lux'dür.



Şekil 4.31. Aydınlatma otomasyonu topolojisi

Aydınlatma otomasyonunda temel amaç gerekli konforu en verimli şartlarda sağlanmasıdır. Bir odanın aydınlatma konfor şartları kullanılan *aydınlatma armatürüne, zamana, panjurların durumuna, oda iç yüzey kaplamasına* bağlıdır. Ele aldığımız aydınlatma sistemi tüm bu değişkenleri kontrol altında tutmaktadır.

Odada bulunan 'Acces Keypad' aydınlatma otomasyonu içinde merkezdir. İklimlendirme için geçerli olan üç mod aydınlatma içinde geçerlidir. Konfor, Tatil, Kullanım Dışı. Kullanım dışı modu odanın tutulmadan önceki modudur ve herhangi bir aydınlatma elemanı devrede değildir. Konfor modu ise oda tutulup kişi kartını merkezi birime taktığında devreye girer. Bu modda odada bulunan ışık sensörü anlık ölçüm değerlerinin 200 lux set değerinin altında olduğunda, dimmer ünitesi yardımı ile istenirse perde veya panjurlar açılarak ışık şiddeti ve dimmer ünitelere bağlı florasan lambaların ışık şiddeti arttırılır. Ayrıca zamana bağlı senaryo seçeneğide kullanılabilir. Örneğin set değerleri ayarlanarak belirli bir süre sonunda ışık şiddeti düşürülebilir, kapatılabilir. Sistem hangi durumda veya modda olursa olsun uzaktan kumanda ile ışık şiddeti kontrolünü uzaktan yapmakda mümkünüdür. Tatil modunda ise kişi odadan çıkarken kartı çekince geçilen moddur. Işıklandırma armatürleri, perde veya panjurlar kapatılır. Hem merkezi bir uygulama ile unutmaya dayalı enerji kayıplarının önüne geçer hem de tek bir hareketle tüm odanın aydınlatma sistemini kontrol ederek konfor şartı sağlanmış olur. Bu üç modda iklimlendirmede olduğu gibi default olan set değerleri değiştirilerek esneklik sağlanabilir. Konfor modunda kapı dış kısmında kırmızı uyarı butonu yanarak odanın dolu olduğunu ve rahatsız edilmemesi gerektiği anlaşılır. 'Tatil' modunda buton sarı yanar, 'Kullanım Dışı' modunda ise yeşil yanarak bilgilendirme sağlanır.

Otellerde odaların haricindeki aydınlatma elemanları içinde otomasyon sistemi kullanılması mümkündür. Ancak lobiler, yemek salonları, koridorlar florasan lambalar ile standart aydınlatma şiddetinde ve manüel açıp-kapamalı olarak tasarlanmıştır. Bunun nedeni bu alanların kişisel ihtiyaçlardan çok genel kullanım standartları ile aydınlatılmasıdır. Bazı konfor şartı ışık şiddetinin ihtiyaçlara göre değiştiği toplu kullanım alanlarının da (toplantı salonları vb.) dimmerli üniteler yardımıyla ışıklandırma sağlanmaktadır.

Otel aydınlatma otomasyonu sistemi elemanlarını inceleyelim:

- Kompakt florasan lamba
- Aydınlatma sensörü
- Dimmer ünitesi
- Uzaktan kumanda

Florasan lamba: Işınım elde etme biçimi ısıl ışıma olan flüoresan lambalarda, ışık üretimi iki aşamada ortaya çıkar. Birinci aşama, alçak basınçlı civa buharı ortamında lambanın iç yüzeyine flüoresan madde sürülerek elektrik akımı geçirilmesi ile gerçekleştirilen 'elektrik deşarj' olayı ile ışınım oluşturulmasıdır. Flüoresan lambaların verimi temelde lamba gücü arttıkça artmaktadır. Ancak, aynı güçteki lambalar ele alındığında, verim değişimi doğrudan doğruya fluor ışıl tozun yapısına bağlı olmaktadır.



Şekil 4.32. Kompakt florasan lamba

Aydınlatma (Işık) sensörü: Işık algılayıcıları fotosel üzerine düşen ışık miktarını anlarlar. Bunu yaparken fotoselin içyapısı nedeniyle üzerine düşen ışık miktarı ile fotoselin iç direnci değişir sonuç olarak dışarıya verdiği sinyal değişir.



Şekil 4.33. Işık sensöru

Dimmer: Genellikle aydınlatmada kullanılan ama istendiğinde birçok elektrikli cihazın güç ayarlamasında da kullanılabilen devredir. Kısaca elektrik akımını düşürüp, yükselten devre elemanıdır. Dimmer elektrikten tasarruf ettirmez, sadece akımı düşürür.



Şekil 4.34. Dimmer anahtarı

Uzaktan kumanda: Aydınlatma cihazlarının ışık şiddetlerinin ayarlayan, tamamen açıp-kapatabilen aydınlatma otomasyonu elemanıdır. Yerimizden hareket etmeden kontrol imkânı sağladığından dolayı konfor artışı sağlamaktadır.



Şekil4.35. Ampul ve uzaktan kumanda

4.2.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları

Otellerde bulunan güvenlik sistemleri:

- Hırsız güvenliği
- Yangın güvenliği
- Su taşkını güvenliği başlıkları altında incelenebilir.

Otelde bulunan otomasyon sistemi sayesinde güvenlikte iklimlendirme, aydınlatma ile birlikte hareket etmektedir. Daha önceden ele alınan üç farklı mod için farklı güvenlik düzeyleri öngörülmüştür. Kullanım dışı modunda oda kapısı kilitlenir, yangın sensörleri, debi sensörleri, hareket sensörleri çalışır modddadır. Bu sensörlerden herhangi bir pozitif veri alındığında alarm modu etkin olur. Konfor modunda ise oda kapısı açıldıktan itibaren 2 dakika içerisinde kart Access Point'e takılması gerekmektedir. Kart panele takılmadığı taktirde sistem alarm halini alır ve kapı pencere kilitlenir, uyarı sinyalleri ve sireni çalar, ışıklandırma kapanır. Bu iki dakikalık süre içerinde kart panele takılırsa standart olarak iklimlendirme ve aydınlatma sistemleri ayrılırken bırakıldığı modda harekete geçer. Tatil modunda ise kart panelde alındıktan itibaren 2 dakika içerisine dış kapı kapatılarak odadan çıkmak gerekmektedir. Dışarı çıkılmadığı taktirde yine kapı pencere kilitlenir fakat sistem alarm moduna geçmez. Ayrıca odaya ait su sayacında 30 litrelik su tüketimi algıladığında bunu su taşkını olarak algılayıp merkezi birime bilgi vermektedir.

Otel odalarına CCTV ünitesi konulmaz. Video kaydediciler salonlar, lobi, kafeterya, otopark gibi toplu kullanım alanlarında veri kaydederler. Toplanan videolar anlık olarak izlenebildiği gibi uzun süreli kayıt altına da alınırlar. Yangın güvenliği için

odada ve tüm otelde ısıya karşı duyarlı springler kullanılmıştır. Yangın halinde yükselen sıcaklığı algılayarak patlar ve söndürme işlemine başlarlar. Yangın durumunda tüm ışıklandırmalar açılarak acil çıkış yönleri levhaları ışıkları yakılarak insanlar yönlendirilir. Her odada acil durum butonu vardır. Bu buton sayesinde kullanıcı tarafından acil olarak nitelendirilen durumlarda otel personeline hızla ulaşması mümkün olmaktadır.

Otel güvenlik otomasyonu elemanlarını inceleyelim:

- Kapı kilidi
- Yangın spring
- Hareket sensörü
- Su akış ölçüm sayacı
- Acil butonları

Kapı kilidi: Hırsızlıklara karşı güvenlik amacıyla kullanılır. Merkezi üniteden aldığı komu ile harekete geçer.



Şekil 4.36. Otomatik kapı kilidi

Yangın springi: Yangınları söndürmek veya gelişen yangınları itfaiye gelinceye kadar sınırlandırmak amacıyla kurulan ve su püskürtme yapan sistemlerdir. Isıya duyarlıdırlar ve yangın dolayısıyla oluşan ısıdan etkilenerek su püskürtmeye başlarlar.



Şekil 4.37. Spring

Hareket sensörü: Odalara konularak hırsız güvenliği için kullanılır. Çalıştığı durumlarda hareketleri infrared ışınlarla algılayarak merkezi birime iletir.



Şekil 4.38. Hareket sensörü

Su akış ölçüm sayacı: Su sayacına monte edilir. Su basma tehlikesine karşı kullanım suyunu ölçer.



Şekil 4.39. Su akış ölçüm sayacı

Acil butonları: Odalara konularak acil durumlarda otel personeline hızlı bilgilendirme sağlar.



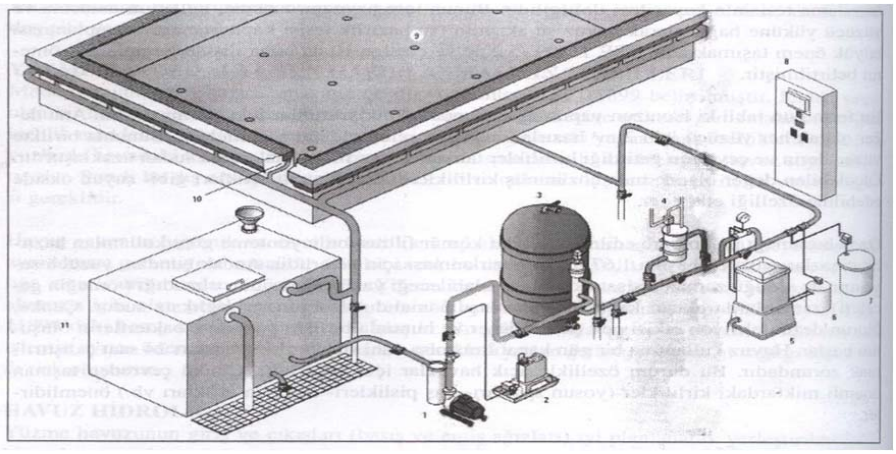
Şekil 4.40. Acil butonu

4.2.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemler

Otelde yukarıda uzunca bahsettiğimiz iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik sistemlerini içine alan otomasyonun yanında farklı sistemlerde mevcuttur. Accees Keypad ekranında anlık dış hava sıcaklığı, gün ay yıl bilgileri, otel günlük bilgileri (akşam yemeği listesi, günlük temizlik programı vb) bulunur.

Otellerde bulunan çok büyük öneme sahip bir diğer otomasyonda havuz hijyen ve sıcaklık kontrol sistemidir. Havuzların otomasyonu şu değişkenlerin kontrolü ile sağlanır:

1. Filtrasyon pompasının zamana, su sıcaklığına veya havuz kapasitesine bağlı olarak tam otomatik olarak çalışması
2. Havuzun dona karşı otomatik korunması
3. Dezenfeksiyon sisteminin otomatik çalışması
4. Havuz pH dengesinin otomasyonu
5. Havuz aydınlatmasının uzaktan kontrolü ve programlanabilmesi
6. Havuz ısıtmasının uzaktan kontrolü ve programlanabilmesi



Şekil 4.41. Havuz tasarım şeması (MMO Havuz Tesisatı)

7. 1- Sirkülâsyon pompası 2-Elokulasyon (Topaklama) dozaj tes. 3-Filtre tesisi TSE 11899a 4-lsıtıcı 5-Klor-ozon veya kor dozaj tesisi 6-PH yükseltici dozaj tes. 7-PH düşürücü dozaj tes. 8-Havuz kumanda tablosu (Su kontrol, ayar ve kayıt dahil) 9. Taban besleme paletleri 10-Taşmalar 1l-Denge Tankı

4.2.6. Otel Otomasyonu Etkileri

- Konfor:
  - ✓ Otomasyon sistemi esnek kullanım ve üst düzey bireysellik sağlamaktadır.
  - ✓ Odalar farklı sıcaklık değerlerindeki konfor aralığına birbirinden bağımsız olarak ulaşabilirler. Bir oda ısınırken aynı anda yan oda soğutulabilir.
  - ✓ İklimlendirme, aydınlatma, güvenlik sistemlerinin başarılı bir şekilde birbirine entegrasyonu sağlanarak tek merkezden kullanıcı isteğine göre senaryolu veya zaman kontrollü kullanım sağlanabilir.

- Enerji Verimliliği:
  - ✓ Sadece iklimlendirme otomasyon sistemi sayesinde kullanılan elektrik ve doğalgaz tüketiminde enerji tasarrufu sağlamaktadır. Tasarruf oranları Tablo 4.2. verilmiştir.
  - ✓ Anlık sıcaklık geri bildirimine bağlı olarak gerektiği kadar ısıtma ve soğutma sağlanması.

- Maliyet:
  - ✓ Otomasyonlu, otomasyonsuz ısıtma-soğutma sistemi ilk yatırım maliyeti kalemleri: (1-8 : Otomasyonsuz iklimlendirme elemanları)
    (1-13 : Otomasyonlu iklimlendirme elemanları)

1. Kazan : 3,400 €/Ad
2. Chiller : 54,000 € /Ad
3. Fancoil : 200 €/Ad
4. Pompalar : 150 €/Ad
5. Oda Termostatları : 60 €/Ad
6. Borulama ve Fittings : 9000 €
7. Vana : 50 €/Ad
8. Filtreler : 30 €/Ad
9. *Pencere – kapı kontaktör : 100 €/Ad*
10. *Sıcaklık sensörü : 170 €/Ad*
11. *Frekans Konverteri : 1000 €/Ad*
12. *Otomasyon Konsolu : 8,000 €*
13. *Yazılım, Ara Ekipman ,Kurulum : 5,000€*

►Otomasyonsuz yaz – kış şartları giderleri:

Chiller Tüketimi: 12 sa x 30 gün x 50 Kw x 0,21 : 3,780 TL/Ay

- *Yaz şartlarında günde 12 saat 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 90 Kw/h elektrik kullanır. Burada 50 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektirik tüketim bedeli 21,696 kw/ krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi: 12 sa x 30 gün x 7 kw x 4 adet x 0,21 : 2,116 TL /Ay

- *Günde 12 saat ile 30 gün kullanım düşünülmüştür. Her biri saatte 7 kw elektrik kullanan 4 asil 4 yedek pompa ve elektrik tüketim bedeli 21,696l kw/ krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi: 12 sa x 30 gün x 35 Nm^3/h x 0,53 : 6,678 TL /Ay

- *Günde 12 saat kullanım ile 30 gün. Kazan maksimum kapasitede (B:$Q/Hu\ x\ n$) 60 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 35 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş (Gazdaş Mayıs 2011)*

►Otomasyonlu yaz – kış şartları giderleri:

Chiller Tüketimi : 9 sa x 30 gün x 50 Kw x 0,21 : 2,835 TL/ Ay

- *Otomasyon sisteminin etkisi ile günlük kullanımda 3 saatlik iyileşme sağlanarak yaz şartlarında günde 9 saat 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 90 Kw/h elektrik kullanır. Burada 50 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/ krş (Tredaş Mayıs 2011).*

Pompaların Tüketimi : 9 sa x 30 gün x 7 kw x 4 adet x 0,21 : 1,590 TL /Ay

- *Günde 9 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 7 kw elektrik kullanan 4 asil 4 yedek pompa ve elektirik tüketim bedeli 21,696 kw/ krş(Tredaş Mayıs 2011).*

Kazan Tüketimi :9 sa x 30 gün x 35 Nm^3/h x 0,53 :5,008 TL /Ay

- *Günde 9 saat kullanım ile 30 gün .Kazan maksimum kapasitede (B:$Q/Hu\ x\ n$) 60 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 35 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş. (Gazdaş Mayıs 2011)*

Tablo 4.2. Otel'de otomasyonlu, otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması

		Otomasyonsuz			Otomasyonlu			
		Isıtma	Soğutma	Toplam	Isıtma	Soğutma	Toplam	Sonuç
İlk Yatırım Maliyeti (TL)		156.590			240.900			% 35
Yaz Şartları İşletme Giderleri (TL)		-	5.896	29.480	-	4.425	22.125	
Kış Şartları İşletme Giderleri (TL)		8.794	-	61.558	6.598	-	46.186	
Enerji Tasarrufu Oranı	Elektrik	28080 KW /AY			21060 KW /AY			% 25
	Doğalgaz	12600 Nm^3/ AY			9450 Nm^3/ AY			
Amortisman		Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	
		5.896 TL / AY		8.794 TL / AY	4.425 TL / AY		6.598 TL / AY	45 Ay

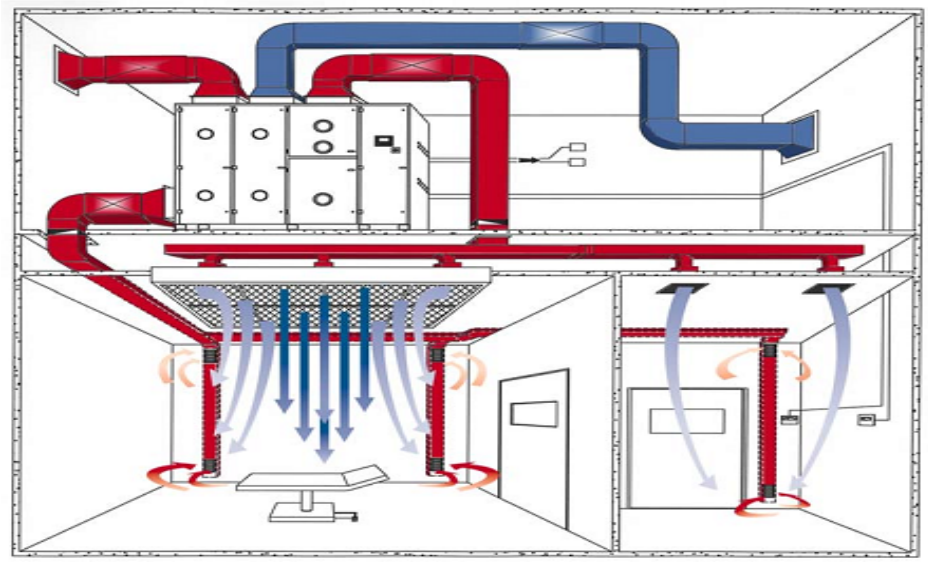
(Not : Yaz ayları 5 ay , kış ayları 7 ay olarak hesaplanmıştır.)

4.3.Ameliyathane Otomasyonu

Ameliyathane otomasyon diğer tüm otomasyon çeşitlerinden dikkatli, detaylı, hassas yapılmalıdır. Ortam hijyeni hasta sağlığı açısından çok önemli olduğundan bütün detaylar göz önüne alınmalıdır.

