



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AYNI GEOMETRİK YAPIDAKİ BİR
BİNANIN KONYA VE BAĞDAT İKLİM
ŞARTLARINDA YALITIM PERFORMANSI
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa Obaid Omar BANEAEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AYNI GEOMETRİK YAPIDAKİ BİR BİNANIN KONYA VE BAĞDAT İKLİM ŞARTLARINDA YALITIM PERFORMANSI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ Mustafa Obaid Omar BANEAEZ

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Tahir AKKOYUNLU
2023, 47 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Fatih AKKURT
Doç. Dr. Mustafa Tahir AKKOYUNLU
Dr. Öğr. Üyesi Sadık ATA

Bina yalıtımı, ısıtma ve soğutma yük hesabı için çok büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Konya ve Bağdat illerinde bulunan mevcut bir bina örnek alınarak bina yalıtımı farklı parametreler için incelenmiştir. Bina performansında kullanılan yalıtım malzemesinin kalınlığı, pencere-duvar oranı ve cam kalınlığı üzerinde denemeler yapılmış ve bu parametreler için optimum noktalar tespit edilmiştir. Bu denemeler Konya ve Bağdat bölgeleri için, aynı bina tasarımı alınarak Revit, Ecotect ve Hap programlarında yapılmıştır. Bu üç program kullanılarak enerji yükleri hesaplanmış ve Türkiye standardı olan İzoder TS-825 ile doğrulanmıştır. Bu doğrulamalar sonucunda %97 yaklaşım oranı elde edilen Ecotect programının kullanılmasına karar verilmiştir. Konya ve Bağdat illeri için Ecotect programında (yalıtım malzemesinin kalınlığı, pencere-duvar oranı ve cam kalınlığı) parametreler çalışılmıştır. Çalışma sonucunda Konya ili için optimum yalıtım kalınlığı 11 cm olarak belirlenmiştir, bu seviyeden sonraki kalınlıklar enerji ve enerji maliyeti açısından verimli olmayacaktır. Aynı analizler Bağdat ili için yapılmış ve optimum kalınlık 11 cm olarak bulunmuştur. Pencere-duvar oranları analizinde ise, Konya şehrinde en iyi oran %75 iken, Bağdat'ta bu oran %50 olarak görülmüştür. Cam kalınlığı hesaplarında ise, optimum cam kalınlığı Konya şehrinde 8 mm iken Bağdat'ta 2 mm olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Optimum kalınlık, Ecotect, Pencere-Duvar Oranı

**ABSTRACT
MS THESIS**

**AN EVALUATION OF THE INSULATION PERFORMANCE OF A BUILDING
WITH IDENTICAL GEOMETRIC STRUCTURES IN BOTH KONYA AND
BAGHDAD CLIMATE CONDITIONS.**

Mustafa Obaid Omar BANEAEZ

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Necmettin Erbakan
University**

The Degree of Master of Science

In Energy Systems Engineering

Advisor: Doç. Dr. Mustafa Tahir AKKOYUNLU

2023, 47 Pages

Jury

Dr. Öğr.Üyesi Fatih AKKURT

Doç. Dr. Mustafa Tahir AKKOYUNLU

Dr. Öğr.Üyesi Sadık ATA

The importance of including building insulation when calculating heating and cooling loads cannot be emphasized enough. Based on the reasons mentioned above, incorporating these elements in specific architectural instances in Konya and Baghdad provides various methods to ensure the building's thermal conditions are protected. Numerous experiments have been conducted to determine the most effective values for variables such as insulation material thickness, window-to-wall ratio, and glass thickness. These experiments aim to improve building performance. The experiments were conducted using the Revit, Ecotect, and Hap software applications. Both the Konya and Baghdad regions employed the same building design. The energy loads have been calculated using three software applications and then verified against the Izoder TS-825, which is the recognized benchmark in Turkey. The decision was made by taking into account the approximate success rate of 97% that was obtained from verifications carried out on the implementation of the Ecotect program. The Ecotect program was used to analyze the parameters of insulation material thickness, window-to-wall ratio, and glass thickness in the provinces of Konya and Baghdad. According to the research findings, it is recommended that a thickness of 11 cm for insulation is the optimal choice for the province of Konya. Any thickness that exceeds this threshold would not be optimal in terms of energy consumption and the costs associated with it. Analogous analyses were conducted for the Baghdad province, which led to the determination of an optimal thickness of 11 cm. The analysis of window-to-wall ratios shows that the city of Konya has the highest ratio at 75%, while in Baghdad, the ratio is observed to be 50%. In the context of calculating glass thickness, it has been determined that the preferred thickness in the city of Konya is 8 mm, while in Baghdad, the calculated thickness is 2 mm.

Keywords: Energy Efficiency, Optimal Thickness, Ecotect, Window-Wall Ratio.

ÖNSÖZ

Beni Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında yönlendiren ve bu tez çalışmasının planlanmasını sağlayan, çalışmalarım sürecinde her aşamada yol gösteren, yardımlarını eksik etmeyen, akademik kariyerimin oluşmasında bana derin bilgisiyle yardımcı ve destek olan Necmettin Erbakan Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı Danışmanım Doç. Dr. Mustafa Tahir AKKOYUNLU ya Teşekkürlerimi Sunarım.

Özellikle yoğun çalışma gerektiren zamanlarda yanımda olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi arz ederim.

Bu günlere ulaşmamda her türlü maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan canım annem ve kardeşlerime şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Mustafa Obaid Omar BANEAEZ
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Simülasyon Programları Kullanılarak Enerji Analizi Adımları.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal	6
3.1.1. Ecotect Programı Girdileri.....	12
3.1.2. Revit Programı Girdileri	13
3.1.3. HAP programı girdileri	13
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Program Analizi	17
3.2.2. Duvarlarda Yalıtım Kalınlığı Seçmek	18
3.2.3. En İyi Program Tespiti.....	18
3.2.4. Optimizasyon Denemeleri	19
3.2.5. Duvar Yalıtım Kalınlığı	20
3.2.6. Pencere-Duvar Oranı Analizi.....	23
3.2.7. Cam Kalınlığı.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
4.1. Duvar Yalıtım Kalınlığı Optimizasyonu	27
4.2. Pencere-Duvar Oranı Miktarları Optimizasyonu.	29
4.3. Cam Kalınlık Optimizasyonu.....	31
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	35
5.1. Sonuçlar.....	35
5.2. Öneriler	36
6. KAYNAKLAR	37

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

kW : Kilowatt (Kilovat)
Wh : Watt/hour (watt saat)

Kısaltmalar

CLF : Cooling Load Factor (Soğutma Yük Faktörü)
WWR : Window Wall Ratio (Duvar Pencere Oranı)

1. GİRİŞ

Bina iklimlendirmesinde ihtiyaç duyulan yıllık enerjiyi hesaplamak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bu yöntemler ilkinde, uygun deneylerin yapılması için uygun modelin gerçek şartlarda oluşturulması ve hassas bir şekilde deneylerin yapılması gerekmektedir. Bu yöntemde, bina inşa etme ve yapı malzemelerinin ve tasarımlarının onlarca kez değiştirilmesini gerekmektedir. Buda oldukça pahalı, zahmetli ve uzun süreler gerektiren bir işlemdir. İkinci yöntemde ise binalarda enerji verimliliği hesaplamaları adına uygun koşulları oluşturan özel ve pahalı cihazlar gerekmektedir. Bunların dışındaki en kolay ve en az maliyetli yöntem ise bina performansını değerlendiren uygun simülasyon programlarının kullanılmasıdır. Böylece farklı parametreler en kısa sürede zahmetsiz ve maliyet yönü ile en düşük olacak şekilde tespit edilecektir.

1.1. Simülasyon Programları Kullanılarak Enerji Analizi Adımları

Gerçek pratik deneyler yapmak için gerçek bir modelin kullanıldığı deneysel pratik yöntem de dâhil olmak üzere bina iklimlendirme işlemlerinde ihtiyaç duyulan yıllık enerjiyi hesaplamak adına çeşitli yöntemler bulunur. Birinci yöntemde birkaç gerçek bina inşa edilmesi gerekirken, ikinci yöntem de onlarca kez yapı malzemeleri ve tasarımlarında değişiklik yaparak binalarda enerji verimliliği hesaplamaları için uygun koşulları oluşturmak ve özel cihazları temin etmek gerekmektedir. Her iki yöntem de yüksek maliyetlere yol açar. Üçüncü ve en kolay yöntem ise simülasyon programlarının kullanılmasıdır. İklim programları ve spesifikasyonlarının kullanımı ile çok kısa sürede sonuçlara ulaşma olasılığının yanı sıra, önceki iki yönteme göre kolaylık ve maliyette tasarruf sağlamaktadır. Simülasyon programları kullanılırken enerji analizi hesaplamalarında aşağıdaki adımlar aşama aşama uygulanmalıdır:

Bu adımlar aşağıda verilmiştir:

- İncelenecek bina ve bina özelliklerinin tespiti
- Seçilen bölge için iklim verilerinin girilmesi
- Simülasyonun yapılması ve sonuçların analizi

Bu çalışmada Ecotect, Revit ve Hap programlarında seçilen bir bölge için enerji analizleri yapılmıştır.

Ecotect, enerjinin termal analizi, aydınlatma ve akustik alanında geniş bir yelpazeye sahip bina tasarımı ve analizinde üç boyutlu bir yüksek hizmet simülasyon programıdır. Çevre ve bina tasarım, simülasyon programı model boyutunda mühendislik tasarımları olarak adlandırılır.

Revit, grafik ara yüzler ile ilgilenen çeşitli mühendislik disiplinleri için mühendislik programları üretiminde uzmanlaşmış AutoCAD firmasının geliştirdiği programlardan biridir. Binadaki her bir alanın sınırlarını tanımlayarak, her bir mekân için yıllık soğutma ve ısıtma yükünü analiz etme yeteneğine sahiptir.

Hap, Carrier Company tarafından Ashrae Association Çizelgelerin göre binalardaki enerji yükleri hesaplamak için üretilmiştir. İklimlendirme verilerinin programa elle girilmesi gerekmektedir.

Deneylerde kullanılan binanın simülasyonu:

Bu çalışmada Ecotect, Revit ve Hap programlarında enerji yükü hesabı: Konya ve Bağdat illeri için, taban alanı 80 metrekare olan bir konut seçilerek yapılmıştır.

Bu çalışmada, seçilen bina için Konya ve Bağdat illerinde enerji yükü farklı parametreler alınarak tespit edilmiştir. Öncelikle Ecotect, Revit ve Hap kendi içlerinde İzoder TS-825 ile kıyaslanmıştır. Çalışma neticesinde Ecotect İzoder TS-825 e %97 oranında yaklaşım göstererek, en başarılı sonucu vermiştir. Böylece enerji yükü hesabı ve farklı parametrelerin denenmesi için Ecotect programının daha uygun olacağı tespit edilmiştir. Bu tespit ten sonra Konya ve Bağdat illeri için yalıtım malzemesi kalınlığı, pencere-Duvar oranı, cam kalınlığı parametre analizleri yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Enerji kaynaklarının binalarda daha etkin ve verimli Şekil de kullanılmasını içeren bilimsel araştırmalara yönelik olarak gerçekleştirilen literatür taraması sonrasında bu konuda yapılmış birçok çalışmanın olduğu görülmüştür. Literatürde çevre dostu yeşil binalara yönelik yapılmış çalışmalardan bazıları şunlardır:

Öztürk (2015) yapmış olduğu çalışmasında; enerji verimliliği ve enerji verimliliği açısından önemli bir uygulama olan yeşil bina ve yeşil binaların değerlendirme standartları hakkında bilgi vermiştir. Bununla birlikte, dünyadaki yeşil bina standartlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesinin ardından Türkiye’de var olan yönetmeliklerle yeşil bina sertifikasyon sistemleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları incelemiştir.

Türker (2010) yapmış olduğu çalışmasında; yeşil bina derecelendirme sistemi yöntemi geliştirerek dünyadaki yeşil bina derecelendirme sistemlerinin analizini Erzurum alışveriş merkezi örneği üzerinde uygulamıştır.

Erdede ve ark. (2016) gerçekleştirdikleri çalışmalarında; tüm dünyada geçerli olan yeşil bina değerlendirme sistemlerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada, sürdürülebilirlik ve yeşil bina kavramları açıklanarak birbirleriyle olan ilişkileri vurgulanmış, yeşil bina sertifika sistemleri anlatılmış ve gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Said (2017) tarafından yapılan çalışmada; Türkiye için yeşil bina sertifikasyon sisteminin geliştirilmesinde dikkate alınacak en etkili kriterleri bulmak için stratejik bir yöntem geliştirilmiştir. Araştırmada, Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada ulaşılan bulgulara göre, maliyet ve verimliliğin yeşil bina sertifikasyonu için en önemli ölçüt olarak görülürken, genel değerlendirme başarısı, kayıt ve belgelendirme maliyetleri, uyum ve güvenilirlik en önemli alt kriterler olarak belirlenmiştir.

Baştaoğlu (2017)’nin çalışmasında; Türkiye’de ve dünyada en yaygın kullanılan LEED yeşil bina sertifika sistemi üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, Avrupa ve Türkiye’de LEED Gold seviyesinde yeşil bina sertifikası almış yeni binalar incelenmiştir. LEED yeşil bina sertifika sistemi kriterlerinin Avrupa ve Türkiye için uygulanma oranları belirlenmiştir. Bu oranlar üzerinden sertifikalı binalarda özellikle tercih edilen özellikler üzerinde durulmuştur. Avrupa ve Türkiye’deki yeşil binalar arasındaki önemli farklar ortaya çıkarılmış ve nedenleri irdelenmiştir.

Sümer (2013) gerçekleştirdiği çalışmasında, yeşil bina proje yönetim süreçlerini ve dünya genelinde uygulanan yeşil bina sertifika sistemlerini incelemiştir. Dünyada ve

ülkemizde en yaygın olarak kullanılan LEED ve BREEAM projeleri ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Türkiye’de yeşil bina projelerinin yönetilmesi sürecinde karşılaşılan zorluk ve eksiklerin saptanması ve çözüm önerileri getirilmesi konuları irdelenmiştir.

Gökçen (2009) tarafından yapılan çalışmada; en yakın meteoroloji istasyonundan alınan verileri kullanarak statik ve dinamik hesap metotları ile İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü İdari Binası’nın enerji performans analizini incelenmiş ve elde edilen enerji tüketim değerleri ile ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır.

Öz (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, enerji verimliliği ve enerji verimliliği ölçüm sistemleri ayrıntılı bir şekilde de incelenmiştir. Çalışmada, bir otel tasarımı örneği üzerinde Design Builder ve E-Quest programları kullanılarak enerji verimliliği kriterlerine göre yeniden modelleme yapılmış ve çeşitli iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler doğrultusunda elde edilen enerji performans analizi sonuçları değerlendirilmiştir.

Gazioğlu (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, bir binanın farklı iklim bölgelerinde bulunan temsili illerdeki iklim koşullarına göre sadece pasif sistem parametrelerinin iyileştirilmesiyle, binanın ısıtma enerjisi harcamalarındaki değişimler incelenmiştir. Bu analizler, temsili illerdeki iklim bölgelerine göre ayrı ayrı rasyonel bir şekilde de ele alınmıştır.

Karaca (2011) tarafından yapılan çalışmada, enerji verimliliği ve büro binalarında enerji kullanımının gereklilikleri açıklanmış ve büro binalarında enerji etkinliği incelenmiştir. Çalışmada, enerji performansını arttırmaya yönelik alternatifler değerlendirilerek mevcut bir büro binasında enerji performans analizi gerçekleştirilmiştir.

