

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI KABUĞUNUN DÜŞÜK MALİYETLİ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİNE
YÖNELİK BİR YAKLAŞIM – KAMU YAPISI ÖRNEĞİ**

AYSEL DENİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI FİZİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. GÜLAY ZORER GEDİK**

İSTANBUL, 2018

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI KABUĞUNUN DÜŞÜK MALİYETLİ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİNE
YÖNELİK BİR YAKLAŞIM - KAMU YAPISI ÖRNEĞİ**

Aysel DENİZ tarafından hazırlanan tez çalışması 02.05.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşe YÜĞRÜK AKDAĞ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, sıcak kuru iklim bölgesi için yapı kabuğunun ısıl performansa katkısının, kamu yapısı örneği üzerinden değerlendirilmesi amacı ile hazırlanmıştır.

Çalışmayı hazırladığım süre zarfında, tavsiyeleri ve yardımları için değerli hocam Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK'e ve bana her an destek olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Mayıs, 2018

Aysel DENİZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	5
BÖLÜM 2	
TÜRKİYE’DE KAMU YAPILARI.....	6
2.1 Kamu Yapıları	7
2.2 Adalet Yapıları	8
2.2.1 Adalet Yapılarının Tarihsel Gelişim Süreci	8
2.2.2 Adalet Yapılarının Tasarım ve Uygulama Süreci	9
2.3 Adalet Yapılarında Enerji Etkin Yaklaşımın Önemi.....	14
BÖLÜM 3	
ENERJİ ETKİN YAPI.....	16
3.1 Enerji Etkin Yapı Tasarımında Etkili Olan Parametreler	17
3.1.1 Kullanıcıya İlişkin Parametreler	18
3.1.1.1 Fizyolojik Değişkenler	18
3.1.1.2 Niteliğe ve Duruma İlişkin Değişkenler	18
3.1.2 Çevreye İlişkin Parametreler	19
3.1.2.1 İklimsel Faktörler.....	20

3.1.2.2	Coğrafi Faktörler	22
3.1.3	Yapıya İlişkin Veriler.....	23
3.1.3.1	Yapının Konumu	24
3.1.3.2	Yapının Diğer Yapılarla İlişkisi.....	25
3.1.3.3	Yapının Yönlendirilmesi.....	26
3.1.3.4	Yapının Biçimi	27
3.1.3.5	Yapı Fonksiyonu ve Mekan Organizasyonu.....	28
3.1.3.6	Doğal Havalandırma	29
3.1.3.7	Güneş Kontrolü	30
3.1.3.8	Yapı Kabuğu.....	31
3.2	Türkiye’de Enerji Etkin Yapı Tasarımı Üzerine Yasa ve Yönetmelikler.....	35
3.2.1	Enerji Verimliliği Kanunu	36
3.2.2	Isı Yalıtımı Yönetmeliği	37
3.2.3	Enerji Kimlik Belgesi.....	38
BÖLÜM 4		
YAPI KABUĞUNUN DÜŞÜK MALİYETLİ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM VE UYGULAMASI.....		42
4.1	Yapıya İlişkin Verilerin Elde Edilmesi.....	44
4.1.1	Coğrafi Veriler	44
4.1.2	İklim Verileri.....	45
4.1.3	Yapısal Veriler	46
4.1.3.1	Yapının Konumu ve Yönlendirilişi.....	47
4.1.3.2	Yapının Formu ve Mekan Organizasyonu	47
4.1.3.3	Yapı Kabuğunun Optik ve Termofiziksel Özellikleri.....	48
4.2	Yapının Enerji Tüketiminin Belirlenmesi	50
4.2.1	Yapının Enerji Simülasyonu	50
4.2.2	Yapının Enerji Kimlik Sınıfının Belirlenmesi	54
4.3	Adliye Yapısının Enerji Etkin İyileştirilmesi için Alternatif Senaryolar Geliştirilmesi ve Yapının Enerji Yüklerinin Hesaplanması	57
4.3.1	SENARYO 1 (S1): Opak Bileşenlerde Yapılan İyileştirme	58
4.3.2	SENARYO 2 (S2): S1 + Saydam Bileşenlerde Yapılan İyileştirme	63
4.3.3	SENARYO 3 (S3): S1 + S2 + Güneş Kontrolü	68
4.3.4	Alternatif Senaryoların Kimlik Sınıflarının Değerlendirilmesi.....	71
BÖLÜM 5		
SONUÇ VE ÖNERİLER		73
KAYNAKLAR		78
EK-A		
REFERANS YAPI KAT PLANLARI - KESİT.....		83
EK-B		
DESIGN BUILDER PROGRAMINDA MODELLENEN MEKAN BÖLÜMLENMESİ.....		87

EK-C

DESIGN BUILDER PROGRAMINDA YAPILAN KABULLER	88
C-1 Çalışma Saatlerine Göre Kullanıcı Yoğunluğu	88
C-2 Ofis Ekipmanı Enerji Tüketimi.....	89

EK-D

BİRİM FİYAT LİSTESİ.....	90
--------------------------	----

EK-E

GÜNEŞ KIRICI ELEMANLAR.....	92
ÖZGEÇMİŞ	94



KISALTMA LİSTESİ

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CSB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
ISO	International Organization of Standardization
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TS 825	Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1 Adliye sarayı işleyiş şeması [18]	11
Şekil 2. 2 Türkiye birincil enerji tüketimi talebinde dışa bağımlılık [27]	14
Şekil 2. 3 2015 yılı toplam nihai enerji tüketimi sektörel dağılım [27].....	15
Şekil 3. 1 Alan enerji ihtiyacı ile yapı maliyet ilişkisi [29]	157
Şekil 3. 2 Türkiye iklim bölgeleri [34]	20
Şekil 3. 3 İklim bölgelerine göre önerilen yapı konumlandırması [10].....	24
Şekil 3. 4 Gölgenin istendiği (a) ve istenmediği (b) durumlar için yapı aralıkları [7]...	25
Şekil 3. 5 İklim bölgelerine göre biçim oranları [45]	27
Şekil 3. 6 Farklı açıklıklarda meydana gelen hava akışları [46].....	29
Şekil 3. 7 Güneş kontrol sistemlerine ilişkin örnekler [48].....	31
Şekil 3. 8 Dünyada binalarda enerji verimliliği mevzuat gelişimi [53].....	36
Şekil 3. 9 Türkiye’de başlıca enerji verimliliği düzenlemeleri [2]	37
Şekil 3. 10 Enerji kimlik belgesi akış diyagramı[58]	39
Şekil 4. 1 Yaklaşımın akış şeması	43
Şekil 4. 2 Gaziantep ilinin konumu [59].....	44
Şekil 4. 3 Gaziantep rüzgar yönü [62].....	46
Şekil 4. 4 Bölge Adliye Mahkeme Binası yakın çevre uydu görüntüsü [63]	46
Şekil 4. 5 Yapının arazi içerisindeki konumu ve yönelişi	47
Şekil 4. 6 Bölge Adliye Mahkeme Binası perspektif	48
Şekil 4. 7 Adliye yapısının simülasyon için modellenmesi.....	50
Şekil 4. 8 Adliye yapısı 3.kat iç mekan bölgeleri.....	51
Şekil 4. 9 Referans(mevcut) yapının aylık ısıtma soğutma enerji yükleri.....	54
Şekil 4. 10 Referans(mevcut) yapının birim alana düşen enerji yükleri.....	54
Şekil 4. 11 Yapı kabuğu iyileştirme çalışmaları akış diyagramı.....	58
Şekil 4. 12 Yapım maliyeti tasarruf miktarı ile yıllara göre enerji tasarruf miktarının karşılaştırılması	67
Şekil 4. 13 Güneş kırıcı alternatifleri	68
Şekil 4. 14 Güneş kontrol elemanlarının geri dönüş sürelerinin kıyaslanması	70
Şekil 4. 15 Yapı kabuğu alternatiflerine göre m ² başına düşen birincil enerji	71
Şekil 4. 16 Yapı kabuğu alternatifleri nihai enerji tüketimine göre sera gazı	72
Şekil 5. 1 Yapı kabuğu alternatiflerinin yapım maliyeti-enerji harcaması ilişkisi	75
Şekil A. 1 Bölge Adliye Mahkemesi kesit.....	83
Şekil A. 2 Bölge Adliye Mahkemesi zemin kat planı	84

Şekil A. 3	Bölge Adliye Mahkemesi 3.kat planı	85
Şekil A. 4	Bölge Adliye Mahkemesi 7.kat planı	86
Şekil B. 1	Referans yapının programda modellenen mekan bölümlenmesi	87
Şekil E. 1	Düşey güneş kırıcı (GK1).....	92
Şekil E. 2	Yatay güneş kırıcı (GK2).....	93
Şekil E. 3	Jaluzi güneş kırıcı (GK4).....	93



ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3. 1	Enerji etkin yapı tasarımında etkili olan parametreler 17
Çizelge 3. 2	Belirli aktivite türleri için metabolizma düzeyleri [31]..... 19
Çizelge 3. 3	Gıysilerin toplam ısı geçirme direnci [31] 19
Çizelge 3. 4	Farklı iklim bölgelerine göre uygun yapı yönlendirmeleri [36] 26
Çizelge 3. 5	TS 825'e göre ısı geçirme katsayısı sınır değerler [5] 33
Çizelge 3. 6	Birincil enerjiye göre referans göstergesi - RG[56] 40
Çizelge 3. 7	Sera Gazı Referans Göstergesi - SRG[56] 40
Çizelge 3. 8	Birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı - EP ve nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı - SEG[] 41
Çizelge 4. 1	Gaziantep ilinin aylık ortalama sıcaklık ve yağış durumu [60] 45
Çizelge 4. 2	Bölge Adliye Mahkeme Binası yapı kabuğu saydam bileşen özellikleri .. 49
Çizelge 4. 3	Bölge Adliye Mahkeme Binası yapı kabuğu opak bileşen özellikleri..... 49
Çizelge 4. 4	İklimlendirme sistemine ilişkin kabuller..... 53
Çizelge 4. 5	Referans yapının birim alana düşen enerji yükleri..... 55
Çizelge 4. 6	Birincil enerji ve sera gazları emisyonu dönüşüm katsayıları[58] 55
Çizelge 4. 7	Birincil enerji cinsinden enerji performansı göstergesi 56
Çizelge 4. 8	Nihai enerji tüketimine göre sera gazları emisyonu göstergesi..... 57
Çizelge 4. 9	Opak bileşen alternatif malzeme listesi 58
Çizelge 4. 10	Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri 59
Çizelge 4. 11	Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizleri..... 61
Çizelge 4. 12	R01'e göre yapı kabuğu alternatiflerinin değerlendirilmesi 62
Çizelge 4. 13	Saydam bileşen alternatif malzeme listesi 63
Çizelge 4. 14	Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri 64
Çizelge 4. 15	Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizleri..... 65
Çizelge 4. 16	R01'e göre saydam bileşen alternatiflerinin değerlendirilmesi..... 66
Çizelge 4. 17	Güneş kırıcı eleman alternatiflerinin enerji tüketimleri 69
Çizelge 5. 1	Yapı Kabuğu alternatiflerinin yapım maliyeti-enerji harcaması ilişkisi ... 76
Çizelge C. 1	Çalışma günleri ve saatleri 88
Çizelge C. 2	Bilgisayar enerji tüketim hesabı 89
Çizelge D. 1	Birim fiyat listesi 90

YAPI KABUĞUNUN DÜŞÜK MALİYETLİ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM - KAMU YAPISI ÖRNEĞİ

Aysel DENİZ

Mimarlık Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Endüstri devrimi ile birlikte değişen yaşam koşulları kentleşme sürecini de etkileyerek enerjiye olan ihtiyacı hızla arttırmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, dünya genelinde tüketilen enerjinin büyük kısmının yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklandığı bilinmektedir. İhtiyaç duyulan bu enerjinin fosil enerji kaynaklarından karşılanmaya çalışılması ise, kaynakların günden güne tüketilmesine ve çevreye verilen zararın hızla artarak ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde enerji tüketiminin azaltılarak, ülke ekonomisinin kalkınması ve çevre korunumunun sağlanması için mimari tasarım ve uygulama süreçlerinin yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, kullanıcıların konfor koşullarından ödün vermeden yıllık enerji tüketiminin azaltılması, yapı kabuğu tasarım parametreleri kapsamında değerlendirilmiştir. Tasarlanan farklı yapı kabuğu önerilerinin ısı performansları belirlenerek ilk yatırım maliyetleri ve yıllık enerji tüketim maliyetleri arasındaki ilişki irdelenmiştir.

Tez çalışması 5 bölüm halinde ele alınmıştır.

İlk bölümde, literatür taraması yapılarak bu konuda daha önce yapılmış çalışmalardan ve yararlanılan kaynaklardan bahsedilmiştir. Ardından, tezin amacı ve çalışma sonucunda beklenenler aktarılmıştır.

İkinci bölümde, bu tez kapsamında değerlendirilen kamu yapılarının tarihsel ve mimari gelişimi incelenerek enerji etkin yapı tasarımı da kamu yapılarının önemine değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, enerji etkin yapı tasarımı da etkili olan parametreler sınıflandırılarak iklim bölgesi özelliklerine göre bu parametrelerin nasıl değerlendirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Ayrıca ülkemizde enerji etkin yapı tasarımı üzerine geliştirilen bazı yönetmelikler ve standartlara yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, sıcak iklim bölgesinde seçilen referans adliye yapısının uygulama çalışması yapılmıştır. Referans yapının Design Builder enerji simülasyon programında modellemesi yapılarak aylık ve yıllık enerji tüketimleri hesaplanmış ardından enerji etkin yapı tasarımı kapsamında yapı kabuğu alternatifleri oluşturulmuştur. Geliştirilen yapı kabuğu alternatifleri için ilk yatırım maliyetleri, yıllık enerji tüketim maliyetleri ve enerji kimlik sınıfları hesaplanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Sonuç bölümü olan beşinci bölümde, çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilerek gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji Etkin Yapı Tasarımı, Yapı Kabuğu Isıl Performansı, Kamu Yapısı, Gaziantep

ABSTRACT

AN APPROACH TO THE LOW-COST AND ENERGY EFFICIENT IMPROVEMENT OF BUILDING ENVELOPE - A CASE STUDY IN PUBLIC BUILDING

Aysel DENİZ

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Gülay ZORER GEDİK

The changing living conditions along with the industrial revolution have rapidly increased the urbanization process as well as energy consumption. As a result of the investigations made, it is known that the vast majority of the energy consumed in the world is due to the result of the activities related to the buildings. Trying to meet this energy source from consumable energy sources consumes energy sources from day to day. The rapid increase in environmental damage due to fossil fuel consumption threatens the ecological balance. Also, the energy demand of countries whose economies and population increase rapidly such as Turkey grow rapidly. Therefore, in order to reduce dependency on foreign countries, it is necessary to reduce energy consumption and to increase productivity. At this point, it is important to re-evaluate and implement the country's economy, the architectural design for environmental protection and the application processes.

In this research, the reduction of annual energy consumption without compromising the comfort conditions of users is evaluated by building envelope design parameters. The relationship between initial investment costs and annual energy consumption costs is evaluated by determining the thermal performances of designed different building envelope suggestions.

This thesis is divided into 5 parts.

In the first part, the previous studies and beneficial sources about this subject are mentioned by conducting the literature review. Then, the aim of the thesis and the expected results at the end of study are presented.

In the second part, the importance of public buildings in the design of energy efficient buildings is analyzed by the historical and architectural development of the public buildings evaluated in the scope of this thesis.

In the third part, by classifying parameter effective in energy efficient building design it is explained how these parameters should be evaluated according to the climate condition characteristics. In addition, some regulations and standards developed on energy efficient building design in our country are included.

In the fourth chapter, the application of the selected reference court building in the hot climate region was carried out. Monthly and yearly energy consumption are calculated by modeling the reference building in the Design Builder simulation program, then building shell alternatives are formed within the scope of energy efficient building design. The initial investment costs, the annual energy consumption costs and energy identity classes for the developed building shell alternatives were calculated and the results are compared.

In the fifth conclusion section, the suggestions for future studies are presented by evaluating the findings obtained in the study.

Keywords: Energy Efficient Building Design, Thermal Performance of Building Envelope, Public Buildings, Gaziantep

1.1 Literatür Özeti

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak sanayileşme ve kentleşme olgularının ivme kazanması, bunlarla beraber dünya nüfusunun artışı ve küreselleşme enerjeye olan ihtiyacı hızla arttırmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük ölçüde fosil kökenli kaynaklardan karşılanıyor olması ve bu kaynakların tükenebilir olması ise enerji ve enerji korunumunun önemini gündeme getirmektedir. Enerji üzerine; yakıtların daha verimli sistemlerde kullanılması, enerji ihtiyacının azaltılması, enerji tasarrufu gibi enerji kaynaklarının tüketimine ilişkin ve iklim değişikliğini önlemek, farkındalığın artırılmasını gibi ekolojik çevreye ilişkin farklı değerlendirmeler yapılmaktadır [1]. Bu kapsamda, yapı tasarım parametrelerinin enerji korunumu üzerindeki etkileri değerlendirilmelidir.

Bu çalışmaya başlanırken; enerji etkin yapı tasarım parametreleri, enerji tüketiminin azaltmasına yönelik yapı yaklaşımları, yapı kabuğu bileşenlerinin yıllık enerji tüketimi üzerindeki etkileri, yapı kabuğunda kullanılan cam ve yalıtım malzemeleri ve yapıların toplam maliyet ve yıllık enerji harcamaları üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Türkiye, dünyanın 17. Avrupa'nın ise 6. büyük ekonomisine sahiptir. Büyüyen ekonomisi ve artan nüfusu ile birlikte Türkiye'deki enerji talebi hızlı bir şekilde artmaktadır. 2012 yılı itibariyle enerji ihtiyacının büyük kısmı ithal enerji kaynaklarından karşılanan Türkiye ekonomisinin, birincil enerji tüketiminin yüzde 90'ı fosil yakıt kaynaklıdır. Önümüzdeki yıllarda Türkiye'nin ekonomik kalkınma sürecinin devam edeceği dolayısıyla dışarıya olan enerji bağımlılığının hızla artacağı öngörülmektedir. Bu nedenle yüksek düzeydeki enerji bağımlılığından kaynaklanan risklerin önlenmesi ve sürdürülebilir bir enerji modelinin

geliştirilebilmesi adına fosil yakıt tüketiminin azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması gibi yenilikçi bir enerji politikası yürütülmelidir [2].