4.3.1.Bina Mimari ve Tasarım Detayları

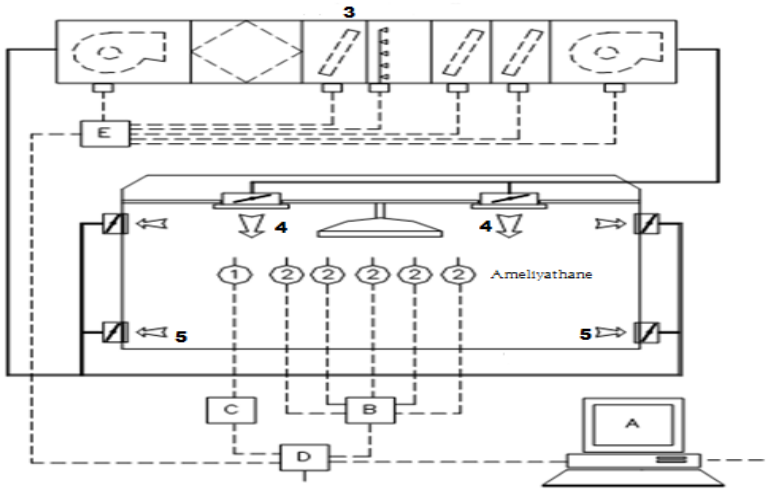
Tahmin edilebileceği gibi hastanelerde dezenfeksiyona ve temizlemeye uygun mikrop barındırmayan ekipmanlar kullanılır. Mimari tasarım yapılırken mahallerde mümkün olduğunca az girinti çıkıntı ve ölü hacim bırakılmıştır. Zemin kaplamaları anti bakteriye ve antistatikdir. Duvarlarda ve tavanda tuğla ve izolasyonun ardından epoksi boya veya su bazlı saten boya ile kaplanır. Tüm bu ekipmanların en önemli özellikleri yanmaz, antibakteriyel olmalarıdır. Bu ameliyathane odasının üst katında iklimlendirme alanı ve yan tarafında hasta uyanma ve yoğun bakım odası mevcuttur. Ameliyathane uluslar arası standartlara uygun olarak projelendirilmiştir.



Şekil 4.42. Ameliyathane odası ve yan mahaller (Özel, Hançer 2010)

4.3.2.Ameliyathane Otomasyonu ve Elemanları

Ameliyathanelerdeki tek zonlu iklimlendirme sistemlerinin birçok avantajı vardır. Gerekli hava debisi ve pozitif basıncın kolaylıkla ayarlanabilmesi, santraldeki herhangi bir sorunda diğer ameliyathanelerin etkilenmemesi, yarım debi çalışma prensibinin kolay olması bunlardan bazılarıdır. Dez avantajı ise her ameliyathane için bir iklimlendirme odası gerektiğinden yer sorunu yaratmaktadır**.** Bu ameliyathane odası CAV (Constant Air Volume) sistemi ile iklimlendirme sağlamaktadır. CAV sistemi için gerekli sıcak su 200 kw kapasiteli boyler, soğuk su ise 300 Kw kapasiteli chillerden sağlanmaktadır. Ameliyathanenin sıcaklığı 17-27ºC, nemi % 45-55 arasında olacak şekilde ameliyathane personeli tarafından seçilebilir. Bunu kontrol etmek içinde ameliyathanede bulunan bilgisayar ekranı vasıtası ile ısıtıcı batarya veya soğutucu batarya ya bağlı vanalar kontrol edilir. Oda diğer odalarla % 10-15 aralığında pozitif basınca sahip olmalıdır. Bu oran için aspiratör, vantilatör ve basınç sensörleri kordineli çalışmaktadırlar. Odada bulunan sensörler alınan anlık sıcaklık, nem, basınç değerleri bilgisayar ekranına iletilir. Burada operatör vasıtası ile değerler kontrol altına alınır. İstenirse odanın önceden ayarlanan set değerlerinde kalması otomatik olarak sağlanır. Sensörlerden alınan anlık sıcaklık, nem, basınç değerleri set değerleri aralığının dışına çıktığında otomasyon sistemi devreye girer ve iklimlendirme elemanlarını PLC'ler yardımıyla çalıştırır.



1.Kirlilik Sensörü	4.Üfleyici Menfez ve Filtre
2.Anastezik Gaz Sensörü	5.Emici Menfez ve Filtre
2.Partikül, Bakteri Sensörü	A.Veri Toplama Merkezi
2.Sıcaklık, Nem Sensörü	B.Sensör Veri Toplama Merkezi
3.İklimlendirme Ünitesi	C.Kirlilik Emiş Sistemi
D.Kontrol Ünitesi (PLC)	E.Düzenleme Sistemi

Şekil 4.43. Ameliyathane otomasyon sistemi şeması (Mazzacane, Giaconiac., Costanzo, Cusumano, Lupo 2009)

Örneğin sensörden okunan anlık oda sıcaklığı 28ºC olduğunu, nem ise % 40 olduğu bilgisi alındı. Otomasyon devreye girer ve ilk olarak damper motorunu açar ardından soğutucu batarya vanası ve hava kanalı içindeki buharlı nemlendirici çalıştırılır. Oda içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri en alt set değerine gelince sistem otomatik olarak bazal moda geçer.

İklimlendirme seçeneklerinin yanında hijyen faktörüde çok önemlidir. Anestezik gazlardan oluşan kirlenmeyi ve partikül, bakteri zerreciklerinin uçuşmasını engellemek için oda içerisinde aşağı yönlü bir laminer akış oluşturulur. Ameliyathanelerde 3 kademe filtreleme yapılmıştır: 1. filtre kademesi dış hava girişinin yakınına konulmalı ve havalandırma santralı ve birimlerinin temiz tutulması temin edilmelidir. 2. filtre kademesi havalandırma santralı çıkışına yani üfleme havası kanalının başlangıcına yerleştirilmeli ve kanal sisteminin temiz tutulması sağlanmalıdır. 3. filtre kademesi üfleme havasının oda veya aynı özellikte oda gruplarına girişinden önce yerleştirilmeli, ameliyathane odaları için ise en son konuma konulması tercih edilmelidir.

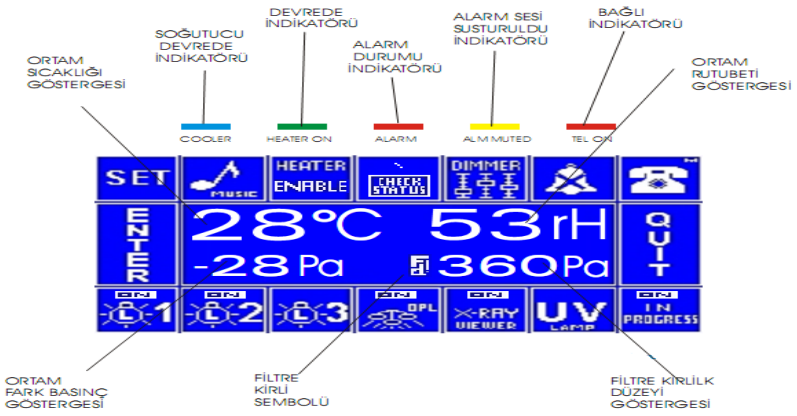
Ameliyathanelerde aydınlatma ekipmanı pilot lambanın açılıp kapatılması ve sterilizasyon için kullanılan UV lambanın kontrolü sağlanır.Hastalarda kullanılan anastezik gazlar ortamdaki yoğunluğu doktorların can güvenliği açısından önemlidir.

Bu tür gazların ameliyathane içerisindeki yoğunluğunun ölçülüp, arttığından ortamdan hava akımı yaratılarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Ayrıca otomasyon sistemi içerisinde gömülü kapalı devre müzik yayını ve telefon bağlantısı olanaklarıda mevcuttur.

Ameliyathane otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- Ameliyathane kontrol panosu
- Hava kirliliği sensörü
- Nem sensörü
- Basınç sensörü
- Hepa filtreler
- Nemlendiriciler
- Aydınlatma lambaları
- UVC lambalar
- Ameliyathane Masası

Ameliyathane Kontrol Panosu: Ameliyathanelerde kullanılan dokunmatik otomasyon panelinden sıcaklık damper kontrolü ile nem kontrolü, fark basıncı durumu kontrolü, filtrelerin kirlilik durumu, aydınlatma dimmer kontrolü, ameliyathane var/yok tuşu, anastezik gaz alarmı, shut off durumu, müzik kontrolü, telefon bağlantısı gibi birçok ekipman ve cihaz kontrol edilebilir.



Şekil 4.44. Ameliyathane kontrol panosu

Hava Kirliliği Sensörü: Hava kalite sensoru olarak genellikle kalay dioksit film kullanılır. Bu malzeme 2 adet elektrodun ucuna yerleştirilmiş vaziyettedir. Elektrotlardan biri ısıtıcı olarak diğeri ise direnç ölçümünde kullanılır. Sensor sıcaklığı CO, Methan gibi indirgenmiş gazların oksidasyon sıcaklığına kadar ısıtılır. Bu olay sonrası ortaya çıkan serbest elektronlar, kalay dioksit kristalleri içine sızar ve oksidasyona neden olurlar ki buna bağlı olarak elektron hareketi zorlaşır ve elektriksel direnç değerinde artış olur. Temiz ortamlarda ise ortamda bulunan oksijen serbest hale

geçen elektronları yakalar ve kalay film tabakasının kristalleri içine sızmasını engeller ki bu durumda da kolay hareket eden elektronlar nedeni ile elektrik direnci düşer. Değişen bu direnç değeri sensordan hava kalitesi bilgisi olarak alınır. (Çimen, 2008)



Şekil 4.45. Hava kalite sensörü

<u>Nem Sensörü:</u> *Ölçme elemanı insan saçı olan nem sensorları*: İnsan saçının uzunluğu havadaki nem oranı ile orantılı olarak değişmektedir. Saç teli çapları çok küçük olup, bu özelliği sayesinde ortam nemini emebilmekte veya üzerindeki nemi ortama verebilmekte buna bağlı olarak da uzunluğu değişmektedir. Uzunluktaki bu değişim ile saç teli bir mikro anahtarın kontaklarına konum değiştirir ise bu tip nem sensorlara higrostat adı verilir. Günümüzde insan saçı yerine, naylon şerit gibi sentetik malzemeler de nem sensoru elemanı olarak kullanılmaktadır.-*Kapasitif nem sensorları:* İki metal film arasında bulunan plastik bir tabakanın kapasitansının relativ nem oranına bağlı olarak değişmesi ve bu değişime paralel olarak çıkışından değişik gerilim veya akım elde etme prensibine göre çalışır.-*Aktif nem sensorları:* Bu tip sensorlar havadaki nem oranından oksitlenen metallerden üretilmektedir ki bu sensorların elektriksel geçirgenliği havadaki nem oranına bağlı olarak değişmektedir. Değişen bu elektriksel geçirgenlik değişime bağlı olarak çıkışta bir akım veya gerilim haline dönüştürülerek ortam nemi akım veya gerilim cinsinden okunur.



Şekil 4.46. Nem sensörü

<u>Basınç Sensörü:</u> Bu tip sensorlar gaz ve sıvılar için ayrı ayrı üretilmesine karşın temel prensipleri aynıdır. Hava için genellikle fark basınç okuyan sensorlar kullanılırken, sıvılar için gerek basınç, gerekse fark basınç okuyan sensorların kullanılması oldukça yaygındır. Sıvı için üretilen basınç sensorları paslanmaz çelik gövdeli, hava ve gazlar için üretilenler ise plastik gövdeli olmaktadır. Keza sıvılar için üretilen sensorlarda membran seramik seçilirken, hava ve gaz ölçümünde kullanılan basınç sensorlarında membran silikon esaslı olmaktadır



Şekil 4.47. Basınç sensörü

Hepa Filtreler: Hepa (High Efficiency Particulate Arresting - Yüksek Etkinlikte Partikül Yakalayıcı) filtre % 85 ve üzerinde, 0,3 mikrona kadar havada bulunan partikülleri havadan arındırabilen filtrelerdir. % 99,97 oranına sahip olan filtrelere True Hepa (Gerçek Hepa) filtre denir. Bu oranın biraz altında kalanlarına ise Hepa filtre denir. % 99,99 oranına sahip olan filtrelere ise ULPA filtre denir. Hepa fitreler iki şekilde üretilir. Kullan at hepa filtreler. Temizlenebilen hepa filtreler Kullan at hepa filtreler kullanıldığı ortam havası kirliliğine ve kullanım sıklığına bağlı olarak 12ila 18 ay arasında değişimi gerekmektedir. Temizlenebilen hepa filtreler ise 2-3 ayda bir el ile temizlenerek kullanılabilir.



Şekil 4.48. Hepa filtre

Nemlendiriciler: Havalandırma kanalları içene monte edilerek ortam nem değerini kontrol etmek için kullanılan cihazlardır.Nemlendirme işlemi aynı zamanda korozif etkide yaptığından sistem motor ve elektrik cihazları dikkatli seçilmelidir.



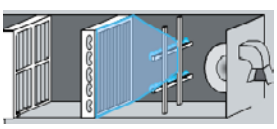
Şekil 4.49. Kanal tipi nemlendiriciler

Aydınlatma lambaları: Ameliyathane aydınlatma lambaları genel aydınlatmadan ayrı ele alınmalıdır. Bu lambaların birer adet reflektörleri mevcuttur. 360 º dönen taşıyıcı kol tavana monte edilmiştir. Üzerinde ısı filtresi ve steril et tutmacı vardır. Lamba başlıkları üzerinde aydınlatma şiddeti ve fokus dokunmatik butonlar ile elektronik olarak ayarlanmalıdır. Aydınlatma şiddeti ve fokuslama kontrol paneli üzerinden elektronik olarak ayarlanabilmelidir.



Şekil 4.50. Ameliyathane aydınlatma lambaları

UVC lambalar: Uvc yayıcılar 254nm UV radyasyonu yayarak havaya karşışmış olan bakteri, küf, maya ve virüsleri yok ederek havaya tekrar karışmalarını engeller.



Şekil 4.51. Uvc lambalar

Ameliyathane Masası: Baş, sırt, oturma ve ayak olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır ve bu bölümlerin her biri birbirinden bağımsız olarak hareket etmektedir. Kumanda ile elektrikli hassas hareket sağlanabilir. Ameliyat esnasındaki tüm radyolojik tetkiklere uygun olan masa, minder ve tekerlekleri antistatiktir.



Şekil 4.52. Ameliyat masası

4.3.3.Ameliyathane Otomasyonu Etkileri

- Konfor:
  - ✓ Hassas sıcaklık kontrolü imkânı (0.01 ºC hasssaslık)
  - ✓ Hassas nem kontrolü imkânı
  - ✓ Hassas basınç kontrolü imkânı
  - ✓ Hassas hava kalite, gaz oranı kontrolü
  - ✓ Tüm bu kontrol parametrelerinin tek merkezden, çeşitli senaryolarla kullanım imkânı

- Enerji Verimliği:
  - ✓ Sadece iklimlendirme otomasyon sistemi sayesinde kullanılan elektrik ve doğalgaz tüketiminde enerji tasarrufu sağlamaktadır.Tasarruf oranları Tablo 4.3. verilmiştir.
  - ✓ Arıza, çalışma bilgileri otomatik olduğundan iş gücünden tasarruf söz konusudur.
  - ✓ Sıcaklık, Nem, Basınç değerlerinin kontrolü ile verim sağlanması

- Maliyet:
  - ✓ Otomasyonlu, otomasyonsuz ısıtma-soğutma sistemi ilk yatırım maliyeti (1-9 : Otomasyonsuz iklimlendirme elemanları)
    (1-15: Otomasyonlu iklimlendirme elemanları)

1. Kazan : 2,000 €/Ad
2. Chiller : 31,000 € /Ad
3. Santral : 8,000 € /Ad
4. Havalandırma Kanalları : 4000 €
5. Pompalar : 100 € /Ad
6. Menfezler : 150 € /Ad
7. Borulama ve Fittings :6500 €
8. Vana : 50 €/Ad

9. Filtreler : 30 €/Ad
10. *Kirlilik Sensörü :500 €/Ad*
11. *Basınç Sensörü : 500 €/Ad*
12. *Nem Sensörü : 600 €/Ad*
13. *Sıcaklık sensörü : 170 €/Ad*
14. *Otomasyon Konsolu : 11,000 €*
15. *Yazılım, Ara Ekipman, Kurulum : 6,000€*

►Otomasyonsuz yaz – kış şartları giderleri:

Chiller Tüketimi : 24 sa x 30gün x 35 Kw x 0,21 : 5292 TL/ Ay

- *Yaz şartlarında günde 24 saat 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 55 Kw/h elektrik kullanır. Burada 35 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi : 24 sa x 30 gün x 4 kw x 3 adet x 0,21 :1815 TL /Ay

- *Günde 12 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 4 kw elektrik kullanan 3 asil 3 yedek pompalar ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi : 24 sa x 30 gün x 16 Nm^3/h x 0,53 : 6105 TL /Ay

- *Günde 12 saat kullanım ile 30 gün . Kazan maksimum kapasitede (B:Q/Hu x n) 24 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 16 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 $m^3/krş$. (Gazdaş Mayıs 2011)*

►Otomasyonlu yaz – kış şartları giderleri :

Chiller Tüketimi : 18sa x 30gün x 35 Kw x 0,21 : 3969 TL/ Ay

- *Otomasyon sisteminin etkisi ile günlük kullanım süresinde 6 saatlik iyileşme sağlanarak yaz şartlarında günde 18 saat ve 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 55 Kw/h elektrik kullanır. Burada 35 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011).*

Pompaların Tüketimi : 18 sa x 30 gün x 4 kw x 3 adet x 0,21 : 1361 TL /Ay

- *Günde 18 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 4 kw elektrik kullanan 3 asil 3 yedek pompalar ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi :18 sa x 30 gün x 16 Nm^3/h x 0,53 : 4580 TL /Ay

- *Günde 18 saat kullanım ile 30 gün. Kazan maksimum kapasitede (B:Q/Hu x n). 24 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 16 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 $m^3/krş$.(Gazdaş Mayıs 2011)*

Tablo 4.3. Ameliyathane'de otomasyonlu, otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması

		Otomasyonsuz			Otomasyonlu			
		Isıtma	Soğutma	Toplam	Isıtma	Soğutma	Toplam	Sonuç
İlk Yatırım Maliyeti (TL)		111.870			196.250			% 43
Yaz Şartları İşletme Giderleri (TL)		-	7.107	35.535	-	5.330	26.650	
Kış Şartları İşletme Giderleri (TL)		7.920	-	55.440	5.941	-	41.587	
Enerji Tasarrufu Oranı	Elektrik	33840 KW /AY			25380 KW /AY			% 24
	Doğalgaz	11520 Nm^3/ AY			8640 Nm^3/ AY			
Amortisman		Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	
		7.107 TL / AY		7.920 TL / AY	5.330 TL / AY		5.941 TL / AY	47 Ay

(Not : Yaz ayları 5 ay , kış ayları 7 ay olarak hesaplanmıştır.)