Karagöz (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, yeşil binaların iç ortam hava kalitesi incelenmiş ve bir yeşil bina örneği olan bir konutun özellikleri ve iç ortam hava kalitesi ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, uygulama örneğinde CO₂, ozon, havadan kaynaklı bakteri, benzen ve toplam uçucu organik bileşik seviyelerinin mevsimsel değişimi, iç ortamda ölçülen değerler ile dış ortamda ölçülen değerlerin karşılaştırılması ve analizi yapılmıştır.

Hoşgör (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, yurtdışında uzun yıllardır uygulanan yeşil bina felsefesi, yeşil bina sertifikasyon sistemleri ve yeşil binaların sağlıkla olan ilişkileri detaylı bir şekilde de ele alınmıştır. Ayrıca, Türkiye’deki yeşil hastane örnekleri derlenerek incelenmiştir. Topçu (2010)’nun çalışmasında; Türkiye’de LEED sertifikasına sahip olan, bir fabrika binasında yeşil bina değerlendirme sistemlerinin

Türkiye’de uygulanması ile ilgili değerlendirmede yapılmış, Türkiye’ye özgü yeşil bina değerlendirme sistemi oluşturulması halinde ele alınması gereken hususlara dikkat çekerek, çeşitli çözüm önerileri getirilmiştir.

Heravi ve Qaemi (2014) tarafından yapılan çalışmada; binaların enerji performans analizleri ile enerji verimliliğine ilişkin tasarım ve inşaat önlemlerinin geliştirilmesi incelenmiştir. Araştırmanın sonunda, pasif güneş enerjisinin İran'daki kentsel alanlarda ve binalarda en uygulanabilir yenilenebilir enerji sistemi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, binaların enerji performansı üzerindeki etkilerine göre enerji kullanımı yüksek, orta ve düşük öneme sahip şeklinde üç seviyede sınıflandırılmıştır.

Hernández ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada; iklim değişikliğinin sıfır enerji ve karbondioksitli binalar üzerindeki uzun vadeli etkilerini enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla modellenmesi incelenmiştir. Çalışmada Designbuilder programı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucu olarak hem enerji sistemlerinin hem de binanın yönetim ve kontrolü geliştirilirken, enerji tüketiminde beklenen değişikliklerin ölçülebildiği ve bu değişiklikleri önleyici faaliyetler hazırlamanın da mümkün olduğu ifade edilmiştir.

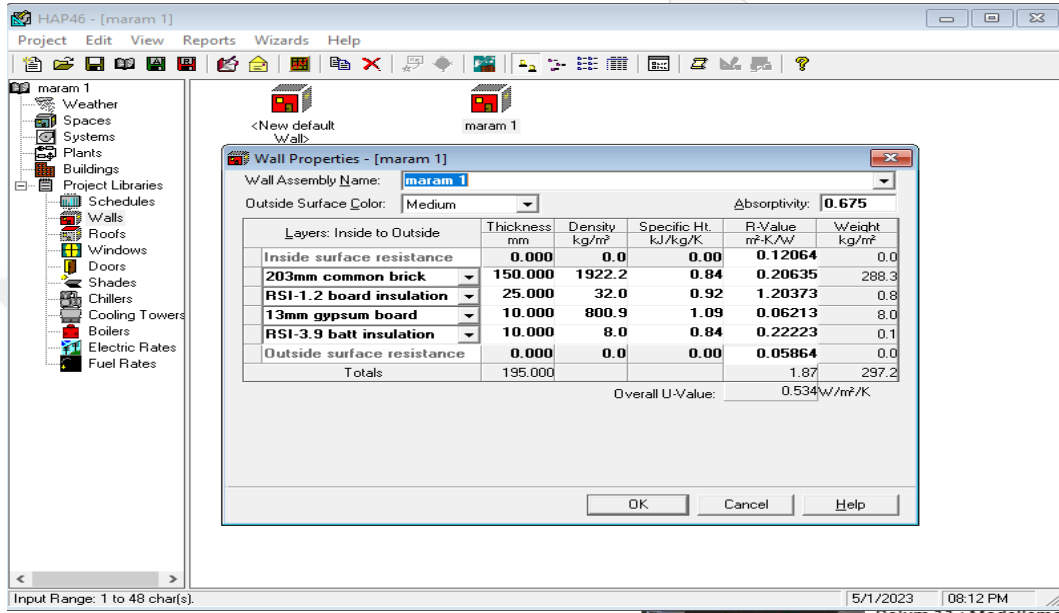
Wei ve ark. (2022) çalışmasında, enerji tüketimi ve iç ısı ortamı açısından üç farklı şeffaf bina kuyrukları olan radyant tavan ısıtma ve soğutma sistemi incelenmiştir. Bu sistemler, sıradan izolasyon camı (OIG), ısı yansıtıcı izolasyona sahip cam (HFIG) ve çifte gümüş düşük izolasyon camı (TSIG) olarak adlandırılmaktadır. Araştırma, deneysel ve simülasyon yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Hangyoon ve ark. (2022) çalışmaların da Güney Kore ulusal bina enerjisi veri tabanında yer alan 222.813 konut dışı binaya ait verileri kullanarak binaların enerji verimliliği sertifikalarının (BEEC) etkilerini analiz ettiler.

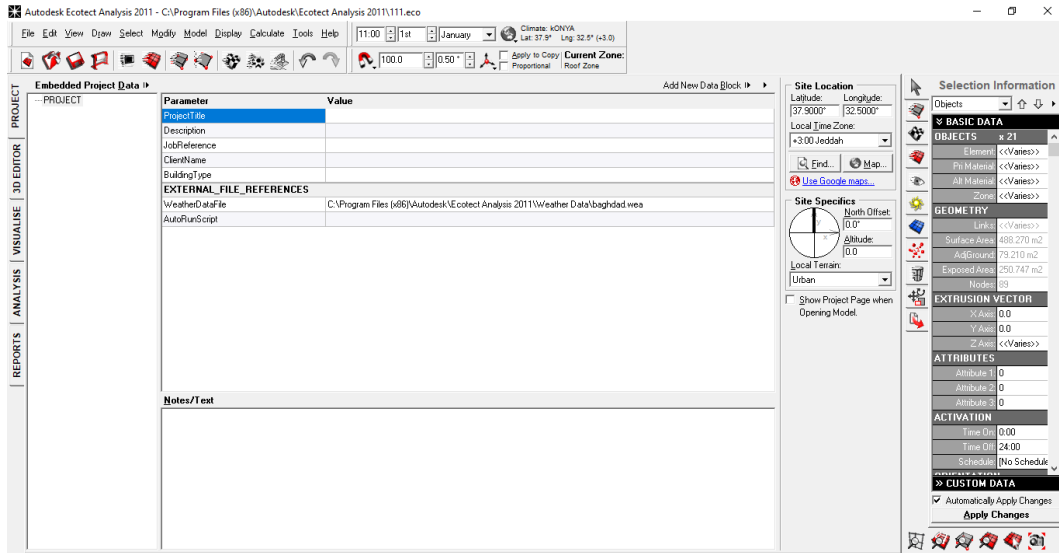
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

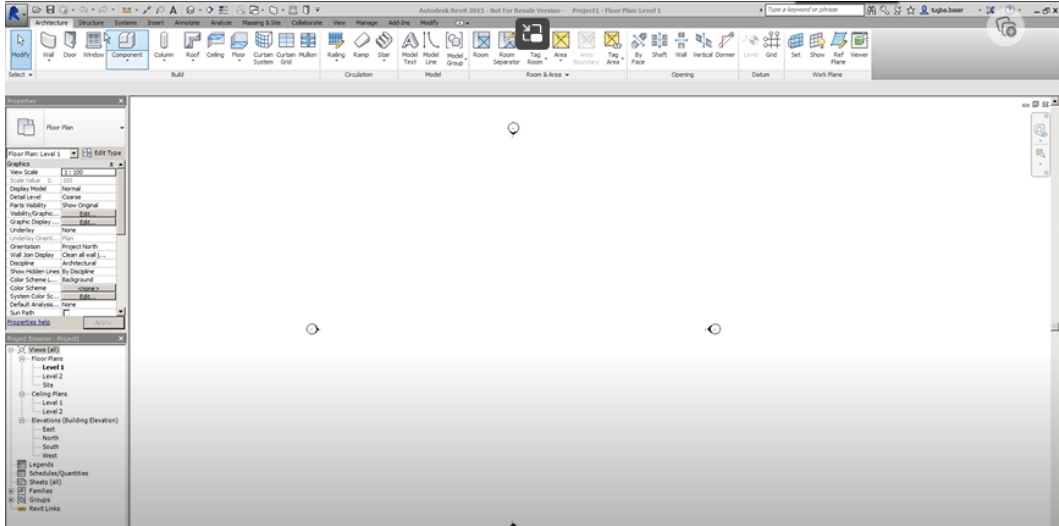
Bu çalışmada, Konya ve Bağdat illeri için, aynı bina tasarımında enerji yük simülasyonu (Ecotect, Revit ve HAP) yazılımlarını kullanarak, yıllık enerji tüketimi hesaplanmıştır. Aşağıda enerji yük hesabının yapıldığı Hap, Ecotect ve Revit programlarının ara yüzleri verilmiştir.



Şekil 3.1: HAP iklimlendirme hesaplama programı ana ekranı

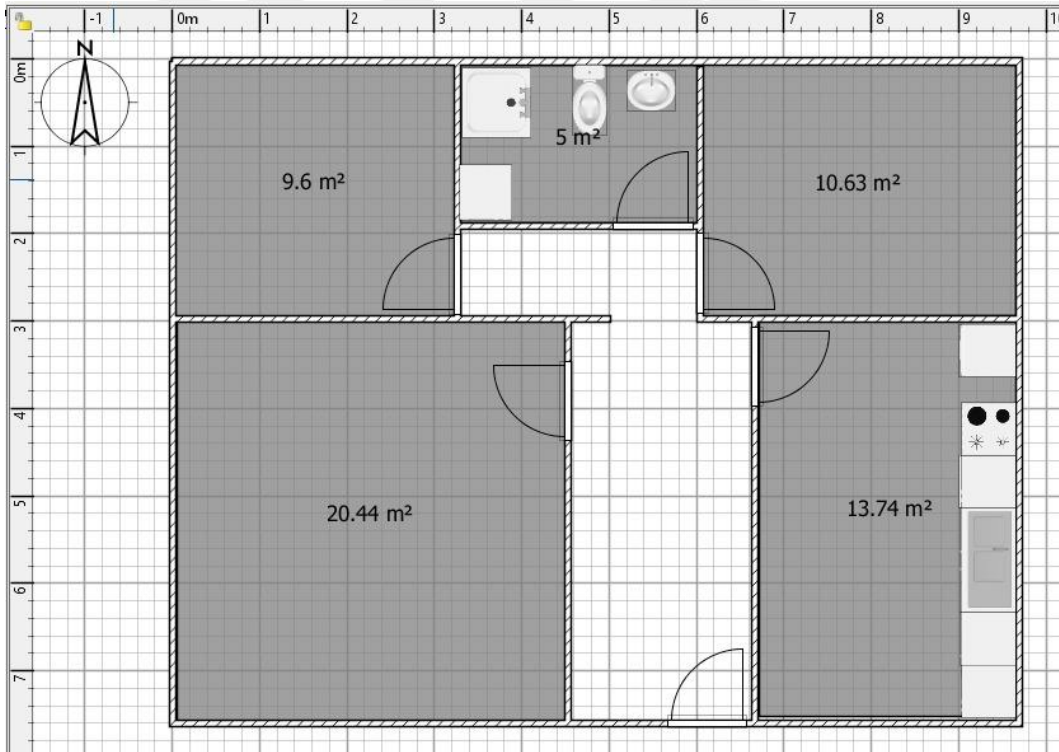


Şekil 3.2: ECOTECT sürdürülebilir binaların tasarımı ve enerji analizi programı ana ekranı



Şekil 3.3: AUTODESK Revit mimari tasarım ve enerji verimlilik analiz programının ana ekranı

Bu çalışmaya başlamadan önce analizi yapılacak müstakil bir konut tasarlanmıştır. Tasarlanan bu konutun taban alanı 80m^2 dir. Enerji yük hesabı, Türkiye ve Irak ikliminde bu taslak binada parametre analizi yapılarak tespit edilmiştir. Aşağıda deneme yapılacak binanın iki ve üç boyutlu modeli verilmiştir.



Şekil 3.4: Deneme yapılacak binanın 2 ve 3 boyutu modeli

Bu kapsamda araştırmada binanın aşağıdaki belirtilen özellikleri incelenmiştir:

- Binanın inşa edildiği coğrafi konumun iklimsel verileri

- İlin (Konya ve Bağdat) yıllık, aylık, saatlik sıcaklık değerleri, iklim bölgesine ait hava durumu dosyasına göre anlık sıcaklık, rüzgâr hızı- yönü, nem ve güneş ışını bilgileri

Binanın projesi oluşturan mimari veriler:

- Binaın şekli (toplam alanı, hacmi, kat ve çatı yüksekliği, toplam dış duvar brüt alanı, toplam pencere alanı)
- Isıl geçirgenlik katsayısı değerleri (U değeri)
- Pencere özellikleri

Mekanik veriler:

- Bina ısıtması
- Bina sođutması
- Bina toplam iklimlendirme enerjisi

Bu simülasyon çalışmasının sonunda binanın:

- Enerji tüketimi kilovat/saat (kWh) cinsinden yıllık enerji tüketimi
- Her parametrenin optimum Şekil de enerji tasarrufunda katkısı
- Bina yalıtımında parametrelerin optimum noktalarının tespit i elde edilmiştir.

Örnek binanın enerji ihtiyacının azaltılması ve enerji verimliliğinin geliştirilmesi için belirlenen sistem parametreleri aşağıda Çizelgeler halinde gösterilmiştir:

Çizelge 3.1: Bina mimari girdileri

Yapı Özelliği	Değer
Binanın toplam alanı	80 m ² (Binanın en/boy oranı 1:1 çok yakın olduğu için ve Türkiye’de müstakil ev bina tasarımlarında en küçük ve uygun alan olması nedeniyle seçilmiştir.
Bina yüksekliği	3 m
Toplam dış duvar alanı	107.28 m ²
Pencere/duvar yansıtılır oranı	Kuzey/Güney %30 Doğu %50 Batı %10
Binanın hacmi	240 m ³ 1:1.5 En/boy oranı
Toplam pencere alanı	15 m ²
Bina özelliği	1 kat

Çizelge 3.2: Pencere Özellikleri

Yapı Elemanı	Malzeme	Kalınlık	U Değeri (W/m ² K)	SHGC	SHGC
Pencere sistemi	Adi cam, Alüminyum doğrama	Cam 4 mm, Hava boşluğu 16mm, Cam 4mm	2,73	0,60	%80

* VLT; görünür ışık geçirgenliği oranı, SHGC; güneş ısı kazancı katsayısı.