International Energy Agency'nin 2016 yılında yayınladığı rapora göre dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık %50'sinden yapılar sorumludur [3]. Ülkemizde ise sanayi sektöründen sonra en çok enerji harcayan sektör %33'lük pay ile yapı sektörüdür. Harcanan bu enerjinin büyük bir kısmı konut ve ticari yapılarda kullanıcıların iklimsel ve görsel konforunu sağlamak üzere mekânların ısıtılması, iklimlendirilmesi ve aydınlatılmasına harcanmaktadır. Bu nedenlerle yapıların yapım, bakım, yıkım ve özellikle kullanım aşamalarında enerjinin korunumu adına enerji etkin yapı tasarımı büyük önem taşımaktadır [4].

Dünya genelinde yapı sektöründe enerjinin verimli kullanımı için çeşitli yasalar ve yönetmelikler çıkarılmaktadır. Ülkemizde bu amaçla "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik mevcut ve yeni binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını, enerji israfının önlenmesini ve çevrenin korunmasını amaçlamakla birlikte mevcut ve yeni binalar için enerji kimlik belgesinin düzenlemesini zorunlu kılmaktadır. Bu yönetmeliğe bağlı olarak çıkarılan TS 825 "Binalara Isı Yalıtımı Standardı" ile opak ve saydam yapı bileşenlerinin iklim bölgelerine göre sağlaması gereken toplam ısı geçirgenlik katsayısı belirlenmiştir. Ancak bu yasa ve yönetmeliklerde verilen genel değerlere bağlı kalınarak tasarlanan yapıların enerji performansının sınırlı kalabileceğinden dolayı kapsamlı bir çalışma ile yapıların enerji etkinliği değerlendirilmelidir [5].

Yıllık enerji harcamalarında yapı kabuğu bileşenlerinin etkisini değerlendiren bir yüksek lisans tezinde, farklı enerji hesaplama yöntemleri kullanarak yapı kabuğunun ısı depolama kapasitesi karşılaştırılmıştır. Çalışmada aynı ısı geçirgenlik katsayısına sahip farklı bileşenlerle oluşturulmuş yapı kabuğu kesitlerinin, ülkemizde yürürlükte olan TS 825' te belirtildiği gibi aynı yıllık enerji yükünü vermediği, özellikle de sıcak iklim bölgelerinde dikkate değer farklar olduğunun altı çizilmektedir [6].

Enerji etkin yapı tasarımı ele alan bir yüksek lisans tezinde, tasarım parametrelerinin özellikle ısıtma yükleri üzerindeki rolü referans bir yapı üzerinden analiz edilmiştir.

Çalışmada ilk olarak enerji etkin tasarım parametreleri sıralanmış ardından dünyada ve Türkiye’de yapılarda enerjinin korunumunu destekleyen yönetmelikler, standartlar ve sertifika sistemleri tanıtılmıştır. Çalışma kapsamında referans olarak seçilen yapının mevcut koşulları değerlendirilerek pasif tasarım kriterlerine bağlı alternatifler geliştirilmiştir. Sonuçlar kıyaslandığında yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin değiştirilmesinin ısıtma yükünde oldukça olumlu sonuçlar oluşturduğu görülmüştür. Son olarak çalışma kapsamında enerji tüketimleri yeşil bina değerlendirme sistemine göre değerlendirilen yapı alternatifleri göstermektedir ki, ilkim verileri enerji kazanımları üzerinde farklı oranlarda etki etmektedir. Bu nedenle her iklim bölgesi için veriler ayrı ayrı değerlendirilerek tasarım parametrelerinin uygulanması gerektiği vurgulanmıştır [7].

Şerefhanoglu Sözen, 1981 yılında tamamladığı çalışmasında, yapı kabuğunun iç mekân ile dış mekânı ayırarak kişilere uygun fiziki koşulların oluşmasını sağlayan en etkili bileşenlerden biri olduğunu belirtmektedir. Isısal, işitsel ve görsel konforun sağlanmasında yapı kabuğu ile beraber cam yüzeylerin de etkisi incelenerek beraber değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır [8].

Koca, 2006 yılında tamamladığı yüksek lisans tezinde, sıcak iklim bölgeleri için enerji etkin bina tasarım parametrelerini irdelemektedir. Çalışmada bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyaçlarını şekillendiren en önemli parametrelerden olduğunu gözlemlenmiştir [4].

Karaca, 2011 yılında yayımladığı yüksek lisans tezinde, ticari işletmeler ile kamu ve hizmet sektörünün enerji tüketimindeki payına değinmiştir. Enerji kanununa uyum çerçevesinde en hızlı dönüşün kurumsal şirketler ve devlet kurumlarından olacağının ve büyük bir tasarruf girdisi yaratacağının üstünde durmuştur. Bu sebeple, mevcut bir büro yapısının yenilenerek enerji performansının arttırılmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Geliştirilen öneriler ile mevcut yapıların enerji etkin yaklaşımlar ile enerji tüketimlerinin azaltılabileceği ve ülke ekonomisine yapılacak katkı vurgulanmaktadır [9].

Enerji etkin yapı tasarımının tip projeler üzerinden değerlendirildiği bir yüksek lisans tezinde, kamu yapılarında enerjinin etkin kullanımı ile elde edilecek enerji tasarrufunun yapı sektöründe büyük ölçüde kazanç sağlayacağı ve uygulama ağına örnek teşkil

edeceği üzerinde durulmuştur. Tasarım aşamasında alınacak uygulama kararlarının iklim bölgelerinde göre enerji giderlerinin azaltılmasında önemli ölçüde katkı sağlayacağı vurgulanmıştır. Özet olarak yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özelliklerini iklimsel, çevresel ve konfor girdilerine göre karşılaştırarak sistematik bir yaklaşım oluşturmaya çalışılmıştır [10].

Manioğlu, 2002 yılında tamamladığı doktora tezinde yapıların ısı kayıp miktarının belirlenmesinde en önemli tasarım parametresi olan bina kabuğunun, ilk yatırım maliyeti ile ısı kayıp ve kazançlarının getireceği maliyeti beraber değerlendirilmektedir. Bu sayede, konfor şartlarını sağlayabilen yapı kabuğu-işletme biçimi hem uygulama hem de kullanım aşamasında en ekonomik seçenek olacağı ifade edilmiştir [11].

1.2 Tezin Amacı

Dünyada enerji tüketiminde büyük rol oynayan yapıların, kullanıcılar için uygun fiziksel ortamı sağlarken enerji ihtiyacını en aza indirmesi ve çevreyle uyum içinde çalışması küresel ölçekte önem kazanmıştır. Bu noktada, yapıya, çevreye ve kullanıcıya ilişkin parametreler tanımlanarak enerji etkinliğinin sağlanabileceği yaklaşımlar geliştirilmelidir. Böylece yerel ölçekten başlanarak enerjinin korunumu sağlanmalıdır.

Bu tez kapsamında, yapı ölçeği ve kullanıcı yoğunluğu gibi sebeplerle enerji ihtiyacının fazla olduğu kamu yapılarında, yapı kabuğunun ısı performans üzerindeki etkisi ekonomi boyutu ile beraber değerlendirilmek istenmiştir. Bu doğrultuda Gaziantep ilinde seçilen kamu yapısı için geliştirilen yapı kabuğu alternatifleri ile düşük maliyetli enerji etkin yapı tasarımının uygulanabilirliği bir yaklaşım ve uygulama örneği ile gösterilmiştir.

Bu çalışmada, enerji verimliliği ve imar yönetmeliği sınırlamaları çerçevesinde güncel inşaat teknikleri ve malzemeleri ile tasarlanmış bir adliye yapısının seçimine özellikle dikkat edilmiştir. Böylece güncel yönetmelikler dahilinde tasarlanarak uygulaması tamamlanmış ve hizmete açılmış bir yapının, kabuk kesiti için ısı performans ve ilk yatırım maliyeti göz önünde bulundurularak iyileştirme alternatiflerinin geliştirilebileceği ortaya konulmuştur.

1.3 Hipotez

Enerji etkin yapı tasarımı, kullanıcıların konfor koşullarından ödün vermeden enerji tüketimini en aza indirmek ana esastır. Bu noktada tasarım aşamasında belirlenen yapı kabuğu kesiti, iklim koşullarına bağlı olarak yapının soğutma ve ısıtması için harcanacak enerji tüketimini etkilemektedir. Örnek olarak seçilen sıcak-kuru iklim bölgesindeki yapı için, yazın soğutma ihtiyacı kadar kışın ısıtma ihtiyacı da önemlidir. Bu nedenle hem soğutma hem de ısıtma dönemlerinde en fazla yararı sağlayacak kabuk kesitleri geliştirilmelidir. Ancak geliştirilen yapı kabuğu kesitlerinin enerji tüketiminde sağladığı fayda ilk yatırım maliyeti ile beraber değerlendirildiği takdirde uygulanabilir bir yaklaşımdan söz edilir.

Bu tez çalışmasının hipotezi, sıcak-kuru iklim bölgesi özelliklerini gösteren Gaziantep ilinden seçilen kamu yapısının enerji etkinliği enerji kimlik sınıfı bağlamında değerlendirilerek; ilk yatırım maliyeti düşük, enerji etkin kamu yapısı oluşturmanın yapı kabuğu tasarımı ile mümkün olduğudur.

BÖLÜM 2

TÜRKİYE’DE KAMU YAPILARI

Kamu kavramının oluşumunu, gelişimini ve günümüzdeki yerini tarihsel süreçte kısaca incelemek gerekmektedir. Antik çağda kamu (publicus) sıfatı yurttaşları (res publica) anlatmak için kullanılmaktadır. Bunun yanında, Romalılar kamu ile bireysel ev alanı arasında da bir ayırıma giderek sokak, meydan ve tiyatro gibi kamusal alanları da kamu olarak nitelendirmektedirler. İsim olarak ise publicum kelimesi siyasal bir anlam taşımakta ve devletin gelirlerini, topraklarını ve mülkünü ifade etmekte böylece kamu ve devlet ilişkilendirilmektedir [12].

Kamudan farklı olarak kamusal alan kavramı ise 1960’lı yıllarda gündeme gelmeye başlamıştır. 1962 yılında Jürgen Habermas tarafından yayınlanan “Kamusal Alanın Yapısal Dönüşümü” adlı kitap da kamusal alan ilk kez tanımlanmıştır. Bu tanım “özel şahısların, kendilerini ilgilendiren ortak bir mesele etrafında akıl yürüttükleri, rasyonel bir tartışma içine girdikleri ve bu tartışmanın neticesinde o mesele hakkında ortak kanaati, kamuoyunu oluşturdukları araç, süreç ve mekânların tanımladığı hayat alanı” şeklindedir [13].

Günümüzde ise kamusal alan kavramı; toplum denetiminde gelişen, işlevsel ve görsel olarak toplumsal kullanıma açık, toplumsal ve ekonomik etkileşim alanları şeklinde tanımlanmaktadır. Kamusal alanın özünde, toplumsallık kavramı bireysellik kavramının önüne geçmektedir. Yani toplumsal yarar, kentsel yaşamın toplumsallaştırılması ve kentlilik bilinci ile ilişkilidir [14].

Kamu ve kamusal alan kavramları tarihsel süreçte inceledikten sonra asıl konumuz olan kamu yapılarının tanımlaması gerekmektedir. Kamu yapıları, kentsel bütünün bir parçası

olan, ihtiyaca göre farklı fonksiyonlar yüklenen, kamu hizmeti odaklı yapılardır. Kamu yapıları kent ile bütünlük içinde olan, kent merkezinde, kent yerleşiminin tepe noktasında, parsel adasının içinde yapı veya yapı grubu şeklinde ya da tarihi bir eserin yeniden düzenlenmesi şeklinde karşımıza çıkabilen prestij niteliğinde yapılardır [15].

Tez kapsamında değerlendirilen adalet yapılarından önce kamu yapılarına kısaca değinilmiştir. Ardından adalet yapıları tarihsel, mimari ve uygulama süreci olmak üzere üç alt başlık altında değerlendirilmiştir.

2.1 Kamu Yapıları

Kamu yapıları ülkenin dört bir yanında, insanların bir araya gelerek topluluk oluşturduğu her yerde hizmet veren yapılardır. Sağlık, ulaşım, eğitim, hukuk veya haberleşme gibi temel ihtiyaçlar dâhil olmak üzere kamu veya sivil toplum kuruluşlarının üstlendiği her türlü hizmet kamu yapıları sayesinde topluma sağlanmaktadır. Bu durumda kamu yapılarının tür ve kapsam çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda, sosyal bağlamda ve görsel nitelikleri açısından ne kadar önemli olduğu görülmektedir [16].

02.10.2006 tarih ve 26307 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Kaydına İlişkin Yönetmelik çerçevesinde kamu binaları aşağıda belirtilen sınıflara ayrılmaktadır [17].

- İdare binaları (Hizmet binaları)
- Eğitim ve öğretim amaçlı bina ve tesisler
- Sağlık hizmeti amaçlı bina ve tesisler
- Sosyal ve kültürel amaçlı bina ve tesisler
- Konutlar
- Tutukevi, cezaevi ve ıslahevleri
- Ticari amaçlı bina ve tesisler
- Depolama amaçlı binalar
- Tarihi ve sanatsal yapılar
- Sanayi ve üretim amaçlı bina ve tesisler
- Askeri bina ve tesisler

Görüldüğü gibi kamu yapıları, küçük ölçekten büyük ölçeğe toplumla iç içe olan, toplumun yararı için yapılan kısaca topluma hizmet eden yapılardır. Bu tezin inceleme konusu olan adalet yapıları, hizmet binaları başlığı altında değerlendirilmektedir.

2.2 Adalet Yapıları

Adalet yapılarının incelemesinden önce adalet yapılarının temelini oluşturan hukuk kavramına değinmek gerekir.

Doğduğu andan itibaren topluluk içinde yaşayan insanlar birbirleriyle iletişim kurarken bazı sınırlamalara ihtiyaç hissetmişlerdir. Bu sınırlama ihtiyacı bazı kurallar oluşturulmasına sebep olmuştur. Oluşturulan bu kurallar ile amaçlanan, bireylerin birbirlerine ve topluma, toplumunda bireylere olan tutumlarını düzenlemektir. Özetle toplum içindeki düzenini sağlamak ve korumaktır. Düzenin sağlanması ve korunabilmesi için oluşturulan toplum kurallarını üç bölüme ayırabiliriz. Bunlar hukuk, ahlak ve din kurallarıdır. Hukuk kavramının çeşitli tanımları yapılmıştır. Bunlardan birisi de, “insan varlığını ve insan topluluğunu düzenleyen ve devlet yaptırımıyla kuvvetlendirilmiş bulunan kural, norm, emir ve yasaklardan oluşan kaidelerin bir bütünü” şeklindedir [18].

Hukuk kavramının uygulanabilirliği beraberinde yargı mekânı ihtiyacını doğurmuştur. Adliye yapılarının işleyişini ve işlev şemasını anlayabilmek için öncelikle hukukun işleyişinin algılanması gerekmektedir.

2.2.1 Adalet Yapılarının Tarihsel Gelişim Süreci

Cumhuriyet’in ilk anayasasının 20 Nisan 1924 tarihinde ilan edilmesi ile birlikte demokratik bir hukuk devletinin temelleri atılmıştır. Ancak ülkenin savaştan yeni çıkmasının yanı sıra cumhuriyet öncesi ve sonrası hukukun işleyiş şemasındaki farklılıklardan dolayı adalet işlerinin nerede uygulanacağı acilen çözülmesi gereken bir problem haline gelmiştir. Bu süreçte problemlerin çözümü için geçici olarak Türkiye Büyük Millet Meclisi olarak kullanılan I. ve II. TBMM binaları istiklal mahkemesi olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Sonrasında ise yeni yapıların yapımına başlanmıştır. Ankara’da 1925-1926 yılları arasında yapılan adliye sarayı ve 1936-1939 yılları arasında yapılan Adalet Bakanlığı cumhuriyet döneminin ilk binalarındandır. Sedat Hakkı Eldem

ve Emin Onat tarafından 1949 yılında tasarlanan Sultan Ahmet Adliye binasını da bu dönemde yapılan ve günümüzde hala işlevini koruyan yapılardandır [19].

Ülkenin yönetim şeklinin değişmesiyle beraber adliye mahkemelerine duyulan ihtiyaç artmış dolayısıyla hızla yeni yapılar yapılmaya başlanmıştır. Ancak yeni bina yapım hızının ihtiyacı karşılamada yeterli olamaması mevcut binaların dönüştürülerek adalet işlerinin sağlanmaya çalışılmasına sebep olmuştur. Günümüzde hala hükümet konaklarının içinde bulunan yargı mekânlarının nedeni bu dönüşümdür. Ancak yaşam koşullarının değişmesi ve nüfusun hızla artması ile mevcut yapılar ihtiyaca karşılık veremez duruma gelmiştir. Dönmezer'in 1972'de yayımlanan makalesinde; "Çağdaş sevk ve idare esaslarına taban tabana zıt köhne binalar içinde çalışan bir idari mekanizmanın yardımı altında çaba gösteren hâkimin etkin ve süratli bir adaleti yerine getirebilmesi bir hayaldir." diyerek adliye yapılarında konfor koşullarının önemini vurgulamıştır [20].

