T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİNA ENERJİ ANALİZ VE SİMÜLASYON PROGRAMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İbrahim Halil KOZAN

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2021

Prof. Dr. Hüsamettin BULUT danışmanlığında İbrahim Halil KOZAN'ın hazırladığı **'' Bina enerji analiz ve simülasyon programlarının değerlendirilmesi''** konulu bu çalışma 06/01/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Danışman : Prof. Dr. Hüsamettin BULUT

ÜYE : Prof. Dr. M. Azmi AKTACİR

ÜYE : Dr. Öğr. Üyesi Nesrin İLGİN BEYAZIT

Bu Tezin Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Doç. Dr. İsmail HİLALİ

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
1.GİRİŞ 1
1.1. Enerji Analiz Simülasyon Programları 4
1.1.1. Ecotect 4
1.1.2. EnergyPlus 8
1.1.3. ESP-r 11
1.1.4. eQUEST 14
1.1.5. BepTR 19
1.1.6. Contam 24
1.1.7. DAYSIM 29
1.1.8. TRNSYS 34
1.1.9. Carrier HAP 37
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 44
3. MATERYAL ve YÖNTEM 55
3.1. Materyal 55
3.2. Yöntem 66
3.2.1. Carrier HAP 66
3.2.2. TRNSYS 67
3.2.3. BepTR 68
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 69
4.1. Carrier HAP Programında Enerji Analizi 69
4.2. TRNSYS Programında Enerji Analizi 107
4.3.BepTR Programında Enerji Analizi 125
4.4. Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR Simülasyon Programlarından Çıkan Sonuçların Karşılaştırılması 130
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 138
5.1. Sonuçlar 138
5.2. Öneriler 141
KAYNAKLAR 142
ÖZGEÇMİŞ 146
EKLER 147

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİNA ENERJİ ANALİZ VE SİMÜLASYON PROGRAMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İbrahim Halil KOZAN

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT
Yıl:2021, Sayfa: 162

Bina enerji analiz ve simülasyon programları, binaların tasarım ve işletme aşamalarında enerji performansını çevresel ve ekonomik parametrelerle ortaya koyan önemli araçlardır. Bu çalışmada, bina enerji analiz ve simülasyon programları tanıtılmış ve yaygın olan Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR programları örnek bina üzerinde kullanılarak programlar incelenmiştir. 8 katlı toplam 2703 m^2 alana sahip ve konut olarak kullanılan bir binanın enerji analizi yapılmıştır. Carrier HAP programında mimari projeye göre mahal ve zonlara ayrılarak enerji analizi ve simülasyonu yapılmıştır. TRNSYS ve BepTR programlarında bina tek zon olarak incelenmiştir. Seçilen binanın kat ve mahal bilgileri, kullanılan elektrikli cihaz bilgileri ve inşaat malzemeleri programlara tanımlandıktan sonra programların bina için hesapladığı yıllık tüketim miktarları, Carrier HAP programında 148 kW, TRNSYS programında 100 kW ve BepTR programında ise 121 kW olarak hesaplanmıştır. Carrier HAP programı diğer programlardan farklı olarak sadece binanın yıllık tüketimini değil ayrıca program içerisinde oluşturulan zonların da ayrı ayrı tüketimlerini göstermiştir. BepTR programı yapmış olduğu tüketim hesabına göre seçilen binayı C sınıfı bina tipine yani normal enerji verimli bina sınıfına yerleştirmiştir. Çok zonlu ve farklı kullanıma sahip binalarda esnek ve detaylı veri girişi olan ve hızlı ve görsel sonuçlar veren Carrier HAP gibi programlar seçilebilir. Bina kabuğu, bina elemanları ve enerji tüketen sistemler için farklı senaryolar belirlenip programın çalıştırılması ve karar mekanizmasının bu sonuçlara göre verilmesi gerektiği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: bina enerji analizi, simülasyon programları, enerji tüketimi

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION OF BUILDING ENERGY ANALYSIS AND SIMULATION PROGRAMS

İbrahim Halil KOZAN

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Hüsamettin BULUT
Year: 2021, Page: 162

Building energy analysis and simulation programs are important tools that reveal the energy performance of buildings with environmental and economic parameters during the design and operation stages. In this study, building energy analysis and simulation programs were introduced and the programs were examined using common Carrier HAP, TRNSYS and BepTR programs on the sample building. The energy analysis of an 8-storey building with a total area of 2703 m^2 and used as a residence was performed. In the Carrier HAP program, energy analysis and simulation were made by dividing them into spaces and zones according to the architectural project. In TRNSYS and BepTR programs, the building was examined as a single zon. After the floor and location information of the selected building, the electrical equipment used and the construction materials were defined in the programs, the annual consumption amounts calculated by the programs for the building were calculated as 148 kW in the Carrier HAP program, 100 kW in the TRNSYS program and 121 kW in the BepTR program. Unlike other programs, the Carrier HAP program showed not only the annual consumption of the building but also the consumption of the zones created within the program separately. BepTR program has placed the building we have selected according to the consumption calculation it has made into the C class building type, that is, the normal energy efficient building class. In buildings with multiple zones and different uses, programs such as Carrier HAP with flexible and detailed data entry and providing fast and visual results can be selected. It will be more appropriate to apply different scenarios on the building. Different scenarios should be determined for the building envelope, building elements and energy consuming systems and the program should be run and the decision mechanism should be determined according to these results.

KEY WORDS: building energy analysis, simulation programs, energy consumption

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulamasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Hüsamettin Bulut'a (Harran Üniversitesi), tezin hazırlanması konusunda tecrübelerini aktaran Arş. Gör. Yunus Demirtaş'a (Harran Üniversitesi) ve çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim

.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Ecotect programı açıldığında karşımıza çıkan ekran 6
Şekil 1.2. Ecotect programında malzeme seçiminin gösterimi 6
Şekil 1.3. Ecotect arayüzünün ve mimari yapılara ulaşan güneş ışınlarının yolunun gösterimi 7
Şekil 1.4. Ecotect programının örnek bir mimaride enerji analizi yaparken gösterimi 8
Şekil 1.5. EnergyPlus programında girilen dosyaların oluşturulmasını sağlayan IDF editörünün gösterimi 9
Şekil 1.6. EnergyPlus programı simülasyon yaparken izlediği yolun gösterimi 10
Şekil 1.7. EnergyPlus programında elektrikli ısıtma bataryasının ölçümü 10
Şekil 1.8. EnergyPlus programında egzoz fanı uygulaması 11
Şekil 1.9. ESP-r programında yapı modelinin tanımlanması 13
Şekil 1.10. ESP-r programında bir bölgenin sonuç analiz raporu 13
Şekil 1.11. ESP-r programında sonuç analiz kısmında psikrometrik değerlerin gösterimi 14
Şekil 1.12. eQUEST programında genel bilgilerin girilmesi 16
Şekil 1.13. eQuest programında pencere boyutlarının, yönünün ve malzeme türünün girilmesi 17
Şekil 1.14. eQUEST programına mahal bilgilerinin girilmesi 18
Şekil 1.15. eQUEST programının vermiş olduğu sonucunun gösterimi 19
Şekil 1.16. BepTR programı giriş ekranı 21
Şekil 1.17. BepTR programında zon oluşturma 22
Şekil 1.18. BepTR programında ısıtma sistemi ile ilgili bilgilerin 22
Şekil 1.19. BepTR programının vermiş olduğu enerji kimlik belgesi 23
Şekil 1.20. CONTAM programı başlangıç menüsü 25
Şekil 1.21. CONTAM programında sensör oluşturma 26
Şekil 1.22. CONTAM programında bul ve değiştir özelliği 27
Şekil 1.23. Contam ve CFD programlarının uyumlu çalışabilmesi için izlenecek yol 28
Şekil 1.24. CFD programında oluşturulan bölgenin CONTAM programında analizi 29
Şekil 1.25. DAYSIM programında ilk aşama olan bina bilgilerinin girilmesi 30
Şekil 1.26. DAYSIM programına bina modelinin tanıtılması 31
Şekil 1.27. DAYSIM programında simülasyon yapılması 32
Şekil 1.28. DAYSIM programında analiz aşamasının gösterimi 33
Şekil 1.29. DAYSIM programında sonuç çıktısı 33
Şekil 1.30. TRNSYS programında pompa ve güneş kolektörü sisteminin gösterimi 35
Şekil 1.31. TRNSYS programında pompa ile ilgili bilgilerin girilmesi 35
Şekil 1.32. TRNSYS programında güneş kolektörü ile ilgili bilgilerin girilmesi 36
Şekil 1.33. TRNSYS ve bazı programların hesaplamış oldukları sonuçlara göre güneş yüklerini karşılaştırılması 37
Şekil 1.34. Carrier HAP programında ülke, bölge, şehir, enlem, boylam, yükseklik, yaz sıcaklık ve kış sıcaklık değerlerinin seçimi 38
Şekil 1.35. Carrier HAP programında General tabının gösterimi 39
Şekil 1.36. Carrier HAP programında aydınlatma armatürleri, elektrikli ekipmanlar ve insanlardan yayılan ısının girildiği kısım 40
Şekil 1.37. Carrier HAP programında zon oluşturma 41
Şekil 1.38. Carrier HAP programında ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanması 42
Şekil 3.1. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön taraftaki açıdan gösterimi 56
Şekil 3.2. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön-sol çapraz gösterimi 57
Şekil 3.3. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön-sağ çapraz gösterimi 57
Şekil 3.4. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin üstten görünümü 58
Şekil 3.5. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında bodrum katın gösterimi 59
Şekil 3.6. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında zemin katın gösterimi 60
Şekil 3.7. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında 1-8.kata kadar olan katların gösterimi 61
Şekil 3.8. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında çatı katın gösterimi 61
Şekil 4.1. Carrier HAP programında Weather seçeneğinin ilk kısımda olduğunun gösterimi 70
Şekil 4.2. Adıyaman için girilen enlem, boylam, yükseklik, yaz kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları ve kış dizaynı için kuru ve yaş termometre sıcaklık değerlerinin gösterimi 71

Şekil 4.3. Schedule oluşturulurken karşımıza çıkan seçeneklerin gösterimi 72
Şekil 4.4. Carrier HAP programında Schedule ataması 73
Şekil 4.5. Seçimini yaptığımız binanın hangi günlerde çalışıp çalışmadığını gösteren seçenek 74
Şekil 4.6. Carrier HAP programında tanımlanan dış duvarın yapı elemanları ve U değeri..... 75
Şekil 4.7. İzoder programında tanımlanan dış duvarın yapı elemanları ve U değeri..... 75
Şekil 4.8. Carrier HAP programında çatıyı oluştururken kullanılan yapı elemanları ve çıkan U 76
değerinin gösterimi..... 76
Şekil 4.9. İzoder programında çatıyı tanımlarken kullanılan yapı elemanları ve çıkan..... 77
U değeri..... 77
Şekil 4.10. Carrier HAP programında tanımlanan tabanın yapı elemanlarının gösterimi ve çıkan U .. 78
değeri..... 78
Şekil 4.11. İzoder programında tanımlanan tabanın yapı bileşenleri ve çıkan U değeri 78
Şekil 4.12. Programda kullanılan U değeri ve gölgeleme faktörünün gösterimi …..... 79
Şekil 4.13. Carrier HAP programında 1,5 x 1,5 boyutlarında girilen pencere 79
Şekil 4.14. Bina için seçilen kapının U değeri 80
Şekil 4.15. Carrier HAP programına 100 mm x 220 mm boyutlarındaki girilen kapı 81
Şekil 4.16. Carrier HAP programının Space Properties tabının general kısmının çocuk odası
hacminin örnek gösterimi..... 83
Şekil 4.17. Carrier HAP programının Space Properties tabının Internals kısmının günlük oda
hacminin gösterimi..... 85
Şekil 4.18. Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki çocuk odası mahal 86
bilgilerinin gösterimi..... 86
Şekil 4.19. Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki mutfak bilgilerinin..... 87
gösterimi..... 87
Şekil 4.20. Carrier HAP programında Roofs, Skylights kısmındaki genç odası 1-8.kat mahal 88
bilgilerinin gösterimi..... 88
Şekil 4.21. Carrier HAP programında Infiltration kısmındaki çocuk odası mahal bilgilerinin
gösterimi..... 89
Şekil 4.22. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Conditioned Space
kısmında çocuk odası mahal bilgilerinin gösterimi..... 90
Şekil 4.23. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Unconditioned Space
kısmında salon 1-1.kat mahal bilgilerinin gösterimi 92
Şekil 4.24. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Slab Floor Below Grade kısmında enerji . 94
odası mahal kısmının gösterimi..... 94
Şekil 4.25. Carrier HAP programında Partitions tabındaki antre 1-8.kat mahal bilgilerinin gösterimi 96
Şekil 4.26. Carrier HAP programında ısıtma sistemi yapacağımız mahallerin genel gösterimi 97
Şekil 4.27. Carrier HAP programında ısıtma sisteminde mahaller -10 için General tabının örnek..... 98
gösterimi..... 98
Şekil 4.28. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components
tabındaki Spaces kısmının gösterimi..... 100
Şekil 4.29. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components
tabındaki Thermostats kısmının gösterimi 101
Şekil 4.30. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components
tabındaki Common Data kısmının gösterimi..... 102
Şekil 4.31. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Sizing Data tabındaki..... 103
bilgilerin gösterimi 103
Şekil 4.32. Carrier HAP programında mahaller-22 için rapor kısmında çıkan ısıtma yükü
değerinin gösterimi..... 105
Şekil 4.33. Carrier HAP programında mahaller-26 için rapor kısmında çıkan ısıtma yükü
değerinin gösterimi..... 106
Şekil 4.34. TRNSYS programında yönlerin kaç derecede olduğu ve açısının gösterimi 108
Şekil 4.35. TRNSYS programında hangi yönlerin kullanıldığının gösterimi..... 108
Şekil 4.36. TRNSYS programında proje tanımlama bilgileri …… 109
Şekil 4.37. TRNSYS programında ana menü ekranı ve izlenecek yolun gösterimi 110
Şekil 4.38. TRNSYS programında duvarın tanımlanması ve U değerinin gösterimi …… 111
Şekil 4.39. TRNSYS programında çatının tanımlanması ve U değerinin gösterimi 112
Şekil 4.40. TRNSYS programında taban kısmının tanımlanması ve U değerinin gösterimi..... 113
Şekil 4.41. TRNSYS programında 1,8 m x 2,2 m boyutlarındaki pencerenin gösterimi 114

Şekil 4.42. TRNSYS programında Infiltration Type tabının gösterimi 115
Şekil 4.43. TRNSYS programında konut mahalleri bilgilerinin gösterimi 116
Şekil 4.44. TRNSYS programında Heating Types tabında mahallerin oda sıcaklık değerinin 30°C olarak alındığının gösterimi 117
Şekil 4.45. TRNSYS programında Comfort Types tabının mahala göre tanımlanmasının örnek gösterimi 118
Şekil 4.46. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki People başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi 119
Şekil 4.47. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Lights başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi 120
Şekil 4.48. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Electrical Equipment başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi 121
Şekil 4.49. TRNSYS programında Zones tabının örnek gösterimi 122
Şekil 4.50. TRNSYS programının simülasyon çıktı gösterimi 123
Şekil 4.51. TRNSYS programında sıcaklık değerindeki dalgalanmaların gösterimi 124
Şekil 4.52. TRNSYS programında tüketim değerindeki dalgalanmaların gösterimi 125
Şekil 4.53. BepTR programında seçilen mimari yapı için kat oluşturma 126
Şekil 4.54. BepTR programında bölge seçimi, duvar ataması ve pencere çizimi 126
Şekil 4.55. BepTR programında ısıtma sistemi seçimi 127
Şekil 4.56. BepTR programında hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının gösterimi 128
Şekil 4.57. BepTR programında toplam ısı kaybı hesabının sayısal gösterimi 128
Şekil 4.58. BepTR programında binanın hangi tip bina sınıfına girdiğinin gösterimi 125
Şekil 4.59. BepTR programında sonuç formu 129
Şekil 4.60. Seçilen bina için enerji analizini yapan programların vermiş olduğu enerji tüketim sonuçlarının karşılaştırılması 130
Şekil 4.61. Carrier HAP programında enerji tüketimini belirleyen ısı kayıp unsurları 132
Şekil 4.62. Carrier HAP programında infiltrasyon değişiminin enerji tüketimine etkisi 133
Şekil 4.63. Carrier HAP programında penceredeki değişiminin enerji tüketimine etkisi 133
Şekil 4.64. Carrier Hap programında infiltrasyon, pencere, kapı ve duvar değişiminin enerji tüketimine etkisi 134
Şekil 4.65. BepTR programında duvar kalınlığı değişiminin enerji tüketimine etkisi 134
Şekil 4.66. BepTR programında duvar, pencere ve çatı değişiminin enerji tüketimine etkisi 135
Şekil 4.67. Carrier HAP ve BepTR programlarında yapılan değişikliklerin enerji tüketimine etkisinin karşılaştırılması 136

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. BepTR programında enerji sınıfları ve puanları 24
Çizelge 1.2. Enerji analiz programlarının özelliklerinin karşılaştırılması 43
Çizelge 3.1. Seçilen binadaki mahallerin alanları 62
Çizelge 3.2. Enerji analizi yapılacak olan binadaki mahallerde bulunan elektrikli cihazların yaydığı ısı miktarları 63
Çizelge 3.3. Elektrikli cihazlardan gelen ısı yükleri 64
Çizelge 3.4. Enerji analizini yaptığımız binadaki mahallere göre aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı yüklerinin gösterimi 65
Çizelge 4.1. TRNSYS programında Ventilation Types tabını tanımlarken farklı mahallerde kullanılan saatlik hava değişim sayısı 115

1.GİRİŞ

Günümüzde nüfusun artmasıyla birlikte konutlar artmıştır. Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle birlikte binalarda insan konforu için makine ve cihazların kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Bu durum binalarda daha fazla enerji tüketimine sebep olmuştur. Enerji tüketiminin artması, kişi başına düşen masrafı arttırmakta ve enerji kaynakları açısından yetersiz olan ülkemizde ekonomiye çok daha büyük bir yük olmaktadır.

Bina enerji analizi, bir mahalde, bir binada, bir iş yerinde veya bir öğrenci yurdunda ne kadar enerji kullandığını belirler. Bu tüketilen enerjiye göre de binanın yıllık tüketim masrafları belirlenmiş olur. Tüketim masraflarının belirlenmesiyle de mahallerde veya binalarda gerekli önlemler alınarak masrafların düşürülmesi sağlanır. Böylelikle de hem insanların bina için harcadığı maliyetler düşmüş olur hem de binanın çevreye verdiği zararlar hafifletilmiş olur.

Mimarlar tasarım aşamasında enerji analiz ve simülasyon programlarını kullanarak enerji tüketimi düşük binalar oluşturabilirler. Mimarlar binayı oluştururken binanın bulunduğu coğrafi bölgeyi dikkate alarak enerji tüketimi düşük bina yapı malzemeleri seçerek, binanın bulunduğu konumu güneş ışınlarının daha yoğun olarak geldiği açıya göre seçerek ve bina kabuğunu dikkate alarak binadaki enerji tüketimini azaltabilirler. Mimarların bina tasarım aşamasındayken binadaki enerji tüketimini azaltacak önlemleri alması çok önemlidir. Çünkü bina tasarım aşmasındayken önlemler alınmadığında sonrasında bina oluştuğunda enerji tüketimi bazı önlemler alınarak azaltılsa bile bu tasarım aşamasındayken alınan önlemler kadar etkili olmayabilir.

Binalarda enerji tüketimini azaltmak için verimliliği artırmak gereklidir. Binalar için günümüzdeki beklenti mahallerde yaşayan insanların istediği ısıl konforunu sağlaması ve bunları yaparken enerjinin verimli kullanılmasıdır. Fakat yaşadığımız dünyada konutların birçoğu enerjiyi istenilen seviyede kullanma

konusunda beklentilerin uzağında kalmaktadırlar. Ülkemizde harcanan enerjinin neredeyse %40'ı konutlar tarafından tüketilmekte ve elektrik için kullanılan enerjinin %50'den fazlası konutlardan kaynaklanmaktadır (Erdoğan ve Yılmaz (2012)). Tabi bu oran oldukça fazladır. Özellikle binaların tükettiği enerji miktarları için elde edilen bu verilerin 2012 yılında yapılan bir çalışma olmasına rağmen enerji tüketimindeki yerinin oldukça yüksek olması düşündürücüdür. Yine aynı çalışmada 2006 senesinde sanayide tüketilen enerjinin oranının yüzdelik olarak binalarda tüketilen enerjiden daha fazla olduğunu fakat enerji tasarrufu yapıldığında binalarda oluşacak tasarruf potansiyeli yüzdesinin sanayide oluşacak tasarruf potansiyeli yüzdesinden daha fazla olduğu görülmüştür. Bu tasarruf binalarda yapıldığında senelik ekonomik karşılığının altı milyar doları aşacağı hesaplanmıştır.

TÜİK verilerine göre 2050 yılına gelindiğinde ülkemizde bulunan insan sayısının 94 milyonu geçmesi beklenmektedir. Nüfusun sürekli artması enerji tüketimini arttıracak ve enerjiye olan önemin artmasına sebep olacaktır. Enerjiye olan talebin karşılanması için enerji üretiminin artırılmasına yönelik çalışmaların yanında enerjinin bilinçli kullanılması da gerekmektedir. Ülkemizde 2020 yılında birincil enerjiden ne kadar tasarruf edileceği ile alakalı enerji kurumu çalışma yapmış ve 220 milyonun üzerinde ton eş değer petrol birincil enerjinin %15'inin tasarruf edileceği yargısına varılmıştır. Binalarda elektrik enerjisi tüketiminde ilk sırada buzdolabı ondan sonra da aydınlatma bulunmaktadır. Buzdolabının tükettiği elektrik enerjisi %30 iken lambalarda bu oran %28'dir. Buzdolabının tükettiği enerjiyi azaltmak için enerjiyi daha az tüketen buzdolabı modelleri üretilmeye başlanmıştır. Enerji tüketimini artıran faktörlerden biri olan aydınlatma için enerji tüketimi daha tasarruflu olan LED teknolojisinin kullanımının artacağını ve 2020 yılında %75'e ulaşması öngörülmektedir (Doğan ve Kırkan, 2015).

Her ne kadar binalarda enerji tüketimi ülkemizde önemli bir yer tutsa da binalarda tüketilen enerjinin hangi faktörlerden ya da hangi sistemlerden kaynaklandığının bilinmesi ve ona göre önlem alınması da gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada Türkiye'de tüm enerji oranının yüzde yirmisinin binalardan kaynaklandığı ve konutlarda olan bu tüketimin de büyük kısmını HVAC sistemleri

olduğu açıklanmıştır. HVAC sistemi havalandırma, iklimlendirme ve ısıtmayı içeren sistemdir. HVAC sistemleri yaşamış olduğumuz mahallerin istenilen sıcaklığı ayarlayabilmemize ve istenilen kalitede hava oluşmasını sağlayan sistemlerdir. Tabi bu sistemlerin tüketimleri binanın olduğu coğrafik özelliklere göre değişmesine rağmen yine de çoğu binanın enerji tüketiminde önemli bir yer tutmaktadır. Yine aynı çalışmada HVAC sistemlerinden kaynaklanan enerji tüketiminin binalarda yüzde elli yedinin üstünde olduğu ve ısıtma ve soğutma enerji tüketiminin toplamdaki oranının %32'yi geçtiği gösterilmiştir (Özer, 2017).

Ülkemizde insan popülasyonun yükselmesinden dolayı şehirlerdeki oran 1990 senesinde yüzde elli ikiyi geçmişken 2008 senesinde bu oran yüzde yetmiş dördü geçmiştir. TÜİK istatistiklerine bakılırsa ülkemizde 2017 senesi itibarıyla tüm bina sayısı toplamı dokuz milyonun üstündedir ve bu binaların hemen hemen her yüz tanesinden seksen beşin üzerinde konut çeşidi binalar bulunmaktadır. Enerji konusuyla değerlendirildiğinde ise, 2015 senesinde yapı bölümünün enerji harcamalarının oranı yüzde otuz iki değerini geçmiş ve sanayide tüketilen enerjiyi geçmiştir. Konut sektörünün ülkemizde harcanan tüm enerji miktarındaki yeri neredeyse yüzde otuz beşlik kısmını kapsamaktadır (Yıldız, 2019).

Her ne kadar enerji tüketimindeki unsurlar arasında binaların tükettiği enerji konut, hizmet veya hizmet binaları olarak ayrılmadan toplam olarak gösterilse de konut ve hizmet binalarının tükettiği enerjiler birbirinden farklıdır. Yapılan bir çalışmada bu farklılığın üzerinde durulmuş ve konutlarda harcanan enerjinin yüzdelik olarak neredeyse yarısını doğal gazdan kaynaklanan tüketim oluşturduğunu fakat hizmet binaları için enerji tüketiminde harcanan enerjinin yüzdelik olarak yarısından fazlasının elektrik enerjisindeki tüketimden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Aynı çalışmada 2018 yılında binalarda harcanan tep enerjisinin 21,12 milyonu konut tipi binalardan, 11,88 milyonun ise hizmet binalarında harcandığı açıklanmıştır. Yapılan bu çalışmada konut tipi binaların hizmet tipi binalara göre daha fazla enerji harcadığı anlaşılmaktadır (Keskin ve Güven, 2020).

Günümüzde nüfusun artmasıyla ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte hem konut sayısı artmış hem de binaların tükettiği enerji miktarı artmıştır. Hiç şüphesiz tüm dünya ülkeleri için enerji kullanımı önem arz etmekte ve ayrıca ülkemiz gibi enerji kaynakları yönünden dışa bağımlı ülkelerde bu husus daha da önem kazanmaktadır. Hem ülkemizin enerji kaynakları yönünden dışa bağımlılığını azaltmak hem de bilinçli bir şekilde enerjiyi kullanarak hane başına düşen masrafları azaltmak için binalarda gereğinden fazla enerji tüketimini engellemek gerekmektedir. Bina enerji analiz ve simülasyon programları ile binalarda yıllık enerji tüketimi belirlenip, gereğinden fazla enerji tüketen binaları kolaylıkla seçilebilir ve bu binalarda enerji tüketimini azaltacak önlemler alınabilir.

Bu çalışmanın temel amacı, enerji analiz ve simülasyon programlarının genel tanıtılması ve örnek bir binanın yıllık tükettiği enerjiyi, enerji analiz ve simülasyon programlarıyla hesaplayıp karşılaştırmaktır.

1.1. Enerji Analiz Simülasyon Programları

Bina enerji analiz ve simülasyon programları bir binanın veya herhangi mimari projenin ısıtma ve soğutma yüklerini hesaplayarak bir yılda toplam tükettiği enerjiyi hesaplayan programlardır. Bina enerji analiz ve simülasyon programları binanın tükettiği enerjiyi hesaplarken, binanın olduğu coğrafi bölge, güneş ışığını aldığı süre, mahallerde kullanılan elektrikli aletler, mahalde bulunan insan sayısı ve bu insanların yapmış olduğu fiziksel aktiviteler ve binanın yapımında kullanılan malzemeleri dikkate alarak tüketilen enerjiyi hesaplar. Aynı zamanda ısıtma ve soğutma yüklerini hesaplayarak binanın ihtiyaç duyulan bu yükleri fazla kullanıp kullanmadığı da ortaya çıkmış olur. En çok kullanılan bina enerji analiz ve simülasyon programları Carrier HAP, TRNSYS, BepTR, EnergyPlus, Ecotect, ESP-r, eQUEST, Contam ve Daysim programlarıdır.

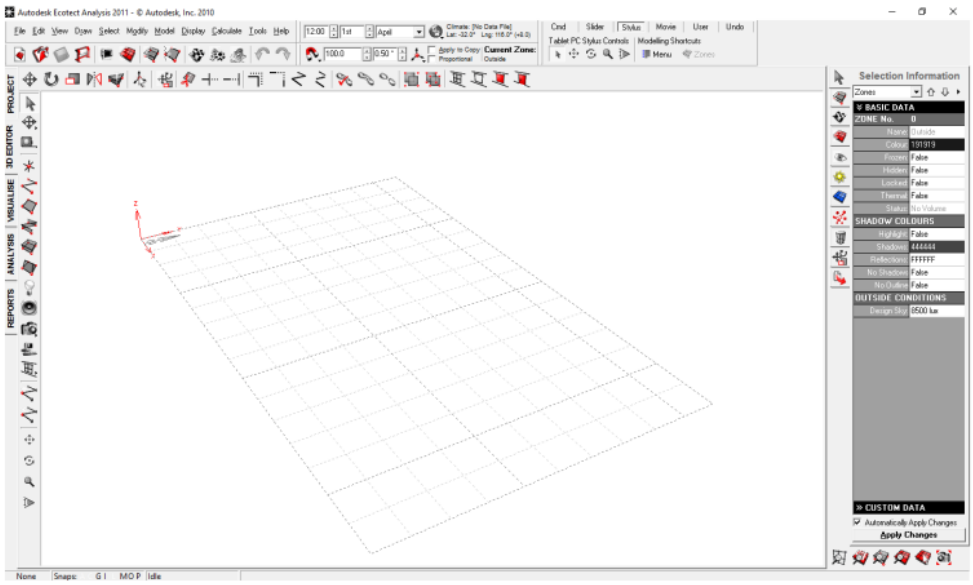
1.1.1. Ecotect

Ecotect programı Autodesk web tabanının sunmuş olduğu özellikler sayesinde simülasyon ve analiz yapmak için kullanılan araçların birçoğuna sahiptir. Ecotect bina tasarım halindeyken analiz yapma özelliğinin güçlü olmasından ötürü mimarlar çevre dostu bina oluşturmak için programı kullanabilir (URL, 1).

Program kendisi gibi enerji analizi yapabilen programlar ile birlikte hesaplama yapabilir. Ecotect programının güçlü yönleri, tasarlanan mimari ister çok katlı karışık bir mimari olsun isterse de küçük basit bir yapı olsun mimari yapısı gözetmeksizin hepsinde enerji tüketimini hesaplayabilir. Programın zayıf yönü ise bünyesinde barındırdığı yazılım teferruatlı olduğundan enerji analizi yapacak kişinin programı iyi bilmesi gerekmektedir (Tunalı, 2012).

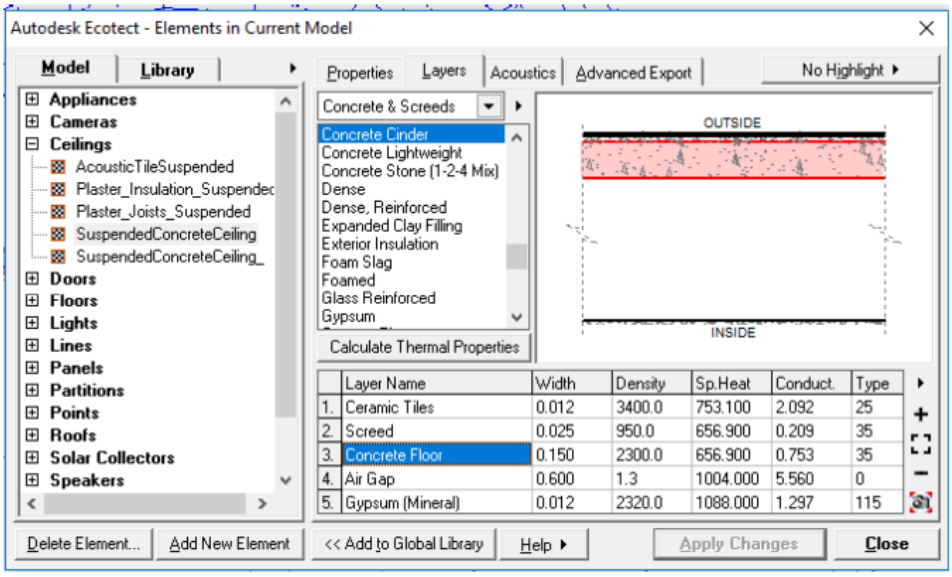
Seçilen mimari yapıda bulunan herhangi bir mahalin sıcaklığı ile ilgili bilgi verebilir. Analizi yapılacak binaya güneş ışınının gelme yüzdesi ve buna bağlı olarak oluşan gölgeleme yüzdesini çıkartabilir. Ecotect programı 2015 yılından beri yeni sürümleri çıkartılmamaktadır. Yani programda güncelleme yapılmamaktadır. (Harputlugil, 2013).

Şekil 1.1.'de Ecotect programı ilk açıldığında karşımıza çıkan menüye yer verilmiştir. Programın işlevini yerine getirmesi için gerekli olan komutlar menü ekranında bulunmaktadır. Programa hakim olabilmek için ana menüdeki bu komutların iyi bilinmesi gerekmektedir.



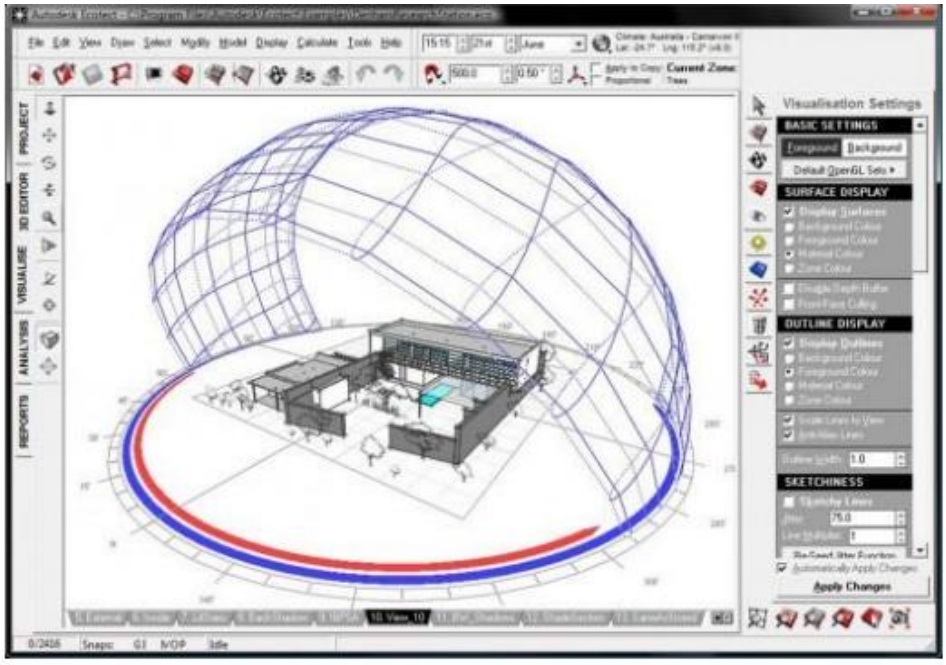
Şekil 1.1. Ecotect programı açıldığında karşımıza çıkan ekran (Varoğlu, 2017)

Şekil 1.2.'de Ecotect programında malzeme seçim ekranına yer verilmiştir. Şekil 1.2.'de görüldüğü gibi seçilen malzemelere göre U değerleri değişmektedir. Bina için seçilen malzemeleri programda belirlerken binaya uygun olmasına dikkat edilmelidir.



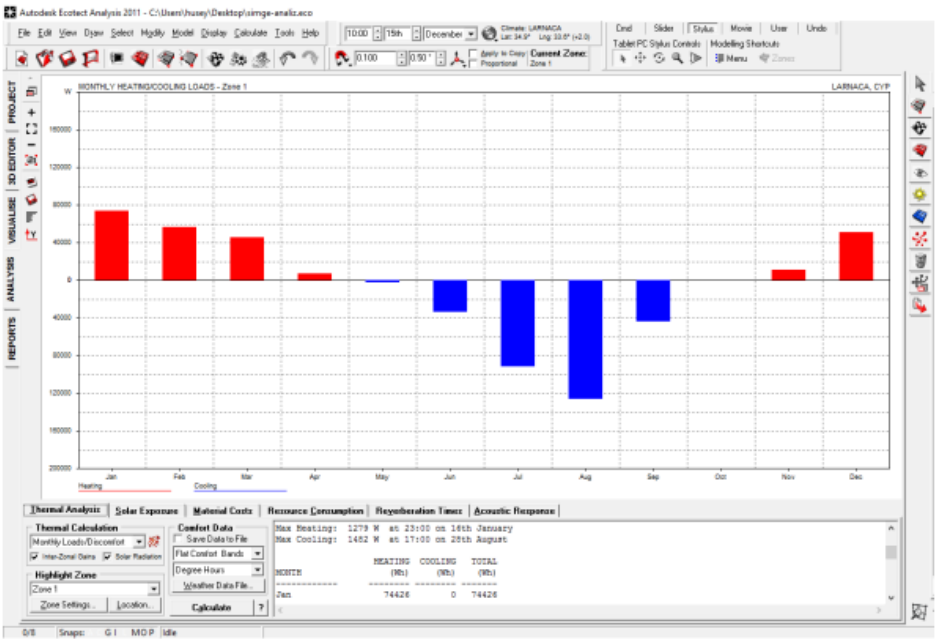
Şekil 1.2. Ecotect programında malzeme seçiminin gösterimi (Varoğlu, 2017)

Şekil 1.3.'de Ecotect programının arayüzü gösterilmiştir. Binaya gelen güneş ışınlarının geldiği yol programda gösterilmiştir. Bu şekilden yüzeye gelen ışınımların oluşturduğu yoğunluğa göre renklerdeki değişimler gözükmektedir.



Şekil 1.3. Ecotect arayüzünün ve mimari yapılara ulaşan güneş ışınlarının yolunun gösterimi (Tunalı, 2012)

Şekil 1.4.'de Ecotect programının örnek bir mimaride enerji analizi yaparken gösterimine yer verilmiştir. Seçilen mimariye uygun konfor oluşturmak için mimarinin ihtiyaç duyduğu iklimlendirme (soğutma ve ısıtma) değerlerini Şekil 1.4.'de görüldüğü gibi aylara göre hesaplayabiliriz.



Şekil 1.4. Ecotect programının örnek bir mimaride enerji analizi yaparken gösterimi (Varoğlu, 2017)

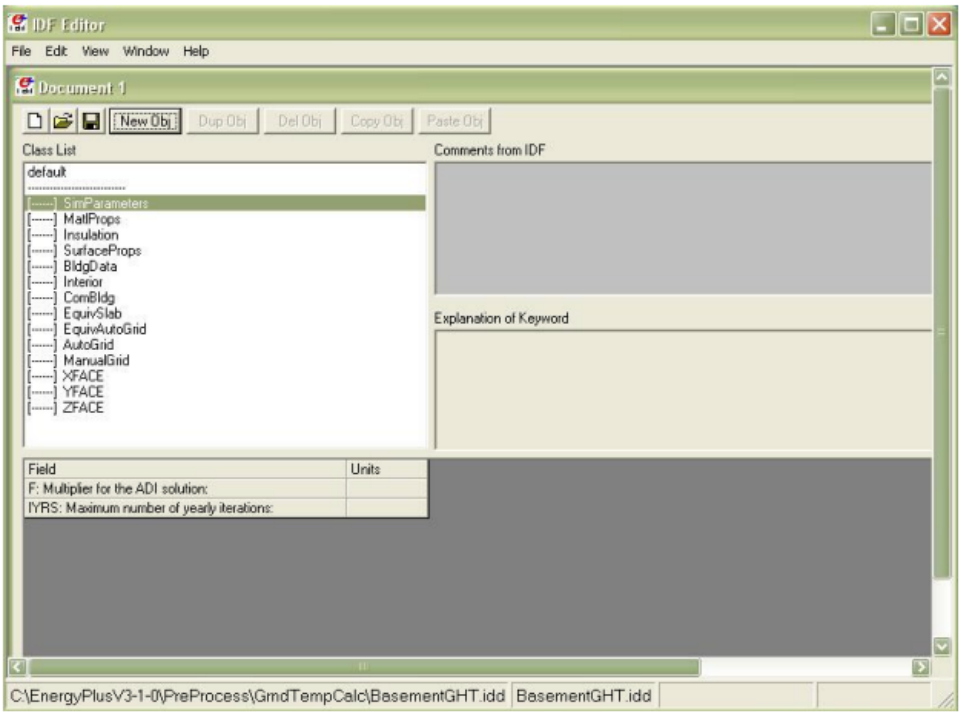
1.1.2. EnergyPlus

EnergyPlus binalarda veya mimari bir projede soğutma, havalandırma, ısıtma gibi enerji tüketim faktörlerini modellemek için oluşturulmuş kapsamlı enerji analiz ve simülasyon programlarından biridir. Termal bölge koşullarını, yüzey sıcaklıklarını, termal bölgeler ve çevre arasındaki etkileşimi ve bölgeler arasındaki hava hareketini hesaba katarak hassas bir şekilde simülasyon yapabilir (URL, 2).

Bina bilgileri girildikten sonra altmış dakikayı bulmayan bir sürede hesap yapabilir. Bu kadar kısa bir zamanda hesap yapabilmesi programı diğer enerji analiz ve simülasyon programlarından ayıran önemli bir özelliğidir. Program 1000'in üzerinde bölgenin iklim özelliklerinin bünyesinde barındırmakta ve program gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek için çok sık güncellenmektedir. Programın zayıf özelliği ise mimari yapının bilgilerini girerken metin şeklinde girilmesidir (Tunalı, 2012).

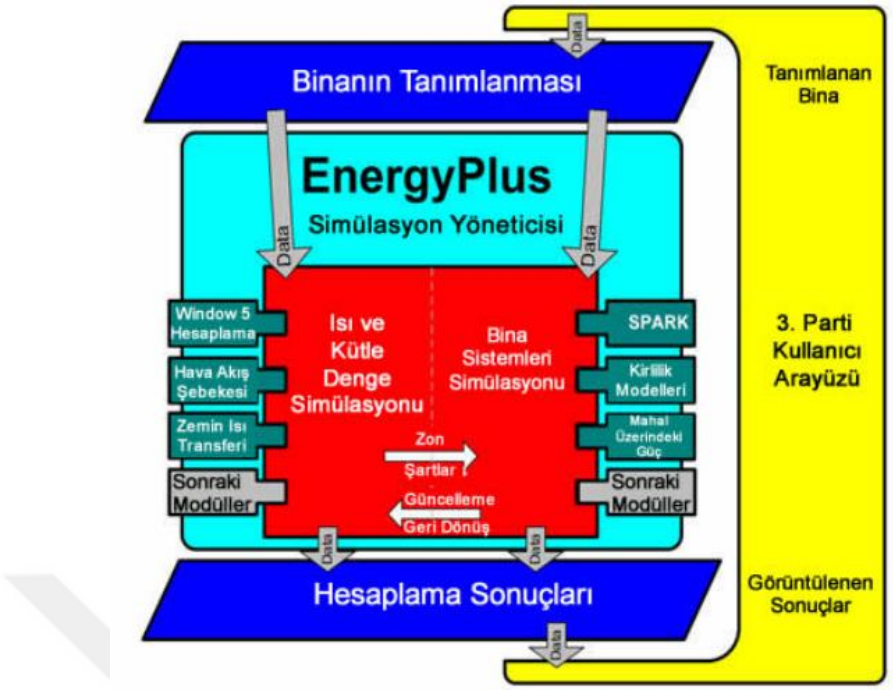
Mühendislerin kullandığı bilgileri içermesi ve birçok parametreyi değerlendirebilme olasılığı olması programa artı katan özelliklerinden biridir. EnergyPlus programının özelliği arttırılarak üç boyutlu çizimler yapabilen SketchUp benzeri programlarla uyumlu olarak çalışabilse de kapsamlı bir analiz için istemiş olduğu aşırı bilgi kullanıcıyı zorlamaktadır. (Harputlugil, 2013).

Şekil 1.5.'de EnergyPlus programında girilen dosyaların oluşturulmasını sağlayan IDF editörünün gösterimine yer verilmiştir. IDF editörü EnergyPlus programı kurulurken kullanıcının isteğine bağlı olarak kurulur. Yardımcı bir araç olan IDF editörü EnergyPlus programında dosyaların düzenlenmesinin yanı sıra çalıştırılmasını da sağlar.



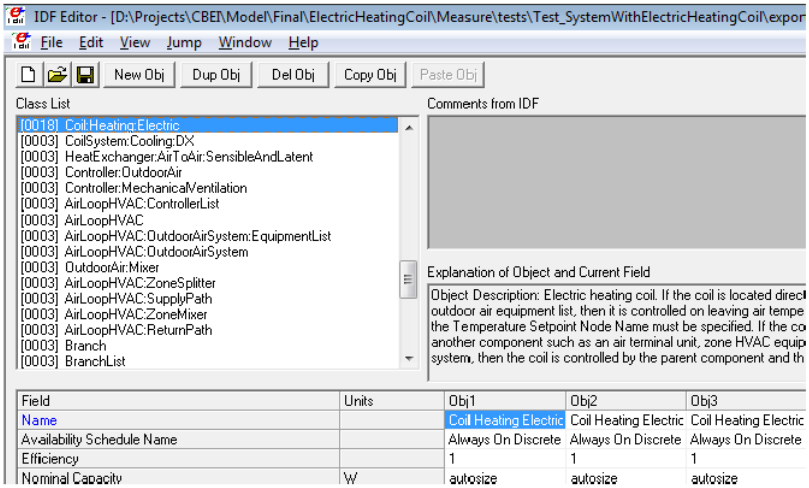
Şekil 1.5. EnergyPlus programında girilen dosyaların oluşturulmasını sağlayan IDF editörünün gösterimi (Tokuç, 2009)

Şekil 1.6.'da EnergyPlus programında simülasyon yaparken izlediği yolun gösterimine yer verilmiştir. Şekil 1.6.'da görüldüğü gibi zon şartları girildikten sonra program sonuç vermiştir.



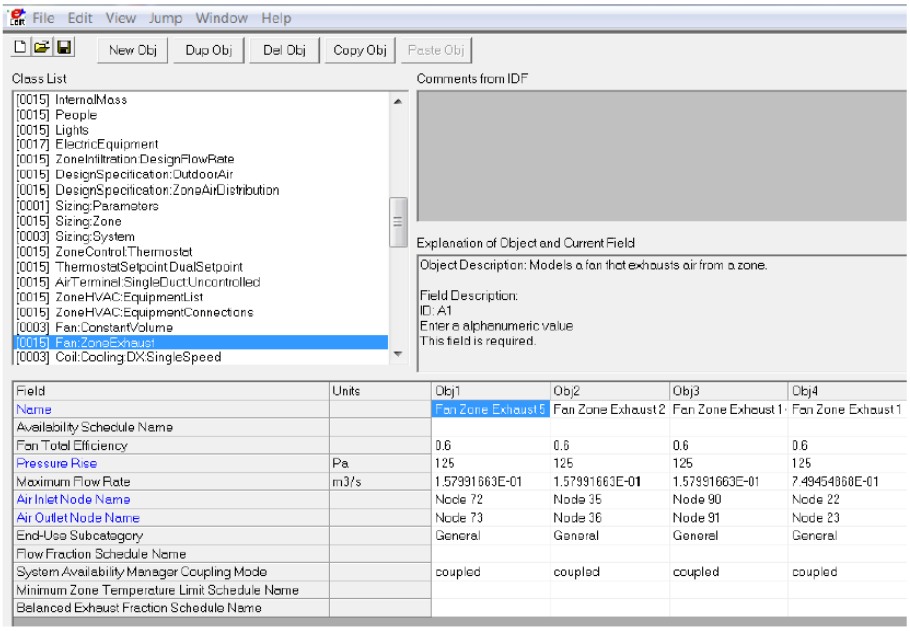
Şekil 1.6. EnergyPlus programı simülasyon yaparken izlediği yolun gösterimi (Aktacir ve ark. 2011)

Şekil 1.7.'de EnergyPlus programında elektrikli ısıtma bataryasının ölçümüne yer verilmiştir. Şekil 1.7.'de programın elektrikli ısıtıcıları ölçmek için ayrı bir seçeneği olduğu görülmektedir. Elektrikli ısıtıcıları ölçmesi programa artı bir değer katmıştır.



Şekil 1.7. EnergyPlus programında elektrikli ısıtma bataryasının ölçümü (Wu ve Luo, 2016)

Şekil 1.8.'de EnergyPlus programında egzoz fanı uygulamasına yer verilmiştir. Program sonuç çıktısında egzoz fanı basınç değerini ve fandaki maksimum akış oranı değerini göstermektedir. Şekilde egzoz fanı uygulaması için Schedule atadığı ve fan içerisine giren ve çıkan havayı ayrı olarak adlandırdığı görülmektedir.



Şekil 1.8. EnergyPlus programında egzoz fanı uygulaması (Wu ve Luo, 2016)

1.1.3. ESP-r

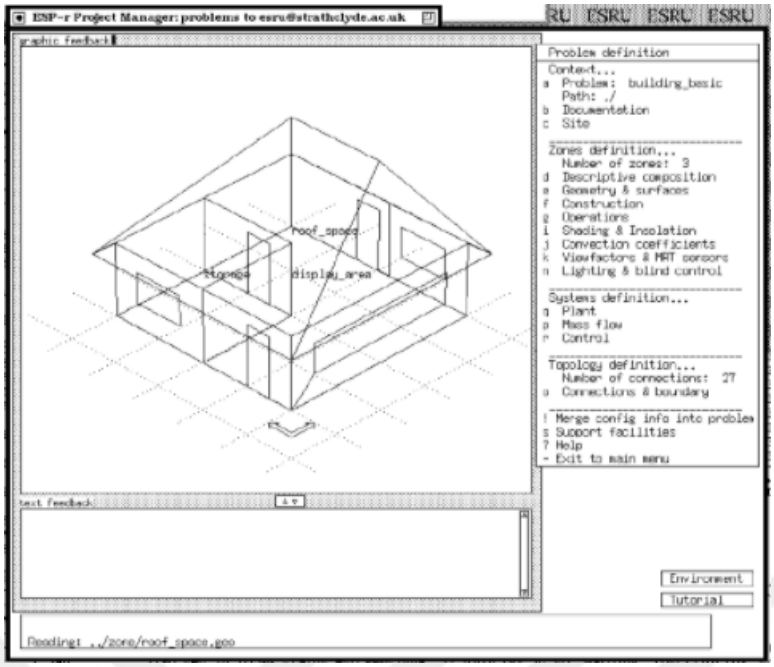
ESP-r programını Strathclyde Üniversitesi geliştirmiştir. Binaların enerji ve çevresel performansını etkileyen faktörlerin değerlendirmesini sağlar. ESP- r, binaların değerlendirmesini gerçekçi bir şekilde ve fiziksel sistemlere bağlı olarak yapar. Binanın tasarım aşamasında değerlendirmesini sağlar. Entegre bir şekilde binaların performans analizlerini mümkün kılar. Örnek bir binanın veya mimari projenin görselini çıkarabilir ve bu binanın ısısını ve elektrik gücünü hesaplayabilir (URL, 3).

Her ne kadar program 1970'lerin başında oluşturulsa da lisans alması 2000'li yılları bulmuştur. Enerji analiz ve simülasyon programlarından olan Ecotect ve

AutoCAD analiz programlarıyla birlikte hesap yapabilir. Programın güçlü yanları, kontrol sistemleri, elektrik enerjisi üretimi ve zorlanmış olmayan havalandırma gibi günümüz teknolojilerinde kullanılan özelliklerinin seçeneklerinde bulunmasıdır. Programı sürekli kullanan kişilere programa yeni özellikler eklendiğinde ya da programda değişiklik yapıldığında e-posta yolu ile bilgilendirme yapar.

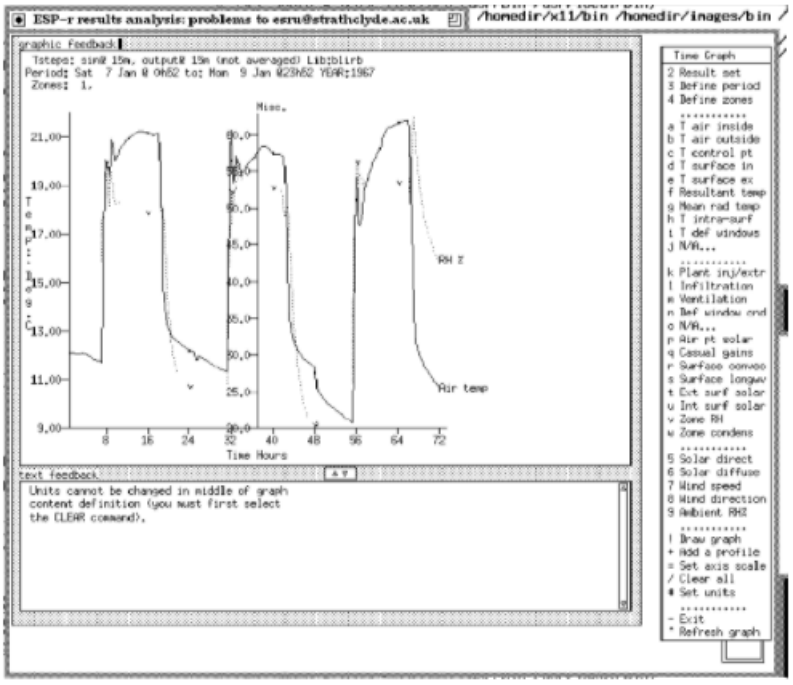
ESP-r simülasyon programı binayı oluşturan mimara ya da enerji analizini yapacak olan mühendise, binanın bulunduğu bölgenin coğrafi (iklim) özellikleri ve tasarımı oluşturan özelliklerin enerji performansını nasıl etkilediği düşüncesine yardımcı olabilir. 2006 yılı öncesinde işletim sistemi olarak Linux kullanır iken, 2006 yılında Windows platformunda uygulanabilir sürümü oluşturulmuştur. ESP-r programının genel özellikleri; mimari tasarımlarda güneşin gelme açısına bağlı olarak analiz yapabilir, seçilen binadaki mahallerin ortam havasının uygun olup olmadığını belirleyebilir, binada soğutma sisteminden ve ısıtma sisteminden kaynaklı enerji tüketimini hesaplayabilir ve mimari yapının kabuk kısmını modelleyebilir (Harputlugil, 2013).

Şekil 1.9.'da Esp-r programında seçilen bir konutun üç boyutlu olarak taşınımı gösterilmiştir. Program tarafından üç boyutlu modelin tanımlanması kullanıcının programı tercih etmesi bakımından önemlidir. Programı kullanacak kişi oluşturduğu yapı modelini programa istediği gibi tanımlayabilir.



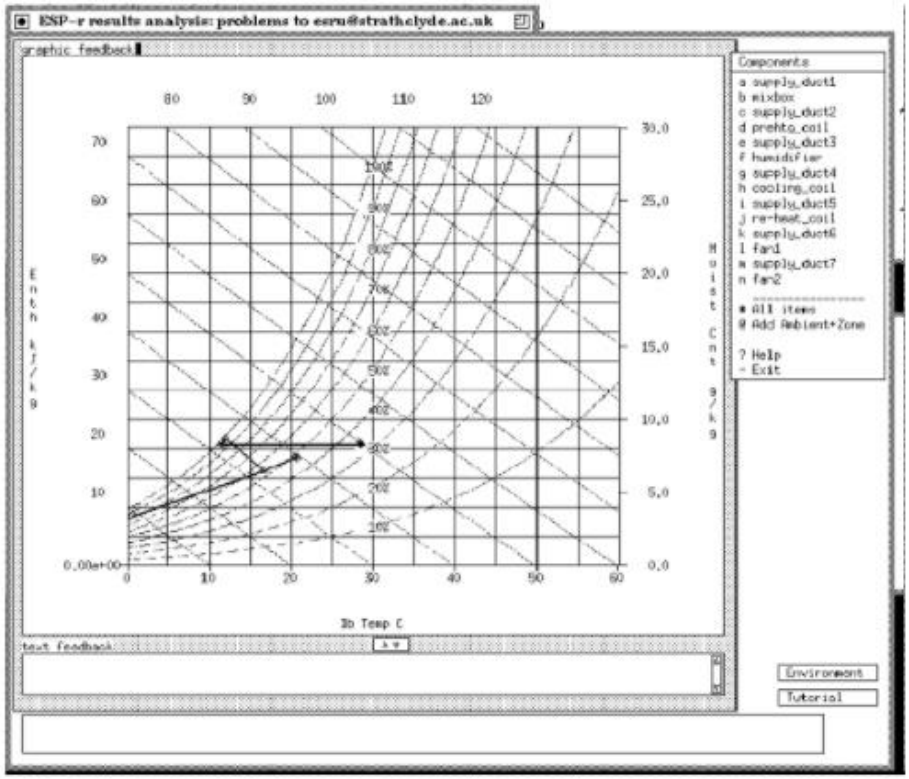
Şekil 1.9. ESP-r programında yapı modelinin tanımlanması (Aasem ve ark., 1994)

Şekil 1.10.'da bir bölgenin koşulları girilerek programda analizi yapılmıştır. Analizi zaman- sıcaklık eğrisinde göstermiştir. Zamanla sıcaklığın nasıl değiştiğini Şekil 1.10'a bakarak anlayabiliriz.



Şekil 1.10. ESP-r programında bir bölgenin sonuç analiz raporu (Aasem ve ark., 1994)

Şekil 1.11.'de ESP-r programında sonuç analiz kısmında psikrometrik değerlerin gösterimine yer verilmiştir. Program sonuç kısmında psikometrik diyagramda değerleri göstermesi entalpi değerinin bulunması için önemli bir özelliktir.