Çizelge 3.3: Isıl Geçirgenlik Değerleri (U Değeri)

Yapı Elemanı	Malzeme	Kalınlık	U Değeri (W/m ² K)
Çatı	Mat porselen granit	0,01	0,472
	Asmolen tuğla dolgu	0,28	
	Eğim betonu	0,05	
	Su izolasyonu	0,003	
Zemin üstü duvarlar	Tuğla duvar	0,19	0,516
	Isı izolasyonu XPS	0,05	
	Kaba sıva	0,01	
	Alçı harçlı sıva	0,01	
Zemin altı duvarlar	Tuğla duvar	0,19	0,516
	Kaba sıva	0,01	
	Alçı harçlı sıva	0,01	
Temel döşemesi	Grobeton C-20	0,05	0,477
	Baskı betonu C-20	0,05	
	Agrega	0,09	
	Koruyucu beton	0,1	
	Isı izolasyonu	0,04	
	Bohçalama su izolasyonu	0,003	

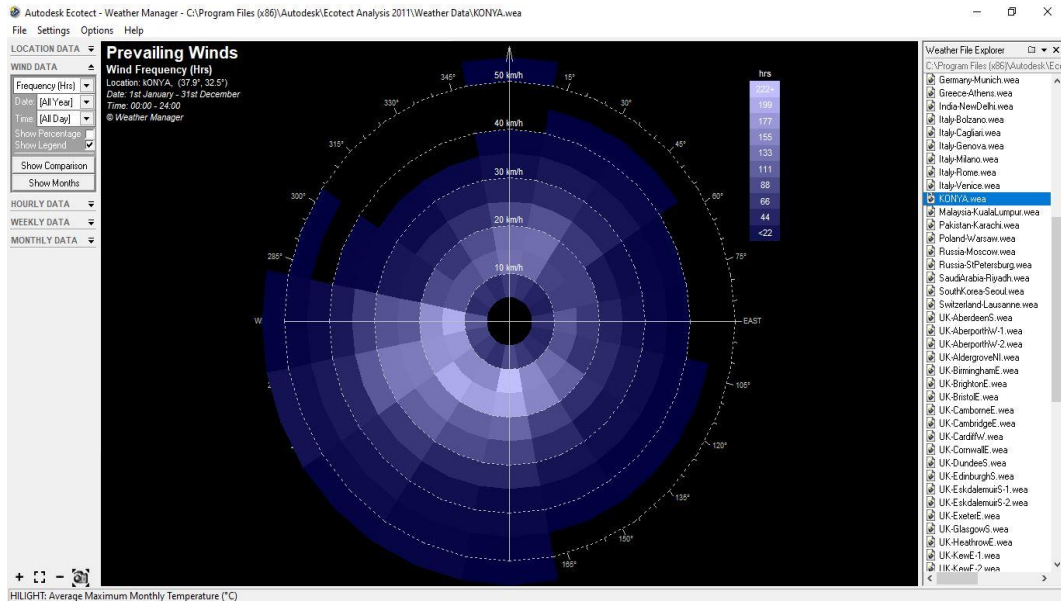
Çizelge 3.4: Analiz yapılacak programlar ve veri kodlama şekli

Denemler	Program	Kodlama şekli	Yardımcı program gerekliliği
1-	Ecotect	Direk 3 boyutlu Resim tasarımı	Gerek yok
2-	Revit	Direk 3 boyutlu Resim tasarımı	Gerek yok
3-	HAP	2 boyutlu resim ve Kodlama	Gerek yok

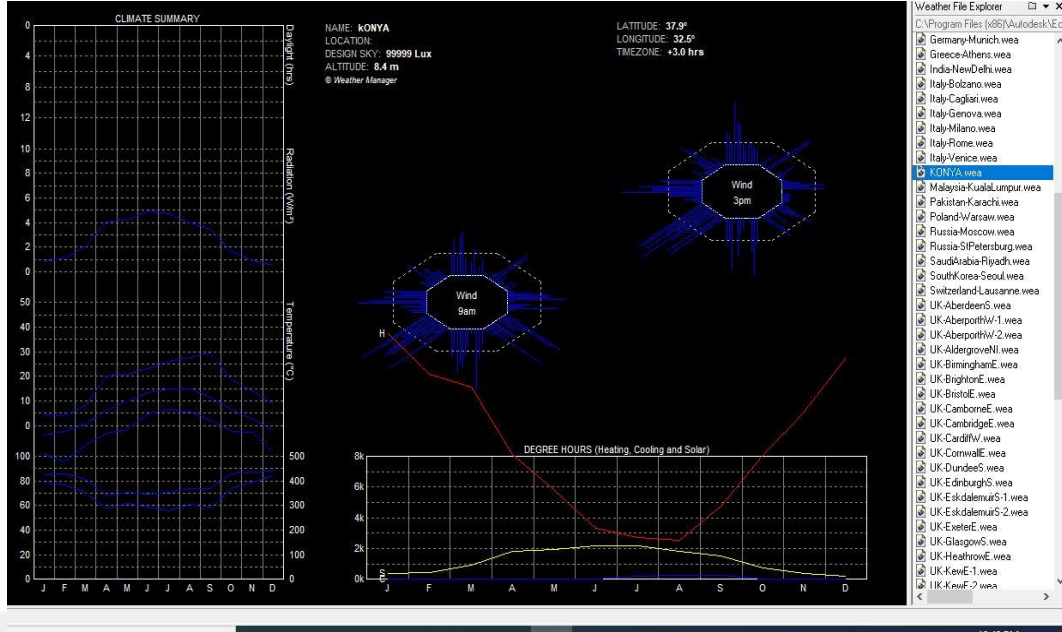
Çizelge 3.5: parametrelerde yapılan optimum deneme ve ölçümler.

Denemler	Kabuk elemanı	Parametrelerin Tipi	Ölçümler
1-	Duvar yalıtım kanlığı	TSE-825 Uygun yalıtım	1cm-15cm
2-	Cam ölçümü	Cam/Duvar oranı	%25, %50, %75, %100
3-	Cam kalınlığı	Saf-cam SHGC %80	2mm,4mm,6mm,8mm

Enerji yük hesabında kullanılan Ecotect, Revit ve hap programlarının lokasyon bulma açısından farklılıkları söz konusudur, Ecotect ve Revit analizi yapılacak bölgenin lokasyonunu uydudan seçebilmektedir. Hap programında ise bu lokasyon ACCU weather dünya iklim web sitesinden alınarak manuel olarak işlenmektedir. Bu farklılık iklim verilerinin tespit inde de kendini göstermektedir. Aşağıdaki Şekillerde Ecotect programı için iklim dosyası analiz penceresi verilmiştir.



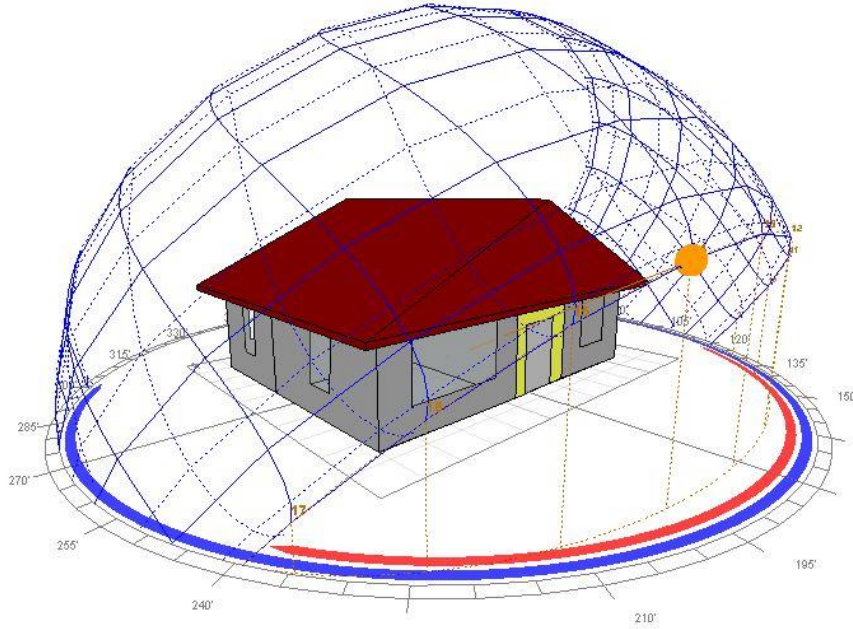
Şekil 3.5: Ecotect Weather programında iklim dosyası hazırlama sırasında rüzgar ile rüzgar yönü analizi



Şekil 3.6: Ecotect Weather programı vastasıyla hazırlanan iklim dosyası sırasında iklim özellikleri analizi penceresi

3.1.1. Ecotect Programı Girdileri

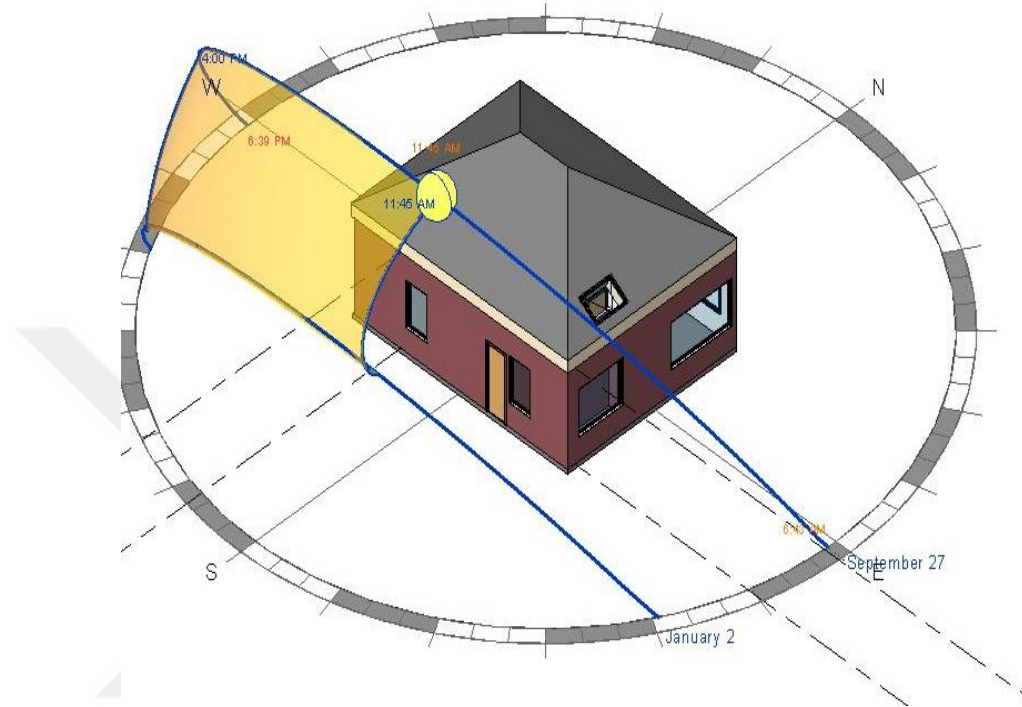
Ecotect programına Konya iklimi dosyasını yükledikten sonra denemeler için seçilen bina, Ecotect çizim ara yüzünde çizim programları vasıtasıyla analiz için (Şekil 3.7'de) görüldüğü gibi hazırlanmıştır.



Şekil 3.7: Ecotect İle Yapılan Bina Çizimi

3.1.2. Revit Programı Girdileri

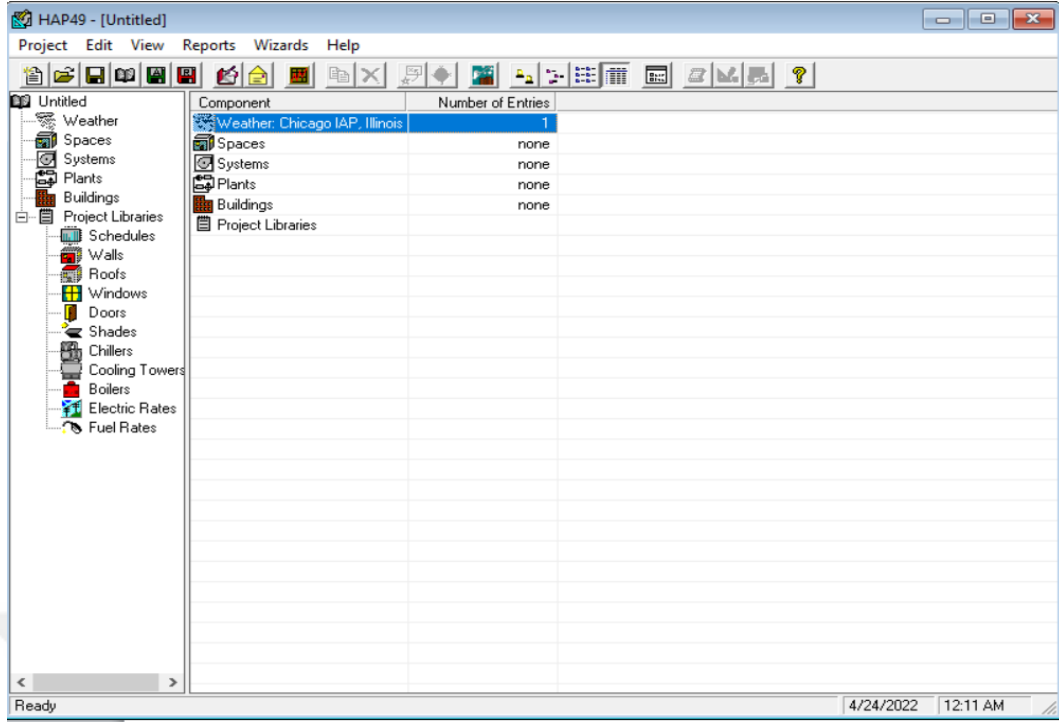
Ecotect programında yapıldığı gibi Revit simülasyonunda da çizim programları vasıtasıyla aynı bina çizildikten sonra binanın yalıtım ve termo-fiziksel özellikleri tespit edilip analiz için (Şekil 3.8’de) görüldüğü gibi hazırlanmıştır.



Şekil 3.8: Revit İle Yapılan Bina Çizimi

3.1.3. HAP programı girdileri

HAP programı analizi için çizim ara yüzünün bulunmaması nedeniyle, programa bina manuel olarak işlenmiştir. Bu işlem için ise, ilk olarak iklim konumunu Weather penceresinde seçilmiş, ardından binanın her bir penceresini (duvar, çatı, pencere ve katlarını) kodlama şeklinde her odayı tek tek programa dahil edilmiştir.



Şekil 3.9: HAP programı binanı tarif anayüzü

İZODER TS-825 Programı:

Türkiye’de standart enstitü tabanlı hazırlanan İZODER TS-825 hesaplama makinesi programı, Türkiye ısıtma yükü ve para geri dönüşümü standartı olarak, diğer enerji programlarını kıyaslama amacı kullanılabilir. Türkiye Cumhuriyeti’nde bulunan tüm şehirler, yaklaşık tüm bölgelerin iklim dosyalarını hazır Şekil de içermektedir. Ana ekran girişinde bölgenin iklimine ilaveten binanın özellikleri ve bilgilerini kayıt yapma şansı sunmaktadır. Aşağıda İzoder TS-825 ana penceresi görseli verilmiştir.

IZODER TS 825 - C:\yedeck\mustafa can\maram orjinal.izo - [.]

Dosya Düzen Özel Fonksiyonlar Yardım

Veri Girişleri

Proje
Dosya Aç
Yeni Proje Oluştur
Proje Bilgileri
Duvar
Tavan
Taban
Pencere
Kapı
Güneş Enerjisi Kazancı

Binanın
Sahibi : Mustafa
Bina Tipi : Konutlar
Kat Adedi : 1

Arsanın
İli : KONYA
İlçesi : MERKEZ
Mahallesi : mearm
Sokağı : 1
Pafta : 11
Ada : 1
Parsel : 1
İmza : mmmm

Isı Yalıtım Projesi Yapanın
Adı Soyadı : mustafa obaid
Ünvanı : Konya maram
Sicil No :
Kuruluşu : Necmettin erbakan universitesi

Hesaplama Bilgileri

Net Oda Yüksekliği
 ≤2,6 m
 ≥2,6 m

Havalandırma Tipi
 Doğal
 Mekanik

θ_i : 19 °C
 H_T : 216,23 W / K
 H_V : 50,2656 W / K
H : 266,4956 W / K
nh : 0,8

A_{top} : 214 m²
AV : 0,899 m⁻¹

$V_{brüt}$: 238 m³
DG Bölüğü : 3

Enerji kullanımı - İç ısı kazançları
 Normal (Konutlarda, okullarda ve normal donanımlı büro binaları vb.)
 Yüksek (Yemek fabrikaları, aydınlatmanın sadece elektrik ile sağlandığı binalar vb.)