Yukarıda belirtildiği üzere mekânların ihtiyaca karşılık verememe sorunu her geçen yıl artmakta dolayısıyla fiziki mekânların iyileştirilmesine yapılan vurgu da beraberinde artmaktadır. 2014-2018 yıllarını kapsayan 10. Kalkınma planında adliyelerin fiziki ve teknik altyapı ihtiyaçları belirlenerek karşılanacağı, bölge adliye mahkemelerinin faaliyete geçirilmesinin sağlanacağı, evrensel hukuk normları doğrultusunda iyi işleyen, etkili bir adalet sisteminin önemi vurgulanmıştır [21]. Yapılan bu vurgular ışığında planlar hızla hayata geçirilmekte ve ülkemizde inşa edilen adalet yapılarının sayısı artmaktadır.

2.2.2 Adalet Yapılarının Tasarım ve Uygulama Süreci

Adliye yapılarının örgütlenmesi temelde diğer tüm mimari mekânların örgütlenme süreci ile benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla mimari mekânı şekillendiren tüm girdiler adliye yapılarını da şekillendirmektedir. Bu girdiler fiziksel konfor, güvenlik, işlevsel konfor, plastik değerler ve çevre bilinci şeklinde sıralanabilir [22]. Ancak adalet yapılarının ortak kullanıma sahip, kente kimlik kazandıran diğer bir deyişle toplumun gücünü yansıtan prestij yapıları olması nedeniyle mekan örgütlenmesi şekillendiren girdilere ek olarak kent planlaması, ekonomi, teknoloji ve proje elde etme yöntemi parametreleri de belirleyici niteliktedir. Bu parametreleri birer alt başlık altında incelemek tezin ilerleyişi için faydalı görülmektedir.

- **Kent Planlaması:**

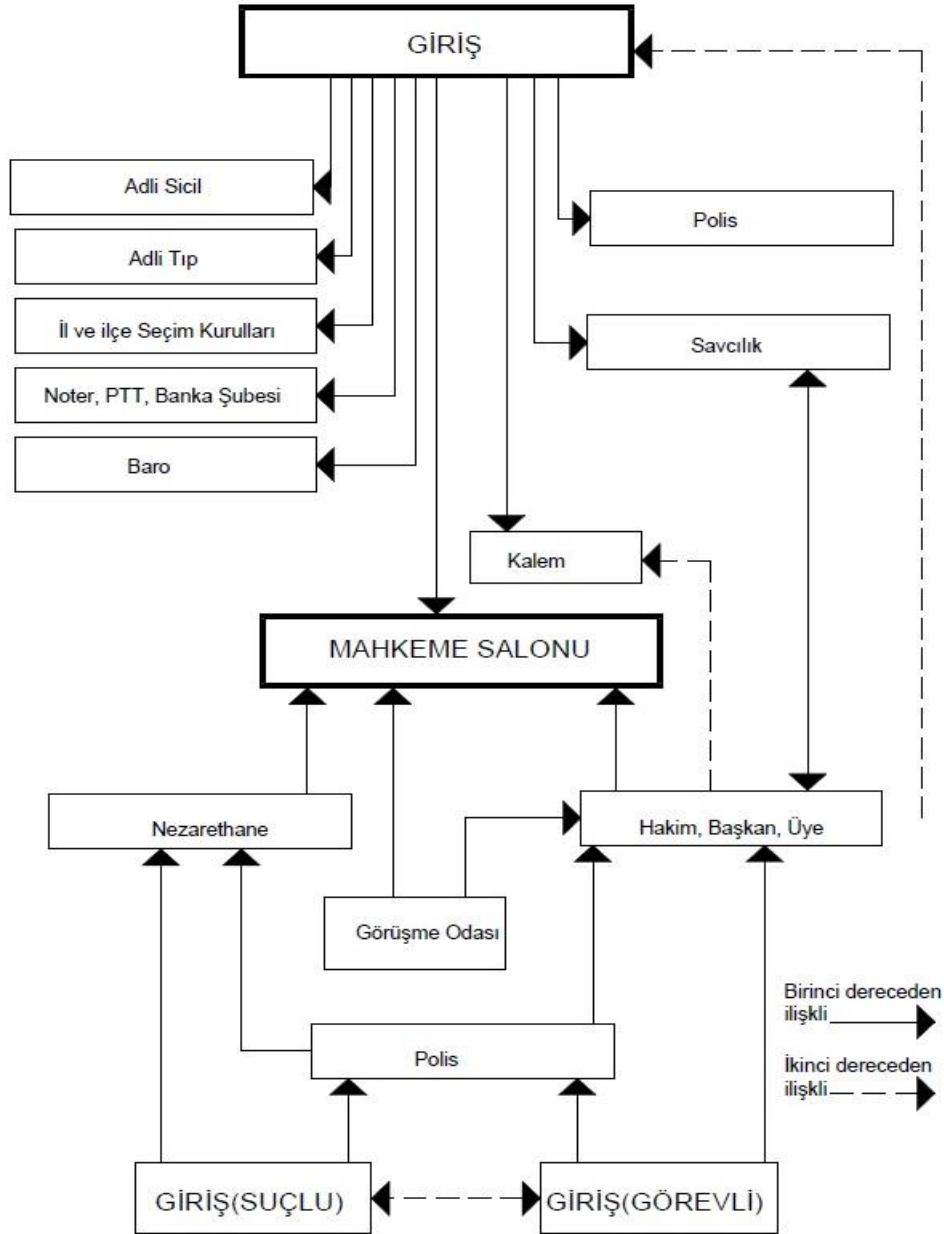
Kent planlamasının ilk adımlarından birisi arazi parçalarının genel kullanım biçimlerini, başlıca bölge tiplerini, çeşitli yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklükleri gibi ana kararların belirlenerek nazım imar planlarının oluşturulmasıdır. Bu planlar ile kamuya ayrılan alanlar belirlenerek adliye yapılarının kent içindeki konumu, çevresindeki yapılaşma veya ulaşım gibi parametreler tanımlanmış olur.

- **Ekonomi:**

Türkiye ekonomisinde önemli bir yeri olan inşaat sektörünün çıktıları arasında binalar büyük bir paya sahiptir. Bunun yanında, kamu hizmetlerinin sunumu için gerekli olan hizmet binası yatırımları kamu sabit sermaye stoku açısından önemli bir yer tutmaktadır [23]. Artan idari hizmet binası talepleri, kamusal sermayenin belirlediği bütçeye göre karşılanmaktadır. Bu nedenle yapıların inşa ve kullanım sürecinde ekonomi ve verimlilik boyutu önem arz etmektedir.

- **İşlevsel Konfor:**

Kamu yapılarının işlevsel olarak çeşitliliği farklı büyüklüklerde yapı ve mekân ihtiyacını doğurmaktadır. Yargı mekânları mahkeme salonundan adliye binalarına hatta bölge adliye mahkemesine kadar çok farklı ölçeklerde tasarlanabilmektedir. Ancak yargı mekânının ölçeği ne olursa olsun temelde dört ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler kamu personeli ile ilişkili mekânlar, görevliler ile ilişkili mekânlar, suçlu ve tanık ile ilişkili mekânlar ve bunları birbirlerine bağlayan mahkeme salonu olarak ayrılabilir. Adalet yapılarının ölçeğine göre ihtiyaç programının doğru tespiti ile işlevsel ve etkili bir plan düzeni kullanıcılara sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde yani yapının işlevine yönelik planlama ile fiziksel ve psikolojik gereksinimler doğru bir şekilde karşılanabilir. Şekil 2.1’de adliye sarayının tasarımı için gereken ana mekanlar ve birbirleri ile ilişkileri gösterilmektedir.



Şekil 2. 1 Adliye sarayı işleyiş şeması [18]

- **Fiziksel Konfor:**

İçinde bulunulan fiziksel ortamın özellikleri insan üzerinde hem fiziksel hem de psikolojik etkiye sahiptir. Yargı mekânlarının sahip olduğu fiziki koşullar tüm gün mekânı kullanan yargı görevlileri kadar hizmet verdikleri kişileri de etkilemektedir. Bu nedenle fiziki konfor koşullarının sağlandığı adalet mekânlarında, yargı görevlilerinin işlerine konsantrasyonu artacak bu da yargının kalitesini doğrudan etkileyecektir. Aynı zamanda fiziksel olarak kendini konforlu hisseden vatandaşların da memnuniyeti artacaktır [23].

Kişilerin yapılı çevrede kendilerini konforlu hissetmelerini sağlayacak fiziksel değerlendirme kriterleri aşağıdaki başlıklar altında toplayabilir [24].

- Isıl konfor; iç ortam sıcaklığı, bağıl hava hızı ve hava nemi gibi iç ortama bağlı parametreler ile hareket düzeyi ve giyim türü gibi kişisel parametreler olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca yapay iklimlendirme parametreleri de hesaba katılmalıdır.
- Görsel konfor; doğal aydınlatma durumu, yapay aydınlatma durumu ve yüzeylerin kaplama çeşidi ve rengi belirleyicidir.
- İşitsel konfor; iç mekândan kaynaklanan gürültü, dış mekândan gelen gürültü ve hacim akustiği belirleyicidir.
- İç hava kalitesi; doğal havalandırma durumu, koku problemleri ve iç hava kalitesi belirleyicidir.

Adliye yapılarında sağlanacak fiziksel konfor parametreleri kullanıcı memnuniyetini sağlamakla beraber sosyal önem de arz etmektedir. Adliye yapıları toplumun kültürünü yansıtan mekânlardır. Bu nedenle adliye yapılarında kişilerin kendilerini güvende, huzurlu kısacası memnun hissetmeleri sağlanırken enerjinin etkin kullanımının sağlanması da çok önemlidir. Günümüzde yasalarla ve kanunlarla enerji etkin binanın önemi anlatılmaya çalışılmaktadır. 02.05.2007 tarihinde yürürlüğe giren 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” ülkemizde enerji verimliliğine gösterilen önemin bir örneğidir. Ancak enerji duyarlılığının toplum bilinci haline getirilmesinde yasal yaptırımlar kadar kamusal yapılarda enerji etkinliğine dikkat edilerek halka örnek teşkil etmesi de çok büyük önem arz etmektedir.

• **Plastik Değerler:**

Yapıların tasarım süreci bazı adımların aynı anda atıldığı zor ve karmaşık bir süreçtir. Bu nedenle çeşitli yaklaşımlar ile bu süreç standartlaştırılmaya çalışılmıştır. Atkinson tarafından yapılan bir çalışmada yapıların sahip olması gereken özellikleri şu şekilde sıralamıştır [25];

- Yapının işleve ve gereksinimlerine uygun olması
- Malzeme seçimi ve inşaat tekniğinin uyumlu olması

- Yapının olumsuz koşullara dayanıklı olması
- Yapının toplum değerleri ile uyumlu plastik değerlere sahip olması
- Yapım ve kullanım süresince ekonomik ve verimli olması

Görüldüğü üzere plastik değerler tüm yapı tasarımları için önemlidir. Ancak tasarlanan yapının hukuk ve adaleti temsil ediyor olması plastik değerler başlığını daha önemli bir yere koymaktadır. Bu nedenle cephelerde seçilen malzemelerin çeşitliliği, kalitesi ve renkleri, ışıklandırılması gibi önemli görsel öğelerin uyumu sağlanmalı böylece yapıya görsel çekicilik ve çeşitlilik katılmalıdır. Böylece hukuk ve adalet mimarlık aracılığı ile temsil edilirken kentin kimliğine de katkıda bulunacaktır.

Günümüzde inşa edilen adliye yapıları incelendiğinde, imar planlarının ve yasalar tarafından getirilen sınırlamaların ayrıca yönetimlerin aldığı politik yaklaşımların adliye yapılarının mimari biçimlenişinde belirleyici rol üstlendiği görülmektedir.

- **Proje Elde Etme Süreci:**

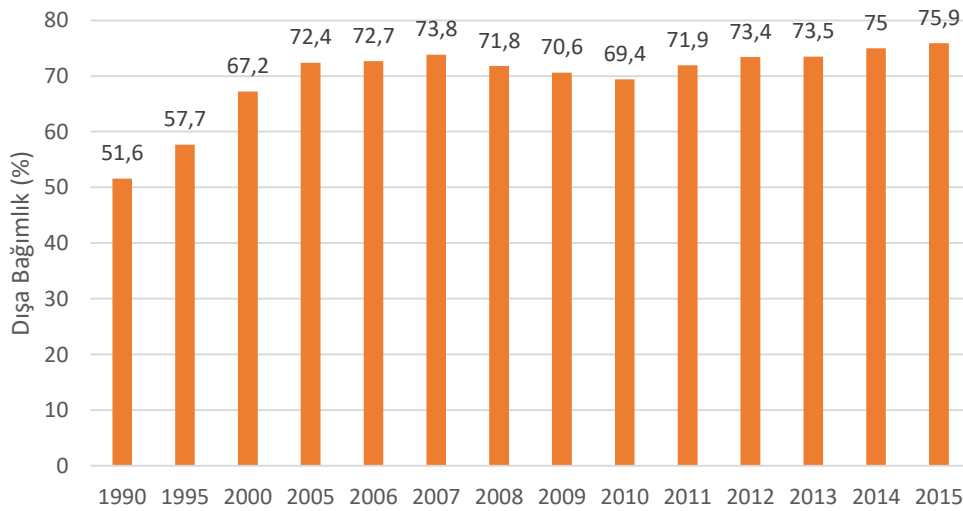
Ülkemizde kamu yapıları için proje elde etme yöntemleri incelendiğinde üç tip karşımıza çıkmaktadır. Bunlar tip proje yöntemi, ihale yöntemi ve mimari proje yarışmalarıdır. Adliye yapılarının projelerinin elde edilmesinde ise tip proje yöntemi karşımıza pek çıkmamaktadır. Karşılaşılan yöntemlerden birincisi mimari proje yarışmalarıdır. Ülkemizde yapılan mimari proje yarışmalarının tarihine bakıldığında 19. yüzyıl Osmanlı İmparatorluğuna kadar uzanan bir geçmişi olduğu görülmektedir. Özellikle son yıllarda proje elde etme yöntemi ile elde edilen adliye yapıları artmaktadır. Mimari proje yarışmaları ile elde edilen yapılar, kentlerimizin daha kaliteli mimari çevreye ulaşması anlamında olumlu potansiyeller barındırmaktadır. Bu mekanizmanın doğru ve sağlıklı işleyebilmesi için; yetkin bir jüri, nitelikli katılım yoğunluğu ve seçilen projeyi benimseyen bir kurum olması bileşenlerinin sağlanabilmesi bu noktada önemlidir.

Adliye binası projelerinin elde edilmesinde en çok karşılaşılan yöntem ise ihale yöntemidir. İhale yöntemi projenin niteliğinden çok sonuç odaklı fayda-zarar-maliyet üçlüsünün dinamiği ile çalışan bir sistemdir. Bu nedenle de işin verilme ve uygulama sürecinde suistimal potansiyeli yüksektir. İhalelerin verilme sürecinde suistimal edilmediği kabul edilse bile uygulama sürecinde seçilen malzemelerde fiyat düşürmeye

yönelik tercihler görülecektir. Dolayısıyla bu süreç sonucunda nitelikli yapıların elde edilmesi pek mümkün görülmemektedir. Aslında bir anlamda yarışma olan bu yöntemdeki sorun, ağırlıklı seçilme kriterinin projenin niteliği değil, ucuz olmasıdır [26]. Bu noktada yasaların yaptırım gücünün olması, ihale öncesi tüm kriterlerin belirlenmesi ve ihale sonrası değişiklik yapılamaması gibi düzenleyici önlemler alınması sonuç ürünün niteliğini arttıracaktır.

2.3 Adalet Yapılarında Enerji Etkin Yaklaşımın Önemi

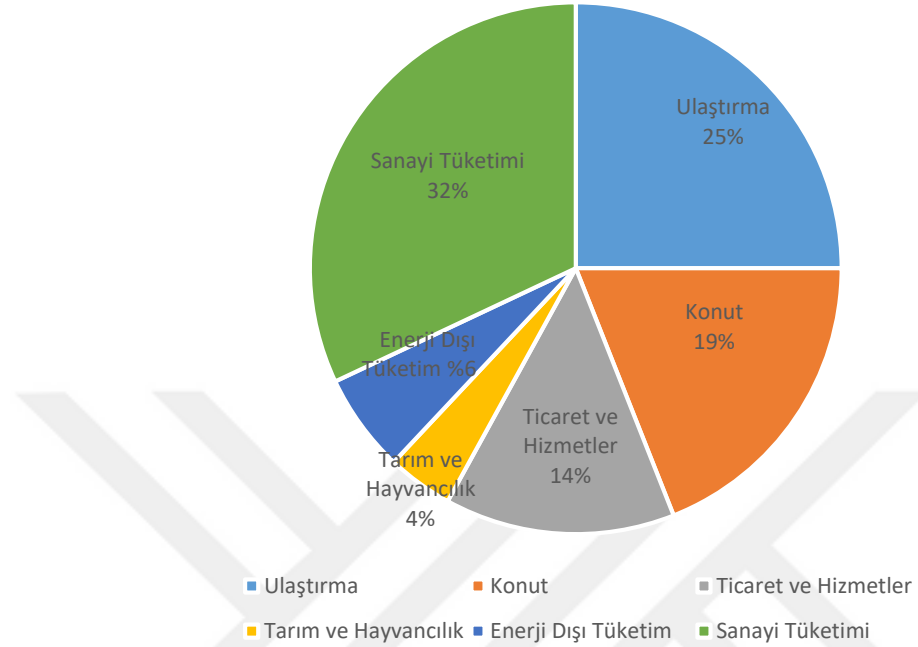
Endüstri devrimi ile birlikte değişen yaşam koşulları kentleşme sürecini hızla arttırmıştır. Bu süreç hızlı, plansız ve altyapısız büyüyen kentlerin temel sebebidir. International Energy Agency'nin 2016 yılında yayınladığı rapora göre dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık %50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Tüketilen bu enerjinin büyük bir kısmı ise fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ancak fosil yakıtların tükenebilir olması ve yakımı sırasında doğaya saldıkları zararlı gazlar iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi yaşadığımız ekolojik sorunlara sebep olmuştur. Bu nedenle yapılarda enerjiye duyulan ihtiyacın azaltılması ve enerjinin verimli kullanılması günümüzde tartışılan temel konulardandır.