Şekil 1.11. ESP-r programında sonuç analiz kısmında psikrometrik değerlerin gösterimi (Aasem ve ark., 1994)

1.1.4. eQUEST

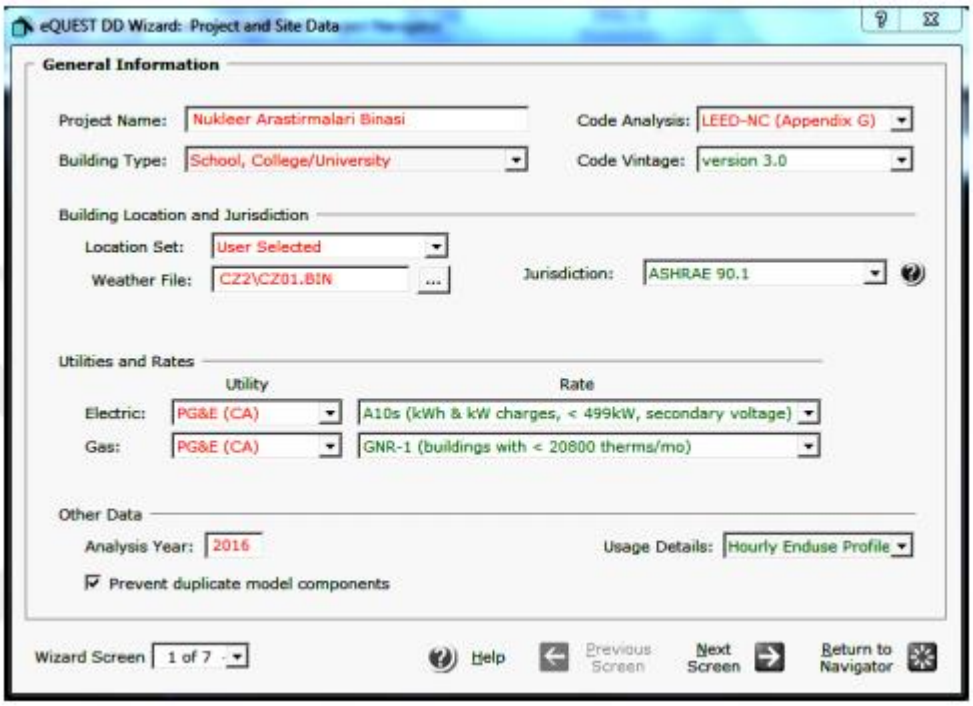
eQUEST programı Amerika Birleşik Devletleri tarafından oluşturuldu. eQUEST programı DOE 2 motoru üzerine kuruludur ve DOE 2 motoru programın simülasyon yapmasına olanak verir. eQUEST programı enerji konusu üzerine çalışan mühendisler tarafından kullanılabilir. Ücretsiz olarak indirilip kullanılabilir. Bina için oluşturulan enerji kodlarının bazılarını içinde barındırır (URL, 4).

Enerji analizi yapılacak mimari yapı için bilgiler girildikten sonra çıktı olarak kullanıcılara günlük, saatlik vb. farklı zaman dilimlerinde sonuçları karşılaştırarak

göstermektedir. eQUEST analiz ve simülasyon programının zayıf yönü infiltrasyon (hava sızıntısı) faktörünün programda sınırlı ve basite indirgenmiş olmasıdır. Oysa ki infiltrasyon değeri enerji tüketim hesaplarında önemli bir yer teşkil etmekte ve sonucu etkilemektedir (Tunalı, 2012).

eQUEST programının artı yönleri; diğer enerji analiz ve simülasyon programlarında olduğu gibi mimari yapının soğutma sisteminin ve ısıtma sistemin tükettiği enerjiyi hesaplayabilir, binaya tasarım aşamasında ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemini kurup analiz yapmamızı sağlar ve binadaki enerji tüketimini azaltmak için yeni bir malzeme seçildiğinde bu seçilen malzemenin enerji performansına etkisini hesaplayabilir. Programın zayıf yönleri; seçilen binada olan mahallerin içerisindeki havanın uygun olup olmadığını belirleme konusunda zayıftır ve seçilen binanın yapı kabuğunu oluşturmada zayıftır (Harputlugil, 2013).

Şekil 1.12.'de eQUEST programında başlangıç aşamasında genel bilgilerin gösterimine yer verilmiştir. Birçok programın başlangıcında olduğu gibi eQUEST programında da proje adı bilgileri, bina tipi, binanın bulunduğu konum ve bu konuma göre hava durumu bilgileri gibi bilgilerin girilmesi gerekmektedir.



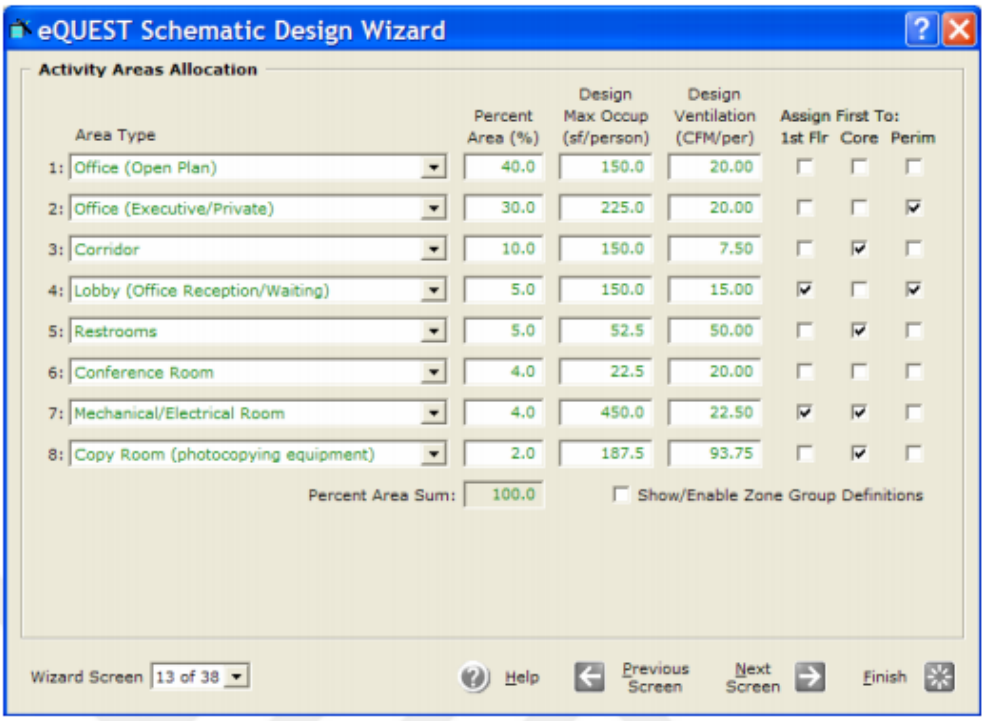
Şekil 1.12. eQUEST programında genel bilgilerin girilmesi (Aslanipoor, 2017)

Şekil 1.13.'de eQuest programında pencere boyutlarının, yönünün ve malzeme bilgilerinin girilmesi gösterilmiştir. Programda kullanıcının bu bilgileri girmesi için ayrı seçenekler bulunmaktadır. Bu da kullanıcının bilgileri girmesini kolaylaştırmaktadır. Pencere özelliklerini girerken mimari yapıya uygun olarak bilgilerin girilmesi gerekmektedir.



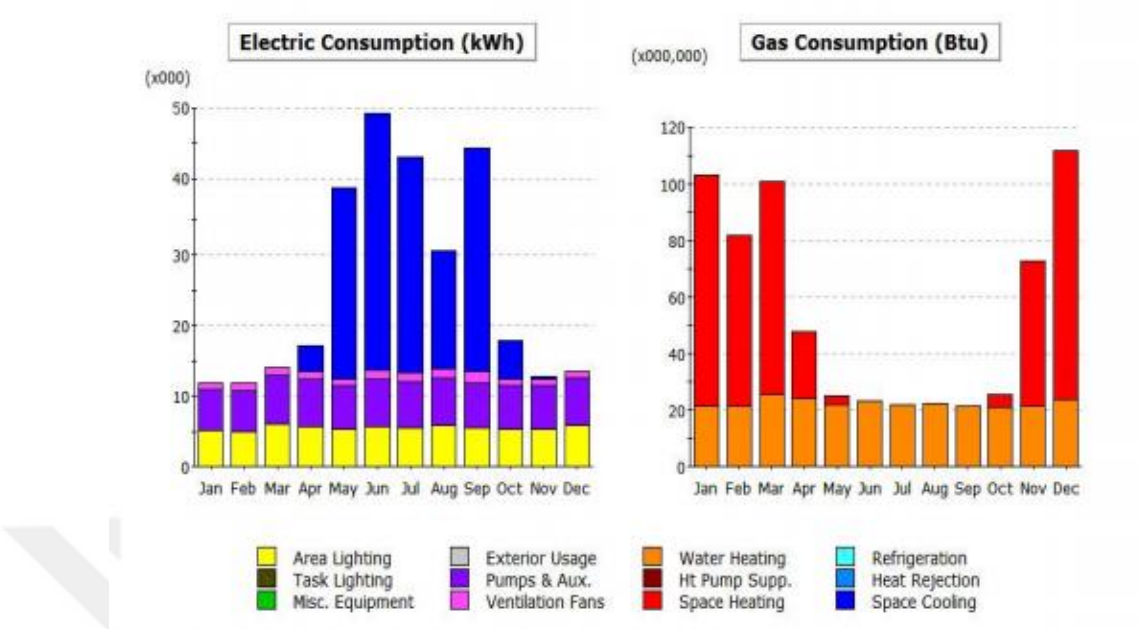
Şekil 1.13. eQuest programında pencere boyutlarının, yönünün ve malzeme türünün girilmesi (Aslanipoor, 2017)

Şekil 1.14.'de eQUEST programında seçilen örnek bir binadaki mahallerin özelliklerinin girilmesi gösterilmiştir. Şekilde mahallerin yüzde alanı, kişi başına düşen alan ve mahallerde oluşan hava dolaşımının hızının nasıl olacağı (fan verimi) hakkında bilgilerin doldurulması gerekmektedir.



Şekil 1.14. eQUEST programına mahal bilgilerinin girilmesi (Aslanipoor, 2017)

Şekil 1.15.'de eQUEST programının vermiş olduğu sonucun grafik haline dönüştürülmüş görüntüsü verilmiştir. Şekil 1.15.'te aylara göre elektrik tüketimi ve gaz tüketiminin değiştiği görülmektedir. Elektrik tüketimi yaz aylarında mahallerde soğutma yapıldığından dolayı artmışken, gaz tüketimi ise sonbahar ve kış aylarında mahallerde ısıtma yapıldığından dolayı artmıştır.



Şekil 1.15. eQUEST programının vermiş olduğu sonucunun gösterimi (Aslanipoor, 2017)

1.1.5. BepTR

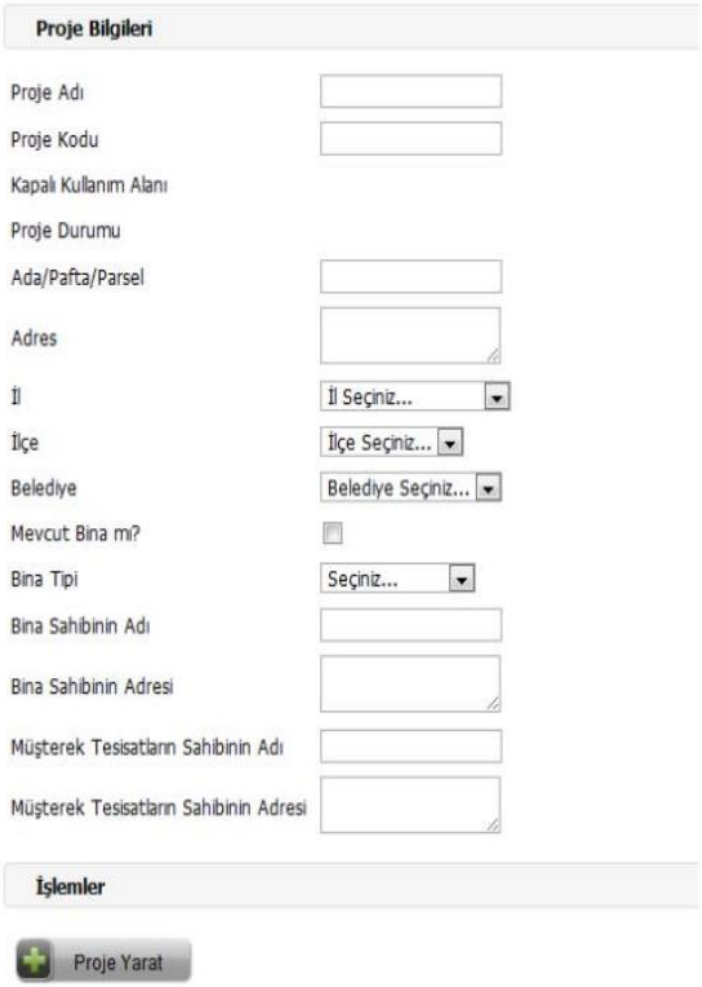
BepTR enerji analiz ve simülasyon programı, havalandırmadan, soğutmadan ve ısıtmadan kaynaklı binalarda tüketilen enerji miktarını hesaplar. Binanın bulunduğu bölgede günışığı süresini ve günışığının ulaşmadığı yerleri dikkate alarak aydınlatmadan kaynaklı oluşan enerji tüketimini hesaplar. Sıcak suyu oluşturmak için binanın tükettiği enerjiyi de hesaplar (Harputlugil, 2013).

Binanın enerji analizi yaptıktan sonra binayı tükettiği enerjiye ve yaydığı karbondioksit salınımına göre sınıflandırmasını yapar. Bu sınıflandırmayı vermiş olduğu harflerle A-G kadar alfabetik sıraya yerleştirir. A sınıfı enerji performansı en yüksek yani enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı az olan sınıftır. C sınıfına kadar da yer bulan bina enerji tüketimi iyi anlamındadır. Fakat C sınıfından sonra G sınıfına kadar olan binalar yüksek enerji tüketimi ve yüksek karbondioksit salınımı yapan binalardır. Bu binalara önlem alınması gerekir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından oluşturulan BepTR programı web temelli programdır. BepTR programı bir binaya enerji kimlik belgesi verebilmesi için o binanın en az 1001 m^2 olması gerekir. BepTR enerji analiz ve simülasyon programı binanın enerji tüketimini hesaplamasının yanı sıra bu tüketime sebep olan faktörlerin enerji performansına etkisini de göstermektedir (Durmuş ve Önal, 2014).

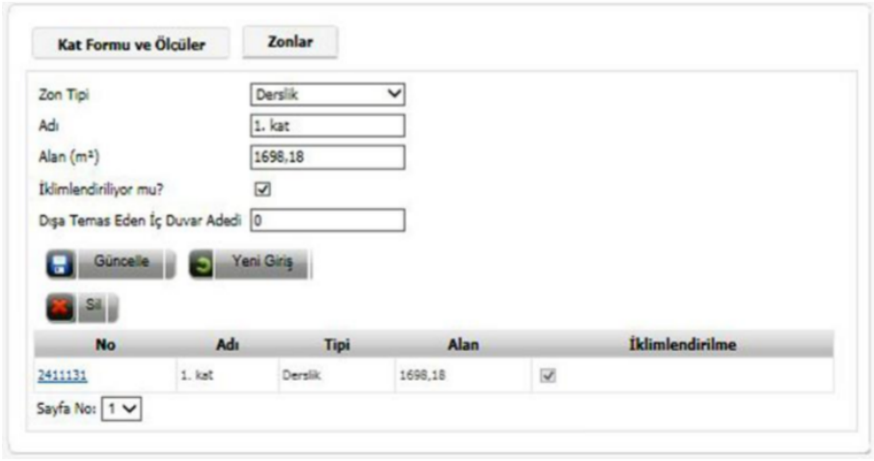
1 Ocak 2011 tarihinden sonra oluşturulan binaların enerji kimlik belgesi alması zorunludur. Fakat 2011 tarihinden sonra da olsa bazı binalar için enerji kimlik belgesi çıkarma zorunluluğu bulunmamaktadır. Bu bina tiplerini örnek verecek olursak kullanımı 2 yıldan az olacak binalarda, sanayide bulunan binalarda, 50 m^2 ve daha az alana sahip olan binalarda ve iklimlendirme yapılmayan depo gibi yerlerde zorunluluk yoktur (URL, 5).

Şekil 1.16.'da BepTR programı giriş ekranı gösterimine yer verilmiştir. Giriş ekranında projenin adı, projenin yapıldığı ili, ilçe ve adresi, bina tipinin ne olduğu ve bina sahibinin kimlik bilgilerinin girilmesi gerekmektedir.



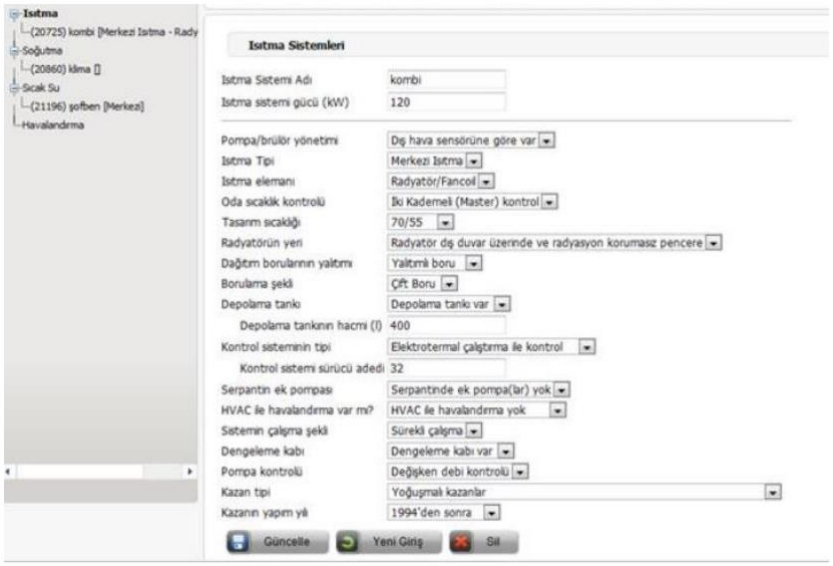
Şekil 1.16. BepTR programı giriş ekranı (İslamoğlu, 2017)

Şekil 1.17.'de BepTR programında zon oluşturma ile ilgili kısım gösterilmiştir. Programda zon oluştururken şekilde de görüldüğü gibi ilk aşamada zon tipi, zonun adı ve kapladığı alan (m^2) bilgileri girilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler girildikten sonra zonda iklimlendirme olup olmadığına göre ile ilgili kısım girilmeli veya boş bırakılmalıdır.



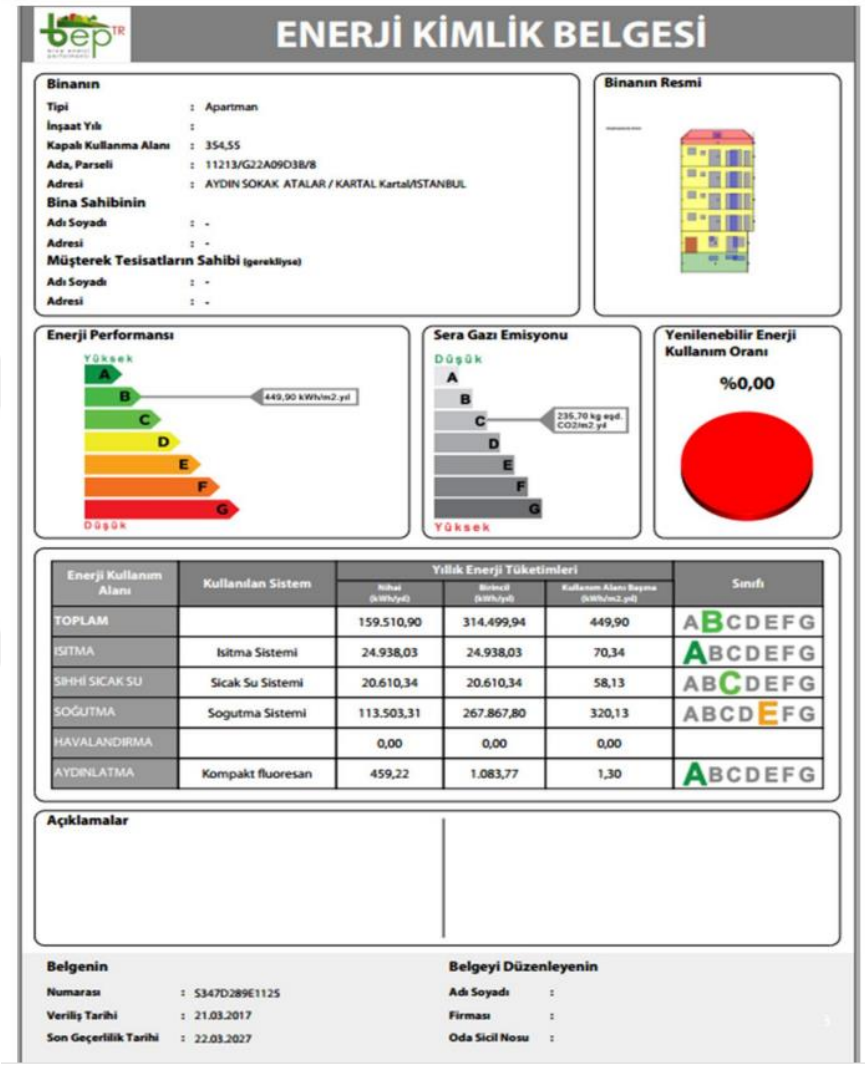
Şekil 1.17. BepTR programında zon oluşturma (Aslanipoor, 2017)

Şekil 1.18.'de BepTR programında ısıtma sistemi ile ilgili bilgilerin tanımlanması gösterilmiştir. Programda ısıtma sistemi oluşturabilmek için ilkin ısıtma sisteminin adının ve gücünün girilmesi gerekmektedir. Sonrasında ısıtma tipi, ısıtma elemanı ve tasarım sıcaklığı ile ilgili kısımların doldurulması gerekmektedir. Programda ayrıca radyatörün yeri, borulama şekli, kontrol sisteminin tipi, dengeleme kabının olup olmadığı ve kazan tipi bilgisinin de girilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.18. BepTR programında ısıtma sistemi ile ilgili bilgilerin (İslamoğlu, 2017)

Şekil 1.19.'da BepTR programının vermiş olduğu enerji kimlik belgesi örnek olarak verilmiştir. Binayı ısıtma ve soğutma sistemlerinde harcadığı enerjiye göre sınıflandırmaktadır.



ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın
Tipi : Apartman
İnşaat Yılı :
Kapalı Kullanma Alanı : 354,55
Ada, Parseli : 11213/G22A09O38/8
Adresi : AYDIN SOKAK ATALAR / KARTAL Kartal/İSTANBUL
Bina Sahibinin
Adı Soyadı : -
Adresi : -
Müşterek Tesisatların Sahibi (gerekliyse)
Adı Soyadı : -
Adresi : -

Binanın Resmi

Enerji Performansı
Yüksek
A
B
C
D
E
F
G
Düşük
449,90 kWh/m2.yıl

Sera Gazı Emisyonu
Düşük
A
B
C
D
E
F
G
Yüksek
236,70 kg eşd. CO2/m2.yıl

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı
%0,00

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m2.yıl)	
TOPLAM		159.510,90	314.499,94	449,90	A B C D E F G
ISITMA	Isıtma Sistemi	24.938,03	24.938,03	70,34	A B C D E F G
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	20.610,34	20.610,34	58,13	A B C D E F G
SOĞUTMA	Soğutma Sistemi	113.503,31	267.867,80	320,13	A B C D E F G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt fluoresan	459,22	1.083,77	1,30	A B C D E F G

Açıklamalar

Belgenin
Numarası : 5347D289E1125
Veriliş Tarihi : 21.03.2017
Son Geçerlilik Tarihi : 22.03.2027

Belgeyi Düzenleyenin
Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil Nosu :

Şekil 1.19. BepTR programının vermiş olduğu enerji kimlik belgesi (İslamoğlu, 2017)

Çizelge 1.1.'de BepTR programında enerji sınıfları ve puanları gösterilmiştir. BepTR programı bu sınıfları ve puan aralıklarını referans aldığı mimari bir projeye göre yerleştirmektedir. Referans aldığı binanın sınıfı D sınıfıdır ve puanı 100'dür.

Çizelge 1.1. BepTR programında enerji sınıfları ve puanları (İslamoğlu, 2017)

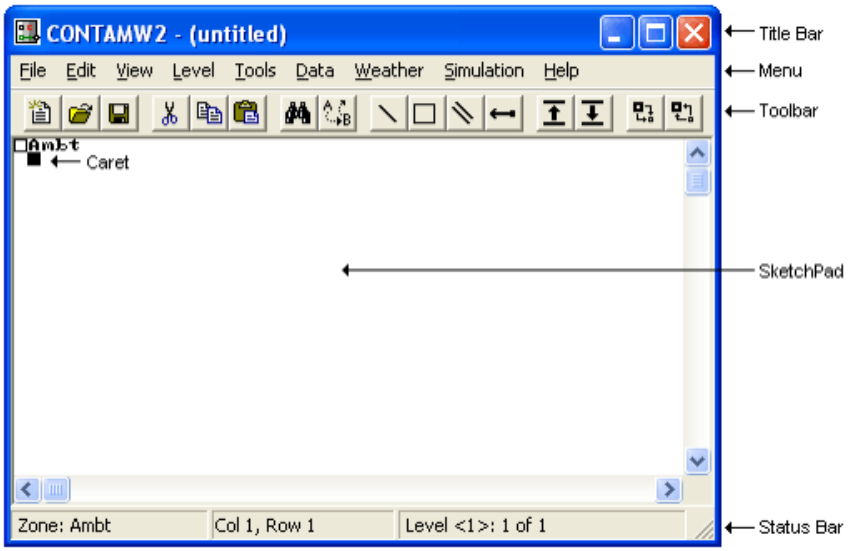
Enerji Sınıfı	EP Aralıkları
A	0-39
B	40-79
C	80-99
D	100-119
E	120-139
F	140-174
G	175-…

1.1.6. Contam

Contam enerji analizi ve simülasyon programı, hava akışları, hava sızıntısını, mahalden mahale hava akış hızını ve kişilere bağlı olarak oluşan hava kirliliğine de hesaba katarak bir binanın veya mimari bir projenin hava kalitesini hesaplayan ve havalandırma ile ilgili analizleri oluşturan simülasyon programıdır. Zaman içerisinde oda havası değişime uğrayacağından havalandırmanın yeterli olup olmadığını hesaplar. Contam programı hesabı yapılan binanın bulunduğu yerde oluşan havanın hızını hesaplamak, zamanla binada oluşan havanın değişimi bulmak ve binadaki hava sirkülasyonunun yeterli olup olmadığını değerlendirmek için kullanılabilir. Binada oluşan hava akışının enerji tüketimine etkisini hesaplayabilir (URL, 6).

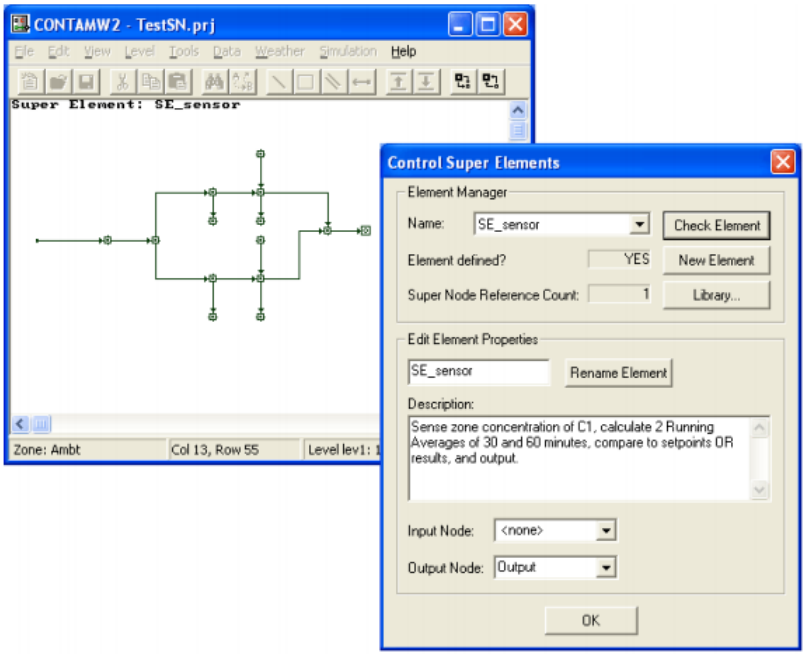
Program, hava sızıntısından kaynaklı ve zon kaynaklı oluşan hava akışını hesaplarken rüzgarın binada oluşturduğu hava hareketini ve gün içerisinde meydana gelen ısı farkından dolayı oluşan hava hareketini hesaba katarak akışı hesaplar. Bunlara ilaveten hesabı yapılan binada bulunan insanlardan kaynaklı oluşan kirli havayı değerlendirmeye alır (Yılmaz, 2012).

Şekil 1.20.'de CONTAM programı başlangıç menüsüne yer verilmiştir. Şekilde CONTAM programının isminin geçtiği ana başlık, programın menüsü ve programda bulunan araç çubukları gösterilmiştir. Bunlara ilaveten programda çalışma sayfasının olduğu kısım şekilde görülmektedir.



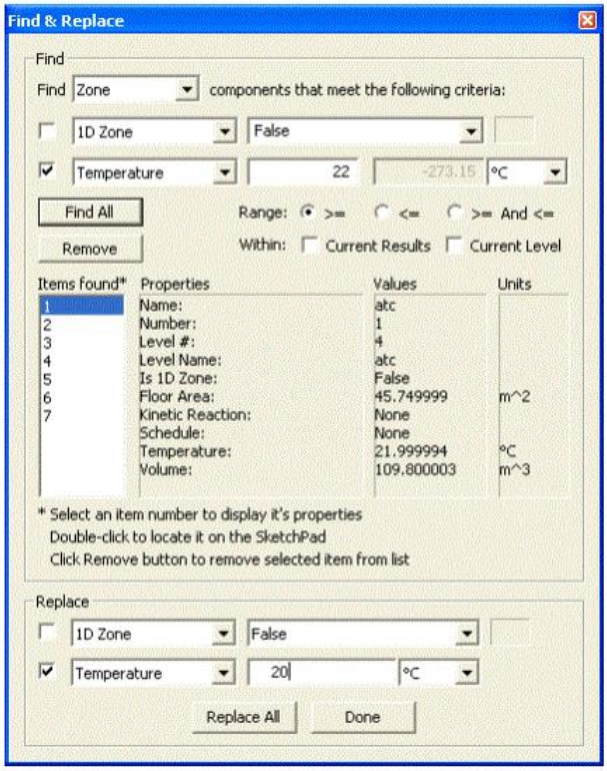
Şekil 1.20. CONTAM programı başlangıç menüsü (Dols ve Polidoro, 2015)

Şekil 1.21.'de CONTAM programında sensör oluşturma gösterilmiştir. Sensörler programa yardımcı elemanlardır. Seçilen bir mahalin ortam ölçümünün yapılması sensörler yardımıyla olur. CONTAM sensörler yardımıyla aldığı bu verilerin simülasyonunu yaparak kullanıcıya bir sonuç çıktısı verir. Özellikle mahaldeki hava kirliliği hesaplamalarında sensörler oldukça işe yaramaktadırlar. CONTAM programında sensör atama işlemi olması programa olumlu bir özellik katmıştır.



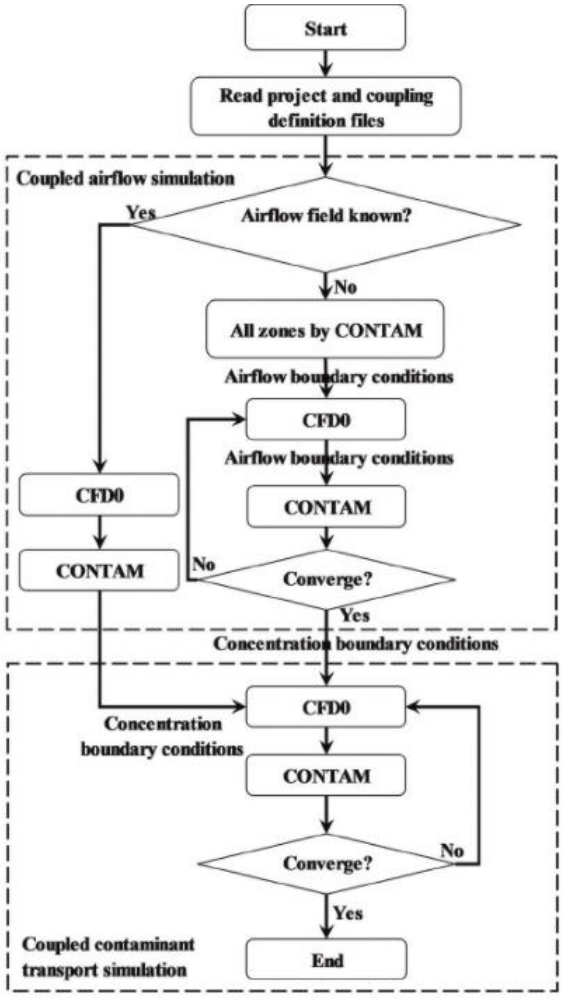
Şekil 1.21. CONTAM programında sensör oluşturma (Dols ve Polidoro, 2015)

Şekil 1.22.'de CONTAM programında bul ve değiştir özelliğine yer verilmiştir. Bul ve değiştir özelliğiyle programda önceden tanımlanan yakın özellikteki seçenekleri bir araya getirir. Şekilde görüldüğü gibi bir sıcaklık değeri girilmiş ve program bu sıcaklık değerine yakın olan seçeneği göstermiştir. Bul ve değiştir özelliği programda istenilen ögeyi bulmamızı kolaylaştırır.



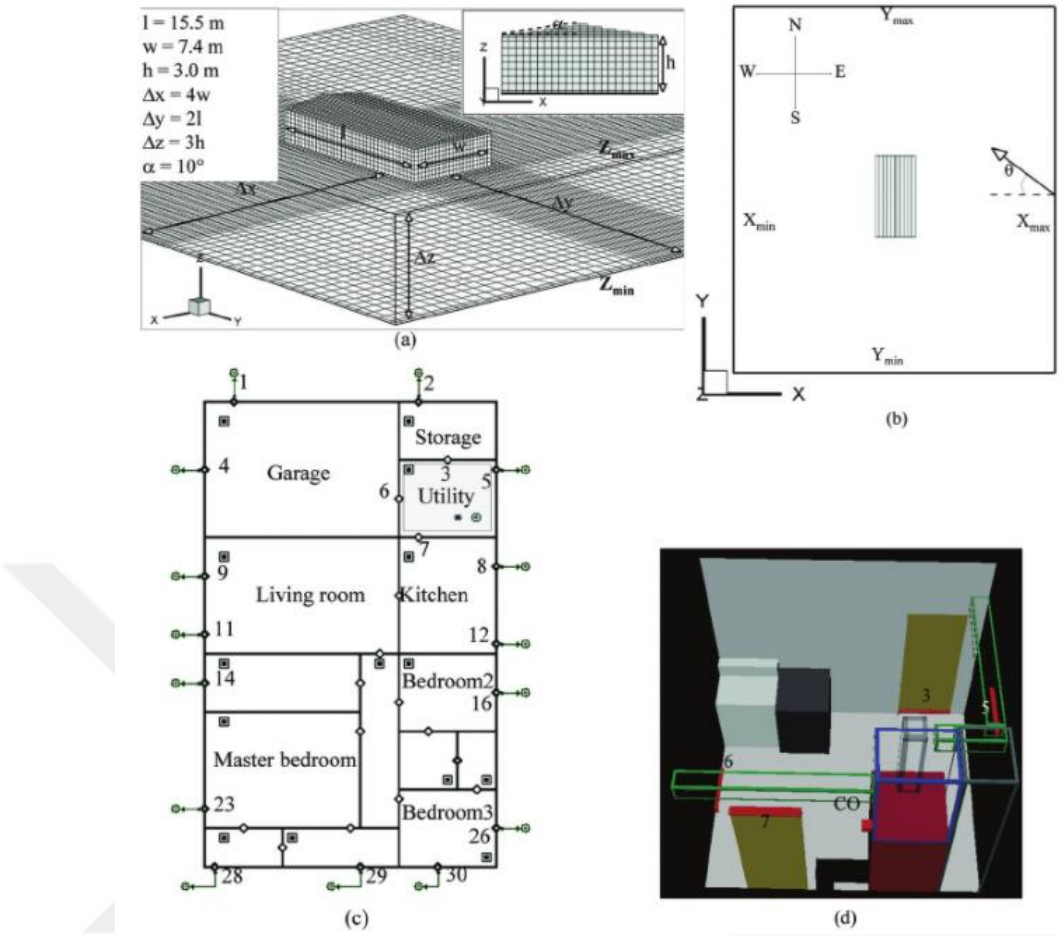
Şekil 1.22. CONTAM programında bul ve değiştir özelliği (Dols ve Polidoro, 2015)

Şekil 1.23.'de Contam ve CFD programlarının uyumlu çalışabilmesi için izlenecek yol gösterilmiştir. Hava akışı alanı biliniyorsa hesaplamaların bir kısmı CFD programında yapılıp CONTAM programına aktarılır. CONTAM programı da simülasyon yapar. Fakat hava akış alanı bilinmiyorsa tüm zonlar ilk etapta CONTAM programına ondan sonra hava akış sınır şartları tanımlanıp CFD programına aktarılır.



Şekil 1.23. Contam ve CFD programlarının uyumlu çalışabilmesi için izlenecek yol (Wang ve ark., 2010)

Şekil 1.24.'de seçilen evin ilk durumda rüzgar basıncı CFD programında hesaplanır. Rüzgar basıncı hesaplandıktan sonra veriler CONTAM programına aktarılır. CONTAM programında da infiltrasyon oranı hesaplanır.



Şekil 1.24. CFD programında oluşturulan bölgenin CONTAM programında analizi (Wang ve ark., 2010)

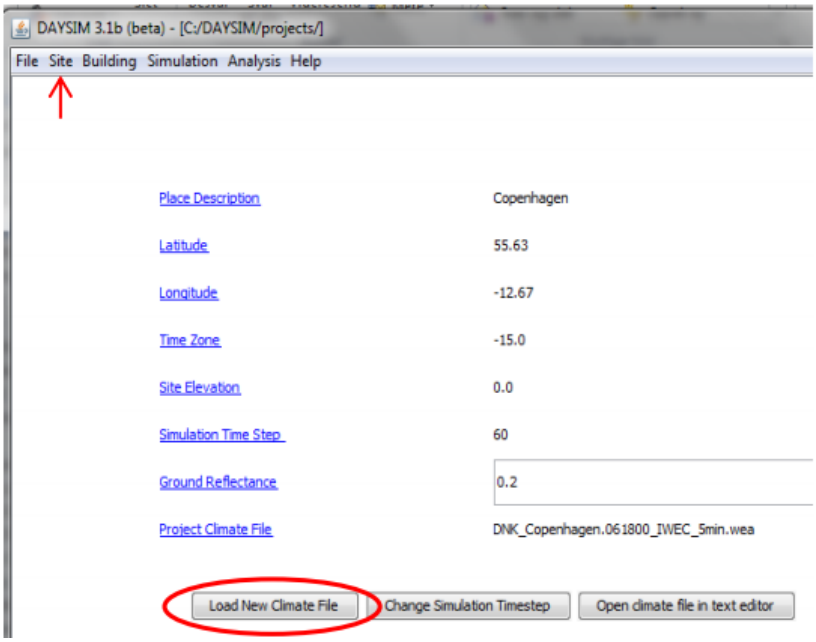
1.1.7. DAYSIM

DAYSIM programı tabanı Radıance olan, binaların içerisine ve çevresine bir yılda ulaşan gün ışığını hesaplayan programdır (URL, 7).

Enerjide yapılan tasarrufu otomasyon sistemlerinden olan dedektör ve sensörler yardımıyla hesaplar. Daysim enerji analizi ve simülasyon programı kullanıcıya kendiliğinden gölgeleme ve aydınlatma gibi zamana bağlı çizelgeler oluşturur. Programın oluşturmuş olduğu zaman-gölgeleme diyagramı ve zaman-aydınlatma diyagramı bazı enerji analiz ve simülasyon programlarında da

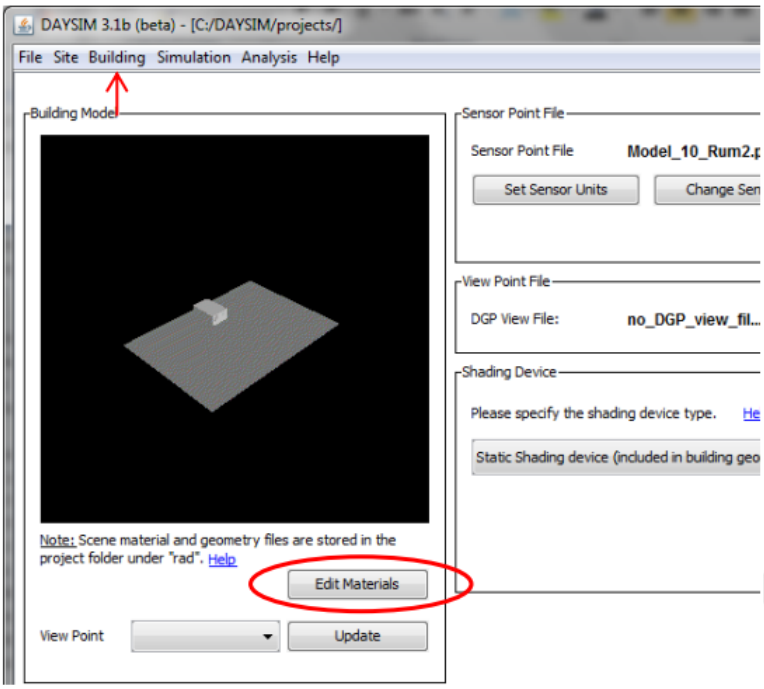
kullanılabilir. Bu çizelgeler enerji analiz ve simülasyon programlarına aktarıldığında hem ısıl hesaplamalar hem de aydınlatma hesaplamaları yapılabilir (Yılmaz, 2012).

Şekil 1.25.'de DAYSIM programında ilk aşama olan bina bilgilerinin girilmesine yer verilmiştir. Bu kısımda, binanın bulunduğu şehir, enlem, boylam, yükseklik ve simülasyon zaman adımı bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Bu bilgileri girerken bilgilerin doğruluğuna dikkat etmeli aksi takdirde daha başlangıçta yapılan hata sonucun da yanlış çıkmasına yol açmaktadır.



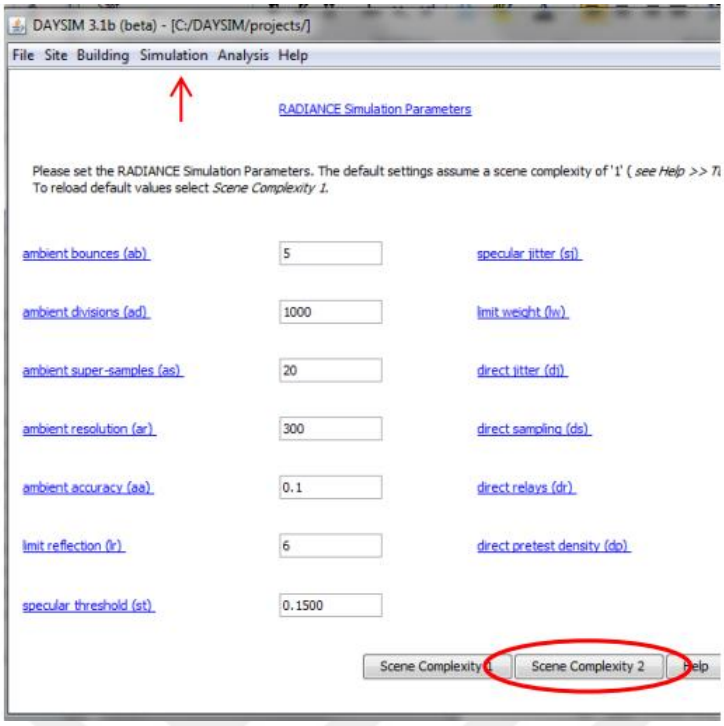
Şekil 1.25. DAYSIM programında ilk aşama olan bina bilgilerinin girilmesi (URL, 8)

Şekil 1.26.'da DAYSIM programında bina modelinin tanıtılması gösterilmiştir. Öncesinde SketchUp programında tasarımı yapılan bina çizimi programda Edit Materials seçeneğine girilerek programa tanıtılır. DAYSIM programında SketchUp gibi sık kullanılan programında yapılan çizimleri tanıyabilmesi programa artı bir yön katmıştır.



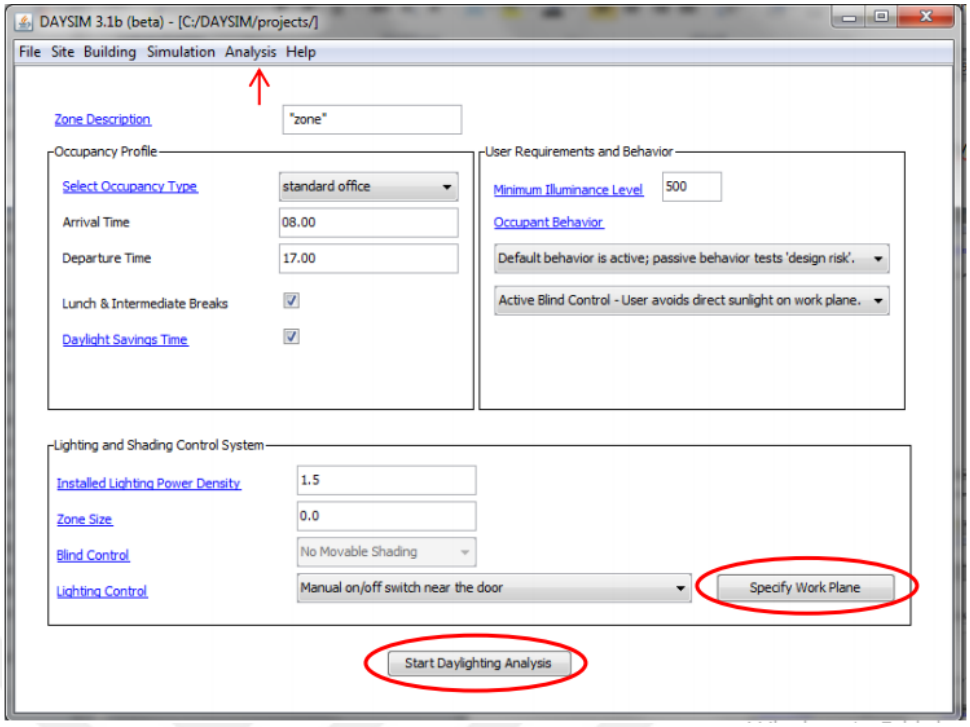
Şekil 1.26. DAYSIM programına bina modelinin tanıtılması (URL, 9)

Bina tanıtıldıktan sonra Şekil 1.27.'de gösterildiği gibi programda simülasyon aşamasına geçilmektedir. Simülasyon kısmında ortam sayısı, ortam bölümleri, ortam çözünürlüğü ve yansıma sınırları ile ilgili bilgiler girildikten sonra simülasyon adımı da tamamlanmış olur.



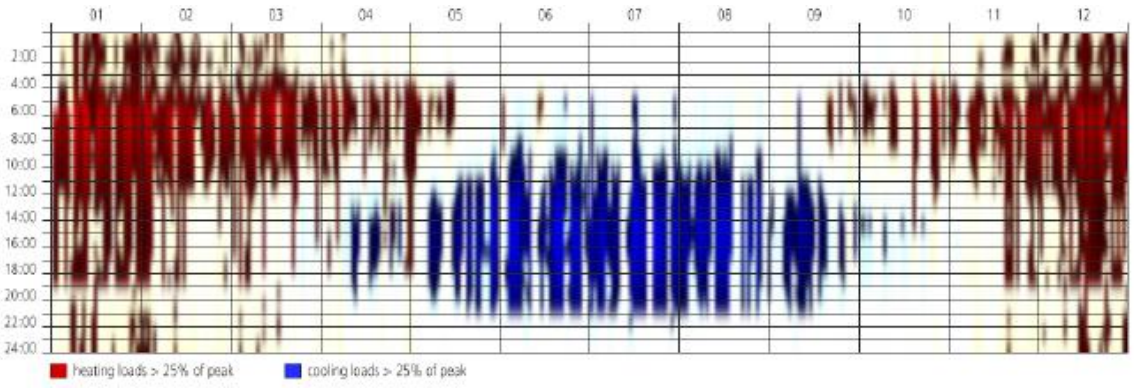
Şekil 1.27. DAYSIM programında simülasyon yapılması (URL, 10)

Son kısım olan analiz adımı Şekil 1.28.'de gösterilmiştir. Analiz kısmında zonların tanımlanması gerekir. Her bir zon için başlangıç zamanı ve bitiş zamanın tanımlanması gerekmektedir. Süreler girildikten sonra aydınlatma kontrolünün nasıl olduğu ve aydınlatma güç yoğunluğu değeri programa girilir.



Şekil 1.28. DAYSIM programında analiz aşamasının gösterimi (URL, 11)

Şekil 1.29.'da programın yapmış olduğu örnek bir hesaplamanın çıktısı verilmiştir. Sol tarafta zaman, üst kısımda da aylar gösterilmiştir. Her ay için belirlenen saatlerde ısıtma yükleri ve soğutma yüklerinin dağılımı gösterilmiştir. Kırmızı rengin yoğun olduğu yerler ısıtma yükünün dağılımını, mavi rengin yoğun olduğu yerler soğutma yükünü göstermektedir. Sonbahar ve kış aylarında ısıtma yükünün dağılımının fazla, yaz aylarında ise soğutma yükünün dağılımının fazla olduğu görülmektedir.



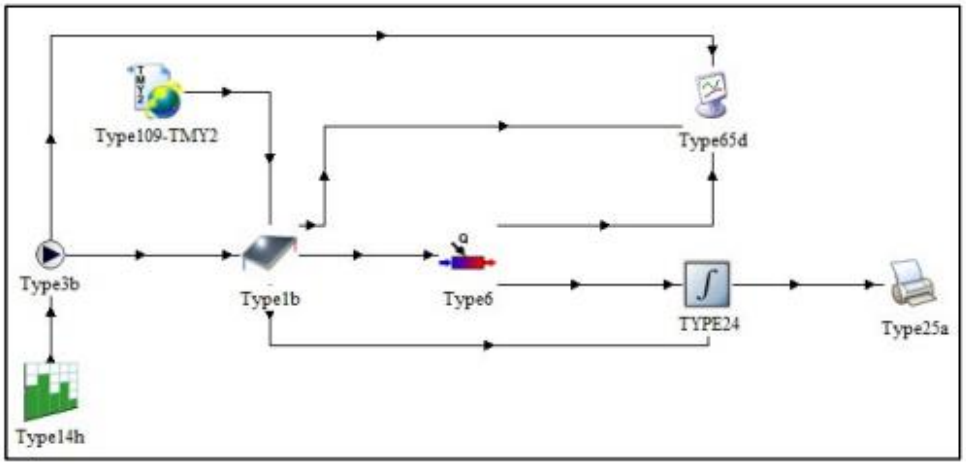
Şekil 1.29. DAYSIM programında sonuç çıktısı (Jakubiec and Reinhart, 2011)

1.1.8. TRNSYS

TRNSYS programı Wisconsin Üniversitesi'nin oluşturduğu simülasyon programıdır. Binalarda güneş ışığından yararlanılarak sıcak su elde edebilmek için gereken sistemin simülasyonunu oluşturur (URL, 12).

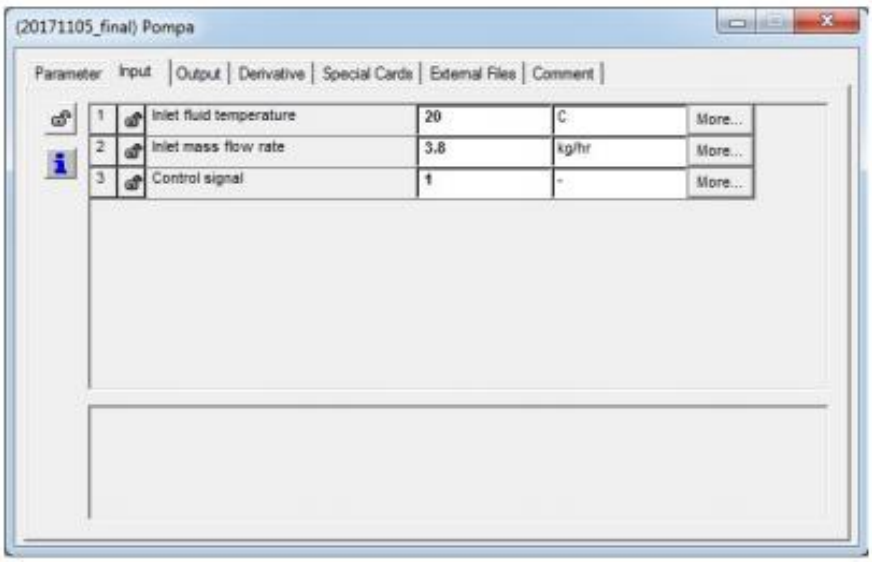
Isıtma sistemi, havalandırma sistemi ve iklimlendirme sistemini içeren kütüphanesi binayı oluşturan bileşenleri de içerir. Tanımlamak istediğimiz bileşen kütüphanesinde yer almıyor ise programa bu bileşenin bilgilerini girip tanımlamasını sağlayabiliriz. Program diğer enerji analiz ve simülasyon programları gibi enerji tüketimini hesaplamasının yanı sıra bina ısıl analizini de hesaplayabilir. Bu özelliklere ilaveten program enerji analiz ve simülasyon programlarıyla birlikte çalışabilir. TRNSYS enerji analiz ve simülasyon programı, ısıtma ve soğutmadan kaynaklı enerji tüketim hesabına ilaveten, iç ortamda bulunan havanın kalitesini analiz edebilir, binanın günışığı alma süresine göre aydınlatma modeli oluşturabilir ve güneş alma süresine göre yüzey analizi yapabilir. Programın zayıf noktası binanın yapısında bulunan kabuk için modelleme oluşturamamasıdır (Harputlugil, 2013).

Şekil 1.30.'da TRNSYS programında pompa ve güneş kolektörü sisteminin gösterimine yer verilmiştir. Programda sistemin oluşturulmasının amacı güneş enerjisiyle sıcak su üretmek olduğundan sistemde pompa, güneş kolektörü ve yardımcı ısı kaynağı bulunmaktadır. Bunlara ilaveten TRNSYS programında sistem oluştururken genelde kullanılan elemanlar olan hava verisi, çıktı sunucusu, hesaplayıcı ve yazıcı da sistemde bulunmaktadır.



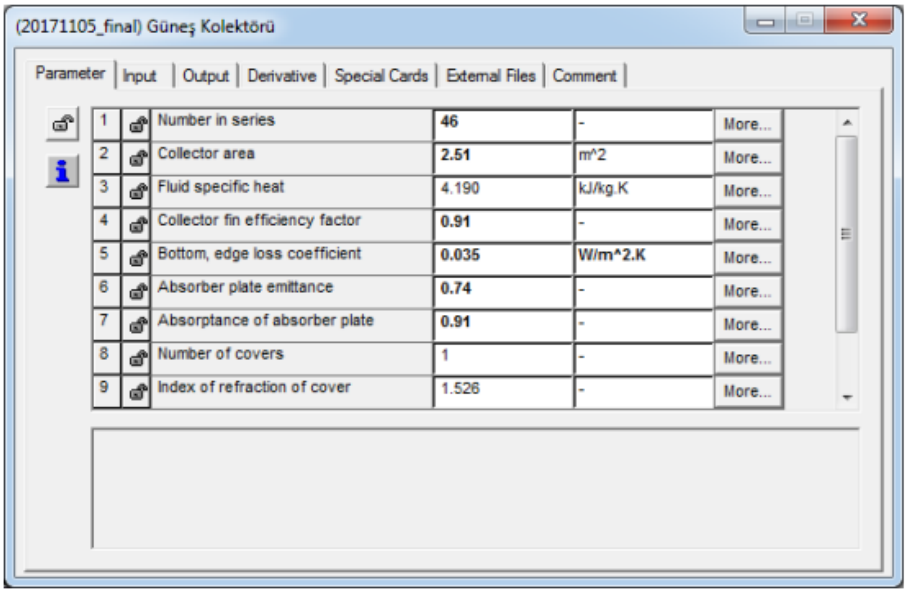
Şekil 1.30. TRNSYS programında pompa ve güneş kolektörü sisteminin gösterimi (Erkan, 2017)

Şekil 1.31.'de programda pompa ile ilgili bilgiler girilmiştir. Bu bilgiler pompada iç akış sıcaklığı, pompa içerisindeki kütle akış oranı ve kontrol sinyali bilgileridir. Sistemde pompanın istenilen verimde çalışması için bilgilerin doğruluğu önemlidir.



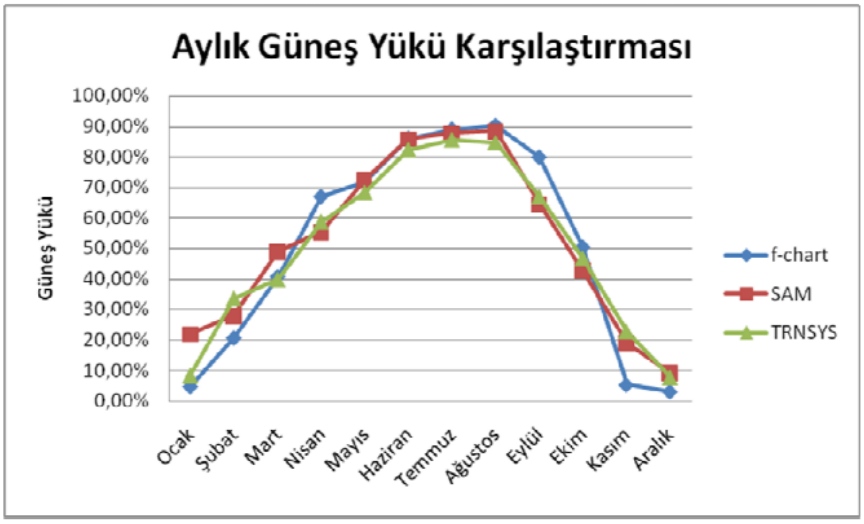
Şekil 1.31. TRNSYS programında pompa ile ilgili bilgilerin girilmesi (Erkan, 2017)

Şekil 1.32.'de TRNSYS programında güneş kolektörü ile ilgili bilgilerin girilmiştir. Programda kolektör için kolektörün seri numarası, kolektörün kapladığı alan (m^2), akışkanın sıcaklığı, kolektörün verimlilik değeri ve alt kenar kaybı bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Kolektörün akışkanı istenilen sıcaklığa getirebilmesi için programda kolektör ile ilgili istenen bilgiler girilirken doğruluğunun teyit edilmesi gerekir.



Şekil 1.32. TRNSYS programında güneş kolektörü ile ilgili bilgilerin girilmesi (Erkan, 2017)

Şekil 1.33.'de TRNSYS, SAM ve f-chart programlarının hesaplamış oldukları sonuçlara göre güneş yüklerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Şekil 1.33.'de ilkbahar ve yaz aylarında tüm programlarda güneş yükü yüzdelerinin arttığı, sonbahar ve kış aylarında ise düştüğü görülmektedir. İlkbahar ve yaz aylarında güneş ışınlarının kolektöre daha dik açıyla gelmesi ve gelen güneş ışınlarındaki sıcaklığın fazla olması bu aylarda güneş yükü yüzdelerinin programlarda fazla çıkmasındaki etmendir.