Veri Girişleri
Yoğuşma Hesabı
Parametre Girişleri
Geri Ödeme Süresi
Çizelgeler

Şekil 3.10: İzoder ts-825 proje bilgi ve iklim seçme ana penceresi

İzoder TS-825 programına binanın detaylarını veri şeklinde programın içinde hazır bulunan TS-825'e uyumlu bileşenleri (duvar ve çatı) elemanları birleştirilerek, binanın karakteristik özellikleri programa yüklenir.

IZODER TS 825 - C:\yedeck\mustafa can\maram orjinal.izo - [.]

Dosya Düzen Özel Fonksiyonlar Yardım

Veri Girişleri

Proje
Dosya Aç
Yeni Proje Oluştur
Proje Bilgileri
Duvar
Dış Havaya Açık
İstisnasız İç Ortama Bitişik
Toprağa Temas Eden
Tavan
Taban
Pencere
Kapı
Güneş Enerjisi Kazancı

Hesaplama Katılacak Malzemeler
Liste Adı : dış duvar Ekle Sil Asmolen

No	d(m)	Malzemenin Cinsi veya Bileşenin Çeşidi	Isıl İletkenlik Hesap	μ
1	0,19	7.1.5.5 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)	0,45	5
2		10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, T)	0,035	1
3	0,01	4.2 Çimento harcı	1,6	15
4	0,01	4.3 Alçı harcı, kireçli alçı harcı	0,7	10

Malzemeler
Malzeme veya Bileşenin Çeşidi Birim Hacim Kutlesi (1,2) Isıl İletkenlik Hesap De... Su Buhan Difüzyo...

+1 Doğal Taşlar
+2 Doğal Zeminler (Doğal Nemlikte)
+3 Dökme Malzemeler (Hava kurusunda, ...
+4 Sıvalar, Sıvalar ve Diğer Harç Tabakaları
+5 Beton Yapı Elemanı (Bu bölümde yer al...
+6 Yapı Plakları ve Levhalar
+7 Kargir Duvarlar(Harç fugaları - derzleri...
+8 Ahşap ve Ahşap Mamulleri
+9 Kaplamalar
+10 Isı Yalıtım Malzemeleri
+11 TS 2164 Bileşenleri

Tavsiye Edilen U Değerleri

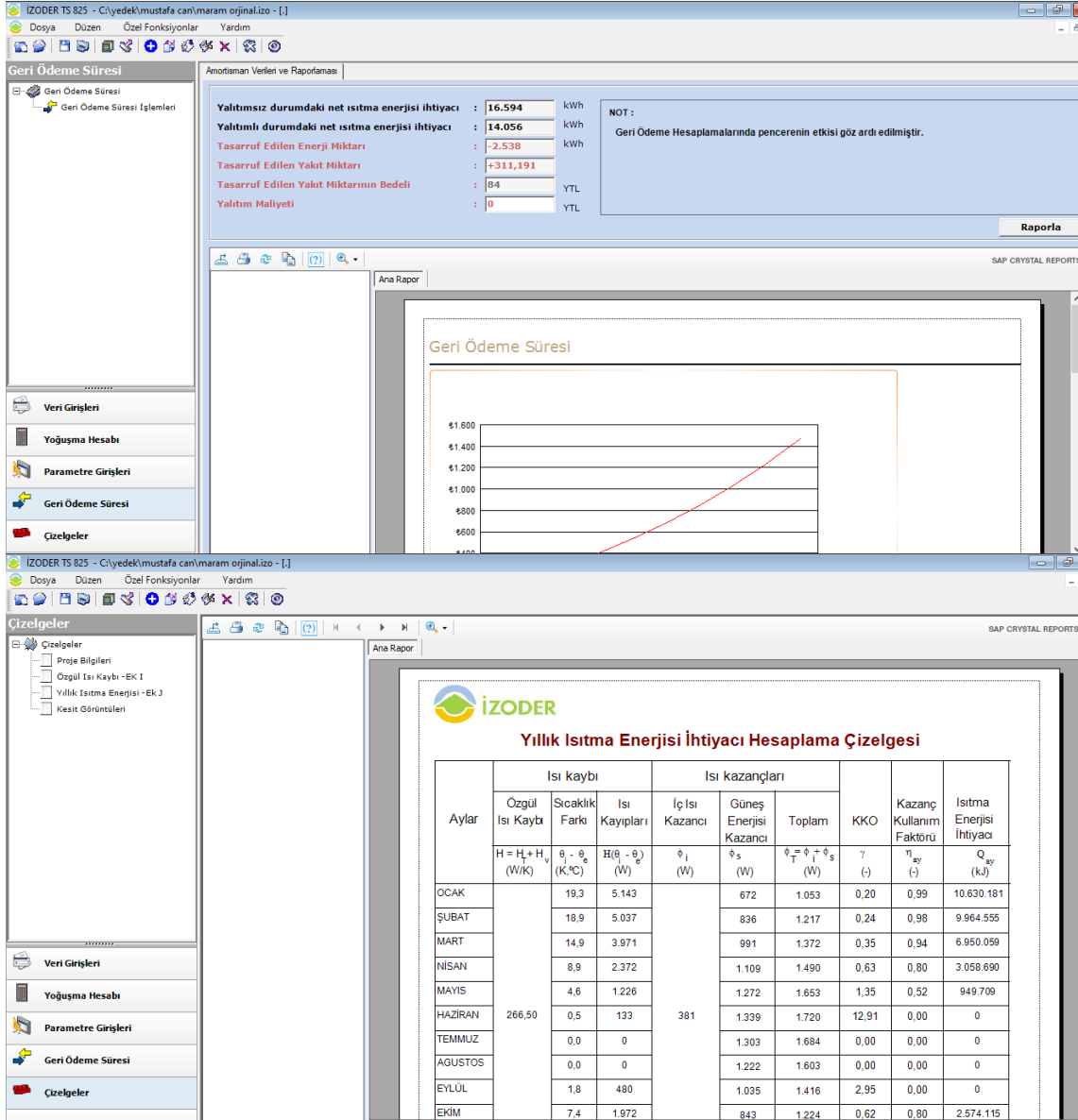
Bölge	U Duvar	U Tavan	U Sıvalar	U Pencere
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : 26 U Değeri : 1,689

Dış sızdıran havalandırma hava bütüğü ve dış cephe kapaması var. Hesapla

Duvar (Dış Havaya Açık)
Kesit Görüntüsü

Şekil 3.11: İzoder TS-825 duvar katları giriş penceresi



Şekil 3.14: İzoder TS-825 programı tarafından elde edilen geri dönüşümlerle enerji tüketimi hesaplama pencereleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Program Analizi

Çalışmanın ilk kısmında simülasyon programları enerji yük hesabı yönü ile kıyaslanmıştır. Bu kıyas Konya ve Bağdat illeri için seçilen taslak bina üzerinde yapılmıştır. Bulunan yükü İzoder TS-825 ile kıyaslanmıştır. En iyi sonucu veren program parametrik analizlerin yapılmasında kullanılmıştır.

Böylece yalıtım kalınlığı, pencere – duvar oranı ve cam kalınlığı için en ideal değerler bulunmuştur.

3.2.2. Duvarlarda Yalıtım Kalınlığı Seçmek

Türkiye iklim bölgesi olarak dört parçaya ayrılmıştır. İlk parçası Karadeniz, ikinci parçası Marmara olurken, üçüncü parça Konya ve Ankara gibi Türkiye'nin orta bölgeleri, dördüncü parçası da güney ve güneydoğu gibi sıcak bölgelerdir. Bu çalışmada üçüncü bölgede yer alan Konya analiz edilmiştir.

Üçüncü Bölge'de Tavsiye Edilen U Değerleri aşağıda verilmiştir:

U Duvar: 0,5

U Tavan: 0,3

U Taban: 0,45

U Pencere: 2,4

3.2.3. En İyi Program Tespiti

Çalışmanın ilk kısmı İzoder TS-825 standardına en yakın simülasyonun bulunmasını kapsamaktadır. Bu açıdan enerji yük hesapları Ecotect, Revit ve Hap programları için uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda Ecotect programının İzoder TS-825 programına %97 oranında yaklaştığı görülmüştür. Bu yaklaşım oranı Revit de %65, Hap da ise %23 olarak görülmüştür. Ecotect deki bu oran oldukça yüksek olmakla beraber literatürde de bu programın sık kullanılmasını açıklamaktadır.

Ecotect programının diğer programlara üstünlüğü lokasyon programının kendisinin belirlemesi ve iklim verilerini konuma göre seçmesindedir. Revit bu lokasyonu Bölge olarak seçmekte, Hap ise lokasyonu uydudan seçememektedir. Hap da bu veri manuel olarak girilmektedir. Buda İzoder TS-825 yaklaşım oranında Ecotecti daha başarılı kılmaktadır.

Sonraki aşamada ise Ecotect programı kullanarak Konya ve Bağdat illeri için parametrik çalışmaları yapılmıştır.

Çizelge 3.6: Ecotect Aylık sonuç tabusu

Aylar	Isıtma (Wh)	Soğutma (Wh)	Toplam (Wh)
Ocak	3613482	6183554	9797036
Şubat	2620222	6358500	8978722
Mart	1832205	8625568	10457773
Nisan	630580	1.1E+07	12077871
Mayıs	179983	1.4E+07	14341605
Haziran	5768	1.6E+07	15806550
Temmuz	5081	1.7E+07	17189189
Ağustos	5404	1.7E+07	17079888
Eylül	177371	1.4E+07	14370596
Ekim	501850	1.1E+07	11648955
Kasım	1395487	8280290	9675777
Aralık	2837061	6728125	9565186

Çizelge 3.7: İZODER, ECOTECT ve HAP programlarının karşılaştırılması

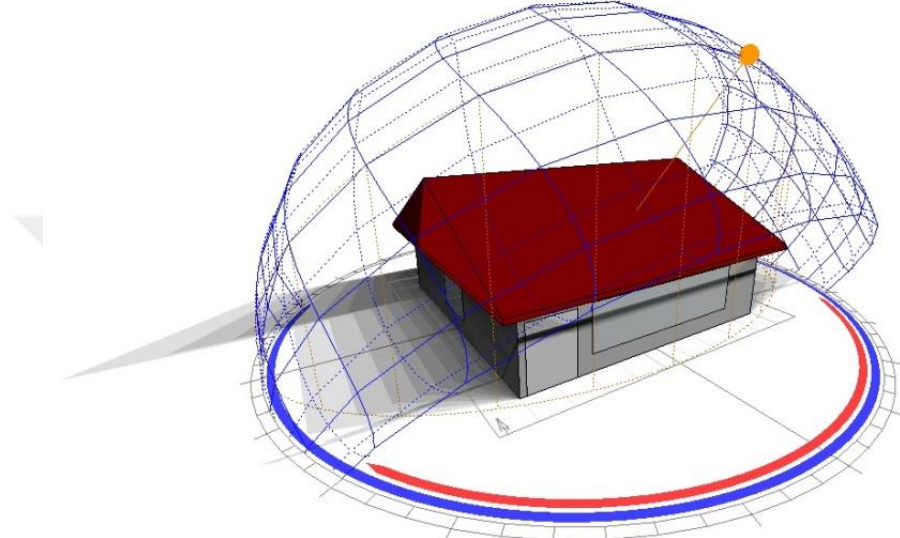
İzoder azamı ısıtma	ECOTEC Azamı ısıtma W	Revit Azamı ısıtma W	HAP Azamı Isıtma W
50,563	49,196	77,759	11,700
	ECOTEC Azamı soğutma W	Revit Azamı soğutma W	HAP Azamı Soğutma W
	31,314	62,982	4600
İzoder topla Azamı yük W	ECOTEC topla Azamı yük W	Revit Toplam Azamı Yük W	HAP Toplam Azamı Yük W
50,563	71,039	140,741	16,300

3.2.4. Optimizasyon Denemeleri

Ecotect programının en iyi program tespit i sonrasında parametrik çalışmalara bu programla devam edilmiştir. Parametrik çalışmalar üç başlık altında incelenmiştir.

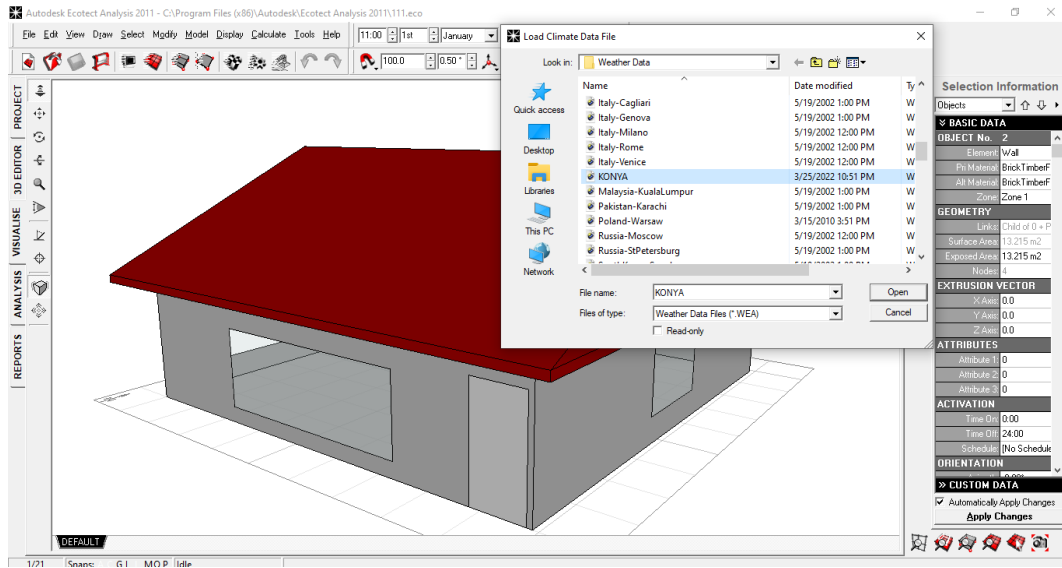
3.2.5. Duvar Yalıtım Kalınlığı

Yalıtım malzemesi olarak XPS uygun fiyatlı ve çok kullanılması sebebi ile seçilmiştir. Yalıtım kalınlığı olarak 1-15 cm aralığında seçilen taslak bina için Konya ve Bağdat illerinde çalışılmıştır. Aşağıda Ecotect programında taslak binanın çizimi verilmiştir.