Şekil 2. 2 Türkiye birincil enerji tüketimi talebinde dışa bağımlılık [27]

Fosil yakıt tüketiminin ekolojik dengeye olan etkilerinin yanında ekonomiye olan etkileri de incelenmelidir. Teknolojinin gelişmesi ve nüfusun artışı ile enerjiye duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Türkiye'nin birincil enerji tüketiminde dışarıya bağımlılığı

incelendiğinde 1990 yılında %50’lerdeyken 2015 yılında %75’lere çıkmıştır. Şekil 2.2’de yıllara göre dışa bağımlılığın arttığı açıkça görülmektedir. Şekil 2.3’de ise sektörler göre toplam nihai enerji dağılımı verilmiştir.



Şekil 2. 3 2015 yılı toplam nihai enerji tüketimi sektörel dağılım [27]

Grafiklerden de görüldüğü üzere ülkemizde her geçen yıl enerji ihtiyacı ve buna bağlı olarak da dış ülkelere olan bağımlılığımız artmaktadır. Sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan gelişmekte olan ülkemiz için ekonominin temelini oluşturan enerjinin dış kaynaklardan elde edilmesi gelişmenin ve bağımsızlığın önündeki en büyük engellerden birisidir. Bu nedenle enerji tüketiminde en büyük paya sahip olan yapılarda fosil yakıt tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir kaynaklara yönelmesi için gerekli düzenlemelerin ve yaptırımların acilen uygulamaya geçmesi toplum yararı için gerekmektedir.

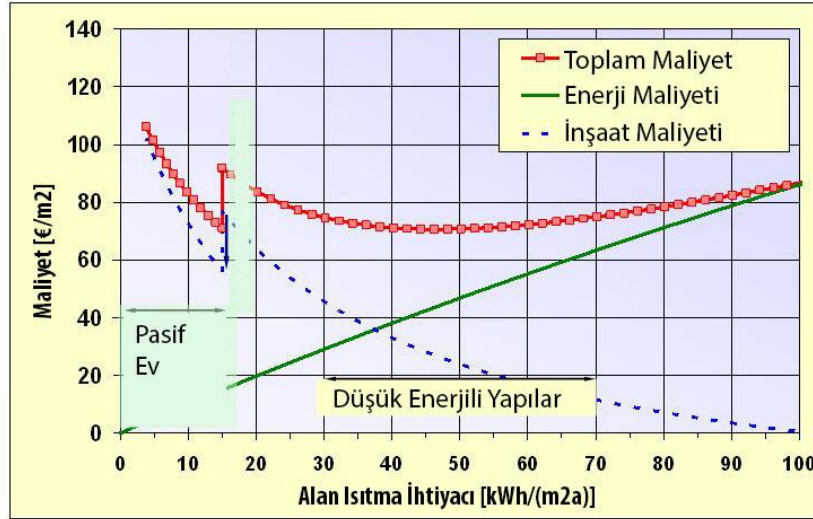
Sonuç olarak, Türkiye’nin yaşam koşullarının, ekonomisinin ve çevresel koşullarının iyileşmesi için enerji etkin yapı tasarımı kaçınılmazdır. Bu noktada adliye yapıları ve diğer tüm kamu yapıları toplum içinde sahip oldukları kültürel konumlarından dolayı ilk müdahale edilmesi gereken yapı gruplarındandır. Böylece topluma örnek olunarak enerji verimliliği konusunda bilinçlenmenin sağlanacağı öngörülmektedir.

ENERJİ ETKİN YAPI

İnsan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkileri, çevrenin korunumu ve iklim değişikliği gibi konular uluslararası platformlarda 1970’li yıllarda tartışılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise bu konu başlıklarının çözümüne yönelik stratejiler geliştirilmektedir. Bu stratejiler ışığında pek çok ülke de çeşitli yasalar, yönetmelikler ve standartlar geliştirerek enerji tüketimi sınıflandırılmaya ve kontrol altına alınarak azaltmaya çalışmaktadır. Dünya genelinde enerjinin büyük bir kısmının yapı ve yapıya ilişkin eylemlerde tüketildiğini ortaya koyan bilimsel çalışmalar sonucunda da öncelikle yapılarda fosil yakıt tüketiminin azaltılması ve enerjinin etkin kullanılması hedeflenmektedir.

Yapılarda enerjinin etkin kullanımı temelde; kullanıcı memnuniyetinden ödün vermeden doğal havalandırma ve gün ışığından yararlanırken metrekare başına düşen enerji tüketimini belirli sınırlar içinde tutma prensibine dayanmaktadır. Yapının enerji tüketimini belirleyen bu sınırlar, değerlendirilen sertifika sistemine göre farklı hesaplama yöntemlerine ve tanımlara sahiptir. Örneğin Dr. Fiest Wolfgang tüm yapı türleri için, metrekare başına düşen yıllık enerji harcaması 120 kWh’in altında olan yapılar düşük enerjili yapılar, 33 kWh’in altında olan yapılar pasif yapılar ve enerji ihtiyacını kendi kendine karşılayabilen yapılar sıfır enerjili yapılar şeklinde sınıflandırmaktadır [28]. Ülkemizde ise “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” ne bağlı olarak verilen “Enerji Kimlik Belgesi” yapıların, işlevlerine göre enerji performanslarını değerlendirerek yapının enerji tüketimi A-G arası bir enerji sınıfına yerleştirmektedir.

Yapılarda enerjiye duyulan ihtiyaç azaltılırken ilk yatırım maliyetinin artabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 3.1’de yapının ilk yatırım maliyeti ile ısıtma için harcanan enerji arasındaki ilişki gösterilmektedir. Grafiğe göre ısıtma enerjisi ihtiyacı azaldıkça inşaat maliyeti artmaktadır. Bu durumda optimum aralıklar belirlenerek yapı kabuğu tasarlanmalıdır. Ayrıca soğutma yüklerindeki değişime de dikkat edilmelidir.



Şekil 3. 1 Alan enerji ihtiyacı ile yapı maliyet ilişkisi [29]

3.1 Enerji Etkin Yapı Tasarımında Etkili Olan Parametreler

Enerji etkin yapı tasarımının temel ilkesini; enerji tüketiminin azaltıldığı, çevreyle uyumlu ve kullanıcılara uygun fiziksel ortamın sağlandığı yapılar oluşturmaktadır. Enerji etkin yapıların tasarımında etkili olan parametreler ise kullanıcıya, çevreye ve yapıya ilişkin parametreler olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir.

Çizelge 3. 1 Enerji etkin yapı tasarımında etkili olan parametreler

KULLANICIYA İLİŞKİN PARAMETRELER	ÇEVREYE İLİŞKİN PARAMETRELER	YAPIYA İLİŞKİN PARAMETRELER
•Fizyolojik değişkenler •Niteliğe ve duruma ilişkin değişkenler	•İklimsel faktörler •Coğrafi faktörler	•Yapının konumu •Yapının diğer binalarla ilişkisi •Yapının yönlendirilmesi •Yapının biçimi •Mekan organizasyonu •Doğal havalandırma •Güneş kontrolü •Yapı kabuğu

3.1.1 Kullanıcıya İlişkin Parametreler

İnsan vücudu bilinçdışı olarak enerji üreten ve tüketen bir sistemdir. Vücut, dış yüzey sıcaklığını 37°C de sabitlediği sürece kendisini fizyolojik olarak sağlıklı hissetmekte ve ısıl konfora ulaşmaktadır. Bu nedenle kişilerin yaşam alanları içerisinde kendilerini sağlıklı hissedebilmeleri, üretkenlikleri ve iş verimlilikleri sürdürebilmeleri için yapı içindeki ısıl konfor koşullarının sağlanması gerekmektedir.

Isıl konfor koşullarının tanımlanmasında ve değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan ASHRAE 55-2013 standardı, belirli bir ortamda bulunan insanların tümünün memnuniyetinin sağlanamayacağını bu nedenle önemli bir kısmının ısıl olarak hoşnut olduğu ortamların ısıl konforun sağlandığı ortamlar olarak kabul edileceğinden bahsedilmektedir. Kişinin bir ortamda kendisini memnun veya memnuniyetsiz hissetmesini sağlayan kullanıcı odaklı verileri, fizyolojik değişkenler ve niteliğe ve duruma ilişkin değişkenler olmak üzere ikiye ayrılabilir.

3.1.1.1 Fizyolojik Değişkenler

Isıl konfor “ısıl olarak memnuniyet verici ortam koşullarının oluşturulması” şeklinde tanımlanmaktadır. Tanımda geçen memnuniyet parametresi kişiden kişiye değişen öznel bir olgu olduğundan kişiler aynı ortamda kendilerini konforlu veya konforsuz hissedebilirler. Kişiye göre değişen bu algı farklılıklarının nedeni; ırk, yaş, cinsiyet, ortalama vücut sıcaklığı, terleme miktarı, kalp atışı gibi fizyolojik özelliklerin değişken olmasıdır [7].

3.1.1.2 Niteliğe ve Duruma İlişkin Değişkenler

Bireylerin aktive düzeyi, giysi türü, mekan içindeki konumu veya duruş şekli ısıl konforun sağlanması için gereken çevre koşullarını etkilemektedir.

- **Metabolizma Düzeyi (Aktivite Düzeyi):**

İnsan vücudundaki hücrelerin toplam ısı üretimi, metabolizma hızı olarak adlandırılmaktadır. Kişinin içinde bulunduğu aktivite türü de metabolizma hızını etkilemektedir. Çizelge 3.2’de belirli aktivite türleri için metabolizma düzeyleri

literatürde en çok karşılaşılan iki farklı birim ile ifade edilmiştir (W/m^2 veya $1 MET = 58 W/m^2$) [30].

Çizelge 3. 2 Belirli aktivite türleri için metabolizma düzeyleri [31]

EYLEM TÜRÜ	METABOLİZMA HIZI (W/m^2)	METABOLİZMA HIZI (MET)
Uyuma	40	0.7
Yatma	46	0.8
Oturma	58	1.0
Ayakta Durma	70	1.2
Hafif Aktiviteler (Büro, okul, laboratuvar)	70	1.2
Ayakta Aktiviteler (Alışveriş, hafif endüstri)	93	1.6
Ayakta Aktiviteler (Ev işleri, makinada çalışma)	116	2.0
Orta Aktiviteler (Ağır makina işleri, araba tamiri)	162	2.8

- **Giysi Türü:**

Kişilerin çevresiyle olan enerji transferinde giysilerin ısı ve nem yalıtım dirençleri etkili olduğundan ısı konfor koşullarının belirlenmesinde dikkate alınması gereken değişkenlerdendir. Giysilerin toplam ısı direnci için kullanılan birim Clo'dur ($1 Clo = 0,155 m^2 K/W$). Örneğin bir ortamda hareketsiz bulunan bir kişinin kendisini konforlu hissettiği denge sıcaklığı, çıplak olarak $29-31 ^\circ C$ aralığında iken giyinik olarak $23-27 ^\circ C$ aralığındadır. Ayrıca kişinin oturuyor veya uzanıyor olması ayakta duran birisine göre giysilerin direnç değerleri arttırmaktadır [32].

Çizelge 3. 3 Giysilerin toplam ısı geçirme direnci [31]

GIYSİ TİPİ	ISI GEÇİRME DİRENCİ (Clo)
Kışlık Giysiler	0,8-1,2
Yazlık Giysiler	0,35-0,60

- **Kullanıcının Mekandaki Konumu ve Duruş Şekli:**

Kişilerin mekandaki konumu ve duruş şekli ısı yalıtım yoluyla yapılan ısı alışverişi üzerinde etkilidir. Kişinin konumuna bağlı olarak kaplama malzemelerinin ısı yalıtım sıcaklıkları ya da hava akımı gibi değişkenler yerel konforsuzluklar yaratabilmektedir [30].

3.1.2 Çevreye İlişkin Parametreler

Kişiler içinde bulundukları yapıyla, yapılarda içinde bulundukları çevre ile etkileşim halindedirler. Bu nedenle, yapının tasarlanacağı arazi parçasının iklimsel ve coğrafi

değişkenleri olumlu ve olumsuz yönleriyle bütün olarak değerlendirilerek tasarım yapılırsa kişilere ihtiyaç duydukları iç ortam koşulları daha az enerji ile sağlanabilir.

3.1.2.1 İklimsel Faktörler

İklim, geniş bölgelerde çok uzun zaman içinde meydana gelen ortalama hava koşulları olarak tanımlanmaktadır. Hava koşulları benzerlik gösteren bölgelerin bir araya getirilmesi ile iklim kuşakları oluşturulmuştur. Türkiye için hava koşulları incelendiğinde farklı iklimsel özellikler gözlenmektedir. L. Zeren tarafından yapılan kapsamlı çalışmalarla Türkiye 5 ana iklim bölgesine ayrılmıştır. Şekil 3.2’de gösterildiği üzere bu bölgeler ılıman nemli, ılıman kuru, sıcak nemli, sıcak kuru ve soğuk iklim bölgeleridir [33,34].



Şekil 3. 2 Türkiye iklim bölgeleri [34]

İklim bölgelerini oluşturan faktörler güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, nem ve rüzgardır. Bu faktörler yapıda enerji korunumunu etkileyen ve iç ortam konfor koşullarını şekillendiren çevreye ilişkin parametrelerdir.

- **Güneş Işınımı**

Güneş hem doğal aydınlatma hem de ısıtma enerjisi bakımından yapılar için önemli parametrelerdendir. Güneş ışını yüzeylere direkt yani dolaysız ışınım şeklinde ve çeşitli nedenlerle yansımış olarak yani yayınık ışınım şeklinde etki edebilirler. Güneş ışınlarının yapının bulunduğu coğrafyaya ve yüksekliğe göre farklılıklar gösterebileceğinden analiz edilmesi ve buna göre önlemler alınması yapının ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerini

doğrudan etkileyecektir. Soğuk dönemlerde güneş ışınlamından faydalanarak yapıya ısı kazancı sağlanırken, sıcak dönemlerde gölgeleme ve güneş kontrol elemanları ile yapının fazla ısınması engellenecektir. Güneş ışınlamalarının analizi ile yapılan yapı tasarımında diğer bir kazanç ise yapay aydınlatmaya duyulacak ihtiyacın azalmasıdır. Böylece doğal ışık alan binanın aydınlatma giderleri azalırken kullanıcıların da psikolojik olarak kendileri konforlu hissetmeleri sağlanacaktır [35].

- **Dış Hava Sıcaklığı**

Sıcaklık, kuru termometre ile ölçülebilen bir değerdir. Dış hava sıcaklığı, meteoroloji istasyonlarında ölçülerek bölgelere ait saatlik, günlük, aylık ve yıllık sıcaklık değerleri elde edilir. Bu verilere bağlı olarak da yılın en soğuk ve en sıcak günlerindeki ısı değerleri ve ortalamaları hesaplanmaktadır. Ancak aynı güneş geliş açısına sahip yerleşim yerlerinde farklı yıllık dış hava sıcaklıklarına rastlanabilmektedir. Bunun nedeni güneşlenme süresi, yükselti, nemlilik, bölgenin coğrafi özellikleri gibi çeşitli çevresel faktörlerdir. Ortalama sıcaklık değeri ile sıralanan bu çevresel faktörlerin de yapı tasarım aşamasında değerlendirilmesi gerekmektedir [7].

- **Nem**

Nem, yeryüzünden buharlaşarak havaya karışan suyun miktarı olarak tanımlanmaktadır. Meteoroloji istasyonlarında gün içinde farklı saatlerde yapılan ölçümlerle saatlik, aylık ve yıllık bağıl nem değerleri hesaplanır. Nem, konfor koşulları için önemli bir parametredir. İç mekândaki nem düzeyi ortam sıcaklığının daha fazla ya da daha az hissedilmesine sebep olmaktadır. Hissedilen sıcaklığın değişmesi de kullanıcıların bulundukları ortamda kendilerini konforsuz hissetmeleri ile sonuçlanacaktır [35].

Nemin iç konfor koşullarına etkisi ile beraber yapı kabuğuna olan etkisi de incelenmelidir. Havadaki su buharı yıl içinde sürekli yoğunlaşıp buharlaşmaktadır. Bu döngüde yapı kabuğu bileşenleri mukavemetini kaybederek zamanla işlevlerini yerine getiremez hale gelirler. Yapı kabuğu performansının olumsuz etkilenmemesi için bölgenin nemliliğine göre kabuk malzemelerinin uygun seçilmesi ve gerekiyorsa koruyucu malzemeler kullanılmasına dikkat edilmelidir.

- **Rüzgar**

Rüzgar, atmosfer içindeki basınç farklarının sonucunda oluşan hava hareketidir. Yerden 500 metrelik yüksekliğe kadar olan hava hareketleri mimarlık uygulamalarında dikkate alınmaktadır. Meteoroloji istasyonlarında yapılan ölçümler sonucu bölgeler için çeşitli alanlarda kullanılmak üzere veriler toplanmaktadır. Elde edilen bu verilerden tasarımcılar için özellikle değerlendirilenler hakim rüzgar yönü ve şiddetidir. Hakim rüzgardan soğuk iklim bölgelerinde korunma önemli iken, sıcak iklim bölgelerinde serinletici etkisinden ve nemi uzaklaştırması özelliklerinden yararlanma önemlidir [36].