Şekil 1.33. TRNSYS ve bazı programların hesaplamış oldukları sonuçlara göre güneş yüklerinin karşılaştırılması (Erkan, 2017)

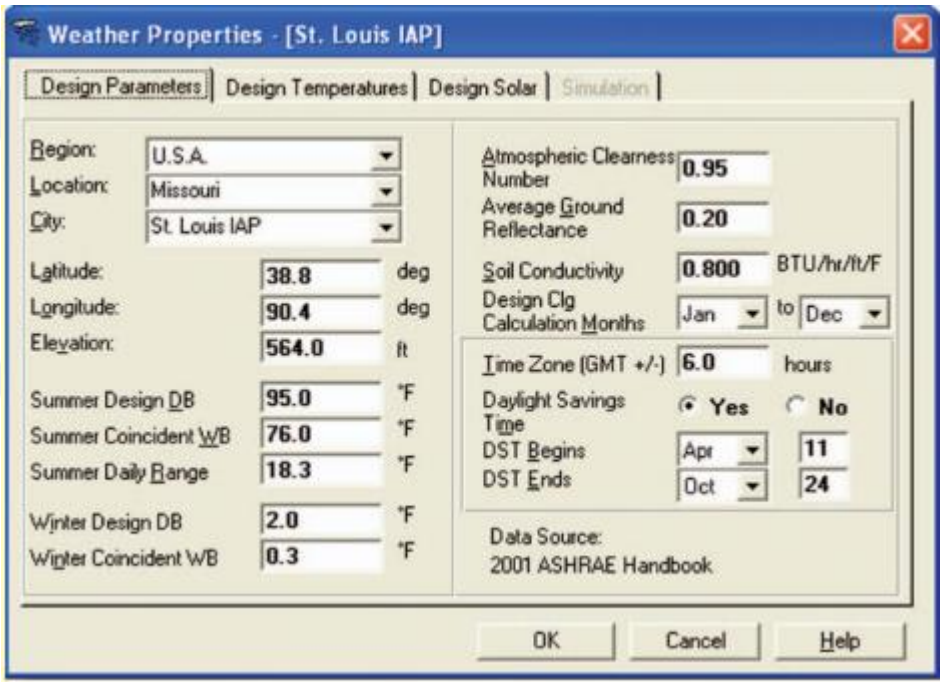
1.1.9. Carrier HAP

Carrier HAP programı mühendislerin, tasarımcıların ve inşaat müteahhitlerinin binanın enerji analizini yaparken profesyonelce kullanabileceği programdır. HAP programının enerji analizi yaparken yapmış olduğu 8760 saatlik modelleme işlemi yeşil bina veya çevre dostu bina tasarımı için uygundur. Programda ofis binalarının, okulların, otellerin, restoranların, hastanelerin ve sabit hacimli yerlerin tasarımı ve sistem elemanlarının boyutlandırılması yapılabilir (URL, 13).

Carrier HAP analiz programında 600'e aşkın kentin iklim bilgileri bulunmaktadır. Bu değerin fazla olması seçtiğimiz binanın olduğu şehrin iklim verilerini bulabilmemiz olasılığını arttırdığından önemli bir özelliktir. Her ne kadar bazı enerji analiz ve simülasyon programlarında analizini yapacağımız binanın mahallerini atayabilme sayımız sınırlı olsa da bu sayı Carrier HAP için oldukça yüksektir. Carrier HAP programında 2500 kadar mahal atayabiliriz. Mahal atayabilme sayımız fazla olduğundan analizini yapacağımız binanın özelliklerini programa ayrıntılı bir şekilde tanıtmış oluruz bu da hesabın doğruluk payını arttırır. Mahaller girildikten sonra mahallerin kaç gün ve hangi saat aralıklarla kullanıldığını belirleyen bir işletim programı tanımlanır. İşletim programı için maksimum

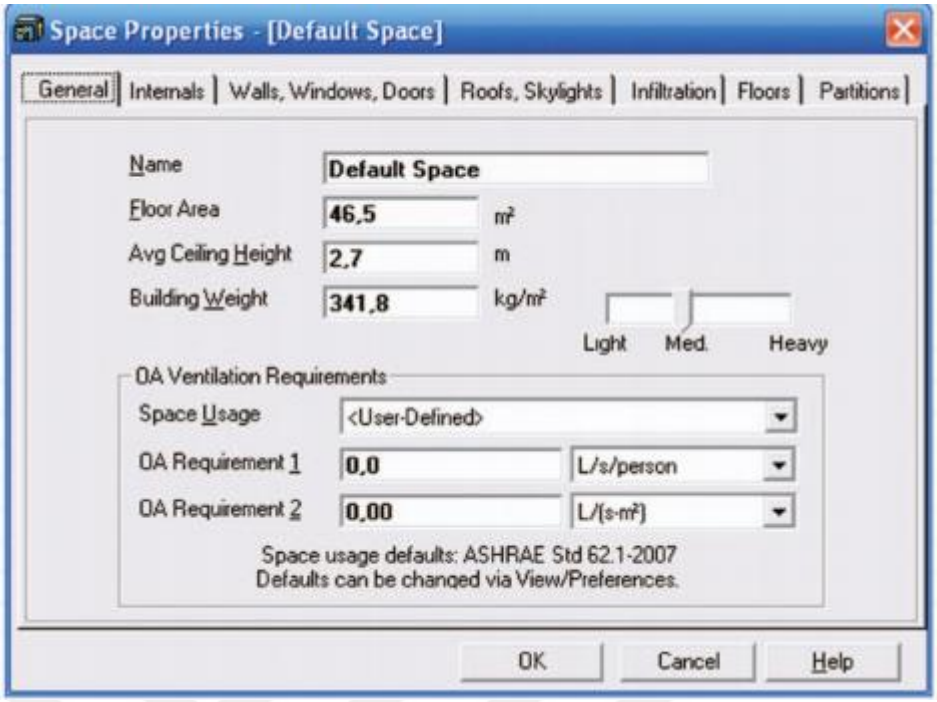
tanımlanacak sayı sekizdir. Bina ile ilgili mahallerin oluşturduğu Zon, hava sistemleri ve ana ekipmanlar (ısıtma, soğutma) girildikten sonra program simülasyona başlatılabilir. Saatlik simülasyon sonucunda bir yılda tüketilen enerji miktarı ve maliyet hesaplanır (Köroğlu ve ark., 2011).

Şekil 1.34.'de Carrier HAP programında ülke, bölge, şehir, enlem, boylam, yükseklik, yaz sıcaklık ve kış sıcaklık değerlerinin seçimi gösterilmiştir. Çalışma yapılacak binanın özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde istemesi programın doğru sonuç vermesi adına önemlidir.



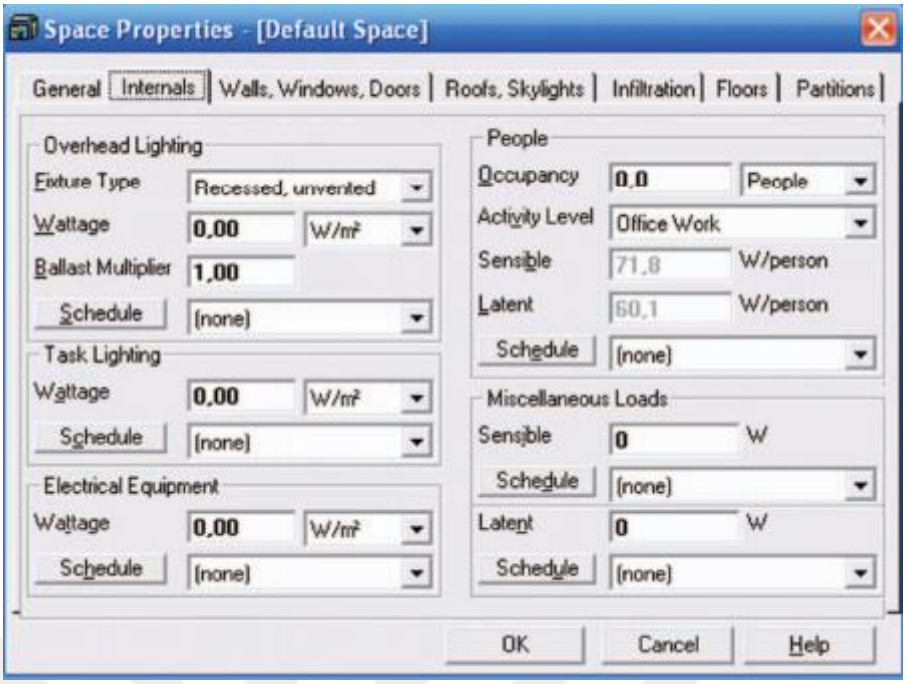
Şekil 1.34. Carrier HAP programında ülke, bölge, şehir, enlem, boylam, yükseklik, yaz sıcaklık ve kış sıcaklık değerlerinin seçimi (Isın ve ark., 2011)

Şekil 1.35.'de Carrier HAP programında General tabının gösterimine yer verilmiştir. General tabında istenilen mahallin adı, alanı ve yüksekliği değerlerinin girilmesi gerekmektedir. Bu kısımda girilen değerler programda mahal tanımlanmasında karşımıza çıkan ilk menüdür. General tabında girilen bilgiler programa tanımlandığından programın başka menülerinde bu girilen bilgiler otomatik olarak program tarafından yüklenecektir.



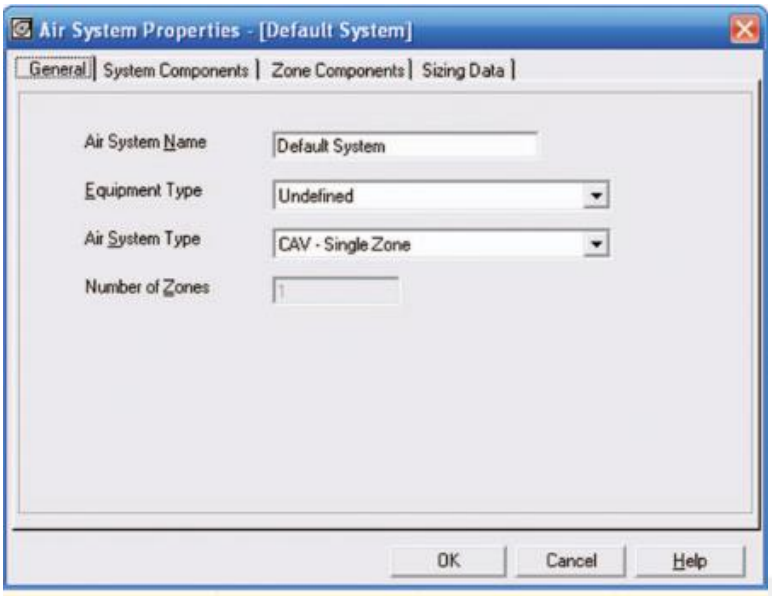
Şekil 1.35. Carrier HAP programında General tabının gösterimi (Isın ve ark., 2011)

Şekil 1.36.'da programın Internals tabı gösterilmiştir. Bu kısımda seçilen mahalde bulunan aydınlatma armatürlerinden, elektrikli ekipmanlardan ve insanlardan yayılan ısı girilmektedir. Aydınlatma armatürlerinden ve elektrikli ekipmanlardan yayılan ısı mahalde cihazların güçleriyle bağlantılı olarak değişirken, insanlardan yayılan ısı ise insanların yapmış oldukları aktivitelere göre değişmektedir. Spor salonunda çalışan bir insanın yaymış olduğu ısı ile ofiste masa başında çalışan bir insanın yaymış olduğu ısı birbirinden farklıdır.



Şekil 1.36. Carrier HAP programında aydınlatma armatürleri, elektrikli ekipmanlar ve insanlardan yayılan ısının girildiği kısım (Isın ve ark., 2011)

Şekil 1.37.'de Carrier HAP programında zon oluşturma menüsü gösterilmiştir. İlk etapta oluşturulacak olan zonun adı girilmelidir. Sonrasında binada yapılan iklimlendirme sistemine göre ekipman tipi seçilmelidir. Ekipman tipi tanımlandıktan sonra ortamdaki havanın sabit ve değişken olması durumuna göre hava sistem tipi seçilir.



Şekil 1.37. Carrier HAP programında zon oluşturma (Isın ve ark., 2011)

Şekil 1.38.'de Carrier HAP programında ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplandığı sonuç raporu gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ısıtma ve soğutma yüklerine etkisi olan faktörler gösterilmiştir. Carrier HAP programının sonuç raporunun bu şekilde vermesi kullanıcının sadece ısıtma ve soğutma yüklerinin oluşturduğu toplam yükü değil ayrıca bu yüklerin nelerden kaynaklı olduğunu görmesi adına önemlidir.

Air System Information

Air System Name	SANDALIÇ	Number of zones	1
Equipment Class	TERM	Floor Area	1209,0 m²
Air System Type	SPLT-FC	Location	Istanbul, Turkey

Sizing Calculation Information

Zone and Space Sizing Method:

Zone L/s	Sum of space airflow rates	Calculation Months	Jan to Dec
Space L/s	Individual peak space loads	Sizing Data	Calculated

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1900 COOLING OA DB / WB 27,7 °C / 20,6 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -3,3 °C / -5,7 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	1 m²	195	-	1 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	1208 m²	48831	-	1208 m²	89427	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	1 m²	5	-	1 m²	38	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	1209 m²	0	-	1209 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	18135 W	14849	-	0	0	-
Task Lighting	150 W	135	-	0	0	-
Electric Equipment	18135 W	16278	-	0	0	-
People	1209	61921	72661	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	142213	72661	-	89464	0
Zone Conditioning	-	148893	72661	-	87088	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	5320 L/s	0	-	5320 L/s	0	-
Ventilation Load	5320 L/s	15396	356	5320 L/s	153882	0
Ventilation Fan Load	5320 L/s	0	-	5320 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	18410	-	-	-18410	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	182700	73017	-	222559	0
Cooling Coil	-	24037	0	-	0	0
Heating Coil	-	0	-	-	156220	-
Terminal Unit Cooling	-	158663	73019	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	66339	-
>> Total Conditioning	-	182700	73019	-	222559	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Şekil 1.38. Carrier HAP programında ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanması (Sevindir ve Temel, 2013)

Çizelge 1.2.'de enerji analiz ve simülasyon programlarının özellikleri bir arada verilmiştir. Çizelge 1.2.'de programların çalışma şekli ve yaptıkları analizlere göre özelliklerin bazısına artı bazısına eksi işaretleri konulmuştur.

Çizelge 1.2. Enerji analiz programlarının özelliklerinin karşılaştırılması (Harputlugil, 2014)

Simülasyon entegrasyonu	ECOTECT	CarrierHAP	e-QUEST	Energy-Plus	Esp-r	TRNSYS	BeptTR	DAYSIM	CONTAM
Mimari çözüm alternatiflerinin modellenmesi ile güneş gölge analizleri	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yüzeylerin güneşlenme sürelerine dayalı analiz	+	-	-	+	+	+	-	+	-
Gün ışığı faktörü ve aydınlık düzeylerine ilişkin modelleme	+	-	-	+	+	+	-	+	-
Hava akış simülasyonu (CFD) ile doğal havalandırma analizi	-	-	-	+	+	+	-	-	+
Yapı kabuğunun modellenmesi	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Alternatif malzemelerin performans analizi	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yenilenebilir enerji kaynaklarına imkan veren bileşen entegrasyonlarının araştırılması	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Isıtma ve soğutma sistem tasarımını olanaklı kılan performans simülasyonu analizi	-	+	+	+	+	+	+	+	+
HVAC sistem tasarımını olanaklı kılan simülasyon uygulamaları	-	+	+	+	+	+	+	-	-
İç ortam hava kalitesinin analizi, CFD analizi.	-	-	-	+	+	+	-	-	+
Tanınırlık	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Kullanım	-	+	+	+	+	+	+	+	+

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bina enerji analiz ve simülasyon programlarının önemi ve uygulanması ile ilgili bazı değerli çalışmalar aşağıda verilmiştir. Bu çalışmaların birçoğunun amacı enerji faktörünün çok önemli olduğu ülkemizde enerji tüketimini azaltmak ve enerjiyi tasarruflu kullanmak için enerji analiz ve simülasyon programlarının kullanılması gerektiği ve programların verdiği sonuçları dikkate almamız gerektiği ile ilgilidir.

Özbalta ve Göksal (2002), doğal çevredeki iklim durumu; hava sıcaklığı, güneş ışınımı, hava nemi ve rüzgar gibi iklim elemanlarının gösterdiği değerlerin bileşkesidir. Tüm bu değerler yüksek performanslı bina tasarımında büyük önem kazanmaktadır. Dış iklim koşulları bölgelere göre değişim göstermeleri nedeniyle optimum düzeyde ısıtma ve havalandırma sistemlerini tanımlayan tasarım parametrelerine ait değerlerde değişim göstermektedir. Binanın enerji performansının yüksek olmasını istiyorsak, bina için oluşturulan ısıtma ve havalandırma sisteminin binanın bulunduğu bölgenin koşullarına göre tasarlanması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Florides ve ark. (2002), tipik modern bir evin enerji simülasyonunu TRNSYS programını kullanarak oluşturmuşlar ve evde oluşan termal yükü kısmak için alınacak önlemler üzerine çalışma yapmışlardır. Tüketilen enerjiyi azaltmak için inceleme yaptığı faktörler binaların termal kütlesi ve şekli, binaların yönelimleri, kullanılan cam türleri ve doğal havalandırmadır. Evin 25^{o}C sıcaklıkta tutulması için yaz aylarında yapılan havalandırmanın bir yılda soğutma yoluyla tüketilen enerjide %7,7 oranda düşmesini sağladığını açıklamışlardır. Yalıtımı yapılmış bir evde emisyon miktarı düşük olan iki camlı pencereler yerleştirildiğinde evin bir yılda soğutmadan kaynaklı tükettiği enerjide %23'ün üzerinde bir azalma olduğunu, bundan dolayı evlerde yalıtımın ve pencere türü etmenlerinin önemli olduğuna değinmişlerdir. Mimarilerin şekli için, kare şekilli bir konutun uzatılmış şekildeki konuta göre bir yılda ısıtma yapmak için tükettiği enerjinin %8 ile %26 arasında daha az enerji tükettiğini hesaplamışlardır. Mimarilerin yönelimleriyle ilgili olarak, uzun

şekle sahip bir konutun uzun köşesinin güneye bakmasının, simetrik yapıda bir konutun ise dört ana noktaya bakmasının konutlar için en iyi konum olduğu sonucuna varmışlardır. Analizde çatıların sıcak koşullarda mimariler için çok önemli olduğu ve çatıda yalıtımı artıran çalışmalar yapıldığında oluşan maliyetin kısa bir zamanda geri ödeme yaptığından çatıda yalıtıma olumlu bakılmıştır. Fakat duvarda yapılan yalıtım dokuz yılı aşkın bir sürede geri ödeme yaptığından uzun vade de olumlu bakılmamıştır.

Rey ve ark. (2007), bina sektörünün enerji tüketimindeki yerinin giderek arttığı ve bu oranın %40'ları bulduğuna değinmişlerdir. Kyoto protokülü kapsamında enerjiyi tasarruflu kullanmak ve CO_2 emisyonunu düşürmek amacıyla enerji sertifikasyon programlarının uygulandığını belirtmişlerdir. Enerji sertifikasyonu oluşturan BEA adında metodoloji oluşturmuşlardır. Bir sağlık kurumu binasının tükettiği enerjiyi, oluşturmuş oldukları BEA yöntemi, HAP ve PowerDOE programlarında hesaplamış ve çıkan sonucu karşılaştırmışlardır. BEA yönteminde enerji tüketimi 227,19 kWh/m^2, HAP programında 240,16 kWh/m^2 ve PoweDOE programında ise enerji tüketim değerini 275,31 kWh/m^2 hesaplamışlardır. CO_2 emisyonunu ise, BEA yöntemiyle 125,15 kg CO_2/m^2, HAP programında 130,88 kg CO_2/m^2 ve PowerDOE programında ise 151,01 kg CO_2/m^2 olarak bulmuşlardır. BEA yöntemiyle, yaygın olarak kullanılan HAP ve PowerDOE programlarından çıkan sonuçları karşılaştırdıklarında BEA yöntemindeki hata payının kabul edilebilir bir oran olduğu sonucuna varmışlardır.

Crawley ve ark. (2008), yapmış oldukları çalışmada yirmi enerji analiz ve simülasyon programını özelliklerine karşılaştırmışlardır. Bu programlar arasında HAP, TRNSYS, EnergyPlus ve ECOTECT gibi günümüzde de kullanılan programlar bulunmaktadır. Bina enerji simülasyon programlarını analizi yapılacak olan binanın bulunduğu iklim özelliklerini kapsayıp kapsamadığı, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin ve ekipmanlarının kullanılabilirliği, infiltrasyon yani hava sızıntısını dikkate alma özelliği, sonuçları raporlayabilme ve sonuçların doğruluğu ve diğer programlarla uyumlu çalışabilme özellikleri gibi seçenekleri dikkate alarak karşılaştırmıştır. Karşılaştırmada zon yükleri kısmında TRNSYS

programının iç termal kütleyi hesaplamada kullandığı, HAP programının ise kullanmadığı görülmektedir. Yine zon yükleri tablosunda kuru termometre sıcaklık değerini HAP programının kullandığı, TRNSYS programının bu değeri kullanmadığı bilgisine ulaşılmaktadır. İnfiltrasyon, havalandırma, oda havası ve çok bölgeli hava akışı tablosunda hem HAP programının hem de TRNSYS programının tek zonda infiltrasyon hesabı yapabildiği tablodan anlaşılmaktadır. Sonuç olarak bina enerji analiz ve simülasyon programları için oluşturmuş oldukları raporun programlar geliştikçe güncellenebileceği ve kullanıcıların daha detaylı analiz yapabilmesi ve programlara daha kolay erişilebilmesi için program yazarlarının bu konuda çalışma yapması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Tokuç (2009), enerji tüketimini azaltmak için bina tasarımının önemli olduğunu öne sürmüştür ve bu tasarım için enerji analiz ve simülasyon programlarının kullanılabileceğini açıklamıştır. Çalışmasında sık kullanılan enerji analiz ve simülasyon programlarından Ecotect, Trnsys, EnergyPlus, e-QUEST ve DOE-2 programlarının içeriğini incelemiştir ve bu programları seçerken hangi ölçütleri dikkate almamız konusunda çalışma yapmıştır. Sonuçta programların seçimi için 9 adet ölçüte bakılabileceğini belirtmiştir. Bu ölçütlerden bazıları yazılım ara yüzü ve yetenekleri, mimarinin ihtiyaçları, kolayca bulunma ve hesap yaparken doğru sonuç vermesidir.

Aktacir ve ark. (2011), enerji analiz ve simülasyon programlarında yaygın olarak kullanılan HAP, EnergyPlus ve DesignBuilder programlarının içerisinde barındırdığı özellikler ve kullanım kolaylığı değerlendirmişlerdir. Bunlara ilaveten enerjinin israf edilmeden kullanımının ülkemiz için önem arz ettiğini bunun için enerji analiz ve simülasyon programlarının erişilebilirliğinin önemli olduğunu ve programların vermiş olduğu sonuçların güvenilir sonuçlar olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Enerji analiz ve simülasyon programların kullanıcıya sunmuş olduğu değerlerin güvenilir sonuçlar olduğu sonucuna varmışlardır. Özellikle enerji üretiminin enerji tüketimini karşılayamadığı ülkemizde enerji analiz ve simülasyon programlarının vermiş olduğu sonuçların güvenilir olduğunu ve programların vermiş

olduğu sonuçları enerjiyi bilinçli kullanılmamız için dikkate almamız gerektiği anlaşılmaktadır.

Atmaca ve ark. (2011), enerji daha etkili nasıl kullanılabilir ve enerji tasarrufu nasıl sağlanabilir sorularına cevap bulmak adına çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, kompleks binaların enerji performans seviyelerini hesaplamada basit saatlik hesaplama metodu ve detaylı dinamik hesaplama metodu kullanılmıştır. Kompleks binalar söz konusu olduğunda, bina zonlarının ısıl davranışlarında etkili iç kazançlar açısından en yüksek değerlere sahip zonlar bulunabileceği konusunda fikir birliğine varmışlardır.

Bhandari ve ark. (2012), binalarda enerji analizi yapılır iken hem binanın tükettiği enerji miktarının gerçekçi olarak hesaplanması hem de ileriye dönük aşamalarda yapılabilecek enerji tasarrufu açısından binanın bulunduğu iklim bilgilerinin doğru girilmesinin önemli olduğuna değinmiştir. Hava bilgilerinin doğru girilmesi için binanın bulunduğu ortamın ölçülmesi gerektiği fakat maliyetli olduğundan bu yöntemin çok tercih edilmediğini, bu yöntemin yerine örnek konumlarda olan hava durumu verilerinin tercih edildiği fakat bunun da çok sağlıklı olmadığı kanısına varmıştır. Hava durumu verileri bilinen üç farklı binada hava durumu özelliklerini sağlayan bilgilerde ve sağlamayan bilgilerde binaların simülasyonları yapmışlar. Simülasyon sonucunda binaların bir yılda tükettiği enerjinin %7 oranında, aylık yüklerinin ise %40 civarında değişebildiğini gözlemlemişlerdir.

Tunalı (2012), mimari bir yapının performansının yüksek olması için uygulamaya başlamadan önce enerji analiz ve simülasyon programlarında uygulanmasının gerekliliğiyle ilgili bir çalışma yapmıştır. Mimarinin tasarlandıktan sonra ileride kalıcı olarak binanın yüksek performans verebilmesi için tasarım aşamasında binanın içinde bulunduğu çevresel özelliklerin ve ilerleyen süreç içerisindeki ne gibi değişimler olacağını da düşünerek mimari yapının tasarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Enerji analiz ve simülasyon programlarının mimarinin tasarımında yardımcı değil, bu mimari uygulamaya konulduktan sonra enerji

harcamalarının ne olacağı ya da mimarinin maliyetinin ne olacağı gibi sorulara cevap bulunacağını açıklamış yani programların kullanılmasının mimarın tasarım yeteneğini etkilemediğini bunun aksine tasarım sürecinde programların kullanılmasının mimarın sürdürülebilir bir yapı oluşturmasına önemli katkıları olduğunu açıklamıştır. Enerji analiz ve simülasyon programlarından Ecotect, Energy-10, EnergyPlus, DOE-2 vb. programları incelemiş ve bu programların güçlü ve zayıf yönleri hakkında karşılaştırma yapmıştır. Bir mimarın yüksek performanslı bir bina oluşturabilmesi için kafasında kurguladığı binayı enerji analiz ve simülasyon araçlarına uygulayıp, programların verdiği sonuçları değerlendirerek en uygun sonucu görmeye çalışmalıdır sonucuna varmıştır. Aynı çalışmada ülkemizde enerji analiz ve simülasyon programlarının mimarlar tarafından kullanımı ve farkındalığıyla ilgili bir anket çalışması yapılmış ve sonuçta ankete katılanların %18'i programları kullandığı, %67'sinin programı kullanmadığını sonucuna varmıştır.

Erol (2013), yapmış olduğu çalışmada enerji analiz ve simülasyon programları hakkında genel bir bilgi vermiş, bu programlarla ilgili yapılan çalışmalara yer vermiş ve bu programların kullanımının önemine değinmiştir. Enerji analiz ve simülasyon programları mimari bir yapının enerji tüketimini hesaplarken bunu saatlik, günlük hatta aylık ve yılık olarak yapabileceğini bu kadar detaylı hesapların program kullanılmadan çok zor olduğunu söylemiştir. Program kullanılmadan yani klasik olarak yapılan hesaplama ile güneş ışınlarının gün içerisinde farklı açılarda gelmesi sonucu oluşan ısı değişkenliğinin binada ne kadarlık bir kazanıma yol açtığını hesaplayamayacağımızı ve bunu sadece programlar yoluyla hesaplayabileceğimizi açıklamıştır. Enerji analiz ve simülasyon programlarının faydalarından birinin de mimarların ve mühendislerin binanın aydınlatılması konusunda değişiklik yaptığında bu değişikliğin binaya olan enerji performansı yönünden etkisini programlar yardımıyla önceden görüp kapsamlı bir şekilde analiz yapmasına olanak sağlamasıdır. Sonuç olarak enerji analiz ve simülasyon programlarının binanın tasarımının ilk aşamasından ekipman seçimi (ısıtma sistemi, soğutma sistemi, elektrikli ekipmanlar) aşamasına kadar her aşamada kullanılabileceğini açıklamıştır.

Kürekci ve Kaplan (2014), çalışmasında İstanbul'da bulunan tek katlı bir mimarinin enerji tüketimini yaygın olarak kullanılan HAP simülasyon programını ve Revit programını kullanarak hesaplamışlardır. Mimari projeyi 2 zon da toplamış ve her iki Zone da HAP programının hem ısıtma yükünü hem de soğutma yükünü Revit programına göre daha düşük olarak hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda HAP programının sisteminin Revit programının sistemine göre daha gelişmiş olduğu sonucuna varmışlardır. Revit enerji analiz ve simülasyon programının içerisinde barındırdığı seçenekleri daha fazla artırması gerektiğini önermişlerdir.

Durmuş ve Önal (2014), Gaziantep ilinde seçilen mimari bir yapıyı enerji analiz ve simülasyon programlarından olan BepTR programında uygulamışlar ve BepTR programının hesapladığı sonuca göre mimari yapıyı sınıflandırmışlardır. Sonuçta binayı C sınıfına yerleştirmişler yani gerekli tüm standartları taşıdığını ve en iyilerin bir alt sınıfı olarak binanın iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Analizi yapılan binaların olduğu coğrafi bölgenin ve konumunun binanın sınıflandırılmasında etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Harputlugil (2014), bu çalışmada birçok bina enerji analiz ve simülasyon programları hakkında ayrıntılı bilgi verilmiş ve programların hangi analizleri yapıp yapamadığını karşılaştırma tablosunda göstermiştir. Bir mimarın en uygun özellikte bir yapıyı oluşturabilmesi için kafasında tasarladığı farklı seçeneklerin her birini enerji analiz ve simülasyon programlarında uygulaması gerektiği sonucuna varmış Ayrıca programların vermiş olduğu sonuçları değerlendirerek sonuç olarak en iyisini gözlemlemesi gerektiğini vurgulamıştır. Yani özellikle bir bina için hangi programın en iyi sonucu vereceğini belirtmemiş, bunu kullanıcının programların verdiği sonuçları karşılaştırarak kendisinin karar vermesi gerektiğini ifade etmiştir.

Han ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada enerji analiz ve simülasyon programlarından olan DOE-2, EnergyPlus, eQUEST, ESP-r, TRNSYS ve DeST programlarının özelliklerini tanıtmış ve bu programların avantaj ve dezavantajlarını karşılaştırmışlardır. TRNSYS programı için kullanıcı tasarladığı sistemin elemanlarını ve bağlanma şeklini programa tanıttığında o sistemi TRNSYS

programında oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Programın kütüphanesinin geniş olduğunu, istenen veriler bulunamadığında o verilerin girişinin programa tanıtılabileceğini açıklamışlardır. Kullanıcı tarafından oluşturulan sistem zamanın sabit olmadığı yani zaman geçişiyle olan bir sistem ise bu sistemin TRNSYS programıyla analizinin yapılabileceğine değinmişlerdir. Oluşturmuş oldukları temel özelliklerin karşılaştırma tablosunda EnergyPlus ve ESP-r programlarıyla CAD programında hem içe hem de dışa aktarma olabileceği, değiştirilebilir zaman adımı özelliğinin ise eQUEST, EnergyPlus ve ESP-r programlarıyla yapılabileceği anlaşılmaktadır. Odadaki ısı dengesi hesabının ve nem hesabının EnergyPlus, eQUEST ve DeST programlarıyla yapılabileceği, gün ışığı analizinin ise bu programlara ek olarak DOE-2 programıyla da oluşturulabileceği kanısına varılmaktadır. Enerji analiz ve simülasyon programlar kullanıcının erişimine açık olmasına rağmen programların neleri yapabileceği konusunda daha fazla çalışma yapılması sonucuna varmışlardır.

Orhon ve Altın (2015), bu çalışmada enerji analiz ve simülasyon programlarının mimari projelerde uygulanmasında artı ve eksi yönleri değerlendirilmiştir. Artı yönleri olarak farklı fikir ve projelerin öncesinde düşünülen sistemde değişiklik yapılmadan kolaylıkla monte edilmesini ve modelleme süresinde herhangi bir yavaşlamaya yol açmayarak tasarıma pozitif yönler kattığını açıklamışlardır. Eksi yönleri olarak enerji analiz ve simülasyon programları seçilen mimarinin özelliğine göre sınırlandırılmış olduğundan, kesin çözüme ulaştırma garantisi veremeyeceğini ve yüksek doğruluk veren sonucu bulmanın kullanıcının seçimine bağlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Erdoğan ve Canbazoğlu (2015), Malatya ilinde bulunan bir üniversitenin içerisinde bulunan fakültede çift camlı pencere-yalıtımsız duvar, çift camlı pencere-yalıtımlı duvar ve tek camlı pencere yalıtımlı duvar kullanarak sabit hava debili (CAV), değişken hava debili(VAV) ve Fancoil sistemleri (FCU) kullanıldığında oluşacak enerji tüketimini HAP programında hesaplamışlardır. Çift camlı pencere ve tek camlı pencere kullanılması karşılaştırıldığında çift camlı pencere fakültede uygulanması tek camlı pencereye göre, sabit hava debili sistemde yüzde kırkın

üzerinde, Fancoil sistemi için yüzde otuz üçün üzerinde ve değişken hava debili sistem için yüzde otuzun üzerinde tasarruf sağladığı sonucuna varmışlardır. Çift camlı pencere yalıtımsız duvar ve çift camlı pencere yalıtımlı duvar için karşılaştırma yapıldığından, yalıtımlı olması sabit hava debili sistem için yüzde on yedinin üzerinde, değişken hava debili sistem için yüzde on altının üzerinde ve Fancoil sistemler için yüzde on birin üzerinde tasarruf yapıldığı sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı gibi HAP programında farklı malzemeler kullanarak farklı sistemlerde ne kadarlık bir enerji tüketimi olduğunu karşılaştırıp hem seçilecek malzemeler hem de seçilecek sistemler belirlenebilir.

Yaka ve ark. (2016), ülkemizin farklı coğrafi bölgelerindeki şehirlerde bulunun mimari bir yapının, yaygın olarak kullanılan enerji analiz ve simülasyon programlarında olan BEP-TR programında analizini yapmışlardır. BEP-TR programına bina ile ilgili bilgiler girildikten sonra program binaların enerji performansını hesaplamışlar ve hesapladıkları sonuç için binanın bulunduğu dört şehirde de enerji verimliliğinin yeterli olmadığı kanaatine varmışlardır. Bu sonucun çıkmasındaki etmenlerden birinin binada enerji tüketiminin fazla olduğunu ve bunun için önlem alınmadığını açıklamışlardır. Bu çalışmadan da anlaşılacağı gibi her ne kadar binanın bulunduğu iller ya da bölgeler farklı olsa da enerji tüketimini azaltacak önlemler alınmadığı takdirde veya enerji tasarruflu kullanılmadığında binaların enerji performansının düşük çıkması yüksek bir ihtimaldir.

Özer (2017), bu çalışmada binadaki enerji kayıplarının bir kısmını oluşturan ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin tükettiği enerjinin dikkate alınması gerektiği ve bu sistemler tarafından fazladan harcanan enerjinin engellenmesi gerektiğini açıklamıştır. Bu önlemlerin alınabilmesi için yaygın olarak kullanılan enerji analiz ve simülasyon programları kullanıldığı halde yine de programların yüzdelik olarak küçükte olsa hata verdiğini ve bu hataların sebebinin programların matematiksel bir tasarımla oluşturulduğunu, programların daha çok gerçek hayata uyarlanması gerektiği kanaatine varmıştır. Enerji analiz ve simülasyon programlarından kaynaklanan hatayı bulmak için farklı bir sistem geliştirmiş ve sonuçta bu geliştirdiği sistemin programların vermiş olduğu hataları hafifletebileceği

sonucuna varmıştır. Aslında bu çalışma bizlere her ne kadar enerji analiz ve simülasyon programlarının küçükte olsa hatalı sonuçlar verebileceğini gösterse de programlara uyarlanabilir sistemler geliştirilebileceğini göstermiştir.

Eskin ve ark. (2017), ülkemizde bulunan bir üniversitenin makine fakültesinin enerji performansını incelemişlerdir. Enerji tüketimini hesaplamak için enerji analiz ve simülasyon programlarından olan EnergyPlus programını kullanmışlar ve binanın üç boyutlu görünüşünün oluşturulmasında programa yardımcı olmak için DesignBuilder kullanmışlardır. İlk etapta binanın yapı bilgileri ve özelliklerinin doğru girilmesi hususuna önem vermişlerdir. Çünkü bu aşamada yanlışlık yapılması sonucu doğrudan etkileyecektir. Sonrasında yaz ve kış ayları için haftalar belirlemişler ve bu belirlenen haftalardaki günlere göre bir yıllık süre için periyot oluşturmuşlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda ASHRAE.55 standartlarına göre iç ortamdaki konfor durumunun uygun olmadığını tespit etmişlerdir. Bu sebepten fakülteye ayrı bir iklimlendirme sisteminin kurulması gerektiğini düşünmüşler ve bu iklimlendirme sisteminin hem VRF klima sistemini hem de klima santralini kapsayan bir sistem olduğunda binanın ısıl konfor sorununu çözebileceğini düşünmüşlerdir. Ayrıca binanın enerji tüketimin yüksek olduğunu ve bu tüketimin en büyük etmenlerinden birinin de HVAC sisteminden kaynaklı olduğunu tespit etmişlerdir. Binalara ısıtma, soğutma ve havalandırma ekipmanları kurulurken enerji performansına etkisinden dolayı dikkatli olunması gerektiğini açıklamışlardır.

Erkan (2017), İstanbul Teknik Üniversitesi'nde bulunan bir spor salonunda güneş enerjisinden sıcak su elde etmek için enerji analiz programlarında sistem modellemesi yapmışlardır. Sistemde kullanmış oldukları elemanlar pompa, güneş kolektörü ve yardımcı ısı kaynağını da içeren bir sistemdir. Bu sistem, TRNSYS programı, SAM programı ve F-Chart programına tanımlayarak enerji analizi yapmıştır. TRNSYS programında güneş kolektörü 45 adetin üzerinde kullanıldığında istenilen sıcak suyun yarısını güneş enerjisinden sağlanabileceği, SAM programında mevcut sıcak suyun %52'nin üzerinde bir oranla güneş enerjisinden yararlanılarak elde edilebileceği ve F-Chart programında yıllık ihtiyaç olan sıcak suyun %51'e yakın bir oranda güneş enerjisinden karşılanabileceğini hesaplamıştır. Yapmış

olduğu değerlendirme sonucunda analiz sonuçlarının 3 programda da yakın değerler çıktığı ve güneş enerjisinden daha fazla sıcak su elde edebilmek için daha fazla kolektör kullanmanın ekonomik açıdan uygun olmadığı sonucuna varmıştır.

Aized ve ark. (2017), Pakistan'da olan bir binada enerji tüketimini azaltmak için HAP programını kullanarak simülasyon çalışmaları yapmışlardır. Pakistan'da enerji tüketiminin %29'un üzerindeki payının inşaat faaliyetlerinden kaynaklandığı ve bu oranın sürekli arttığını, bunun da ülke ekonomisini etkilediğine değinmişlerdir. İlk etapta binanın soğutma yükünü HAP programı kullanarak hesaplamışlardır. Sonrasında binada soğutmadan kaynaklı enerji tüketimini azaltmak için bazı parametreler belirlemişler ve bu parametrelerde değişiklik yaparak soğutma yükündeki değişimi gözlemlemişlerdir. Değişiklik yaptıkları parametreler binada bulunan pencerelerin yönleri, pencerelerin boyutları, pencerelerde bulunan cam sayıları ve pencerelerde gölge faktörüdür. Analiz sonucunda, pencerelerin kuzey ve güney yönlerine bakan pencerelerin, doğu ve batı yönlerini gören pencerelere göre daha az enerji harcadığı ve binadaki pencerelerin yönleri için en ideal yönün güney yönünde olacağını gözlemişler. Pencereler çift camlı olduğunda yalıtkan olduklarını ve bu özelliğinden dolayı enerji tüketimini ve gürültüyü azalttığını belirtmişlerdir. Hem içerdeki hem de dışarıdaki gölgelerin güneş ışınlarından yararlanma yüzdesini artıracağını ve bununda soğutma için tüketilen enerjiyi azalttığını açıklamışlardır. Binada enerji yükünün en fazla çatıda iletim yoluyla olan kayıplardan olduğu ve bu yükün %20'nin üzerinde olduğu, pencerelerden iletim yoluyla oluşan kayıpların %6'nın üzerinde olduğu ve hava sızıntısından dolayı oluşan kaybında %3'ün üzerinde olduğunu hesaplamışlardır. Enerji kaybını düşürmek için yapmış oldukları bu çalışmada farklı parametreler uygulayarak enerji tüketiminde toplam %28'in üzerinde azalma sağlamışlardır.

Güğül ve Köksal (2019), bu çalışmada Ankara ilinde bulunan müstakil bir mimari yapıyı ısıtmak için gereken enerjiyi ESP-r enerji analiz ve simülasyon programında uygulayarak hesaplanmış ve bu hesaplama sonucunda bir yılda konutu ısıtmak için 141 GigaJoule enerjiye ihtiyaç olduğunu bulmuşlardır. Hesap yapıldıktan sonra konutun enerji tüketimini azaltacak önlemler düşünmüşler ve

bunun için bazı senaryolar oluşturup konuta uygulamaya karar vermişlerdir. Bu senaryolardan bazılarının konutta bulunan pencereleri iyileştirmek, duvarın dış tarafında izolasyonu iyileştirmek ve çatıya yalıtım takviyesi yapmak olarak düşünmüşlerdir. Pencerelerde iyileştirme yapıldığı zaman toplam tüketimin 22 GJ ile 27 GJ arasında bir azalış göstereceğini, dış duvarda iyileştirme yapıldığında toplam tüketimin 2 GJ-5 GJ arasında azalacağını ve çatısında iyileştirme yapılacağı zaman 84 GJ azalma olacağını tespit etmişlerdir. Bunlar arasında toplam tüketimde en büyük tasarrufu yapan senaryo çatıda iyileştirme yapılacağı zaman olmaktadır. Her ne kadar enerji tüketimini azaltmak için iyileştirme çalışmalarında bazı önlemler diğerlerine göre daha fazla tüketimi azaltsa da özellikle yüksek katlı binalarda tasarım aşamasında alınacak tüm önlemler enerji tüketim miktarının düşürülmesinde çok önemli olduğundan, tüm önlemleri almaya dikkat etmeliyiz.

Kalaycıoğlu ve Yılmaz (2019), enerji analiz ve simülasyon programlarının bina tasarımı yapan kullanıcıya faydaları ve bu programların bazı seçeneklerde kısıtlayıcı oluşundan dolayı tasarımcı gözünde eksileri karşılaştırılmıştır. Çalışmada enerji analiz ve simülasyon programlarının bazılarının oluşturulabileceği sistemleri ve yapabileceği çözümlemeleri ayrıntılı bir tabloda oluşturmuşlardır. Enerji analiz ve simülasyon programlarında simülasyon yapılabilmesi için mimari yapıya ait bilgilerin girilmesinin gerekli olduğunu fakat bu bilgilerin elde edilebilmesi için tasarımın oluşması gerektiğine değinmişlerdir. Tasarımın daha oluşmadan başlangıç aşamasında bina ile ilgili bilgilerin tam olarak elde edilemeyeceğinden programa bilgileri girecek kişinin gireceği bilgilerin tahmini de olsa konunun uzmanı olması çıkan sonucun doğruluğunu arttırdığını ayrıca programı uzman kişileri kullanmasının programın vermiş olduğu hataları da düzeltmesi açısından önemli olduğunu açıklamışlardır. Enerji analiz ve simülasyon programlarının kısıtladığı kısımların ise binanın tasarlanan büyüklüğünün, geometrisinin ve bina için düşünülen bazı sistemlerin programda oluşturulamaması olduğunu ayrıca kullanıcı ile program arasındaki en büyük kısıtlamanın mimarın simülasyon programlarını bir tasarım seçeneği olarak kabul etmemesi olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak bu programların enerji tüketimini azaltmaya yardımcı olacağını ve ülkemizin enerji için ayırdığı bütçeyi hafifleteceği yargısına varmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

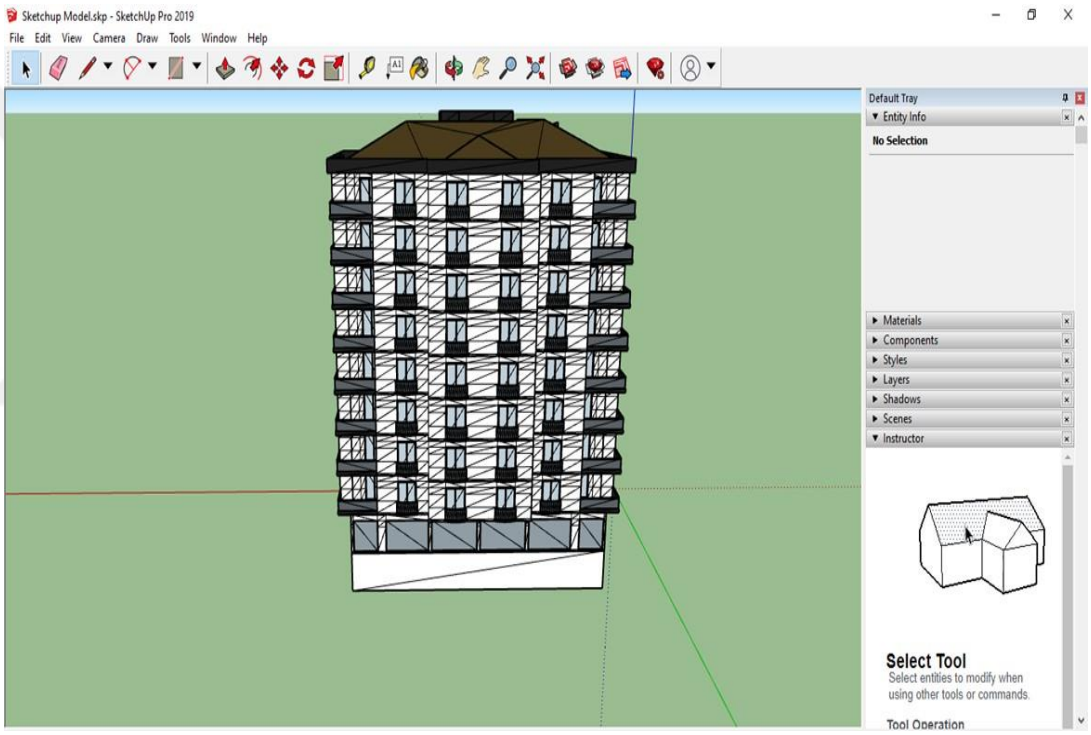
3.1. Materyal

Enerji analizi, Adıyaman ilinde yer alan bir bina için yapılmıştır. Bina, bodrum kat+ zemin kat+ 1-8. kat+ çatıdan oluşmaktadır. Binanın tavan yüksekliği 3 metre alınmıştır. Bina tipi konuttur. Yakıt türü doğalgazdır. Havalandırma doğal havalandırma yoluyla yapılmaktadır. Pencere alanı oranı %60'tan azdır. İklim değerleri Adıyaman ili baz alınarak alınmıştır. Bu değerler Adıyaman için çalışma yapılmış projelerden veya meteoroloji genel müdürlüğünün paylaşımlarından rahatlıkla bulunabilir. Enlem değeri 37,5 alınmıştır. Boylam değeri Adıyaman için 38,2 değerini göstermektedir. Fakat enerji analiz programlarında Carrier HAP VE TRNSYS gibi programlarda giriş bilgilerinde ilk önce hangi ayrım kürede olduğu bilgisi tanımlanıp ondan sonra değerler istenmektedir. Türkiye boylamda eksi tarafta kaldığı için -38,2 değeri sisteme eklenmiştir. Bu eksi değeri girilmeseydi bizim programda iklim şartlarını etkileyecekti. Yurt dışında yaşayan biride enlem ve boylam değerlerini hangi tarafta kaldığına bakarak sisteme girmelidir. Aksi takdirde iklim şartlarını etkileyecektir. Deniz seviyesinden yükseklik değeri 678 metre alınmıştır. Yaz dizayn kuru termometre sıcaklığı 38 ℃ alınmıştır. Yaş termometre sıcaklığı 22 ℃ alınmıştır. Günlük sıcaklık farkı ise 16 K alınmıştır. Kış dizayn kuru termometre sıcaklığı -9 ℃ alınmıştır. Kış dizayn Yaş termometre sıcaklığı sisteme girilirken 1 veya 2 derece düşük girilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde sistem hata vermektedir. Bu sebeple kış dizayn yaş termometre sıcaklığı -11 ℃ alınmıştır. Diğer bilgiler AutoCad programından okunmuştur. Örneğin kat bilgileri, her katta kaç mahal bulunduğu, her mahalin kaç m^2 olduğu, mahallerin hangi cepheye baktığı, duvar uzunlukları, duvarların kapladığı alanın kaç m^2 olduğu, mahallerde bulunan elektrikli aletler vb. özellikler AutoCad programından okunmuştur.

Enerji analizi yapılacak binanın mimarisi SketchUp programında tasarlanmıştır. SketchUp programında mimari çizimi oluşturulması programlarda enerji analiz hesabını yapmamızı kolaylaştırmıştır. Hem de mimari projenin örnek bir görseli oluşmuştur. Mimari projenin SketchUp programda çizilirken ölçüleri

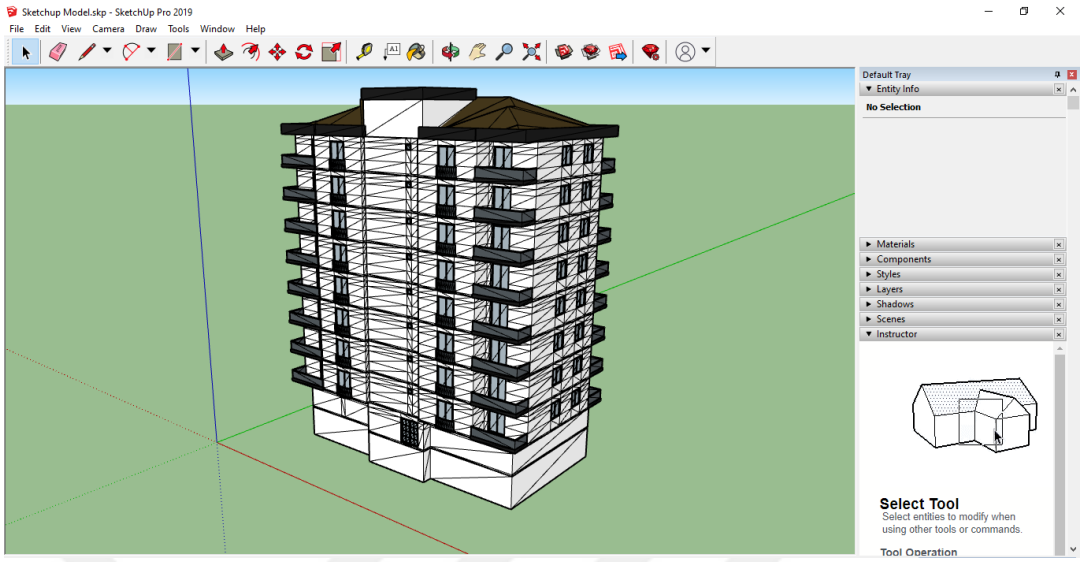
hesaplaması yapılan mekanik tesisat projenin aynı ölçüsünde çizilmiştir. Bu bakımdan da SketchUp programında çizilen bina birebir örneğidir.

Şekil 3.1.'de mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön taraftaki açıdan gösterimine yer verilmiştir. Şekil 3.1.'de binanın önden görünüşü binada bulunan bodrum, dükkan ve katları göstermesi açısından önemlidir. Şekil 3.1.'de bina çatı da dahil tüm mimarisi gözükmektedir. Bu bakımdan önden görünüş mimari projeye farklı açıdan bakılan şekillere göre üstünlük sağlamaktadır.



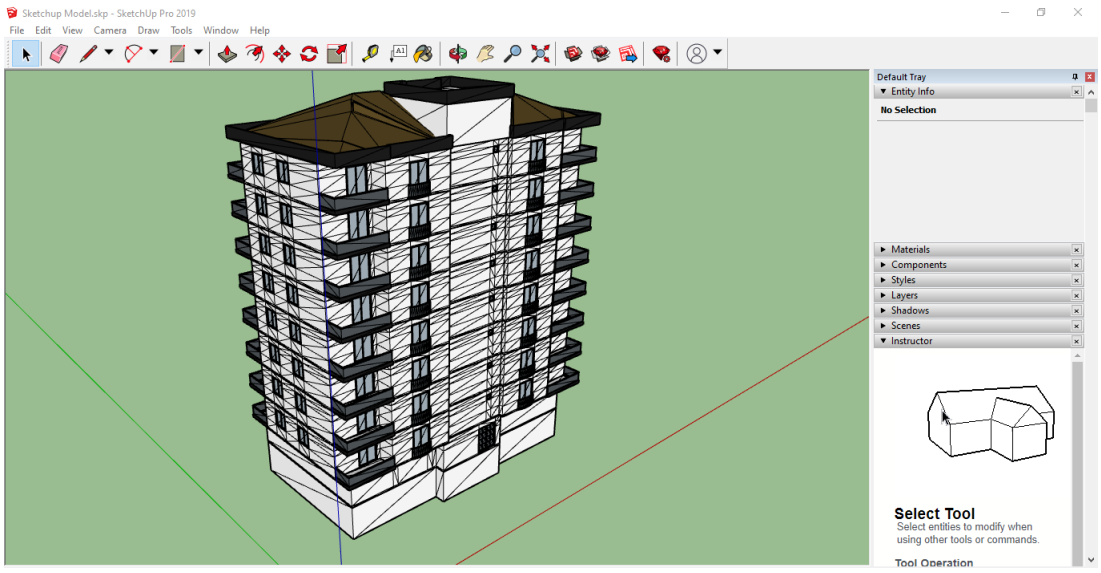
Şekil 3.1. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön taraftaki açıdan gösterimi

Şekil 3.2.'de mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön-sol çapraz gösterimine yer verilmiştir.



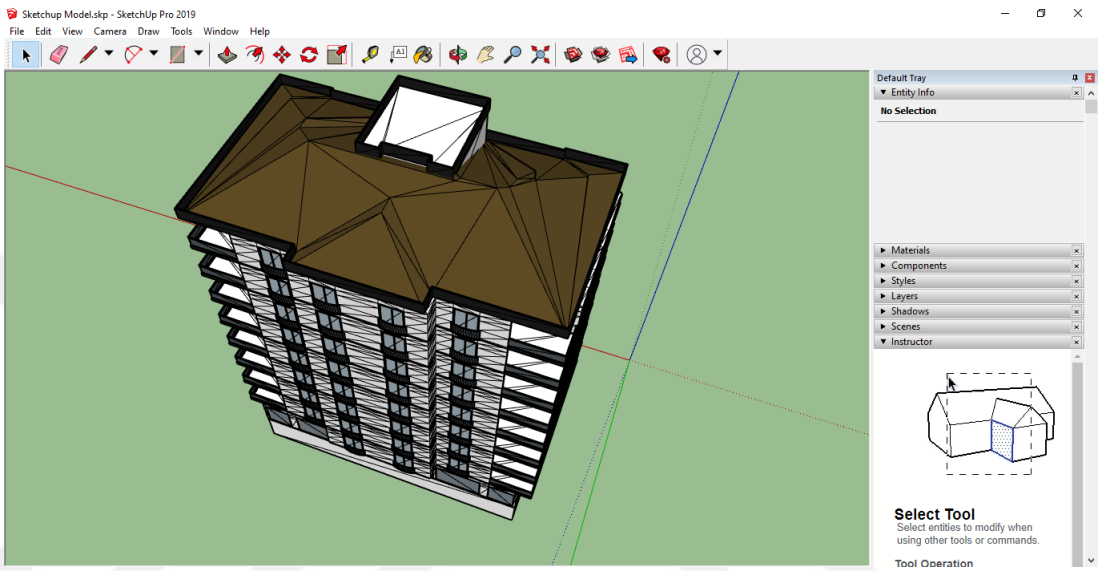
Şekil 3.2. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön-sol çapraz gösterimi

Şekil 3.3.'de ön-sağ çapraz gösterimine yer verilmiştir. Her iki şekil de aslında aynıdır. Binanın sağ ve sol yanlarını göstermektedirler. Binada sağ ve sol taraflarda dışa bakan pencere sayısını ve pencerelerin konumunu görmek açısından enerji analizi yapacak olanlar için her iki şekil de önemlidir. Pencere sayısının yanlış girilmesi ve yönünün yanlış seçimi hava sızıntı miktarını değiştireceğinden binanın sağdan ve soldan görünüşüne dikkat etmek gerekir.



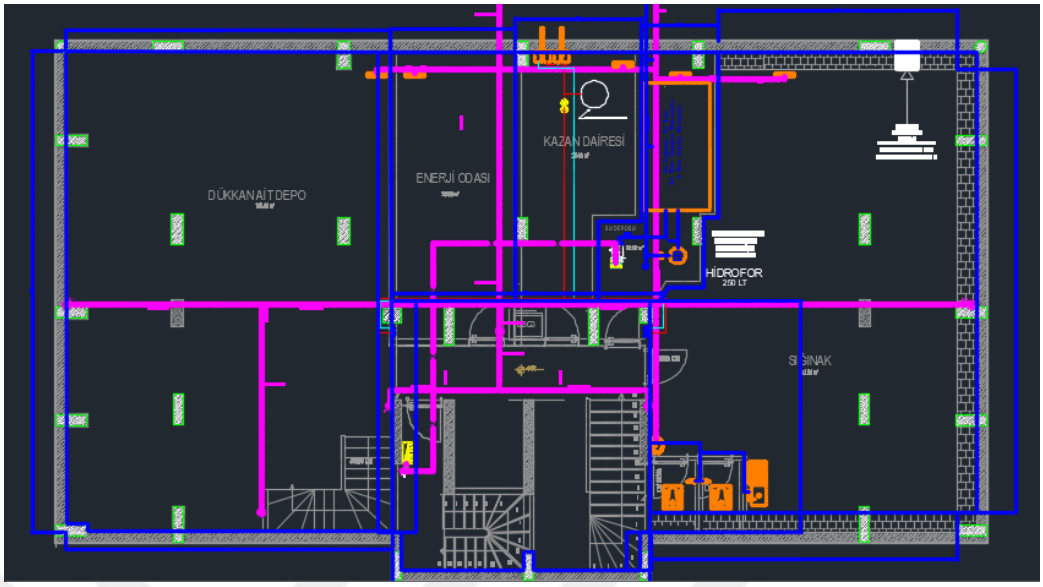
Şekil 3.3. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin ön-sağ çapraz gösterimi

Şekil 3.4.'de ise mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin üstten görünümüne yer verilmiştir. Üstten görünüm çatının özelliğini gösterdiğinden önemlidir. Enerji analiz programlarının birçoğunda binanın çatısının hangi cepheye baktığı ve çatıda olan boşluğun ne kadar olduğu sorulmaktadır. Çatı binada enerji tüketimini etkileyen bir faktör olduğundan üstten görünüm de önem arz etmektedir.