4.4.Kongre Merkezi ve Rektörlük Binası Otomasyonları

4.4.1.Bina Mimari ve Tasarım Detayları

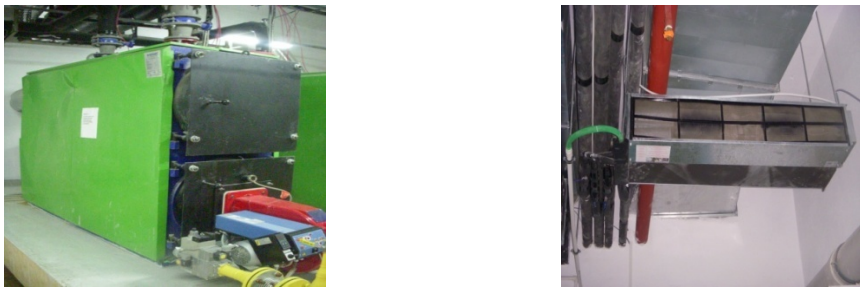
5135 m^2 kapalı alana sahip 1000 kişilik kongre ve sergi sarayı, 1725 m^2 kapalı alana sahip idare ve seminer binası, 6125 m^2 kapalı alana sahip rektörlük binasından oluşan kompleksin yapımı 2009 yılında tamamlanmıştır. Kompleks son teknoloji ürünü iklimlendirme, güvenlik, ışık ve ses sistemleri ile donatılmıştır



Şekil 4.53. Kongre merkezi

4.4.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları

Kompleks ısıtması dört adet 810 kw kapasiteli gaz yakıtlı sıcak su kazanı ile sağlanmaktadır. Bu kazanların ikisi rektörlük ve idare binasını diğer ikiside kongre merkezini ısıtmaktadır. Bu kazanlar oransal olarak doğalgaz ve havayı karıştıran brülörler ile yakılmaktadır. Cihazlar anlık ısıtma yüküne göre devreye girmekte ve devreden çıkmaktadırlar. Söz konusu kompleksin soğutma işlemi için ise iki adet 1000 kw kapasiteli hava soğutmalı chiller bulunmaktadır. Chiller binanın dış kısmına konumlandırılmıştır. Bu ısıtma ve soğutma grupları mahallere ısıtma gidiş-dönüş, soğutma gidiş dönüş olmak üzere dört borulu olarak gitmekte ve fancoil'lere bağlanmaktadırlar. Bu fancoil'ler mahalde bulunan termostat vasıtası ile kontrol edilirler. Böylece faklı mahallere farklı iklimlendirme seçenekleri uygulanabilir.



a) Kazanlar b) Fancoil

Şekil 4.54. Kazanlar, fancoil

Komplekste ayrıca havalandırma sistemide mevcuttur. Bu sistem kazan ve chillerden gelen ısıtma ve soğutma suları ile dışarıdan aldığı taze havayı ve mahallerden çektiği egzoz havasını iklimlendirip şartlandırarak mahallere geri gönderir. Ayrıca tüm kompleksin sıcak su ihtiyacını 200000 kcal kapasiteli iki adet boyler karşılamaktadır.



a) Havalandırma santrali b) Boylerler

Şekil 4.55. Havalandırma santrali, boylerler

Komplekste söz konusu bu sistemleri bir bütün halinde kontrol edebilme imkânına sahip otomasyon sistemi mevcuttur. Bütün sistem ve her birim tek merkezden ister kapatılabilir, ister manüel kullanıma alınabilir, isterse de bilgisayar yardımı ile

uzaktan kontrol edilebilir. Ayrıca birden fazla senaryoya göre otomasyon kendi kararlarını uygular. Örneğin dış hava sıcaklığı eksi değerlere düştüğünde havalandırma cihazının taze hava emiş kısmında bulunan sıcaklık sensoru ile uyarı alınır ve otomasyon sistemine iletilir, bu değeri okuyan sistem otomatik olarak taze hava emiş damperini kapatarak donmayı engeller. Bir diğer otomasyon örneği de kazan suyu dönüş kısmında bulunan sıcaklık sensoru ile sıcaklık değeri ölçülür bu değere göre binanın ısıtma yükü artış ve düşüşleri belirlenir ve kazanlara bağlı brülörlerin çalışma kapasitesi düşer dolayısı ile pompaların daha az yükte çalışması sağlanır. Sistemde farklı ebatlarda ve kapasitede toplam 34 adet su pompası mevcuttur. Bu pompalar ısıtıcı ve soğutucu akışkanı kompleksin her mahalinde bulunan fancoillere ve havalandırma santraline erişecek şekilde şartlandırırlar. Bu pompaların çoğu birer yedekli olacak şekilde seçilmiştir bunun nedeni dinlendirmeli çalışma ve herhangi bir pompa arızası halinde diğer pompa ile sistemin çalışmasının kesintiye uğramamasıdır. Ayrıca tüm pompaların frekans inverteri mevcuttur böylece pompalar yük değişimine göre gerektiği kapasitede çalışarak büyük oranda enerji verimliliği sağlamaktadırlar.

Kongre merkezi iklimlendirme otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- Pompalar
- Brülör
- Fancoil kontrol cihazı
- Frekans konvertörü
- Kontrol merkezi

Pompalar: Sıvıları bir yerden diğerine şartlandırarak taşımak için kullanılan mekanik bir aygıttır. Sıvıyı düşük basınçtan yüksek basınca hareket ettirir ve bundan dolayı basınç içinde bir fark oluşturur. Isıtıcı veya soğutucu akışkanı mahallere gitmek üzere şartlandıran ekipmandır.



Şekil 4.56. Sirkülâsyon pompası

Brülör: Brülör, yakıtın hava ile uygun oranda karıştırılarak tam olarak yakılmasını sağlayan cihazdır. Kalorifer ve kombi kazanlarında mazot ve gaz püskürtmeye yarayan alete brülör denir. Uzaktan kontrol ile yakılabilmektedir.



Şekil 4.57. Brülör

Fancoil kontrol cihazı: Üzerindeki sıcaklık değerlerini gösterir kadrajı ile fancoil vanasına komut gönderir. Kablolu ve kablosuz çeşitleride mevcuttur.



Şekil 4.58. Fan coil kontrol cihazı

Frekans konvertörü: Farklı yükte çalışmak durumunda kalan elektrik motorlarının sabit güç kullanarak gereksiz enerji tüketimesini önlerler. Uzaktan kontrol imkanıda vardır.



Şekil 4.59. Frekans konverteri

Otomasyon kontrol merkezi: İklimlendirme sisteminin her bölümünden gelen bilgilerin toplandığı elektronik panodur. Pompa kontakları, röleler, sigortalar bu kontrol merkezinde bulunur. Pc ara yüzünden alınan komutlar ile kontrol edilir.



Şekil 4.60. Otomasyon kontrol paneli

4.4.3.Aydınlatma Otomasyonu ve Elemanları

Kongre merkezi ve rektörlük binasının aydınlatma sistemlerini ikiye ayırabiliriz. Rektörlük binasında anahtarlı kontrol yapılan florosan lambalar ile aydınlatma sağlanmıştır. Kazan dairesi ve bazı koridorlarda hareket sensörüne bağlı florosan lambalar kullanılmıştır.

Kongre merkezinde ise daha kompleks bir sistem uygulanmıştır. Sahne ve koltuk kısımları aydınlatması farklı farklı düşünülmüş ve sahneye spotlar ve hareketli lambalar, koltuklu kısımlara ise dimmerler ile kontrol edilen florosan lambalar kullanılmıştır. Spotlar ve hareket edebilen lambalar ışık ve ses odası adı verilen merkezden kontrol edilir. Sahnedeki gösteri veya sunun özelliğine göre spotların ve lambaların rengi, ışık şiddeti, yönü, odağı ayarlanarak en iyi sunu ortamı sağlanır. Koltukların bulunduğu bölüm ise ışık şiddeti daha iyi bir görsel konfor için sahne ile eş zamanlı olarak dimmerler ile yükseltilip, düşürülür. Rektörlük binasında ‘da kongre merkezinde de ışıklandırma sistemi tehlike durumunda yol gösterici olarak kullanılmıştır. Kongre

merkezinde üst aydınlatma kapanınca yada şiddeti azaldığında merdivenlerin yanında ve acil çıkış kapılarında bulunan işaret ışıkları otomatik olarak yanarak mahalde bulunan insanlara yol gösterirler.

Kongre merkezi aydınlatma otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- Hareketli led lambalar
- Spotlar
- Balast
- Dimmerler
- Kumanda sistemi

Hareketli led lambalar: Sahne üzerindeki sunu ve gösterinin hareket eden ekipmanlar ile aydınlatılması için kullanılır. Tek başına aydınlatma için kullanılabileceği gibi senaryo ile gösteri içinde kullanılır.



Şekil 4.61. Hareketli lamba

Spotlar: Sahne aydınlatmasında farklı renk seçenekleri sağlaması ve uzun ömürleri için tercih edilirler. Titreşimden etkilenmezler, ışık seviyeleri ayarlanabilir ve düşük ısı yayılımları vardır.



Şekil 4.62. Sahne spotları

Balastlar: Elektrik aydınlatmalarında flüoresan lambalar gibi gaz deşarj prensibine göre çalışan aydınlatma elemanlarının çalışmasını sağlayan bir ekipmandır. Balast deşarj lambalarının çalışması için gerilimi ve akımı çalışma aralığında tutarak lambanın düzgün çalışmasını sağlar ve lamba ömrünü uzatır.



Şekil 4.63. Balast

Dimmerler: Alternatif akımı sınırlandırarak (direnç göstererek), şebeke voltajının bir kısmının dimmer devresi üzerinde, diğer kısmının da dimmere seri bağlanan elektrikli cihaz üzerinden geçirerek cihazın istenen güçte çalışmasını sağlar.



Şekil 4.64. Dimmer kontrol modülü

Kumanda sistemi: Hareketli lambaların, spotların, ışık şiddeti ayarlamalarının yapıldığı kumanda merkezidir.



Şekil 4.65. Işık mikseri

4.4.4.Güvenlik Otomasyonu ve Elemanları



Kongre merkezi ve rektörlük binasında kapalı devre video kayıt sistemi güvenlik odasından kontrol edilmektedir. CCTV olarak da adlandırılan bu sistem ile dış kapı, koridor, fuaye alanı güvenliği sağlanmaktadır. Rektörlük binası girişlerinde x-ray ve metal detektörleri ile güvenlik sağlanmaktadır. Konferans salonunda da bu güvenlik sistemlerinin yanında güvenlik personeli ön plana çıkmaktadır. Bu personel telsiz sistemleri ile (Şekil 4.66. Güvenlik kamerası) kendi aralarında haberleşerek tüm bina güvenliğini kontrol etmektedirler.

Yangın güvenlik sistemleri yangın springi, özel doküman odası yangın söndürme sisteminden oluşmaktadır. Springler sıcaklığa karşı duyarlı olup devreye sıcaklık yükselmesiyle girmektedirler. Bu sisteme ek olarak kat ana kesme vanalarına yangın sabotaj önleme detektörleri konulmuştur, ayrıca su akış sensoru ile herhangi bir mahalde yangın söndürme sistemi devreye girdiğinde su akışı otomatik algılanır ve alarm sistemi devreye girer. Binada bulunan insanların olası bir tehlike anında paniğe kapılmadan binayı terk etmesini sağlayabilmek amacı ile yangın alarm sistemi ile entegre çalışan acil anons sistemi mevcut. Tüm bunlara ek olarak arşiv odası için özel bir söndürme planlanmıştır. Arşiv odasında duman sensörleri ile algılanan yangın için devreye giren giren sistemde söndürücü olarak tüm kâğıt ve mamulleri tahribata uğratacak su yerine toz bazlı özel bir söndürücü kullanılır, böylece söndürme işlemi süresince diğer arşiv malzemeleri korunmuş olmaktadır.

Kongre merkezi güvenlik otomasyonu elemanlarını inceleyelim

- Spring
- Kameralar
- Duman sensörü

- Yangın Kontol paneli
- Acil Aydınlatmaları

Spring: Bu sistemlerde yangın sebebiyle oluşan ısının etkisiyle sprinklerler açılır ve hemen suyun yanan maddelerin üzerine boşalmaya başlamasını sağlarlar. Sisteme bağlı herhangi bir sprinkleri yangından oluşan ısının etkisi harekete geçirerek suyun akışını sağlar. Serbest kalan su jeti sprinklerdeki yansıtıcıya çarparak dağılır ve yangın mahalline düzgün bir yağmurlama şeklinde boşalması sağlanır. Kullanım alanındaki şartlara bağlı olarak, sprinklerler 40°C ile 350°C arasında belirlenen bir sıcaklık değerinde aktif hale geçmek için dizayn edilirler.



Şekil 4.67. Yangın springi

Kameralar: Konferans salonu, koridor ve makine dairesinde 24 saat izleme yaparak güvenlik sistemine katkıda bulunurlar. Merkezi izleme birimine bulunan monitör üzerinde çekilen görüntüler izlenir.



Şekil 4.68. Güvenlik kamerası

Duman sensörü: Dumana karşı duyarlı olan sensör, aldığı uyarı ile yangın kumanda panelini uyarır.



Şekil 4.69. Duman sensörü

Yangın kontrol paneli: Yangın için mahallerde bulunan detektör ve spring cihazlarının durumu ile ilgili komutlar verir. Alarm durumunda siren çalması ve reset komutları verir. Bilgisayar yardımıyla komutlar ve programlar değiştirilebilir.



Şekil 4.70. Yangın kontrol paneli

Acil Aydınlatmaları: Standart binalarda daima yanan bu eleman , otomasyon sistemi ile birlikte çalışarak acil durumlarda aydınlatılarak insanlara çıkış yollarını göstermede yardımcı olur.



Şekil 4.71. Acil çıkış levhası

4.4.5.Diğer Tamamlayıcı Sistemler

Ses sistemleri sahnede ışık efekleri ile birlikte kullanılırlar. Ses sistemleri gösteri ve programın özelliklerine göre özel tasarlanmanın yanında tüm tasarımlar kontrol merkezinden kumanda edilir. Ses sistemi otomasyonu bina mimarisine, izleyici kitlelerinin yerine göre konumlandırılır. Ses sistemi otomasyonunda resmi törenler için İstiklal marşı gibi marşların otomatik çalınması, simültane çeviri, dâhilî haberleşme ve intercom sistemleri bulunmaktadır. Katılımcıların BAS-KONUŞ butonlu konferans sistemleri daha çok kullanılmaktadır. Simültane ses sistemlerinde ise konuk sayısı kadar infa-red kulaklık dağıtılarak konferansta kullanılacak dil sayısı kadar tercüman kabini sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra genel seslendirme ve anons sistemleri de ses otomasyon sistemlerinin içinde yer almaktadır.



Şekil 4.72. Konferans salonu ses ve görüntü otomasyon sistemi

Sahne ve perde, sinevisyon, barkovisyon sistemleri kongre ve konferans salonları için çok önemli otomasyon kalemlerinden biridir. Kalıcı montaj her kullanıcının önünde birer tane kullanımıda görülmektedir ancak çoğunlukla ses ve ışık sistemi otomasyonu ile birlikte çalışarak kompakt olarak açılıp kapanır senevizyon sistemleri daha yaygındır. Bu tür sistemler hem sahne kullanım alanından tasarruf sağlar hem de kullanım kolaylığı ve şıklığı ile tercih edilirler.

Kongre ve konferans salonlarının merkezi otomasyona ek olarak uygulanan ve büyük yarar sağlayan diğer bir sistemde otopark araç sistemleridir.VİP konuklar için kullanılan yollar ve araç yönlendirmelerinin yanında, katılımcıların araçlarını hızlı ve kolay bir şekilde park etmeleri için boş araç park yeri sayısı ve yerin konusunda girişte sürücüleri bilgilendirerek zamandan tasarruf sağlar ve güvenlik konusunda da yararları vardır.

4.4.6.Kongre Merkezi Otomasyonu Etkileri

- Konfor:
  - ✓ Merkezi olarak ısıtma-soğutmanın kontrolünü sağlar
  - ✓ Arızalı cihazların kolay ve hızlı tespitini sağlar
  - ✓ Güvenlik ve aydınlatma sistemlerinin kontrolünü kolaylaştırır

- Enerji Verimliliği:
  - ✓ Sadece iklimlendirme otomasyon sistemi sayesinde kullanılan elektrik ve doğalgaz tüketiminde enerji tasarrufu sağlamaktadır.Tasarruf oranları Tablo 4.4. verilmiştir.
  - ✓ Bina ısıl yükü anlık belirlenerek gereksiz kullanımın önüne geçilir.
  - ✓ Arıza, çalışma bilgileri otomatik olduğundan iş gücünden tasarruf Motorların inverter ile kontrolü sayesinde yüke göre çalışma oranı belirlenerek verim artışı sağlanır.