3.1.2.2 Coğrafi Faktörler

Yapıların bulunacağı arazinin formu (topografya) ve çevresindeki bitki dokusu, güneş ışınlarının etkisini, güneş ışığını kullanma süresini, rüzgarın şiddetini ve doğal havalandırmayı etkileyebilmektedir. Bu nedenle makro klimayı belirleyen iklimsel faktörler mikro klimayı belirleyen coğrafi faktörler ile beraber değerlendirilmelidir [37].

- **Arazinin Formu (Topografya)**

Arazilerin topografik özellikleri iklim verilerinin etkilerinin, şiddetlerinin ve sürelerinin değişmesine sebep olmaktadır. Örneğin aynı iklim bölgesinde tasarlanacak yapılarda enerji korunumunun sağlanabilmesi için yapı-arazi ilişkisi kurularak tasarımlar yapılmalıdır. Bir arazi parçasının topografik özelliklerini yönü, eğimi ve koordinatları olmak üzere üç parametre belirlemektedir [38].

- Arazinin baktığı yöne göre güneş ışınlamı yoğunluğu değişmektedir. Güneye bakan araziler kuzeye bakan arazilere göre güneş ışınlamı yoğunluğu daha fazla ve gölge boyları daha kısadır. Daha fazla güneş ışınlamı aldıkları ve kuzey rüzgârlarından daha fazla korundukları için de daha sıcaktır [39].
- Arazinin eğimine bağlı güneş ışınlarının yoğunluğu farklılık göstermektedir. Bu durumda hava devinimleri meydana getirmektedir. Bir arazinin eğimi arttıkça o araziye gelen güneş ışınlamalarının yoğunluğu artmaktadır. Araziler arasında eğim farkına bağlı olarak gelen güneş ışınlamaları sıcaklık farkları oluşturmakta bu durum araziler arasında rüzgarların oluşmasına sebep olmaktadır [39].

- Bir arazinin koordinatları yani enlem ve boylamı da güneş ışınlamalarının yeğnliğini, arazinin denizle ilişkisi ise hava devinimlerini etkilemektedir. Bölgede bulunan su ögesi yazların daha serin, kışların ise sıcak geçmesini sağlamaktadır [39].

- **Bitki Örtüsü**

Enerji etkin yapı tasarımında çevreye ilişkin değeriendirilmesi gereken bir diğeri faktör de bitki örtüsüdür. Bitkilerle yapılan düzenlemelerle; güneş ve rüzgar kontrolü, nem ve sıcaklık dengesi, gürültü ve hava kirliliğinin azaltılması ile kamaşma gibi görsel problemlerin engellenmesi sağlanabilir. Görüldüğü üzere, bitki örtüsünün bilinçli kullanımı ile yapılarda yazın soğutma ihtiyacının ve kışın ısıtma ihtiyacının azalması sağlanabilmektedir.

- Yapının çevresindeki yol ve kaldırımlara dikilen ağaçlar ile zeminin ısısı azaltılarak yapının da aşırı ısınması engellenir.
- Yapı çevresine yapraklarını döken bitkiler tercih edilerek yazın güneş ışınlamalarından korunma kışın ise yararlanma sağlanır.
- Yapraklarını dökmeyen ağaçlar ve çalılar rüzgarın hızını kesmek veya doğrultusunu değıştirmek için kullanılabilirler. Özellikle kuzey ve kuzeybatı yönlerinde etkileri fazladır [4].
- Peyzaj elemanı olarak kullanılan su ögesi havadaki nem oranını arttırmaktadır. Bu nedenle hakim rüzgar yönünde yerleştirilen su ögesi hakim rüzgarın etkisiyle serinletici etki göstermektedir [40].

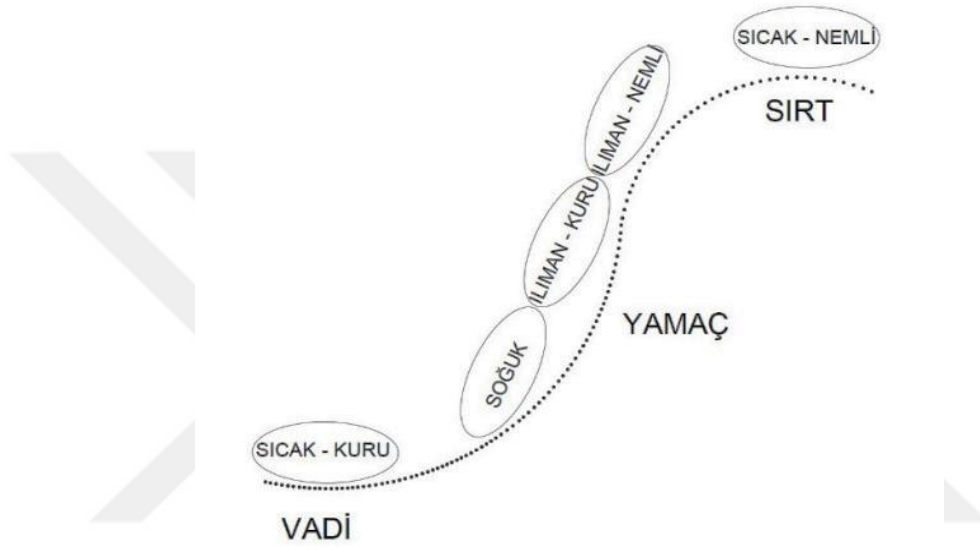
Görüldüğü üzere iklim tipine göre ihtiyaçlar belirlenip bitki örtüsü şekillendirilerek yapılarda enerji ihtiyacı azaltılırken iç mekan hava kalitesi de arttırılabilir.

3.1.3 Yapıya İlişkin Veriler

Yapılarda enerjinin etkin kullanımı enerji tüketimini azaltarak maddi tasarruf sağlarken kişilere daha konforlu ve sağlıklı yaşam alanları sunmaktadır. Enerjinin etkin kullanımı için kullanıcıya ve çevreye ilişkin veriler değeriendirildikten sonra son olarak yapıya ilişkin parametreler değeriendirilmelidir.

3.1.3.1 Yapının Konumu

Enerji etkin yapı tasarımında yapının konumlanacağı arazinin iklim verileri ve coğrafi verilerinden optimum yarar sağlanarak ısı kayıp ve kazanlarının kontrol altına alınması önem arz etmektedir. Bu nedenle parselin yönü, eğimi, güneş ışınımı yansıtma özelliği, konumu ve bitki örtüsü gibi değişkenler incelenip topografyaya en uygun yerleşim şekli belirlenmelidir [41]. Yapılan çalışmalara göre iklim bölgelerine göre önerilen en uygun yapı konumlandırmaları Şekil 3.3’de gösterilmektedir.



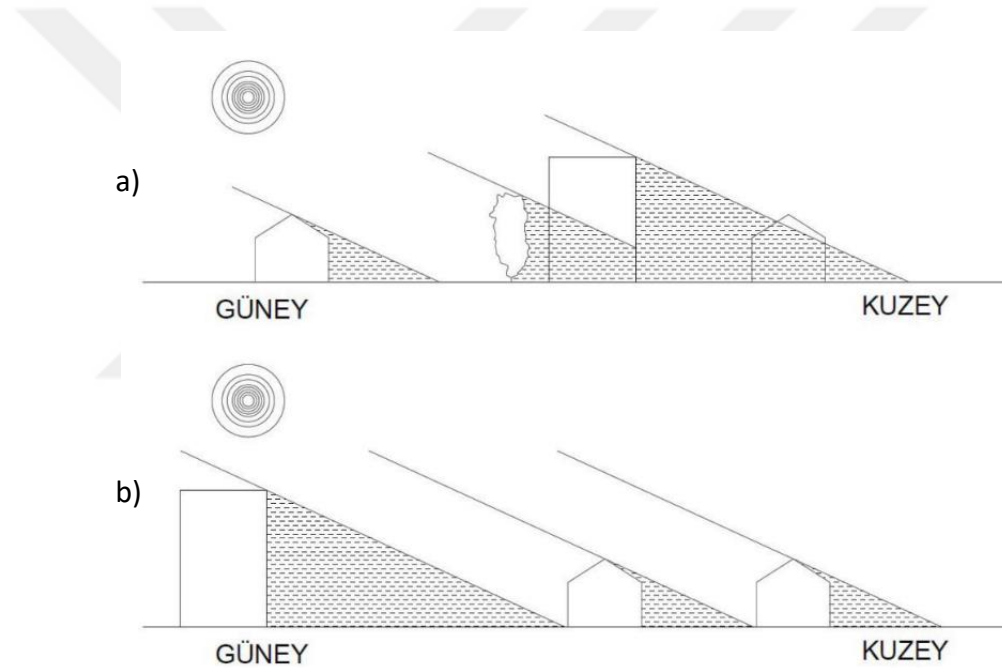
Şekil 3. 3 İklim bölgelerine göre önerilen yapı konumlandırması [10]

- Soğuk iklim bölgelerinde rüzgarın serinletici etkisinden kaçınmak ve güneş ışınlamalarının ısıtıcı etkisinden mümkün olduğunca yararlanmak için yamaçların alt kısımları daha uygundur.
- Ilıman nemli iklim bölgelerinde rüzgarın serinletici etkisini kullanarak yapıdan nemi uzaklaştırmak öncelikli olacağından yamaçların üst kısımları, ılıman kuru iklim bölgelerinde ise rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmaktansa kuruluştan korunmak daha önemli olacağından yamaçların alt kısımları daha avantajlıdır.
- Sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgardan mümkün olduğunca yararlanarak doğal havalandırma ile nemin yüzeylerden uzaklaştırılmasını sağlamak için yamaçların üst kısımları tercih edilmelidir.
- Sıcak kuru iklim bölgelerinde ise güneşin ısıtıcı etkisinden korunmak için vadilere yerleşim daha uygundur.

3.1.3.2 Yapının Diğer Yapılarla İlişkisi

Yapıların yaklaşma mesafeleri, yükseklikleri ve birbirlerine göre konumları güneş ışınlamaları ve rüzgardan korunma veya yararlanma noktasında etkili olabilmektedir [7]. Dolayısıyla yapıyı tek başına değil çevresindeki yapı grubu ve bitki örtüsü gibi ögelerle değerlendirmek gerekmektedir. Yapı aralıkları belirlenirken öncelikle iklim bölgesine ait veriler incelenerek ihtiyaçlar tanımlanmalıdır. Böylece güneş ışınlamından ve rüzgarın hareketlerinden faydalanmak mı yoksa korunmak mı daha önemli karar verilmelidir.

Yapılar kat yükseklikleri ile doğru orantılı olarak çevresine gölge sağlamaktadır. Yapı üstünde gölgenin istendiği ve istenmediği durumlar için yapı aralıklarının nasıl olması gerektiği Şekil 3.4’de gösterilmektedir.



Şekil 3. 4 Gölgenin istendiği (a) ve istenmediği (b) durumlar için yapı aralıkları [7]

- Soğuk iklim bölgelerinde yapılar birbirlerinin rüzgarı kesecek şekilde arka arkaya ve güneş ışınlamalarından fayda sağlanacak şekilde geniş aralıklı sıralanması tercih edilmelidir.
- Ilıman iklim bölgelerinde yapılar gün ışığından en fazla yararlanacak ve birbirlerinin güneşini kesmeyecek şekilde aralıklı sıralanmalı özellikle ılıman nemli iklim bölgelerinde de yararlı rüzgar etkisini kullanmaya çalışılmalıdır.

- Sıcak iklim bölgelerinde ise yapıların birbirine gölge oluşturacak şekilde sıralanmalı böylece aşırı ısınmaları engellenmelidir. Sıcak nemli iklim bölgeleri içinse yararlı rüzgarın etkisi kırmayacak şekilde şaşırtmalı yapılanma tercih edilmelidir.

3.1.3.3 Yapının Yönlendirilmesi

Yapının yönlenişi iklimsel konfor, görsel konfor ve akustik konfor üzerinde etkilidir. İklim bölgesi özelliklerine göre yapının yönlendirilmesi, güneş ışınlımlarından ısı kazancı ve rüzgarın serinletici etkisinden faydalanarak iklimsel konfor, doğal aydınlatma ve manzaraya yönelim ile görsel konfor, taşıt veya insan gibi ses kaynaklarından kaçınarak akustik konfor koşullarını sağlamaktadır.

Güneş ışınlımı, bölgesel rüzgarların hızı, kalitesi ve sürekliliği gibi parametreler farklı yönlerde bakan yüzeylerde farklı özellikler göstermektedir. Bu nedenle mekanların güneş ışınlımından ve rüzgardan elde ettikleri ısı kazançları ve kayıpları farklı olacaktır [29]. Farklı iklim bölgeleri için güneş ışınlımına göre uygun yönelimler Çizelge 3.4’de gösterilmektedir.

Çizelge 3. 4 Farklı iklim bölgelerine göre uygun yapı yönlendirmeleri [36]

İklim Bölgesi	Optimum Yön - S E	İyi Yönler - W S E
Soğuk	22°	20° 45°
Ilımlı Nemli	10°	13° 35°
Ilımlı Kuru	27°	10° 56°
Sıcak Nemli	3°	10° 19°
Sıcak Kuru	18°	0° 40°

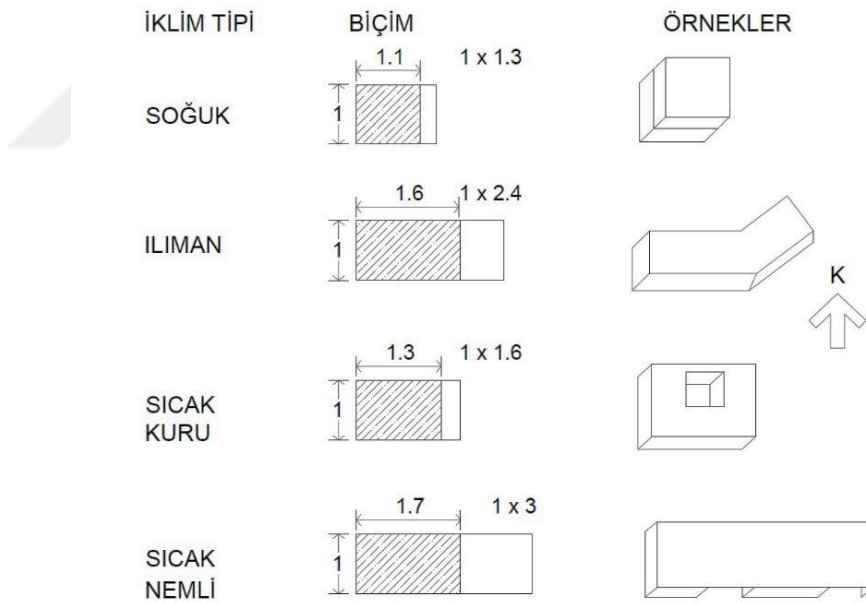
Güneş ışınlımının veya rüzgarın tek başına yapının yönlendirilmesinde etkili olamayacağı durumlarda söz konusudur. Bu durumda güneş ışınlımına göre yönlendirme verilerine ek olarak sıcak ve nemli iklim bölgelerinde rüzgara açılmak ve yapının uzun cephesini bu yöne yönlendirmek, soğuk ve kuru iklim bölgelerinde ise rüzgara karşı kapanmak ve yapının kısa cephesini bu yöne baktırmak gibi yönelme kararları alınmalıdır. Alınacak kararlarla beraber oluşan olumsuz etkileri azaltmak içinse güneş kontrol elemanı gibi mimari kontrol öğelerine başvurulmalıdır.

3.1.3.4 Yapının Biçimi

Yapının biçimi; yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı, yapı yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi, cephenin kütleli formu ve saydamlık oranları gibi geometrik değişkenlerle tanımlanabilir [43]. Yapının biçimine bağlı olarak sahip olduğu hacim ile yüzey alanı oranı ısı kayıp ve kazançlarında etkin bir rol oynamaktadır.

Yapı kabuğu yüzey alanının, yapı hacmine oranı (A/V) yapıların enerji kayıp ve kazançlarında önemlidir [44]. Hacmi sabit tutulup farklı biçimlerde tasarlanan yapıların yüzey alanını arttıkça dış çevre ile olan ilişkisi artmakta böylece ısı transferi artmaktadır. Örneğin yapılarda kompakt biçimlerin tercih edilmesi ısı kayıplarını azaltacaktır.

Yapının biçimi, iklim koşullarını enerji korunumu için en etkili şekilde kullanmayı mümkün kılmaktadır. Bu nedenle yapının bulunacağı iklimin verileri tespit edilip yapı biçiminin bu koşullara uyumlu olması önem arz etmektedir. Şekil 3.5’de farklı iklim bölgelerine uygun yapı formları verilmiştir.



Şekil 3. 5 İklim bölgelerine göre biçim oranları [45]

- Soğuk iklim bölgelerinde, yapıların yüzey alanını küçülterek ısı kaybını azaltmak amaçlanmalıdır. Bu nedenle kompakt formlar tercih edilmeli ve cephe hareketlerinden kaçınılmalıdır.
- Ilıman nemli iklim bölgelerinde rüzgardan yararlanmak için dikdörtgen formda cephe hareketlerinin kullanıldığı yapı formları tercih edilmelidir. Ilıman kuru iklim

bölgelerinde ise, rüzgardan korunmak daha önemli olduğundan kareye yakın yapı formları tercih edilmelidir. Ilıman iklim bölgelerinde gün ışığından yararlanılacak şekilde cephe tasarımı yapılması da önemlidir.

- Sıcak nemli iklim bölgelerinde, rüzgarın serinletici özelliğinden yararlanmak ve güneş ışınlarından korunmak için dikdörtgen planlı yapı formları tercih edilmelidir. Sıcak kuru iklim bölgelerinde ise, güneş ışınlarından kaçınmak ve gölgeleme sağlayacak şekilde kare tabanlı ve avlulu yapı biçimleri tercih edilmelidir.