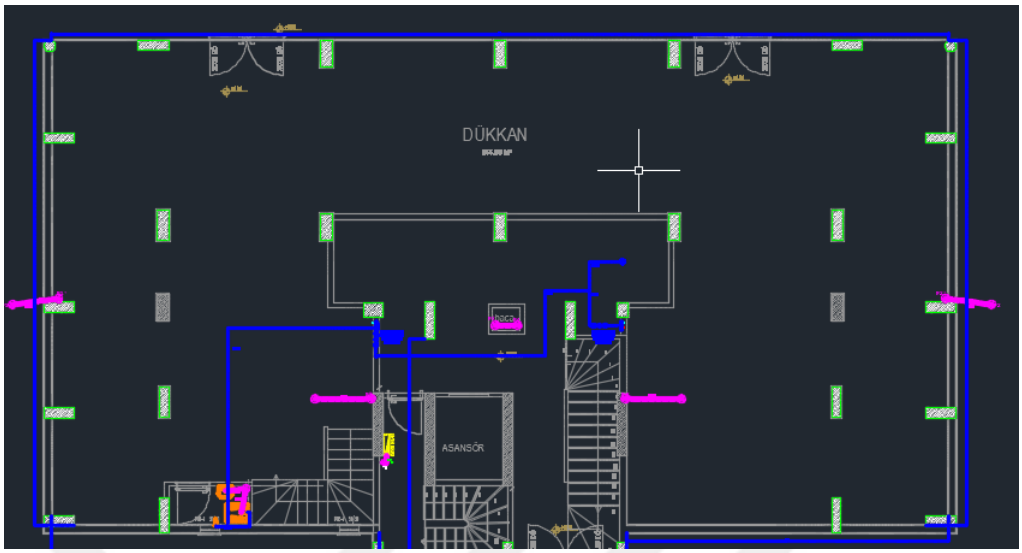
Şekil 3. 4. Mimari projenin SketchUp programında modellenmesinin üstten görünümü

Şekil 3.5.'de mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında bodrum katın gösterimine yer verilmiştir. Bodrum kat her ne kadar insanların yaşam alanları içerisinde bulunmasa da içerisinde bulunan bazı makine elamanlarının harcadığı enerjiden dolayı enerji analizi hesaplamalarında bodrum katta dikkate alınmalıdır. Dikkate alınmadığı takdirde hesaplanan enerji tüketimi eksik çıkacaktır.



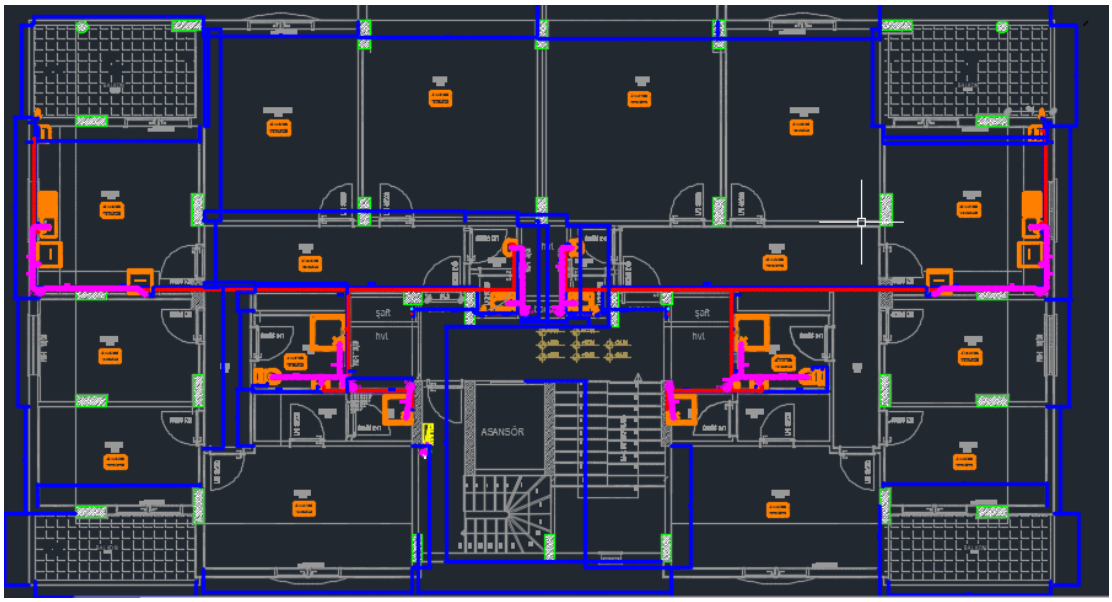
Şekil 3. 5. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında bodrum katın gösterimi

Şekil 3.6.'da mimari projede AutoCAD programında zemin katın gösterimine yer verilmiştir. Enerji analizini yapacağımız binada zemin katta dükkan bulunmaktadır. Dükkanda hem belirli sayıda insan olduğundan hem de dükkanda yiyecek ve içeceklerin bozulmasını engellemek için buzdolabı, klima vb. cihazlar çalışacağından enerji analizi programlarında yer verilmesi gerekmektedir. Bunlara ek olarak dükkanda pencere ve kapılar da olduğundan hava değişim katsayısını etkilemekte bu da enerji tüketimini değiştirmektedir.



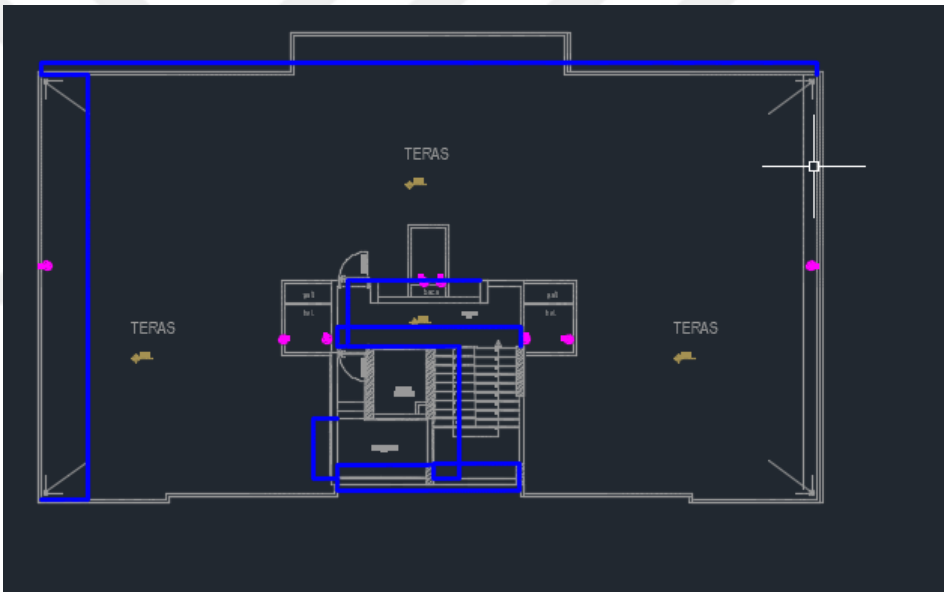
Şekil 3. 6. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında zemin katın gösterimi

Şekil 3.7.'de mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında 1-8.kata kadar olan katların gösterimine yer verilmiştir. Enerji tüketiminin büyük bir kısmını şekilde gösterilen katlar oluşturmaktadır. Şekil 3.7.'de gösterilen katların tüketiminin fazla olması bu katların insanların yoğun yaşadığı yerler olması, insanların aktivite hareketleri yapması ve elektrikli ekipmanların sayıca fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.7. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında 1-8.kata kadar olan katların gösterimi

Şekil 3.8.'de ise mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında çatı katın gösterimine yer verilmiştir. Çatı katında dışa açılan yön sayısının fazla olması hava değişim sayısını etkilemekte bu da enerji tüketimini etkilemektedir. Çatı katında makine dairesi olması ve burada bir enerji tüketimi olması enerji tüketimini etkileyeceğinden çatı katının enerji analiz ve simülasyon programında yer verilmesi gerekmektedir.



Şekil 3. 8. Mimari proje bilgilerinin AutoCAD programında çatı katın gösterimi

Çizelge 3.1.'de seçilen binadaki mahallerin kapladığı alanların metre kare cinsinden gösterimine yer verilmiştir. Carrier HAP programı içerisinde kapılar tanımlanmaktadır. Mahallerde bulunan kapı sayısı ve toplam m^2 girilerek tanımlama yapmaya fırsat tanımaktadır. Binanın ısı kaybı hesabını yaparken kapı faktörü de hesaba katılmıştır.

Çizelge 3.1. Seçilen binadaki mahallerin alanları

Mahal	Toplam Yüzey Alanı (m^2)
Dükkana ait depo	125
Enerji odası	58
Kazan dairesi	58
Su deposu	56
Sığınak	96
Asansör- bodrum kat	83
Dükkan	199
Asansör- zemin kat	75
Balkon-1	320
Günlük oda- 1	432
Salon -1	464
Salon-2	464
Günlük oda-2	432
Balkon-2	328
Mutfak-1	416
Çocuk odası-1	336
Çocuk odası-2	336
Balkon-3	288
Yatak odası-1	432
Asansör-1	784
Yatak odası-2	408
Balkon- 4	288
Çocuk odası-3	336
Çocuk odası- 4	336
Mutfak-2	424
Antre-1	400
Antre-2	400
Hol-1	264
Hol-2	264

Mahal	Toplam Yüzey Alanı (m^2)
Genç odası-1	184
Genç odası-2	184
Duş-1	152
Duş-2	152
Lvb. + wc-1	168
Lvb. + wc-2	168
Makine dairesi	32
Asansör	44
Merdiven	50
Teras geriye kalan	224
Dükkan-pencereler (güney)	0,5
Asansör + hvl-pencereler (güney)	2
Çocuk odası1-pencereler (doğu)	18
Çocuk odası 2-pencereler (güney)	31,68
Çocuk odası 3-pencereler (güney)	31,68
Çocuk odası 4-pencereler (batı)	18
Günlük oda 1-pencereler (kuzey)	31,68
Günlük oda 2-pencereler (kuzey)	31,68
Mutfak 1-pencereler (doğu)	18
Mutfak 1-pencereler (kuzey)	31,68
Mutfak 2-pencereler (kuzey)	31,68
Mutfak 2-pencereler (batı)	18
Salon 1- pencereler (kuzey)	31,68
Salon 2- pencereler (kuzey)	31,68
Yatak odası 1-pencereler (güney)	31,68
Yatak odası 2-pencereler (güney)	31,68
Asansör (güney)	4,4
Dükkan- kapılar (kuzey)	8,8
Sığınak- kapılar (kuzey)	3,96

Çizelge 3.2.'de enerji analizi yapılacak olan binadaki mahallerde bulunan elektrikli cihazların toplamının yaydığı ısı miktarları Watt cinsinden verilmiştir. Cihazların birçoğunun yaymış oldukları ısılar bilinseler de bazı cihazlar veya ekipmanlar çalışma saati ve verimlerine göre yaydıkları ısı değişmektedir. Enerji analizini yaptığımız binada kazan dairesinde bulunan motorların ve binada bulunan pompaların yaydıkları ısı güçlerinin değerlerini Uygulama Havalandırma ve İklimlendirme Tekniği kitabında yapılan örnek uygulamalardan yola çıkılarak elde edildi (Doğan, 2013).

Çizelge 3.2. Enerji analizi yapılacak olan binadaki mahallerde bulunan elektrikli cihazların yaydığı ısı miktarları

Mahal	Elektrikli Cihazların Yaydığı Isı Miktarları (Watt)
Kazan dairesi	58000
Makine dairesi çatı katı	2485
Sığınak	946
Su deposu	2424
Antre	4480
Çocuk odası	20640
Dükkan	2550
Genç odası	10320
Günlük odası	16720
Mutfak	96000
Salon	17520
Yatak odası	10560

Hesabını yaptığımız binada elektrik yüklerini hesaplarken Çizelge 3.3.'den yararlanılmıştır. Çizelge 3.3.'de elektrikli cihazlardan gelen ısı yükleri duyulur ve gizli ısı diye iki kısımda incelenmektedir. Binada elektrikli ekipmanlardan gelen ısı kazancını hesaplarken bu çizelgeden yararlanılmıştır.

Çizelge 3.3. Elektrikli cihazlardan gelen ısı yükleri (URL, 14)

			Isı Kazancı (W)		
Cihazın Cinsi	Gücü(W)	Çalışma Süresi (dakika)	Duyulur	Gizli	Toplam
Elektrik Fırını	3000 5000	60	1500 2500	1500 2500	3000 5000
Elektrik Süpürgesi	200	15	50	-	50
Çamaşır Makinası	3000 6000	60	1500 3000	1500 3000	3000 6000
Buzdolabı	100 175	60	290 520	- -	290 520
Ütü	500	60	230	270	500
Radyo	40	60	40	-	40
Elektrik Sobası	1000 2000	60	1000 2000	- -	1000 2000
Çaydanlık	500 3000	30	180 1130	70 370	250 1500
Tost Makinası	500 2000	30	200 800	50 200	250 1000
Saç Kurutma Makinası	500 1000	30	180 350	70 150	250 500
Elektrik Ocağı	500 1000	30	110 220	140 280	250 500
Elektrik Izgarası	3000	30	1130	370	1500

Çizelge 3.4.'de enerji analizini yaptığımız binadaki mahallere göre aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı yüklerinin gösterimine yer verilmiştir.

Çizelge 3.4. Enerji analizini yaptığımız binadaki mahallere göre aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı yüklerinin gösterimi

Mahal	Aydınlatma Armatürlerinden Yayılan Isı Yükleri (Watt)
Antre	3000
Asansör ve havalandırma	8600
Balkon-1	3200
Balkon-2	2240
Banyo	1440
Çocuk odası	7040
Dükkan	5100
Dükkana ait depo	2160
Duş	1120
Enerji odası	500
Genç odası	1120
Günlük odası	6272
Hol	1200
Kazan dairesi	500
Makine dairesi çatı katı	230
Merdiven çatı katı	230
Lvb.+ wc	800
Mutfak	5600
Salon	8960
Sığınak	1646
Su deposu	400
Yatak odası	5504

3.2. Yöntem

Uygulanacak olan yöntem enerji analiz programlarına mimari proje bilgilerine uygun olarak verilerin girilmesi ve bunun sonucunda binadaki enerji tüketim miktarlarının belirlenmesidir. Binanın enerji tüketimini hesaplamak için seçilen programlar TRNSYS, BepTR ve Carrier HAP programlarıdır. Programlarda enerji analizi yapmak için belirlenen yöntem programın adımlarını takip etmek ve programa uygun birimleri veya değerleri girmektir.

3.2.1. Carrier HAP

Carrier HAP programına bina ile ilgili veriler girilirken programın kullanıcıya sunmuş olduğu seçeneklere göre hareket edilmiştir. Carrier HAP programında infiltrasyon (hava sızıntısı) değerleri atanırken her mahal için dış havaya açık duvar ve bu duvarlarda bulunan pencere ve kapı sayısına göre değerler girilmiştir. Eğer 3 yönde dış havaya açık duvar var ise ve bu duvarların her birinde pencere veya kapı bulunuyorsa programda ACH değeri yani saat başına düşen hava değişimi için sızıntı miktarı değeri 1 girilmiştir. Eğer 2 yönde dış hava açık duvar var ise ve bu duvarların her birinde pencere veya kapı bulunuyorsa bu değer 0.75 girilmiştir. Eğer 1 yönde dış havaya açık duvar var ise ve bu duvarların her birinde pencere veya kapı bulunuyorsa bu değer 0.5 girilmiştir.

Carrier HAP programı mahaldaki insan sayısını ve bu insanların yaptıkları fiziksel hareketlere göre seçimi yapılarak insanlardan gelen yükleri hesaplamaktadır. İnsanların bulunduğu mahal içerisinde yaptığı fiziksel harekete göre duyulur ve gizli ısı değerleri değişmektedir. Bu da toplamda yaydığı ısı enerjisini değiştirmektedir. Mahal başına düşen insan sayısı hem TRNSYS hem de Carrier HAP programında aynı sayıda tanımlanmıştır. Bu durum programlar arasında karşılaştırma yapmak için önemlidir. Carrier HAP programında tanımlanırken programda aydınlatma armatürünün tipinin seçilmesi istenmektedir. Genelde evlerde, binalarda vb. mahallerde tavanda avize kullanıldığı için seçim tavanda asılı tip bir lamba olarak

uygun görülmüştür. Açık alanlar için aydınlatma yükü 20 W/m^2 olarak girilecektir. Yalnız bu koridor ise m^2' ye düşen Watt 15 olarak alınmıştır.

3.2.2. TRNSYS

TRNSYS enerji analiz ve simülasyon programı günümüzde yaygın bir şekilde kullanıldığından ve kullanıcının programa erişimi zor olmadığından, binanın enerji tüketimini hesaplamak için seçilmiştir.

TRNSY programında sadece tek bir infiltrasyon değeri tanımlanabilmektedir. Bu da tüm mahallerdeki infiltrasyon değerini aynı gösterdiği için enerji analizinde programlar arasında farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. TRNSYS programında tek bir infiltrasyon değeri tanımlanabildiği için bu programda infiltrasyon değeri tüm mahaller için 1 kabul edilmiştir.

TRNSYS programında mahalde bulunan insan sayısından yayılan ısıyı programa girerken ışınım yoluyla yayılan ısıyı ve taşınım yoluyla yayılan ısıyı ayrı girmek gerekmektedir. Programda bu değerleri girerken, bir insanda mahal sıcaklığına göre ışınımla çevreye aktardığı ısı %46, taşınım ve iletim ile aktarılan ısı % 33, nefesle çevreye atılan ısı %2 ve ciltten buharlaşma ile çevreye atılan ısı %19 olarak alınmıştır (Doğan, 2013).

TRNSYS programında ise elektrikli cihazlardan gelen ısı yüklerini girerken, elektrikli cihazlardan gelen ısı yüklerinde taşınım yoluyla gelen ısı yükü çok daha fazla olduğu için radyasyondan gelen ısı yükü göz ardı edilmiştir. Toplam ısı yükü taşınım yoluyla oluştuğu kabul edilmiş ve ısı yükler bu grupta işleme alınmıştır. Aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı da %95 radyasyon yolu ile yayılma ve %5 taşınım yoluyla olarak kabul edilmiştir. TRNSYS programında kapı ile ilgili bir tanımlama yapılmamıştır. Kapı faktörünü enerji analizi yaparken hesaba katmamıştır.

3.2.3. BepTR

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2011 yılından sonra oluşturulan binaların enerji kimlik belgesi almasını zorunlu kıldığından ve enerji kimlik belgesini veren program da BepTR programı olduğundan, binada enerji tüketimini hesaplaması için BepTR programı da kullanılmıştır.

BepTR programı da TRNYS programı gibi tek zonda enerji tüketimi hesabı yapmaktadır. BepTR programı insanlardan ve mahallerde kullanılan bazı elektrikli ekipmanlardan (çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolabı, TV, bilgisayar vb.) yayılan ısıyı seçeneklerinde yer vermemiştir. Program daha çok binada bulunan yapı unsurlarından (duvar, pencere, kapı, çatı vb.) kaynaklı enerji tüketimini ön plana çıkarmıştır. Binada bulunan yapı unsurlarının özelliklerinin tanımlanması kısmında detaylı bilgi istemiştir. Yapı bilgileri haricinde binayı ısıtmak ve soğutmak için kullanılan cihazların hangi ekipmanlar olduğu ve güçleri ile ilgili bilgiler mimariye uygun bir şekilde girilmiştir. Program analiz sonucunda, binanın tükettiği enerjiye göre bir sınıfa yerleştirdiğinden seçilen mimari yapının hangi sınıfta yer aldığının öğrenilmesi bakımından önemlidir.

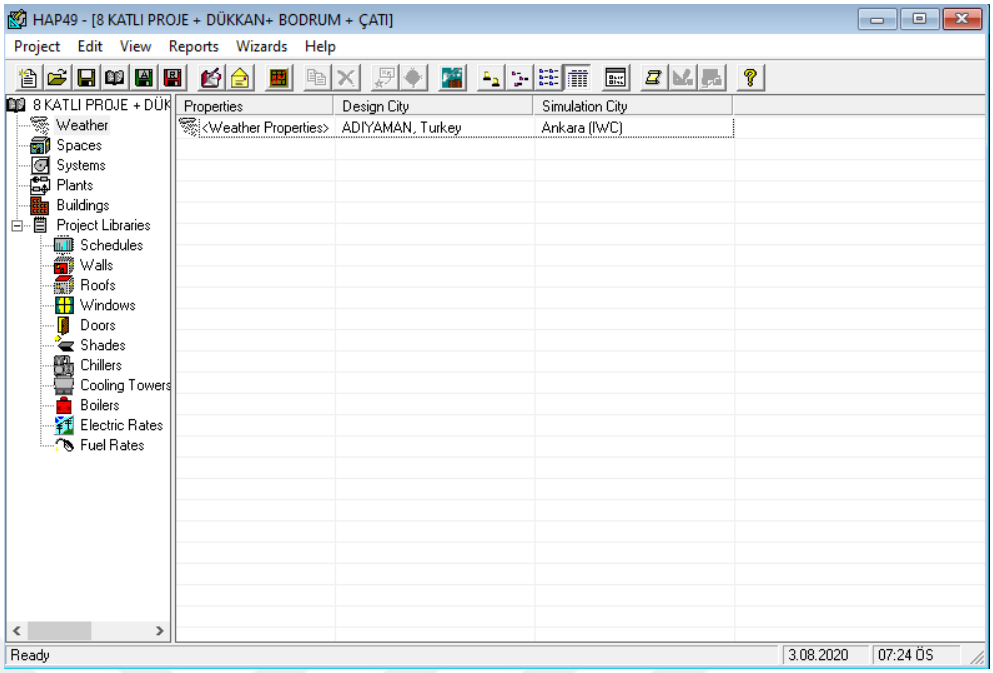
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Carrier HAP, BepTR ve TRNSYS programları mimari projeye uygulanmıştır. Bina bilgileri her mahal için programlara girilmiş ve bunun neticesinde binadaki enerji tüketim yükü hesaplanmıştır. Programların verdikleri sonuçlar içerisinde barındırdığı menülerin aynı olmayışından ve enerji yükünü artıran faktörlerin tümünün her programda olmamasından, 3 programında hesaplamış olduğu enerji tüketim yükleri farklı olmuştur.

4.1. Carrier HAP Programında Enerji Analizi

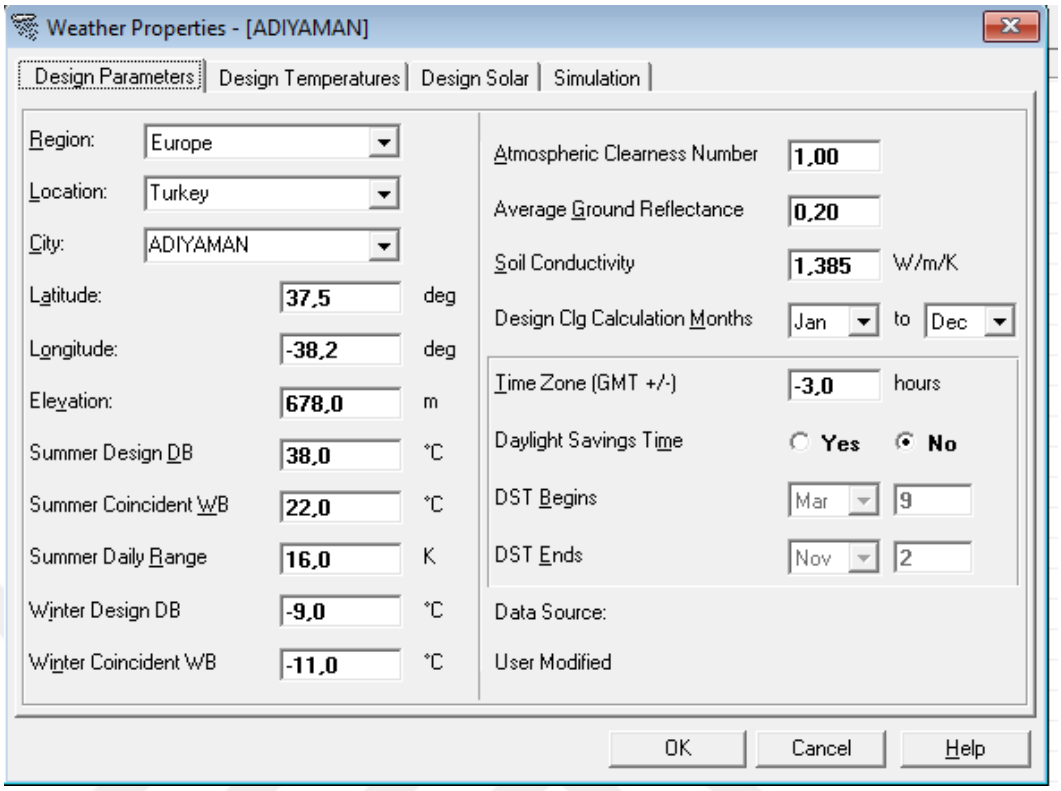
Carrier HAP programına ilk girişte Weather seçeneğinden bilgileri giriyoruz. Weather seçeneğinde seçtiğimiz bina hangi ülkede ve hangi şehirde ise ona göre enlem, boylam, deniz seviyesinden yükseklik, yaz dizayn kuru termometre sıcaklığı, yaz dizayn yaş termometre sıcaklığı, günlük sıcaklık farkı, kış dizayn kuru termometre sıcaklığı ve kış dizayn yaş termometre sıcaklığı değerlerini programa girildi. Adıyaman için hava değerlerine meteoroloji genel müdürlüğünün paylaştığı veya Adıyaman ile ilgili yapılan çalışmalardan rahatlıkla bulunabilir.

Şekil 4.1'de Carrier HAP programının ana yüzü gösterilmiştir. Şekil 4. 1.'de görüldüğü gibi Weather seçeneği ilk kısımda yer almaktadır. Programa ilk bilgiler Weather seçeneğinden başlanarak girilmiştir. Weather bilgilerinde boylam ile ilgili değer eksi olarak girilmiştir. Çünkü Türkiye boylam da eksi tarafta kalmaktadır. Bunun haricinde diğer bilgiler birçok yerden ulaşılabilir genel bilgilerdir.



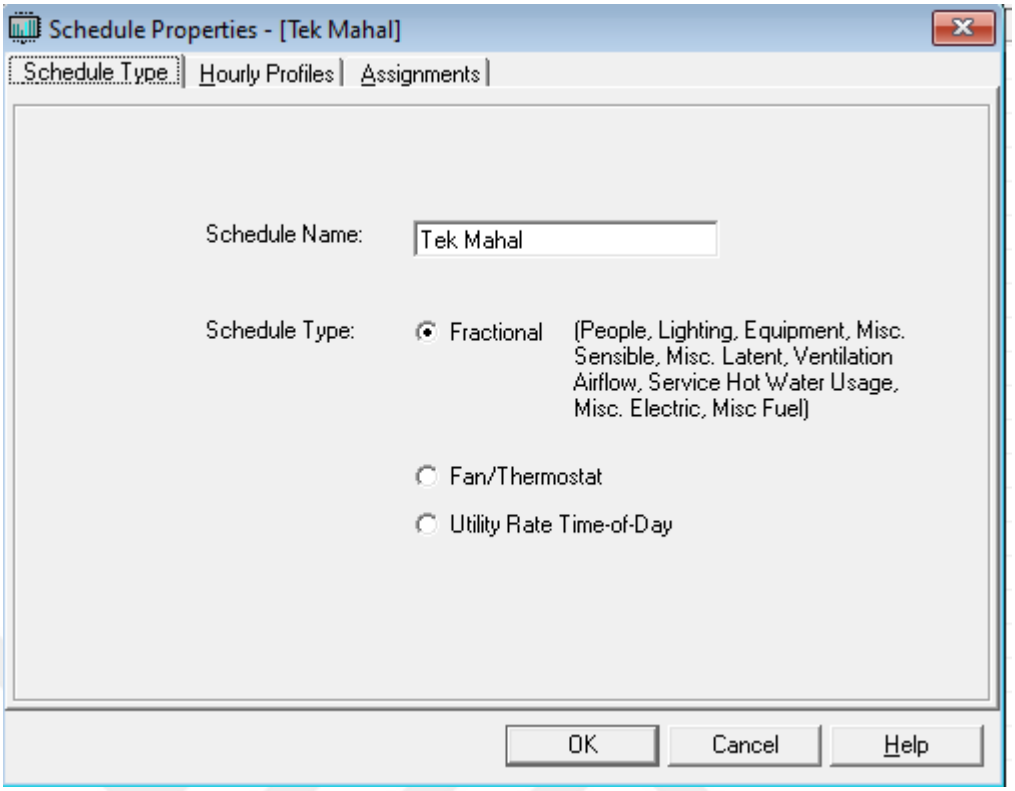
Şekil 4.1. Carrier HAP programında Weather seçeneğinin ilk kısımda olduğunun gösterimi

Şekil 4.2.'da programa girdiğimiz bilgiler gösterilmiştir. Weather seçeneğinde bilgiler girildikten sonra Schedule seçeneğine başlıyoruz. Schedule programlama demektir. Bir hacimde bulunan iç ünitelerin saatlik çalışma analizlerini programlayacağız. Programlama yapılırken analizini yapacağımız mahallin özelliklerine uyumlu bir program seçilmesi gerekmektedir.



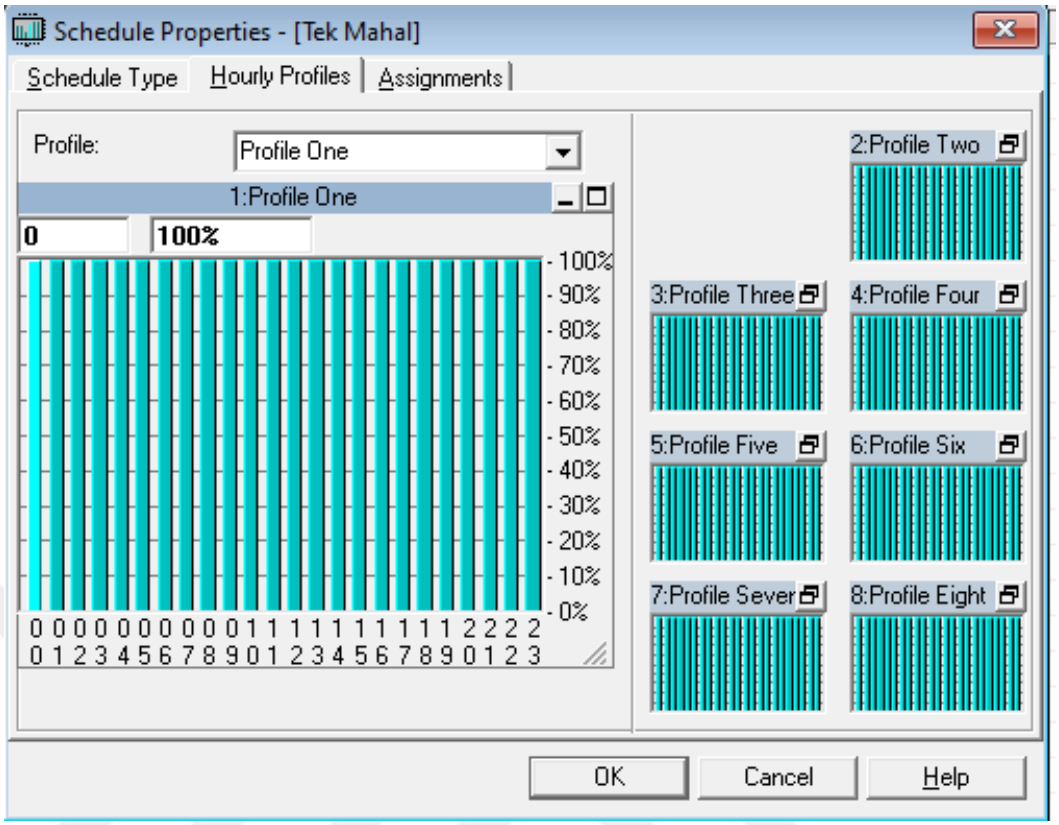
Şekil 4.2. Adıyaman için girilen enlem, boylam, yükseklik, yaz kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları ve kış dizaynı için kuru ve yaş termometre sıcaklık değerlerinin gösterimi

Şekil 4.3. görüldüğü gibi Schedule girildiğinde bazı seçenekler karşımıza çıkmaktadır. Bunlar Fractional, Fan/ Thermostat ve Utility Rate Time-of- Day seçeneğidir. Fractional seçeneği tek bir hacim için işlem yapılıyorsa, Fan/Thermostat birçok hacim için işlem yapılıyorsa ve Utility Rate Time of Day seçeneği ise günlük belirli bir zaman seçilerek o zamana göre işlem yapılması halinde seçilmesi gerekmektedir. Seçtiğimiz bina tek bir hacim gibi düşünülüp ona göre işlem yapılmıştır. Bundan dolayı Fractional seçeneği seçilmiştir.



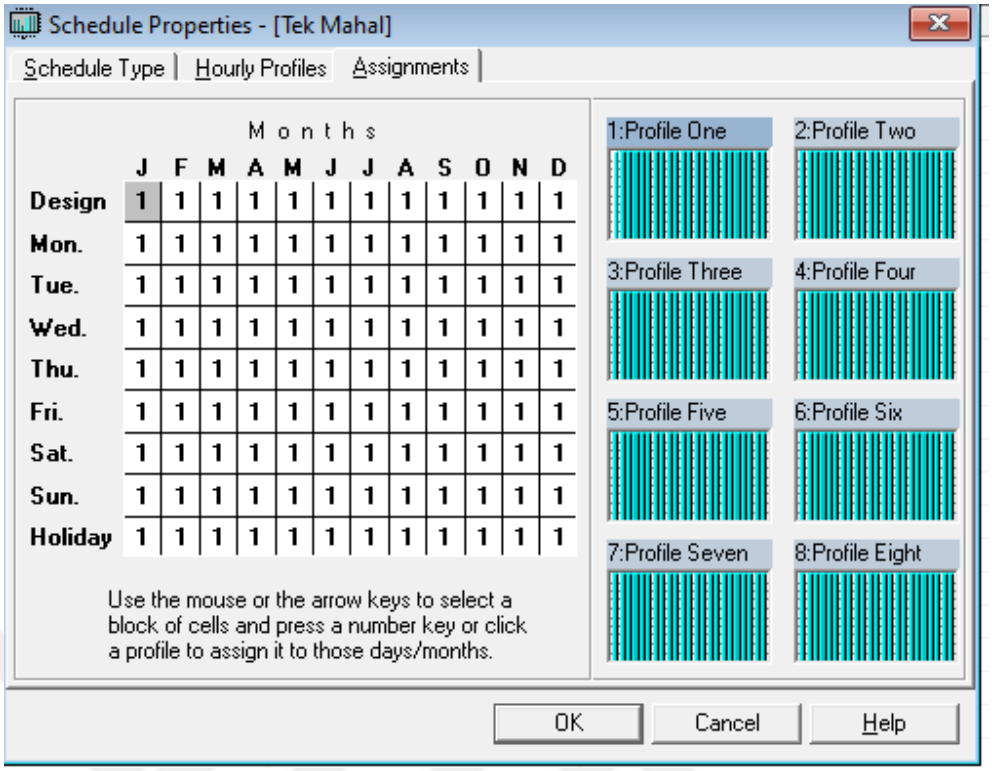
Şekil 4.3. Schedule oluşturulurken karşımıza çıkan seçeneklerin gösterimi

Fractional seçeneği işaretlendikten sonra Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi alt tarafı saatlik dilimler, sağ tarafta ise yüzdelik verimi gösteren bir grafik karşımıza çıkmaktadır. Tek bir hacim için işlem yapıldığı için iç ünitenin ful kapasiteyle çalıştığı düşünülmüştür. Bundan dolayı sadece tek bir Schedule seçimi yapılmıştır.



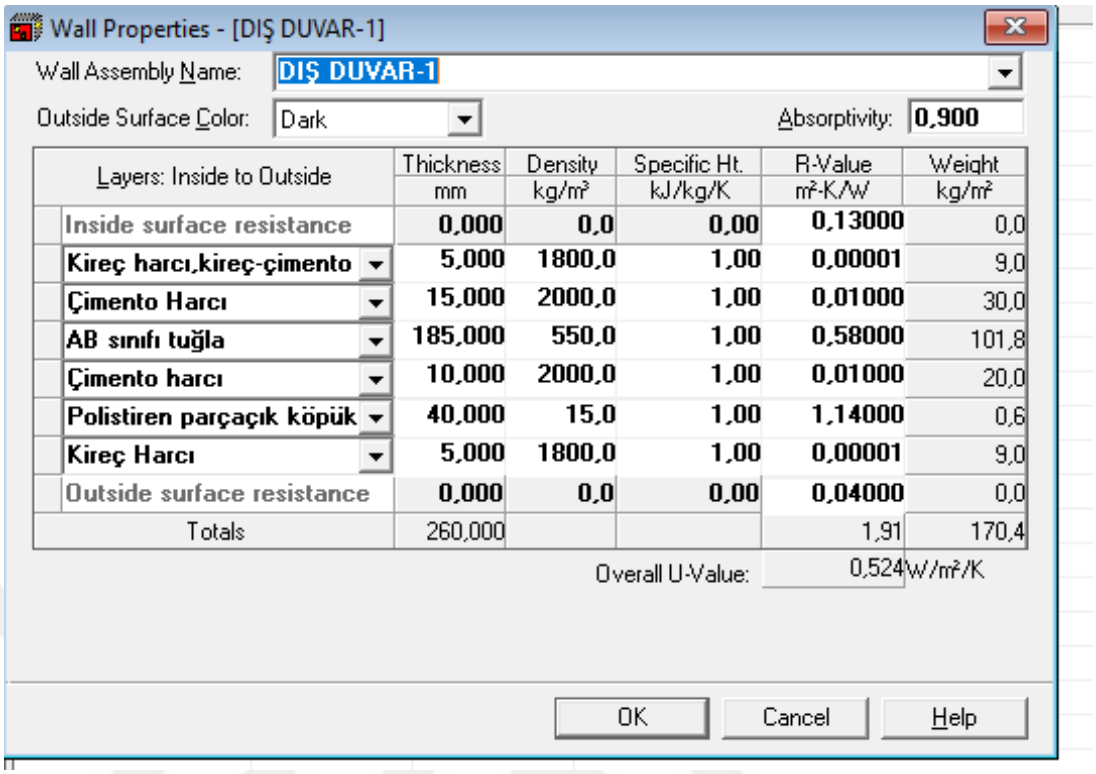
Şekil 4. 4. Carrier HAP programında Schedule ataması

Şekil 4.5.'de ise haftanın hangi günleri çalışacağını gösteren bir diyagram vardır. Seçimini yaptığımız mimari proje bir bina olduğundan tatil günleri de dahil haftanın her günü çalıştığı düşünülmüştür. Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi bütün günler 1 rakamına çevrilerek iç ünitelerin her gün çalıştığını göstermiştir. Fakat seçimini yaptığımız mimari projenin bir bina değil de bir devlet dairesine ait bir kurum olduğunu düşünseydik o zaman hafta sonları ve resmi tatil günleri için 2 rakamını diğer günler için 1 rakamını seçmiş olurduk. Ayrıca ünitelerin Şekil 4.5.'de gösterildiği gibi ful kapasiteli değil de sabah 8'den akşam 5'e kadar çalışacağını düşünürsek ona göre bir seçim yapmak zorunda kalacaktık. Schedule kısmı Carrier HAP programında önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü programlamış olduğumuz Schedule kısmı seçtiğimiz mahalden farklı bir biçimde seçilirse o zamanda ısıtma yüklerinin hesabından farklılıklar ortaya çıkmış olacaktı. Bu yüzden Schedule kısmını oluşturulurken enerji analizi yapılacak binaya göre oluşturulmalıdır.



Şekil 4.5. Seçimini yaptığımız binanın hangi günlerde çalışıp çalışmadığını gösteren seçenek

Schedule yani programlama kısmı girildikten sonra Walls başlığından dış duvarlar tanımlanması gerekmektedir. Programın içeriğinde hazır duvarlar var bunlar seçilebilir fakat bizim yaptığımız izolasyon farklı olduğu için katmanlar farklı olduğundan bu değerleri elle girmemiz gerekmektedir. Şekil 4.6.'da Outside Surface Color kısmı binamızın dış duvar rengidir. Bu bizim dış duvarın ışığı ne kadar yansıtacağını ne kadar absorbe edeceğine karar verir. Eğer özel bir duvar istenmemişse duvarın rengi Dark kalabilir.



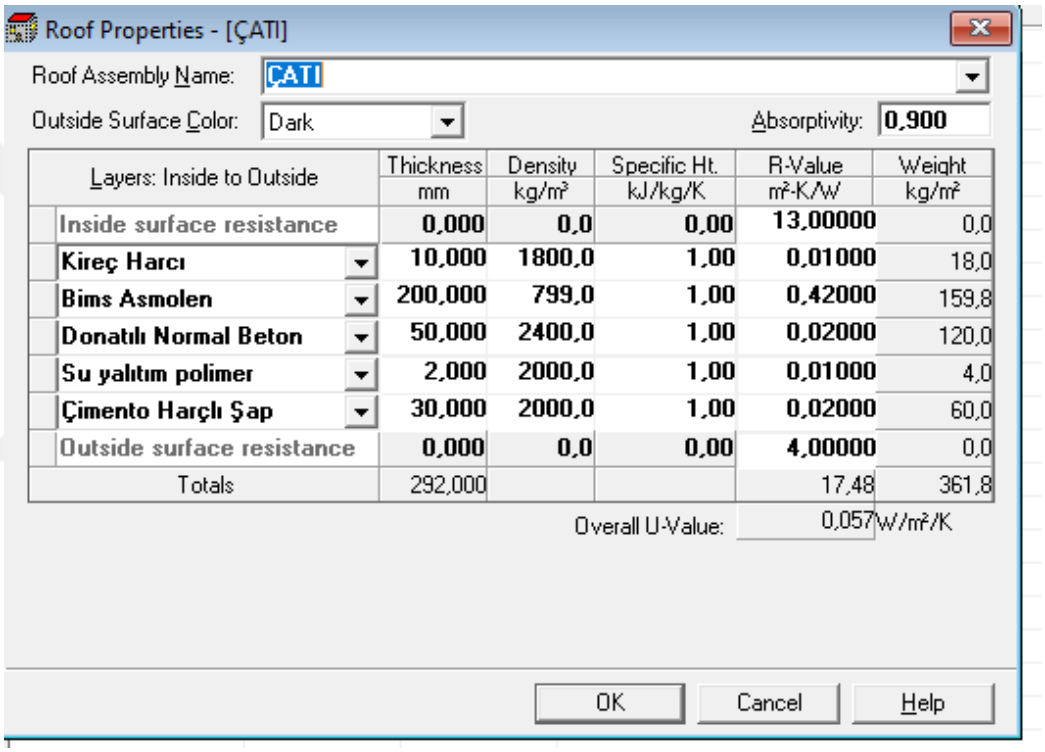
Şekil 4.6. Carrier HAP programında tanımlanan dış duvarın yapı elemanları ve U değeri

Daha önceden yapılmış olan İzoder programında alınmış duvarın detayı Şekil 4.7.'de verilmiştir. Her iki şekilde de U değeri aynı tanımlanmıştır ve değer U= 0.524 W/m^2/K. Bu değerin aynı olması bizim için önemlidir. Çünkü Carrier HAP programında çıkan sonuç ile karşılaştırılacaktır.

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı Elemanının Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isıl Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
		d	λ_h	R	U	A	A x U
		(m)	(W/mK)	(m²K/W)	W/m²K	m²	W/K
DH-1-Duvar(Dış Hava Temaslı)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,005	1,0	0			
4.2	Çimento harcı	0,015	1,6	0,01			
7.1.3.1.1	Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,185	0,32	0,58			
4.2	Çimento harcı	0,01	1,6	0,01			
10.3.1.1	Polistiren - parçacık köpüklü - TS 7316 EN 13163 e uygun; yoğunluk ≥15; ısıl iletkenlik grubu 035	0,04	0,035	1,14			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,005	1,0	0			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.04			
TOPLAM				1,91	0,522	2251	1175,02

Şekil 4.7. İzoder programında tanımlanan dış duvarın yapı elemanları ve U değeri

Carrier HAP programında dış duvar tanımlandıktan sonra çatının tanımlanması gerekmektedir. Dış duvar tanımlanırken izlenilen yol çatı içinde aynıdır. Çatıda kullanılan yapı malzemeleri ve kalınlıkları dış duvarınkinden farklıdır. Bu da U değerinin farklı çıkmasına sebep olmaktadır. İzoder de çatıyı tanımlarken çıkan U değeriyle Carrier HAP programında çatıyı tanımladıktan sonra çıkan U değeri aynı olmak zorundadır. Şekil 4.8.'de Carrier HAP programında çatı ile ilgili bilgiler tanımlanmıştır.



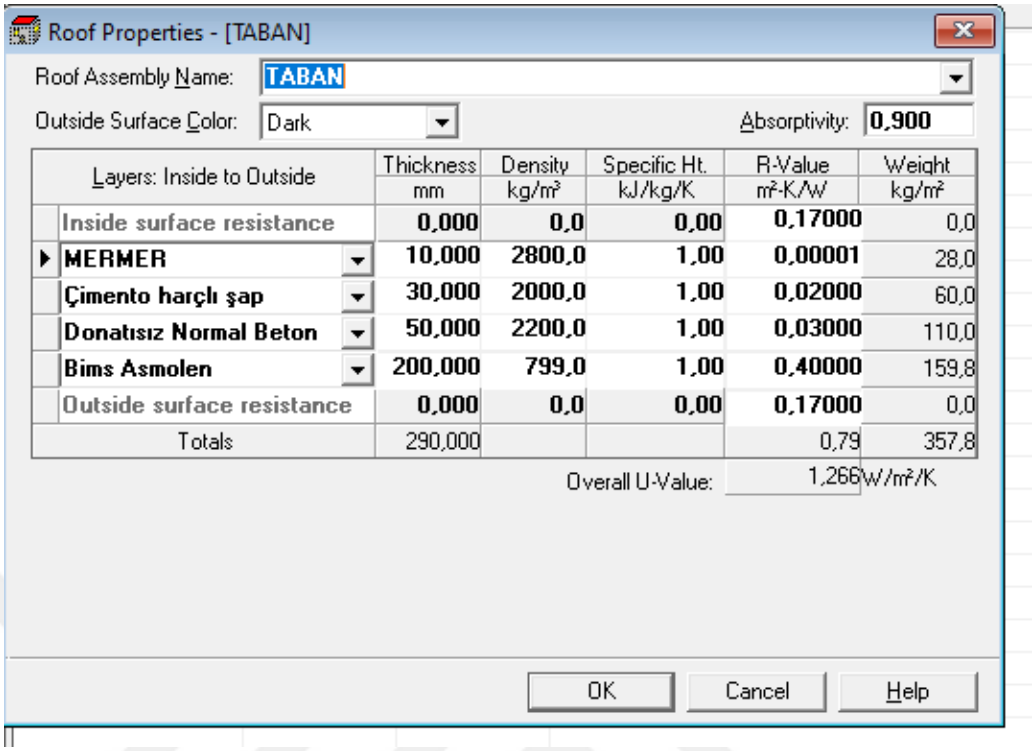
Şekil 4.8. Carrier HAP programında çatıyı oluştururken kullanılan yapı elemanları ve çıkan U değerinin gösterimi

Şekil 4.9.'da İzoder programından alınan çatı ile ilgili tanımlanan bilgiler gösterilmiştir. Şekil 4.8.'de ve Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi çıkan U değeri 0,057 $W/m^2/K$.

CA-1-Tavan(Uzeri Açık)							
$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			13			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,01	1,0	0,01			
99.1.3	Bims Asmolen	0,2	0,48	0,42			
5.1.1	Donatılı - Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,05	2,5	0,02			
9.2.2.5	Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,002	0,19	0,01			
4.6	Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,02			
$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			4			
TOPLAM				**17,48**	**0,0572**	**352**	**20,13**

Şekil 4.9. İzoder programında çatıyı tanımlarken kullanılan yapı elemanları ve çıkan U değeri

Carrier HAP programında çatıyı tanımladıktan sonra ısıtılmayan ortam olan tabanın tanımlanması gerekmektedir. Her ne kadar Carrier HAP programında taban tanımlama seçeneği bulunmasa da ısıtılmayan ortam olan tabanın da duvar ve çatı gibi tanımlanması gerekmektedir. Taban kısmı çatı da ayrı bir seçenek olarak girilmiştir. Fakat tavandan farklı bileşenler girilmiş ve İzoder programında bu seçenekte hangi katmanlar kullanılmışsa aynı katmanlar kullanılmıştır. Bunun sonucunda da İzoder programında tanımlanan tabandaki U değeriyle Carrier HAP programında tanımlanan tabandaki U değeri aynı çıkmıştır. Carrier HAP programında tanımlanan ısıtılmayan tabanı Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Carrier HAP programında tanımlanan tabanın yapı elemanlarının gösterimi ve çıkan U değeri

İzoder programında tanımlanan ısıtılmayan tabanı Şekil 4.11.'de gösterilmiştir. Şekil 4.10.'da U değeri 1,266 olarak elde edilmiştir. Şekil 4.11.'de İzoder programında tanımlanan U değeri de ona yakın olarak 1,263 çıkmıştır. Bu da her ikisinde de tanımlanan yapı elemanlarının aynı olduğunun göstergesidir. Fakat İzoder programında çıkan U değeri 0,5 ile çarpılarak işleme alınmıştır.

TO-1-Taban(Isıtılmayan İç Ortamla Bitişik)							
1/α_i	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)			0.17			
1.6	Mermer	0,01	3,5	0			
4.6	Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,02			
5.1.2	Donatısız -Normal beton (TS 500e uygun) doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar	0,05	1,65	0,03			
99.1.3	Bims Asmolen	0,2	0,5	0,4			
1/α_d	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0.17			
TOPLAM				**0,79**	**0,5x1,263**	**352**	**222,29**

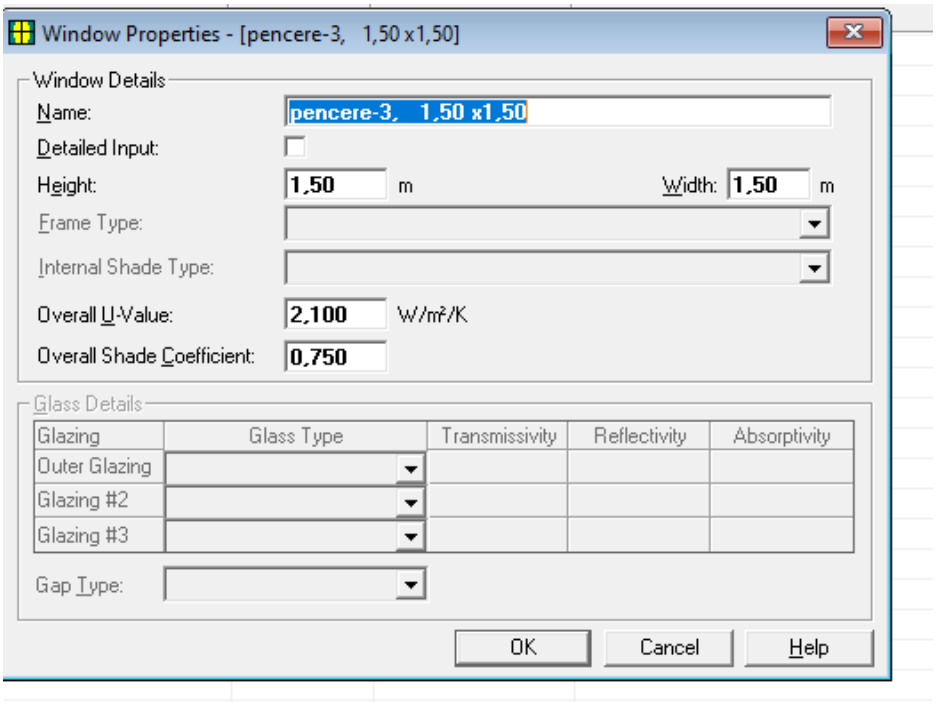
Şekil 4.11. İzoder programında tanımlanan tabanın yapı bileşenleri ve çıkan U değeri

Carrier HAP programında dış duvar, çatı ve taban tanımlandıktan sonra pencerelerin tanımlanması gerekmektedir. Carrier HAP programında pencereleri tanımlarken yükseklik, genişlik, U değeri ve gölgeleme faktörü değerlerini istemektedir. U değeri ve gölgeleme faktörü değeri İzoder programından alınmıştır. Bu da Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.

PENCERE - 1			
Toplam Alan		**U - Değeri**	**Güneş Enerjisi Geçirme Faktörü (g)**
389 m²		2.1 W/m²k	Çok Katlı Cam (0,75)
Yönler		**Gölgelenme Faktörü**	
Güney	36 m²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Kuzey	36 m²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Doğu	190 m²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	
Batı	127 m²	Ayrık Binalı Bölgeler (0,8)	

Şekil 4.12. Programda kullanılan U değeri ve gölgeleme faktörünün gösterimi

Yükseklik ve genişlik değerleri mimari projede AutoCAD programından okunmuştur. Mimari projede 8 katlı bina + bodrum+ zemin kat için 3 farklı pencere kullanılmıştır. Bunlar Şekil 4.13.'de gösterilmiştir. Toplamda 3 pencere tanımlanmıştır. Hepsinin yükseklik ve genişlikleri farklıdır. Fakat U değeri ve gölgeleme faktörü aynı alınmıştır.



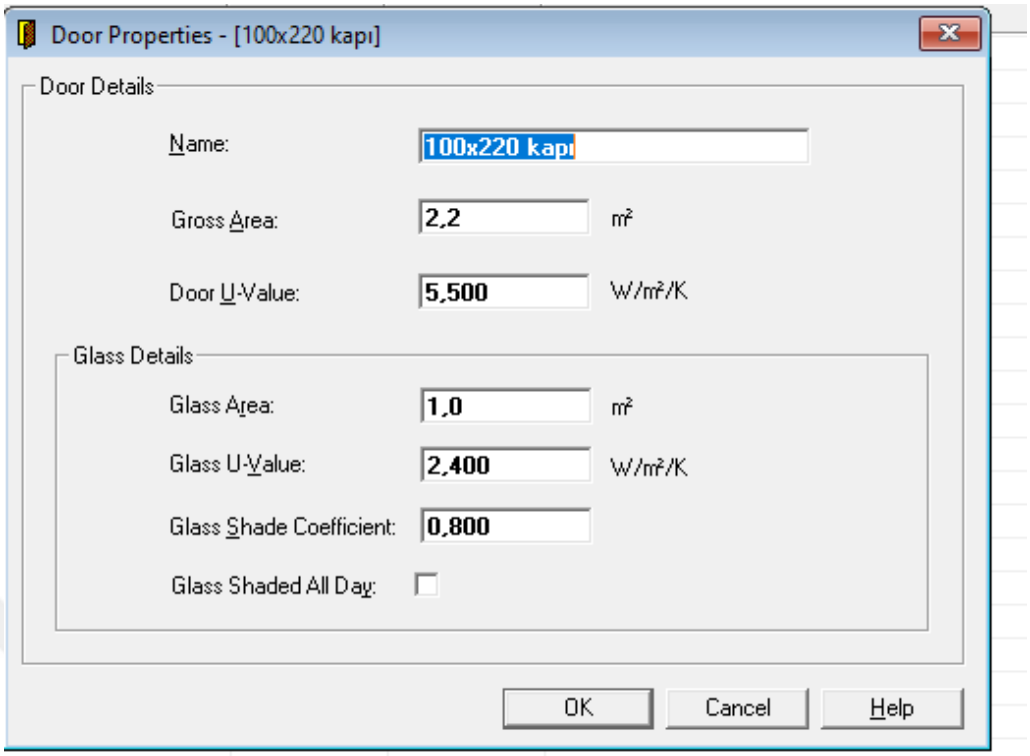
Şekil 4.13. Carrier HAP programında 1,5 x 1,5 boyutlarında girilen pencere

Carrier HAP programında pencereler tanımlandıktan sonra kapıların girilmesi gerekmektedir. Carrier HAP programında kapı değerlerini tanımlarken istenilen özellikler kapının brüt alanı yani yükseklik ve genişliğin çarpımı, kapının U değeri, camın kapıda kapladığı toplam alan, camın U değeri ve camın gölgeleme faktörüdür. Bu değerlerden kapının U değeri İzoder programından okunmuştur. Bu da Şekil 4.14.'de gösterilmiştir.

KAPI - 1	
Toplam Alan	**U - Değeri**
3,20 m²	Metal - Isı Yalıtımsız, Dış(5,5) W/m²K

Şekil 4.14. Bina için seçilen kapının U değeri

Kapının brüt alanı ise mimari projeden okunmuştur. Şekil 4.15.'de örnek gösterimine yer verilmiştir. Şekil 4.15.'de gösterilen 100 mm x 220 mm boyutlarındaki kapı içindir. Enerji analizi yapılacak binada başka kapı boyutları da olduğundan ölçüleri değiştirilerek Şekil 4.15.'dekine benzer olarak programa girilmiştir. Camın kapıda kapladığı toplam alan 1 olarak, camın U değeri 2,4 olarak ve camın gölgeleme faktörü ise 0,8 olarak kabul edilmiştir. Bu kabul edilen değerler standart değerlerdir. Bu değerler İzoder programında tanımlanmadığı için standart değerler alınmıştır. Carrier HAP programında kapılar tanımlandıktan sonra Space Properties tabının general kısmından tanımlamaya devam ediyoruz. Space Properties bizim hacimlerimizi tanımlayacağımız ısıtma ve soğutma yüklerini hesaplayacağımız kısımdır. Burada istenen değerleri bize verilen mimariden okuyarak bu kısımları teker teker işleyeceğiz.