- Maliyet:
  - ✓ Otomasyonlu, otomasyonsuz ısıtma-soğutma sistemi ilk yatırım maliyeti (1-11 :Otomasyonsuz iklimlendirme elemanları)
    (1-16 :Otomasyonlu iklimlendirme elemanları)

1. Kazan :5,100 €/Ad
2. Brülör :1000 €/Ad
3. Chiller :95000 € /Ad
4. Fancoil :200 €/Ad
5. Santral : 21000 €/Ad
6. Havalandırma Kanalları : 13,000 €
7. Boyler : 3000 € /Ad
8. Pompalar :400 €/Ad
9. Borulama ve Fittings :13000 € /Ad
10. Vana :50 €/Ad
11. Filtreler :30 €/Ad
12. *Oda Termostatları : 60 €/Ad*
13. *Sıcaklık sensörü :170 €/Ad*
14. *Frekans Konverteri :1000 €/Ad*

15. Otomasyon Panosu : 18,000 €
16. Yazılım, Ara Ekipman ,Kurulum : 10,000 €

►Otomasyonsuz yaz – kış şartları giderleri :

Chiller Tüketimi : 8sa x 20gün x 100 Kw x 0,21 : 3360 TL/ Ay

- *Yaz şartlarında günde 8 saat 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 164 Kw/h elektrik kullanır. Burada 100 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş.(Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi : 8 sa x 20 gün x 10 kw x 7 adet x 0,21 : 2352 TL /Ay

- *Günde 8 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 10 kw elektrik kullanan 7 asil 7 yedek pompalar ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi : 8 sa x 20 gün x 56 Nm^3/h x 0,53 : 4,748 TL /Ay

- *Günde 8 saat kullanım ile 30 gün. Kazan maksimum kapasitede ($B{:}Q/Hu\ x\ n$) 96 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 56 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş (Gazdaş Mayıs 2011)*

►Otomasyonlu yaz – kış şartları giderleri :

Chiller Tüketimi : 6sa x 20gün x 100 Kw x 0,21 : 2520 TL/ Ay

- *Otomasyon sisteminin etkisi ile günlük kullanımda 2 saatlik iyileşme sağlanarak yaz şartlarında günde 6 saat 30 gün çalışır. Maksimum kapasitede çalıştığında 164 Kw/h elektrik kullanır. Burada 100 Kw/h tüketim alınmıştır ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş(Tredaş Mayıs 2011)*

Pompaların Tüketimi : 6 sa x 20 gün x 10 kw x 7 adet x 0,21 : 1764 TL /Ay

- *Günde 6 saat ile 30 gün kullanım. Her biri saatte 7 kw elektrik kullanan 7 asil 7 yedek pompalar ve elektrik tüketim bedeli 21,696 kw/krş(Tredaş Mayıs 2011)*

Kazan Tüketimi : 6 sa x 20 gün x 56 Nm^3/h x 0,53 : 3562 TL /Ay

- *Günde 6 saat kullanım ile 30 gün . Kazan maksimum kapasitede ($B{:}Q/Hu\ x\ n$) 96 Nm^3/h gaz tüketimi ancak burada saatlik tüketim 56 Nm^3/h alınmıştır. Gaz tüketim bedeli 52,897 m^3/krş.(Gazdaş Mayıs 2011)*

Tablo 4.4. Kongre Merkezi'de otomasyonlu, otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması

		Otomasyonsuz			Otomasyonlu			
		Isıtma	Soğutma	Toplam	Isıtma	Soğutma	Toplam	Sonuç
İlk Yatırım Maliyeti (TL)		312.600			411.200			% 24
Yaz Şartları İşletme Giderleri (TL)		-	5.712	28.560	-	4.284	21.420	
Kış Şartları İşletme Giderleri (TL)		7.100	-	49.700	5.325	-	37.275	
Enerji Tasarrufu Oranı	Elektrik	27200 KW /AY			20400 KW /AY			% 25
	Doğalgaz	8960 Nm^3/ AY			6720 Nm^3/ AY			
Amortisman		Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	
		5.712 TL / AY		7.100 TL / AY	4.284 TL / AY		5.325 TL / AY	62 Ay

(Not : Yaz ayları 5 ay , kış ayları 7 ay olarak hesaplanmıştır.)

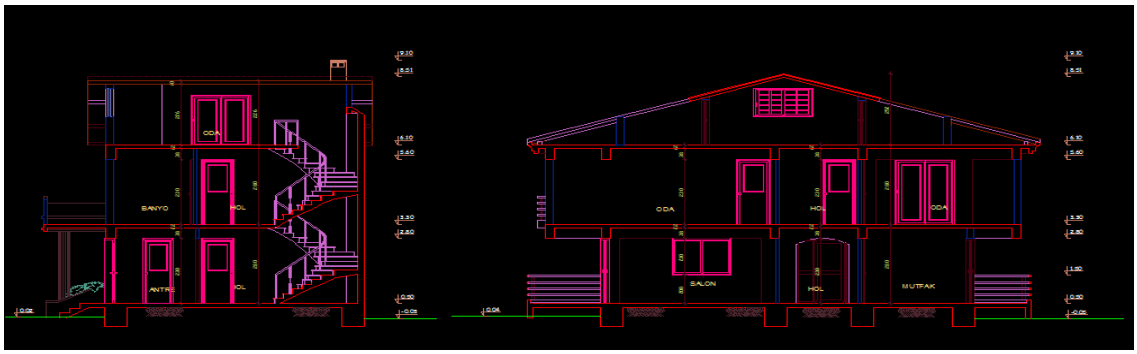
4.5. Villa Otomasyonu

4.5.1.İklimlendirme Sistemleri

Bu bölümde en başından beri bahsedilen son teknoloji ürünü ısıtma ve soğutma, aydınlatma, güvenlik sistemlerinin konvansiyonel sistemlere olan üstünlüğüne dair teorik bir kıyaslama daha yapılacaktır. Daha önce ele alınan Avm, Otel, Ameliyathane, Kongre Merkezi gibi yapıların dışında burada ülkemizde kullanım amacına göre binaları sınıfladığımızda en yüksek orana sahip konut (müstakil villa) ele alınarak detaylı olarak incelecektir.Bu kıyaslama için önce Edirne şartlarında bir villa ele alınıp ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanacaktır. Bu yüklerin hesaplanmasının ardından iki senaryo halinde karşılaştırmalar yapılacaktır. İlk durumda (Model 1) tüm ev yaygın olarak kullanılan ve binanın hesaplanan ısı kayıp ve kazancına göre seçilmiş bir adet kombi ve tek dış ünite ve birden çok iç üniteden oluşan (VRF) klima ile tüm ev iklimlendiriliyormuş gibi ilk yatırım (cihaz maliyetleri, fittiings, işçilik) maliyetleri hesaplanacaktır. Ardından söz konusu bu cihazların tükettiği doğalgaz ve elektrik değerleri hesaplanacak ve aylık maliyetleri çıkarılacaktır. İkinci durumda (Model 2) ise kombi ve klima sistemlerine çok kolay bir şekilde entegre edilebilen, birden çok iç oda sıcaklık sensoru, dış mahal sıcaklık sensoru, vana kontrol elemanı, kontak kontrol

elemanı, mahal paneli ve ana kontrol panelinden oluşan ev otomasyon sistemi kullanılıyormuş gibi ilk yatırım maliyetleri, kombi ve klimanın enerji tüketim değerleri tekrar hesaplanacaktır. Son olarak bu iki model arasında enerji, konfor açısından kıyaslamalar yapılıp, çıkan sonuçlar grafikler yardımı ile değerlendirilecektir.

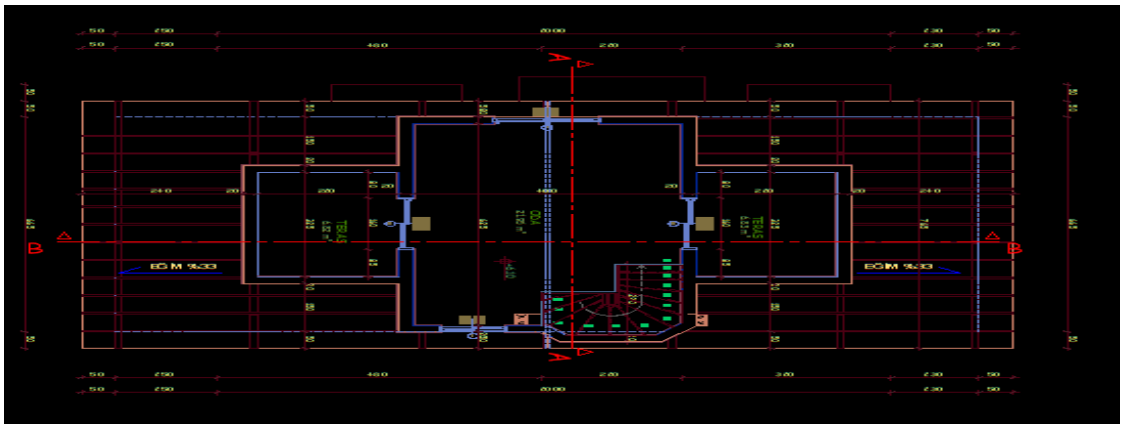
4.5.1.1 Bina Mimari ve Tasarım Detayları



a)BB kesit AA kesit



b) Ön görünüş arka görünüş



b) Çatı kat planı

Şekil 4.73. Kat planları

Edirne ülkemizin en batısında bulunur ve ege denizine kıyısı olmasına rağmen şiddetli bir karasal iklim görülür. Edirne'de yılda ortalama olarak 20 gün karla örtülüdür. Sıcaklık ortalamaları tabloda'da görüldüğü gibi ilkbaharda 19,3°C, yaz aylarında 25 °C, sonbahar aylarında 12 °C, kış aylarında ise 7,9 °C civarındadır. Ortalama yıllık yağış miktarıda 600 mm. civarındadır. Ortalama rüzgâr hızının 2,9 m/sn. olduğu kentte, egemen rüzgâr, yıl içerisinde toplam 4 bin kez esen, kuzey rüzgârıdır. Mahalli en yüksek basınç 1931-1965 yılları arasında yapılan rasatlara göre 1038,1, en düşük basınç ise 979,9 olarak tespit olunmuştur. Nispi nem ise % 71, ortalama buharlaşma miktarı 910 mm. sisli günler sayısı da 27'dir. Güneşleme müddeti 6,5 saat'dir.

Tablo 4.5. Edirne yıllık sıcaklık detayları

EDIRNE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1975 - 2010)											
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.7	4.3	7.8	12.8	18.0	22.4	24.6	24.1	19.7	14.1	8.6	4.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6.7	9.2	13.4	19.2	24.6	29.3	31.7	31.6	27.1	20.4	13.5	8.1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-0.5	0.2	2.9	7.0	11.4	15.4	17.3	17.1	13.3	9.1	4.7	1.2
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.4	3.7	4.6	6.4	8.4	9.7	10.5	9.9	7.8	5.1	3.1	2.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.7	8.4	9.4	10.4	10.0	8.1	5.8	5.1	4.9	7.4	10.5	13.0
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m²)	54.3	48.9	50.2	45.3	54.9	39.2	34.2	28.6	38.1	52.8	72.1	67.7
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975 - 2010)*											
En Yüksek Sıcaklık (°C)	20.5	23.2	28.0	29.8	35.3	42.6	44.1	40.7	37.8	35.8	28.0	22.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-19.0	-19.0	-12.0	-4.1	0.7	6.0	9.3	9.4	4.2	-3.7	-6.6	-13.4

Yukarıda detayları bulunan ortam için bina zemininde altlık ve mıcırdan oluşan karışım onun üzerine donatılı beton, beton üstüne ekstrüde polistren köpük ardından şap ve onunda üzerine ahşap lifli parke kullanılarak oluşturulmuştur. Dış duvarlar ise buharla sertleştirilmiş gaz beton (Youtong), sıvalar, sıva üzerine içten yapılan alçı ve sıvı yalıtımı için dış yüzeye PVC kaplama yapılmıştır. Çatı en altta ahşap onun üzerine cam yünü ardından taşıyıcı bileşenler ve onun üzerine su yalıtımı için oluklu bitümlü levha en üste ise kiremit kullanılarak bina detayları oluşturulmuştur. Bina hâkim rüzgâr yönü olan kuzeyin tersine güney cepheli olarak konumlandırılmıştır. Yapıda kullanılan camlar hem ısı yalıtımı acısından hem de ses yalıtımı acısından önemli olduğundan özel çiftli camlar ve compozit doğramalar kullanılmıştır. Kapılar yine ısı yalıtımı ve ses yalıtımı değerleri gözetilerek ahşap seçilmiştir. Bina detayları tasarımında ısı köprüsü oluşmaması için özel önem verilmiş ve binanın nem ve buhar dengesi için değerler göz önünde bulundurulmuştur.

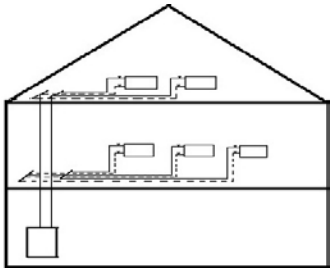
4.5.1.2.İklimlendirme Otomasyonu ve Elemanları

Tablo 4.6. Isı kayıp ve kazançları

Oda Adı	Alanı (m^2)	Isı Kaybı (kW)	Isı Kazancı (Btu/h)
Mutfak (Zemin)	17.74	8.423	30.334
Salon (Zemin)	28.12	9.053	21.820
Yatak O. (1. Kat)	19.68	9.414	19.928
Çalışma O. (1. Kat)	17.30	9.319	16.668
Çocuk O. (1. Kat)	15.70	8.941	20.874
Banyo (1. Kat)	6.90	7.492	14.453
Oda (Çatı Kat)	22.00	10.305	37.902
Toplam		**62,947**	**161.97**

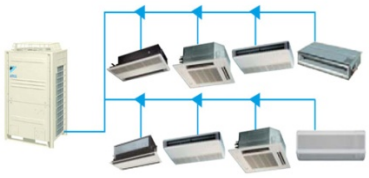
►Otomasyonsuz iklimlendirme (Model 1)

İlk durumda binada ısıtma doğalgazlı kombi ile merkezi olarak sağlanmaktadır. Kombi bir adettir ve toplam ısıtma yüküne göre seçilmiştir. Her kat için kolektörler mevcuttur ve mahalleri kolektörlerden dağılan borular ile beslenen petekler ısıtmaktadır. Tüm yapıda 9 adet 1,5m uzunluğunda petek ve 1 adet havlupan kullanılmıştır. Kombi, petekler ve borulama tutarı ortalama 15,000 TL olmaktadır.



Şekil 4.74 Merkezi Isıtma Sistemi

Soğutma sistemi duvar tipi split klima ile sağlanmaktadır. Tek dış üniteye bağlı her mahal için ayrı split klimalar mevcuttur.(VRF). Bu üniteler her odanın soğutma yüküne göre seçilmiştir. 1 adet dış ünite ve 8 adet iç üniteden oluşan sistemin toplam maliyeti 25,000 TL olmaktadır.



Şekil 4.75 VRF Klima Sistemi



Zemin Kat



1.Kat



Çatı Katı

Şekil 4.76. Otomasyonsuz (Model1) sistemde kullanılan ısıtma ve soğutma ekipmanları

►Otomasyonlu iklimlendirme (Model 2)

Bu modelde ise doğalgazlı kombi ve split klimanın yanı sıra bu sistemler arasında haberleşmeyi sağlayan ve herhangi bir ekstra tadilat gerektirmeden uygulanabilen KNX iletişim altyapısına sahip ev otomasyon sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde bir adet merkezi ünite ve her odada bir adet oda kontrol ünitesi, bir adet sıcaklık sensörü, odada bulunan klima sayısı kadar kontak anaptörü ve yine odada bulunan petek sayısı kadarda radyatör kontrol motoru bulunur. Otomasyon sistemi toplamda şu elemanlardan oluşur.

- Merkezi Ünite - 1 adet – 1600 TL / ad
- Oda Ünitesi - 8 adet – 500 TL/ ad
- Radyatör Kontrol Motoru - 10 adet – 320 TL/ ad
- Kontak Adaptörü - 8 adet - 150 TL/ ad
- Sıcaklık Sensörü - 9 adet - 100 TL/ ad

Yukarıda listelenen ürünlerin fiyatları yaklaşık olarak toplam 11,000 TL olarak hesaplanmıştır. (http://www.elektro-kalori.com.tr/rep/fiyatliste1.pdf)

1 . Merkezi Ünite : Sistemin en önemli parçasıdır. Konut girişine kolay ulaşılabilecek bir yere monte edilir. Buradan birçok işlevi



kontrol edilebilir. Bu ünite ile senaryolar oluşturulabilir, seçebilir, silebilirsiniz. Yine merkezi üniteden tüm kontrol elemanlarını zamansal olarak ayarlamak mümkündür. Tüm verilerin toplanıp set değerlerine göre değerlendirildiği ünitedir.



2.Oda Ünitesi: Kontrol edilecek odanın kolay ulaşılabilir bir yerine monte edilir**.** Odaya özel sıcaklık ve işletme parametrelerini girilebilmesini sağlar. Oda kontrol üniteleri ile her bir oda için ayrı iklimlendirme sağlar ve kontrol eder. İç-dış hava nem sensorları vasıtası ile mahallerde bulunan hava ile dış hava sıcaklığı ölçülerek merkezi ünite ile değerlendirilir ve dış hava sıcaklığına göre sistem ısıtma modana girer veya bu moddan çıkar.



3. Radyatör Kontrol Motoru: Radyatörün sıcak su giriş borusuna monte edilir. Oda kontrol ünitesinden daha önce ayarlanmış olan oda sıcaklık değerine göre radya sinyallerle kontrol edilerek radyatörün vanasını oransal olarak ayarlar. Bir oda içerisinde birden fazla kullanılabilir.



4. Kontak Adaptörü: Uzaktan radya sinyaller ile elektrik akımını açıp kapatabilen bir elektrik kontağıdır. Sistemde klimaların prizleri kontak adaptörüne takılır, böylece klimaların kontrolü sağlanmış olur.



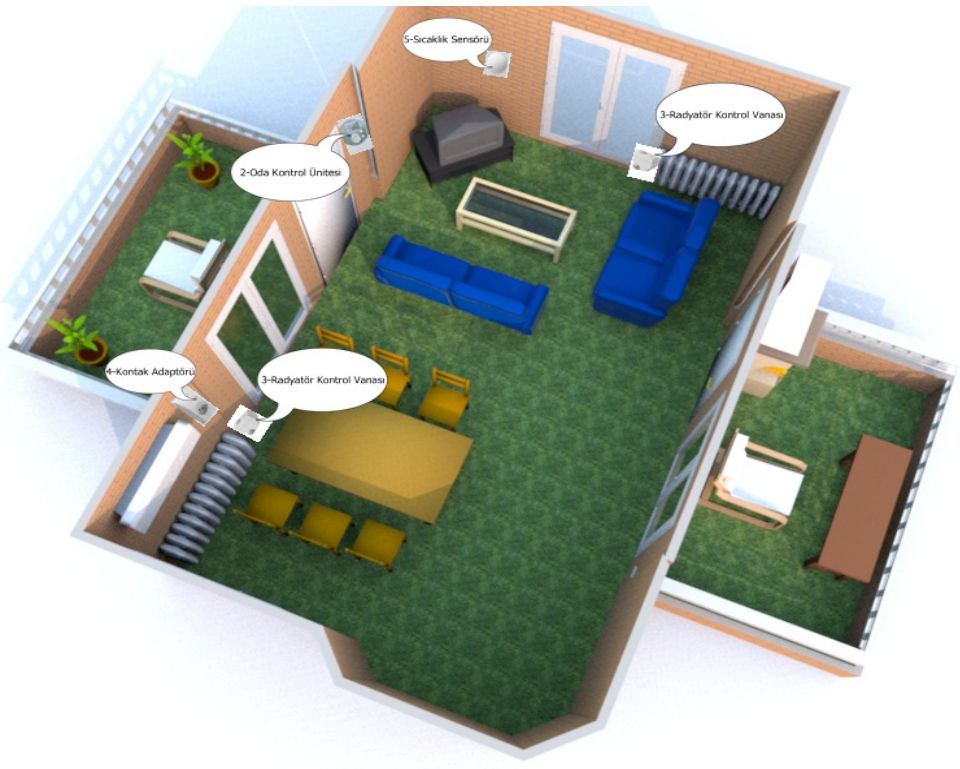
5. Sıcaklık Sensoru: Hava akımından etkilenmeyecek bir yere monte edilir. Oda sıcaklığını ölçer ve merkezi üniteye veya oda ünitesine bildirir.