3.1.3.5 Yapı Fonksiyonu ve Mekan Organizasyonu

Yapılarda kullanıcıya ve işleve dair parametrelerin değerlendirilmesiyle oluşturulan mekan organizasyonları enerji etkinliğini verimli hale getirmektedir. Kullanıcı profili ve sayısı kullanıcıya dair parametreleri oluştururken mekan büyüklükleri, mekanların birbirleri ile ilişkileri, kullanım sıklıkları ve yapı içindeki konumları ise işleve dair parametreleri oluşturmaktadır.

- Enerji korunumunun sağlanabilmesi için ısıtma ihtiyacının daha fazla olduğu ana mekanlar güneş ışınımının daha şiddetli olduğu güney, güneybatı ve güneydoğu yönlerine konumlandırılmalıdır. Isıtmaya daha az ihtiyaç duyan garaj, tuvalet, sirkülasyon yada yemekhane gibi ikincil mekanlar kuzey yönüne yerleştirilerek mekan gruplaması yapılmalıdır.
- Dış ortam ile ısıtma ihtiyacının fazla olduğu mekanların arasına ısıtma ihtiyacının daha az olduğu mekanlar getirilerek ısı kayıplarına karşı tampon bir bölge oluşturularak enerji verimliliği sağlanabilir.
- Rüzgarlı bölgelerde yapı girişlerinin hakim rüzgardan korunması ve rüzgarlık gibi geçişler sağlanması ısı kayıplarını azaltmaktadır.
- Mekanların karşılıklı konumlanması doğal hava sirkülasyonunu sağlayarak nemin ve ısrının uzaklaştırılmasını sağlayarak enerji verimliliğini arttırmaktadır.

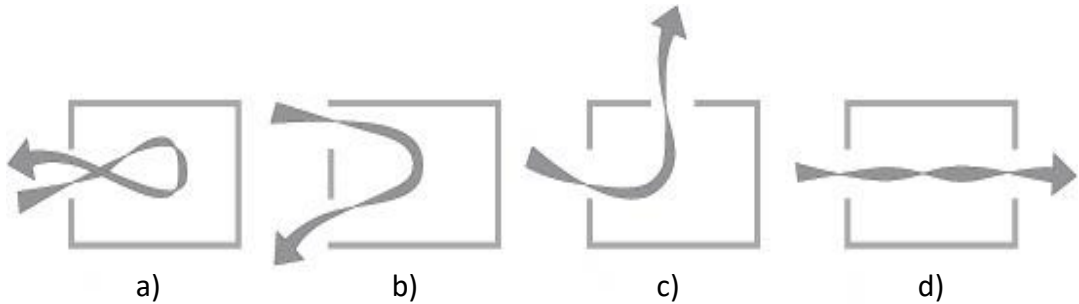
Görüldüğü gibi doğru planlama stratejileri ile konfor koşullarından ödün vermeden enerji korunumu sağlanabilmektedir. Bu noktada enerji korunumu sağlanırken işlevsellik ve görsel konfor gibi ihtiyaçların göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

3.1.3.6 Doğal Havalandırma

Yapının içindeki ve dışındaki basınç veya sıcaklık farklılıkları hava hareketlerine neden olmaktadır. Kullanılmış havanın taze hava ile yer değiştirdiği hava hareketleri de doğal havalandırma olarak tanımlanır. İç mekanda uygun nem, sıcaklık ve oksijen gibi konfor parametrelerinin sağlanabilmesi için hava hareketlerinin yaratılması yani doğal havalandırmanın sağlanması gereklidir. Kullanıcılara sağlanan ısısal konforun yanında nemin yapıdan uzaklaştırılması ile yapı kabuğunda oluşacak yoğuşma ve küflenmeyi önlemek adına da doğal havalandırma çok önemlidir [39].

Verimli bir doğal havalandırmanın sağlanabilmesi için dış rüzgar hızı ve esme sayıları gibi bölgeye ait iklim analizleri yapıldıktan sonra iç mekânda istenilen hava akımları belirlenmeli ve bunu sağlayabilecek açıklıklar yerleştirilmelidir. Doğal havalandırmanın verimli olabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı ayrıntılar aşağıda verilmektedir.

- Pencere açıklıkları ve sayısı mekanın boyutları ile doğru orantılı olmalı,
- Rüzgarın giriş ve çıkış açıklıkları pozitif ve negatif basınç noktalarına göre konumlanarak havanın mekan içinde gereken hızda dolaşımı sağlanmalı,
- Rüzgarın giriş çıkış açıklıkları yatay ve düşey düzelmeye şaşırtmalı konumlanarak havanın mekan içinde etkinliği artırılmalıdır.



Şekil 3. 6 Farklı açıklıklarda meydana gelen hava akışları [46]

Pencerelerin konumu ve sayısındaki farklılıkların hava akışı üzerindeki etkileri Şekil 3.6'da gösterilmektedir. Rüzgar giriş ve çıkış açıklıkları tek cephede sağlandığı durumlarda, tek açıklık (Şekil 3.6 - a) yerine iki açıklık (Şekil 3.6 - b) havanın mekan içerisinde dolaşımını arttırmaktadır. Bitişik duvarlarda bulunan açıklıkların (Şekil 3.6 - c) birbirlerine mesafeleri hava akışının etkisini belirlemektedir. Bu nedenle açıklıkların birbirlerinden uzak konumlandırılarak mekan içinde hareket etmesi sağlanmalıdır. Karşılıklı duvarlarda

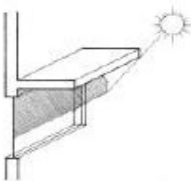
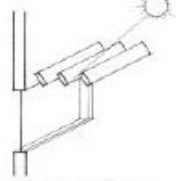
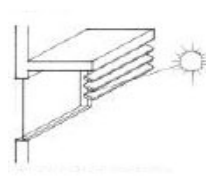
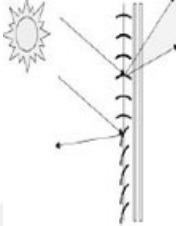
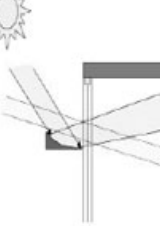
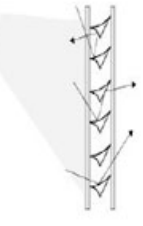
bulunan açıklıklarda ise (Şekil 3.6 - d) hava hızı yüksek olsa bile düzgün hava akımı oluşturmadiğından şaşırtmalı olarak yerleştirilmesi tercih edilmelidir.

3.1.3.7 Güneş Kontrolü

Yapılarda güneş kontrolü iklimsel ve görsel konfor açısından önemli rol oynamaktadır. Güneş kontrolü ve gölgeleme araçları yapının ısıtma ihtiyacı olan dönemlerde güneş ışınlarından yararlanarak, soğutma ihtiyacı olan dönemlerde ise güneş ışınlarından korunarak iklimsel konforu, güneş ışınlamalarına bağlı kamaşma veya parlama gibi problemleri kontrol altına alarak da görsel konforu sağlamaktadır.

Gölgeleme aracının tasarımında güneşin yaz ve kış dönemlerindeki pozisyonu, yapı yüzeylerinin güneşlenme durumları, iklimsel veriler, çevresel veriler ve yapının yönlenmesi gibi parametreler değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda güneş kontrolü sağlamak için yatay saçak, balon ve dikey kanat duvar gibi geleneksel yöntemlerin yanında güneş kırıcı, kepenk, tente, jaluzi, stor ve perde gibi farklı tür ve biçimlerde gölgeleme elemanları da kullanılmaktadır [35].

- Gölgeleme elemanlarının dayanıklı ve bakımı kolay olmasına dikkat edilmelidir.
- Güneş ışınlarının geliş açısına göre yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının biri veya bir kaçını beraber kullanılmalıdır. Güneye bakan cephelerde yatay, doğu ve batıya bakan cephelerde ise dikey ve ızgara tipi gölgeleme elemanları daha verimlidir [47].
- Güneş ışınlamalarını engellenirken iç mekanda gün ışığı düzeyine dikkat edilmeli ihtiyaca göre ışık rafları veya parçalı konsol elemanları gibi çözümlere başvurulmalıdır.
- Perde, jaluzi ve stor gibi içten gölgeleme elemanları bakım ve kullanım açısından kolaylık sağlamasına rağmen güneş ışınlarını camdan geçtikten sonra engelledikleri için soğutma yükü göz önünde bulundurulmalıdır. Bu tür uygulamalar kamaşma kontrolü sağlamaktadır [4].
- Dıştan gölgeleme sağlayan güneş kırıcı, jaluzi ve hareketli paneller ise güneş ışınlamalarını yapının içine girmeden durdurduğu için istenmeyen ısınmanın önüne geçtiklerinden daha avantajlıdır [4].

			
Yatay konsol güney, güney doğu ve güney batı cephelerinde etkilidir.	Parçalı yatay konsol güneş açısına göre konumlandırılarak gölge etkisi sürerken daha fazla ışık ve hava sirkülasyonu sağlar.	Yataydan konsoldan sarkan ilave panjur alçak güneş ışınlarını engellerken manzara açısından problem olabilir.	Düşey panjur veya kanatlar doğu ve batı cephelerinde etkilidir. Sabit veya hareketli olabilirler.
			
Yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının birleşik etkisine sahip ızgara sistemi sıcak kuru iklim bölgelerinde çok etkili olabilirler.	Gölge sağlarken kamaşma problemlerini de engeller. Her iklim bölgesi için uygundur.	Işık rafları gölge sağlarken gün ışığını içeri yansıtır. Her iklim bölgesi için uygundur.	Cam arasına konulan yansıtıcı paneller ile gün ışığı yapı derinliklerine kadar taşınabilir. Ilımlı iklim bölgeleri için uygundur.

Şekil 3. 7 Güneş kontrol sistemlerine ilişkin örnekler [48]

3.1.3.8 Yapı Kabuğu

Enerji etkin yapı tasarımında çevresel faktörler ve yapı tasarımına dair ana kararlar alındıktan sonra değerlendirilmesi gereken en önemli parametre yapı kabuğudur. Yapı kabuğu, iç ortam ile dış ortamı birbirinden ayırarak korunaklı bir alan oluşturan opak ve saydam yapı bileşenlerinin tümüdür.

Birbirine temas halindeki yüzeylerde sıcaklık farkı dengelenene kadar ısı transferi devam eder. Bu nedenle iç konfor sıcaklığı ve dış hava sıcaklığı arasında fark olduğu sürece yapı kabuğundan ısı kayıpları ve kazançları olacaktır. Ayrıca güneş ışıınımı etkisi de yapı kabuğundan ısı enerjisi kazanımında etkilidir. Dolayısıyla yapı kabuğunu oluşturan opak

ve saydam yüzeylerin optik ve termofiziksel özellikleri iklimlendirme yüklerinin belirleyicisidir.

- Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı (U); ülkemizde bina ısı yalıtımı kuralları TS 825 gibi çeşitli yönetmeliklerle belirlenmiştir. Bu yalıtım kuralları farklı iklim bölgelerindeki yapı kabuğu bileşenlerinin kabul edilebilir toplam ısı geçme katsayılarını göstermektedir. Kabul edilen bu katsayılar ile amaçlanan yapı kabuğundan ısı geçişini azaltarak, yapının ısıtma-soğutma yüklerini azaltmaktır.
- Opak ve saydam alanların güneş ışınımına karşı yutuculuk (a), geçirgenlik (t) ve yansıtıcılık (r) katsayıları; yüzeye gelen güneş ışınlarının ne kadarının yutulduğu, geçirildiği ve yansıtıldığı ile ilgili oranlardır. Bu oranlar güneş ışınlarından elde edilen ısı kazancını belirlemektedir [35].
- Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü; opak bileşenlerin ısı depolama kapasitelerini ve yalıtım kapasitelerini belirleyen özelliklerdir. Saydam alanlar için ısı depolama özelliğinden bahsedilemeyeceğinden bu özellik sadece opak bileşenler için değerlendirilmektedir.
- Saydamlık oranı; cam yüzeylerin toplam yüzey alanına oranı saydamlık oranını vermektedir. Saydam yüzeyler, gün ışığından yararlanma ve doğal havalandırma için önemli olmasının yanında ısı geçirgenlik değerinin düşük olmasından dolayı iklim bölgesi ve yönle göre oranları dikkatli belirlenmelidir. Günümüzde çok çeşitli cam türleri üretilmektedir. Gün ışığından kazanç, ısı kaybını engelleme ve aşırı ısınmayı engellemek adına uygun cam türü ve doğrama çeşidi seçimi önemlidir.
- Güneş ışınımı geçirgenlik katsayısı; güneşin 280nm-2500nm dalga boyu aralığındaki ışınımının, saydam yüzeylerden iç ortama geçirilen kısmını ifade etmektedir [49].
- Gün ışığı geçirgenlik katsayısı (LT); güneşin 380nm-2780nm dalga boyu aralığındaki görülebilir ışınımının, saydam yüzeylerden iç ortama geçirilen kısmını ifade eden katsayıdır. Düz camın ışık geçirgenlik değeri en büyük değer olan 1'dir [49].
- Güneş ısı kazanç katsayısı (SGHC); saydam yüzeylerden iç ortama geçirilen ısı enerjisi ile saydam yüzeylerce soğurularak iç ortama verilen ısı enerjisi miktarının

toplamıdır. 0 ile 1 arasında değişen bu değerin 1'e yakın olması ısı kazancının yüksek olduğunu, 0'a yakın olması ise ısı kazancının düşük olduğunu ifade etmektedir [5].

Yapı kabuğu bileşenlerinin enerji performansını belirleyen bu parametreler dikkate alınarak enerji korunumunu sağlayacak kabuk kesitlerin belirlenmesi gerekmektedir.

- **Opak Yüzeylerde Malzeme Seçimi ve Isıl Performans**

Dış çevre ile doğrudan ilişkili olan opak bileşenlerin malzeme detayları yapının enerji performansını belirlemektedir. Yapı kabuğundan gerçekleşen ısı kayıp ya da kazançları opak bileşenlerin ısı direnç katsayısı, ısı depolama katsayısı ve yüzey rengi gibi parametrelere bağlıdır. Dolayısıyla iç konfor koşullarının sağlanabilmesi için malzeme performansını belirleyen bu parametreler dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3. 5 TS 825'e göre ısı geçirme katsayısı sınır değerler [5]

İklim bölgesi	U duvar (W/m ² K)	U tavan (W/m ² K)	U taban (W/m ² K)
1.Bölge	0,70	0,45	0,70
2.Bölge	0,60	0,40	0,60
3.Bölge	0,50	0,30	0,50
4.Bölge	0,40	0,25	0,40

Ülkemizde yürürlükte olan TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardında, derece gün bölgelerine göre çatı, duvar ve döşeme için sınır ısı geçirme katsayısı olan U değerleri belirlenmiştir. Bu sınır değerler malzeme seçiminde yönlendirici olabilmektedir.

Yapıda ısı kayıpları genellikle yüzey alanının en fazla olduğu duvarlardan gerçekleşmektedir. Bu nedenle enerji etkin yapı tasarımında dolgu ve yalıtım malzemelerinin yeri, türü ve kalınlığı önem arz etmektedir. ISO standartlarına göre ısı iletkenlik katsayısı 0,65 W/m²K'nin altından olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmektedir. İlk yatırım maliyetlerinin ve işletme giderlerinin azaltılması için ısı yalıtımı gerekli bir uygulamadır. Türkiye'de en büyük pazara sahip olan, dolayısıyla erişimi en kolay olan yalıtım malzemeleri XPS, EPS, cam yünü ve taş yünü olarak sıralanabilir. Bu malzemelerden, XPS ve EPS petrol kaynaklı iken cam yünü ve taş yünü mineral kaynaklı yalıtım malzemeleridir. Dolgu malzemeleri ise taş, tuğla, gaz beton ve betonarme olarak sıralanabilir. Ancak malzeme seçiminde; malzemenin ömrü,

dayanıklılığı, hafifliği, yanıcılığı ve çevreye verdiği zararlar ile uygulamanın yapılacağı iklim bölgesi ve yapının biçimi gibi hususlara dikkat edilmelidir.

- **Saydam Yüzeylerde Malzeme Seçimi ve Isıl Performans**

Doğal aydınlatma sağlayan saydam bileşenler yapının çevresi ile görsel bağlantıyı kurarken doğal havalandırma imkânı da vermektedir. Saydam bileşenlerin ısı geçirgenlikleri düşük olması sebebiyle yaz aylarında istenmeyen ısı kazançlarına, kış aylarında ise ısı kayıplarına neden olabilmektedir. Bu anlamda iklim bölgesine göre pencerelerin boyutu, yeri, yönü ve malzeme özellikleri enerjinin korunumunun sağlanmasında önemli etmenlerdir.

Camların kalınlığı, rengi, yansıtıcılığı ile içine bulunan gazın türü ve kalınlığına göre optik ve termofiziksel özellikleri değişecektir. Saydam yüzeylerin performansını etkilen faktörlerin çeşitliliği nedeni ile karşımıza pek çok cam çeşidi çıkmaktadır. Piyasada yaygın olarak kullanılan cam çeşitleri aşağıda verilmektedir.

- Düz camlar; herhangi bir kaplama ya da renge sahip olmayan cam çeşididir. Isıl iletkenlik değeri çok düşük olan bu camların güneş enerjisi ve gün ışığı geçirgenliği çok yüksektir.
- Renkli camlar; cam hamuruna ilave maddeler eklenmesiyle elde edilen camlardır. Renkli cam yüzeyine gelen güneş ışınlarını emdikten sonra bir kısmını dışarıya geri verir bu nedenle de çok ısınmasına rağmen normal cama göre içeriye alınan güneş enerjisi miktarı azdır. Bu camlar güneş kontrolü sağlamaktadır.
- Yansıtıcı camlar (reflektif); cam yüzeyinin metal ya da metal oksitlerle kaplanması sonucu yüksek yansıtıcılık özelliği kazanmış camlardır. Yapıya gün ışığı geçişini sınırlar. Böylece aşırı ısınmayı engelleyerek enerji tüketimini azaltmaktadır. Güneş kontrolü sağlayan bu camların kontrol etkinliği arttıkça temperleme özelliği de artmaktadır.
- Düşük yayınlı (Low-E) camlar; düz veya renkli camın üzerine uygulanan film kaplaması ile elde edilmektedir. Kızıl ötesi ışınları yansıtarak güneşten ısı kazancını önleyen bu camlar ısı kontrolü amaçlıdır.