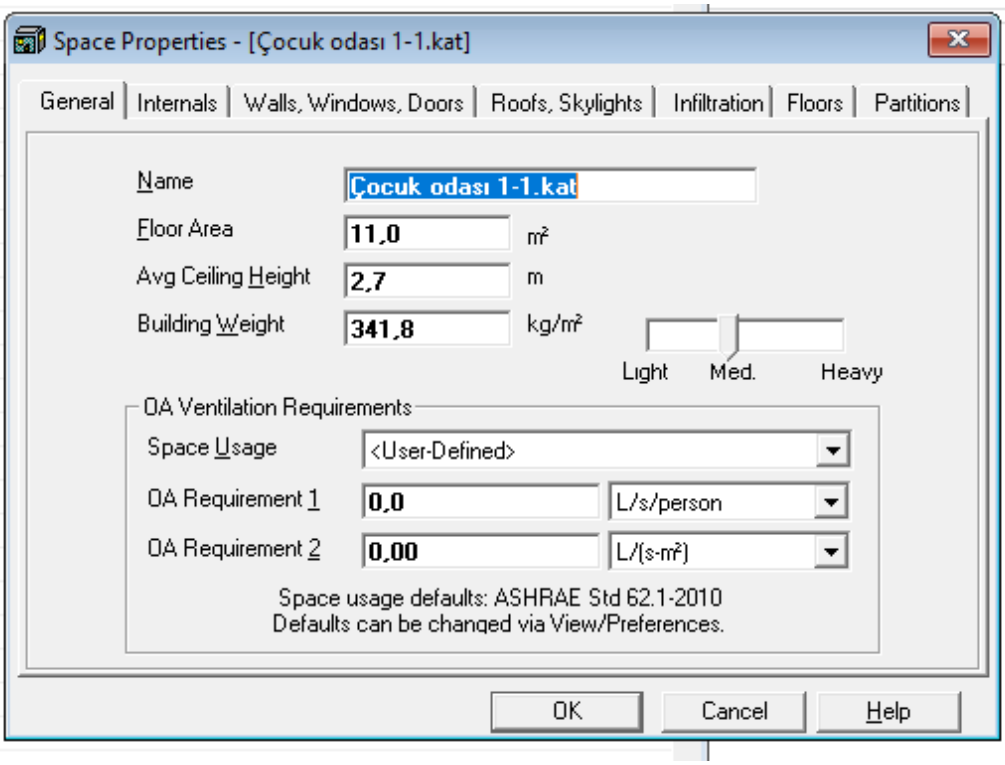
Şekil 4. 15. Carrier HAP programına 100 mm x 220 mm boyutlarındaki girilen kapı

General tabında ilk önce tanımlayacağımız hacmimizin ismini giriyoruz. Sonra hacmin oturma alanını, kat yüksekliğini giriyoruz. Hacmin oturma alanı ve kat yüksekliği mimari projeden okunmuştur. Bunlardan sonra ise binanın ağırlığını girmemiz gerekmekte. Binanın ağırlığının tanımlanması önemlidir. Çünkü ağır binalar hafif binalara göre daha fazla enerji absorbe edip depoladığı için ağır binalar aynı hacme sahip mahallerde hafif binalara göre ihtiyaç duyulan duyulur soğutma yükleri düşmektedir.

Bu da bizim soğutma yüklerimizi etkilemektedir. Eğer binanın ağırlığı değeri bilinmiyorsa 341,8 alınabilir. Bu değer aynı zamanda Carrier HAP programda tanımlanan Medium seçeneğine karşılık gelmektedir. Carrier HAP programında Light, Medium ve Heavy gibi seçenekler vardır. Bu seçenekleri şekillerde daha net görmüş olacağız. General tabında son olarak Ventilation Requirements seçeneği vardır. Eğer içeri taze bir hava üfleniyorsa iklimlendirilmemiş o kısmın girilmesi gerekmektedir. Fakat mimari projede içeri taze bir hava üflenmediği görülmemektedir. Fakat mimari projede sadece sığınak kısmında içeriye taze bir

hava üflendiği görülmektedir. İçeriye üflenen hava değeri mimari projede verilen değerle aynıdır. Değer 69,4 olarak l/s olarak girilmiştir. Tabi Requirements değeri 2 kısımdan oluşmaktadır hava değeri için. Requirement 1 insanlardan kaynaklanan kirli havayı temizlemek için, Requirement 2 ise insan dışı etmenlerden kaynaklanan havayı temizlemek için kullanılmaktadır. Programda sadece Requirement 1 bilgisi girilip diğer kısım boş bırakılmıştır.

Şekil 4.16.'da Carrier HAP programının Space Properties tabının general kısmının Çocuk odası hacminin örnek gösterimine yer verilmiştir. Bu gösterim programda mahal tanımlamada ilk karşımıza çıkan bilgilerin gösterimidir. Seçilen mahalle verilecek isim, mahal alanı, mahallin tabandan yüksekliği ve mahallin ağırlığı bu tabdan girilmektedir. Mahallin tabandan yüksekliği ve mahal ağırlığı bilgileri binanın yapısıyla ilgili bir bilgi olduğundan mahalden mahalle değişim göstermemektedir. Mahallerin kapladığı alanlar ısıtmadan kaynaklı enerji tüketimi için önemli olduğundan kapladığı alanlar büyük olan mahaller göz ardı edilmemelidir.



Şekil 4.16. Carrier HAP programının Space Properties tabının general kısmının çocuk odası hacminin örnek gösterimi

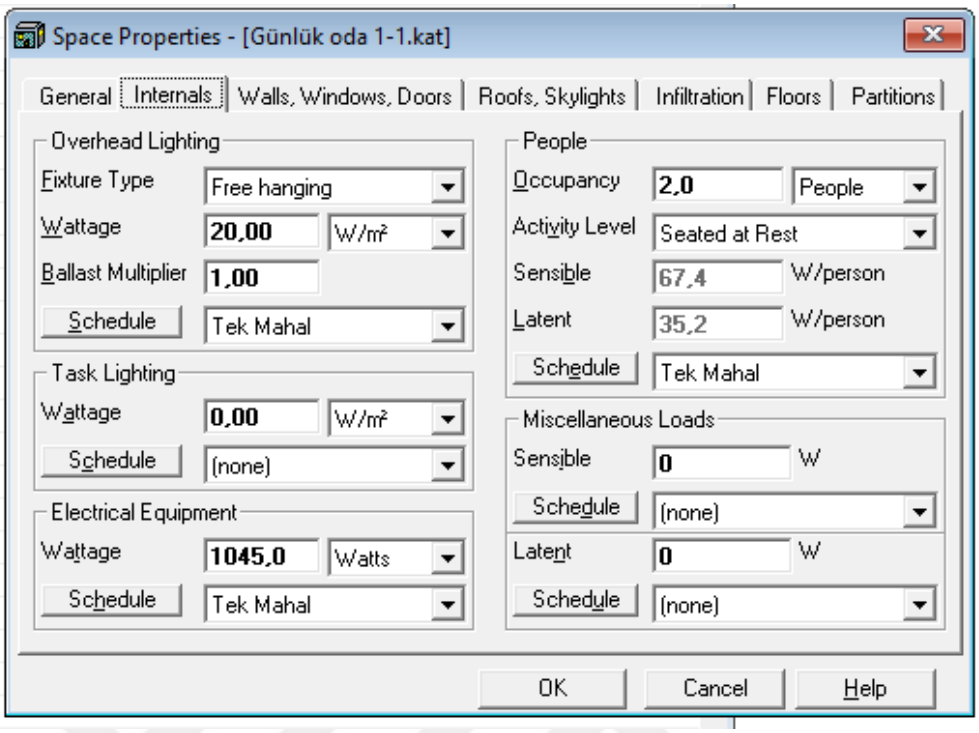
Carrier HAP programında general kısmı ile ilgili bilgiler girildikten sonra Space Properties tabında bulunan Internals kısmına geçilmektedir. Isı kazanç yükleri bu kısımda hesaplanmaktadır. Bu değerleri burada atayacağız. İlk önce genel aydınlatmadan başlanılmaktadır. Aydınlatma armatürlerinden yayılan ısılar bu kısımda girilmektedir. Ballast çarpanı aydınlatma ile ilgili bir çarpan olup ışığın kalitesi bu çarpanla belirlenir. Programda 1 alınmıştır. Her mahal için aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı tanımlandığından tekrar bu değerler girilmemiştir. Internals kısmıyla ilgili verilen şekillerde de kontrol edilecektir. Son olarak da daha önce oluşturmuş olunan Schedule genel aydınlatma kısmına atandı.

Aydınlatma armatürleri tanımlandıktan sonra Task Lighting kısmı karşımıza çıkmaktadır. Özel görevlendirilmiş ışıklar için girilmesi gereken bir alandır. Örneğin bir sahne ışıklandırması varsa, sinema veya tiyatro gibi alanlar varsa bu kısım girilmelidir. Analizini yaptığım mimari projede böyle bir alan olmadığı için bu kısım boş geçilmiştir. Task Lighting kısmından sonra elektrikli cihazlardan yayılan ısı yükleri kısmı vardır. Her mahalde kaç çeşit elektrikli cihaz kullanıldığı ve bu cihazların yaydığı ısı yükleri ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Bu ısı yükleri toplam Watt cinsinden girildikten sonra bir Schedule atanmalıdır. Daha önce oluşturulan Schedule bu kısma atandı.

Elektrikli cihazlardan yayılan ısı ile ilgili bilgiler tanımlandıktan sonra da People kısmı karşımıza çıkmaktadır. Bu kısımda insanlardan gelen ısı yükleri tanımlanacaktır. İlk etapta mahaldeki toplam insan sayısının girilmesi istenmektedir. Her mahalde kaç insan olduğu bilgisi girilmiştir. Ondan sonra insanların yaptığı hareketin tanımlanması gerekmektedir. Bu hareketlerin bir kısmı programda mevcut bulunmaktadır. Programda bulunan fiziksel hareketler; Dinlenme veya oturma, bilgisayar başında çalışma, hareketsiz çalışma, hareketli çalışma, ağır çalışma, dans etme durumu ve atletik kısımları vardır.

Fiziksel hareketler değiştiğinde insanlardan gelen duyulur ve gizli ısı değerleri de değişmektedir. Bundan dolayı mahaller arasında farklılıklar oluşmaktadır. Fiziksel hareketlerde tanımlandıktan sonra yine önceden tanımlamış olduğumuz Schedule atıyoruz. People kısmından sonra çeşitli kazançlardan oluşan ısı yayma diye bir seçenek vardır. Bu kısım şimdiye kadar tanımlananların dışında eğer başka bir materyaldan ısı yayma durumu var ise girilmesi gerekmektedir. Fakat analizini yapacağımız projede olmadığı için bu kısım için bilgi girilmemiştir. Böylece Internals kısmı tamamlanmış oldu.

Şekil 4.17.'de Carrier HAP programının Space Properties tabının Internals kısmında günlük oda mahali için girilen bilgilere yer verilmiştir. Şekil 4.17.'de aydınlatma tipinin seçimi için evlerde kullanılan aydınlatma tipi olan seçenek tercih edilmiştir. Metre kare başına düşen değer antre, lvb, banyo vb. alanlarda 15 Watt, diğer mahaller için 20 Watt alınmıştır. Aydınlatma değeri belirlendikten sonra günlük oda mahallinde kullanılan elektrikli ekipmanların tükettiği güç seçilmiştir. Bu seçenek için girilen değer neredeyse tüm mahaller için farklılık göstermektedir. Çünkü her mahalde kullanılan elektrikli ekipmanlar ortak aynı olacağı gibi farklı da olmakta bu da mahal başına tüketilen güçlerde farklılığa sebep olmaktadır. Elektrikli ekipmanların tükettiği güç girildikten sonra mahalde bulunan insan sayısı girilmiştir. Şekil 4.17.'de genç odası mahalli için insan sayısı 2 olarak gösterilmiştir. Diğer mahallerde de bulunan insan sayısı programa girilmiştir. İnsan sayısı tanımlandıktan sonra diğer mahallerde olduğu gibi insanların yapmış olduğu aktiviteye göre seçenekler karşımıza çıkmıştır. Şekil 4.17.'de insanların oturarak iş yaptığı seçeneği belirlenmiştir. Programda binada bulunan mahaller ile ilgili bilgiler girilirken olabildiğince gerçek yaşam düşünülerek tasarlanmış ve bu tasarıya göre bilgiler girilmiştir.



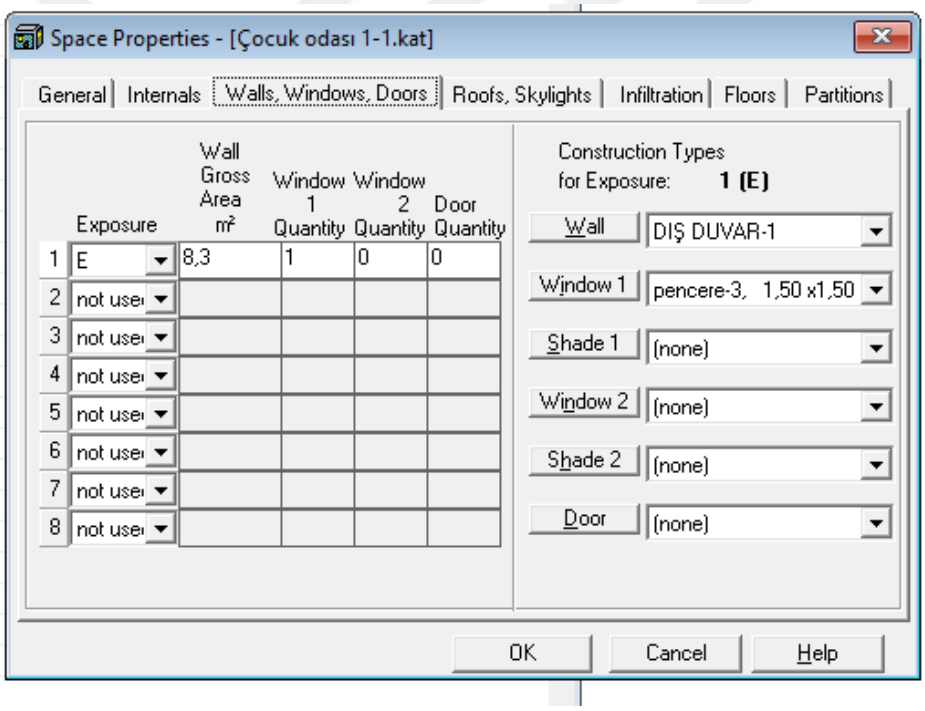
Şekil 4.17. Carrier HAP programının Space Properties tabının Internals kısmının günlük oda hacminin gösterimi

Carrier HAP programında Internals kısmını bitirdikten sonra Walls, Windows, Doors kısmını tanımlamamız gerekmekte. Bu kısım oluşturduğumuz mahalde dış havaya açık duvar, pencere veya kapı varsa girilmelidir. İlk etapta dış havaya açık olan brüt duvar alanı hesaplanması gerekiyor. Bu brüt duvar alanı duvarın uzunluğu çarpı yüksekliğidir. Yükseklik her mahal için sabit ve 3 metre alınmıştır. Duvar uzunlukları ise analizini yaptığımız mimari projeden hesaplanmıştır. Böylece brüt duvar alanını girmiş oluyoruz.

Exposure kısmında yönümüzü seçtiğimizde bize bir satır açacaktır ve bu satırda duvar, kapı ve pencereleri tanımlamamıza olanak sağlayacaktır. Exposure kısmında sadece ana yönler değil ara yönlerde mevcuttur. Brüt duvar alanı girildikten sonra dış havaya açık pencere ve kapıları girilmelidir. Tanımlama kısmında ise önceden tanımlanan duvar tipi, pencere tipi ve kapı bilgileri girildi. Pencere veya kapı sayısı fazla olması durumunda sayıyı değiştirebiliyoruz. Aynı mahalde birden fazla dış havaya açık duvar var ise bir alt seçenekten giriyoruz. Yine ilk etapta

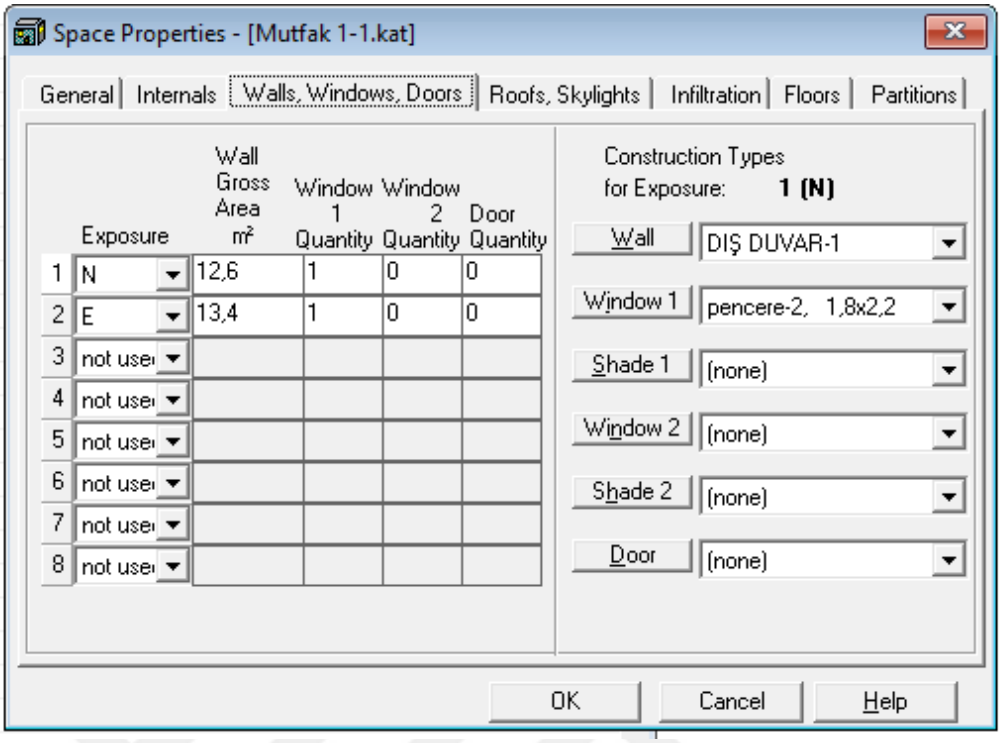
yaptığımız gibi duvar tanımlanıp ondan sonrada pencere veya kapıları tanımlayabiliriz. Bu şekilde dış havaya açık duvarları, kapıları ve pencereleri Carrier HAP programına tanımlandı.

Şekil 4.18.'de Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki çocuk odası mahal bilgileri için girilen bilgiler gösterilmiştir. Şekil 4.18.'de sadece bir yönde dışa açık duvar olduğundan programa doğu yönünde duvar bilgileri girilmiştir. Şekil 4.18.'de ayrıca dışa açık olan bir penceresi olduğundan bu pencerenin hangi yönde dışa açık olduğunu mimariden okuyarak programa doğru şekilde girilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.18. Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki çocuk odası mahal bilgilerinin gösterimi

Şekil 4.19.'da Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki mutfak bilgilerinin gösterimine yer verilmiştir. Kuzey ve doğu yönlerinde dışa açık duvar ve pencereler olduğundan iki yön için bilgiler girilmiştir.

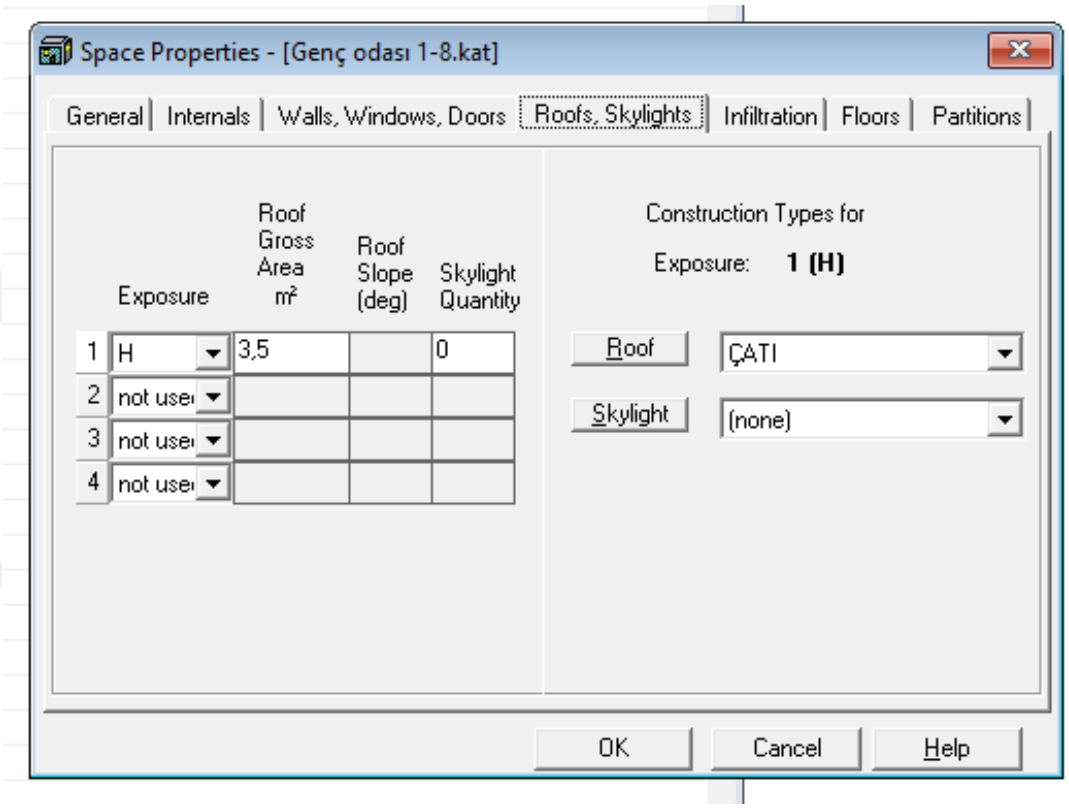


Şekil 4.19. Carrier HAP programında Walls, Windows ve Doors kısmındaki mutfak bilgilerinin gösterimi

Walls, Windows ve Doors kısmını Carrier HAP programında tanımladıktan sonra Roofs, Skylights kısmını tanımlamamız gerekmektedir. Roofs çatı demektir. Skylights ise bu çatıya özel pencerelere verilen addır. Bu değerleri Roofs ve Skylights başlığı altında tanımlayacağız. Seçtiğimiz katın son kat olduğunu düşünüyoruz. Bunun üstü dış havaya açık olacaktır. Exposure kısmından yönünü seçiyoruz. Yukarı taraf Horizontal yani H olarak seçimimizi yapacağız. H kısmını seçtiğimizde ilgili menü açılacaktır. Carrier HAP seçtiğimiz mahalin alanını otomatik giriyor. Çünkü General tabında bu bilgiyi girdiğimizden tekrar girmemiz gerekmiyor. Roofs kısmından önceden tanımlanan çatı seçimi yapılmakta. Skylights kısmı ise genelde apartmanlarda ve müstakil evlerde olmaz. Genelde alışveriş merkezlerinde olur. Bundan dolayı Skylights kısmını boş bırakılmıştır. Bu şekilde Roofs ve Skylights kısmındaki bilgiler son kattaki mahallere girildi.

Şekil 4.20.'de Carrier HAP programında Roofs, Skylights kısmındaki genç odası 1-8.kat mahalline ait girilen bilgilere yer verilmiştir. Şekil 4.20.'de çatı kısmı

için girilen mahal son katın genç odası mahallidir. Exposure kısmı Horizontal yani yukarı olarak seçildiğinde kapladığı alan otomatik olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü bu alanları daha önceki seçeneklerde tanımladığımızdan program o bilgiye sahiptir. Genç odası mahalli için son katta bulunan genç odası mahalli Roofs kısmına işlenmiş ve 3.5 m^2 alan tanımlanmıştır.

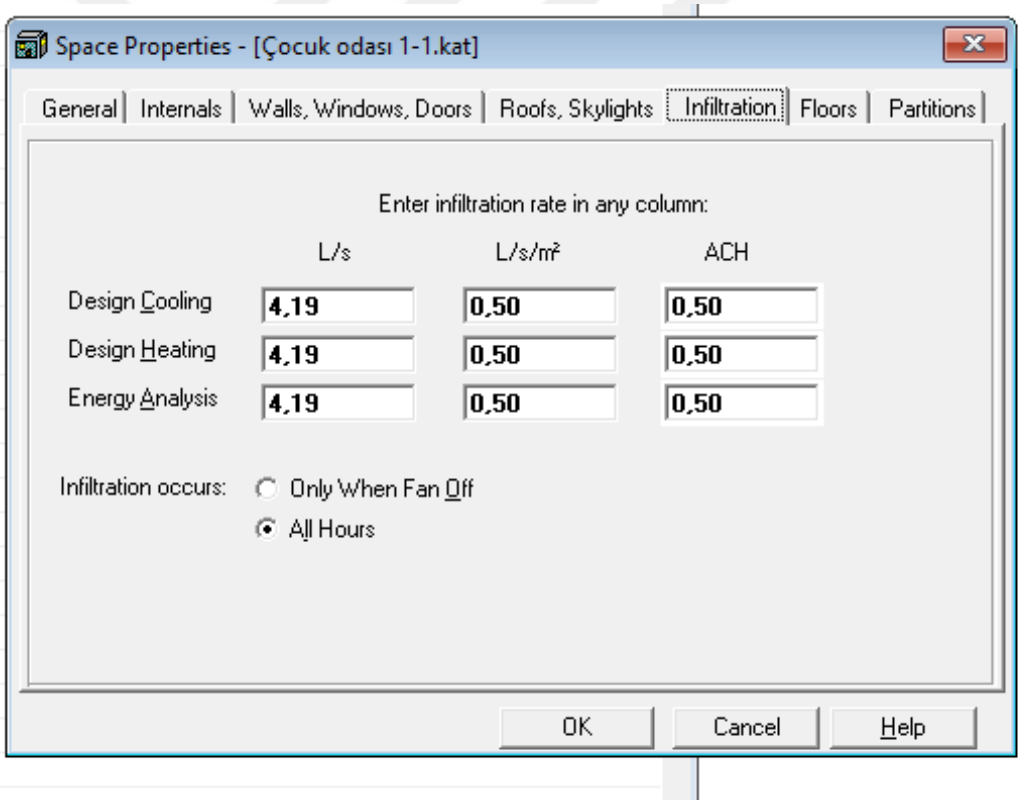


Şekil 4.20. Carrier HAP programında Roofs, Skylights kısmındaki genç odası 1-8.kat mahal bilgilerinin gösterimi

Carrier HAP programında bir sonraki kısım ise Infiltration kısmıdır. Infiltration sızıntıdan oluşan ısı kazanç ve kayıplardır. Bu değerler Infiltration başlığı altında girilecektir. Desıgn Cooling soğutma dizaynını, Desing Heating ısıtma dizaynını ve Energy Analysis satırı ise enerji analizini göstermektedir. L/s hacimsel hava debisini, L/s/m^2 birim dış duvar alanına düşen hacimsel hava debisini ve ACH ise saat başına düşen hava değişimi için sızıntı miktarını hesaba aktarır. Bu değerlerden birinde değişim yapıldığında o satırdaki diğer değerlerde otomatik olarak değişmektedir. Eğer tek bir yönde dış havaya açık duvar var ise ve bu duvarda kapı veya pencere varsa ACH değeri = 0,5, eğer iki yönde dış havaya açık duvar var ise

ve her iki duvarda da dış havaya açık kapı veya pencere var ise ACH = 0,75, eğer üç yönde dış havaya açık duvar var ise ve bunların her birinde pencere veya kapı bulunuyorsa veya her ikisi de var ise ACH = 1 alınır. ACH değerleri değiştiğinde otomatik olarak diğer değerlerde değişmektedir. Böylece Infiltration hesapları tamamlanmış oldu.

Şekil 4.21.'de Carrier HAP programında Infiltration kısmındaki çocuk odası mahal bilgilerinin gösterimine yer verilmiştir. Bu mahalde tek bir yönde dış havaya açık duvar ve bu duvarda pencere veya kapı olduğundan ACH değeri veya hava sızıntı miktarı 0.5 olarak alınmıştır.

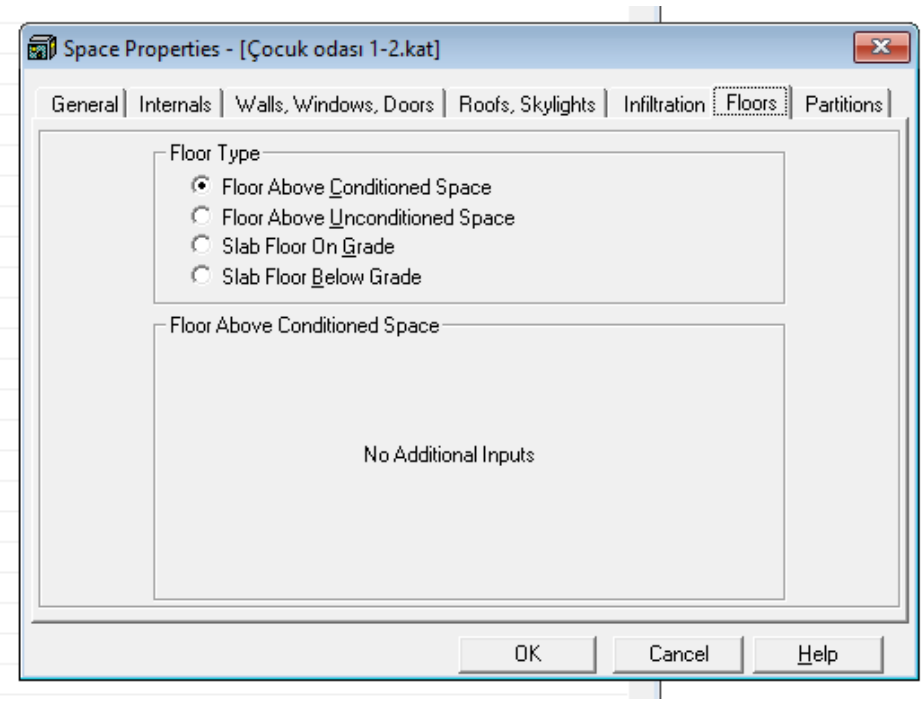


Şekil 4.21. Carrier HAP programında Infiltration kısmındaki çocuk odası mahal bilgilerinin gösterimi

Carrier HAP programında Infiltration kısmını tanımladıktan sonra Floors (Katlar) bölümünün tanımlanması gerekmektedir. Floors başlığı altında ilk etapta Floor Above Conditioned Space kısmından başlıyor. Floor Above Conditioned Space

hesabını yaptığımız mahalin altında başka bir mahal varsa ve bu mahal iklimlendirilmişse ısıtma, soğutma işlemi yapılmışsa bu iki mahal arasında bir ısı geçişi olmaz. Artı veya eksi 3 dereceye kadar ısı geçişleri önemsenmez. Isı geçişi olur ama bunları hesaba katmaya gerek yoktur. Floor Above Conditioned Space kısmı 2.kat, 3.kat, 4. kat, 5.kat, 6.kat, 7.kat, 8.kat ve çatı katı için uygulanmıştır. 1.kat için uygulanmamasının sebebi altındaki mahalin iklimlendirilmemiş olmasıdır. Çatı katının alınmasının sebebi ise altındaki katın 8.kat olması ve 8.katın iklimlendirilmiş olmasıdır.

Şekil 4.22.'de Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Conditioned Space kısmında çocuk odası mahalline ait girilen bilgilere yer verilmiştir. Şekil 4.22.'de örnek mahallin altında bulunan mahalde de ısıtma, soğutma işlemi yapıldığından ısı geçişi olmayacağı kabul edilmiş ve Floor Above Conditioned Space seçeneği seçilmiştir. Aynı şekilde seçtiğimiz binada olan mahallerin hangisinin alt kısmında olan mahalde iklimlendirme işlemi yapılıyorsa o mahalleri de programda ısı geçişi olmayacağı şeklinde düşünülüp ve Floor Above Conditioned Space seçeneği seçildi.

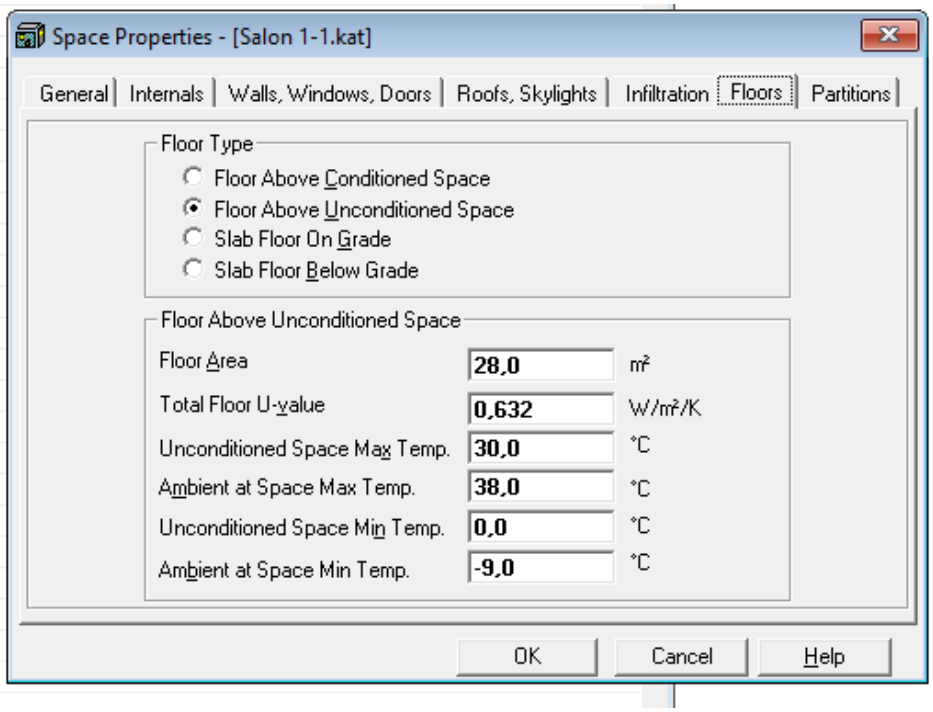


Şekil 4.22. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Conditioned Space kısmında çocuk odası mahal bilgilerinin gösterimi

Floors başlığı altında ikinci kısım Floor Above Unconditioned Space kısmıdır. Hesabını yaptığımız mahalin altında iklimlendirilmemiş bir mahal varsa veya ısıtma, soğutma işlemi yapılmamışsa bu mahalde Floor Above Unconditioned Space seçeneği uygulanır. Bu iki mahal arasında bir ısı geçişi olacaktır. Bu seçenek tıklandıktan sonra çıkan menüde, ilk etapta hesabını yaptığımız mahallin taban alanını girmeliyiz. Daha önceden bu değeri Carrier HAP programında girdiğimiz için değeri otomatik olarak atıyor. 2. seçenekte İzoder programında taban için olan ısı kaybının U değeri girilmelidir. 3. Seçenekte ise koşullandırılmamış veya iklimlendirilmemiş mahallimizin yazın alabileceği maksimum sıcaklığı istiyor. Adıyaman için kuru termometre sıcaklığının 8 veya 10 derece altında olan bir değer 3. Seçenek için alınabilir. 4.seçenek ise ortam sıcaklığının alabileceği maksimum sıcaklık değeridir. Adıyaman için kuru termometre sıcaklık değeri 4. seçenek için alınabilir. 5.seçenek koşullandırılmamış mahallin alabileceği minimum sıcaklık değeridir. Adıyaman için kışın sıcaklık değerinin 8 veya 10 derece üstünde bir sıcaklık değeri alınabilir. 6.seçenek ise ortam sıcaklığının minimum alabileceği santigrat derece değeridir. Adıyaman için kış sıcaklık değeri 6. Seçenek için alınabilir. Floor Above Unconditioned Space kısmı 1.kat ve zemin kata uygulanmıştır. Çünkü 1.katın altı mimari projede zemin kattır ve bu kat iklimlendirilmemiş bir kat olduğundan Floor Above Unconditioned Space bu kata uygulanmıştır. Zemin katta ise altındaki kat bodrum kattır. Bundan dolayı zemin katta 1. Kat gibi Floor Above Unconditioned Space kısmı uygulanmıştır.

Şekil 4.23.'de Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Unconditioned Space kısmında salon 1-1.kat mahal bilgilerinin gösterimine yer verilmiştir. Salon odası mahalli bütün katlarda bulunmasına rağmen Floor Above Unconditioned Space başlığı için 1.kat da bulunan salon odası mahalli için bilgiler girilmiştir. Floor Above Unconditioned Space başlığı mahallin altında iklimlendirilmemiş bir alan var ise uygulanması gereken bir başlık olduğundan binada sadece bu başlık için 1.kat ve zemin katta olan mahaller ile ilgili bilgiler programda girilmiştir. Şekil 4.23.'de bulunan salon mahalli için de sadece 1.kattaki salon mahalli bu başlığa girilmiştir. Şekil 4.23.'de bilgiler girilirken ilk etapta mahal alanı bilgisi girilmesi gerekmektedir. Bu bilgi programa önceden girildiğinden

program bu bilgileri otomatik kendisi giriyor. İkinci seçenekte taban için olan U değeri istenmekte. Bu değerde İzoder programından okundu. Bu değer bu başlıkta uygulanan tüm mahaller için aynı alınmıştır. 3.seçenekte ise Adıyaman ili için sıcaklık değeri kuru termometre sıcaklığının 8 derece altında bir değer yani 30°C olarak alınmıştır. 4. Seçenekte ise Adıyaman ili için kuru termometre sıcaklığı olan 38°C alınmıştır. 5.seçenekte ise Adıyaman için kışın sıcaklık değerinin 9 derece üstünde bir sıcaklık değeri alınarak 0°C kabul edilmiştir. 6.seçenekte Adıyaman için kış sıcaklık değeri olan -9°C kabul edilmiştir.

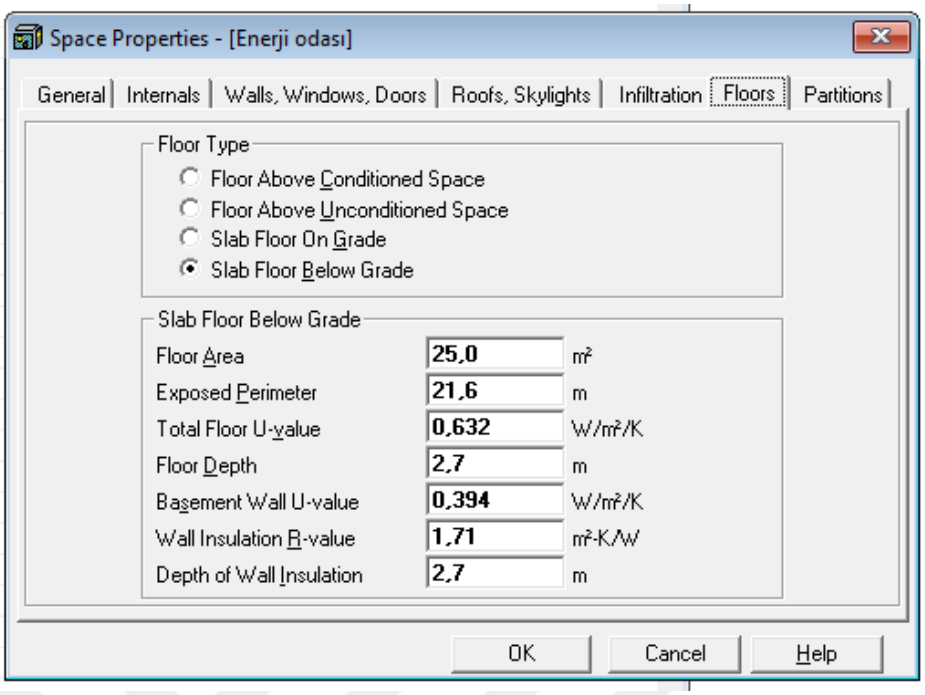


Şekil 4.23. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Floor Above Unconditioned Space kısmında salon 1-1.kat mahal bilgilerinin gösterimi

Floor Above Unconditioned Space kısmı ile ilgili bilgiler girildikten sonra 3. Seçenek olarak Slab Floor On Grade kısmı karşımıza çıkmaktadır. Bu kısım için uygulanacak mahallin tabanının toprak temaslı olması gerekmektedir. Mimari projede her ne kadar tabanın toprak temaslı olup olmadığıyla ilgili bir bilgiye rastlanmasa da taban toprak temaslı olarak kabul edilmiştir. Diğer programlara da aynı şekilde toprak temaslı tabanın U değeri uygulanmıştır.

Carrier HAP programında Slab Floor On Grade kısmı ile ilgili bir mahal tanımlanmamıştır. Çünkü taban toprak temaslı olmasına rağmen 4. seçenek olan Slab Floor Below Grade kısmında hem toprak temaslı taban hem de toprak temaslı duvar seçeneği vardır. Mimari projede hem taban hem de duvar toprak temaslı kabul edildiğinden 3.kısım ile ilgili bir mahal tanımlanmamıştır. Floors başlığı altındaki 4.seçenek Slab Floor Below Grade kısmıdır. Bu kısmın mahallerde uygulanabilmesi için mahallin hem toprak temaslı tabanı hem de toprak temaslı duvarı olması gerekmektedir. Mimari projede bodrum kattaki mahallerin tümü için hem toprak temaslı tabanı hem de toprak temaslı duvarı olduğu kabul edilmiştir. Bundan dolayı bodrum kat 3. Seçenek olan Slab Floor On Grade kısmına uygulanmamıştır.

Şekil 4.24.'de Carrier HAP programında Floors başlığındaki Slab Floor Below Grade kısmında enerji odası mahal kısmına ait girilen bilgilere yer verilmiştir. Bodrum kat hem toprak temaslı taban hem de toprak temaslı duvar olarak kabul edildiğinden bundan ötürü bodrum katta olan mahalleri Slab Floor Below Grade başlığına uygulayabiliriz. Şekil 4.24.'de ilk etapta mahal alanları bilgisinin girilmesi gerekir. Bu bilgi diğerlerinde olduğu gibi programa önceden tanımlandığından bodrum kattaki mahaller ile ilgili alanların değerleri program tarafından otomatik çıkmaktadır. İkinci seçenekte tabanın toprak temaslı olan kısmının uzunluğu, üçüncü kısımda toprak temaslı tabanın U değerini, dördüncü kısımda kat yüksekliğini, beşinci kısımda ise toprak temaslı olan duvarın U değeri, altıncı kısımda duvarın R değerini ve yedinci kısımda yine kat yüksekliğini girerek Slab Floor Grade başlığını tamamlayabiliriz. Bu bilgilerin birçoğu İzoder programında var olan bilgiler olduğundan bilgilere ulaşılması açısından zorluk çekinilmeyecektir.

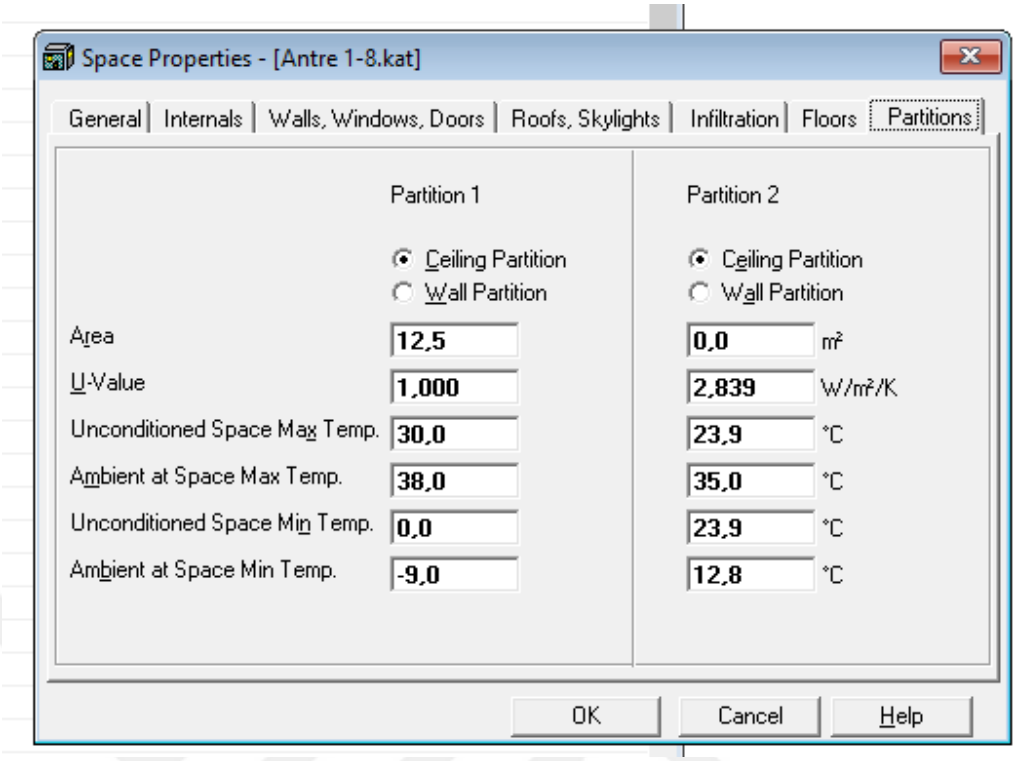


Şekil 4.24. Carrier HAP programında Floors başlığındaki Slab Floor Below Grade kısımında enerji odası mahal kısmının gösterimi

Carrier HAP programında Floors başlığı ile ilgili bilgiler girildikten sonra Partitions başlığı karşımıza çıkmaktadır. Partitions başlığı iki kısma ayrılmıştır. İlki Ceiling Partition ikincisi ise Wall Partition kısmıdır. Ceiling Partition hesabını yaptığımız mahallin üstünde koşullandırılmamış bir mahal varsa girmemiz gerekecektir. Çünkü bu iki mahal arasında bir ısı geçişi olacaktır. Wall Partition ise hesabını yaptığımız mahallin yanında koşullandırılmamış bir mahal varsa yani ısıtma veya soğutma yapılmayan bir mahal varsa bu durumda tanımlamamız gerekecektir. Hesabını yaptığımız mimari projede sadece Ceiling Partition olan mahaller, sadece Wall Partition olan mahaller ve hem Ceiling Partition hem de Wall Partition olan mahaller vardır. Ceiling Partition kısmında ilk seçenekte mahallin oturma alanı, ikinci kısımda ara kat döşemedeki U değeri istenmektedir. Ara kat döşemedeki U değeri 1 alınabilir. 3.kısımda koşullandırılmamış mahallin maksimum alacağı sıcaklık değeri istenmektedir. Adıyaman ili için kuru termometre sıcaklığının 8 derece aşağısında bir sıcaklık alınarak bu değer uygulanabilir. 4.kısımda ise istenen değere Adıyaman ili için kuru termometre sıcaklık değeri girilebilir. 5.kısımda kış dizayn şartlarındaki sıcaklık değeri istenmektedir. Bu değer koşullandırılmamış mahal için alınacaktır. Adıyaman ili için kış dizayn şartlarının 8 veya 10 derece

üstünde bir sıcaklık değeri alınarak bu değere ulaşılabilir. 6.kısımda ise hesabını yaptığımız mahallin kış dizayn sıcaklığını değiştirmeden girebiliriz. Wall Partition başlığı altındaki bilgilerde ise ilk kısımda duvar alanı, 2.kısımda ise duvarın U değerinin girilmesi gerekmektedir. 2.kısımdaki U değeri 1.45 alınabilir. 1.kısımdaki değer ise mimari projeden okunmuştur. Diğer sıcaklık değerleri Ceiling Partition tabında girdiğimiz sıcaklık değerleriyle aynıdır.

Şekil 4.25.'de Carrier HAP programında Partitions tabındaki antre 1-8.kat mahalline ait girilen bilgilere yer verilmiştir. Şekil 4.25.'de binada bulunan antre mahallerine ait bilgilere yer verilse de Partitions tabında Ceiling Partition seçeneği sadece 8.kat içerisinde olan antre mahalline uygulanabilir. Çünkü Ceiling Partition seçeneğine hesabını yaptığımız mahallin üstünde koşullandırılmamış bir mahal varsa girmemiz gerekecektir. Bu da son kat olan 8.katta olan mahaller ve bodrum katta bulunan mahaller için uygulanabilir. Çünkü 8.katın üstü çatı katı koşullandırılmamış mahal ve bodrum katın üstü olan zemin katta koşullandırılmamış mahaldir. Şekil 4.25.'de mahallin alanının girilmesi gerekmekte bu bilgi otomatik program tarafından verilmektedir. İkinci kısımda olan U değeri için seçilen mahallerde 1 alınabilir. 3.seçenek kuru termometre sıcaklığının 8 derece aşağısında bir sıcaklık ve dördüncü seçenek kuru termometre sıcaklığı alınabilir. Beşinci seçenek Adıyaman için kış dizayn sıcaklığının dokuz derece üstünde olan bir sıcaklık, altıncı seçenek ise kış dizayn sıcaklığı alınabilir. Şekil 4.25.'de mahallin üstünde koşullandırılmamış mahal olduğu için Ceiling Partition tabına girilmiştir. Programda bazı mahallerin üstünde koşullandırılmamış mahal olduğundan Şekil 4.25.'de olduğu gibi Ceiling Partition tabına girilmiş, bazı mahallerin yanındaki mahalde iklimlendirme olmadığı için Wall Partition tabına girilmiş ve bazı mahallerinde hem yanındaki mahalde hem de üstündeki mahalde iklimlendirme olmadığından her iki taba ile ilgili bilgiler girilmiştir.



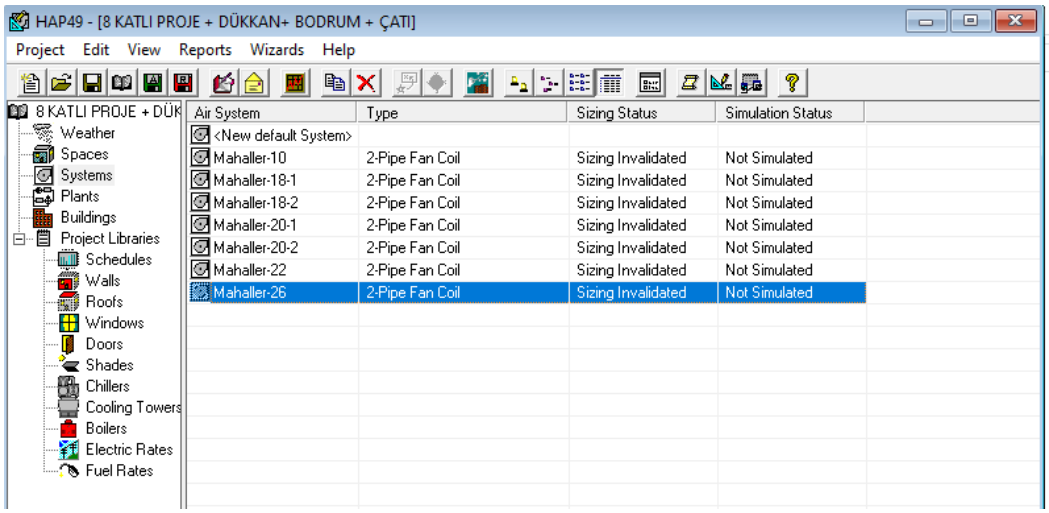
Şekil 4.25. Carrier HAP programında Partitions tabındaki antre 1-8.kat mahal bilgilerinin gösterimi

Carrier HAP programında Partitions tabı ile ilgili bilgiler tanımlandıktan sonra ısıtma tesisatları için sistem oluşturulmalıdır. Isıtma sistemlerinde en başta dikkat edilmesi gereken mahallerin sıcaklıklara göre ayrılmasıdır. Örneğin koridorlar 18°C, salonlar 22 °C veya 24°C alınmalıdır. Bu derecelere göre mahaller ayrılmalı ve bunlara göre sistem oluşturulmadır. Systems kısmına Carrier HAP programında tıkladığımızda Air System Type kısmı önümüze gelecektir. Burada sırasıyla işlemlerimizi gerçekleştireceğiz. İlk önce General tabına bakacak olursak buraya bir isim verilmelidir. Derecelerine göre ayrılacak mahalleri burada da derecesini belli edeceğimiz bir başlık girmemiz gerekecek. İsmini belirledikten sonra Equipment Type'dan tipini seçmemiz gerekmekte. Burada ısıtma sistemi yapacağımız için seçeceğimiz başlık Termal Units'dir. Seçtiğimiz başlığa göre menüdeki başlıklar değişecektir. Vent System Components kısmı kapanacaktır.

Carrier HAP programı bu kısmı otomatik olarak kapatacaktır. Çünkü bu kısım soğutma sisteminde kullanılmaktadır. Bundan sonra Air System Type'dan sistem

tipini seçmemiz gerekmektedir. Nasıl bir sistemle ısıtma yapılacaksa ona göre seçim yapılmalıdır. Mimari projede ısıtma tesisatından sistem tipinin iki borulu ısıtma olduğu anlaşılmaktadır. Bu da ilgili menüde 2-Pipe Fan Coil'dir. Number of Zone kısmında ise Zone numaralarını girilmesi gerekmektedir. Tek Zone için hesap yaptığımızı düşünüyoruz. Bundan dolayı Zone numarasını 1 kabul ediyoruz. Ventilation kısmında ise bu kısım havalandırma ile ilgilidir. Apartmanlarda katlarda havalandırma olmaz. Normal bir apartman için işlem yaptığımızı düşünürsek Direct Ventilation işaretli olmalıdır. Böylelikle ilk kısım olan General tabıyla ilgili bilgileri girilmiş oldu.

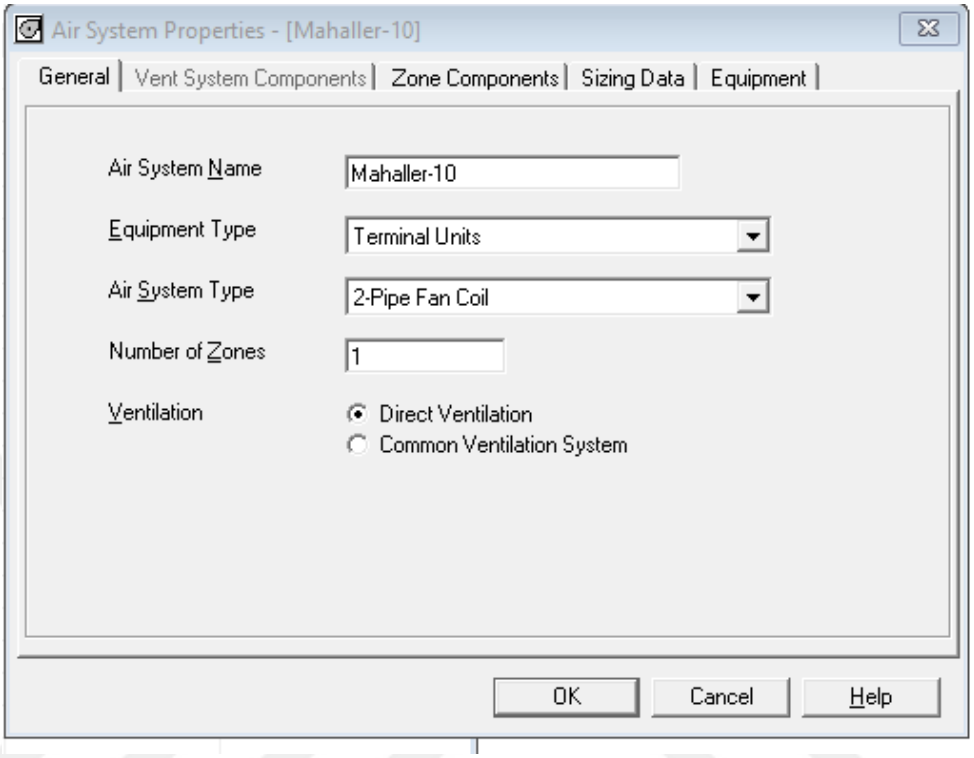
Şekil 4.26.'da Carrier HAP programında ısıtma sistemi yapacağımız sistemlerin gösterimine yer verilmiştir. Isıtma sistemi yapacağımız sistemler enerji analizi yapılacak bina için 7 kısımda toplanmıştır. Bu sistemleri gruplandırır iken mahal sıcaklıkları baz alınarak gruplara ayrılmış. Bazısında ise sistemin alabileceği mahaller sınırlı olduğu için aynı özellik içeren başka bir sistem açılıp devam edilmiştir.



Şekil 4.26. Carrier HAP programında ısıtma sistemi yapacağımız mahallerin genel gösterimi

Şekil 4.27.'de ise Carrier HAP programında ısıtma sisteminde mahaller -10 için General tabının örnek gösterimine yer verilmiştir. Program için yedi sistem

tanımlandığından her sistem için Şekil 4.27.'de gösterilen General tabı uygulanmıştır.