Zemin Kat



1.Kat



Çatı Katı

Şekil 4.78. Otomasyon sistemi çalışma diyagramı

4.5.1.3. Maliyet Karşılaştırılması

Maliyet karşılaştırması için Model 1 (otomasyonsuz) ve Model 2 (otomasyonlu) sistemlerinin ısıtma ve soğutma giderleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Model 1 'de (otomasyonsuz) binamızın ısıtma ihtiyacına için uygun kombi, petek, fittings, işçilik ve tüketilen doğalgaz Mayıs 2011 maliyetleri alınmış, soğutma ihtiyacı için soğutma yüküne göre VRF sistem klima, montaj ve tüketilen elektrik fiyatları tabloya işlenmiştir.

►Yaz Şartları Giderleri :

- Klima Tüketimi = 7 kW / h x 8 saat x 30 gün x 0,21 TL / kW = 363 TL / Ay

- *161 Btu/h kapasiteye sahip cihaz anlık kullanım yüküne bağlı olmakla birlikte saatte ortalama toplam 7 kwh elektrik enerjisi tüketmekte olduğu kabul edilmiştir.Yaz aylarında günde split klimaların ortalama 8 saat çalıştırıldığı kabul edilmiştir.Elektriğin kw birim fiyatıda 21,659 krş / kwh dır.*

- Kombi Tüketimi = 30 gün x 3 m^3 x 0.53 t l / m^3 + 145 Watt / h x 24 saat x 30 gün x 0,21 TL / kW = 70 TL / Ay

- *62 Kw kapasiteye sahip kombinin yaz şartlarında sıcak su tüketimi için kullandığı doğalgaz günde ortalama 3 m^3 tür. Doğalgaz tüketim değeri konutlar için 52,897 krş / m^3 dür.(Gazdaş Mayıs 2011) Ayrıca kombinin saarte 145 Watt elektrik enerjisi kullandığı da hesaba katılmaktadır.*

►Kış Şartları Giderleri :

- Kombi Tüketimi = 1920 m^3/ ay x 0.53 t l/ m^3 + 145 Watt / h x 24 saat x 30 gün x 0,21659 TL /kW = 1040 TL / Ay

- *Kombinin kış şartlarında maksimum kapasite ile çalıştığında saatlik doğalgaz tüketimi 8,3 m^3 / h dir ($B : Q/Hu \; x \; n$). Cihaz günde ortalama 16 saat çalışıp ve ortalama saat'te 4 m^3 / h tüketim yaptığı kabul edilmiştir.*

Model 2'de (otomasyonlu) ise bu kombi ve klimaya kolayca entegre edilebilen Siemens Synco Living ev otomasyon sistemi maliyeti toplam ilk yatırım maliyeti üzerine eklenmiştir.

► Yaz Şartları Giderleri :

- Klima Tüketimi = 7 kW / h x 6 saat x 30 gün x 0,21 TL / kW = 273 TL / Ay

- *Cihazlar otomasyon sistemi ile hareket ederek dış hava sıcaklığına, açık kapı, pencere durumu göre, evde insan bulunma durumu, iç sıcaklık değerlerinin konfor şartlarına ulaştığında sistemin off moduna geçmesi gibi sebeplerden dolayı çalışma süresi ortalama günde 2 saat düşmektedir.*

- Kombi Tüketimi = 30 gün x 3 m^3x 0.53 TL / m^3 + 145 Watt / h x 30 gün x 24 saat x 0,21 TL /kW = 70 TL / Ay

- *62 Kw kapasiteye sahip kombinin yaz şartlarında sıcak su tüketimi için kullandığı doğalgaz günde ortalama 3 m^3 tür. Doğalgaz tüketim değeri konutlar için 5.897 krş/ m^3 dür.(Gazdaş Mayıs 2011) Ayrıca kombinin saarte 145 Watt eletrik enerjisi kullandığıda hesaba katılmaktadır.*

►Kış Şartları Giderleri :

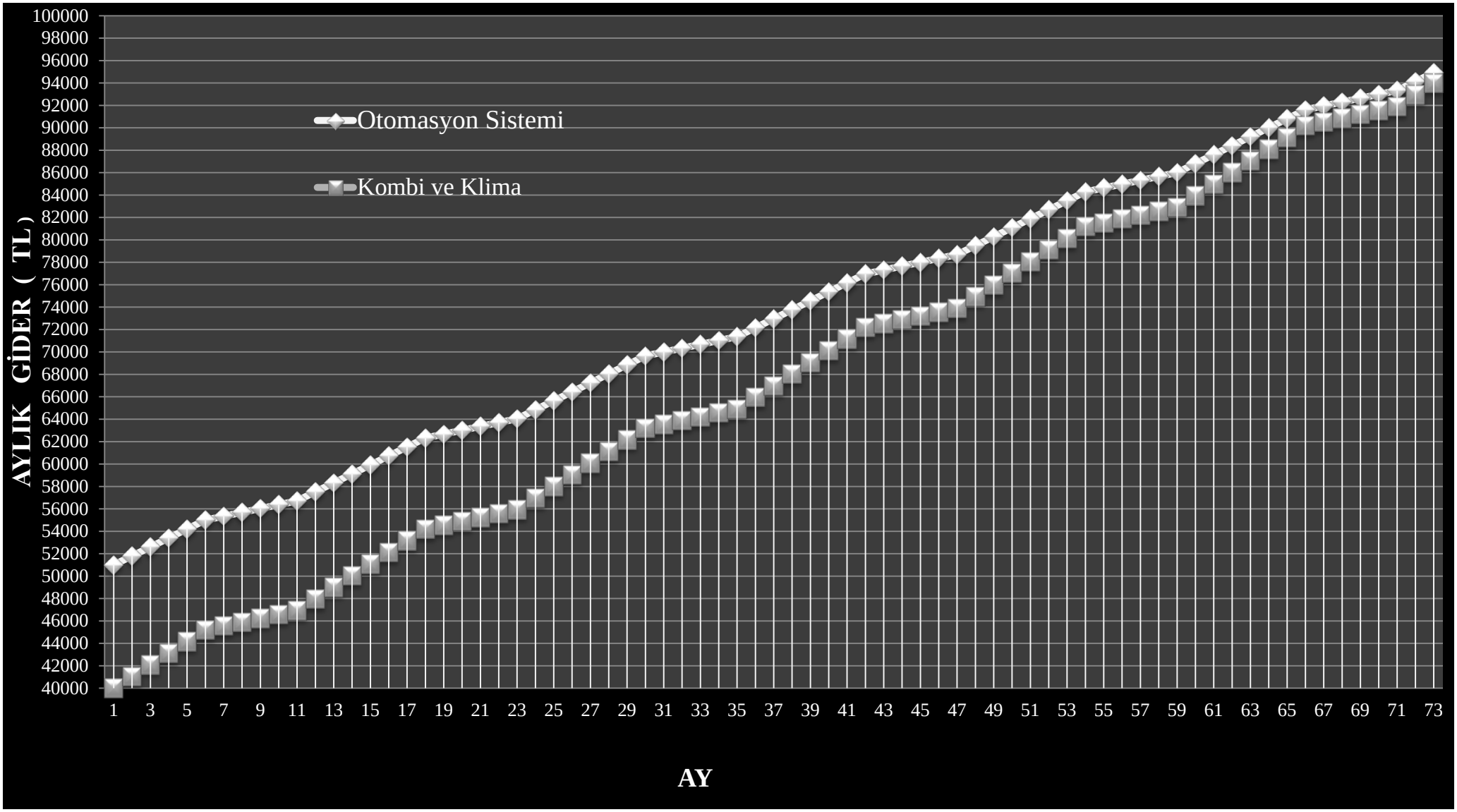
- Isınma + Sıcak Su Tüketimi = 1470 m^3/ ay x 0.53 TL/m^3+ 145 w + 24 saat x 30 gün x 0,21659 TL / kW = 801 TL / Ay

- *Kombinin kış şartlarında maksimum kapasite ile çalıştığında saatlik doğalgaz tüketimi 8,3 m^3 / h dir ($B : Q/Hu \; x \; n$). Cihaz günde ortalama 16 saat çalışıp ve ortalama 4 m^3 / h tüketim yaptığı kabul edilmiştir. Ancak otomasyon sistemi ile birlikte hareket ederek dış hava sensorlarından alınan sıcaklık değerlerine göre vanaların kumandası, açık kapı pencere durumu, evde insan bulunması durumuna göre, iç sıcaklık değerinin konfor standartlarına ulaşmasından sonra kendiliğinden off moduna geçmesi vb gibi nedenlerden dolayı cihaz günde 13 saat çalışır ve ortalama saat'te 4 m^3 / h tüketim yapmaktadır.*

Tablo 4.7. Villa'da otomasyonlu, otomasyonsuz sistemlerin kıyaslaması

		Otomasyonsuz (Model 1)			Otomasyonlu (Model 2)			
		Isıtma	Soğutma	Toplam	Isıtma	Soğutma	Toplam	Sonuç
İlk Yatırım Maliyeti (TL)		40.000			51.000			% 20
Yaz Şartları İşletme Giderleri (TL)		70	363	433	70	273	343	
Kış Şartları İşletme Giderleri (TL)		1040	-	1.040	801	-	801	
Enerji Tasarrufu Oranı	Elektrik	1785 KW /AY			1365 KW /AY			% 23
	Doğalgaz	1920 Nm3/ AY			1470 Nm3/ AY			
Amortisman		Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	Yaz Şartları İ.G.		Kış Şartları İ.G.	
		433 TL / AY		1040 TL / AY	343 TL / AY		801 TL / AY	68Ay

(Not : Yaz ayları 5 ay , kış ayları 7 ay olarak hesaplanmıştır.)



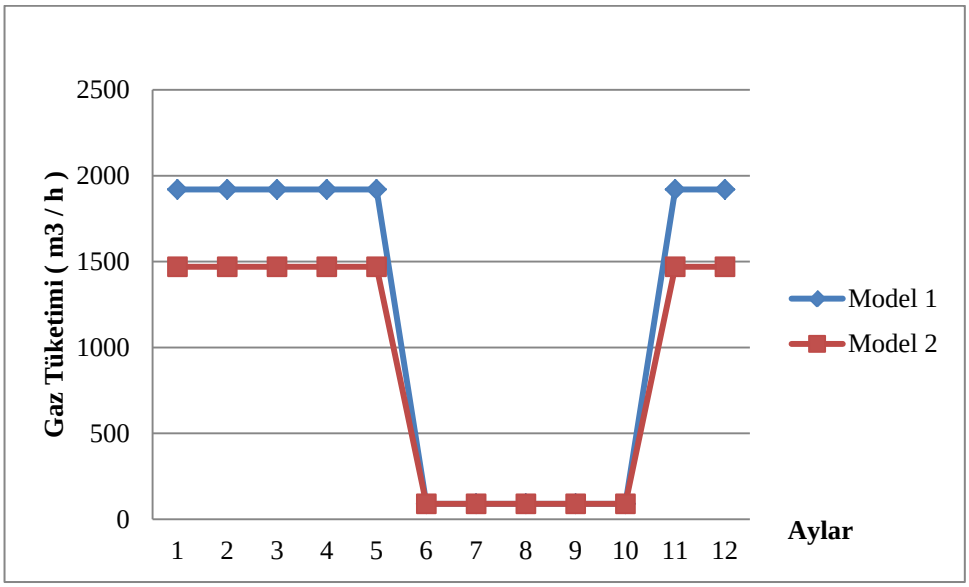
Şekil 4,79. Klima ve kombi sistem ile ev otomasyon sistemi tüketim giderleri (kümilatif artışlı)

4.5.1.4.Enerji Verimliliği Karşılaştırılması

- Konvansiyonel sistemlerden oluşan Model 1 otomasyon sistemi olan Model 2'ye oranla toplamda ortalama % 22 daha verimli olduğu görülmektedir. Bu nedenle enerji verimliliği bakımından ev otomasyon sistemi avantajlıdır.

- Model 2 'de sistem hassasiyeti üst seviyededir. Örneğin sabah saatleri ve öğle saatlerinde dış hava sensoru tarafından ölçülen faklı sıcaklık değerleri ana kumanda paneline iletilir. Bu değerler set değerleri ile karşılaştırılır ve bu değerlere göre otomatik kontrol vanaları kontrol edilir. Dolayısıyla kombi dış hava sıcaklığına göre çalışmış olur ve muazzam bir enerji tasarrufu sağlanır.

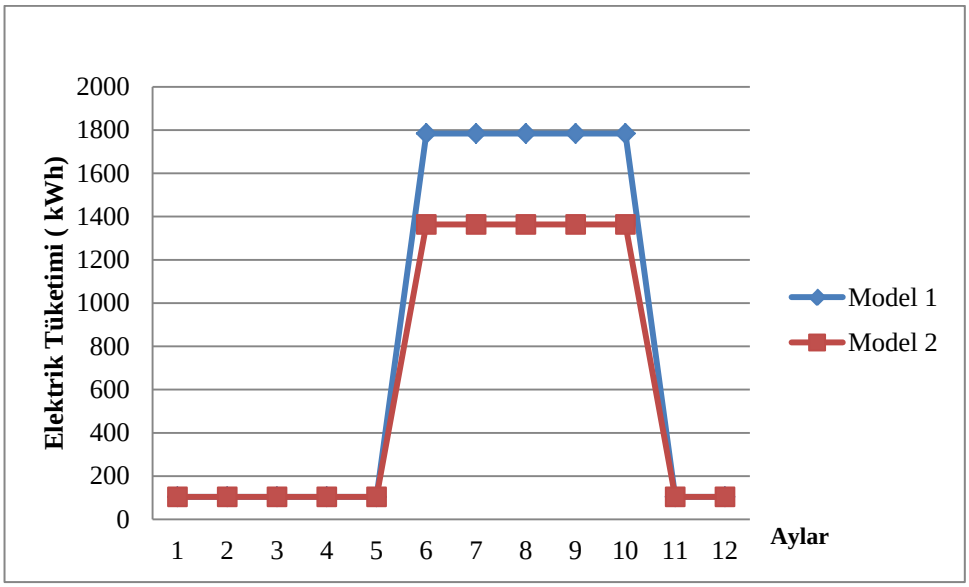
- Ev otomasyon sistemi sayesinde ısıtma cihazının kullandığı fosil yakıt olan doğalgaz kullanımı % 23 oranında azalmıştır. Bu verilere ait grafik aşağıdaki gibidir. Grafikte de göründüğü gibi yaz aylarında gaz tüketimi azalmakta dolayısıyla otomasyon sistemi verimi göreceli olarak düşmektedir. Ancak kış aylarında kombi kullanımının artması ile birlikte verim artmaktadır.



Şekil 4.80. Model 1 ve Model 2 gaz tüketim değerleri

- Ev otomasyon sistemi ile açık kapı ve pencere izleme özelliği mevcuttur. Bu sistem ile herhangi bir kapı veya pencere acık olduğunda sistem uyarı vermekte ve otomatik olarak kendini kapatmaktadır, kapı veya pencere kapatılmadan ısıtma cihazları aktif hale getirilememektedir. Böylelikle büyük oranda enerji kaybının önüne geçilir.

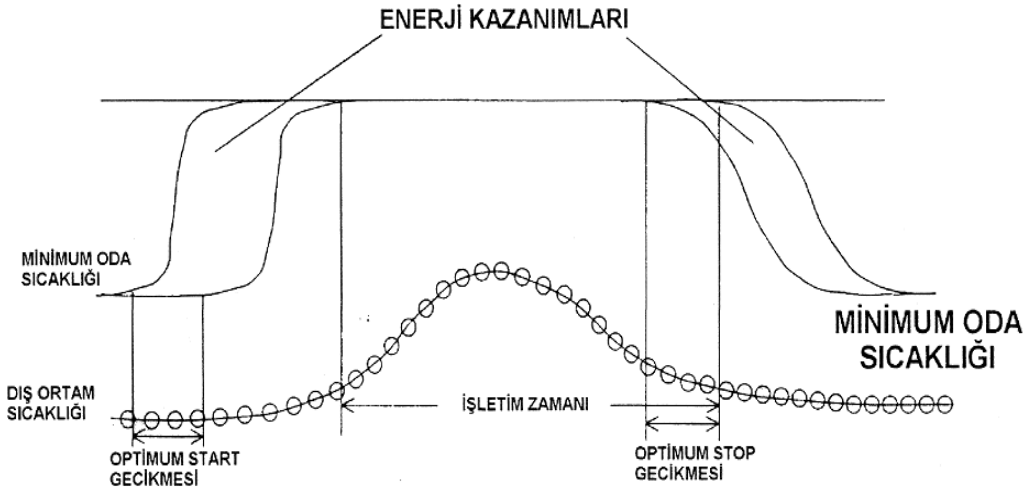
- Enerji verimliliği kıyaslamasında önemli kalem olan elektrik enerjisi tüketimine bakılacak olursa Model 2 olarak kodlanan bina otomasyon sisteminin burada da önde olduğu görülecektir. Söz konusu değerlere bakılarak kışın elektrik enerjisi tüketiminin az olduğu ancak yaz şartlarında klima cihazlarından kaynaklanan tüketim nedeniyle sistemler arasında fark oluştuğu gözlenmektedir. Grafikten de okunduğu gibi yaz şartlarında otomasyon sisteminin ısıtma ve soğutma ekipmanlarının kullandığı elektik enerjisi bakımından % 21 tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 4.81. Model 1 ve Model 2 elektrik tüketim değerleri

- Yukarıda bulunan elektrik enerjisi tüketim değerlerine aydınlatma giderleri dâhil değildir. Ev otomasyonu aydınlatma sistemleri bakımından incelendiğinde konfor avantajının yanında enerji tasarrufu da sağlamaktadır. Örneğin evden acil çıkmanız gerektiğinde tek bir tuşla tüm ışıklandırma kapatılabilir böylece ihmale dayalı tüketim kayıplarının önüne geçilebilir. Ayrıca ışık şiddetini dış ortam değerlerine göre ayarlanabildiği için günün her saatinde aynı şiddette aydınlatma yapılmaz. Bunun gibi etkileride göz önüne alındığında olası elektrik enerjisi tasarrufu % 21 aşmaktadır.

- İç ortam sıcaklığı konfor şartlarının üzerine çıktığında genel olarak insanlar kapı veya pencereleri açarak ortam havalandırması yapmaktadır. Buda enerji kaybı demektir. Otomasyon sistemi ise iç hava sensoru sayesinde konfor şartlarına ulaştığında otomatik olarak ısıtma sistemini veya soğutma sistemini devre dışı bırakarak önemli oranda enerji tasarrufu olanağı sağlamaktadırlar.