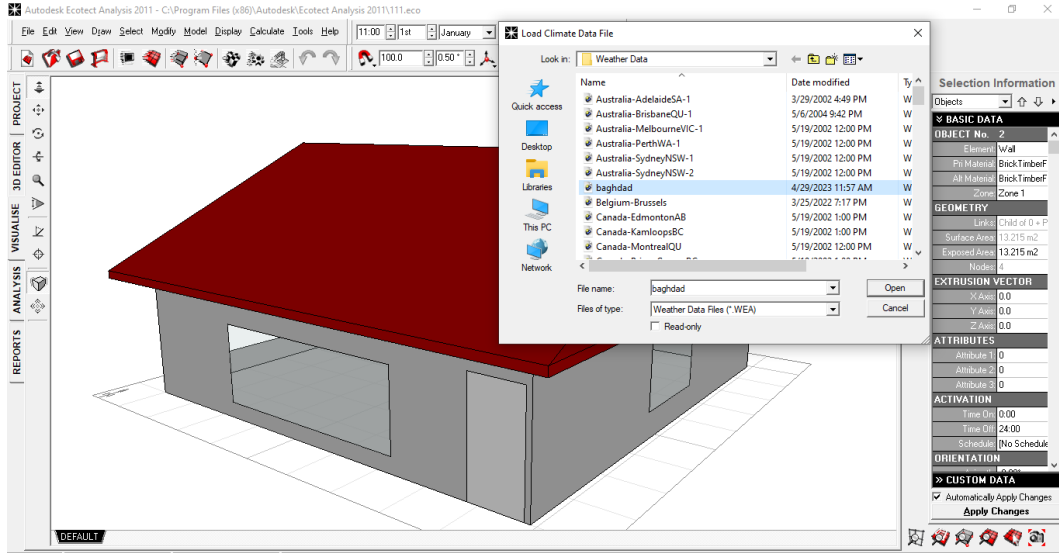


Şekil 3.15: Orijinal bina kabuğunun Ecotect programı ile çizimi

Taslak bina için enerji yük hesabı yapılacaktır. Bunun için Konya ve Bağdat ili için iklim dataları Ecotect Weather programı formatıyla yüklemiştik. Aşağıdaki Şekillerde bu datanın çekilmesi gösterilmektedir.

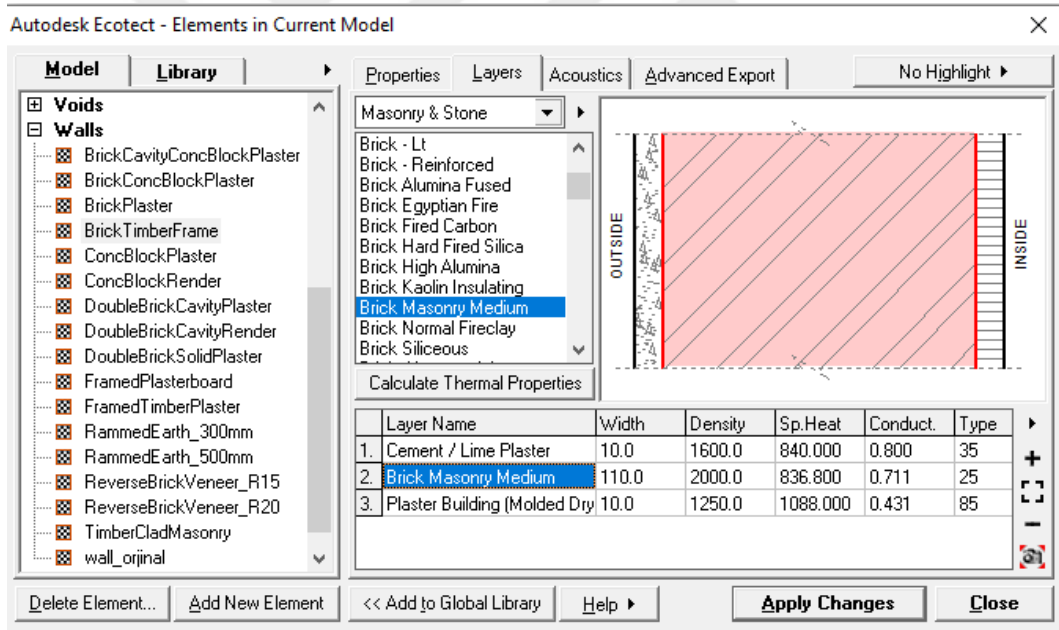


Şekil 3.16: Konya iklimi dosyası yükleme penceresi

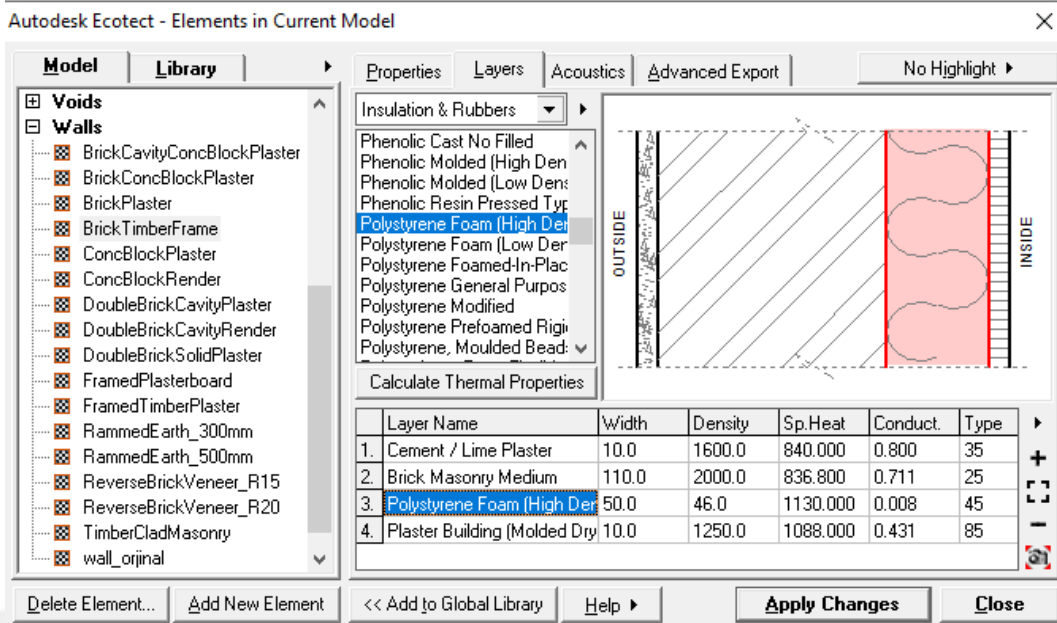


Şekil 3.17: Bağdat iklimi dosyası yükleme penceresi

İklim verileri uygun Şekil de çekildikten sonra duvar özellikler penceresinde yalıtım kalınlığı değiştirilerek parametrik çalışma yapılmıştır.

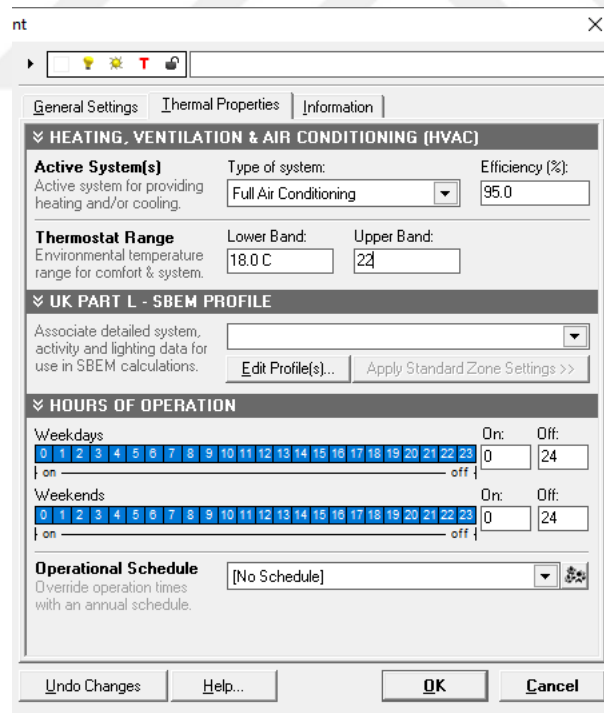


Şekil 3.18: Orijinal Duvarların Nesnelere

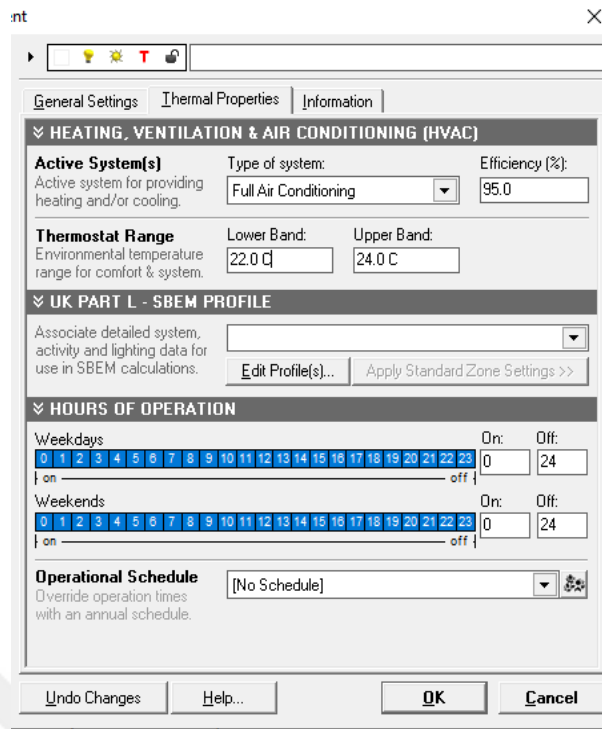


Şekil 3.19: Yalıtımlı duvarların katmanlarına örnek

Enerji analizine başlamadan önce seçilen şehirlere göre iklim konforu seçilmelidir. Konya şehri Bağdat şehrine göre daha soğuk bölgede olmasından dolayı klima ayarları (set point) 18-22 °C olarak seçilmiştir. Bağdat şehri için bu değer 22-24 °C seçilmiştir.



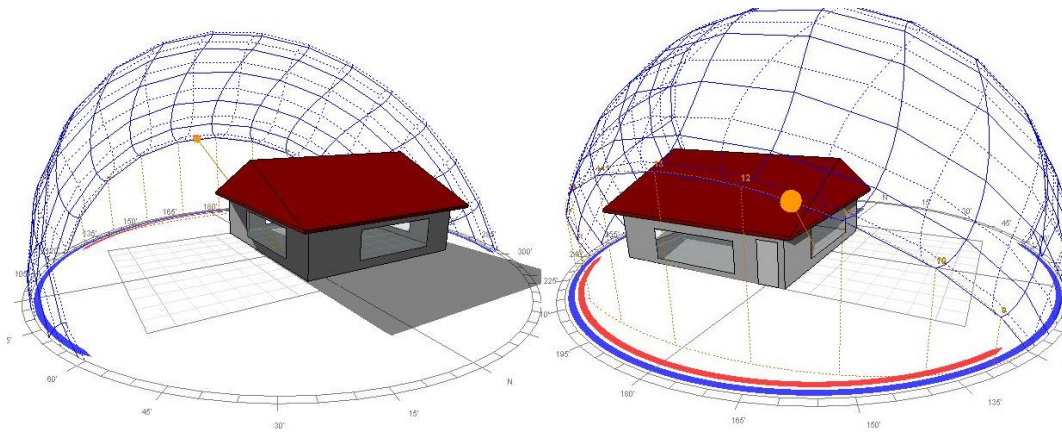
Şekil 3.20: Konya için iklim konforu ayarlama özelliği



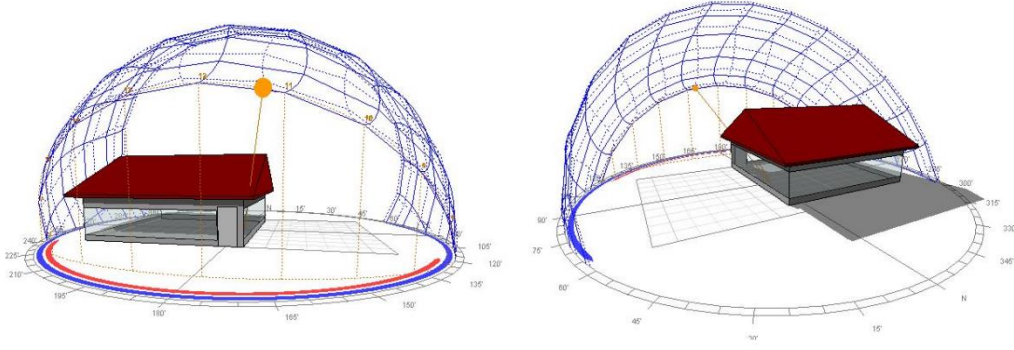
Şekil 3.21: Bağdat için iklim konforu ayarlama özelliği

3.2.6. Pencere-Duvar Oranı Analizi

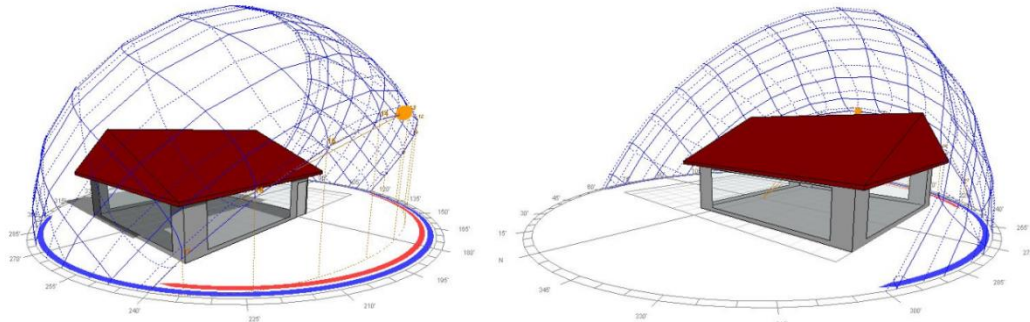
Bir diğer parametrik çalışma pencere-duvar analizidir. Bu analizler 25%-50%-75%-100% oranlarında Konya ve Bağdat şehirleri için yapılmıştır. Buradaki oran pencerenin duvara oranı olarak verilmiştir. Aşağıdaki görsellerde bu analiz Şekil sel olarak ifade edilmiştir.



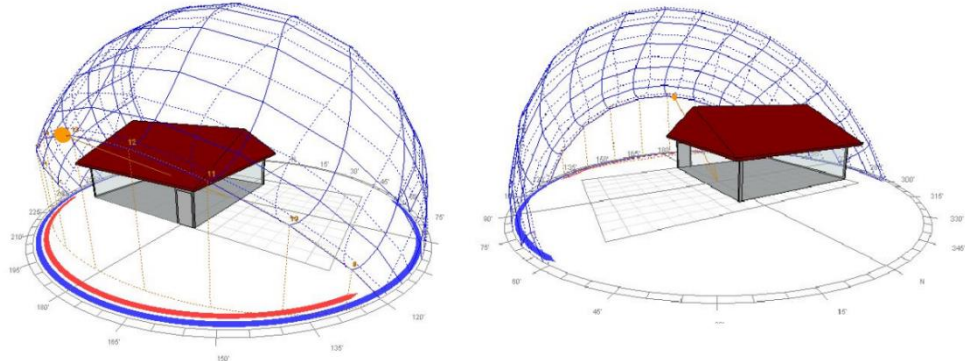
Şekil 3.22: %25 Pencere – Duvar oranı dört yön görseli



Şekil 3.23: %50 Pencere – Duvar oranı dört yön görseli



Şekil 3.24: %75 Pencere – Duvar oranı dört yön görseli



Şekil 3.25: %100 Pencere – Duvar oranı dört yön görseli

Yukardaki binanın cephesinde çizilen pencere-duvar oranlarının tam alanı ve ölçümlerini hesaplayarak alttaki denklemleri kullanıp, Çizelgede görülen değerler olarak optimizasyon denemeleri sırasında pencere çizimlerinde kullanılmıştır.

$$WWR = \frac{\text{Pencere alanı}}{\text{Duvar alanı}}$$

WWR = Duvar Pencere Oranı (Window Wall Ratio)

Çizelge 3.8: Pencere-Duvar oranları alan ve boyutları

YÖN	ALAN (m ²)	BOYUT (m)
Kuzey	$0.3 \times 889 \times 3 = 8.01$	5.34 x 1.5
Güney	$8.01 - 2 = 6.01$	4 x 1.5
Doğu	$0.5 \times 8.9 \times 3 = 13.35$	8.9 x 1.5
Batı	$0.1 \times 8.9 \times 3 = 2.67$	1.78 x 1.5

Güney cephesinde kapı bulunması nedeniyle güney pencere alanından hesaplamalarda tam eşitlik sağlanması için, oranı düşürerek alttaki Çizelgede görünen boyutlar kullanılmıştır.