- Seçici geçirgen camlar; insan gözünün duyarlı olduğu görünebilir ışınlarını geçirirken kızılötesi veya morötesi ışınlarını filtreleme özelliğine sahip olan cam türüdür. Düz cam veya renkli cam üzerine uygulanabilen çeşitli kombinasyonlar ile hem güneş kontrolü hem de ısı korunumu sağlayabildiği için tüm iklim koşullarında ve bina türlerinde kullanılabilir [50].
- Kaplamalı camlar; cam yüzeyin farklı metal katmanlar ile kaplanması ile güneş ışını yansıtırken ısı geçirimini de azaltan camlardır. Bu camların pek çok katmandan oluşması, katmalarda farklılıklar yapılarak ışık geçirimi gibi özelliklerinin kontrol edilebilmesini sağlamaktadır. Kaplamalı camlar, güneş kontrolü ve ısı korunumu sağlayabilen cam sınıfındadır [51].
- Isı aynası; çift cam arasındaki hava boşluğunda cam yüzeylere temas etmeden konumlanan, kısa ve uzun dalga boyunda kızılötesi ışınımına karşı yansıtıcı özellik taşıyan filmlerin konulması ile elde edilen cam türüdür. Isı geçirme katsayı çok düşük olan bu camlar soğuk iklim tipleri için uygundur. Ancak ışık geçirgenliği ve kış aylarında güneş ışınlarından ısı kazanımına etkisine dikkat edilmelidir [50].

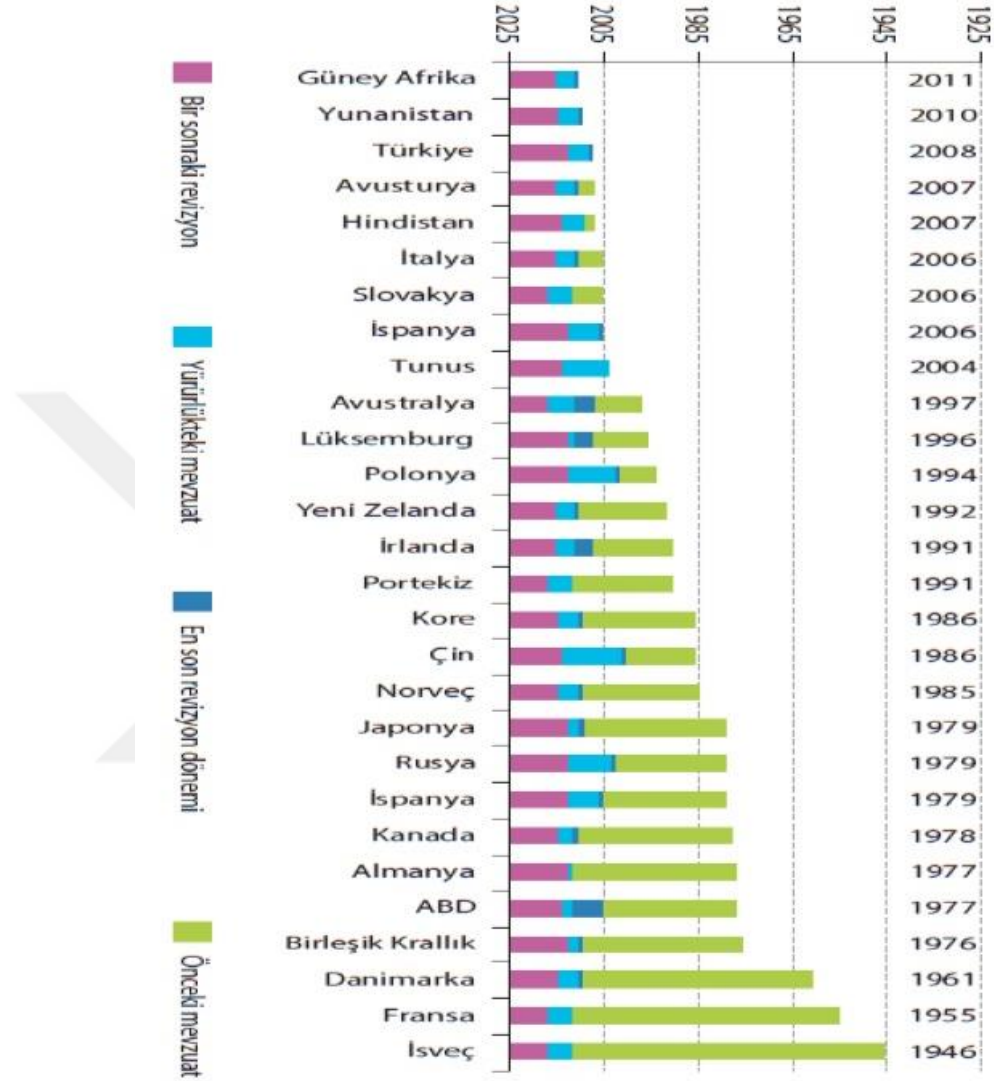
Çerçeve malzemesinin optik ve termofiziksel özellikleri opak bileşenlerin toplam ısı kayıp ve kazanç miktarını etkilemektedir. İstenmeyen hava geçişini engellemek için özellikle çerçevenin detaylandırılması yapılmalıdır. Piyasada kullanılan başlıca çerçeve tipleri alüminyum, ahşap ve PVC'dir.

3.2 Türkiye'de Enerji Etkin Yapı Tasarımı Üzerine Yasa ve Yönetmelikler

Fosil yakıtlara duyulan ihtiyacın hızla artışı iklim değişikliği ve çevre kirliliği gibi sorunları doğuracağı 1980'li yıllarda öngörülmüştür ve hemen arkasından 1983 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma komisyonu kurularak 1987 yılında 'Ortak Geleceğimiz' adlı rapor yayınlanmıştır. Bu rapor ile çevrenin kalkınması ve ekonomi arasındaki bağlantı kurularak sürdürülebilir kalkınma stratejisi oluşturulmuştur.

Zamanla ülkeler yapı enerji mevzuatlarını geliştirmiş ve ulusal önceliklere göre şekillendirmişlerdir. Kullanıcıların konfor koşullarını sağlarken çevreye verilen zararın da sınırlandırılması amacıyla hükümetler kısa, orta ve uzun vadede uygulanmak üzere çeşitli mevzuatlar geliştirmişlerdir. Dünyada bu mevzuatların yıllara göre gelişimi Şekil 3.8'de

gösterilmektedir [52]. Görüldüğü üzere İsveç, Fransa gibi gelişmiş ülkeler bu konuda çalışmalarına 1950’li yıllarda başlamış olmalarına rağmen ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde bu çalışmaların başlangıcı 2000’li yılları bulmuştur.



Şekil 3. 8 Dünyada binalarda enerji verimliliği mevzuat gelişimi [53]

Türkiye’de son yıllarda yapılarda enerji verimliliğine yönelik geliştirilen başlıca yasa ve yönetmelikler aşağıda verilmiştir.

3.2.1 Enerji Verimliliği Kanunu

Enerji verimliliği konusunda ülkemizde atılan ilk ve önemli adımlardan birisi 02 Mayıs 2007 tarihinde 26510 sayılı resmi gazetede yayımlanan “Enerji Verimliliği Kanunu” dur. Yayımlanan bu kanunun ilk maddesinde amaç “enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin

korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması” şeklinde tanımlanmıştır. Kanunun kapsamı ise; mesken, ticari ve hizmet binalarında uygulanmak üzere mimari tasarım, ısıtma, soğutma, ısı yalıtımı, sıcak su, elektrik tesisatı ve aydınlatma konularında belirli standartlar ve normların Türk Standartları Enstitüsü ve Genel Müdürlük ile beraber hazırlanarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak bir yönetmelikten bahsedilmektedir. Bahsedilen bu yönetmelik 2008 yılında “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” adı altında yayımlanmıştır. Bu yönetmelik, iklim verilerinin ve konfor koşullarının maliyet etkinliği ile beraber değerlendirilmesi, birincil enerji ve karbondioksit salımının sınıflandırılırken yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi böylece çevrenin korunumunun sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca yapı projeleri ve mevcut yapılara enerji kimlik belgesi zorunluluğu getirilmiştir [54]. Türkiye’de başlıca enerji verimliliği düzenlemeleri aşağıdaki zaman çizelgesinde sunulmuştur.



Şekil 3. 9 Türkiye’de başlıca enerji verimliliği düzenlemeleri [2]

3.2.2 Isı Yalıtımı Yönetmeliği

Son olarak 2008 Mayıs ayında güncellenen TS 825 standardı binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması ve belirli sınırlamalar getirilmesi üzerinedir. Yakıt tasarrufunun en önemli sınırlayıcılarından olan ısı yalıtımı ile yapıların tükettiği enerji miktarının azaltılması sağlınırken gelecekte enerjiye duyulan ihtiyacın da kontrol altına alması amaçlanmıştır. Standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji

miktarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu arttırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Bu standart ayrıca aşağıdaki amaçlar için de kullanılabilir [44]:

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standardda açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak alternatif seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek [55].

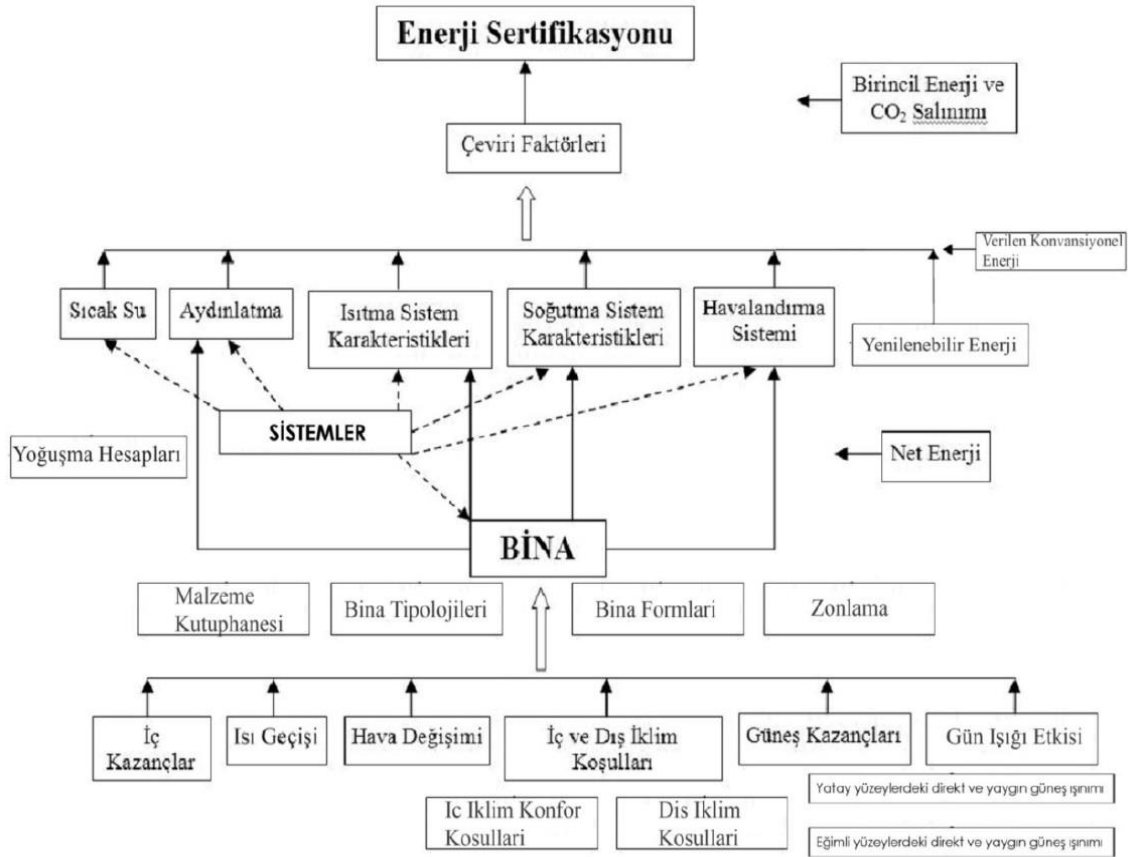
Ayrıca standartta, yapı malzeme ve bileşenlerine dair bilgiler, illere göre gün derece bölgeleri ve dikkat edilmesi gereken özellikler, enerji hesaplama yöntemleri gibi ekler sunulmuştur.

3.2.3 Enerji Kimlik Belgesi

5627 sayılı “Enerji Kanunu” ve buna bağlı olarak yayımlanan “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” ile binalarda enerjinin verimli kullanılması ve ekolojik dengenin korunması amacı ile binaların enerji tüketimini ve karbondioksit salımını sınıflandıran bir belge zorunluluğu getirilmiştir. Binaların enerji performansının belirlenmesi;

- Yapının m² başına yıllık enerji tüketiminin belirlenmesi,
- Kullanılan enerji kaynağı türüne göre CO₂ salımının belirlenmesi,
- Yönetmelikte verilen kriterler üzerinden referans bir bina için enerji tüketimi ve CO₂ salım değerlerinin belirlenmesi,
- Hesaplanan yapı ile referans bina değerlerinin kıyaslanması,
- Kıyaslama sonucuna göre yapının birincil enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonunun A-G arası bir enerji sınıfına yerleştirilmesi ile gerçekleştirilir [56].

Bina enerji performansı hesaplama yöntemi (BEP-TR), binaların enerji tüketimlerini etkileyen tüm parametreler ve bu parametreler içerisinde yer alan çok sayıdaki değişkenin etkisini değerlendirmek, mevcut ve yeni binaların enerji performans sınıflarını belirlemek için Avrupa standartları ile gerekli görülen durumlarda ASHRAE ve Türk standartlarından yararlanarak oluşturulmuştur [57]. Bina performansını etkileyen parametreler ve bu parametrelerin birbirleri ile ilişkileri Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3. 10 Enerji kimlik belgesi akış diyagramı [58]

Bina enerji performansını değerlendirirken, binaların ısıtılması ve soğutulması için binanın ihtiyacı olan enerji miktarının hesaplanmasını, net enerjiyi karşılayacak kurulu sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma ve sıcak su ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını kapsamaktadır [58].

Hesaplamalar sonucunda, binaların yıllık tüketimleri birincil enerji olarak belirlenir ardından bu tüketim değerlerine bağlı olarak karbondioksit salımı hesaplanır. Son adım

olarak binaların karşılaştırılarak kimlik sınıflarının belirlenebilmesi için temel alınacak bazı sabit referans değerler bulunmaktadır.

“Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” kapsamında yapının bulunacağı iklim bölgesi ve işlevine göre kabul edilmesi gereken referans değerler, dönüşüm katsayısı ve enerji sınıfı endeksi gibi değerler eklerde sunulmuştur. Çizelge 3.6’da Birincil Enerji Referans Değerleri, Çizelge 3.7’de ise Sera Gazı Referans Değerleri gösterilmektedir [56].

Çizelge 3. 6 Birincil enerjiye göre referans göstergesi - RG* [56]

BİNA TİPLERİ	KULANIM AMAÇLARI	1.ısıtma bölgesi (RG)	2.ısıtma bölgesi (RG)	3.ısıtma bölgesi (RG)	4.ısıtma bölgesi (RG)
Konutlar	Tek ve ikiz aile evleri	165	240	285	420
	Apartman blokları	180	255	300	435
Hizmet Binaları	Ofis ve Büro Binaları	240	300	360	495
	Eğitim Binaları (Okullar, Yurtlar, Spor Tesisleri)	180	255	300	450
	Sağlık Binaları (Hastaneler, huzurevleri, yetiştirme yurtları, sağlık ocakları)	600			
Ticari Binalar	Otel, Motel, Restoran	540			
	Alışveriş Ve Ticaret Merkezleri	750			

*RG: Birincil Enerji cinsinden referans göstergesi (kWh/m²-yıl)

Çizelge 3. 7 Sera Gazı Referans Göstergesi - SRG* [56]

BİNA TİPLERİ	KULANIM AMAÇLARI	1.ısıtma bölgesi (SRG)	2.ısıtma bölgesi (SRG)	3.ısıtma bölgesi (SRG)	4.ısıtma bölgesi (SRG)
Konutlar	Tek ve ikiz aile evleri	28	40	47	70
	Apartman blokları	30	43	50	73
Hizmet Binaları	Ofis ve Büro Binaları	40	50	60	80
	Eğitim Binaları (Okullar, Yurtlar, Spor Tesisleri)	30	45	50	75
	Sağlık Binaları (Hastaneler, huzurevleri, yetiştirme yurtları, sağlık ocakları)	120			
Ticari Binalar	Otel, Motel, Restoran	100			
	Alışveriş Ve Ticaret Merkezleri	150			

*SRG: Nihai Enerji cinsinden referans göstergesi (kg eşd.CO₂ / m²-yıl)

Yıllık enerji tüketimleri hesaplanan bina ve referans bina değerleri Çizelge 3.8’de verilen denklemler üzerinden karşılaştırılarak Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı Endeksi (EP) ve Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyonu Sınıfı Endeksi (SEG) belirlenmektedir. Böylece yapının sınıfına göre Enerji Kimlik Belgesi oluşturulmaktadır [56].