Şekil 4.82. Optimum start stop zamanından kaynaklanan enerji kazanımı

- Otomasyon sistemleri aynı zamanda tesisatta meydana gelen hata ve arızalı tek merkezden kontrolü ile ve hangi cihazların verimsiz çalıştığını ve performansını belirleme önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca bu sistemler ile iş gücünden de tasarruf sağlanmaktadır.

- Tüm bu otomasyon sistemlerinin kullanımı ile meydana gelen verimli enerji kullanımı maliyetler açısından önemli artılar yarattığı gibi çevresel etkiler yönünden de büyük avantajlar sağlamaktadır. Model 2'den Model 1 göre çevreye yılda ortalama 6000 kg daha az CO_2 salınımı olmaktadır.

4.5.1.5.Konfor Karşılaştırılması

- Kombi ve klimadan oluşan Model 1 iklimlendirmesinde dış ortam sıcaklığına göre cihazların yönetimi manüel yapılmalıdır buda konfor eksikliğine neden olmaktadır. Model 2 'de ise akıllı ev otomasyonu dış sıcaklık değerlerine göre iç ortam sıcaklığına verdiği komutlarla kendisi hükmetmektedir.

- Ev otomasyon sistemi ile iç mahal sıcaklıklarını evinize ulaşmadan iş yerinden veya internet üzerinden dünyanın herhangi bir yerinden müdahale etme imkânının mevcuttur. Örneğin eve ulaşmadan yarım saat önce cep telefonu aracılığıyla sistem set değerler için on moduna getirilebilir ve siz eve ulaşmadan mahaller iklimlendirilmiş olmaktadır.

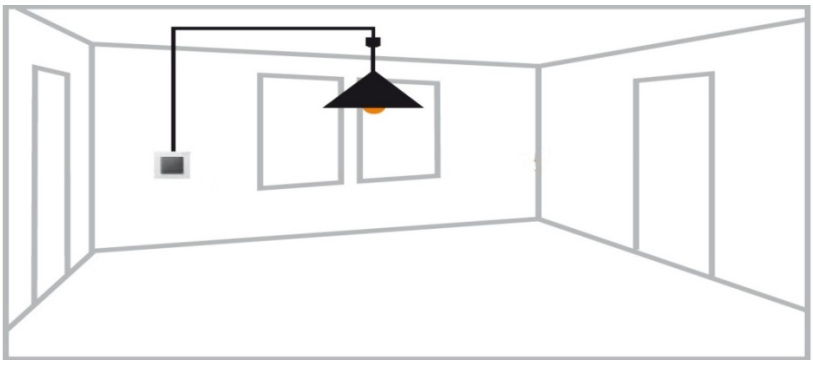
- Bu sistem ile tek bir tuşla birden fazla cihazı hassas kontrolünü sağlayabilirsiniz**.**

4.5.2.Aydınlatma Sistemleri

Yapılarda bulunan aydınlatma sistemleri tüm gider kalemleri içinde önemli bir paya sahiptir. Bu bölümde önceki bölümlerde'de yapıldığı gibi önce sadece standart bir aydınlatma sistemi ve otomasyon kontrolünde olan bir aydınlatma sistemi tanımları yapılacaktır. Ardından bu sistemlerin maliyet, enerji verimliliği, konfor etkileri yönünden incelenecektir.

►Otomasyonsuz aydınlatma (Model 1)

İlk durumdaki sistemde aydınlatma manüel olarak kullanılan kontaklar ve akkor ampuller ile sağlanmaktadır. Aydınlatma elemanları odalardan ayrı ayrı kontrol edilir. Herhangi bir uzaktan kontrol mevcut değildir. Kabaca tüm binada aydınlatma sistemi olarak 10 adet akkor lamba, ,kontaklar ve kablolama mevcuttur. Sistem maliyeti ortalama 3000 TL olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.83. Tek bir oda için Model 1 sistem şeması

Otomasyonlu aydınlatma (Model 2)

Otomasyon sistemi elemanları oda kontrol ünitesi, kontaktör ve lamba duy ünitesidir. Merkezi üniteden girilen senaryolar ile tüm odalar kontrol edilebilir. Senaryosuz kullanım içinde oda oda veya tüm konut için kontrol seçenekleri mevcuttur. Merdiven aydınlatması için hareket sensorlu aydınlatma armatürleri ve tüm aydınlatma lambalarıda tasarruflu florasan lambalardan seçilmiştir.

- Merkezi Ünite - 1 adet 1600 TL / ad
- Oda Kontrol Ünitesi - 8 adet 500 TL / ad
- Kontak - 8 adet 40 TL / ad
- Florasan Lamba - 8 adet 10 TL / ad
- Hareket Sensörlü Lamba - 2 adet 50 TL / ad

Elektrik Kontağı: Merkezi ünite veya oda kontrol ünitesinden aldığı bilgiler doğrultusunda elektrik lambalarını kontrol eden ekipmandır.

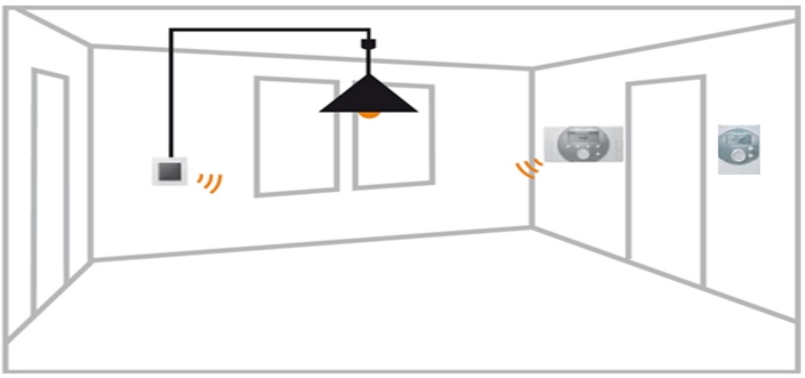


Florosan Lamba: Akkor ampullere oranla daha verimli olan bu lambalar ilk olarak 1939 kullanıldı**.** Günümüzde ekonomik olmaları nedeniyle sıklıkla tercih edilen florsan lambalar, kullanım ömürleri ve yüksek ışık şiddetleri (Lümen) en önemli avantajlarıdır.



Hareket Sensörlü Lamba: Dış uyarıya bağlı olarak aydınlatma sağlayan lambalardır. Belirli bir süre dış ortamdan hareket algılanmazsa söner ve tekrar belirli bir kapsama alanında hareketli bir cisim algıladığında yanar.





Şekil 4.84 Bir oda için aydınlatma otomasyonu ekipmanları ve florasan lamba

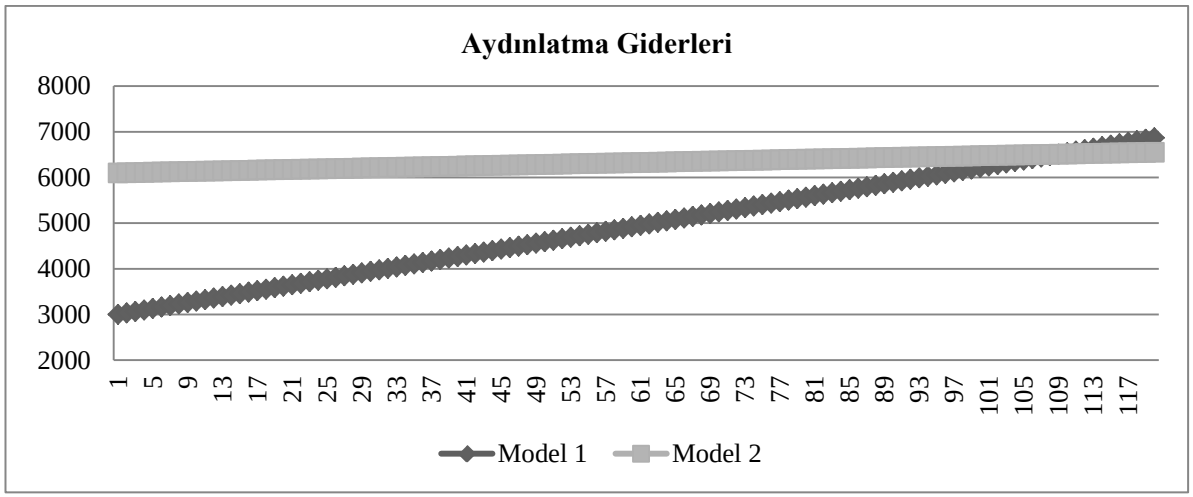
4.5.2.1.Maliyet Karşılaştırması

Söz konusu sınıflandırmada odaların ortalama ışıklandırma süresi konvansiyonel sistemlerinde günde ortalama 5 saat, otomasyon sisteminde ise ihmal ve unutmaya dayalı iyileştirme, antre ve holdeki lambalarda bulunan hareket sensorları vasıtası ile günde ortalama 3 saatlik bir kullanım öngörülmüştür. Ayrıca florasan lamba kullanımında akkor lambaya göre önemli oranda elektrik enerjisi tasarrufu sağlandığı bilinmektedir.

Tablo 4.8. Aydınlatma sistemleri maliyet karşılaştırması

	Model 1	**Model 2**
Günlük Ortalama Kullanım Süresi	5 Saat	3 Saat
Ortalama Gücü	100 Watt	20 Watt
Sistemi yatırım maliyeti	3000 TL	6100 TL
Aylık Tüketim Miktarı [30 gün x (100)/ (20) x(5) /(3) x kW]	15 kW	1,8 kW
Kwh fiyatı	21,659 krş / kwh	21,659 krş / kwh
Aylık Tüketim Bedeli (10 Lamba için)	32,5 TL	3,8 TL
Fark	**28,7 TL**	

Aydınlatma sistemlerinin karşılaştırmasında iki sistem arasında ayda 28,7 TL gider farkı oluştuğu gözükmektedir. Yukarıdaki değerler dikkatle incelendiğinde ve ilk yatırım maliyetlerini de düşündüğümüzde pahalı olan aydınlatma otomasyon sistemi yaklaşık 109 ayda kendini maliyetini karşılamaktadır.



Şekil 4.85. Aydınlatma giderleri ve zaman

4.5.2.2.Enerji Verimliliği Karşılaştırması:

- Bu iki sistem arasındaki en önemli fark tükettikleri elektrik enerjileridir. Bu değerler maliyet hesaplamalarına da yansımaktadır. Tabloda da görüldüğü gibi aylık 13.2 Kw elektrik enerjisi tasarrufu sağlanmıştır. Dolayısı ile sadece aydınlatma sisteminde Model 2, Model 1 e göre % 88 daha verimlidir.

- Sıradan bir ampulün sağladığı aydınlatma şiddeti 940 lümen iken verimli lambanın sağladığı aydınlatma şiddeti 1.200 lümen'dir. Yani, takılan her bir verimli florosan lamba çıkarılan ampulden % 28 daha fazla aydınlatma sağlamaktadır.

- Otomasyon sistemi ve enerji verimli ampul kullanılarak aylık ortalama 150 kg CO_2 salınımı önlenebilir. (http://karbonayakizi.gte.com.tr/)

4.5.2.3.Konfor Karşılaştırması

- Aydınlatma sistemleri otomasyonu ile senoryalar belirleyebilir, siz evden içeri adım atar atmaz daha önceden belirlediğiniz lambalar yanabilir veya hızlı bir şekilde dışarı çıkmanız gerektiğinde tek bir tuşla tüm binanın aydınlatma sistemine hükmedebilirsiniz.

- Enerji verimli ampuller akkor ampullere oranla daha güçlü aydınlatma sağlarlar buda kullanılan ortamda konfor artışına neden olmaktadır.

- Hareket sensoru bulunan antre ve hol gibi alanlarda manüel olarak kontrol olmadığından önemli bir konfor avantajı söz konusudur.

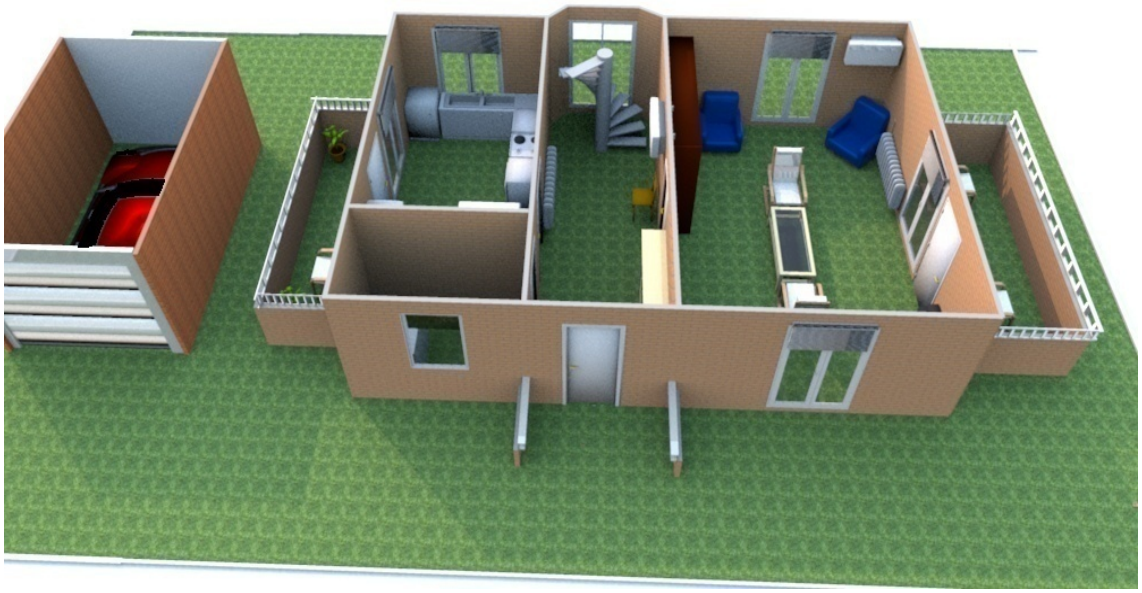
- Hareket sensörlü dış lambalar sayesinde pasif güvenlik sistemi oluşturulmuş olur.

4.5.3.Güvelik, Bahçe Sulama, Perde, Garaj Kapısı Otomasyonu

Binalarda enerji verimliliği sağlamak için en önemli otomasyon tipleri ısıtma, soğutma, aydınlatma gibi elemanlardır. Ancak binalardaki otomasyon konfor açından değerlendirildiğinde güvenlik, bahçe sulama, pencere ve garaj kapısı otomasyonları ön plana çıkmaktadır. Bu otomasyon tipleri lüks sınıfına girdiğinden çok fazla tercih edilmemektedir ancak uygulamada diğer sistemlerle birlikte çalışırlar ve enerji verimliliği ve maliyet açısından tamamlayıcı konumundadırlar. Bu bölümde bu sistemlerin detayları, avantaj ve dezavantajları ele alınacaktır.

►Otomasyonsuz (Model 1)

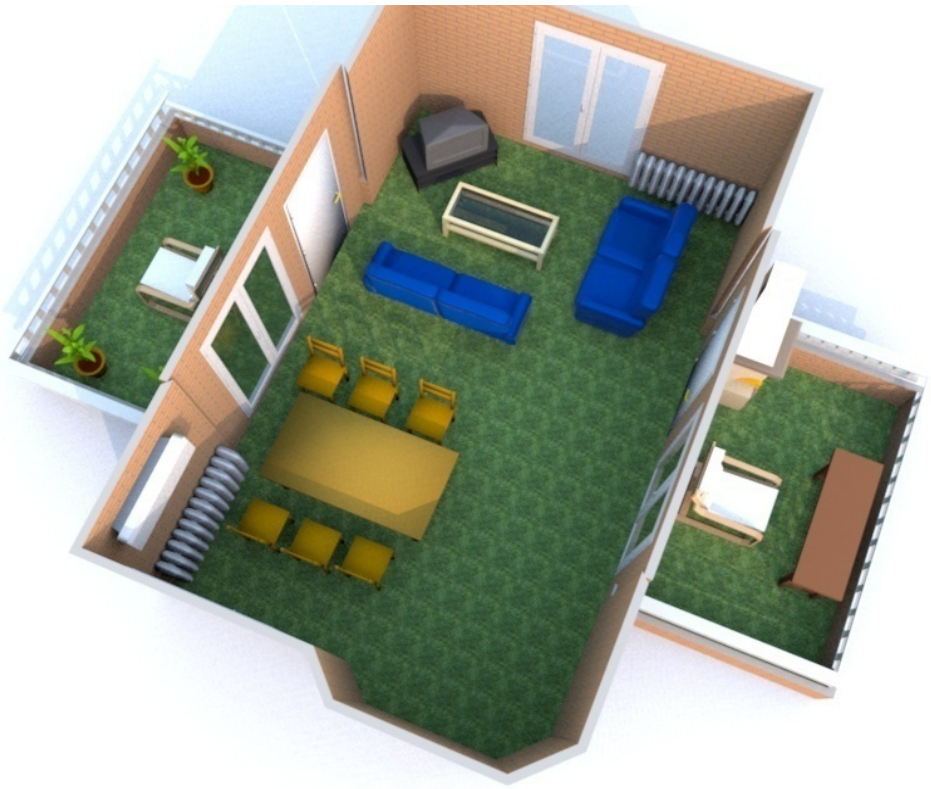
İlk olarak güvelik, bahçe sulama vb gibi otomasyon sistemleri bulunmayan bir yapı ele alınarak tanıtılacaktır. Bu yapıda bir güvelik sistemi ve yangın alarm sistemi, sulama sistemi mevcut değildir. Pencere ve panjur, garaj kapısı açılıp kapanması manüel olarak yapılmaktadır.



Zemin kat



1.Kat



Çatı Katı

Şekil 4.86. Güvenlik, sulama vb için Model 1 şeması

►Otomasyonlu (Model 2)

Bu başlıkta'da güvelik , bahçe sulaması, pencere veya kapı detektörü, garaj kapısı açma kapama vb gibi bileşenlerden oluşan sistem tanıtılacaktır.

- Merkezi Ünite - 1 adet 1600 TL /ad
- Oda Kontrol Ünitesi - 8 adet 500 TL / ad
- Pencere kapı dedektörü - 11 adet 150 TL / ad
- Duman Detektörü - 10 adet 50 TL / ad
- Pencere kapı kontakları - 12 adet 30 TL / ad
- Garaj kapısı açma kapama kontağı - 1 adet 30 TL / ad
- Bahçe sulama - 2 adet 30 TL / ad

1.Pencere-Kapı Detektörü: Konutta bulunan pencerelere veya kapılara monte edilebilir. Pencere yâda kapılar belirli bir süre açık kaldığında otomatik olarak ısıtma ve soğutma sistemini devre dışı bırakır ayrıca evden ayrılırken pencere ve kapıların açık kalması durumunda bilgi verir.