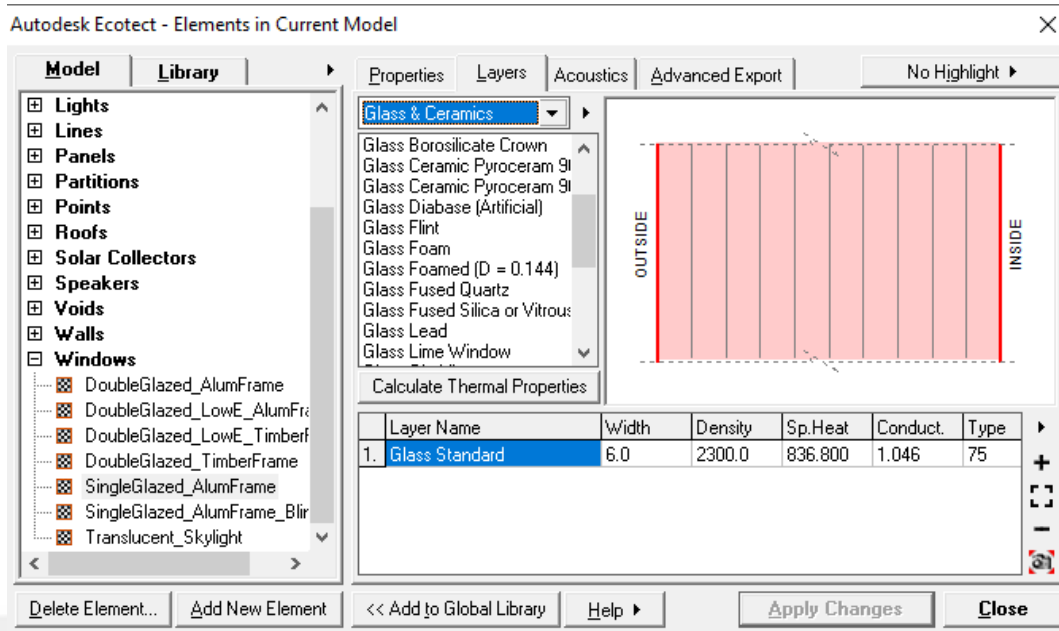
Çizelge 3.9: Güney cephe Pencere-Duvar oranları alan ve boyutları

WWR	ALAN	DİMİSİONS
25%	6.675	4.45 x 1.5m
50%	13.35	8.9 x 1.5m
75%	20.025	2.5 x 8.01
100%	26.7	3 x 8.9

Bağdat ve Konya ili için yalıtım kalınlığında kullanılan termal özellikler alınmıştır.

3.2.7. Cam Kalınlığı

Son parametrik çalışma cam kalınlığı üzerine yapılmış ve 2-4-6-8 mm cam kalınlıkları için analiz sonuçları elde edilmiştir. Aşağıda cam kalınlığı optimizasyon sürecinde kullanılan cam özelliği penceresi verilmiştir.



Şekil 3.26: Cam kalınlığı optimizasyon sürecinde kullanılan cam özelliği penceresi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

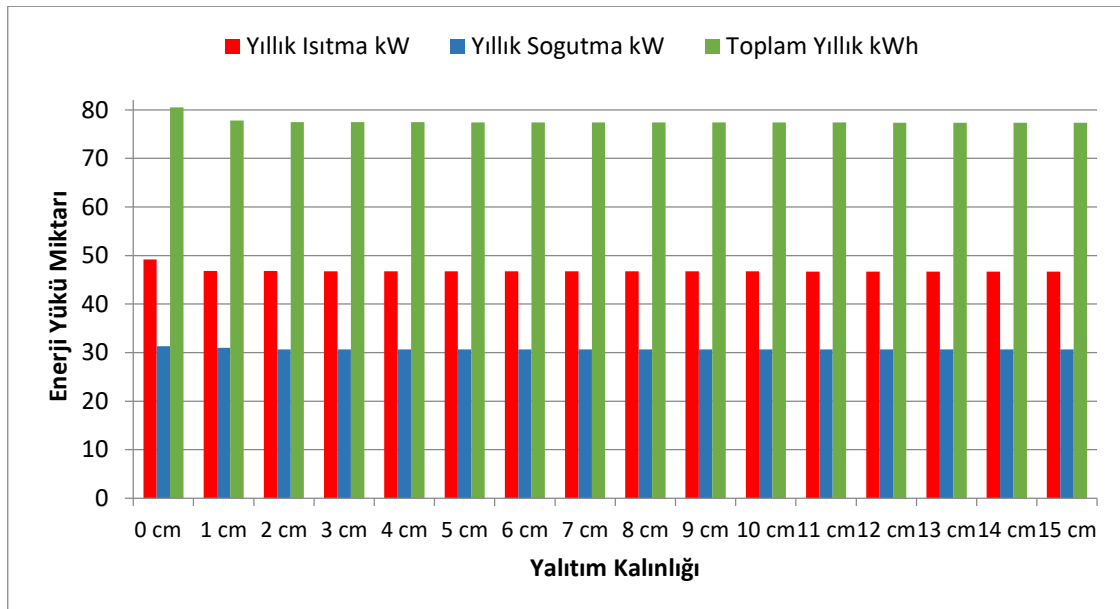
Bu bölümde yaptığımız denemelerden önce program seçmemiz için her üç programdan elde ettiğimiz sonuçları İzoder TS-825 (Türkiye Standart Kodu) ile tartıştıktan sonra optimizasyon sürecinde her parametre guruplarının sonuçlarını irdeleyip optimum hallerini bulmaya çalışılmıştır.

4.1. Duvar Yalıtım Kalınlığı Optimizasyonu

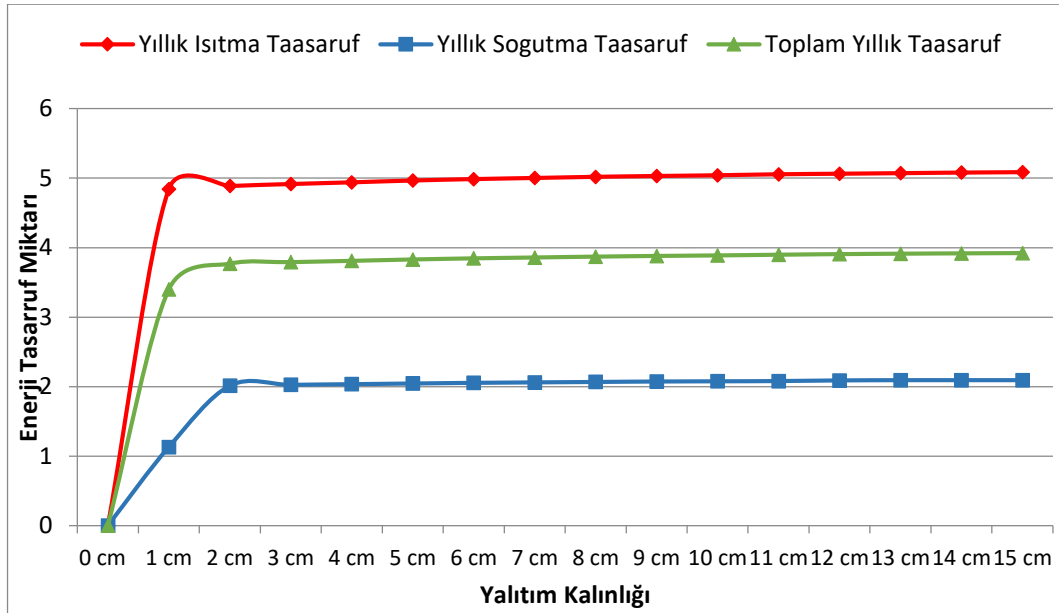
Örnek binada duvar malzemelerinde çok düşük veya asla kullanılmamış yalıtım haliyle yalıtım kalınlığı 1-15 cm arasında kullandığımız denemelerinde, tüm enerji iklimlendirme yükleri (ısıtma, soğutma ve toplam enerji) yalıtım artışıyla tasarruf artışı olduğunu görüldü.

Konya şehri ikliminde optimum yalıtım kalınlığı XPS yalıtımında (7-11) cm [kaynak] olduğu nedeniyle, yalıtım kalınlığı 11cm'yi aştıktan sonra ısıtma yükünde tasarruf artışında düşüş olduğunu görüldü. Soğutma yükünde ise yaklaşık sıfır ile iç içe 11cm yalıtım kalınlığından sonra olduğunu tespit edildi.

Toplam yıllık enerji tasarrufuna bakıldığında zaman 11cm yalıtımında %3.896 olarak görünen aynı ısıtma hali gibi 11cm yalıtımından yukarı düşük tasarruf olduğunu görüldü ve toplam (1-15) cm kullanım halinde yalıtımsız bina ile karşılaştırarak (3.398-3.920) % miktarında tasarruf değişmiştir.



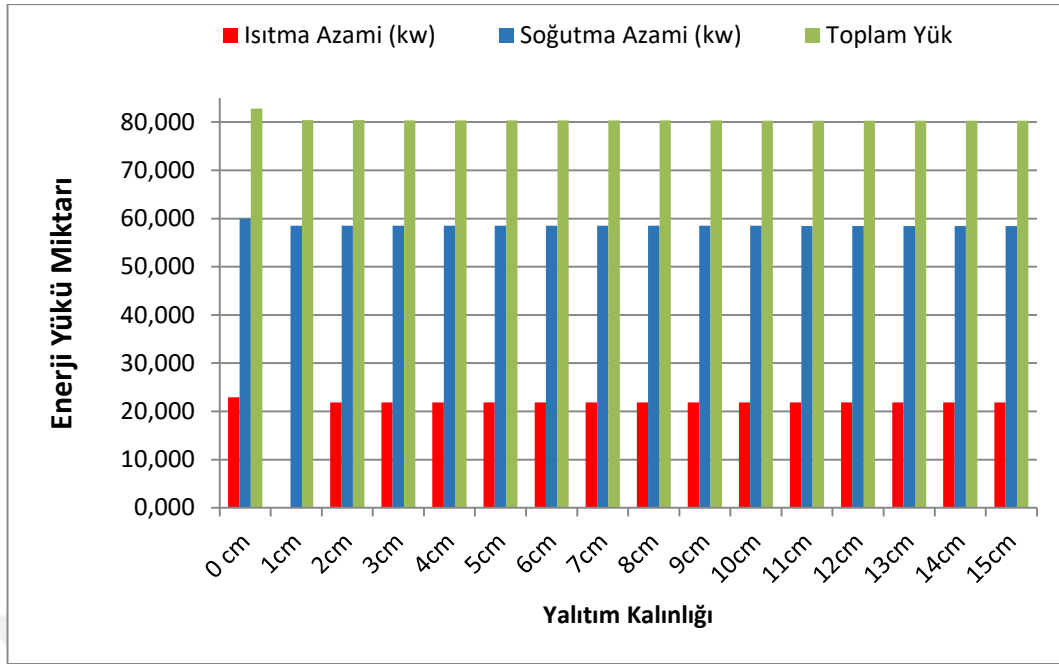
Şekil 4.1: Binanın duvarlarında yalıtım ile bina tarafından tüketilen enerji diagramı



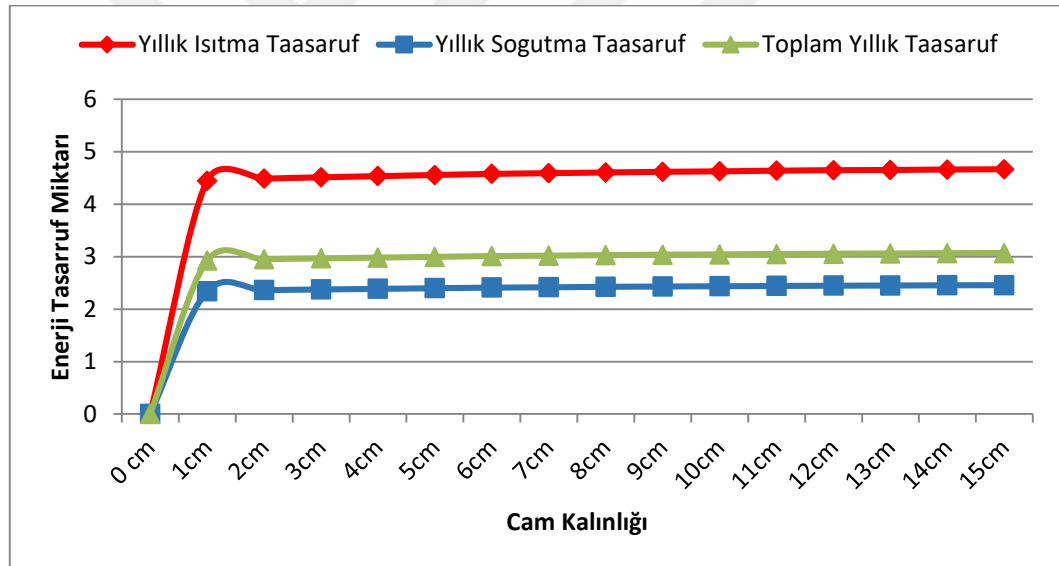
Şekil 4.2: Duvar yalıtımı kalınlığı artışıyla binada iklimlendirme enerjilerinde tasarruf oranı

Aynı denemeleri Irak-Bağdat şehrine göre analiz ettiğimizde, Bağdat şehrinin sıcak bir bölge olmasına rağmen ısıtma yükünde soğutma yüklerinden daha tasarruf elde edildiği görüldü. Bu sayede Bağdat'ta hesaplanan azami soğutma yükünün yaklaşık üç kat daha fazla olduğunu görerek, soğutma yükünde toplam tasarrufun % (2.34–2.45) olarak değiştiğini hesaplamamıza rağmen, ısıtma yükünden çok önemli olduğu anlaşıldı. Ancak Konya ikliminde soğutma yükünde tasarruf 11 cm kalınlıktan sonra sabit kalmasını gördüğümüzde, optimum kalınlık olduğunu değerlendirdiğimiz halde, Bağdat bölgesinde 13cm'den sonra soğutma ve ısıtma yüklerinde tasarrufun sabit olduğunu hesaplamış ve Bağdat'ta duvarların kalınlığının 13cm olduğunu anlaşıldı.

Diğer taraftan ısıtma yükünü Bağdat şehrinde düşük olmasına rağmen optimum kalınlıkta yaklaşık %4,65 olarak olduğunu da tespit edildi.