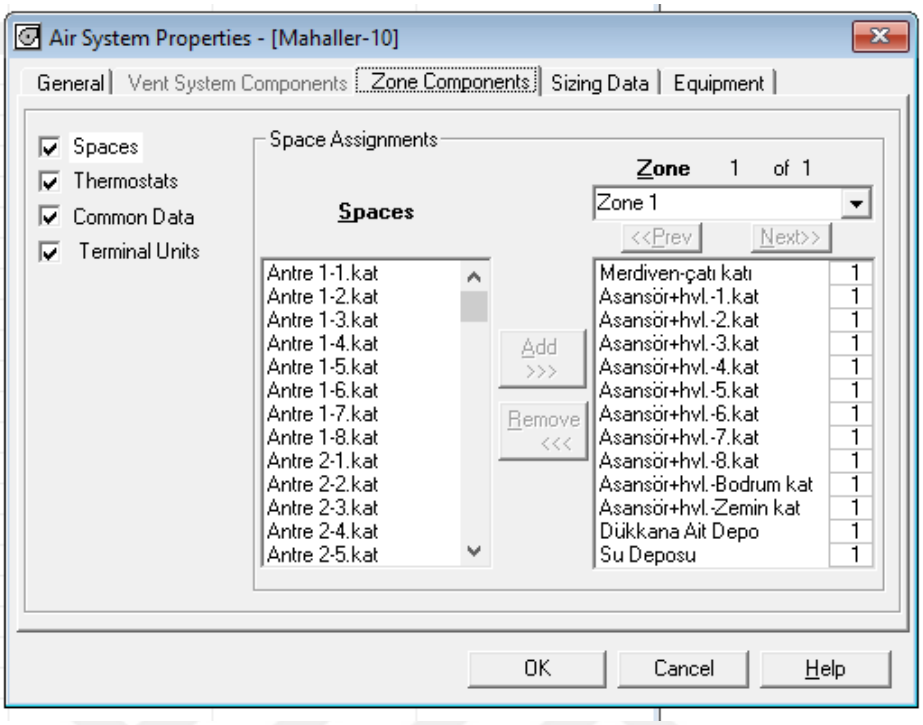


Şekil 4.27. Carrier HAP programında ısıtma sisteminde mahaller -10 için General tabının örnek gösterimi

Carrier HAP programında ısıtma sisteminde General tabı ile ilgili bilgiler girildikten sonra Zone Components tabına geçiyoruz. Zone Components tabında ilk önce mahallerimizi tanımlayacağımız. Hangi mahaller kaç derece sıcaklıkta olması gerekiyorsa ona göre bir arada toplayacağız. Carrier HAP programında önceden tanımlanan mahaller Spaces kısmında gözükmektedir. Mahalle tıklayıp ADD seçeneğine tıklandığında burada hesabını yapacağımız mahalleri seçmiş oluyoruz. Her mahal için bu işlemler uygulanmıştır. Mahallerimizi seçtikten sonra Termostat kısmına geçiyoruz. Termostat kısmında girilecek alanlar Cooling T-Stat Setpoints, Heating T- Setpoints ve Termostat Schedule. Burada Cooling kısmında termostatımızın maksimum hangi dereceler arasında çalışacağını belirleyeceğiz. Bu kısım 24 ℃ ile 29 ℃ seçilebilir. 25℃ ile 30 ℃ de seçilebilir. Bunları bu şekilde seçmemizde sakınca yoktur. Heating kısmında ise termostatımızın minimum çalışma aralığını belirleyeceğiz. Bunu da 22℃ ile 16℃ seçebiliriz. 24℃ ile 20℃ de

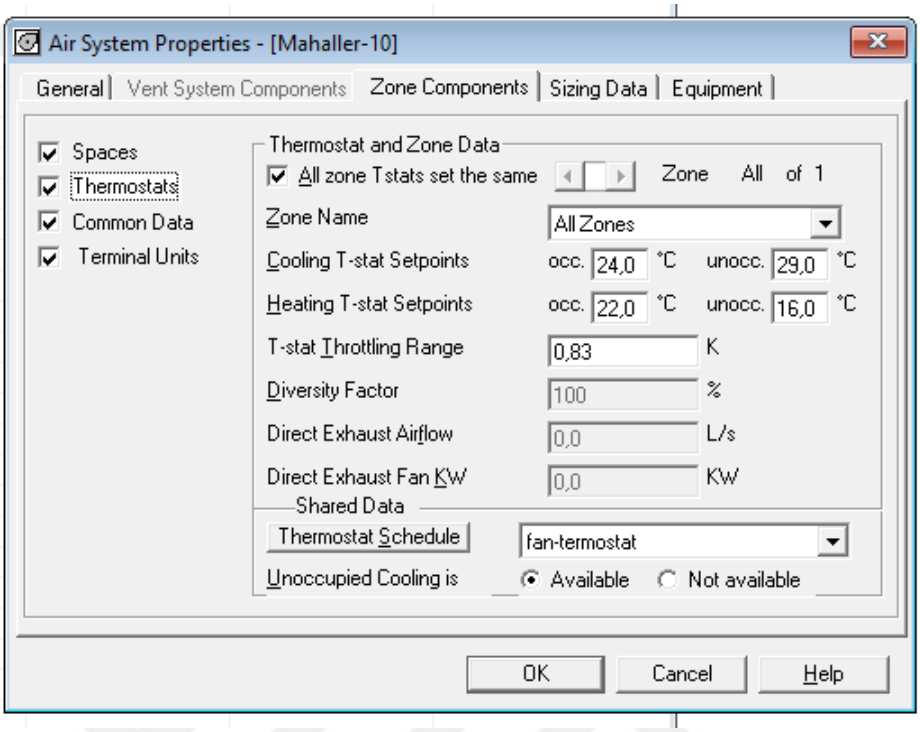
seçilebilir. Bunları da seçmemizde sakınca yoktur. Bundan sonra yapacağımız işlem ise bu termostata bir Schedule atamamız gerekmektedir. Önceden hazırlamış olduğumuz Schedule seçiyoruz. Schedule seçiminden sonra kışın mahallerimizin hangi sıcaklıkta olması isteniyorsa bunu da Supply Temp. kısmından işlenmesi gerekmekte. Standart konfor şartlarında 28℃ veya 30℃ seçilebilir. Altı kısmına da bir Schedule atamamız gerekmekte. Bu ısıtma işlemini hangi aylarda yapacaksak o ayları işaretlememiz gerekmektedir. Şekillerde de görüleceği gibi aylarımızın hepsi mevcuttur. Yaz aylarını ve ilkbahar çıkartacak olursak ısıtma yapacağımız aylar işaretli kalmış şekilde olacaktır. Nisandan itibaren aylarımızı kapatıyoruz. Ekim, kasım, aralık, ocak, şubat ve mart aylarında ısıtma yapacağımızı düşünüyoruz ve bu şekilde diğer ayları kapatmış oluyoruz. Termal Units kısmında ise hiçbir değer girilmemiştir. Buralar standart olarak programın tanımladığı şekilde kalacaktır. Böylece Zone Components kısmı tamamlanmış oldu.

Şekil 4.28.'de Carrier HAP programında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Spaces kısmının gösterimine yer verilmiştir. Spaces seçeneği için oluşturacağımız sistem grubuna uygun olan sıcaklıktaki mahalleri seçmeliyiz. Diğer oluşturduğumuz 6 sistem için de aynılarını uygulayacağız. Mahal ısıları yakın olanları seçerek tek bir sistem altında toplayabiliriz. Tabi bu mahal seçiminin belli bir sınırı vardır. Belli bir sayıya ulaştığında aynı özellikte başka bir sistem oluşturmamız gereken durumlarda olabilmektedir.



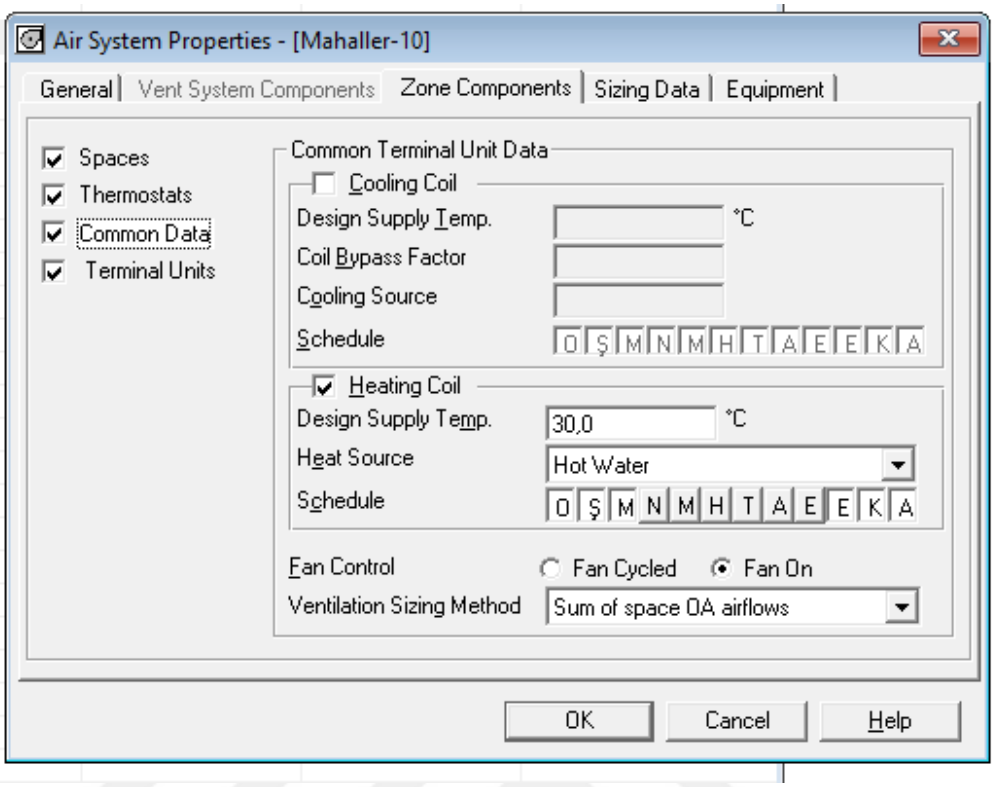
Şekil 4.28. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Spaces kısmının gösterimi

Şekil 4.29.'da Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Thermostats kısmı için girilen bilgiler gösterilmiştir. Heating kısmında termostatımızın minimum çalışma aralığını belirliyoruz. Cooling kısmında termostatımızın maksimum hangi dereceler arasında çalışacağını belirliyoruz. Cooling kısmı için 24°C ile 29°C arasında maksimum çalışacağını, Heating kısmında ise 22°C ile 16°C arasında minimum çalışacağını seçebiliriz. Bu çalışma sıcaklığı değerleri termostatlar için ortalama değerler olduğu için binalarda alınabilmektedir.



Şekil 4.29. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Thermostats kısmının gösterimi

Şekil 4.30.'da Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Common Data kısmının gösterimine yer verilmiştir. Bu kısımda soğutma ve ısıtma yapılacak ayların seçimi karşımıza çıkmaktadır. Kışın mahallerimizin hangi sıcaklıkta olmasını istiyorsak Heating Coil kısmında sıcaklık değerini ona göre seçmeliyiz. Standart konfor şartlarında 28℃ veya 30℃ seçilebilir. Bu yüzden 30℃ seçilmiştir. Aylar da sonbahar ve kış aylarında dışarıda sıcaklık değeri düşeceğinden bu aylar seçilmiştir.

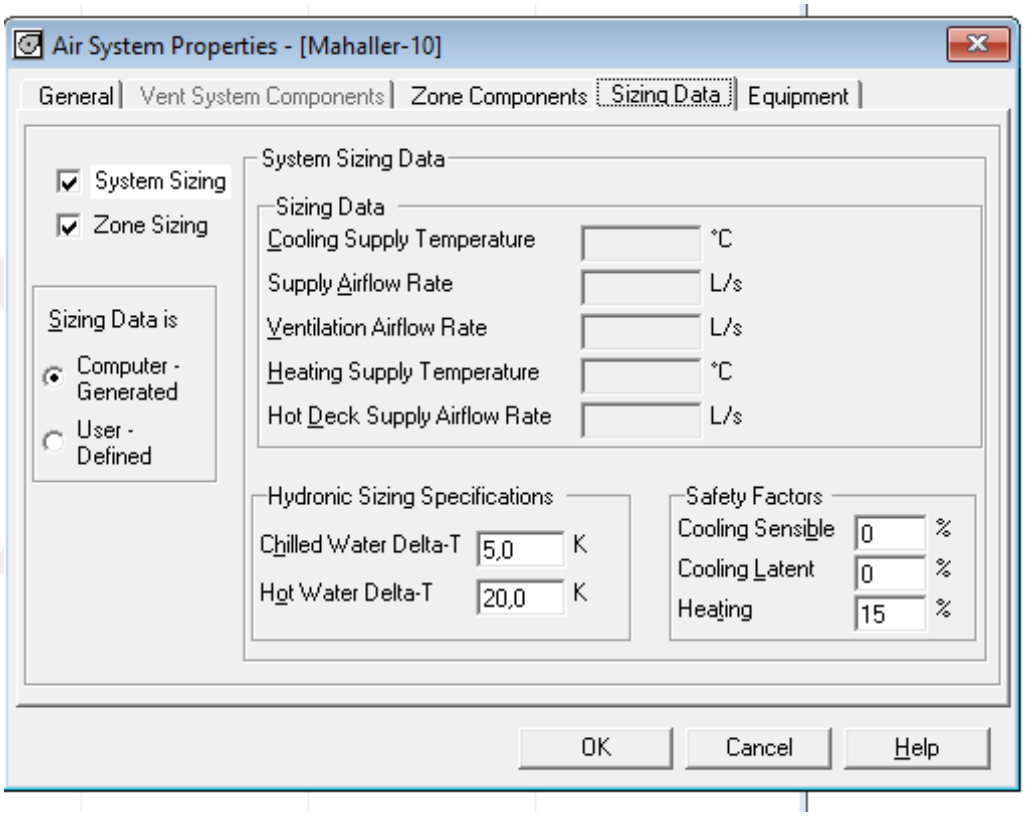


Şekil 4.30. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Zone Components tabındaki Common Data kısmının gösterimi

Carrier HAP programında Zone Components kısmını bitirdikten sonra Sizing Data kısmına geçiyoruz. Sizing Data kısmında gireceğimiz değerler Hydronic Sizing Specifications ve Safety Factors kısmıdır. Hydronic Sizing Specifications kısmında gidiş dönüş borularındaki sıcaklık farklarını, Safety Factors kısmında ise güvenli tarafta kalmamız için bir yüzdelik artış oranını tanımlayacağız. Chilled Water kısmında soğutma gidiş dönüş borularındaki sıcaklık farkını soruyor. Soğutma gidiş dönüş boruları için 12'ye 7 bir rejim ve sıcaklık farkını 5 ℃ alındı. Hot Water kısmında kazanımızı hangi rejimde çalıştırıyorsak onun sıcaklık farkını girmemiz gerekecektir. 90℃ gidiş 70 ℃ ise dönüş borusundaki sıcaklık olarak kabul edilmiştir. Böylece sıcaklık farkı 20℃ olarak girilmiştir. Safety faktörlerimizi ise soğutma tesisatı için duyulur ve gizli ısı ve ısıtma kısmı için tanımlamamız gerekmektedir. Carrier HAP soğutma yüklerini iyi hesaplıyor, doğru hesaplıyor. Fakat ısıtma yüklerini biraz küçük çıkartıyor. Bu yüzden Heating kısmında güvenlik faktörünü biraz yüksek almamızda fayda var. Cooling kısmındaki güvenlik faktörü %10, Heating kısımları ise %15 hatta %20 alabiliriz. Böylece Heating için Safety

faktörünü de girmiş oluyoruz. Equipment kısmında bir şey tanımlanmamıştır. Sizing Data başlığını bu şekilde tamamlanmış oldu. Böylelikle sistemler oluşturuldu.

Şekil 4.31.'de Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Sizing Data tabındaki bilgilerin gösterimine yer verilmiştir.



Şekil 4.31. Carrier HAP programında ısıtma tesisatında mahaller-10 için Sizing Data tabındaki bilgilerin gösterimi

Sistemimizi oluşturduktan sonra bütün başlıklarımızı teker teker girdikten sonra program sistemimizi atayacaktır. Carrier HAP programında sistemi oluşturduktan sonra raporlama kısmına geçiyoruz. Raporlama kısmı son kısımdır. Mahalle tıklayıp menü seçeneğinde View Design rapora tıkladıktan sonra bu yaptığımız sistemin Design raporlarına ulaşabiliriz. Bizim için burada önemli olan başlıklar Sistem Loads Summery ve Spece Loads Summery. İlk önce Spece Loads Summery kısmına bakacak olursak Previuv dediğimizde bütün mahallerin ayrı ayrı soğutma ve ısıtma yüklerinin detaylarını raporlamış oluyoruz. Duyulur ve gizli ısı

yüklerinin hangi parametrelerden geldiğini yani duvardan mı, kapıdan mı, insanlardan, elektrikli cihazlardan mı hangi parametrelerden geldiğini toplayarak bir toplam yük cinsinden bir yük çıkarır. Yine aynı şekilde ısıtma yükleri içinde aynı parametrelerden ayrı ayrı incelenebilir. System Loads Summery kısmına baktığımızda bu seferde bütün mahallerimiz için soğutma ve ısıtma yüklerinin toplamlarını çıkartıyor. Burada dikkat etmemiz gereken toplam yükler total Zone Loads kısmındaki duyulur ve gizli ısıtma yükü ve ısıtma yüküdür.

Şekil 4.32.'de Carrier HAP programında mahaller-22 için rapor kısmında çıkan ısıtma yükü değerinin gösterimine yer verilmiştir. Mahaller-22 için gösterilen raporda Total System Loads kısmında yani sistemin yıllık enerji tüketimi 30569 Watt olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.32.'de yıllık enerji tüketimine ilaveten bu tüketimin hangi faktörlerden kaynaklandığı da gösterilmektedir. Programda binanın enerji tüketimini hesaplamak için yedi adet sistem oluşturulmuştu. Bunlar arasında en yüksek tüketime sahip olan sistem Şekil 4.32.'de gösterilen mahaller-22 sistemidir.

Air System Design Load Summary for Mahaller-22

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI 08.12.2020
Prepared by: YENİ 09:06ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	127 m²	-	-	127 m²	-	-
Wall Transmission	351 m²	-	-	351 m²	5695	-
Roof Transmission	95 m²	-	-	95 m²	169	-
WindowTransmission	127 m²	-	-	127 m²	8249	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	95 m²	-	-	95 m²	1324	-
Partitions	15 m²	-	-	15 m²	479	-
Ceiling	95 m²	-	-	95 m²	2094	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	10014	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	4204	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	32227	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	30569	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	30569	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	30569	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	30569	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Şekil 4.32. Carrier HAP programında mahaller-22 için rapor kısmında çıkan ısıtma yükü değerinin gösterimi

En düşük sistem ise Şekil 4.33.'de örnek olarak gösterilen mahaller-26 için oluşturulan sistemdir. Sistemlerin bazısının çok yüksek tüketim değeri göstermesi bazısının ise diğerlerine göre düşük tüketim değeri göstermesi sistemleri oluştururken seçilen mahallerden kaynaklanmaktadır. Kimi sistem için seçilen mahallerin içerisinde bulunan elektrikli ekipmanların güçlerinin yüksek olması ve bunun da tüketimi etkilemesi bir etken olarak düşünebilir. Seçilen mahallerde bulunan insan sayısı ve bu insanların yapmış olduğu aktiviteler sistemdeki tüketimin fazla ya da eksik çıkmasına sebep olabilir. Seçilen sistemdeki mahallerin dışa bakan duvar ve bu duvarlarda bulunan pencere veya kapı sayısının fazla olması infiltrasyon yani hava sızıntısını etkileyeceğinden bu etmende sistemin enerji tüketimini artıran sebepler arasına girebilir. Şekil 4.33.'de mahaller-26 için gösterilen tüketim

raporunda infiltrasyondan kaynaklanan tüketim değerinin sıfır olduğu görülmektedir. Yani mahaller-26 sistemini oluşturan mahallerin hiç birinde dışa açık duvar ve bu duvarda dışa bakan kapı veya pencere olmadığı anlamına gelmektedir. Şekil 4.33.'de mahaller-26 sistemi için tüketimi etkileyen en büyük faktörün Ceiling olduğu yani sistemi oluşturan mahallerin üstündeki mahallerde iklimlendirme (ısıtma, soğutma vb.) yapılmamasından dolayı en büyük tüketimin ortaya çıktığı görülmektedir. Dikkat edilirse Şekil 4.32.'de gösterilen mahaller-22 sistemi için enerji tüketiminde en büyük faktörün infiltrasyon yani hava sızıntısından kaynaklandığı, Şekil 4.33.'de gösterilen mahaller-26 sistemi için enerji tüketimini etkileyen faktörün Ceiling faktöründen kaynaklandığı görülmektedir. Sistemler için, içerisinde barındırdığı mahallerin özelliklerine göre enerji tüketim değerini etkileyen faktör değişmektedir.

Air System Design Load Summary for Mahaller-26

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI 08.12.2020
Prepared by: YENİ 09:07ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	0 m²	-	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	16 m²	-	-	16 m²	28	-
Window Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	16 m²	-	-	16 m²	222	-
Partitions	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Ceiling	16 m²	-	-	16 m²	352	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	0	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	90	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	693	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	629	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	629	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	629	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	629	0
Key:	Positive values are clg loads			Positive values are htg loads		

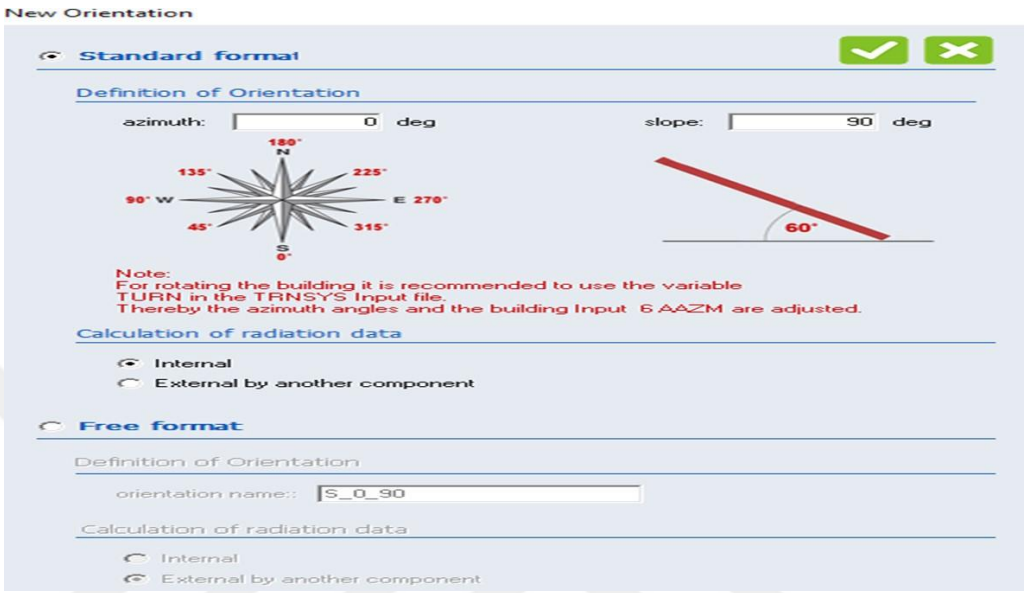
Şekil 4.33. Carrier HAP programında mahaller-26 için rapor kısmında çıkan ısıtma yükü değerinin gösterimi

4.2. TRNSYS Programında Enerji Analizi

İkinci kısımda seçtiğimiz mimari projenin TRNSYS programında enerji analizini yapacağız. TRNSYS kullanılan sürümünde bazı kısımlar sınırlandırılmıştır. Carrier HAP programında istediğimiz kadar mahal tanımlayabilirken, TRNSYS kullanılan sürümünde mahal sayısı kısıtlıdır. Carrier HAP programında pencere sayısı istediğimiz kadar tanımlayabilirken TRNSYS kullanılan sürümünde bu sayı kısıtlıdır. Ayrıca Carrier HAP programın da kapı unsuru enerji analizini etkilerken, TRNSYS kullanılan sürümünde kapı seçeneği veya kapı ile ilgili herhangi bir tanımlama yoktur. Bu gibi farklılıklardan dolayı bina ile ilgili bilgileri girerken TRNSYS kullanılan sürümünde hepsi tek bir mahal olarak düşünülmüş ve ona göre işleme alınmıştır. Carrier HAP programında hangi cephede kaç metre duvar olduğu, kaç pencere olduğu her mahal için ayrı ayrı girilirken TRNSYS programında her cephe için toplam sayı girilmiştir. Örneğin Carrier HAP programında kuzey cephesine bakan pencere sayısı ve boyutları her mahalde ayrı ayrı tanımlanırken, TRNSYS kullanılan sürümünde kuzey cephesine bakan pencerelerin boyutları toplanıp o şekilde girilmiştir. Ya da Carrier HAP programında güney cephesine bakan duvarların kaç metre olduğu her mahal için ayrı ayrı girilirken, TRNSYS programında ise güney cephesine bakan duvarların tümünün toplamı şeklinde girilmiştir. Bu TRNSYS kullanılan sürümünün mahal kısıtlamasından kaynaklanmaktadır.

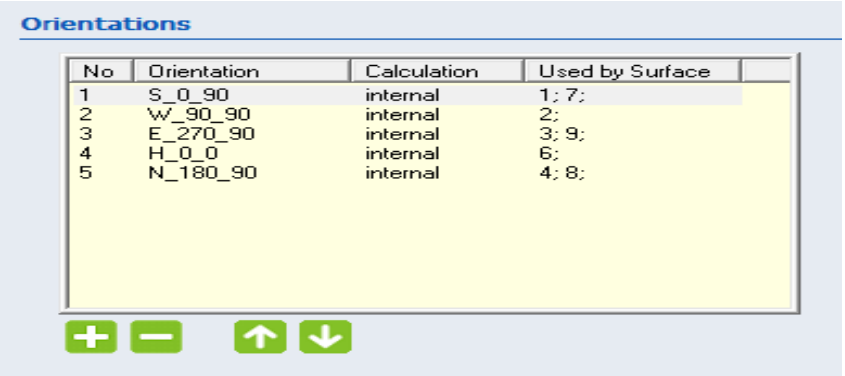
TRNSYS programının giriş kısmı Carrier HAP programına benzerdir. TRNSYS programının başlangıcında hangi yarım kürede olduğumuzu seçiyoruz. Kuzey yarım küremi yoksa güney yarım küremi olduğudur. Enerji analizini yapacağımız yer Türkiye sınırlarında olduğu için kuzey yarım küreyi seçiyoruz. Konum kısmı girildikten sonra, yön seçimi yapmamız gerekmektedir. TRNSYS programında bütün yönler mevcuttur. Yön seçiminde bütün yönlerin seçili konumda olması bizim için avantajdır. Çünkü bina unsurları (kapı, pencere, duvar vb.) yön tayinini seçerken mimari proje bütün yönler kullanılacaktır. Yön tayinin seçimi Şekil 4.34.'de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi N kuzey kutbunu 180^0 göstermekte, S güney kutbunu 0^0 göstermekte, W batı kutbunu 90^0 göstermekte ve E

ise doğu kutbunu 270^0 göstermektedir. Ana yönlerin hepsinde eğim açısı 90^0 olmaktadır. Ana yönlerin haricinde Horizontal yani dik açı vardır. Bu çatılarda kullanılacak açıdır. Bunu tanımlarken H harfi kullanılır ve 0^0 ile tayin edilir.



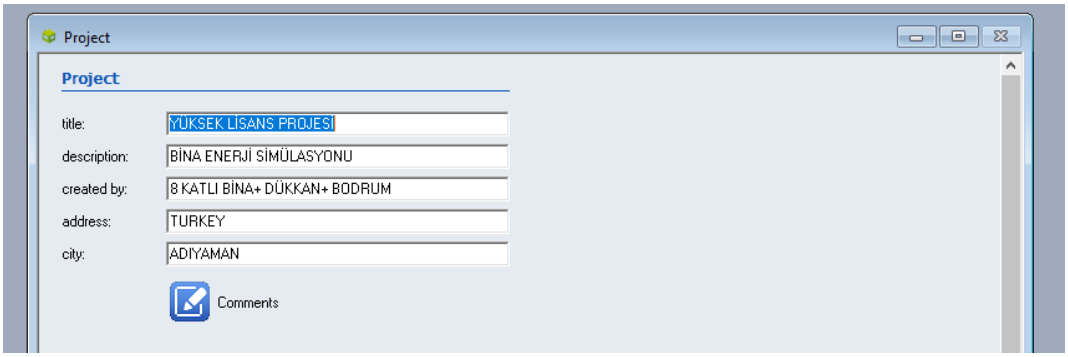
Şekil 4.34. TRNSYS programında yönlerin kaç derecede olduğu ve açısının gösterimi

Eğim açısı da 0^0 olmalıdır. Programda hangi yönlerin kullanıldığı Şekil 4.35.'de gösterilmiştir.



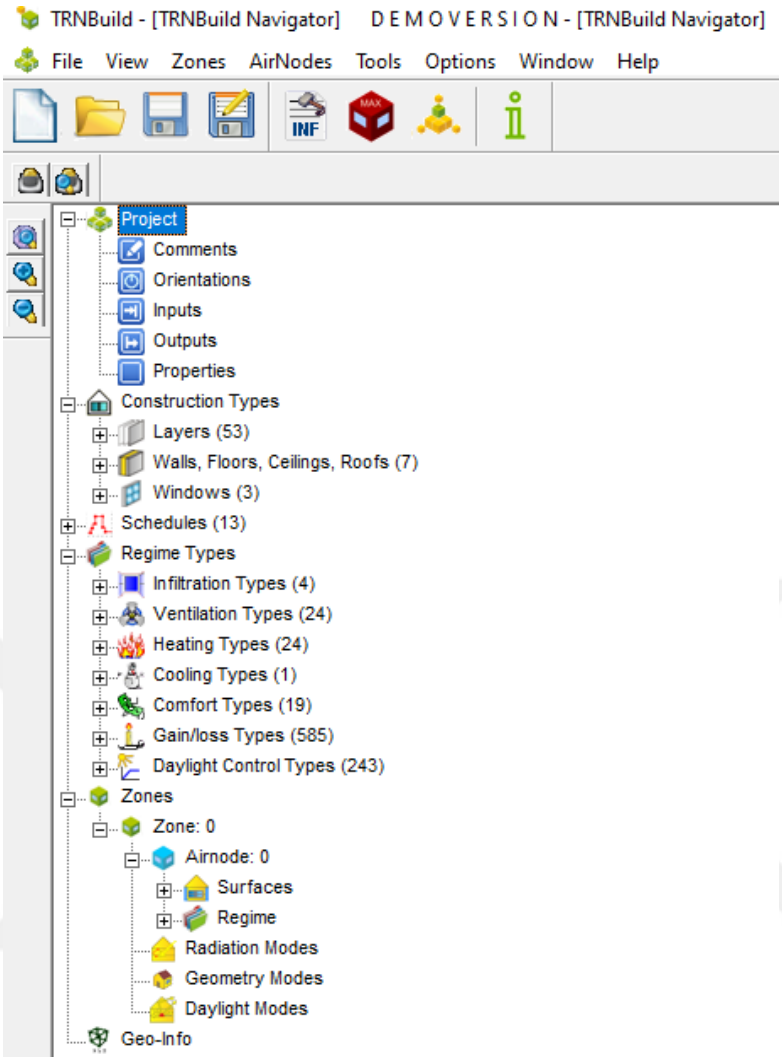
Şekil 4.35. TRNSYS programında hangi yönlerin kullanıldığının gösterimi

Yön seçiminden sonra Project kısmında proje adı, konusu ve uygulanan şehir gibi kısımların doldurulması gerekmektedir. Bu da şekil 4.36'da gösterilmiştir.



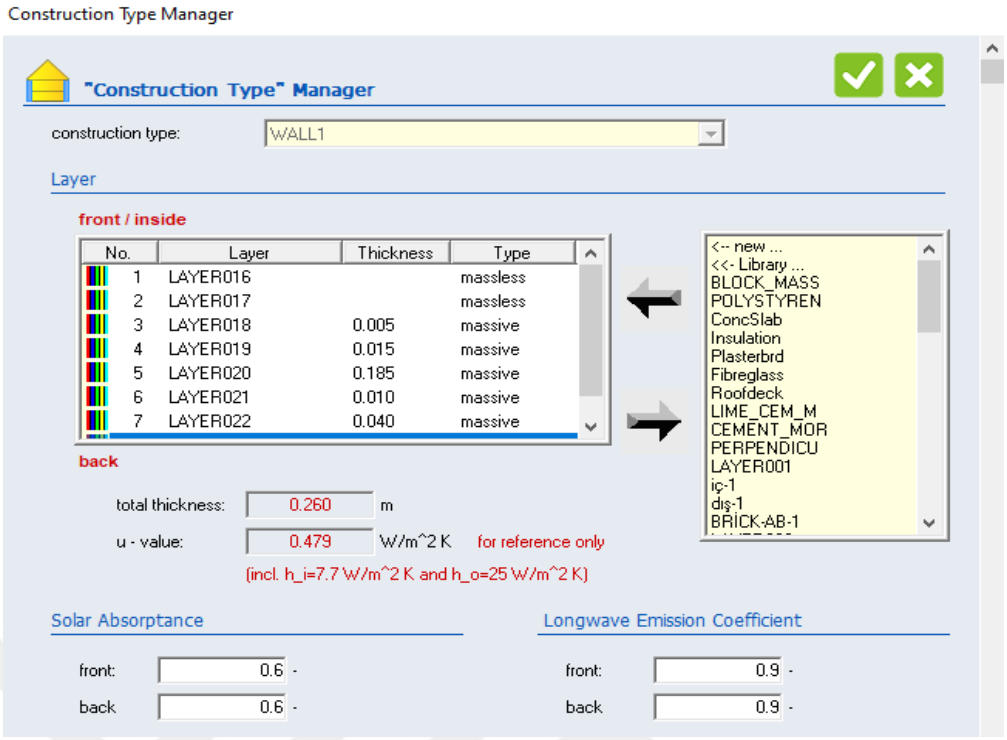
Şekil 4.36. TRNSYS programında proje tanımlama bilgileri

TRNSYS programında enerji simülasyonu ile ilgili adımları gösterirken 4 adımda anlatılacaktır. Bunlar Project, Construction Types, Regime Types ve Zones kısmıdır. Hangi adımları takip edeceğimiz Şekil 4.37.'den görülmektedir. Project kısmı ile ilgili bilgiler girildikten sonra Construction Types kısmına geçiyoruz. Bu kısımda binamızı oluşturan pencereleri, duvarları, çatı katını ve taban kısmını tanımlayacağız. Kapı kısmı bulunmamaktadır.



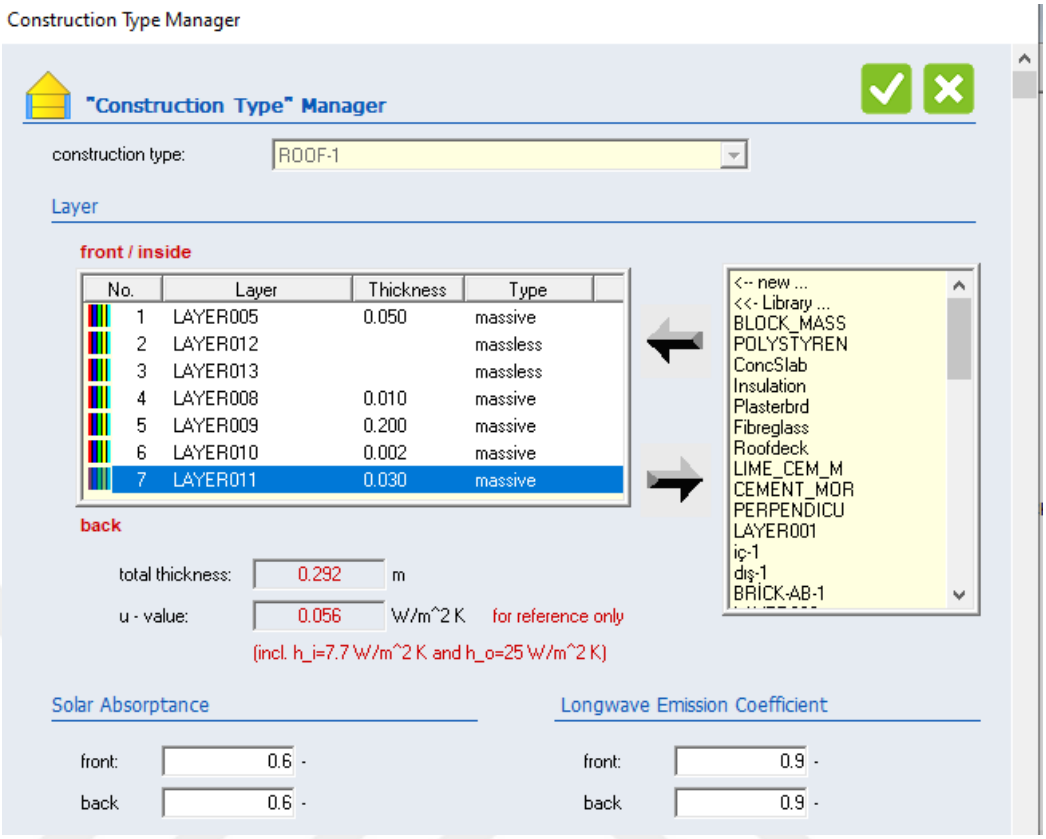
Şekil 4.37. TRNSYS programında ana menü ekranı ve izlenecek yolun gösterimi

Duvar, çatı ve taban ile ilgili kısımlar tanımlanırken İzoder programında bu kısımlar için tanımlanan yapı elemanlarının aynısı olmasına dikkat edilmiştir. İzoder programında tanımlanan bazı yapı elemanları TRNSYS programının kütüphanesinde bulunmamaktadır. Kullanılan yapı elemanı malzemesine yakın malzeme seçilmiştir. Bu da azda olsa U değerinde değişime yol açmıştır. Şekil 4.38.'de TRNSYS programında tanımlanan duvar gösterilmiştir. İzoder programında dış duvar için tanımlanan U değeri 0,522 W/m^{2}K olarak hesaplanmıştır. TRNSYS programında duvar için tanımlanan U değeri ise 0.479 W/m^{2}K olarak bulunmuştur.



Şekil 4.38. TRNSYS programında duvarın tanımlanması ve U değerinin gösterimi

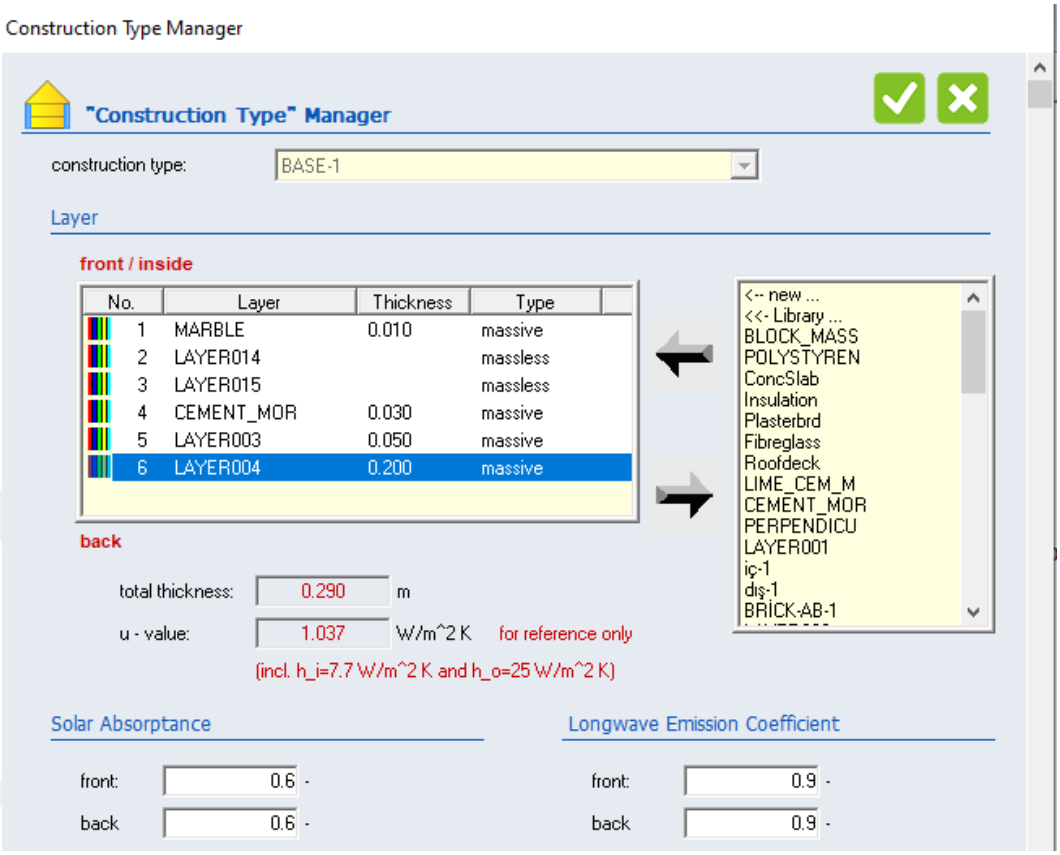
Şekil 4.39.'da ise TRNSYS programında çatı için bilgiler gösterilmiştir. İzoder programında çatı için tanımlanan U değeri 0,0572 W/m^{2}K olarak bulunmuştur. TRNSYS programında ise çatı için U değeri 0,056 W/m^{2}K bulunmuştur.



Şekil 4.39. TRNSYS programında çatının tanımlanması ve U değerinin gösterimi

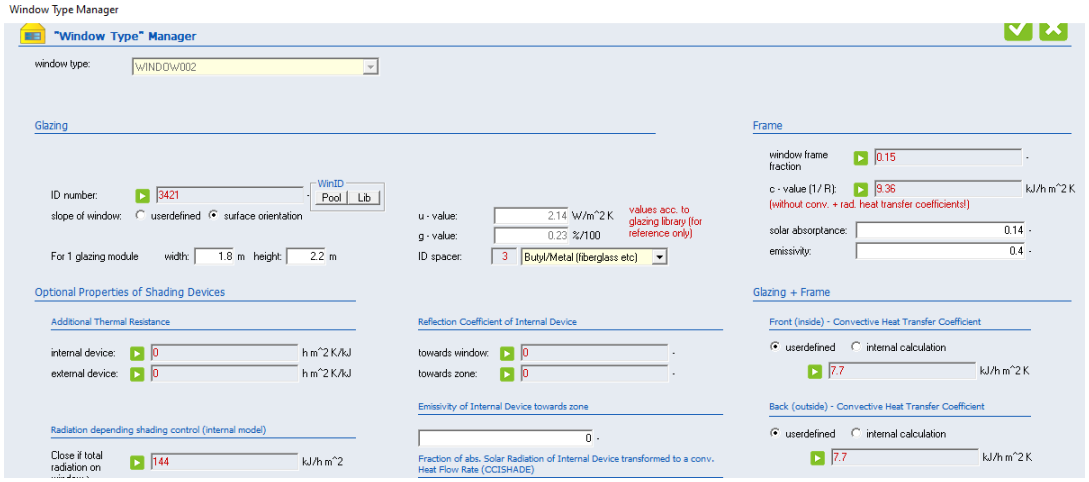
Şekil 4.40.'da TRNSYS programında tanımlanan taban ısıtılmayan ortam gösterilmiştir. İzoder programında taban için tanımlanan U değeri 1,263 W/m^{2}K olarak hesaplanmıştır. TRNSYS programında ise taban için U değeri 1.037 W/m^{2}K olarak hesaplanmıştır. Duvar ve çatıya göre taban için U değerleri arasındaki fark biraz daha fazla çıkmıştır. Bu farkın temel sebebi İzoder programında tabanı tanımlarken kullanılan yapı malzemelerindeki U değeri ile TRNSYS kütüphanesindeki U değerinin farklı olmasıdır. Yoksa tanımlanan yapı bileşenleri ve kalınlıkları aynıdır. Her ikisinde de kalınlık 0.29 metredir. Bu tür farklılıklarda sonucu etkilemektedir. Construction Types kısmında duvar, çatı ve taban tanımlandıktan sonra pencerelerin tanımlanması gerekmektedir. Mimari projede 3 adet pencere boyutları kullanılmıştır. Mimari projede kullanılan pencere ölçüleri TRNSYS programına da aynı ölçülerde tanımlanmıştır. Ayrıca İzoder programında pencereler için tanımlanan U değeri ve gölgeleme faktörü değeri de TRNSYS

programında pencereleri tanımlanırken istenmiş ve aynı değerler programda tanımlanmıştır.



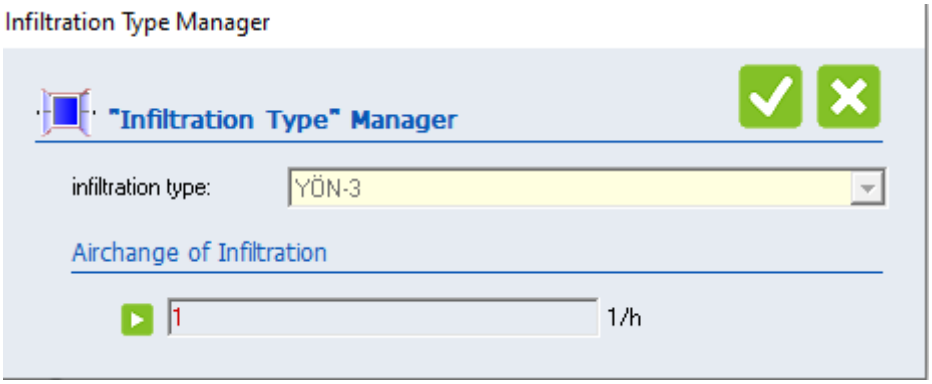
Şekil 4.40. TRNSYS programında taban kısmının tanımlanması ve U değerinin gösterimi

Pencerelerin programda tanımlanan örnek görseli Şekil 4.41.'de verilmiştir. Şekil 4.41.'de pencere boyutları, U değerleri ve gölgeleme faktörü değerleri görülmektedir.



Şekil 4.41. TRNSYS programında 1,8 m x 2,2 m boyutlarındaki pencerenin gösterimi

Construction Types kısmı tanımlandıktan sonra 2.adım olan Regime Types kısmına geçiyoruz. Regime Types kısmında başlangıçta Infiltration Types tabını tanımlıyoruz. Infiltration Types tabını Carrier HAP programında tanımlarken her mahal için ayrı tanımlayıp o şekilde girmiştik. Carrier HAP programında saat başına düşen hava değişimi sızıntı miktarını tek duvarda dış havaya açık duvarımız var ve bunun akabinde de bu duvarda pencere veya kapı var ise 0,5, iki duvarda dış havaya açık ise 0.75 ve üç duvar için ise 1 değerlerini almıştık. TRNSYS kullanılan sürümünde tek bir infiltrasyon değeri tanımlamamıza izin vermektedir. Bundan dolayı tüm bina için infiltrasyon değeri bir değer kabul edilerek işleme devam edilecektir. Bu değer saat başına düşen hava değişimi sızıntı miktarı için 1 kabul edilmiştir. 1 kabul edilmesinin sebebi mimari projede maksimum üç duvar dış havaya açık olacağından ve bu şartlarda da infiltrasyon değerinin 1 kabul edileceğinden seçim bu şekilde yapılmıştır. Şekil 4.42.'de İnfiltration Types kısmının programdaki görseli paylaşılmıştır.



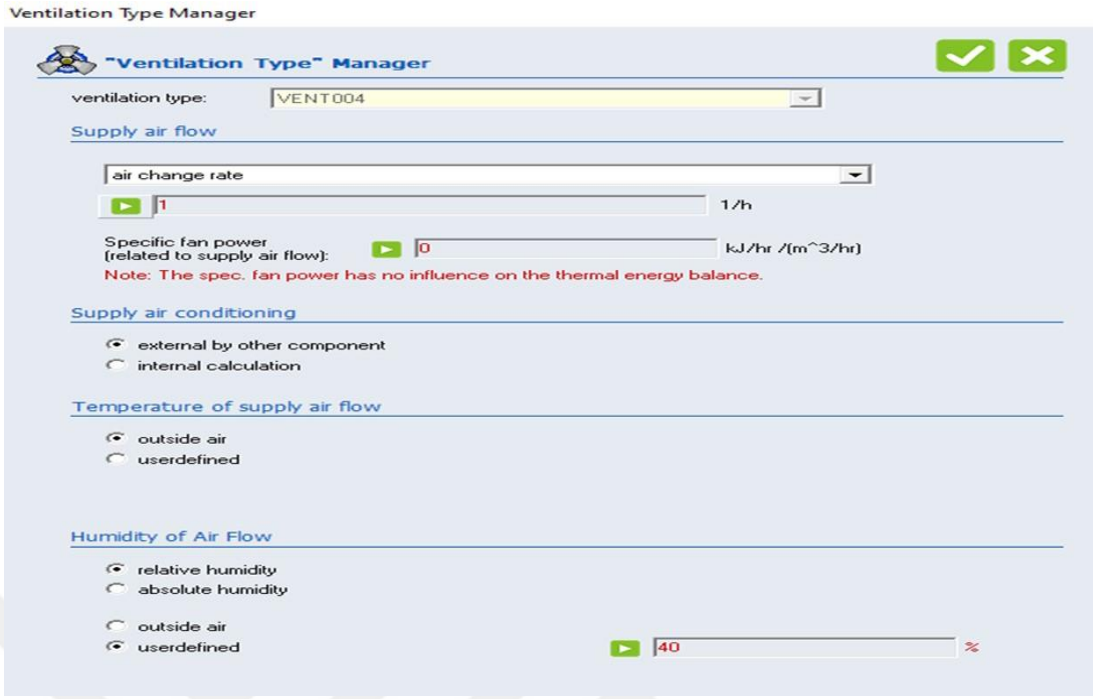
Şekil 4.42. TRNSYS programında Infiltration Type tabının gösterimi

Infiltration Types tabı tanımlandıktan sonra Ventilation Types tabı gelmektedir. Ventilation Types havalandırmayla ilgilidir. Hava değişim katsayıları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge 4.1.'e göre her mahal için ayrı ayrı programda tanımlama yapmamız gerekmektedir.

Çizelge 4.1. TRNSYS programında Ventilation Types tabını tanımlarken farklı mahallerde kullanılan saatlik hava değişim sayısı (URL, 15)

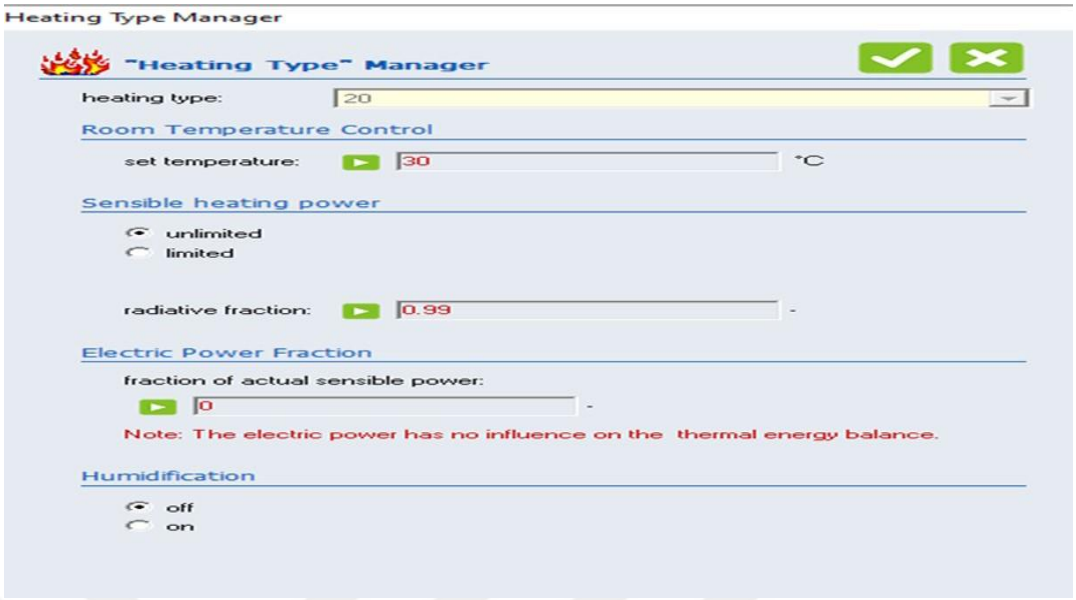
Mahal Cinsi	Saatte Hava Değişim Sayısı
İşleme Atölyeleri	6-10
Çamaşırhaneler	20-30
Bürolar	4-6
Kafeterya	10-12
Kantinler	4-6
Ev Mutfakları	10-15
Toplantı Salonları	4-6
Lavabolar	10-15
Konut Mahalleri	1-2
Lokantalar	6-10
Kazan Daireleri	20-30

Örnek tanımlama Şekil 4.43.'de verilmiştir. Çizelge 4.1.'de kullanılan mahaller konut mahalleri, ev mutfakları, toplantı salonları, lavabolar, kazan daireleri ve makine daireleridir. Bu mahallerden kaç adet varsa programa o sayıda Ventilation Types ataması yapılmıştır. Örnek olarak verilen Şekil 4.43.'de mahalde tanımlanan saatlik hava değişim sayısı gözlenebilir. Hava değişim katsayısı değeri mahallerin bulunduğu yere ve mahallerin kullanımına göre değişmesi gerekmektedir.



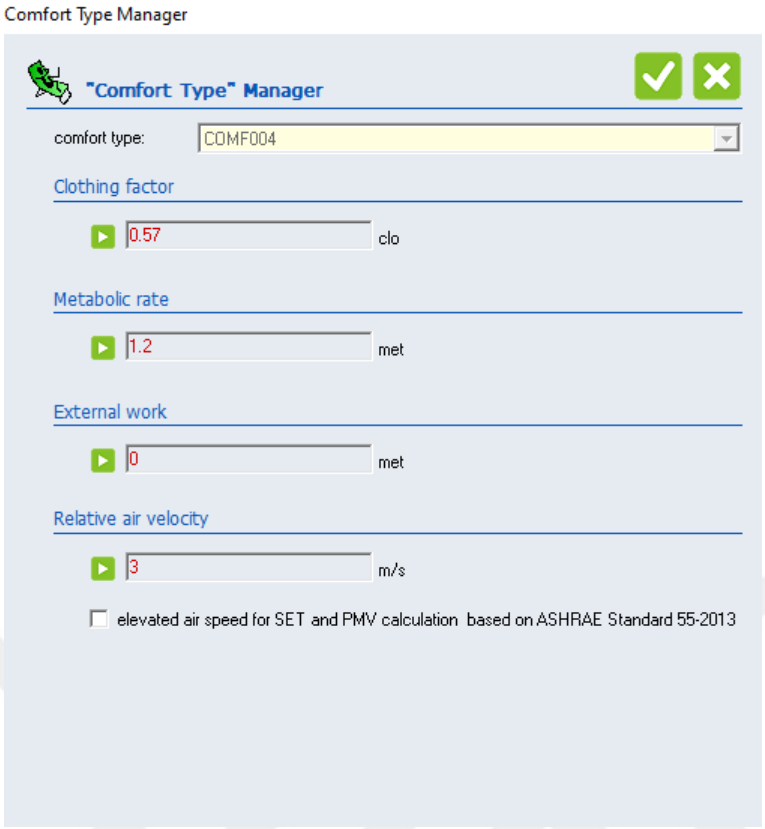
Şekil 4.43. TRNSYS programında konut mahalleri bilgilerinin gösterimi

Ventilation Types tabı tanımlandıktan sonra Heating Types tabına geçiyoruz. Heating Types tabında kışın mahallerimizin kaç derece sıcaklıkta olmasını istiyorsak ona göre bir sıcaklık değeri atıyoruz. Carrier HAP programında bu değer 30°C olarak tanımlandığından dolayı TRNSYS programında da 30°C değeri alınmıştır. Şekil 4.44.'de Heating Types tabı için görsel paylaşılmıştır. Heating Types tabı tanımlandıktan sonra programda Comfort Types tabı gelmektedir. Comfort Types tabı 4 kısma ayrılmıştır. Clothing Factor (Clo), Metabolic Rate (MET), External Work (Met) ve Relative Air Velocity (m/s) olarak ayrılmıştır. Bunlardan ilki olan Clothing Factor insanın giymiş olduğu elbiseye göre oluşan faktördür. Metabolik Rate ise insanların hareket durumlarına göre oluşan faktördür. External Work dış şartlar ise dış şartlara göre oluşan durumdur. Şekillerde bu faktörlerin TRNSYS programında nasıl tanımlandığı gösterilmiştir.



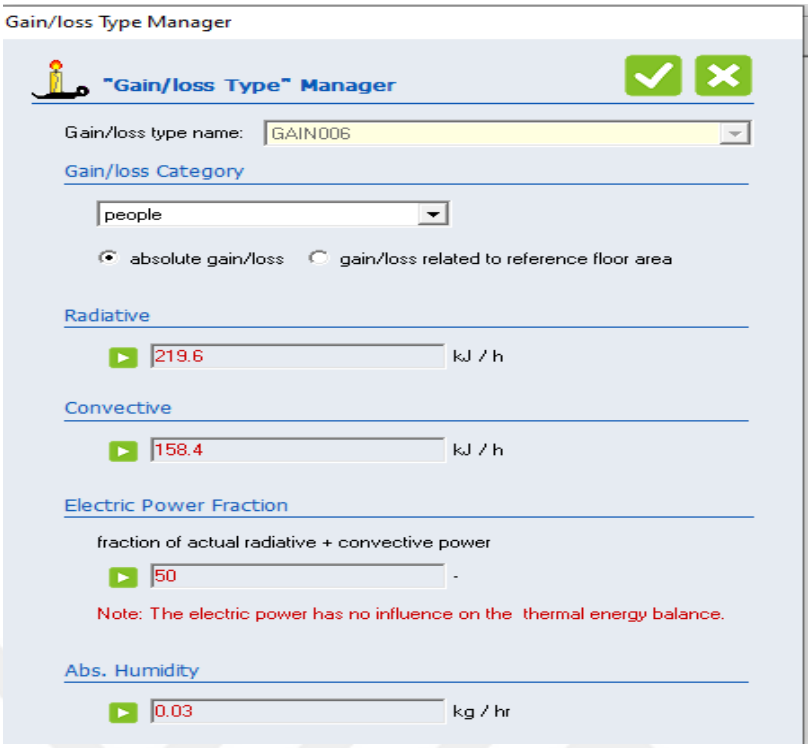
Şekil 4.44. TRNSYS programında Heating Types tabında mahallerin oda sıcaklık değerinin 30°C olarak alındığının gösterimi

Şekil 4.45.'de gösterilen şekil TRNSYS programında her mahaldeki insanların giydiği kıyafet, hareket durumları ve dış etkenlere göre şekillenmiştir. Bunların sayıları mahaldeki insan sayısı oranınca tanımlanmıştır. Toplam 164 adet Comfort Types faktörü TRNSYS programına tanımlanmıştır. Comfort Types tabı ile ilgili bilgiler girildikten sonra Gain/Loss Types kısmının doldurulması gerekmektedir. Bu kısım 3 başlıkta toplanmıştır. People, Lights ve Electrical Equipment. People insanlardan kaynaklanan, Lights ışıklardan kaynaklanan ve Electrical Equipment ise elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazanç ve kayıp değerlerini göstermektedir. Lambalar için radyasyon yükü %95, taşınım ise %5 alınmıştır. Elektrikli cihazlar için radyasyon sıfır, taşınım tam yük alınmıştır. İnsanlardan yayılan radyasyon ve taşınım yükleri ise şekilde verilmiştir.