2.Duman Detektörü: Genellikle mutfak ve hollere konulur. Merkezi üniteye anlık raporlama yaparak güvelik önlemi sağlar. Yangın çıkması durumunda dumanı tespit eder ve alarmı başlatır. Sistemde yangın alarmını SMS veya e-posta ile önceden belirlenmiş yerlere bildirir.



3.Panjur ve Perde Kontakları: Bu otomasyon elemanı ile pencere ve panjur birleştirip merkezi olarak çalıştırabilir, zamanlayıcı ile otomatik kumanda edilebilir. Perde ve panjur sistemine bağlı elektrik motorunu devreye sokar yada devreden çıkarır.



4.Garaj Kapısı Açma-Kapama Kontağı: Garaj kapısında bulunan elektrik motorunu açılıp kapanması sağlayan elemandır. Merkezi üniteden aldığı senaryolara göre veya manüel olarak alınan girdilere göre çalışabilir.



5.Bahçe Sulama: Bahçe sulama ekipmanı olarak kontak adaptörü kullanılır. Bahçeyi sulamakta kullanılan su motorunun elektrik enerjisi kesilip açılarak kontrol edilir.

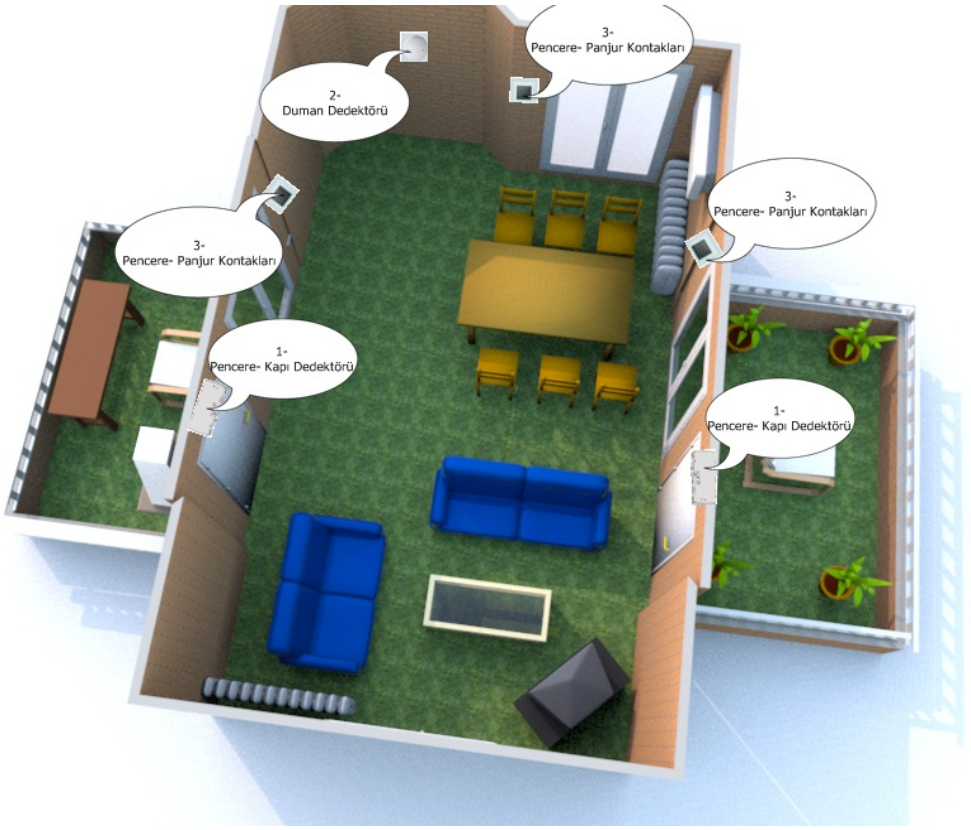




Zemin Kat



1.Kat



Çatı Kat

Şekil 4.87. Güvenlik, bahçe sulama vb için Model 2 şeması

4.5.3.1.Maliyet Karşılaştırması

- Tüm sistem ortalama maliyeti 8200 TL olarak hesaplanmıştır. Bu tutara dair bir geri ödeme süresi hesaplanması yapılmayacaktır. Bunun nedeni ise bu ekipmanların direk olarak bir enerji tasarrufu sağlamamasıdır.

4.5.3.2.Enerji Verimliliği Karşılaştırması

- Güvelik, Bahçe Sulama, Perde, Garaj Kapısı Otomasyonu belirli oranda enerji tüketmektedir. Dolayısı ile enerji verimli değildirler ancak özellikle kapı ve pencere detektörleri sayesinde ısıl verim artışı nedeni ile verimli pozisyona gelirler.
- Bahçe sulaması otomasyonu kullanılan suyun verimli ve etkin kullanılması açısından avantaj sağlamaktadır.

4.5.3.3.Konfor Karşılaştırması

- İstenildiğinde garaj kapısı için zamanlı ve senaryolu seçenekler mevcuttur. Siz dış kapınızı kilitledikten belli bir süre sonra garaj kapısı kendiliğinden açılır ve yine belirli bir süre açık kalıp kendiliğinden kapanabilir.

- Bahçe sulaması için günün istenildiği saatlerinde devreye girmesi, istenildiği kadar açık kalması ve tekrar devreden çıkması için merkezi üniteden saat seçenekleri ayarlanarak kullanılabilir.

- Perde ve panjurlar için senaryolar dâhilinde siz eve girdiğinizde ve evden çıktığınızda kendiliğinden açılıp kapanabilir. Ayrıca tatil modu veya gece, gündüz modu gibi senaryo seçenekleri ile tek merkezden tüm perde ve panjurlar kontrol edilebilir.

- Güvenlik uygulamalarında da otomasyon sistemi konforlu bir seçimdir. İsterseniz senaryo belirleyerek pasif koruma sağlayabilir, isterseniz sensorlar vasıtası ile aktif güvenlik önlemleri alabilirsiniz. Örneğin evden çıkmadan tek bir tuşla tüm kapı ve pencerelerin kilitli olduğundan emin olabilirsiniz veya duman sensorları ile herhangi bir yangın ihtimaline karşın siz evde olmasanıza sms aracılığıyla sistem sizi uyarmaktadır. Aynı şekilde siz evde olduğunuzda da dış mahaller için uygulanabilen hareket sensorları ve CCTV üniteleri ile tam güvenlik sağlanabilir.

- Ev otomasyon sistemleri istenildiğinde iklimlendirme ve güvelik uygulamalarının haricinde bahçe sulaması, uyandırma alarmı, otomatik garaj ve dış kapı açılıp kapanması, televizyon – radyo kontrolleri, panjur açılıp kapanması, vb gibi birçok farklı alanda konfor seçenekleri sunmaktadırlar.

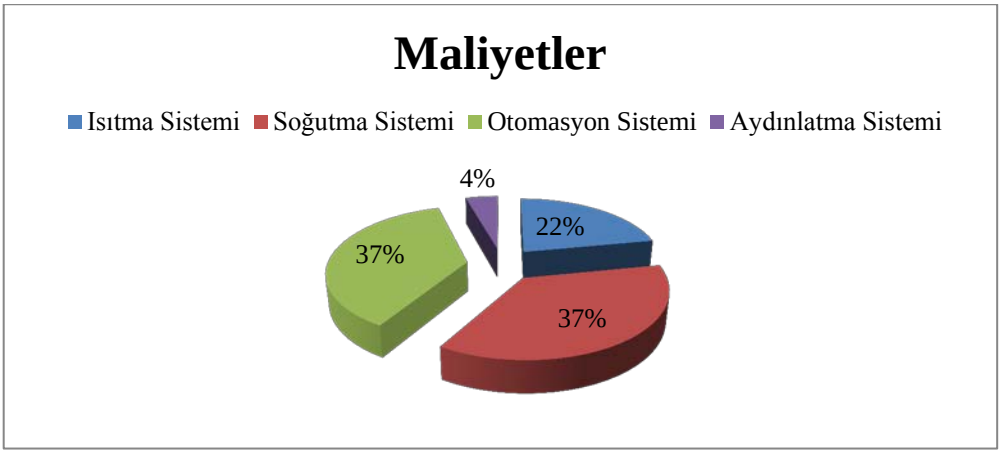
- Akıllı binalarda bir diğer konfor ve güvenlik uygulaması deprem algılama sistemidir. Dairenin dışında zemine monte edilen deprem detektörü dikey P dalgalarını algılayarak önceden uyarı sağlamaktadır. Böylece depremden saniyeler önce otomasyon cihazına verilen komut ile elektrik, doğalgaz kesilerek güvenliğinizi sağlar.

- Bu uygulamalar sayesinde tek bir tuşla birden çok sistemi çalıştırabilir veya çalışma şiddetlerini ayarlayabilirsiniz. Örneğin bir tuşla televizyon açılıp, panjurlar kapanabilir ve ışıklar söndürülebilir böylece televizyon izlemek için gerekli ortam sağlayabilirsiniz.

- Evinizde bulunmasanız bile SMS veya bilgisayar vasıtası ile evdeki kapı ve pencerelerin açık veya kapalılığından haberdar olabilir, bahçe sulama sistemini harekete geçirebilirsiniz.

4.5.4.Otomasyon Sistemlerinin Etkileri

Yukarıda her eve rahatlıkla uygulanabilen bir ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik otomasyon sisteminin ilk yatırım tutarlarının, işletme giderlerinin ve enerji verimliliklerinin karşılaştırılması birlikte yapılmıştır. Bireysel konutlar ülkemizde en yaygın yapı stoğu olduğundan diğer kıyaslamalara nazaran daha detaylı inceleme yapılmıştır.



Şekil 4.88. İlk yatırım maliyetleri oranları

Yukarıdaki daire grafiğinde, yapıda bulunan ısıtma sistemi, soğutma sistemi, aydınlatma sistemi ve bunlarla birlikte otomasyon sisteminin toplam yatırım giderleri içindeki payları gösterilmiştir. Otomasyon sistemi toplam içinde % 37 pay ile önemli bir yatırım kalemidir. Sadece ısıtma ve soğutmada yıllık 3150 m^3 dogalgaz, 2103 kw elektrik enerjisi tasarrufu sağlayarak 68 ayda, sadece aydınlatmada ise yıllık 158 kw elektrik enerjisi tasarrufu sağlayarak 109 ayda kendi maliyetlerini sübvanse ettikleri daha önce vurgulanmıştı. Söz konusu tüm sistemler birlikte kullanıldığında ise 82 ayda kendi ilk yatırım tutarını sübvanse ettiği tablodan anlaşılmaktadır. Ayrıca enerji verimliliği yönünden değerlendirildiğinde tüm sistem verimi % 23 olmaktadır. Diğer yandan otomasyon kullanılarak toplam yıllık 6150 kg CO salınımı engellenmiş olmaktadır. Bu değerlere göre bina, BACS enerji verimliliği sınıflandırmasında termal ve elektrik enerjisi acısından A sınıfına girmektedir ayrıca, EN 15232: 2007 Enerji performansı sınıfı fonksiyon sınıflandırmasında ise ısıtma–soğutma kontrolü ve aydınlatma kontrolünde B sınıfında bulunmaktadır.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çağımızın en önemli sorunu olan enerji arz-talep dengesinin arz yönünde bozulması için en büyük enerji talep kalemlerinden biri olan binalarda ısıtma ve soğutma, aydınlatma sistemlerinin verimliliğinin arttırılması gerekmektedir. Binalarda kullanılan otomasyon sistemleri ihtiyaç olan bu verim artışının sağlanmasının yanında konfor ve kullanım kolaylığı sağlaması nedeniyle incelmeye değer ve önemli bir konudur.

Çalışmada kullanım amacına göre 5 farklı bina için ısıtma-soğutma, aydınlatma, güvenlik sistemleri ele alınmıştır. 5 farklı bina alınmasının sebebi yapının kullanım amacının iklimlendirme, aydınlatma ve güvenlik sistemi ve otomasyonlarını ne şekilde etkilediğinin araştırılmasıdır. İlk olarak ele alınan Avm binasında büyük zonların sabit sıcaklık aralığında tutulmasını sağlamasını ve temiz, taze hava ihtiyacını karşılaması nedeniyle VAV (değişken hacimli havalandırma) sistemi otomasyonu kullanılmıştır. Avm haftanın yedi günü yoğun olarak kullanıldığından otomasyon ile yüksek bir verim artışı sağlanmıştır. İklimlendirme sistemi otomasyonu toplam yatırım maliyet içerisinde % 28 paya sahip olmasına rağmen elektrik ve doğalgaz tüketiminde % 23 verimi arttırarak yaklaşık 36 ayda amortisman sağlamaktadır. Aydınlatma sisteminde yüksek kullanım ömürleri nedeniyle genellikle LED armatürler kullanılmıştır. Güvenlik sistemi kapı önü detektörleri, yangın algılayıcılar, CCTV kameraların ortak kullanımı ile sağlanmıştır.

İkinci olarak ele alınan yapı olan otellerde, kişinin konforuna göre aynı anda farklı zonlarda yüksek hassasiyette ısıtma-soğutma yapabilmesi nedeniyle dört borulu fancoil sistemi otomasyonu kullanılmıştır. Otel odasında devamlı kullanım olmadığından varlık uygulaması sistemi ön plandadır, kişi odaya girdiğinde otomasyon harekete geçmektedir ve odadan çıkınca önceden belirlenen set değerlenirde bazal modda çalışmaktadır. Otel iklimlendirme sistemi otomasyonu toplam yatırım maliyeti içerisinde oda sayısı kadar birim otomasyon içerdiğinden % 35 paya sahip olmasına rağmen elektrik ve doğalgaz tüketiminde % 25 verimi arttırarak yaklaşık 49 ayda amortisman sağlamaktadır. Aydınlatma ve güvenlik sistemlerinde'de bireysel kullanım ön planda olup kişi odaya girdiğinde devreye girmektedir. Aydınlatma armatürleri dimmerler ile kontrol edilerek gerektiği kadar aydınlatma sağlanır. Ayrıca otel odalarında CCTV ünite kullanılmaz.

Bir diğer özel yapı ise ameliyathanelerdir, ameliyathanelerde gerekli hava debisi ve pozitif basıncın kolaylıkla ayarlanabilmesi, santraldeki herhangi bir sorunda diğer ameliyathanelerin etkilenmemesi, yarım debi çalışma prensibinin kolay olması gibi nedenlerle çoğunlukla tek zonlu iklimlendirme sistemleri otomasyonu kullanılmaktadır. Ameliyathane iklimlendirme sistemi otomasyonu toplam yatırım maliyeti içerisinde % 43 paya sahip olmasına rağmen elektrik ve doğalgaz tüketiminde % 25 verimi arttırarak yaklaşık 42 ayda amortisman sağlamaktadır. Ameliyathanelerde verimden çok hijyen ve konfor ön planda tutulmuştur. Üç kademe filtreleme, oda içerisinde kullanılan hava kalite, gaz, parçacık sensörleri, pozitif basınçla sağlanan lineer hava akımı sayesinde hijyen sağlanır. Bu otomasyonda önemli olan çok hassas konfor şartlarının ve hijyenin tek merkezden hızlı, etkin kontrolüdür.

Kongre merkezi ve rektörlük binasında ise kamusal kullanım için bir örnektir. Bu yapıda dört borulu fancoil sistemi ile ısıtma sağlanmaktadır, ayrıca havalandırma santrali ile merkezi havalandırma mevcuttur. Kamu binalarında kullanım saatleri belirli olduğundan zaman senaryolu otomasyon sistemi ve pompalar için kullanılan frekans

inverlerleri verim artışı sağlamaktadır. Kongre merkezi ve rektörlük binası iklimlendirme sistemi otomasyonu toplam yatırım maliyeti içerisinde % 24 paya sahip olmasına rağmen elektrik ve doğalgaz tüketiminde % 34 verimi arttırarak yaklaşık 43 ayda amortisman sağlamaktadır. Aydınlatma sisteminde ise tüketim ekonomikliği nedeniyle kompakt florasan ampuller kullanılmıştır. Kapalı devre kamera sistemleri, yangın ile devreye giren toplu yönlendirme yapan ses sistemleri ve springler güvenlik otomasyonu olarak adlandırılabilir.

Son olarak Türk halkının % 70'sinden daha fazla oranda yaşadığı modern betonarme müstakil konutlarda kullanılan otomasyon sistemi ele alınmıştır. Ele alınan konuttaki ısıtma-soğutma sistemleri yaygın olarak kullanıldığından dolayı kombili ısıtma, klimalı soğutma şeklinde varsayılmıştır. Bu yaygın olarak kullanılan ısıtma soğutma sistemlerine entegre edilebilen bir otomasyon sistemi tanıtılmış etkileri üzerinde detaylı olarak durulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre ev otomasyon sistemi konvansiyonel sistemlere göre ilk yatırım maliyeti ortalama % 37 yüksek olmasına rağmen ortalama 82 ayda maliyetini karşılamaktadır. Diğer otomasyon sistemlerinin konfor etkileri ise detaylı olarak anlatılmıştır. Enerji verimliliği açısından iki sistem karşılaştırıldığında ev otomasyon sistemi enerji tüketimi açısından % 22 ila % 24 arasında daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu iki sistemi konfor bakımından değerlendirecek olursak enerji verimliliği paralelinde sonuçlar karşımıza çıkar. Ev otomasyon sistemi gerek uzaktan kontrol imkânları, güvenlik olanakları, hassaslığı, zamanlama seçenekleri, senaryolu çalışma olanağı, birden çok cihazı tek noktadan kontrol edilebilmesi gibi artıları nedeniyle kullanıcısına konforlu bir ortam sağlamaktadır.