Şekil 4.3: Irak-Bağdat şehrinde duvar kalınlığı ile binada enerji tüketimleri miktarı



Şekil 4.4: Irak-Bağdat şehrinde yalıtım kalınlıkları halleri ile yalıtımsız binayla enerji tasarruflar miktarı

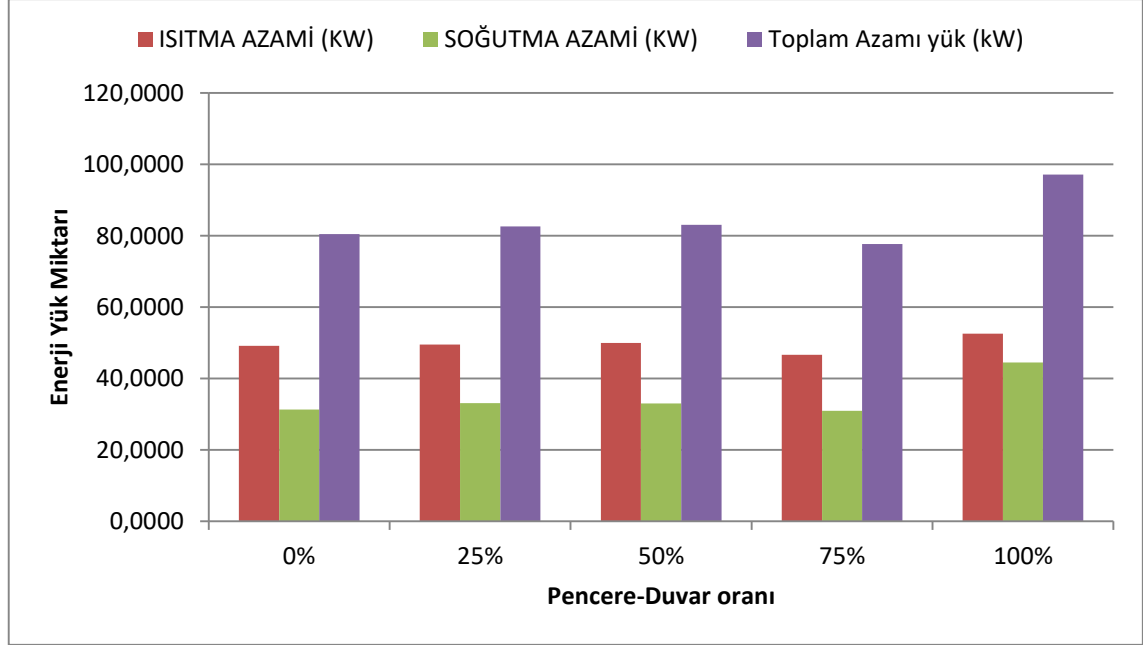
Son olarak Bağdat şehrinde toplam yıllık iklimlendirme enerji tasarrufuna bakıldığında, yalıtım kalınlığı (1-15) cm kullanıldıklarında % (2.92 – 3.067) arasında tasarruf görülmüştür.

4.2. Pencere-Duvar Oranı Miktarları Optimizasyonu.

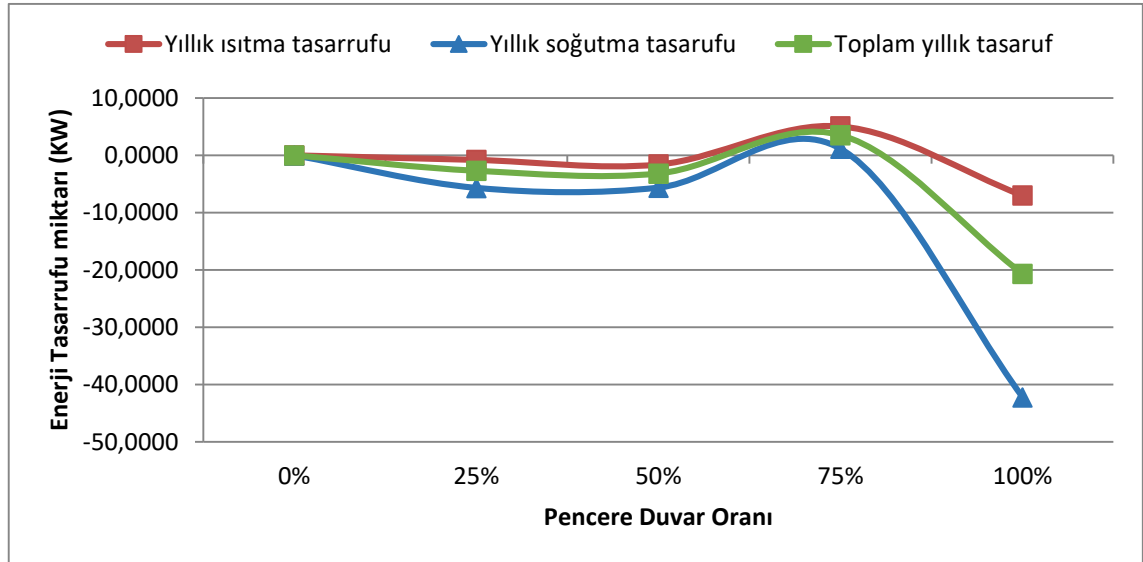
Alınan örnek bina kabuğunda 4 farklı pencere-duvar oranı (%25, %50, %75, %100) bulunurken, her dört cephe için aynı zamanda değiştirip Ecotect programı vasıtasıyla iklimlendirme yükleri hesaplandı. Konya şehrinde ısıtma yönünden en iyi

pencere duvar oranı %75 olarak %5.04 tasarruf sağlayıp, bu oranın Konya için en iyi pencere-duvar oranı olduğu tespit edildi.

Aynı zamanda Konya ikliminde soğutma yükünde ise en iyi olan %75 pencere duvar oranı %1.13 tasarruf sağlayarak toplam yıllık iklimlendirme yükünde %3.522 olarak elde edilmiştir.



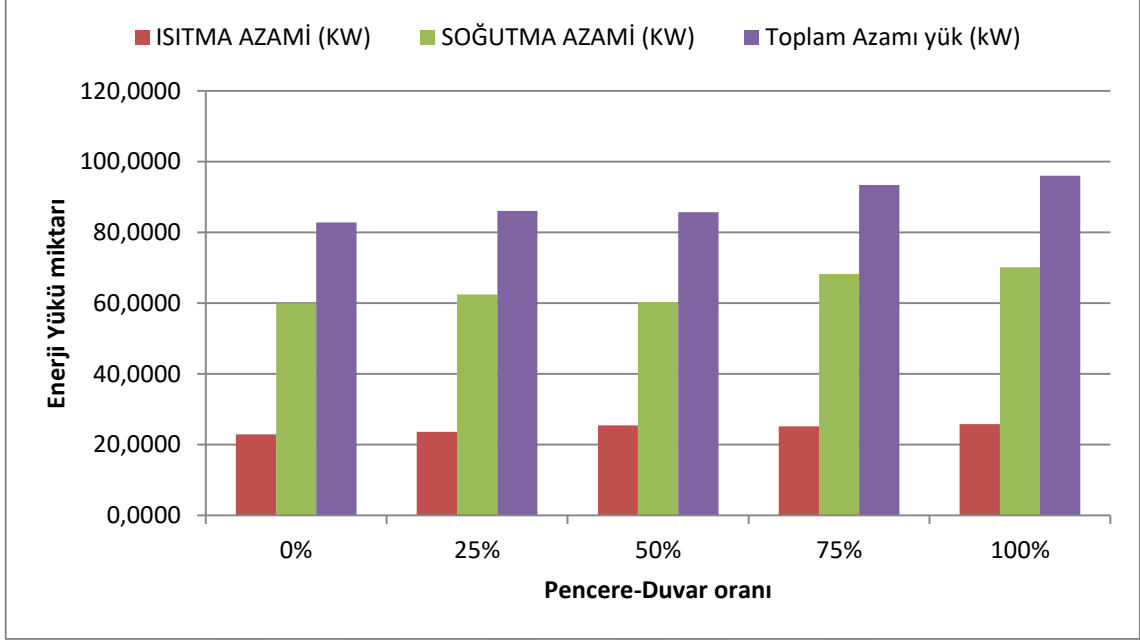
Şekil 4.5: Konya ikliminde 4 farklı kullanılan pencere-duvar oranlarında iklimlendirme yükleri enerji miktarlar



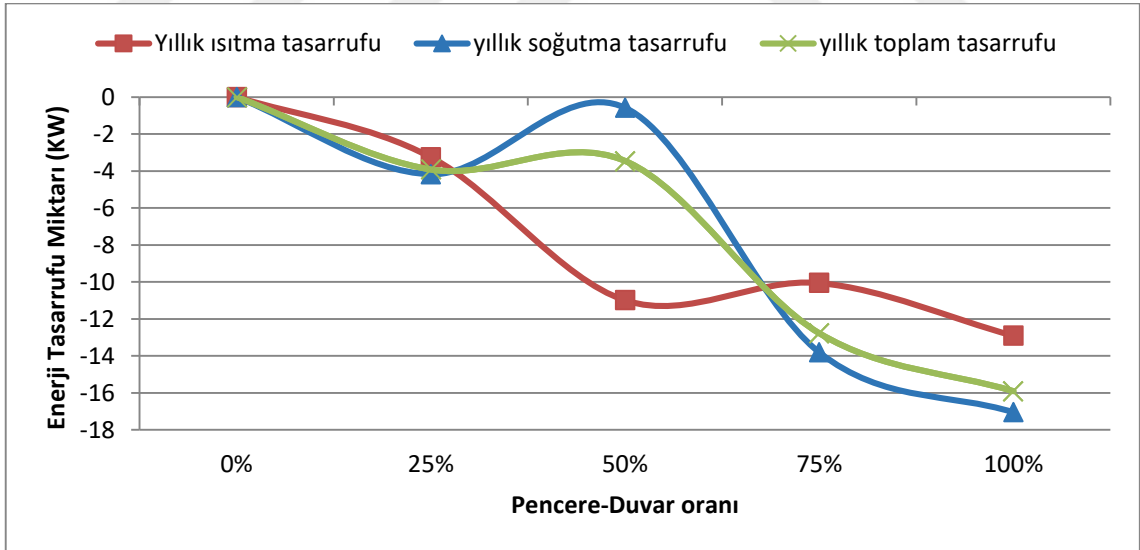
Şekil 4.6: Konya şehrinden kullanılan farklı pencere-duvar alanları oranlarıyla tasarruf ve enerji tüketim artışı tasarruf miktarı

Konya ikliminde analiz yapılan aynı pencere-duvar oranı (%25, %50, %75, %100) Bağdat şehri iklim dosyası ile analiz yaptığımızda, Bağdat bölgesinin sıcak olması nedeniyle azami tasarruf soğutma enerjisi yönünden pencere-duvar oranı artışıyla binada

harcanan ve tüketilen enerji miktarında artış görüldü. Böylelikle toplam enerji yönünden pencere-duvar oranını 100% pencere-duvar oranı ile karşılaştırarak, %50 oranını en iyi oran olarak hesaplandı.



Şekil 4.7: Irak-Bağdat ikliminde analiz yapılan farklı pencere-duvar oranı ile iklimlendirme yükleri enerji tüketimleri



Şekil 4.8: Bağdat ikliminde pencere duvar oranları ile harcanan enerji tüketiminin orijinal bina pencere duvar miktarı ile karşılaştırma

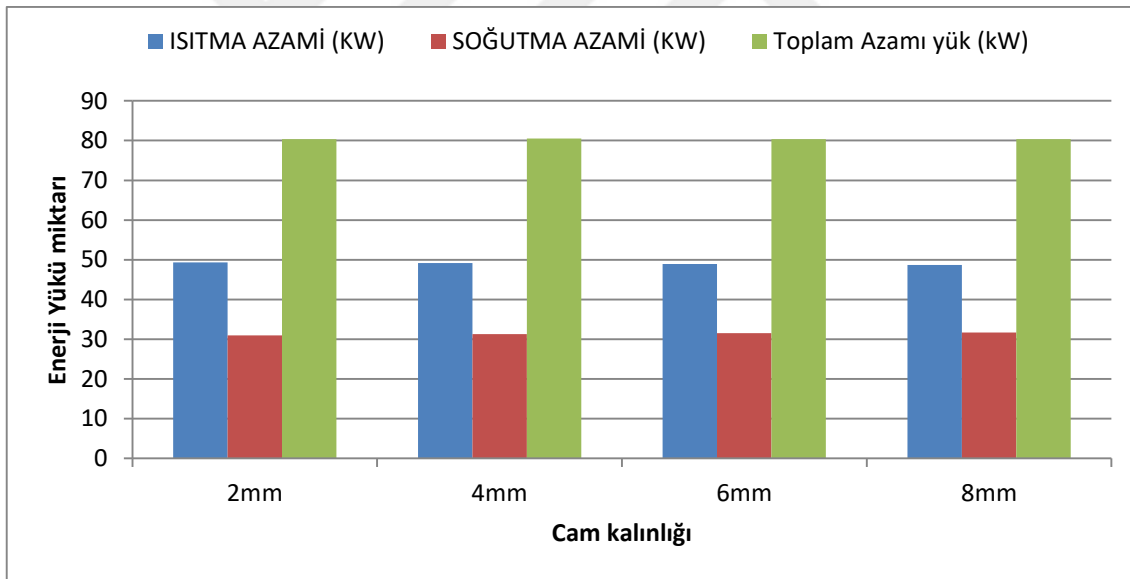
4.3. Cam Kalınlık Optimizasyonu

Konya ili için cam kalınlığı 2, 4, 6, ve 8mm için denenmiştir. Konya bölgesi, soğuk bir bölge olduğu ve yıllık ısıtma yükünün soğutma yükünden çok yüksek olduğu için, binanın orijinal camlarını 4mm'den 6 ve 8mm'ye kadar yükselttiğimiz zaman yıllık ısıtma tasarruf oranı 0.6 ve 1.034'e kadar yükselmiştir.

Diğer yanda soğutma yükü ise cam kalınlığı cam kalınlığını 4mm'den 6 ve 8mm'ye kadar yükselttiğimiz zaman binanın yıllık soğutma tasarrufunun düşüğünü görmüştük. Binanın soğutma için harcanan veya tüketilen soğutma iklimlendirme enerjisinin 0.55 ile 1.15'e kadar harcama oranı yükselmiştir. Ancak cam kalınlığını 4mm'den 2mm'ye düşürdüğümüzde yıllık soğutma tasarrufu %1'e kadar yükselmiştir.

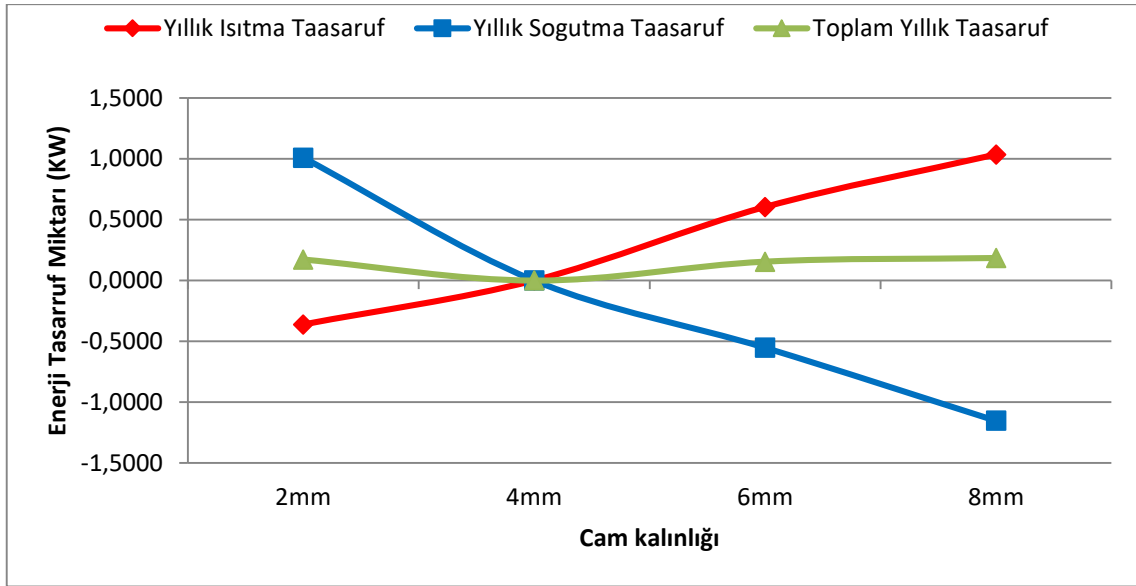
Çizelge 4.1: Konya şehri için cam kalınlığı ile enerji tüketimini ve tasarrufu

Kalınlık	ISITMA AZAMI (kW)	SOĞUTMA AZAMI (kW)	Toplam Azamı yük (kW)	Yıllık Isıtma Tasarruf	Yıllık Soğutma Tasarruf	Toplam Yıllık Tasarruf
2mm	49.374	30.998	80.3720	-0.3618	1.009133295	0.171407279
4mm	49.1960	31.3140	80.5100	0.0000	0	0
6mm	48.899	31.487	80.3860	0.6037	-0.552468544	0.154018134
8mm	48.687	31.675	80.3620	1.0346	-1.152838986	0.183828096



Şekil 4.9: Konya ikliminde cam kalınlığı ile enerji tüketim miktarı

Bunun yanı sıra, toplam yıllık tasarrufta ise binanın cam kalınlığı ne kadar yükselttilip büyürse o kadar toplam yıllık enerjisinde tasarruf sağlanmış ve maksimum %1,88'e kadar tasarruf elde edilebilmiştir.