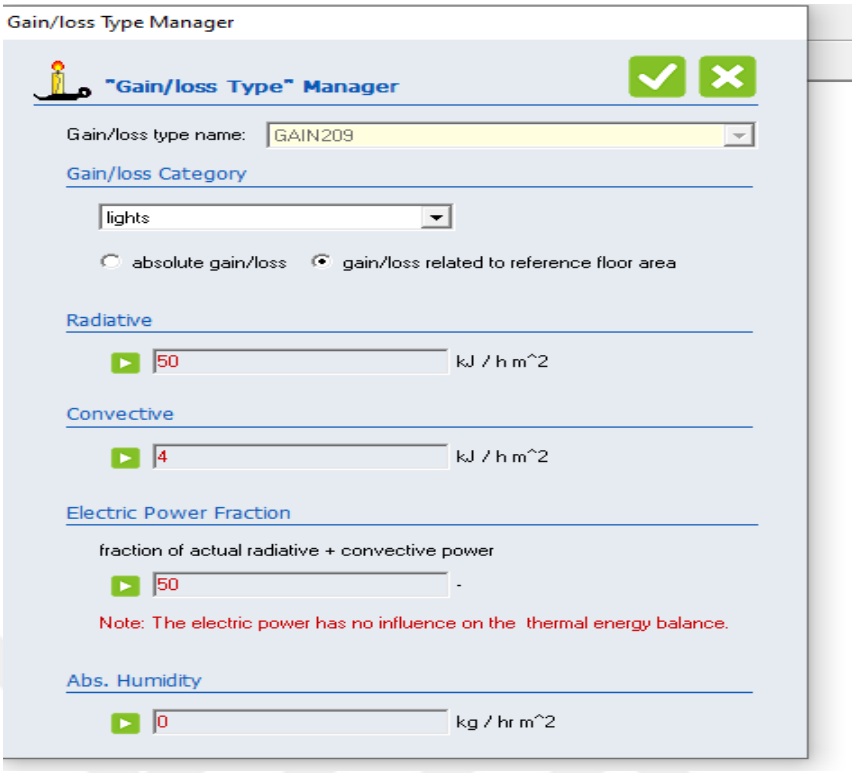
Şekil 4.45. TRNSYS programında Comfort Types tabının mahala göre tanımlanmasının örnek gösterimi

Şekil 4.46.'da TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki People başlığında seçilen bir mahalde bulunan insanların yaydığı yük bilgilerine yer verilmiştir. İnsanlardan yayılan radyasyon ve taşınım yükleri değerleri Şekil 4.46.'da görülmektedir. Bu yükler her mahal için aynı değerde değildirler. Bu farklılığın sebebi mahallerin ortam sıcaklığının farklı olması, mahallerde bulunan insan sayısının aynı olmaması ve bu insanların yaptıkları işlere göre (hafif iş, orta iş ve ağır iş) yaydıkları ısıların değişmesidir.



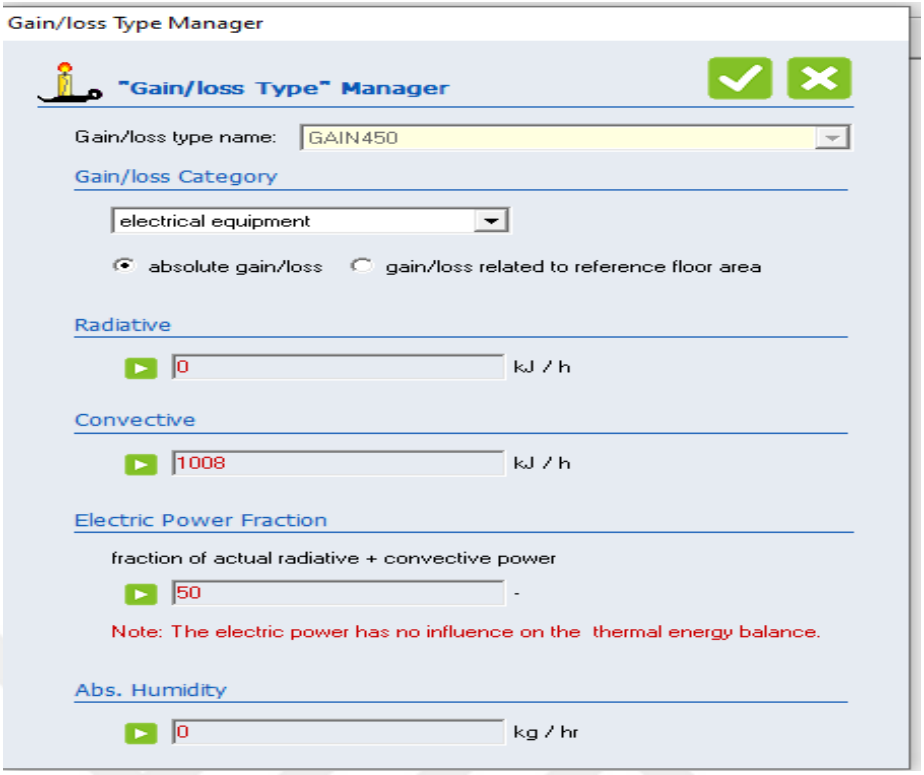
Şekil 4.46. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki People başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi

Şekil 4.47.'de TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Lights başlığında seçilen bir mahalde bulunan aydınlatma armatürlerinin yaymış olduğu ısıya yer verilmiştir. Lambalar için radyasyon yükü %95, taşınım ise %5 alınacağından programda istenen radyasyon yükü ve taşınım yükü değerleri de her mahal için bu yüzdelik oranda girilmiştir. Mahalde bulunan lambaların güçleri genelde aynı olduğundan Lights başlığında girilen değerler de benzerlik göstermektedir.



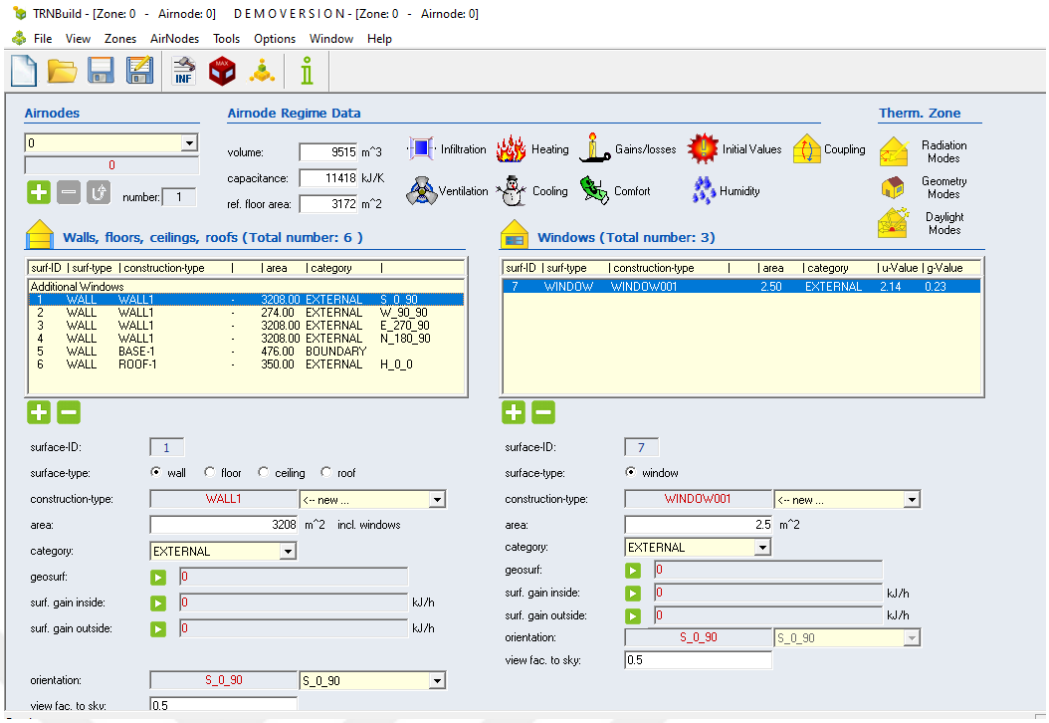
Şekil 4.47. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Lights başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi

Şekil 4.48.'de TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Electrical Equipment başlığında seçilen bir mahalde bulunan elektrikli ekipmanların yaydığı ısı gösterilmiştir. Elektrikli ekipmanların yaymış olduğu radyasyon yük değerinin sıfır kabul edilip tüm yükün taşınımdan kaynaklandığı kabul edildiğinden programda da Gain/Loss tabında bu şekilde bilgiler girilmiştir. Mahallerde bulunan elektrikli cihazlar farklı olduğundan bu cihazların güçleri dolayısıyla yaymış olduğu yükler de farklılık göstermektedir. Gain/Loss tabında elektrikli cihazlardan yayılan ısı yükleri girilirken bazı mahallerde yayılan ısı yükü çok yüksek değer çıkar iken bazılarında çok düşük çıkmaktadır. Elektrikli cihazlardan yayılan ısı yükleri düşük de çıksa TRNSYS programına işlenmelidir. Çünkü bu ısı yük değerleri enerji tüketimini etkilemektedir.



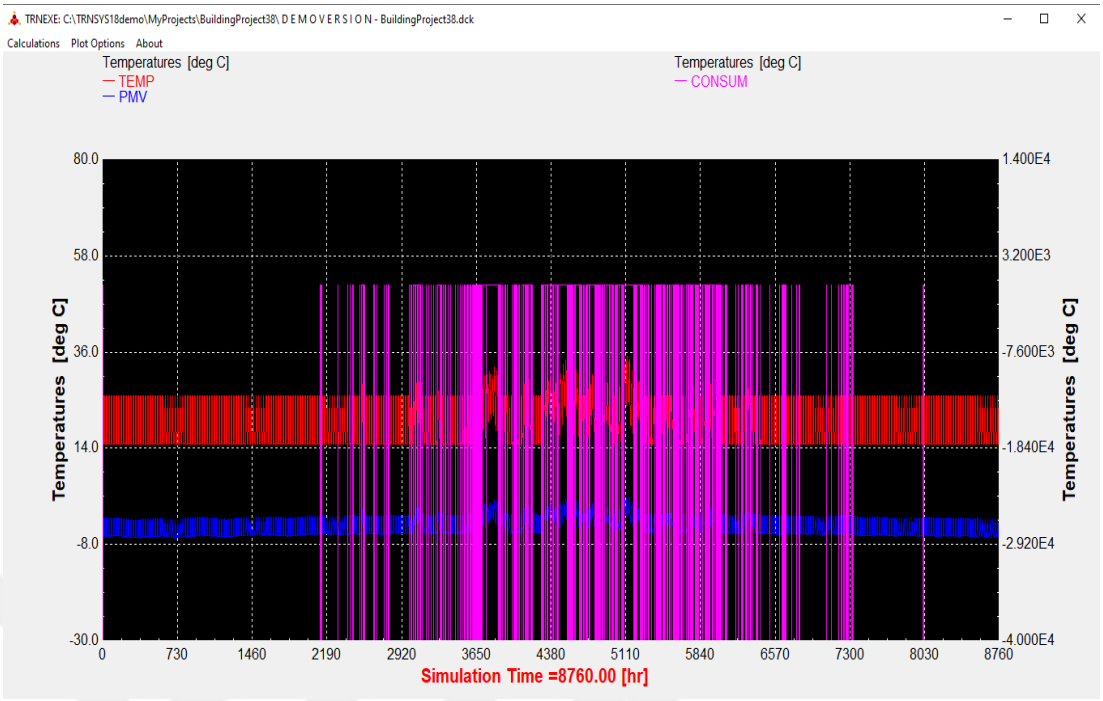
Şekil 4.48. TRNSYS programında Gain/Loss tabındaki Electrical Equipment başlığıyla ilgili mahal bilgilerinin gösterimi

TRNSYS programında Gain/Loss tabından sonra Zones tabına geçiyoruz. Zones tabında tanımlamış olduğumuz tüm bilgileri girmemiz gerekmektedir. TRNSYS programının açıklama kısmında da söylendiği gibi Carrier HAP programından farklı olarak tek bir mahal tanımlanmıştır. Tüm duvarlar ve pencereler yönlerine göre toplam şeklinde girilmiştir. Şekil 4.49.'da gösterildiği gibi duvarların ve pencerelerin kapladığı alan, tüm katların alanları ve hacim değerleri girilmiştir. Şekil 4.49.'da gösterilen Zones tabının istemiş olduğu bilgileri öncesinde programa girip tanıtmış olduğumuzdan program bilgileri otomatik olarak karşımıza çıkarmaktadır. Zone tabında istenen infiltrasyon yani hava sızıntısı değeri, mahal sıcaklık değerleri, elektrikli ekipmanlardan kaynaklanan ısı yük değerleri, aydınlatma armatürlerinden yayılan ısı yükleri ve insanların yapmış olduğu aktivitelerden kaynaklı yayılan ısı değerleri öncesinde program tarafından tanımlandığından bu değerleri rahatlıkla seçebilir ve Zones tabını tamamlayabiliriz.



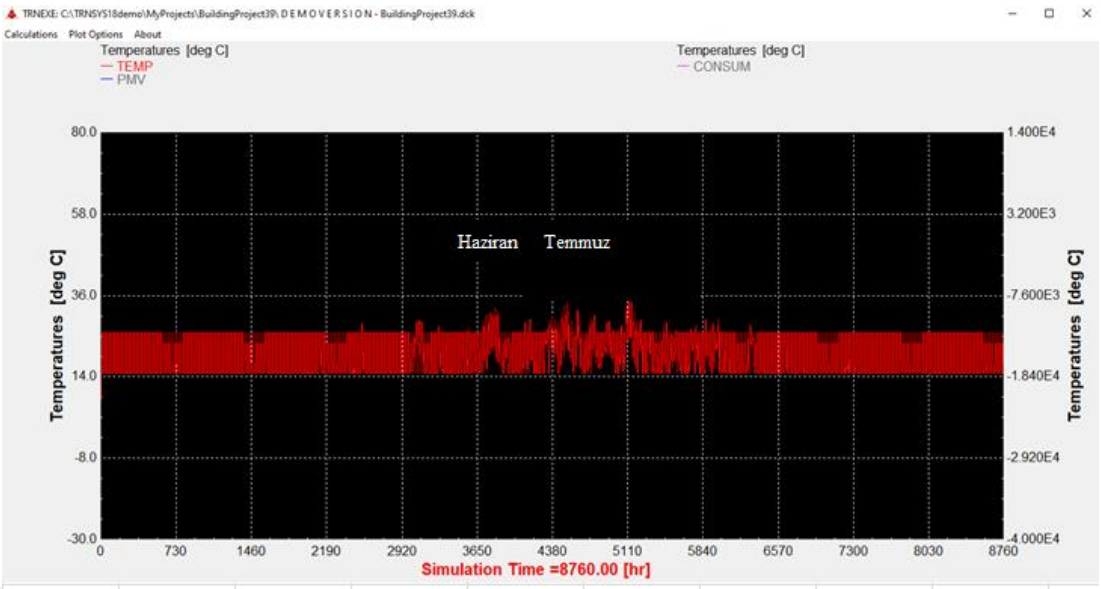
Şekil 4.49. TRNSYS programında Zones tabının örnek gösterimi

Şekil 4.50.'de, Şekil 4.51.'de ve Şekil 4.52.'de TRNSYS programına bina ilgili bilgiler girildikten sonra programın simülasyon motorunun hesapladığı sonuca göre oluşturduğu diyagramlardır. Şekil 4.50.'de zaman, sıcaklık ve tüketim değerleri birlikte verilmiştir. Bu şekilden yola çıkarak istenilen hangi saat diliminde ne kadar sıcaklığın olduğunu ve hangi saat dilimlerinde tüketimin yüksek olduğunu anlayabiliriz. Şekilde tüketimin yoğun olduğu saat dilimleri 2190.saatten başlayarak 6570. saate kadar yoğunluk devam etmektedir. 6570. saatten sonra tüketim olsa da yoğunluklar şekilden de anlaşılacağı gibi azalmıştır.



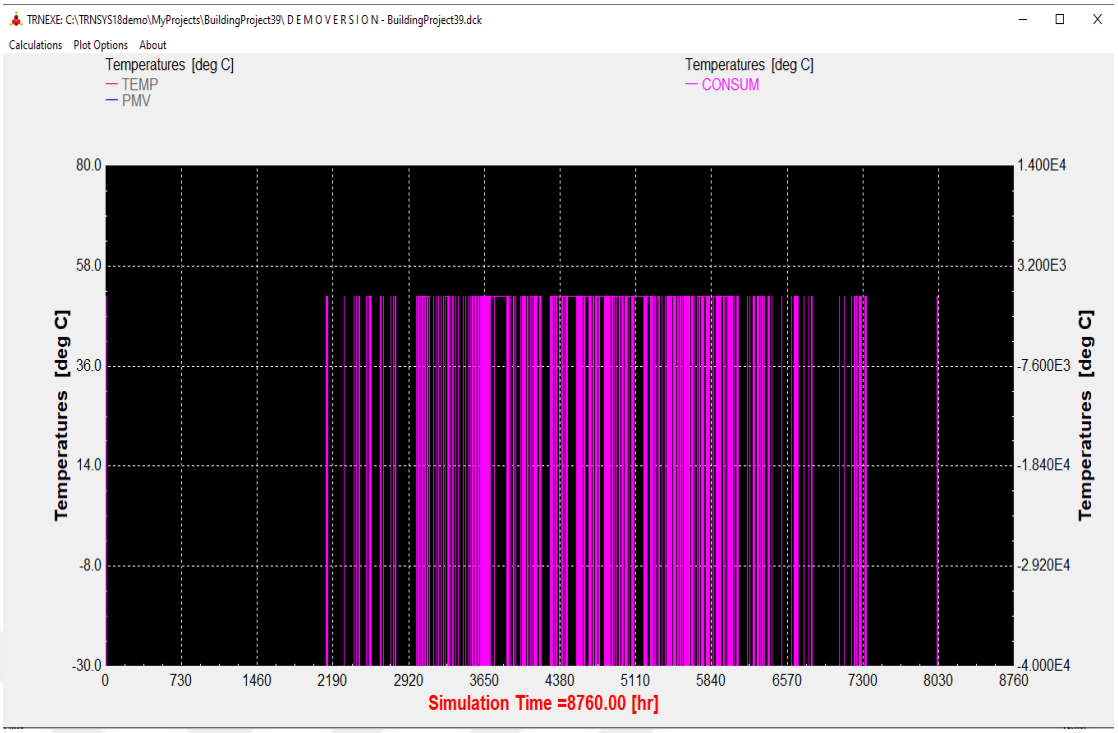
Şekil 4.50. TRNSYS programının simülasyon çıktı gösterimi

Şekil 4.51.'de simülasyon motorunun oluşturduğu sıcaklık dalgalanmaları verilmiştir. Şekil 4.51.'de 3650. saat ile 5110. saat dilimleri arasında sıcaklık dalgalanmaları artmış ondan sonra tekrar sabit aralıkta devam etmiştir. Bu saat dilimleri arasında sıcaklık dalgalanmalarının yüksek olmasının sebebi ise mayıs ve ağustos ayları içerisinde bulunması yani yaz aylarına denk gelmesidir.



Şekil 4.51. TRNSYS programında sıcaklık değerindeki dalgalanmaların gösterimi

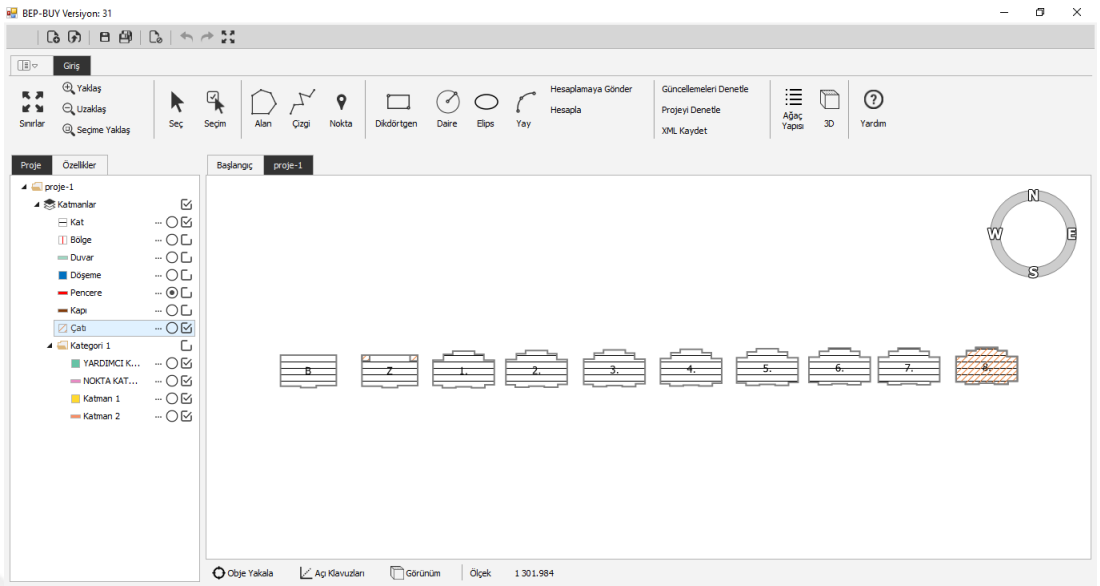
Şekil 4.52.'de ise binanın tükettiği enerjiye göre değişimlere yer verilmiştir. Şekilde sadece tüketim ile ilgili diyagrama yer verilmesi hangi saatlik dilimde değişim olduğunu ve hangi saat diliminde tüketim değerlerinin yüksek olduğunu göstermesi açısından önemlidir.



Şekil 4.52. TRNSYS programında tüketim değerindeki dalgalanmaların gösterimi

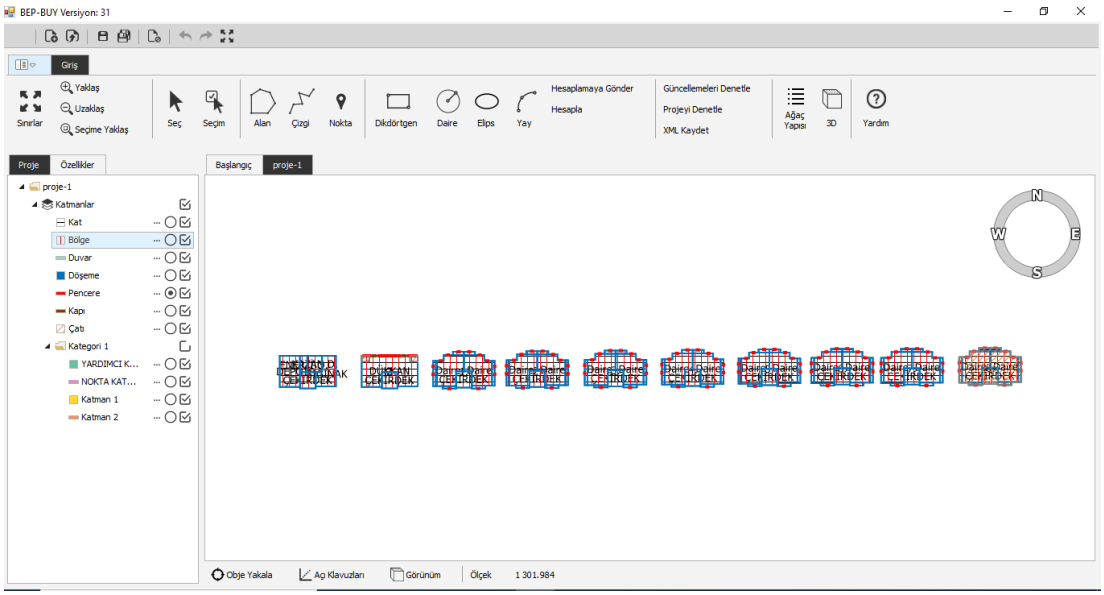
4.3.BepTR Programında Enerji Analizi

BepTR programında enerji analizi yapılırken Carrier HAP ve TRNSYS de olduğu gibi binanın duvar tipleri, pencere ve kapı yapısı mimari projeye uygun olacak şekilde programa girilmiştir. Şekil 4.53.'de BepTR programının giriş kısmı ve kat oluştururken oluşan yapıya yer verilmiştir. Şekil 4.53.'de görüldüğü gibi bodrum kat, zemin kat ve 1.-8.kata kadar olan kısımların katları oluşturulmuştur.



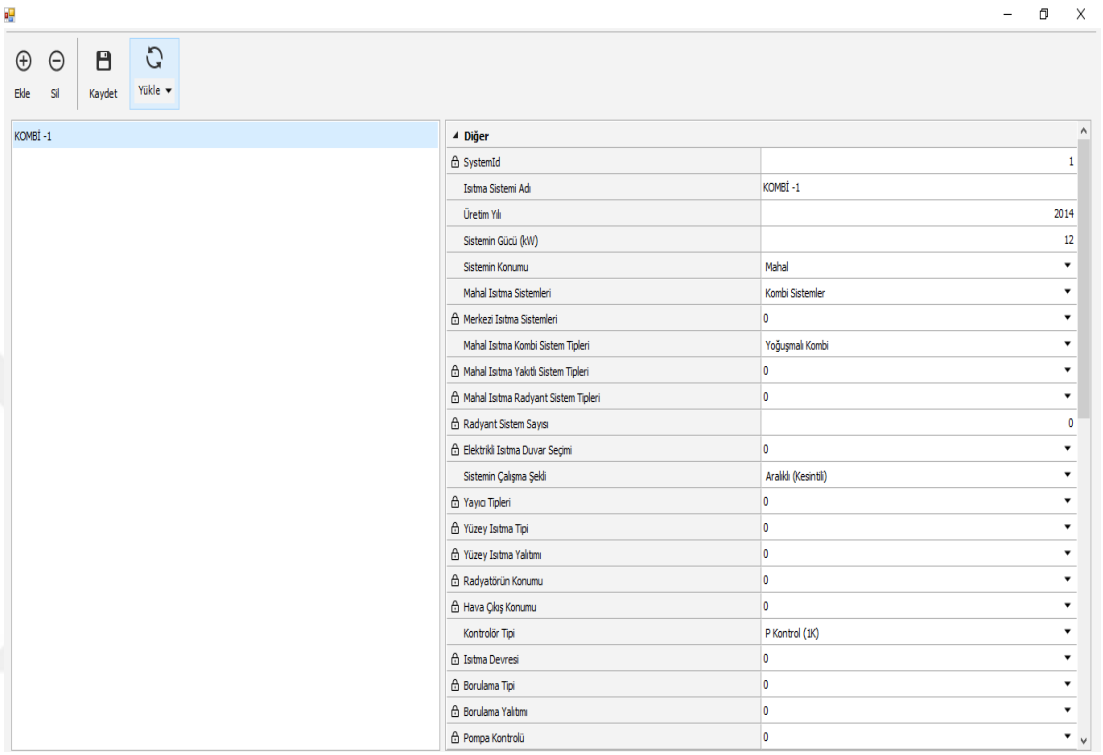
Şekil 4.53. BepTR programında seçilen mimari yapı için kat oluşturma

Şekil 4.54.'de BepTR programında kat oluşturmaya ilaveten bölge seçimi, duvar ile döşeme ataması ve pencere ve kapı çizimi gösterilmiştir. Bu değerlerin seçimi, ataması ve çizimleri binaya uygun olarak yapılmıştır.



Şekil 4.54. BepTR programında bölge seçimi, duvar ataması ve pencere çizimi

Şekil 4.55.'de bina için atadığımız ısıtma sistemi görülmektedir. Binada kullanılan ısıtma sistemi kombi olduğundan BepTR programında da sistem kombi olarak seçilmiştir. Sistemin gücü 12 kW ve çeşidi yoğuşmalı kombi seçilmiştir.



Şekil 4.55. BepTR programında ısıtma sistemi seçimi

Şekil 4.56.'da BepTR programında hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının gösterimine yer verilmiştir. Şekil 4.56.'da müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından yüksek çıktığı görülmektedir. Bu binanın tüketim değeri açısından iyiye işarettir. Çünkü hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi miktarı maksimum yıllık ısıtma enerjisini geçmemiştir. Ama her ne kadar hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı maksimum değeri geçmese de maksimum değere baya yaklaşmıştır. Hesaplanan yıllık tüketim değeri ne kadar az olursa bina sınıflandırılmasında (A sınıfı, B sınıfı, C sınıfı vb.) daha iyi sınıflara yerleşebilir.

ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ

Ada/Parsel :
Binanın Tanımı :
Cadde ve Bina Numarası :
Semt/İlçe/İl :
Kullanılacak Yakıt Türü :Doğalgaz

	Müsaade Edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
A_{top} = 3347,2 m²	Q' = 16,68 kWh/m³	Qyıl = 15,83 kWh/m³
V_{brut} = 8448 m³		
A/V = 0,4 m⁻¹	Q' = ---- kWh/m²	Qyıl = ---- kWh/m²
A_n = 2703,4 m²		

Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg. m³]
860 x Qyıl / (Yakıtın Kalorifik Değeri x Sistem Verimi) [Kcal / kg.m³] = 1,85 [kg.m³] yakıt

Önemli Not : Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS 825'teki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

Şekil 4.56. BepTR programında hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının gösterimi

Şekil 4.57.'de BepTR programında seçilen bina ile ilgili bilgiler girildikten sonra programın yapmış olduğu hesap sonucunda toplam ısı kaybı değerini göstermiştir. Ayrıca iletim yoluyla ne kadar kayıp olduğunu ve havalandırma yoluyla ne kadar kayıp olduğunu ayrıntılı olarak göstermiştir.

İletim Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, $H_İ$ = 2251,94 W/K
Havalandırma Yolu ile Gerçekleşen Isı Kaybı, H_V = 1784,22 W/K

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

Proje Adı :
Binanın Toplam Isı Kaybı, $H = H_İ + H_V$ = 4036,16 W/K

Şekil 4.57. BepTR programında toplam ısı kaybı hesabının sayısal gösterimi

Şekil 4.58.'de BepTR programında seçilen binanın simülasyonu yapıldıktan sonra binayı hesaplamış olduğu ısı kaybına göre bir sınıfa yerleştirildiği görülmüştür. Seçilen bina yapılan hesaplamaya göre C tipi bina sınıfına girmektedir. Yani tüketim değeri kabul edilebilir seviyededir.

Binanın Enerji Verimliliği Endeksi		
C Tipi Bina X Normal Enerji Verimli Bina	B Tipi Bina İyi Enerji Verimli Bina	A Tipi Bina Süper Enerji Verimli Bina
Not : Qyıl/Q' < 0,99 veya ≥ 0,90 ise C tipi bina Qyıl/Q' < 0,90 veya ≥ 0,80 ise B tipi bina Qyıl/Q' < 0,80 ise A tipi bina		
Düzenleyenler		Onay
Adı, Soyadı Ünvanı : İmza:	Adı, Soyadı: Ünvanı: İmza:	

Şekil 4.58. BepTR programında binanın hangi tip bina sınıfına girdiğinin gösterimi

Şekil 4.59.'da BepTR programına çıkan sonuç formuna yer verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi ısıtma, sıhhi sıcak su, soğutma, havalandırma ve aydınlatmadan kaynaklı ne kadar enerji tüketimi olduğu ve enerji tüketimlerinin hangi sınıflara girdiği gösterilmiştir. En yüksek enerji tüketimi ısıtma ihtiyacından kaynaklı olduğu görülmektedir.

EKB Sonuç Formu

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji				
	Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	244410,28	288438,23	104,44	26,40	0,00	0,00		C 82	C 81
Isıtma	155831,96	157900,75	57,17	13,47	0,00	0,00		C 86	
Sıhhi Sıcak Su	49949,73	50499,04	18,28	4,30	0,00	0,00		C 98	
Soğutma	32554,47	67452,87	24,42	7,27	0,00	0,00		B 66	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	6074,12	12585,57	4,56	1,36				C 80	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

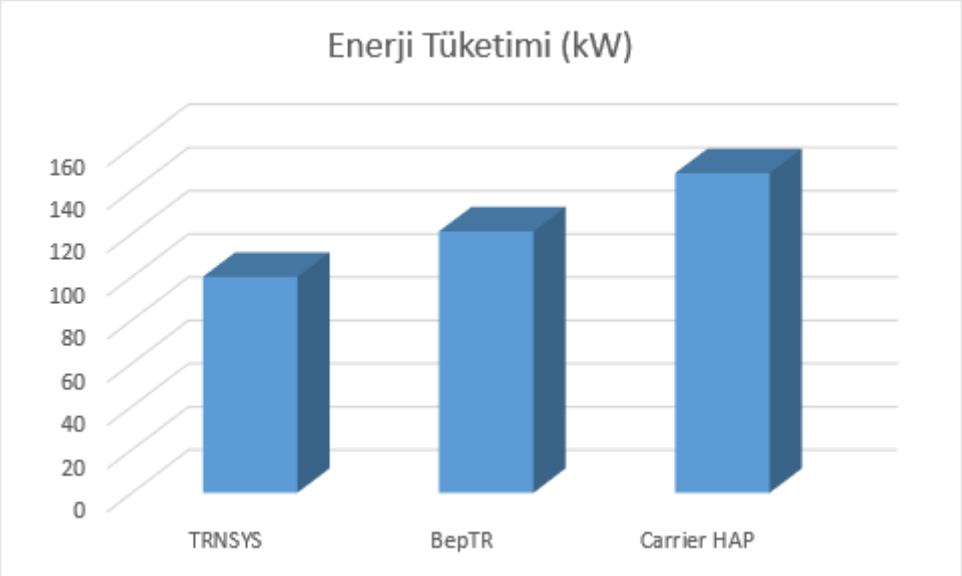
Toplam Kullanım Alanı: 2761,82 Binanın Toplam Alanı: 3506,18 Ön Hesap Sonuç Raporu

Şekil 4.59. BepTR programında sonuç formu

4.4. Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR Simülasyon Programlarından Çıkan Sonuçların Karşılaştırılması

Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR programlarının girilen bilgilere göre alınan raporlar veya çıktılar karşılaştırılmıştır. Sonuç raporlarında karşılaştırılan değer seçilen binanın programlar tarafından hesaplanan bir yılda tükettiği enerji miktarıdır. TRNSYS ve BepTR sadece toplam ısı kaybı hesaplarını gösterse de Carrier HAP her mahalle düşen ısı kaybı değerlerini de göstermiştir. Carrier HAP programına ait sonuç çıktılarının bazıları ekte yer verilmiştir.

Şekil 4.60.'da seçilen bina için enerji analizini yapan programların vermiş olduğu enerji tüketim sonuçlarının karşılaştırılması verilmiştir. Şekil 4.60.'da görüldüğü gibi en yüksek tüketim değerini yıllık enerji tüketimini 148 kW olarak hesaplayan Carrier HAP vermiştir. Carrier HAP programından sonra ikinci sırada en yüksek tüketim değerini veren program yıllık enerji tüketimini 121 kW olarak hesaplayan BepTR ve en düşük tüketim değerini veren program ise enerji tüketimini 100 kW olarak hesaplayan TRNSYS programı olmuştur.

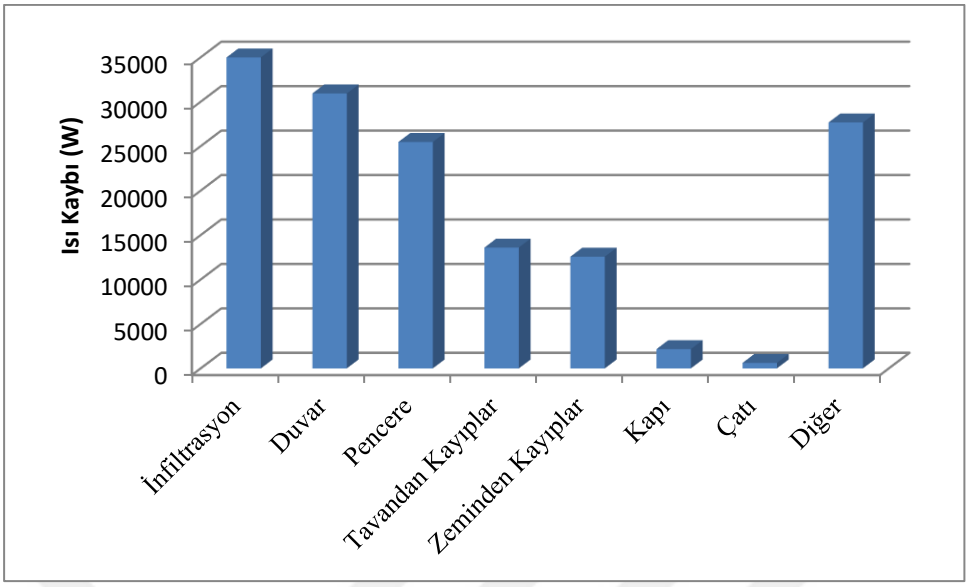


Şekil 4.60. Seçilen bina için enerji analizini yapan programların vermiş olduğu enerji tüketim sonuçlarının karşılaştırılması

TRNSYS programında enerji tüketiminin düşük çıkmasında insanlardan ve cihazlardan yayılan ısı kazançlarının programda ayrıntılı olarak istenmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. İnsanlardan yayılan ısı kazançlarında Clothing Factor (giysi faktörü), Metabolic Rate (metabolik faktör), External Work (dış çalışma şartları) ve Relative Air Velocity (nispi hava hızı) faktörlerinin programda detaylı olarak istenmektedir. Elektrikli ekipmanlardan yayılan ısılarda da program radyasyondan yayılan ve taşınım yoluyla yayılan ısılar diye 2 grupta toplayarak ısı kazançları hakkında ayrıntılı bilgi istemiştir. Hem Carrier HAP programında hem de BepTR programında pencere ve kapı ataması yaparken, TRNSYS programında kapı seçeneği bulunmamaktadır. Bu da programın enerji tüketimi hesabı yaparken kapı faktöründen oluşan enerji kayıplarını hesaba katmamasına sebep olmuştur. Bunlara ilaveten programın kullanılan sürümü tek zonda tanımlandığından ve infiltrasyon, mahal hava sıcaklık bilgileri için tek bir değer girildiğinden bu etmenlerde programın daha düşük enerji tüketimi vermesinde rol oynamıştır.

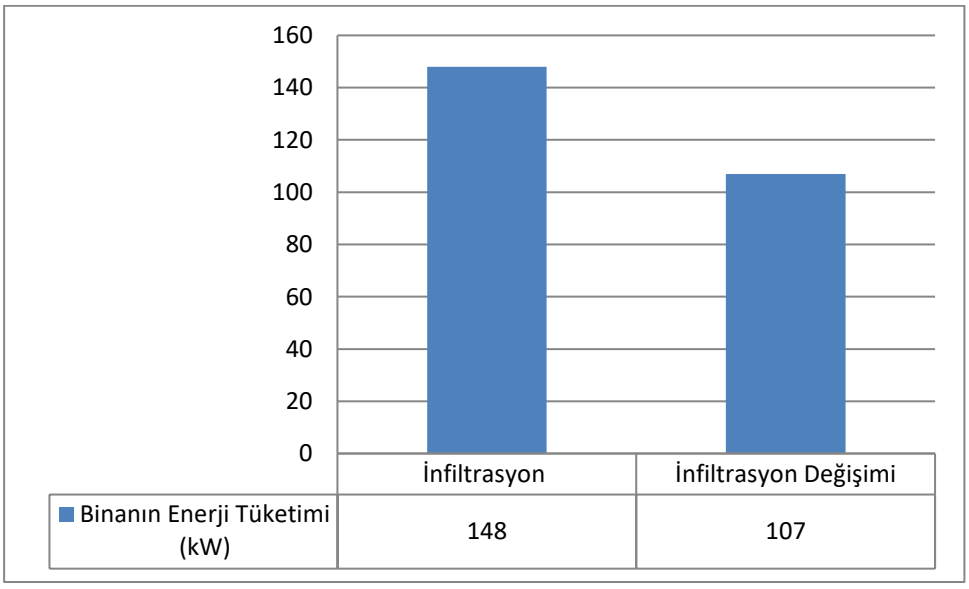
BepTR programında insan faktörü ve elektrikli cihaz faktörleri programın ilgili seçeneklerinde olmadığından, iç kazançlardan olan insanlardan yayılan ısı ve mahallerde kullanılan elektrikli ekipmanlardan yayılan ısılar enerji tüketimi hesaplamasında dikkate alınmamıştır. Bu da BepTR programının hesaplamış olduğu enerji tüketim değerinin TRNSYS programının hesaplamış olduğu enerji tüketiminden daha yüksek çıkmasına sebep olmuştur.

Şekil 4.61.'de Carrier HAP programında enerji tüketimine etki eden faktörler gösterilmiştir. Enerji tüketimine etki eden faktörlerden ilk sırayı infiltrasyon (hava sızıntısı) miktarı, ikinci olarak ise duvarlardan oluşan ısı kayıpları oluşturmaktadır. Pencereden oluşan ısı kayıpları da şekilde görüldüğü gibi enerji tüketiminde önemli bir rol oynamaktadır. Enerji tüketimini azaltmak için bu faktörlerde değişiklik yapılması hususu önemlidir.



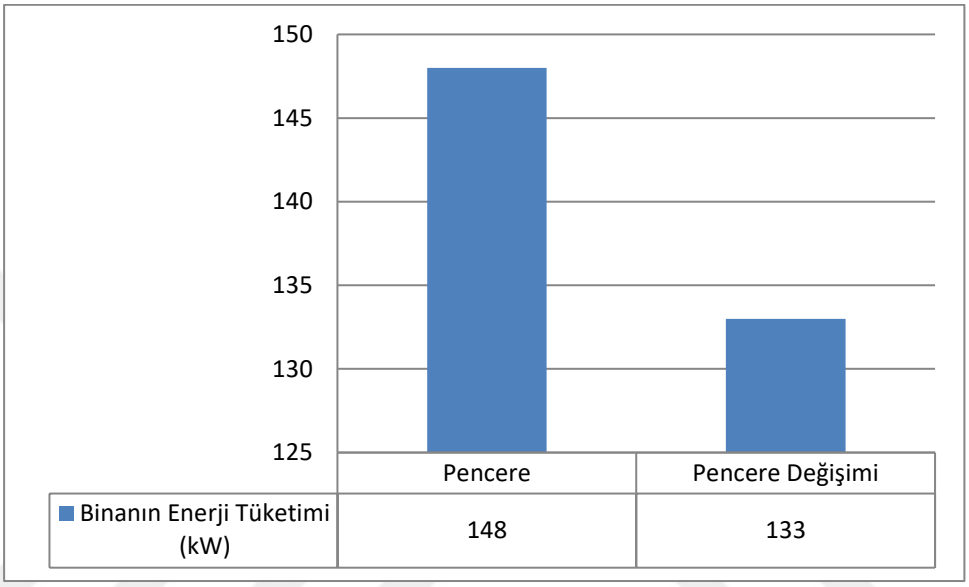
Şekil 4.61. Carrier HAP programında enerji tüketimini belirleyen ısı kayıp unsurları

Şekil 4.62.'de binadaki enerji tüketimine etki eden infiltrasyon miktarında değişim yapıldığında çıkan sonuç gösterilmiştir. Mahallerde infiltrasyondan oluşan ısı kaybı olmadığı düşünülüp programda infiltrasyon değeri sıfır alındığında enerji tüketimi 148 kW değerinden 107 kW değerine düşmektedir. Diğer bir deyişle infiltrasyon ya da hava sızıntısı miktarı düşürüldüğünde binadaki enerji tüketiminde toplam %27 oranında bir düşüş olmaktadır. Bu da infiltrasyon değerinin önemini göstermektedir.



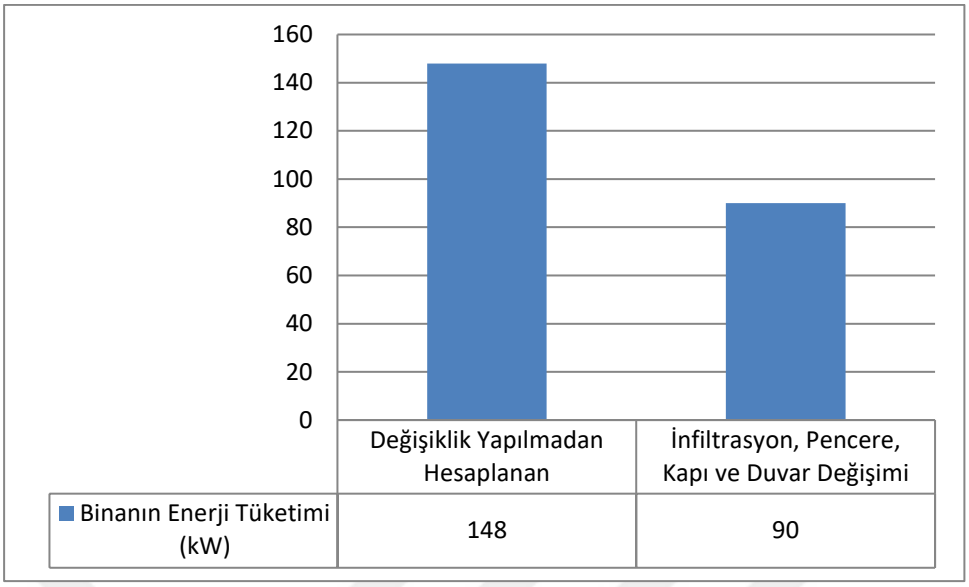
Şekil 4.62. Carrier HAP programında infiltrasyon değişiminin enerji tüketimine etkisi

Şekil 4.63.'de Carrier HAP programında penceredeki ısıl geçirgenlik değeri yani U katsayısı 2,1 W/m^2/K değerinden 1,1 W/m^2/K değerine düşürüldüğünde toplam tüketimde %10 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.



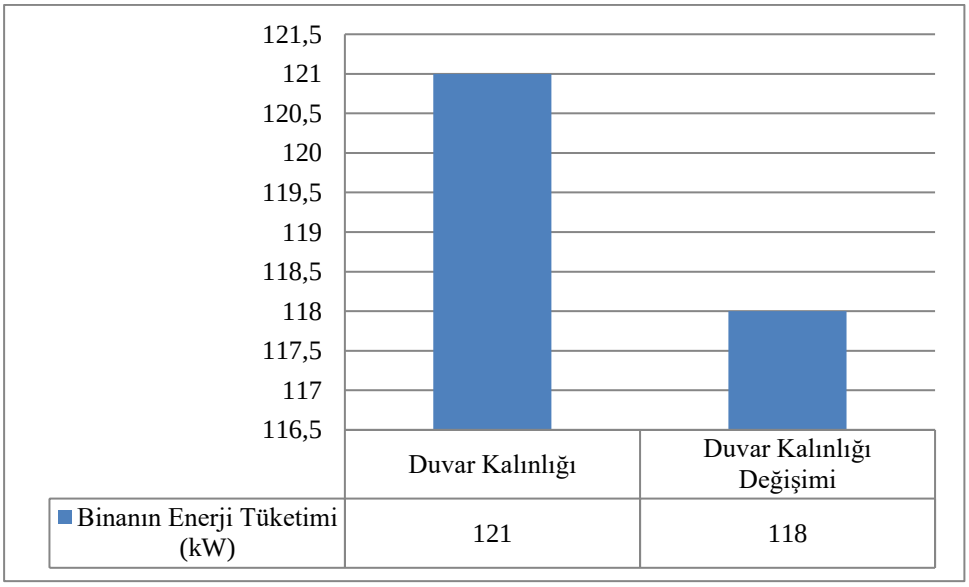
Şekil 4.63. Carrier HAP programında penceredeki değişiminin enerji tüketimine etkisi

Şekil 4.64.'de Carrier HAP programında infiltrasyon miktarı sıfıra düşürülüp, penceredeki ısıl geçirgenlik değeri 2,1 W/m^2/K değerinden 1,1 W/m^2/K değerine düşürüldüğünde, kapı için seçilen metal ısı yalıtımsız kapı yerine metal ısı yalıtımlı kapı seçilmesine bağlı olarak U faktörü 5,50 W/m^2/K değerinden 4 W/m^2/K değerine düşürüldüğünde ve duvarı oluşturan malzemelerden olan kireç harcı ve çimento harcı kalınlıklarının 5 mm kalınlıktan 30 mm kalınlığa çıkartıldığında toplam enerji tüketiminde %39 oranında azalma olduğu gösterilmiştir. Bu değişim binalarda gerekli tedbirler alındığında enerji tüketiminde neredeyse %40'lara varan azalma olduğunu göstermiş oldu.



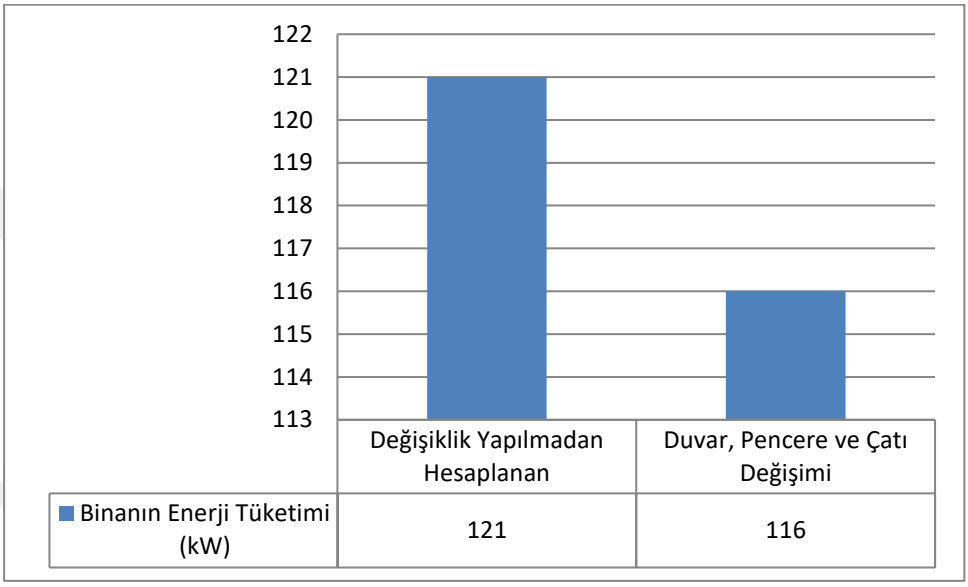
Şekil 4.64. Carrier Hap programında infiltrasyon, pencere, kapı ve duvar değişiminin enerji tüketimine etkisi

Şekil 4.65.'de BepTR programında duvar kalınlığı arttırıldığında binanın enerji tüketimine etkisi gösterilmiştir. Duvar kalınlığı 0,15 metreden 0,20 metreye çıkartıldığında binadaki enerji tüketimi 121 kW tüketim değerinden 118 kW tüketim değerine düşmektedir. Binanın enerji tüketimi %3 azalmaktadır.



Şekil 4.65. BepTR programında duvar kalınlığı değişiminin enerji tüketimine etkisi

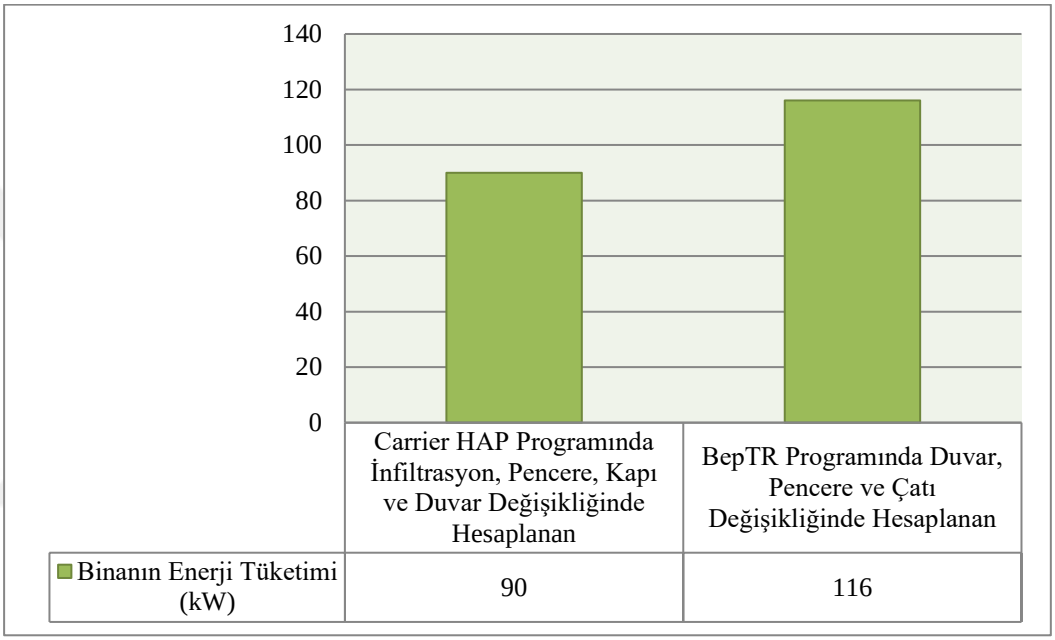
Şekil 4.66.'da BepTR programında duvar ve çatı kalınlığı ve penceredeki U değeri değiştirildiğinde binanın enerji tüketimine etkisi gösterilmiştir. BepTR programında binanın enerji tüketimi ilk etapta 121 kW olarak hesaplansa da duvardaki kalınlık 0,15 metreden 0,20 metreye çıkartıldığında, çatıdaki kalınlık 0,20 metreden 0,30 metreye çıkartıldığında ve pencere seçiminde yalıtım kalınlığı daha yüksek olan Low E kombinasyonlu malzeme seçildiğinde toplam tüketim 116 kW olmuştur. Diğer bir deyişle toplam enerji tüketiminde %4'lük bir azalma olmuştur.



Şekil 4.66. BepTR programında duvar, pencere ve çatı değişiminin enerji tüketimine etkisi

Carrier HAP infiltrasyon, pencere, kapı ve duvar malzemelerinde değişiklik yapıldığında toplam tüketimde azalma %40'ları bulsa da, BepTR programında duvar, pencere ve çatı malzemeleri değişiminde toplam tüketim %4'lerde kalmıştır. Bu durumun oluşmasında BepTR programı kütüphanesinde yer alan malzemelerde, U değerinde ve kalınlık değerlerinde birçok değişiklik yapılmasına rağmen enerji tüketiminde istenilen azalmaya ulaşamaması neden olmuştur. Ayrıca programın kütüphanesinde bulunan 2007 öncesi malzemelerin kullanımını kısıtlaması da başka bir etken olmuştur. Carrier HAP programında enerji tüketimindeki azalmada en büyük etkiyi gösteren faktör infiltrasyon faktöründe yapılan azalma olurken, BepTR programında ilk sırayı duvar kalınlığındaki değişim oluşturmuştur. Carier HAP ve BepTR programlarında yapılan değişikliklerin enerji tüketimine etkisini göstermek

amacıyla Şekil 4.67.'de her iki programda da oluşan değerler gösterilmiştir. Şekil 4.67.'de görüldüğü gibi gerekli önlemler alındığında her iki programda enerji tüketiminde azalma olmuştur. Her ne kadar ilk hesaplamalarda Carrier HAP programının enerji tüketimi için vermiş olduğu sonuç BepTR programından daha yüksek çıksa da gerekli önlemler alındığından Carrier HAP programının enerji tüketimi için hesaplamış olduğu sonuç BepTR programından daha düşük çıkmıştır.



Şekil 4.67. Carrier HAP ve BepTR programlarında yapılan değişikliklerin enerji tüketimine etkisinin karşılaştırılması

Bu çalışmada en yüksek enerji tüketim sonucunu Carrier HAP programı hesaplasa da hem içerisinde tüketim değerlerini kapsayan seçeneklere yer vermesi hem de zon atamada sınırlayıcı olmamasından dolayı en doğru sonucun Carrier HAP olduğu kabul edilmiştir. Kürekci ve Kaplan (2014), yapmış olduğu çalışmada İstanbul'da seçmiş olduğu mimari bir yapının enerji tüketimini hem Carrier HAP hem de Revit programlarıyla hesaplamış ve buldukları sonucu karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmanın sonucunda Carrier HAP programının Revit programına göre enerji tüketimini daha düşük çıkardığını tespit etmiştir. Carrier HAP programını Revit programına göre daha gelişmiş ve içerisinde barındırdığı seçeneklerin Revit programına göre daha fazla olduğu kanısına varmışlardır. Erkan (2017), İstanbul

Teknik Üniversitesi'nde bulunan spor salonunda güneş enerjisinden sıcak su elde edebilmek için oluşturmuş olduğu sistem modelini TRNSYS, SAM ve F-Chart programlarında enerji analizi yapmak için programlara girmişlerdir. Enerji analizi sonucunda 3 programında yakın değerler verdiği ve güneş enerjisinden daha fazla sıcak su elde edebilmek için daha fazla kolektör kullanmanın ekonomik açıdan uygun olmadığı sonucuna varmıştır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada seçilen bir binanın enerji tüketimi 3 farklı enerji analiz ve simülasyon programında (Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR) hesaplanması ve çıkan sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Seçilen binanın yıllık enerji tüketim değeri her bir programda farklı çıkmış olup en yüksek değer Carrier HAP programında ve en düşük değer TRNSYS programında hesaplanmıştır.

- Infiltrasyon ısı kaybının bina enerji yükü hesaplamasında önemli bir faktör olduğu tespit edilmiştir.

- Carrier HAP programında yapı elemanlarında ve infiltrasyonda ki farklı durumlar analiz edildiğinde ısıtma kaybını önemli bir şekilde değiştirdiği görülmüştür. BepTR programında yapı elamanlarındaki farklı durumlar için hesaplamada ısı yükü değişmesine rağmen Carrier HAP programında olduğu gibi çok fark çıkmamıştır.

- TRNSYS elektrikli cihazlardan yayılan ısıyı hesaplarken taşınım yoluyla ve ışınım yoluyla diye iki gruba ayırmış, Carrier HAP programı gibi tek çatı altında toplamamıştır. Bu da ısı yayan unsurlarda TRNSYS programının ayrıntıya girdiğini gösteriyor ve iki gruba ayırarak cihazlardan hangi yollarla ısı yayılım oranının daha fazla olduğunu göstermiştir.

- TRNSYS programında Comfort Type tabında insanların giydiği kıyafete, hareket durumuna, dış çalışma şartlarına ve hava hızına yer vererek insanlardan yayılan ısıyı Carrier HAP programında olduğu gibi sadece hareket durumuna göre değil toplamda 4 gruba ayırarak yer vermiştir. Bu da

insanlardan yayılan ısının sadece hareket durumuna göre değil daha başka sebeplerden dolayı da insanların ısı yaydığını göstermiş oluyor. 1.seçenekteki gibi bu seçenekte TRNSYS programını Carrier HAP programına göre daha ayrıcalıklı kılıyor.

- TRNSYS kullanılan sürümü en fazla 2 zon oluşturmasına izin verdiğinden infiltrasyon değerini atarken programa tek bir değer girilmiştir. Mimari proje her mahal için dış havaya açık duvar sayısı değişmekte bu da her mahal için ayrı bir infiltrasyon değeri girmesi gerektirmektedir. Carrier HAP programında ise istenen sayıda zon oluşturabildiğinden, infiltrasyon değeri farklı girilebilmektedir. Carrier HAP programında istediğimiz kadar mahal girip ve bu mahallere o mahallin durumuna göre (koridor, hol, salon vb.) sıcaklık ataması yapabiliyoruz. TRNSYS programında kullanılan sürümü tek bir sıcaklık ataması yapmamıza imkan tanımaktadır. Bu da her mahaldeki sıcaklık değerlerinin aynıymış gibi kabul edip ortalama bir sıcaklık değeri atamak durumunda bırakıyor.