Tablo 5.1. Otomasyon uygulanan sistemlerinin kıyaslanması

	İlk Yatırım Maliyetleri İçindeki Payı (%)	Enerji Tasarruf Oranı (%)	Amortisman Süresi (AY)
AVM	28	22	36
OTEL	35	25	45
AMELİYATHANE	43	24	47
KONGRE MERKEZİ	24	25	62
VİLLA	20	23	68

Yapı / Etki	AVM	OTEL	AMELİYATHANE	KONGRE MER.	VİLLA
ENERJİ VERİMLİLİĞİ	► İç ve dış hava sıcaklıkları ölçülerek anlık ısıtma-soğutma, havalandırma yük durumu kontrolü sağlanması ► Yoğunluk kontrolü (veya zaman senaryosu) ile verim artışı ► Otomasyon sisteminin uygulanması ile % 22 lik bir enerji tasarruf oranı sağlanmıştır.	► Varlık kontrolü uygulaması yapılarak, müşteriler tarafından tutulmayan odalarda iklimlendirme , aydınlatma gibi sistemlerin tamamen durdurulması , tutulan odalarda ise kişi odada olup olmamasına göre sistemin aktive olması gibi senaryolarla kontrolü olanağı ► Otomasyon sistemi uygulması ile % 25 enerji tasarruf oranı sağlanmıştır.	► Bilgisayar destekli son derece hassas sensörler ile senaryolu iklimlendirme olanağı ► Kullanılan otomasyon ile yakıtlardan enerjide % 24 oranında tasarrufu sağlanmıştır.	►Belirli zamanlar içerisinde devreye girerek gereksiz ve kullanım dışı iklimlendirme ve aydınlatmanın önlenmesi ► Akışkan şartlandırma ünitelerinin inverterler ile kontrolü ►Otomasyon senaryosu ile insan güçünden tasarruf ►Otomasyon sisteminin sağladığı iyileştirme nedeniyle % 25 oranında tasarruf sağlanmıştır.	► Kapı,pencere ve aydınlatmanın unutmamaya dayalı kayıplarını önleyerek verim artışı ► Sıcaklık ekipmanlarının optimum start stop kontrolü sağlanması ►Konuttta kullanılan tüm otomasyon sistemleri hesaplandığında enerji tasarrufu oranı % 23 olmaktadır.
KONFOR	►Merkezi kontrol paneli ile kolay ve hızlı kullanım ►Bilgisayarlar üzerinden sıcaklık,, arıza uyarılarını	► Kişisel konfor taleplerine göre esnek kullanım olanağı sağlanması ► Hassas sıcaklık ,nem kontrlü ve kontrol sistemlerine kolay ulaşım	► Isıtma ,soğutma , nem , partikül , gaz , basınç ,aydınlatma , gibi sistemlerin tek merkezden doktor veya görevliler tarafından kontrolü ► Son derece hassas konfor şartlarının ve hijyen şartlarına hızlı uyum olanağı	► İklimlendirme sistemlerinin kullanımı ve bakımında etkinlik ► Kongre merkezi ışıklandırma ve ses sistemleri ile etkinliklerde üst düzey performas	► Yaygın olarak kullanılan ısıtma soğutma , aydınlatma sistemlerine kolay emtegre edilebilme ► Zaman ve varlık senaryolu kolay ve etkin kullanım
MALİYET	► Avm iklimlendirme sisteminde toplam ilk yatırım maliyetleri içerisinde % 28 paya sahiptir. ► Elde edilen tasarruf nedeniyle yaklaşık 36 ayda amortisman sağlamaktadır.	► Otel iklimlendirme sistemi için yapılan hesaplamalara göre toplam ilk yatırım maliyetleri içerisinde % 35 paya sahiptir. ► Enerji tüketimindeki tasarruf nedeniyle yaklaşık 45 ayda amortisman sağlamaktadır.	► Ameliyathane iklimlendirmesi için yapılan hesaplamalara göre toplam yatırım maliyetleri içinde % 43 paya sahiptir. ►Otomasyon sistemi ile sağlanan yakıt tasarrufu nedeniyle ortalama 47 ayda amortisman sağlamaktadır.	► Kongre Merkezi iklimlendirme sistemi için yapılan hesaplamalara göre toplam ilk yatırım maliyetleri içerisinde % 24 paya sahiptir. ► Yaklaşık 62 ayda amortisman sağlamaktadır.	► Otomasyon sistemi % 20 paya sahiptir. ► Sadece ısıtma ve soğutmada 68 ayda, sadece aydınlatmada ise 109 ayda kendi maliyetlerini sübvanse eder. Söz konusu tüm sistemler birlikte kullanıldığında ise 82 ayda kendi ilk yatırım tutarını sübvanse etmektedir.

Tablo 5.2. Beş farklı bina için kullanılan otomasyon sisteminin enerji verimliliği, konfor, maliyet kıyaslaması

Otomasyon sistemleri çok yüksek oranlarda verim ve konfor artışı sağlamasının yanında eğer söz konusu bu sistemlerinin seçiminde dikkatli davranılmaz, projenin en başından beri veriler dikkatle incelenmez ve konusunun ehli, bu konuda eğitimli profesyonel kişilerden yardım alınmaz ise yüksek maliyetlere başarısız, verimsiz sistemler inşa edilir. Bu çalışma ve binalarda kullanılan otomasyon sistemleri üzerine yapılmış değer çalışmalar ışığında binalarda kullanılan otomasyon sistemlerinin seçimi ve verimli bir şekilde çalışması için bazı öneri ve değerlendirmeler aşağıda sırayla belirtilmiştir:

1. Bina otomasyon sisteminin seçimi eğer mümkünse konutun mimari ve tesisat projelendirilmesi aşamasında yapılmalıdır. Sonradan mevcut ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerine ilave edilen bina otomasyon sistemleri genellikle istenilen verimde çalışmamaktadır. Ayrıca yapıya sonradan ilave edilen otomasyon sistemleri ilk yatırım maliyetlerini de yükseltir.

2. Binalarda kullanılan otomasyon sistemlerinin verimleri incelendiğinde: günlük veya aylık bina iklimlendirme süreleri, ısıtma-soğutma-havalandırma yükleri ve iklimlendirilen mahallerin boyutları (otomasyon zon etki alanı) en önemli parametrelerdir.

3. Bir bina otomasyon sisteminin seçiminde en önemli önceliğimiz sistemin beklentilerimizi karşılama oranı olmalıdır. Bina bulunduğu ortam, kullanım şekli ve yapısı gereği bazı otomasyon gereçlerine gereksinim duymuyor olabilir veya bazı noktalarda da normalden fazla hassas olunması gerekebilir. Örneğin bir hastane iklimlendirme otomasyonunda hijyen birinci plana çıkarken, sera otomasyonunda sıcaklık ve nem ön plandadır. Dolayısıyla sistemin uygulanacağı mahaller ile ilgili tüm bilgiler ve öncelikler dikkatlice değerlendirilmelidir.

4. Otomasyon sistemlerinin seçiminde maliyet ve verimlilik dengesi iyi gözetilmelidir. Uygulanacak otomasyon sisteminin teknolojik kapsamı ile enerji verimliliği ve konfor etkinliği arasında dikkatli incelenmesi gereken bir bağlantı vardır. Eğer gereğinden fazla etkin ve kapsamlı bir sistem seçilirse enerji yönetim giderleri enerji harcamalarından fazla olabilir.

5. Bakım onarım faaliyetleri kurulu ev otomasyon sistemleri için çok önemli bir gider kalemidir. Bu nedenle söz konusu bu sistemlerin bakımının mülk sahibinin yapabilecek seviyede basit ve kolay olması gerekmektedir. Ayrıca kullanılan sensor, damper gibi sistem elemanlarının herhangi bir arıza anında kolayca erişilebilecek yerlere monte edilmesi ve gerektiğinde otomasyon sisteminin hızlı bir şekilde bypass edilebiliyor olması gerekmektedir.

6. Bina otomasyon sistemi uygulanması, sistemin seçimi kadar önemlidir. Otomasyon sistemi ister müstakil tek kat, isterse büyük alışveriş merkezleri için kullanılsın sistemin bütün uygulama detayları kullanıcı (operatör) tarafından öğrenilmeli, gerekiyorsa bu konunun eğitimi alınmalıdır.

7. Kullanıcı ev otomasyon sistemi için gerekli hazırlıkları yaptıksan sonra bu tür ekipmanları tedarikçileri arasında fiyat performans değerlendirme için pazar araştırması yapmalıdır.

8. Ev otomasyon cihazlarının en önemli özelliklerinden biride mevcut iklimlendirme elemanlarının arıza ve problemlerini tek noktadan kontrolüne imkân vermesidir. Dolayısı ile sistemlerin seçiminde bu tür özellikler dikkate alınmalıdır. Ayrıca tüm sistem ile ilgili raporlama yapılması yapının enerji özelliklerini öğrenilmesi açısından önemlidir.

9. Ayrıca bilinmesi gereken bir gerçek de bina otomasyon sistemlerinin iyi yalıtılmamış, iyi konumlandırılmamış, tesisatı özenli projelendirilip uygulanmamış yapılara verim açısından yapabilecekleri sınırlıdır.

KAYNAKÇA

[1] ATABAŞ İ. , ARSLAN M. UZUN İ. Şubat 2007, Isıtma Sistemlerinin Otomasyonu ve İnternet Üzerinden Kontrolü, Akademik Bilişim 2007, Kütahya

[2] ABB 2009, Smart Home and Intelligent Bulding Controls ,Technical Handbooks ,Heidelberg Germany , Page 1-23

[3] ARSLANOĞLU N. ,2009, İklimlendirme Sistemlerinde İç Ortam Şartlarının Optimizasyonu ve Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa

[4] Alarko Carrier Teknik Bülten Nisan 2007 ,Hava koşullandırma ,8760 Saatlik Bina Enerji Analizi , Sayı 21 Sayfa 1-4

[5] ASHRAE Hong Kong Cheapter Technical Workshop ,18-26 Nisan 2007 , Fundamentals of HVAC Kontrol systems , Sf :1-53 , Hong Kong,China

[6] ABB 2008 , Varieble Air Volume Systems , Application Notes , Helsinki Finland

[7] Aktif Mühendislik ,OCP-6 Ameliyathane Kontrol Panosu Teknik Broşür ,2009

[8] BAYRAKTAR M. SCHULZE T. , YILMAZ Z. Ocak 2011, Binalarda Enerji Simulasyonları İçin Veri Toplama Listeleri Aracılığıyla Veri Yönetimi Modelinin Oluşturulması, Mühendis ve Makine Dergisi, sayfa 61-72

[9] BAŞARAN T. , ÇİFTÇİ B. Temmuz 2009, İzmir'deki Bir Bina İçin İklimlendirme ve Aydınlatma Enerji Yüklerinin Azaltılmasına Yönelik Parametrik Bir Çalışma, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayfa 47-52

[10] BİLGİN A. ,Mart 2011, Kazanlarda Enerji Verimliliği ve Emülsiyonlar, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayfa 59-65

[11] BAYER S. 1993, Isıtma, Havalandırma Klima Sistemlerinde Genel Otomatik Kontrol Uygulamaları, Teskon Bildirisi, Ankara

[12] BAYSAL R. , 2008, Akıllı Binalarda Enerji Yönetimi ve Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

[13] Bina Otomasyon Sistemi Örnek Proje , http://www.matrikstr.com

[14] ÇİMEN L. Haziran 2008, Bina Otomasyon Sistemleri, Türkiye Tesisat Mühendisleri Odası Dergisi Dergi No: 33

[15] CO_2 Salınım Hesaplama , http://karbonayakizi.gte.com.tr/

[16] Çömez C.Ekim 2006, Akıllı Bina Uygulamaları, Elektrik Mühendisleri Odası Yayın Organı, İstanbul

[17] COŞKUN C. , OKTAY Z. Aralık 2008, Yeşil Enerji Etkin Akıllı Villalara Yönelik Özgün Bir Tasarım, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul

[18] COŞKUN C. , OKTAY Z. Şubat 2010, Enerji Tasarrufu Perspektifinde Bir Kampus Binasının Enerji Taraması Çalışması, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayfa 49-55

[19] ÇİLİNGİR Ü, Ekim 2011 ,Binalarda Enerji Verimliliği ve Otomasyon Çözümleri , . Schneider Electric , İstanbul ,

[20] DUZELBAYEV N. ,2009, Akıllı Binalarda Kontrol Elemanlarının İncelenmesi, Yüksek Lisan Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[21]Değişken Hacimli Havalandırma Tesisat Bilgileri : http://www.koclarklima.com/tesisat-bilgileri.html

[22] ENGİN Y. Nisan 2007 Birbiri ile Yarışan Gökdelenler, Türkiye Hazır Beton Birliği Teknik Ofis Yayın Organı, İstanbul

[23] Elektro- Kalori Fiyat Listesi : http://www.elektro-kalori.com.tr/rep/fiyatliste1.pdf

[24] ERCAN S. , Mayıs 2009, Bina Otomasyon Sistemi ile Devreye Alma İşlemleri ve Diğer Sistemlerle Bilgi Alış Verişi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İstanbul

[25] Enerji Verimliliği Strateji Belgesi , http://www.enver.org.tr/

[26] GÖKÇEN G., YAMAN C. ,AKIN S., AYTAŞ B., POYRAZ M , KALA E. TOKSOY M., Aralık 2009 , Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu(KEP-SDM) İçin Geliştirilen Enerji Sertifikalandırma Yazılımı (KEP-İYTE-ESS) , Tesisat Mühendisliği Dergisi ,Sayfa 14-23

[27] GÖKSU S. Haziran 2010, Akıllı Bina Uygulamalarında Maliyet Artışının Geri Kazanım Süreç Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya

[28] HEPBAŞLI A. Eylül 2007, Binalarda Enerji Kullanım Performansının Değerlendirilmesi, Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, Dergi No: 51, Sayfa 12-18

[29] HEPBAŞLI A. ,Mart 2007, Enerji Verimliliği Kanunu ve Bilinmesi Gerekenler, Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği Semineri, İzmir

[30] http://en.wikipedia.org/

[31] KARACA H. , Haziran 2008, Otomatik Kontrol ve Otomasyon Sistemlerinin Vazgeçilmez Elemanları: Sensorlar, Türkiye Tesisat Mühendisleri Odası Dergisi, Dergi No: 33

[32] KÜÇÜKALİ R. , Eylül 2003, Klima Sistemlerinde Enerji Ekonomisi ve Uygulama Örnekleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayfa 19-37

[33] KÜÇÜKBAKIRCI C. 2006, Bir Mikro Denetleyici Tabanlı Akıllı Ev Sıcaklık ve Aydınlatma Otomasyonu Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze

[34] KEÇEBAŞ A. ,YABANOVA İ. , OGUZ Y. ,NEŞE S. YUMURTACI M. Mayıs 2011, Akıllı Evlerde Güvenlik Sistemleri ve Eğitimsel Bir Uygulama, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11) , Elazıg

[35] KUTLU R. Ofislerde Enerji Ekin Aydınlatma Sistemleri , İstanbul Kültür Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü Sf: 154-162,Ataköy İstanbul

[36] LİN C. , C. FİDERSPIEL C. , AUSLANDER D. 2007 Multi-Sensor Single-Actuator Control of HVAC Systems, University of California, Berkeley, National Science Foundation, Grant No: 0088648

[37] MARO O. , Ekim 1995, Bina otomasyonu, II Ulusal Tesisat Mühendisleri Kongresi Bildirisi, İzmir

[38] MOBEDİ M. 2008, Hastane Hijyenik Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yayınları, İzmir

[39] Milli Egitim Bakanlığı ,MEGEP 2007, Elektrik Elektronik Teknolojisi Kitabı , Sayfa 4-9 , Ankara

[40] MAZZACANE S. ,GİACONİAC. , COSTANZO S. ,CUSUMANO A. , LUPO G. , Ventilation Systems And Thermal Conditions in Operating Rooms ,İtaly

[41] NURDİL E. Mart 2011, Konut Dışı Binaların Yıllık Enerji İhtiyaçlarının İncelenmesi, Tesisat Mühendisleri Dergisi, Sayfa 5-10

[42] OKTAY GÜVEN K , 2003 , Ameliyathanelerde Hijyenik Klima Tesisatı ,VI Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi , İzmir , Sayfa : 1-16

[43] ÖZEL F. , ZAFER HANÇER M. , Hastanelerde İklimlendirme Sistemleri , Koçlar Klima Teknik Bilgiler , 2010 ,Ankara

[44] ÖZCAN U. , Eylül 2008, Günümüz Mimarisinde Kullanılan HVAC Sistemleri, Mimariyle Olan İlişkileri ve High-tech Yapılarda Uygulama Örnekleri, Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[45] SÖNMEZ M. Haziran 2006, Akıllı Binalarda Teknik Teknolojik Sistemler ve Enerji Sisteminin Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul

[46] Siemens Synco Living Ev Otomasyonu : http://www.siemens.com.tr/SyncoLiving

[47] SIEMENS BELGIUM , Mayıs 2010, Realization and content of standart EN 15232 , Bulding Technologies

[48] TÜRKMEN B. , Mart 2011, Pompa Tesisatlarında Enerji Verimliliği ve Sistem Seçimi; Pompa, Boru ve Tesisat Yaklaşımı, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İstanbul, Sayfa 5-8

[49] TOSUNER M. 2008 , Kocaeli Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi , Elektrik Bölümü, Otomasyon Atölyesi Ders Notları , Sayfa 1-34

[50] TUZCE G. , ATAMTÜRK A .Ekim 2009 ,LLP Erasmus Staj Sunusu , PERSEİDA S.L ,Sevilla , İSPANYA

[51] TUZCE G. , ATAMTÜRK A .Ekim 2009 ,LLP Erasmus Staj Sunusu , PERSEİDA S.L ,Sevilla , İSPANYA

[52] TOKSOY M , 1993 , Teskon Bildiri, Isıl Konfor ,Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ,Bornova İzmir , Sayfa 591-640

[53] TUNAY GENÇOGLU M. , Akıllı Evler , Fırat Üniversitesi ,Mühendislik Fakültesi ,Eletrik Eletronik Mühendisliği Bölümü , Elazığ

[54] TUNCER K. , Mart 2011 ,Binalarda Enerji Verimliliği Performansı Yönetmeligi Metodoloji , Makine Mühendisleri Odası Teknik Birim , İskendurun

[55] UYLUKÇUOGLU E. ,Mayıs 2009, Otomotiv Sanayinde Enerji Verimliliği ve Enerji Tasarruf Olanaklarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul

[56] YAKUT K. ,KORU M. ŞENCAN A. Hvac Sistemlerinde Kontrol Sistemleri ve Enerji Tasarrufu, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İstanbul

[15] YUMURTACI M. KEÇEBAŞ A. Mayıs 2009, Akıllı Ev Teknolojileri ve Otomasyon Sistemleri, 5. Uluslarar İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09) ,Karabük

[57] YAMAN C. , Kasım 2010, Siemens Gebze Tesisleri Yeşil Bina, Tesisat Mühendisleri Odası, Sayfa 39-46

[58] http://binaotomasyonusistemleri.blogspot.com/

[59] YILDIZ Y. ,Temmuz 2011 , Leed Sertifikasyonu, http://www.yyildiz.com/makaleler/leed-sertifikasi-nedir.html

[60] 2009 Yılı Genel Enerji Dengesi , http://www.eie.gov.tr/

ÖZGEÇMİŞ

13.08.1985 tarihinde Bulgaristan / Kırcaali'de doğdu. 1989 yılında ailesiyle İstanbul'a göç etti. İlk ve orta öğrenimimi Yunus Emre İ.Ö.O. tamamladıktan sonra Bayrampaşa Anadolu Lisesine girmeye hak kazandı. 2004 yılında Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2009 yılında mezun olduktan sonra Trakya Üniversitesi Fen Bil. Ens. Makine Müh. Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

SEYHAN ÖZKAN