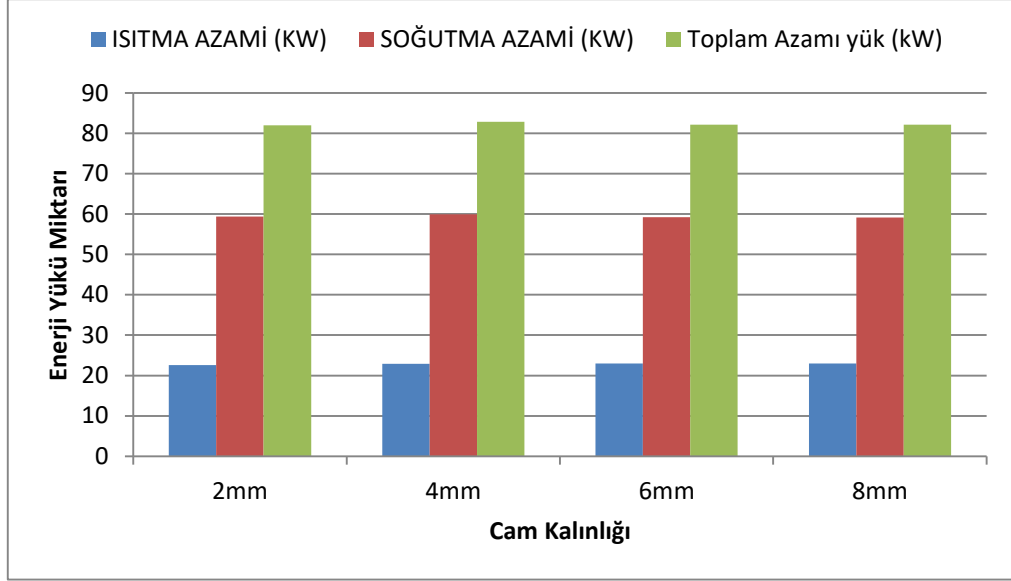
Şekil 4.10: Konya ikliminde cam kalınlığı ile enerji tasarrufu miktarı

Öte yandan Bağdat ikliminde aynı cam kalınlığı analizlerini yaptığımızda Bağdat bölgesinin sıcak bir bölge olduğundan soğutma yükü, ısıtma yükünden 2,5 veya 3 kat daha fazla olduğu için bizde genelde toplam soğutma tasarrufu veya en önemli tasarruf enerjilerden biri olarak gösteriliyor. Bağdat iklimine bakıldığında cam kalınlığını 4mm'den 6 ve 8mm'ye yükselttiğimiz zaman binada yıllık soğutma tasarrufunun %1,2 ve %1.344 oranlarına kadar arttığı görüldü.

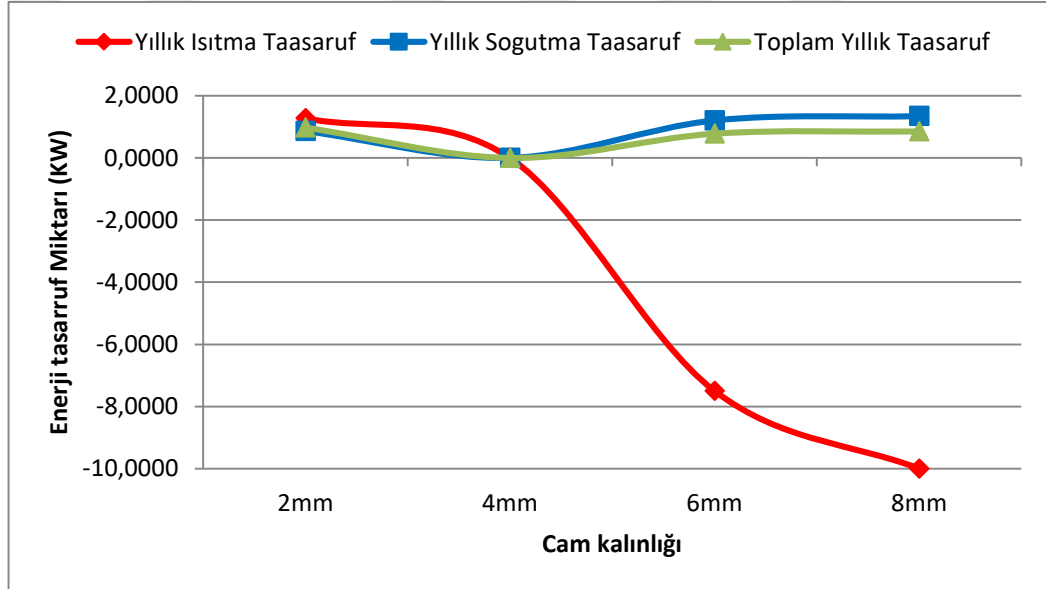
Çizelge 4.2: IRAK- BAĞDAT şehri için cam kalınlığı ile enerji tüketimini ve tasarrufu

Kalınlık	ISITMA AZAMI (kW)	SOĞUTMA AZAMI (kW)	Toplam Azami Yük (kW)	Yıllık Isıtma Tasarruf	Yıllık Soğutma Tasarruf	Toplam Yıllık Tasarruf
2mm	22,606	59,422	82,0280	1,2752	0,864197531	0,977812115
4mm	22,8980	59,9400	82,8380	0,0000	0	0
6mm	22,973	59,217	82,1900	-7,5000	1,206206206	0,782249692
8mm	22,998	59,134	82,1320	-10,0000	1,344678011	0,852265868

Ancak kalınlığı 4mm'den 2mm'ye düşürdüğümüzde, tasarruf miktarı biraz azalmıştır.



Şekil 4.11: Bağdat ikliminde cam kalınlığı ile enerji tüketim miktarı



Şekil 4.12: Bağdat ikliminde cam kalınlığı ile enerji tasarrufu miktarı

Bunun yanı sıra, yıllık soğutma tasarrufu açısından Irak'ta cam kalınlığının yükseltilmesine ters oranda ısıtma tasarrufunda düşüş yaşandığı görülmüştür. Toplam yıllık tasarrufta ise binanın cam kalınlığını ne kadar düşürürsek, o kadar toplam yıllık iklimlendirme enerjisinde tasarruf yüksekliği sağlanacağı anlaşılmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Türkiye, Konya ve Irak, iklimsel farklılıklara sahip bölgelerdir ve bu nedenle yapı inşaatlarında farklı parametreler önerilmektedir.

Konya'da, soğuk bir bölge olduğu düşünülerek duvar yalıtımı için 11 cm ile 15 cm arasında XPS (Ekstrüde Polistren) yalıtım kalınlığı önerilmektedir. Bu kalınlık, binaların iç mekanlarını soğuktan koruyarak enerji tasarrufu sağlamaya yardımcı olacaktır. Ayrıca, pencere-duvar oranının %75 olarak önerilmesi, pencerelerin oranının binaların duvarlarına göre daha az olması gerektiğini göstermektedir. Bu sayede daha az soğuk hava veya ısı binalara girecek ve iç mekân sıcaklığının daha kolay kontrol edilmesi sağlanacaktır. Cam kalınlığı olarak ise 8 mm tercih edilmiş, çünkü daha kalın camlar daha iyi bir yalıtım sağlayarak enerji verimliliğini artırabilir.

Öte yandan, Bağdat'ta sıcak bir bölge olduğu için duvar yalıtımı için 11 cm XPS yalıtım kalınlığı yeterli görülmektedir. Bu, dış sıcaklıkların iç mekanlara fazla etki etmeyeceği anlamına gelir. Pencere-duvar oranının %50 olarak önerilmesi, pencere alanlarının bina duvarlarına göre daha büyük olmaması gerektiğini gösterir. Bu Şekil de, dış sıcaklık daha az iç mekanlara geçecek ve iç mekanların serin tutulması kolaylaşacaktır. Ayrıca, cam kalınlığı olarak 2 mm önerilmiştir. Bu, daha ince camların sıcak iklimlerde daha uygun olabileceğini ve gereksiz ısı transferini engelleyebileceğini göstermektedir.

Her iki bölgede de yapılan öneriler, enerji tasarrufu ve iç mekân konforu açısından önemli bir rol oynar. İklim ve bölge şartlarına uygun yapılan bu tür uygulamalar, daha sürdürülebilir ve çevre dostu binaların inşasına katkı sağlar.

Aşağıda verilen Çizelgede Ecotect programında yapılan parametrik çalışmaların özeti Konya ve Bağdat illeri için verilmiştir.

Çizelge 5.1: Konya ve Bağdat İçin Tavsiye Edilen Parametre Ölçüleri

Bölge	Parametreler Tipi	Parametreler Ölçüleri	Tavsiye Edilen
Türkiye Konya	Duvar yalıtımı (XPS)	11-15 cm	Konya soğuk bölge olduğu için 11 cm olan yalıtım kalınlığı önerilmiştir
	Pencere-duvar oranı	0%,25%, 50%,75%,100%	75% pencere –duvar oranı olarak önerilmiştir
	Cam kalınlığı (adi cam)	2-4-6-8 mm	8 mm olan cam kalınlığı ideal görülmüştür
Irak Bağdat	Duvar yalıtımı (XPS)	11-15 cm	Bağdat sıcak bölge olduğu için 11 cm olan yalıtım kalınlığı önerilmiştir
	Pencere-duvar oranı	0%,25%, 50%,75%,100%	50% pencere –duvar oranı olarak önerilmiştir
	Cam kalınlığı (adi cam)	2-4-6-8 mm	2 mm olan cam kalınlığı ideal görülmüştür

5.2. Öneriler

Bu çalışma sonucunda, çalışmanın devam niteliğinde olacak ve literatüre daha fazla katkı sağlayacağı düşünülerek aşağıdaki öneriler sıralanmıştır:

1. Türkiye standardı TS-825 gibi Irak içinde binalarda bir standart simülasyonu tasarlanması.
2. İzoder TS-825 geri dönüşüm hesaplamalarında binanın pencere alanlarını hesaplamada göz ardı edilmesi nedeniyle, gelecek çalışmalarda bu programı geliştirip pencere detaylarını geri dönüşüm hesaplamalarına katarak güncellemek.
3. Aynı çalışmaya maliyet analizleri de eklenerek yapılan tasarrufların geri dönüş sürelerinin hesaplanması.

6. KAYNAKLAR

- Baştañođlu, E. (2017). Leed Yeşil Bina Sertifika Sistemi Uygulamalarının Değerlendirilmesi: Avrupa ve Türkiye. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Changyoon Ji, Taehoon Hong, Hakpyeong Kim, Seungkeun Yeom, (2022) “Effect of building energy efficiency certificate on reducing energy consumption of non-residential buildings in South Korea”, Energy and Buildings, Volume 255.
- Erdede, B. ve Bektaş, S. (2016). Sürdürülebilir Yeşil Binalar ve Sertifika Sistemlerinin Değerlendirilmesi. Uzaktan Algılama-CBS sempozyumu. İstanbul.
- Gazioğlu, A. (2012). Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Harcamalarını Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Gökçen, G. (2009). Konutlarda Enerji Performansı Standart Değerlendirme Metodu (Kep-Sdm) İçin Geliştirilen Enerji Sertifikalandırma Yazılımı Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi İzmir İleri teknoloji Enstitüsü. Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü. İzmir.
- Heravi, G. ve Qaemi, M. (2014). Energy performance of buildings: Theevaluation of design and construction measures concerning building energy efficiency in Iran. Energy and Buildings, 75, 456-464.
- Hoşgör, H. (2014). Yeşil Hastane Konsepti ve Türkiye Deneyimi. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi. 1(2), s.75-84.
- Karaca, Ö. (2011). İstanbul’da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Karagöz, S. (2014). Yeşil Bina Uygulamaları Bağlamında Çanakkale İli İçerisindeki Örnek Bir Konutun Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale.
- Kayın, Ö. (2019). Binalarda Enerji Modellemesi, Enerji Performans Analizi ve Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevre Dostu Yeşil Bina Uygulama Örneği Kapsamında Değerlendirilmesi, Tekirdaę Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdaę.
- Kıncay, O. (2018). http://www.yildiz.edu.tr/~okincay/dersnotu/Yesil_IBol_BINA.pdf, Erişim Tarihi: 09.10.2018.
- Küçükyalı, R. (2005). Enerji Ekonomisi. Isısan Çalışmaları No:351. İstanbul.
- Öz, B. (2015). Enerji Verimliliği Kriterlerine Göre Otel Tasarımı Ve Enerji Modellemesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Öztürk, A. (2015). Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemlerinin Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul.
- Rey-Hernández, J. M., Yousif, C., Gatt, D., Velasco-Gómez, E., San José-Alonso, J. ve Rey-Martínez, F. J. (2018). Modelling the long-term effect of climate change on a zero energy and carbon dioxide building through energy efficiency and renewables. *Energy and Buildings*, 174, 85-96.
- Said, F. (2017). Türkiye İçin En Uygun Yeşil Binalar Sertifikasyon Sistemini Belirlemeye Yönelik Analitik Hiyerarşi Süreci Tabanlı Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi. Çankaya Üniversitesi. İstanbul.
- Saka, İ. (2011). Sürdürülebilirlik Açısından İstanbul'da Bir Ofis Binasının Leed Sertifikalandırma Sistemi Kapsamında Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Mimarlık Anabilim Dalı. İstanbul.
- Sümer, E. (2013). Yeşil Bina Proje Yönetim Süreçleri ve Türkiye'de LEED ve BREEAM Uygulamalarında Proje Yönetimi Süreçlerine İlişkin Örnek Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Topçu, G. (2010). Türkiye'de Sertifikalı Yeşil Bina Uygulamasının Örnek Bir Bina Üzerinde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Türker, M. (2010). Yeşil Bina Derecelendirme Sistemleri: Türkiye Üzerine Değerlendirmeler ve Erzurum Alışveriş Merkezi Örneği – Türkiye'nin İlk Breeam Sertifikalı Yeşil Binası. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Wei Liao, Caifeng Wen, Yimo Luo, Jinqing Peng, Nianping Li, (2022) "Influence of different building transparent envelopes on energy consumption and thermal environment of radiant ceiling heating and cooling systems", *Energy and Buildings*, Volume 255.