- Carrier HAP programında her mahal için mimari projeye göre duvar alanı, pencere ve kapı sayısı, pencere ve kapı yönü, pencere ve kapı boyutları (en x yükseklik) atarken, TRNSYS programında böyle bir duruma izin vermediğinden tüm duvar alanlarını ve pencere boyutunu (en x yükseklik) tek bir çatı altında toplamak durumunda kalınıyor. Bu da ısı kaybı hesabını etkileyen başka bir faktör oldu.

- Carrier HAP programında kapı ve pencere seçimi ayrı ayrı yapılıp hesaba katılıyor iken, TRNSYS pencere seçimi yapılıp kapı seçeneği olmamaktadır. Bu da Carrier HAP programında kapıdan oluşan ısı kayıplarını dikkate aldığını, TRNSYS programında ise kapı seçeneğinin dikkate alınmadığını çıkan ısı kaybı sonucunda bu faktörün hesaba katılmadığını göstermektedir. Eklerde Carrier HAP programının sonuç çıktısı kısmında bulunan hangi faktörlerden (pencere, kapı, çatı, duvar, insan vb.) ne kadar bir ısı kaybı

olduğu ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ekler kısmından da daha ayrıntılı bir şekilde kapıdan oluşan ısı kayıpları gözlenebilir.

- TRNSYS programı gibi zaman, sıcaklık ve tüketim (ısıtma yükü) grafiği çıktısı vererek bir simülasyon oluşturmaktadır. Bu simülasyonda hangi zaman dilimlerinde ne kadar tüketim oluşturduğunu dalgalardaki değişimlerden yararlanarak göstermektedir. Fakat HAP programında bu şekilde bir simülasyon oluşturulamamaktadır.

- BepTR programında çıkan sonuçta iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybının havalandırma yolu ile gerçekleşen ısı kaybından daha yüksek olduğu görülmüştür. Yani diğer bir deyişle binayı oluşturan yapı malzemeleri olan duvarların, kapıların, pencerelerin, tabanların ve tavanların ve kendi sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta ortamlarla temas halinde olan malzemelerin ısı kayıplarının toplamı havalandırmayı oluşturan doğal havalandırmadan kaynaklı toplam ısı kaybından daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda binanın tükettiği enerji miktarı azaltılmak istendiğinde ilk aşamada binayı oluşturan yapı malzemelerinin değişimi ya da uygun yapı malzemelerine yalıtım malzemesi eklenmesi gerektiği sonrasında havalandırma sisteminin kontrol edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

- BepTR programının enerji tüketim hesabında insan ve mahallerde kullanılan elektrikli cihaz faktörlerini dikkate almamaktadır. Program binalarda enerji tüketim miktarları hesaplarken sadece binada kullanılan yapı malzemeleri değil mahallerde bulunan insan sayısını ve kullanılan elektrikli cihazların güçlerinin özelliklerinin de dikkate alınarak hesap yapması gerekmektedir. Çünkü her ne kadar insanların yapmış olduğu faaliyetlere göre yaydığı ısı miktarları ve elektrikli cihazların güçlerine göre yaymış olduğu ısı miktarları değişse de toplam tüketim miktarını bu iki faktör etkilemektedir.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada sık kullanılan programlar olduğundan Carrier HAP, TRNSYS ve BepTR kullanılıp karşılaştırma yapılmıştır.

1- Her ne kadar BepTR çoğunlukla mimarların ve inşaat mühendislerin kullandığı program olsa da sadece binadaki yapılar (duvar, pencere, kapı vb.) ile ilgili bilgiler girildiğinde çıkan sonuç ile diğer iki programda olduğu gibi hem bina unsurları hem de insan ve elektrikli cihazlardan yayılan ısılar girildiğinde çıkan sonuçların karşılaştırması adına BepTR aradaki farkı ortaya çıkarmıştır. Bu şekilde olan çalışmalarda BepTR kullanımı karşılaştırma yapmak adına önerilir.

2- Çalışmada TRNSYS kullanılan sürümü yerine yeni sürümleri kullanıldığında sonuçlar farklı olabilir. TRNSYS programının mahal ve zon atamalarını kısıtlamayan sürümleri bulunduğu takdirde kullanılması önerilir.

3- Carrier HAP programı ise kısıtlayıcı olmaması ve insan ve elektrikli cihazlardan yayılan ısıyı seçeneklerinde bulunması bakımından enerji tüketim hesaplarında rahatlıkla kullanılabilir.

4- Binalarda enerji tüketimini azaltmak için farklı senaryolar düşünülebilir. Bina tasarım aşamasındayken fazla enerji tüketen bina yapı malzemeleri yerine daha düşük yapı malzemeleri seçilebilir. Binanın bulunduğu konum güneş ışınlarının geliş açısına göre ayarlanarak güneşten yararlanma süresi artırılabilir. İnfiltrasyon yani hava sızıntısını mimari projeye uygun olarak gerekli yerlerde ve kalınlıkta pencere ve kapı yerleştirilerek düşürülebilir ve binanın bulunduğu iklim şartlarına uygun ısıtma ve soğutma tesisatı oluşturarak fazla harcanan enerji azaltılabilir.

KAYNAKLAR

AASEM, E., CLARKE, J., HENSEN, JLM., KELLY, NJ., MACQUEEN, J., and NEGRAO C., 1994. Current Building Systems Modelling Potential of ESP-r. University of Strathclyde, Energy Simulation Research Unit, Glasgow, 1-15.

AIZED, T., MEHMOOD, S., and ANWAR, Z., 2017. Building Energy Consumption Analysis, Energy Saving Measurements and Verification by Applying HAP Software. Pakistan Journal of Engineering and Applied Sciences, 1-10.

AKTACİR, A., NACAR, M. A., ve YEŞİLATA, B., 2011. Binalarda Enerji Verimliliği Amaçlı Yazılımlar Üzerine Kısa Bir Değerlendirme. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, s.853-862.

ASLANİPOOR, H., 2017. Bina Enerji Simülasyon Programlarının Örnek Bir Çalışma ile Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 119s.

ATMACA, M., KALAYCIOĞLU, E. ve YILMAZ, Z.A., 2011. Binalarda Enerji Performansı Yöntemi (BEP-TR) ile Otel Binalarının Performansının Değerlendirilmesi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, s. 811-826.

BHANDARİ, M., SHRESTHA, S., and NEW, J., 2012. Evaluation of Weather Datasets for Building Energy Simulation. Energy and Buildings, 1-10.

CRAWLEY, D. B., HAND, J. W., KUMMERT, M., and GRİFFİTH, B. T., 2008. Contrasting The Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs. Building and Environment, 43(4): 661-673.

DOĞAN, H., 2013. Uygulamalı Havalandırma ve İklimlendirme Tekniği. Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 416s.

DOĞAN, H., ve Y. KIRKAN, N., 2015. Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(1): 375-383.

DOLS, W. S., J. POLIDORO, B., 2015. CONTAM User Guide and Program Documentation. National Institute of Standards and Technology, United States of Amerıca, 320.

DURMUŞ, G., ve ÖNAL, S., 2014. Uluslararası Standartlarında İnşa Edilen Yapının Enerji Kimliğinin Belirlenmesi: Gaziantep Örneği. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2):43-51.

ERDOĞAN, A., 2012. Malatya'da Örnek Bir Binada Enerji Simülasyonu. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 67s.

ERDOĞAN, A., ve CANBAZOĞLU,S., 2015. Farklı Mimari Durumların Enerji Tüketimi ve Çevresel Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi, 3(2): 51-60.

ERDOĞAN, S., ve YILMAZ, M., 2012. Bina Enerji Analizi. soğutma dünyası, 15(57): 1-9.

ERKAN, M., 2017. Bir Üniversite Kampüsü Spor Kompleksi İçin Güneş Enerjisiyle Sıcak Su Eldesi Değerlendirmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 91s.

EROL, Ö., 2013. Yüksek Performanslı Binaların Tasarımında Bina Benzetim Yazılımlarının Yeri. 11.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, s.1703-1716.

ESKİN, N., GÜR, M., ÖZKAYA, I., CÖMERT, Ç., ve YILDIZELİ, A., 2017. İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Binası'nın Isıl Konfor Şartlarına Bağlı Enerji Analizi. 13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 19-22 Nisan, İzmir, s.1185-1199.

FLORİDES, G. A., TASSOU, S. A., KALOGİROU, S. A., and WROBEL L. C., 2002. Measures Used To Lower Building Energy Consumption and Their Cost Effectiveness. Applied Energy, 73(2002): 299-328.

GÜĞÜL, G. N., ve KÖKSAL, M. A., 2019. Müstakil Bir Konutun Enerji Tüketiminin Azaltılmasında Kullanılan Yöntemlerinin Ekonomik Değerlendirmesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(1): 215-234.

HAN, Y., LİU, X., and CHANG, L., 2014. Comparison of Software for Building Energy Simulation. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(3): 467-471.

HARPUTLUGİL, G. U., 2013. Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları – Enerji Simülasyonu. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, s.949-958.

HARPUTLUGİL, G., 2014. Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları-Enerji Simülasyonu. Tesisat Mühendisliği, (144):23-32.

JAKUBİEC, J. A., and REİNHART, C. F., 2011. Integrating Daylight and Thermal Simulations Using Rhinoceros 3D, Daysim and EnergyPlus. 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, 14-16 November, Sydney, s.2202-2209.

KALAYCIOĞLU, E., ve YILMAZ, A. Z., 2019. Simülasyon Destekli Enerji Etkin Bina Tasarımında Uygulamalar. 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, s.1461-1469.

KESKİN, T., ve GÜVEN, A., 2020. 15. Dünyada Ve Türkiye'de Enerji Verimliliği. tmmob makina mühendisleri odası, Ankara, 482s.

KÖROĞLU, ISIN, N., ALALOĞLU, M., ERDOĞAN, A., ve ACAR, L., 2011. Saatlik Analiz Programı. Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, (73): 1-7.

KÜLÜNKOĞLU, İSLAMOĞLU, A. K., 2017. Konutlarda Enerji Tüketimini Etkileyen Tasarım Yöntemleri ve BepTR Yöntemiyle Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 100s.

KÜREKCİ, N. A., ve KAPLAN, S., 2014. Isıtma-Soğutma Yüklerinin Hap ve Revit Programlarıyla Hesaplanması. Tesisat Mühendisliği, (141): 5-15.

ORHON, A. V., ve ALTIN, M., 2015. Mimari Sürdürülebilirlik İçin Bir Değerlendirme Aracı Olarak Benzetim. 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 8-11 Nisan, İzmir, s.2153-2161.

ÖZBALTA, N., ve GÖKSAL, T., 2002. Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları. Tesisat Mühendisliği Dergisi, İstanbul, sayı 69.

ÖZER, Y., 2017. Bina Enerji Analiz Yazılımlarının Hvac Sistemlerindeki Hatalarını Azaltmak ve Gerçek Zamanlı Verimlilik Hesabı İçin Geri Besleme Sistemi Geliştirilmesi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce, 41s.

ÖZER, Y., 2017. Bina Enerji Analiz Yazılımlarının Hvac Sistemlerindeki Hatalarını Azaltmak ve Gerçek Zamanlı Verimlilik Hesabı İçin Geri Besleme Sistemi

Geliştirilmesi. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Düzce, 41s.
ÖZYURT, G., ve KARABALIK, K., 2009. Enerji Verimliliği, Binaların Enerji Performansı ve Türkiye'deki Durum. İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, 457s.
REY, F. J., VELASCO, E., and VARELA, F., 2007. Building Energy Analysis (BEA): A Methodology to Assess Building Energy Labelling. Energy and Buildings, (39): 709-716.
SEVİNDİR, M. K., ve TEMEL, S., 2013. Kapalıçarşı Sandal Bedesten'in İklimlendirilmesinde Isı Pompası Uygulaması. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan, İzmir, s.1287-1297
TOKUÇ, A., 2009. Bina Enerji Benzetim Araçları ve Seçim Ölçütleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(3): 19-30.
TUNALI, S., 2012. Enerji Simülasyon Metodlarının Bina Tasarım Sürecinde Destek Sistemi Olarak Kullanılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 127s.
URL 1, http://www.yapi.com.tr/urunhaberleri/autodesk-ecotect-analysis-ile-enerji-verimliligi-yuksek-surdurulebilir-tasarimlar-yaratin_86330.html
URL 2, https://energyplus.net/, 1 Kasım 2020.
URL 3, https://en.wikipedia.org/wiki/ESP-r, 8 Mart 2019.
URL 4, https://energy-models.com/software/equest, 1 Ağustos 2010.
URL 5, https://www.ekbproje.com, 1 Kasım 2020.
URL 6, https://www.nist.gov/services-resources/software/contam, 1Kasım 2020.
URL 7, https://github.com/MITSustainableDesignLab/Daysim, 1Kasım 2020.
URL 8, https://photosolar.dk/media/932/guideline-to-daylight calculation_2013.pdf, 2013.
URL 9, https://photosolar.dk/media/932/guideline-to-daylight calculation_2013.pdf, 2013.
URL 10, https://photosolar.dk/media/932/guideline-to-daylight calculation_2013.pdf, 2013.
URL 11, https://photosolar.dk/media/932/guideline-to-daylight calculation_2013.pdf, 2013.
URL 12, https://en.wikipedia.org/wiki/TRNSYS, 1 Mayıs 2020.
URL 13, https://www.carrier.com/commercial/en/us/software/hvac-system-design/hourly-analysis-program/, 1 Kasım 2020.
URL 14, https://www.tesisat.org/isi-kazanci-tanimi-ve-isi-kazanci-hesabi.html, 12 Aralık 2015
URL 15, https://ercefe.com.tr/Hava-Degisim-Katsayilari.php
VAROĞLU, S., 2017. Sıcak İklim Bölgelerindeki Binaların Optimum Yönlenme ve Optimum Gölgelemesi İçin Bir Yöntem. Yakın Doğu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Lefkoşa, 100s.
WANG, L., DOLS, W.S., and CHEN, Q. C., 2010. Using CFD Capabilities of CONTAM 3.0 for Simulating Airflow and Contaminant Transport in and Around Buildings. HVAC&R Research, 16(6): 749-763.
WU, T., ve LUO, D., 2016. OpenStudio Measure Development for Integrated HVAC Retrofit. Consortıum for Buıldıng Energy Innovatıon, 1-30.
YAKA, İ. F., ÖNAL, S., KOÇER, A., ve GÜNGÖR, A., 2016. Binalarda Enerji Performansının Belirlenmesinde Farklı İllerin Karşılaştırılması. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi, 3(2): 127-135.

YILDIZ, Y., 2019. Binalarda Enerji Etkin Önlemlerin Uygulanmasındaki Engeller: Balıkesir İçin Bir Alan Çalışması. MMGARON, 14(2): 230-238.
YILMAZ, A. Z., 2012. Bina Performans Modelleme ve Simülasyonları. Ekoyapı, https://www.ekoyapidergisi.org/53-bina-performans-modelleme-ve-simulasyonlari.html

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

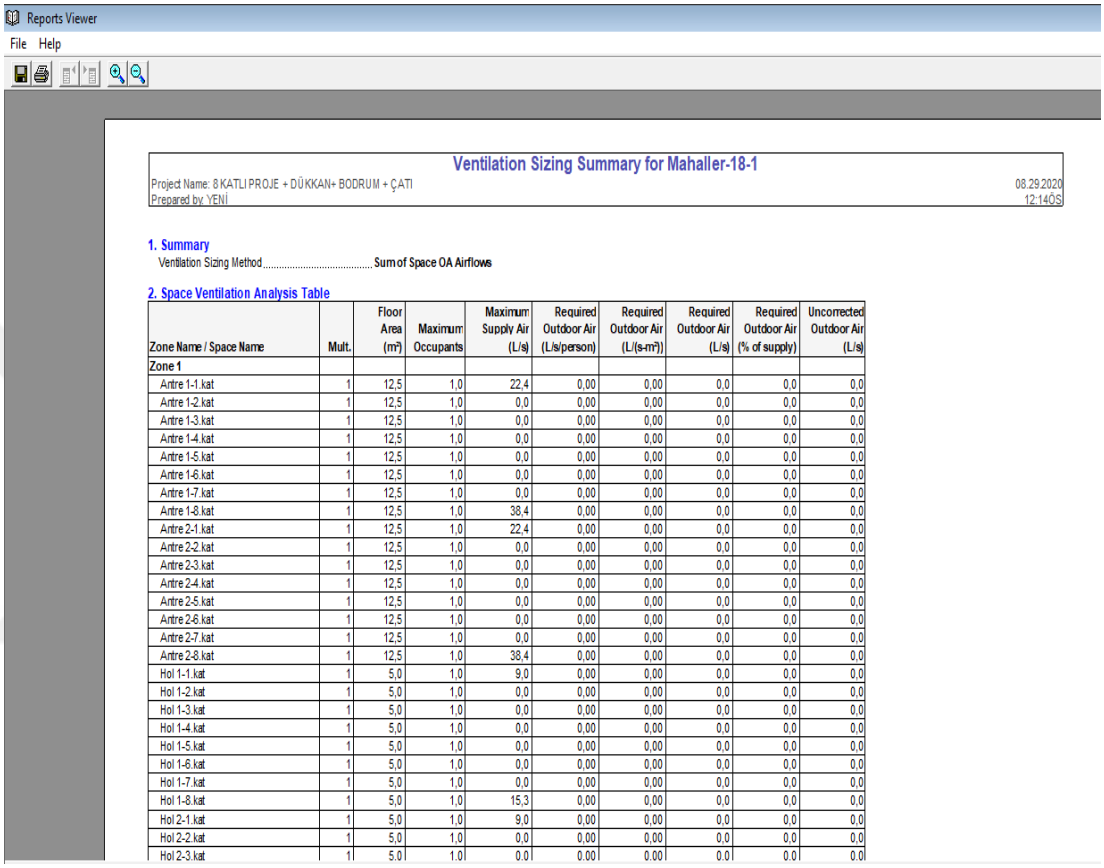
Adı Soyadı **:** İbrahim Halil Kozan

EĞİTİM

Derece	**Adı, İlçe, İl**		**Bitirme Yılı**
Lise	: Rize Lisesi	RİZE	2011
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	KONYA	2017
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi	ŞANLIURFA	2021

EKLER

EK 1 Zon-18'de Bulunan Mahallerde Havalandırma Boyutları



Reports Viewer

File Help

Ventilation Sizing Summary for Mahaller-18-1

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI — 08.29.2020
Prepared by: YENİ — 12:14ÖS

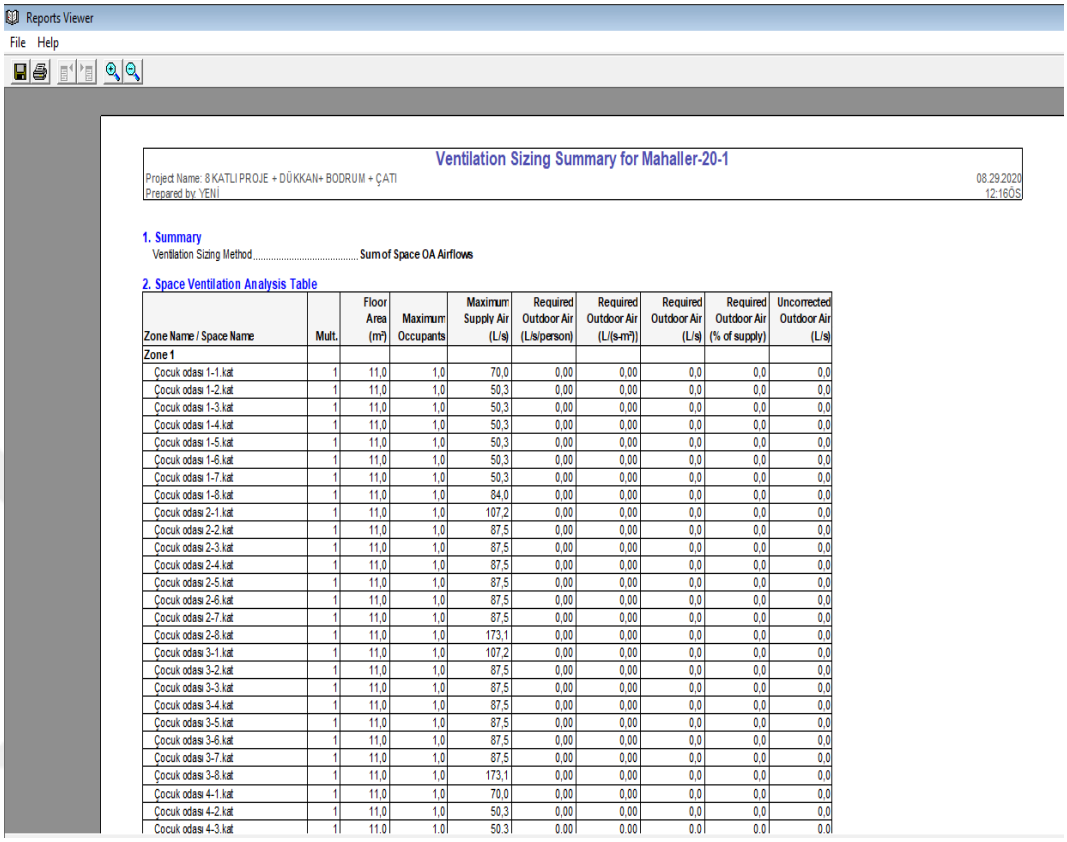
1. Summary

Ventilation Sizing Method ..... Sum of Space OA Airflows

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (m²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (L/s)	Required Outdoor Air (L/s/person)	Required Outdoor Air (L/(s-m²))	Required Outdoor Air (L/s)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (L/s)
Zone 1									
Antre 1-1.kat	1	12,5	1,0	22,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-2.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-3.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-4.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-5.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-6.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-7.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 1-8.kat	1	12,5	1,0	38,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-1.kat	1	12,5	1,0	22,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-2.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-3.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-4.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-5.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-6.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-7.kat	1	12,5	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Antre 2-8.kat	1	12,5	1,0	38,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-1.kat	1	5,0	1,0	9,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-2.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-3.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-4.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-5.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-6.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-7.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 1-8.kat	1	5,0	1,0	15,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 2-1.kat	1	5,0	1,0	9,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 2-2.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Hol 2-3.kat	1	5,0	1,0	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0

EK 2 Zon-20'de Bulunan Mahallerde Havalandırma Boyutları



Reports Viewer

File Help

Ventilation Sizing Summary for Mahaller-20-1

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI — 08.29.2020
Prepared by: YENİ — 12:16ÖS

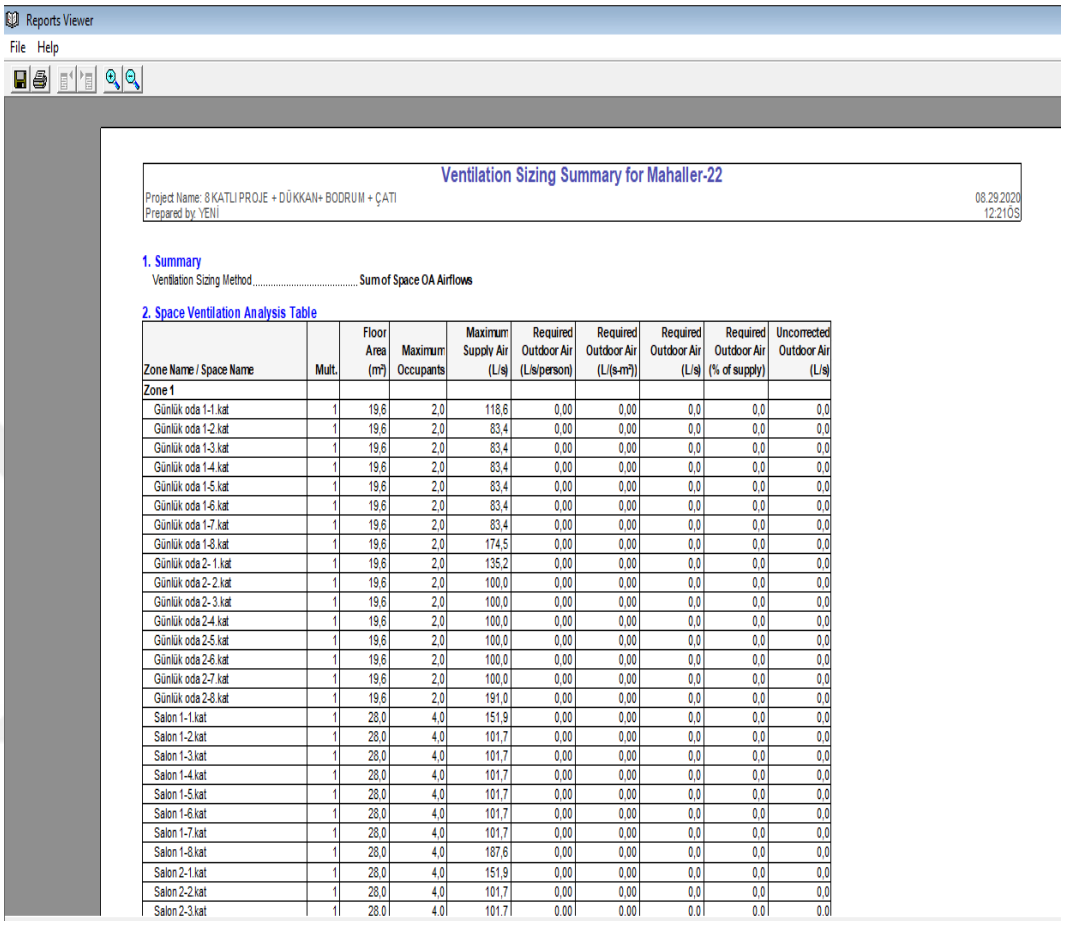
1. Summary

Ventilation Sizing Method..... Sum of Space OA Airflows

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (m²)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (L/s)	Required Outdoor Air (L/s/person)	Required Outdoor Air (L/(s-m²))	Required Outdoor Air (L/s)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (L/s)
Zone 1									
Çocuk odası 1-1.kat	1	11,0	1,0	70,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-2.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-3.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-4.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-5.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-6.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-7.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 1-8.kat	1	11,0	1,0	84,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-1.kat	1	11,0	1,0	107,2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-2.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-3.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-4.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-5.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-6.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-7.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 2-8.kat	1	11,0	1,0	173,1	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-1.kat	1	11,0	1,0	107,2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-2.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-3.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-4.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-5.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-6.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-7.kat	1	11,0	1,0	87,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 3-8.kat	1	11,0	1,0	173,1	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 4-1.kat	1	11,0	1,0	70,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 4-2.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Çocuk odası 4-3.kat	1	11,0	1,0	50,3	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0

EK 3 Zon-22'de Bulunan Mahallerde Havalandırma Boyutları



Reports Viewer

File Help

Ventilation Sizing Summary for Mahaller-22

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI
Prepared by: YENİ

08.29.2020
12:21ÖS

1. Summary

Ventilation Sizing Method..... Sum of Space OA Airflows

2. Space Ventilation Analysis Table

Zone Name / Space Name	Mult.	Floor Area (m^2)	Maximum Occupants	Maximum Supply Air (L/s)	Required Outdoor Air (L/s/person)	Required Outdoor Air (L/(s-m^2))	Required Outdoor Air (L/s)	Required Outdoor Air (% of supply)	Uncorrected Outdoor Air (L/s)
Zone 1									
Günlük oda 1-1.kat	1	19,6	2,0	118,6	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-2.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-3.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-4.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-5.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-6.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-7.kat	1	19,6	2,0	83,4	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 1-8.kat	1	19,6	2,0	174,5	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2- 1.kat	1	19,6	2,0	135,2	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2- 2.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2- 3.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2-4.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2-5.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2-6.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2-7.kat	1	19,6	2,0	100,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Günlük oda 2-8.kat	1	19,6	2,0	191,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-1.kat	1	28,0	4,0	151,9	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-2.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-3.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-4.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-5.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-6.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-7.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 1-8.kat	1	28,0	4,0	187,6	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 2-1.kat	1	28,0	4,0	151,9	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 2-2.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Salon 2-3.kat	1	28,0	4,0	101,7	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0

EK 4 Zon-10'da Soğutma ve Isıtma Yük Değerleri

Air System Design Load Summary for Mahaller-10

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI 08.12.2020
Prepared by: YENİ 09:00ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	2 m²	-	-	2 m²	-	-
Wall Transmission	283 m²	-	-	283 m²	4592	-
Roof Transmission	78 m²	-	-	78 m²	138	-
Window Transmission	2 m²	-	-	2 m²	130	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	4 m²	-	-	4 m²	558	-
Floor Transmission	257 m²	-	-	257 m²	3289	-
Partitions	79 m²	-	-	79 m²	2517	-
Ceiling	214 m²	-	-	214 m²	4708	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	5089	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	3153	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	24173	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	23587	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	23587	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	23587	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	23587	0
Key:	Positive values are clg loads			Positive values are htg loads		

EK 5 Zon-18'de Soğutma ve Isıtma Yük Değerleri

Air System Design Load Summary for Mahaller-18-1

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI — 08.12.2020
Prepared by: YENİ — 09:02ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	99 m²	-	-	99 m²	-	-
Wall Transmission	321 m²	-	-	321 m²	5204	-
Roof Transmission	70 m²	-	-	70 m²	124	-
WindowTransmission	99 m²	-	-	99 m²	6468	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	70 m²	-	-	70 m²	973	-
Partitions	25 m²	-	-	25 m²	804	-
Ceiling	70 m²	-	-	70 m²	1540	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	5522	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	3095	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	23732	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	23278	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	23278	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	23278	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	23278	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

EK 6 Zon-18-2'de Soğutma ve Isıtma Yük Değerleri

Air System Design Load Summary for Mahaller-18-2

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI — 08.12.2020
Prepared by: YENİ — 09:03ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	1 m²	-	-	1 m²	-	-
Wall Transmission	189 m²	-	-	189 m²	3074	-
Roof Transmission	5 m²	-	-	5 m²	9	-
Window Transmission	1 m²	-	-	1 m²	33	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	9 m²	-	-	9 m²	1116	-
Floor Transmission	260 m²	-	-	260 m²	3615	-
Partitions	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Ceiling	5 m²	-	-	5 m²	110	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	5029	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	1948	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	14934	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	14925	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	14925	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	14925	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	14925	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

EK 7 Zon-20-1'de Soğutma ve Isıtma Yük Değerleri

Air System Design Load Summary for Mahaller-20-1

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI
Prepared by: YENİ

08.12.2020
09:04ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	99 m²	-	-	99 m²	-	-
Wall Transmission	368 m²	-	-	368 m²	5970	-
Roof Transmission	51 m²	-	-	51 m²	90	-
Window Transmission	99 m²	-	-	99 m²	6468	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	51 m²	-	-	51 m²	709	-
Partitions	25 m²	-	-	25 m²	804	-
Ceiling	51 m²	-	-	51 m²	1122	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	4628	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	2969	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	22761	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	22018	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	0 L/s	0	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	22018	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	22018	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	22018	0
Key:	Positive values are clg loads			Positive values are htg loads		

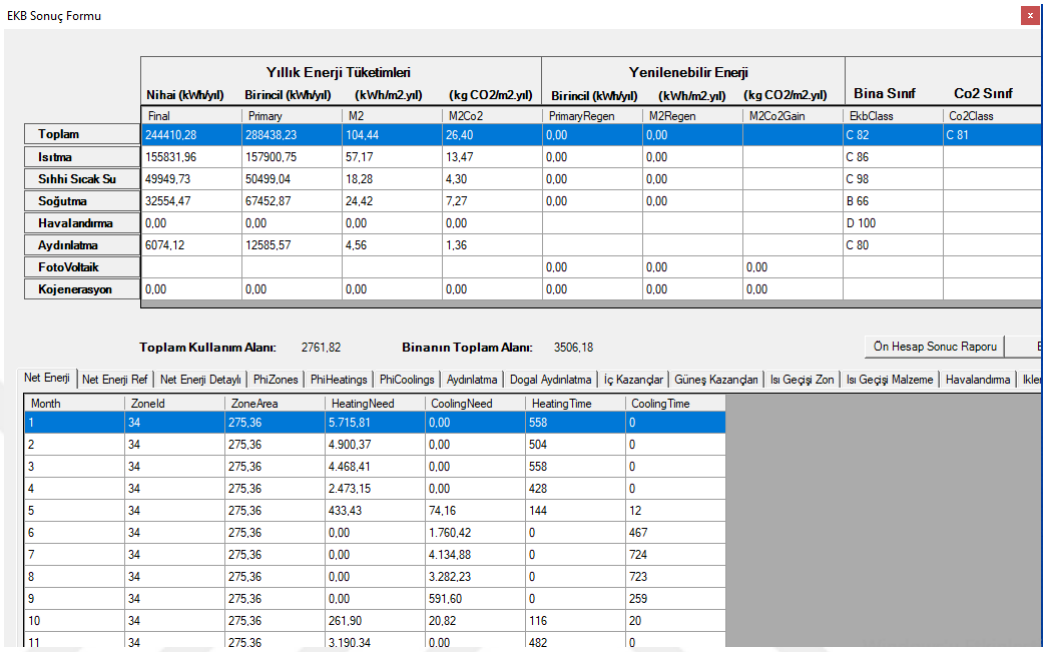
EK 8 Zon-20-2'de Soğutma ve Isıtma Yük Değerleri

Air System Design Load Summary for Mahaller-20-2

Project Name: 8 KATLI PROJE + DÜKKAN+ BODRUM + ÇATI — 08.12.2020
Prepared by: YENİ — 09:05ÖS

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	NO COOLING DATA NO COOLING OA DB / WB			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB -9,0 °C / -11,0 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window& Skylight Solar Loads	63 m²	-	-	63 m²	-	-
Wall Transmission	394 m²	-	-	394 m²	6399	-
Roof Transmission	34 m²	-	-	34 m²	61	-
Window Transmission	63 m²	-	-	63 m²	4125	-
Skylight Transmission	0 m²	-	-	0 m²	0	-
Door Loads	4 m²	-	-	4 m²	490	-
Floor Transmission	167 m²	-	-	167 m²	2434	-
Partitions	111 m²	-	-	111 m²	3554	-
Ceiling	167 m²	-	-	167 m²	3667	-
Overhead Lighting	-	-	-	0	0	-
Task Lighting	-	-	-	0	0	-
Electric Equipment	-	-	-	0	0	-
People	-	-	-	0	0	0
Infiltration	-	-	-	-	4701	0
Miscellaneous	-	-	-	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	-	-	15%	3814	0
>> Total Zone Loads	-	-	-	-	29244	0
Zone Conditioning	-	-	-	-	28284	0
Plenum Wall Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	-	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	-	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Ventilation Load	-	-	-	69 L/s	2337	0
Ventilation Fan Load	-	-	-	0 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	-	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	-	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	-	-	-	30621	0
Terminal Unit Cooling	-	-	-	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	-	-	-	30621	-
>> Total Conditioning	-	-	-	-	30621	0
Key:	Positive values are clg loads			Positive values are htg loads		

EK 9 BepTR Zonlarda Net Enerji


EKB Sonuç Formu

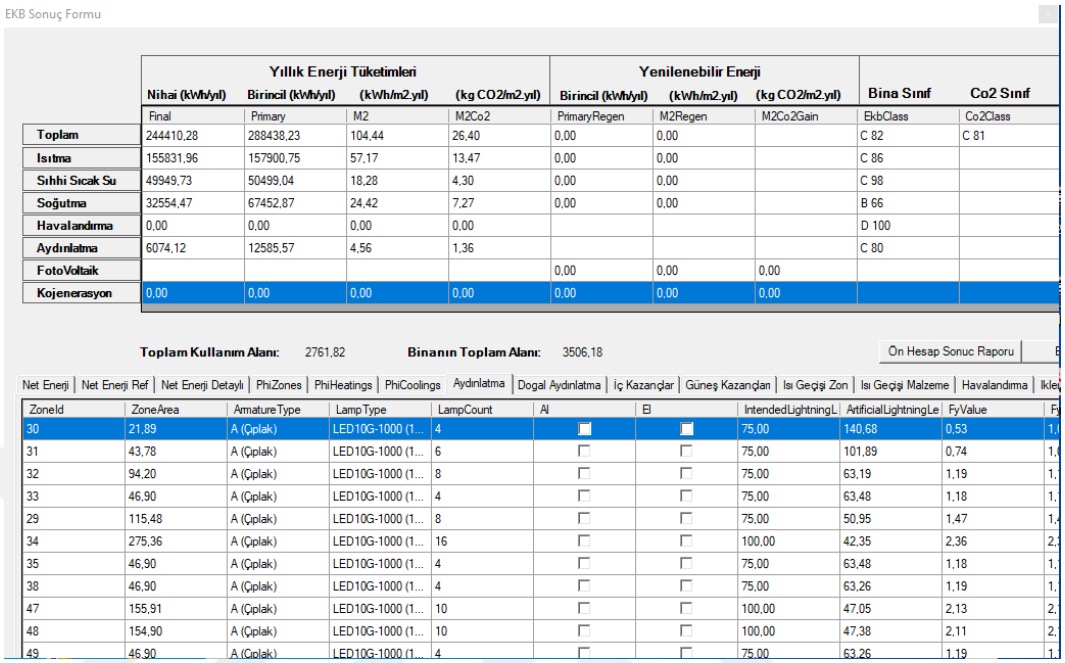
	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	244410,28	288438,23	104,44	26,40	0,00	0,00		C 82	C 81
Isıtma	155831,96	157900,75	57,17	13,47	0,00	0,00		C 86	
Sıhhi Sıcak Su	49949,73	50499,04	18,28	4,30	0,00	0,00		C 98	
Soğutma	32554,47	67452,87	24,42	7,27	0,00	0,00		B 66	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	6074,12	12585,57	4,56	1,36				C 80	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2761,82 Binanın Toplam Alanı: 3506,18 Ön Hesap Sonuc Raporu

Net Enerji | Net Enerji Ref | Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Dogal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçişi Zon | Isı Geçişi Malzeme | Havalandırma | İkle

Month	ZoneId	ZoneArea	HeatingNeed	CoolingNeed	HeatingTime	CoolingTime
1	34	275,36	5.715,81	0,00	558	0
2	34	275,36	4.900,37	0,00	504	0
3	34	275,36	4.468,41	0,00	558	0
4	34	275,36	2.473,15	0,00	428	0
5	34	275,36	433,43	74,16	144	12
6	34	275,36	0,00	1.760,42	0	467
7	34	275,36	0,00	4.134,88	0	724
8	34	275,36	0,00	3.282,23	0	723
9	34	275,36	0,00	591,60	0	259
10	34	275,36	261,90	20,82	116	20
11	34	275,36	3.190,34	0,00	482	0

EK 10 BepTR Zonlarda Aydınlatma Miktarları


EKB Sonuç Formu

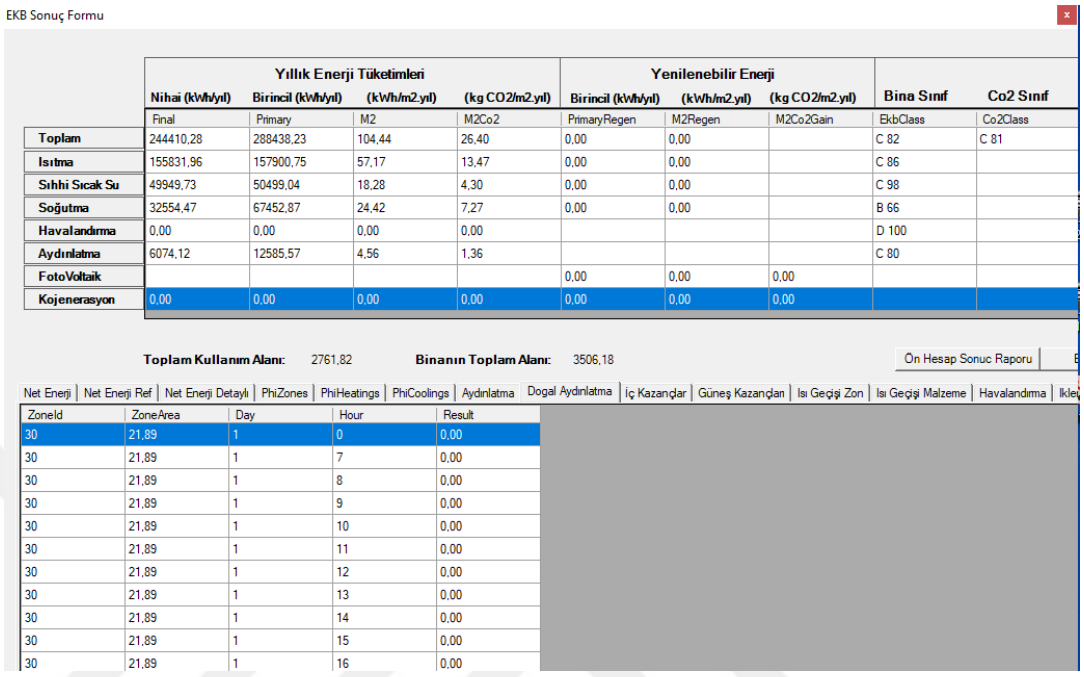
	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	244410,28	288438,23	104,44	26,40	0,00	0,00		C 82	C 81
Isıtma	155831,96	157900,75	57,17	13,47	0,00	0,00		C 86	
Sıhhi Sıcak Su	49949,73	50499,04	18,28	4,30	0,00	0,00		C 98	
Soğutma	32554,47	67452,87	24,42	7,27	0,00	0,00		B 66	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	6074,12	12585,57	4,56	1,36				C 80	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2761,82 Binanın Toplam Alanı: 3506,18 Ön Hesap Sonuc Raporu

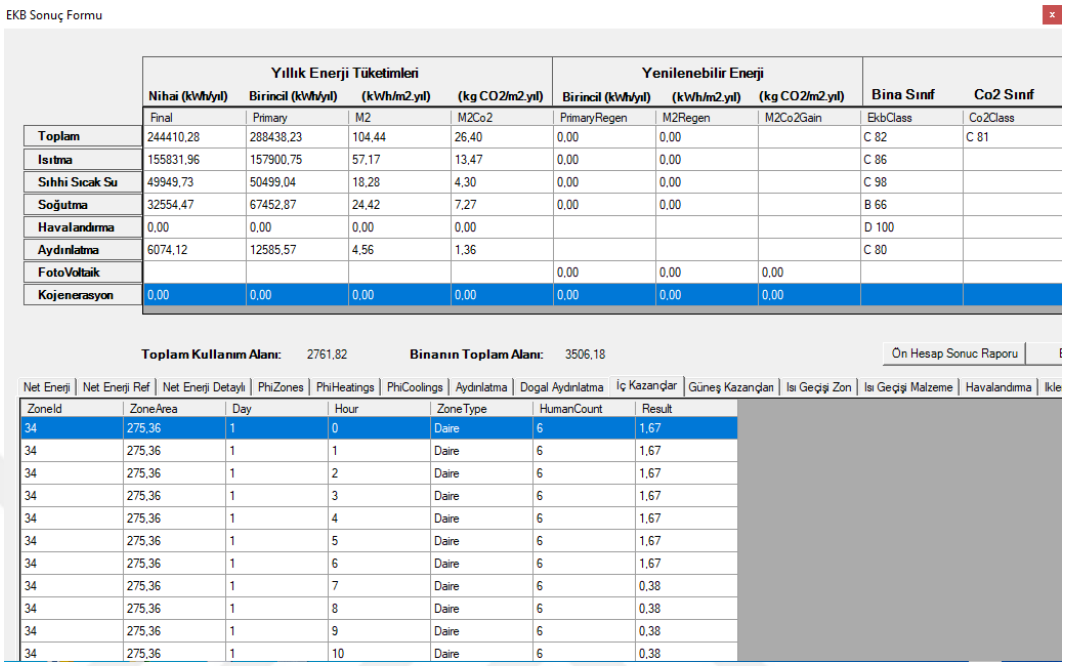
Net Enerji | Net Enerji Ref | Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Dogal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçişi Zon | Isı Geçişi Malzeme | Havalandırma | Ikle

ZoneId	ZoneArea	ArmatureType	LampType	LampCount	Al	El	IntendedLightningL	ArtificialLightningLe	FyValue	Fy
30	21,89	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	4	☐	☐	75,00	140,68	0,53	1.
31	43,78	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	6	☐	☐	75,00	101,89	0,74	1.
32	94,20	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	8	☐	☐	75,00	63,19	1,19	1.
33	46,90	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	4	☐	☐	75,00	63,48	1,18	1.
29	115,48	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	8	☐	☐	75,00	50,95	1,47	1.
34	275,36	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	16	☐	☐	100,00	42,35	2,36	2.
35	46,90	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	4	☐	☐	75,00	63,48	1,18	1.
38	46,90	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	4	☐	☐	75,00	63,26	1,19	1.
47	155,91	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	10	☐	☐	100,00	47,05	2,13	2.
48	154,90	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	10	☐	☐	100,00	47,38	2,11	2.
49	46,90	A (Çıplak)	LED10G-1000 (1...	4	☐	☐	75,00	63,26	1,19	1.

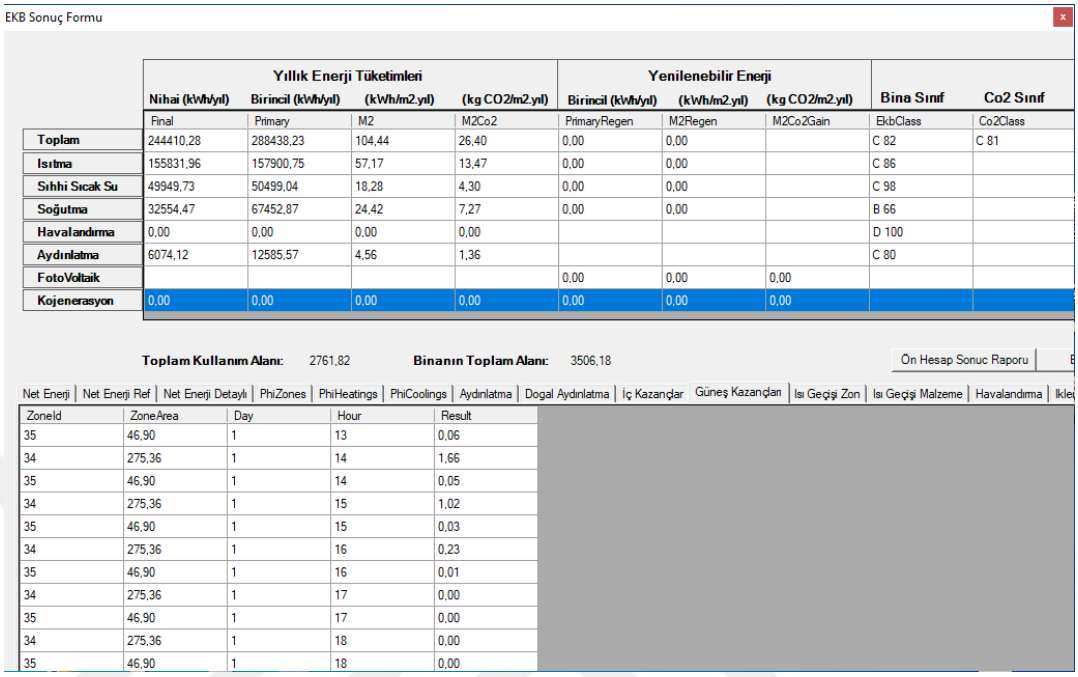
EK 11 BepTR Zonlarda Doğal Aydınlatma Miktarları



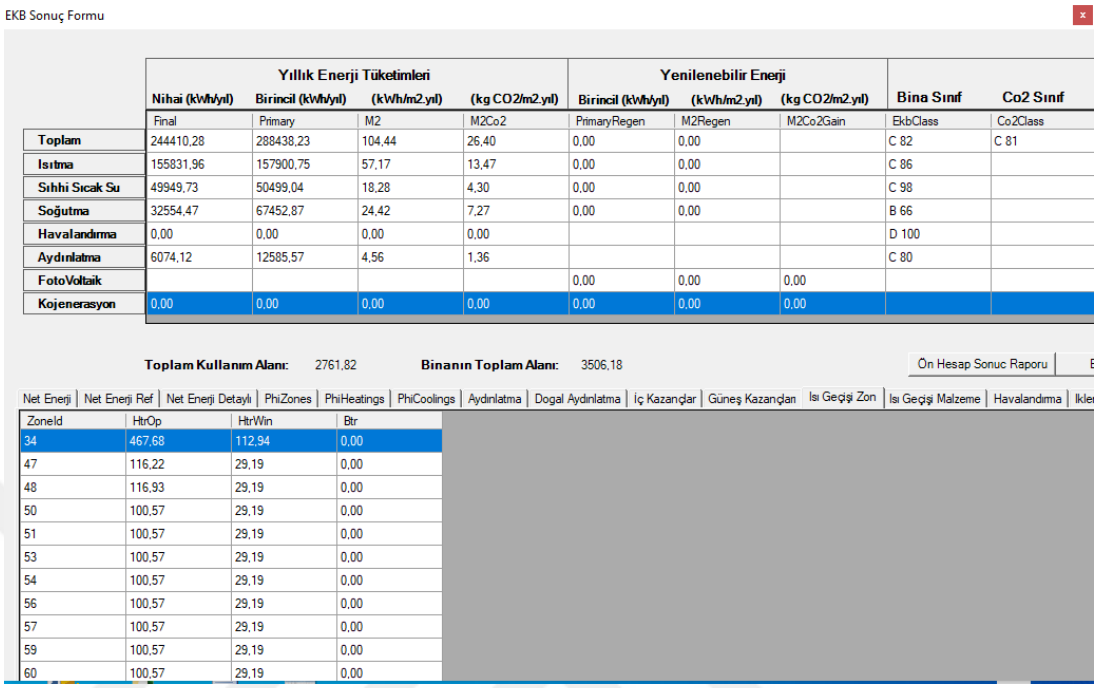
EK 12 BepTR Zonlarda İç Kazançlar



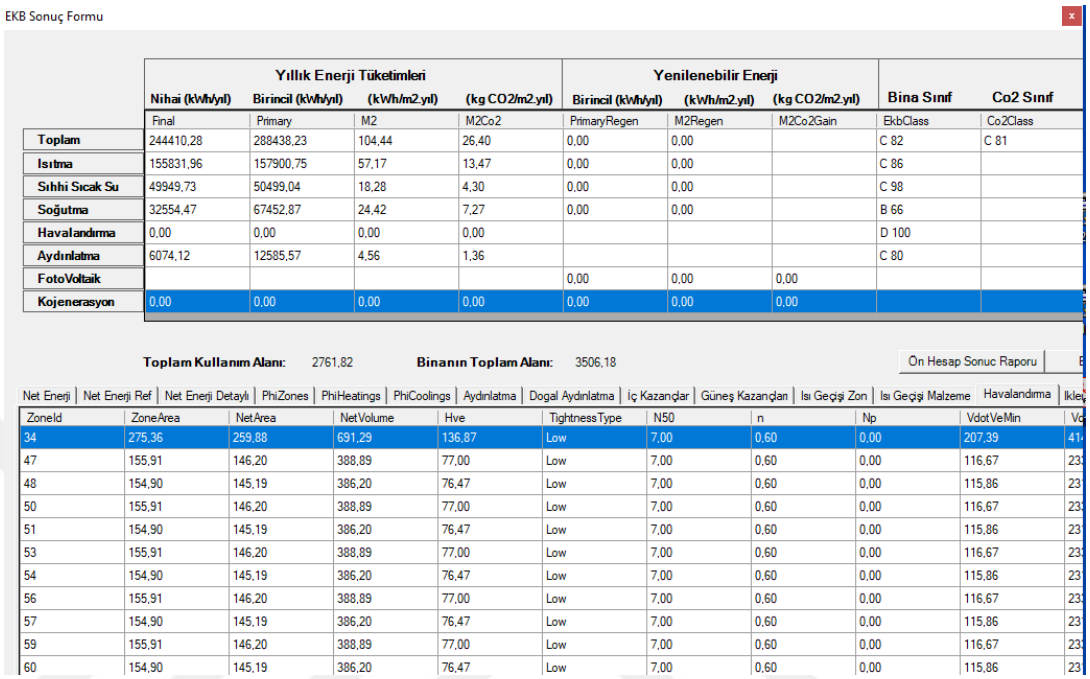
EK 13 BepTR Zonlarda Güneş Kazançları



EK 14 BepTR Zonlarda Isı Geçişi



EK 15 BepTR Zonlarda Havalandırma Değerleri



EKB Sonuç Formu

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji				
	Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	244410,28	288438,23	104,44	26,40	0,00	0,00		C 82	C 81
Isıtma	155831,96	157900,75	57,17	13,47	0,00	0,00		C 86	
Sıhhi Sıcak Su	49949,73	50499,04	18,28	4,30	0,00	0,00		C 98	
Soğutma	32554,47	67452,87	24,42	7,27	0,00	0,00		B 66	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	6074,12	12585,57	4,56	1,36				C 80	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

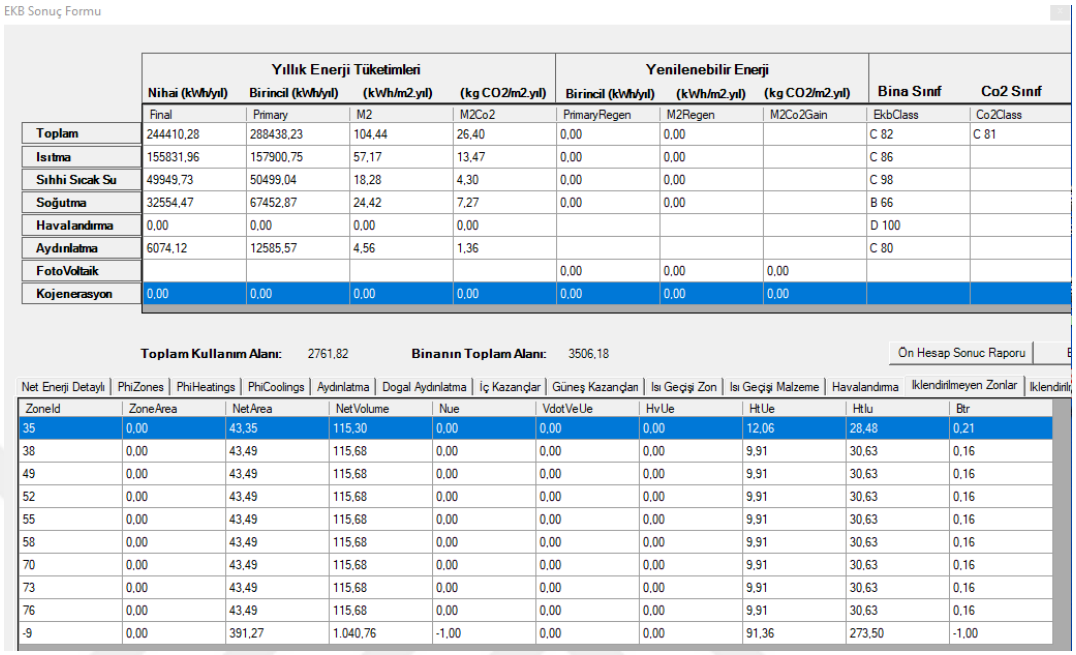
Toplam Kullanım Alanı: 2761,82 Binanın Toplam Alanı: 3506,18

Ön Hesap Sonuc Raporu

Net Enerji | Net Enerji Ref | Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Dogal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçişi Zon | Isı Geçişi Malzeme | Havalandırma | İkle

ZoneId	ZoneArea	NetArea	NetVolume	Hve	TightnessType	N50	n	Np	VdotVeMin	Vd
34	275,36	259,88	691,29	136,87	Low	7,00	0,60	0,00	207,39	41
47	155,91	146,20	388,89	77,00	Low	7,00	0,60	0,00	116,67	23
48	154,90	145,19	386,20	76,47	Low	7,00	0,60	0,00	115,86	23
50	155,91	146,20	388,89	77,00	Low	7,00	0,60	0,00	116,67	23
51	154,90	145,19	386,20	76,47	Low	7,00	0,60	0,00	115,86	23
53	155,91	146,20	388,89	77,00	Low	7,00	0,60	0,00	116,67	23
54	154,90	145,19	386,20	76,47	Low	7,00	0,60	0,00	115,86	23
56	155,91	146,20	388,89	77,00	Low	7,00	0,60	0,00	116,67	23
57	154,90	145,19	386,20	76,47	Low	7,00	0,60	0,00	115,86	23
59	155,91	146,20	388,89	77,00	Low	7,00	0,60	0,00	116,67	23
60	154,90	145,19	386,20	76,47	Low	7,00	0,60	0,00	115,86	23

EK 16 BepTR İklimlendirilmeyen Zonlar


EKB Sonuç Formu

	Yıllık Enerji Tüketimleri				Yenilenebilir Enerji			Bina Sınıf	Co2 Sınıf
	Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)	Birincil (kWh/yıl)	(kWh/m2.yıl)	(kg CO2/m2.yıl)		
	Final	Primary	M2	M2Co2	PrimaryRegen	M2Regen	M2Co2Gain	EkbClass	Co2Class
Toplam	244410,28	288438,23	104,44	26,40	0,00	0,00		C 82	C 81
Isıtma	155831,96	157900,75	57,17	13,47	0,00	0,00		C 86	
Sıhhi Sıcak Su	49949,73	50499,04	18,28	4,30	0,00	0,00		C 98	
Soğutma	32554,47	67452,87	24,42	7,27	0,00	0,00		B 66	
Havalandırma	0,00	0,00	0,00	0,00				D 100	
Aydınlatma	6074,12	12585,57	4,56	1,36				C 80	
FotoVoltaik					0,00	0,00	0,00		
Kojenerasyon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Toplam Kullanım Alanı: 2761,82 Binanın Toplam Alanı: 3506,18 Ön Hesap Sonuc Raporu

Net Enerji Detaylı | PhiZones | PhiHeatings | PhiCoolings | Aydınlatma | Dogal Aydınlatma | İç Kazançlar | Güneş Kazançları | Isı Geçişi Zon | Isı Geçişi Malzeme | Havalandırma | İklendirilmeyen Zonlar | İklendirilmiş

ZoneId	ZoneArea	NetArea	NetVolume	Nue	VdotVeUe	HvUe	HtUe	HtIu	Btr
35	0,00	43,35	115,30	0,00	0,00	0,00	12,06	28,48	0,21
38	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
49	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
52	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
55	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
58	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
70	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
73	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
76	0,00	43,49	115,68	0,00	0,00	0,00	9,91	30,63	0,16
-9	0,00	391,27	1.040,76	-1,00	0,00	0,00	91,36	273,50	-1,00