Çizelge 3. 8 Birincil enerji tüketimlerine göre enerji sınıfı - EP ve nihai enerji tüketimlerine göre sera gazı emisyon sınıfı - SEG [56]

Enerji Sınıfı	Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı Endeksi (EP)	Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyonu Sınıfı Endeksi (SEG)
A	$EP < 0,4 * RG$	$SEP < 0,4 * SRG$
B	$0,4 * RG \leq EP < 0,8 * RG$	$0,4 * SRG \leq SEG < 0,8 * SRG$
C	$0,8 * RG \leq EP < RG$	$0,8 * SRG \leq SEG < SRG$
D	$RG \leq EP < 1,20 * RG$	$SRG \leq SEG < 1,20 * RG$
E	$1,20 * RG \leq EP < 1,40 * RG$	$1,20 * SRG \leq SEG < 1,40 * SRG$
F	$1,40 * RG \leq EP < 1,75 * RG$	$1,40 * SRG \leq SEG < 1,75 * SRG$
G	$1,75 * RG \leq EP$	$1,75 * SRG \leq SEG$

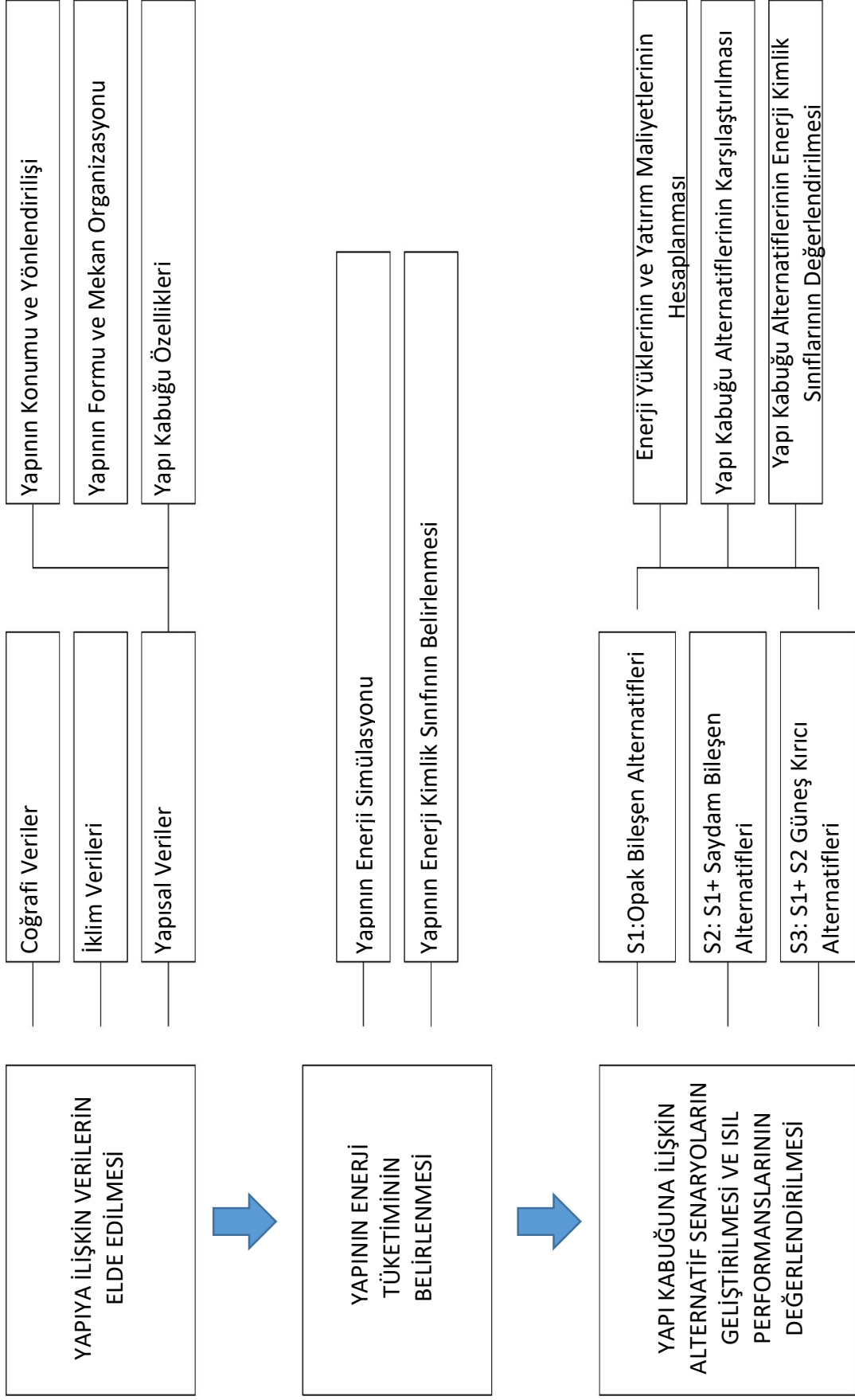
YAPI KABUĞUNUN DÜŞÜK MALİYETLİ ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR YAKLAŞIM VE UYGULAMASI

Bu tez çalışmasında, sıcak kuru iklim bölgesi için yapı kabuğu bileşenlerinin ısı performans/maliyet ilişkisinin kurulması amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda Gaziantep ilinde bulunan bir kamu yapısının enerji ihtiyacı hesaplanmış ve yapı kabuğu senaryoları geliştirilerek enerji tüketim maliyetleri değerlendirilmiştir.

Referans kamu yapısının enerji etkin iyileştirilmesine yönelik yapılan uygulama çalışmasının adımları;

- Yapıya ilişkin çevresel ve yapısal verilerin elde edilmesi,
- Toplanan verilerin ve yapılan kabullerin ilgili programa aktarılarak referans yapının simülasyonunun alınması,
- Referans yapının enerji yüklerinin hesaplanması ve enerji kimlik sınıfının belirlenmesi,
- Referans adliye yapısının enerji etkin iyileştirilmesini olanaklı kılacak senaryolar geliştirilmesi, her bir senaryo için yapının simüle edilerek ilk yatırım maliyetleri ile enerji yüklerinin hesaplanması, karşılaştırılması ve enerji tasarruflarının değerlendirilmesi,
- Geliştirilen senaryoların enerji kimlik sınıflarının belirlenmesi, karşılaştırılması ve değerlendirilmesi,

şeklinde sıralanmış ve her bir adımda ele alınan başlıklar Şekil 4.1’de verilmiştir.

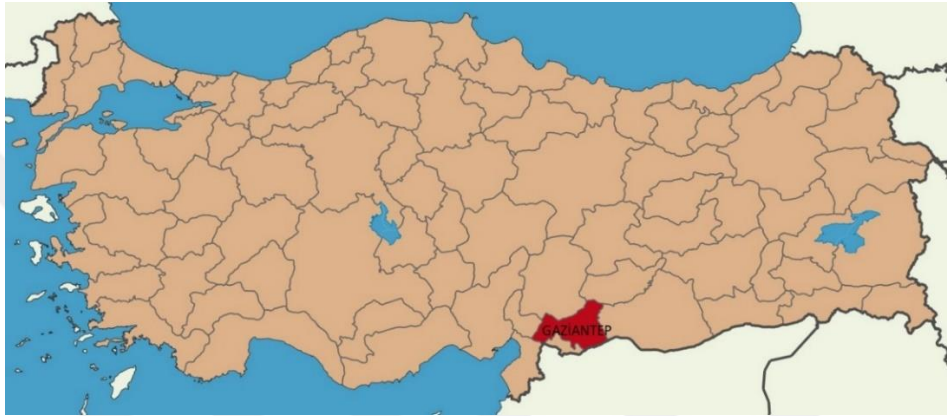


Şekil 4. 1 Yaklaşımın akış şeması

4.1 Yapıya İlişkin Verilerin Elde Edilmesi

4.1.1 Coğrafi Veriler

Çalışma kapsamında sıcak kuru iklim bölgesi ele alınmış ve pilot şehir olarak Gaziantep ili seçilmiştir. Gaziantep ili, Akdeniz Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgelerini birbirine bağlayan bir geçiş noktasındadır. Doğusunda Şanlıurfa ili ve Fırat Nehri, batısında Adana ili ve Amanos Dağları, kuzeyinde Kahramanmaraş ve Adıyaman illeri güneyinde ise Suriye yer almaktadır.



Şekil 4. 2 Gaziantep ilinin konumu [59]

İl toprakları, 37° 22" doğu boylamı ile 37° 05" kuzey enlemi arasında bulunmaktadır. Toros dağları ile Arap platoları arasındaki düzlüğe kurulmuş olan kentin yüz ölçümü 7,642 km² merkez ilçenin yüz ölçümü ise 2,105 km²'dir. Doğuya doğru alçalan kentin rakımı 855m'dir [59]. Bu nedenle kentin büyük bir bölümü kuzey yamaç üzerine kurulmuştur.

Fırat nehri çevresinde doğal ormanlar bulunmasına rağmen kent içerisinde doğal orman bulunmamaktadır. Kent içinde bulunan Dülük Baba, Burç, Yamaçtepe, Taşlıca ve Erikçe ormanları ise yapay ormanlardır. Kent içinden çok sayıda pınar geçmesine rağmen hiç doğal göl bulunmamaktadır.

Gaziantep Türkiye nüfusunun yaklaşık yüzde 2,5'ine sahip olup en kalabalık iller sıralamasında 8. sırada bulunmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2016 nüfus sayımına göre kentin genel nüfusu 1.974.244 kişidir. Gaziantep sürekli göç alması nedeniyle Türkiye nüfus artış hızının çok üzerinde bir nüfus artışı göstermekte dolayısıyla hızlı bir büyüme kaydetmektedir.

4.1.2 İklim Verileri

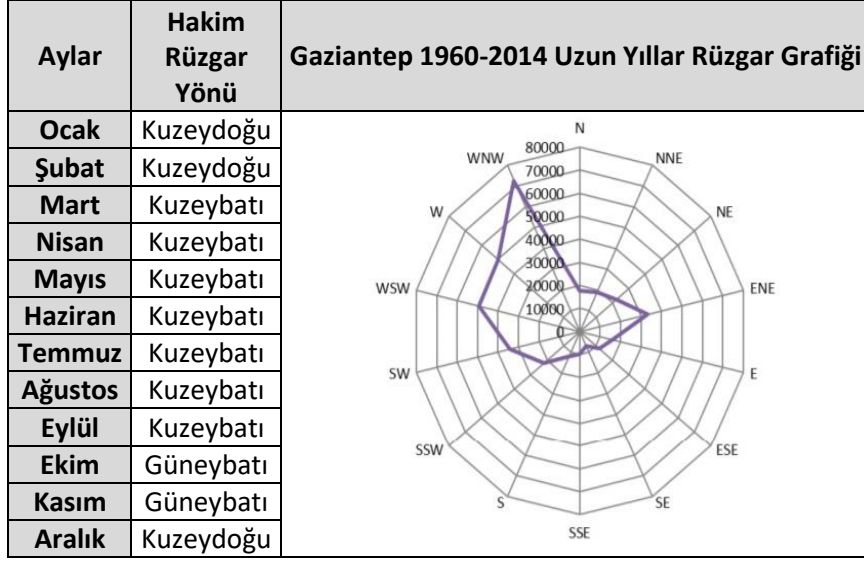
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en sıcak yazlarının görüldüğü bölgedir. Gaziantep konumu itibari ile ne Akdeniz iklimini ne de karasal iklimi tam olarak göstermemektedir. Bu nedenle yazları sıcak ve kuru, kışları ise soğuk, yağmur ve kar yağışlı geçmektedir. Çizelge 4.1'de Devlet ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü resmi sitesinden alınan Gaziantep iline ait aylık ortalama sıcaklık değerleri ve yağış miktarları verilmiştir [60].

Çizelge 4. 1 Gaziantep ilinin aylık ortalama sıcaklık ve yağış durumu [60]

Aylar	Ort. Sıcaklık (C°)	Ort. En Yüksek Sıcaklık (C°)	Ort. En Düşük Sıcaklık (C°)	Aylık Yağış Miktarı Ort. (mm)
Ocak	2,9	7,4	-0,8	102,2
Şubat	4,3	9,3	0	83,3
Mart	8	13,8	2,9	71,8
Nisan	13,2	19,6	7,2	52,2
Mayıs	18,6	25,4	11,8	30,8
Haziran	24	31,1	17	6,7
Temmuz	27,6	35,1	21	2,8
Ağustos	27,3	35,2	20,9	1,9
Eylül	22,7	31	16,1	5,8
Ekim	16	24,2	9,9	35,9
Kasım	9,4	16,2	4,4	62,3
Aralık	4,8	9,6	0,9	96,7
Yıllık Ortalama	14,9	24,5	9,3	552,4

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın resmi sitesinde yayınlanan Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) verilerine göre, Gaziantep'in güneş enerji potansiyeli 1600kWh/m² ile 1650kWh/m² arasındadır. GEPA' dan alınan veriler doğrultusunda Gaziantep'in yaz aylarına ait ortalama güneşlenme süresi 11,48 saat, kış aylarına ait ortalama güneşlenme süresi ise 4,92 saattir [61].

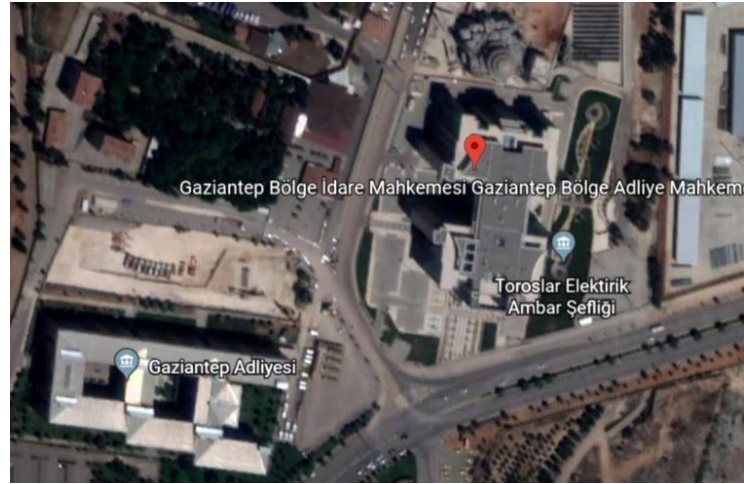
Gaziantep ve çevresindeki hakim rüzgar yönü kuzeybatıdır. Kış aylarında doğu ve kuzeydoğu rüzgarlarının etkisi altında kalır. Ayrıca mevsime bağlı olarak güneybatı rüzgarının da etkisi görülmektedir. Şekil 4.3'de uzun yıl verilerine göre Gaziantep için hakim rüzgar yön bilgileri verilmektedir [62].



Şekil 4. 3 Gaziantep rüzgar yönü [62]

4.1.3 Yapısal Veriler

Tez kapsamında değerlendirilen yapı Gaziantep'in Şehitkâmil ilçesinde 2016 yılında hizmete açılan Gaziantep Bölge Adliye Mahkemesi Binasıdır. Yargı çerçevesi Gaziantep, Adıyaman, Kilis, Kahramanmaraş ve Şanlıurfa illerini kapsayan bu proje, kapsamı ve ölçeği nedeniyle itibar yapı niteliğindedir. Ayrıca güncel yönetmelikler ve yapım teknikleri ışığında uygulanmış olması bu yapının tercih edilmesinin nedenlerindendir.

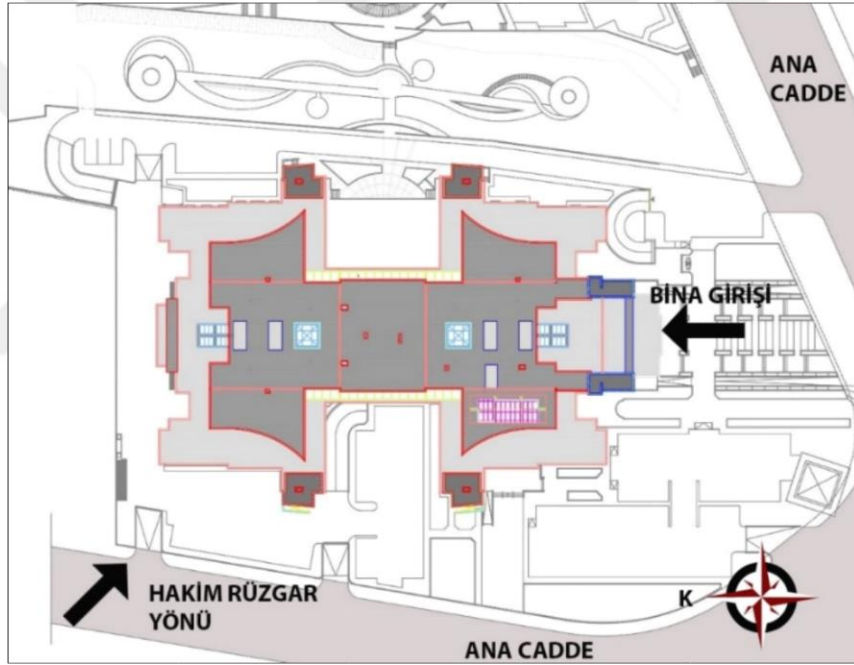


Şekil 4. 4 Gaziantep Bölge Adliye Mahkeme Binası yakın çevre uydu görüntüsü [63]

Yapıların enerji tüketimini etkileyen en önemli değişkenlerden birisi yapıya ait tasarım kararlarıdır. Bölge Adliye Mahkemesi Binasına dair yapısal veriler; yapının konumu - yönlendirilişi, yapının formu - organizasyonu ve yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri başlıkları altında değerlendirilmiştir.

4.1.3.1 Yapının Konumu ve Yönlendirilişi

Değerlendirilen Bölge Adliye Mahkeme Binası Gaziantep’ te yapılaşmanın hızla arttığı, özellikle de kamuya ait yapılarının yoğunlukta olduğu Zeytinli semtinde bulunmaktadır. Şehrin kuzeybatısında düz bir arazi üzerine konumlanmış olan yapı kuzey-güney doğrultusu boyunca uzanan tek bir bloktan oluşmaktadır. Çevresindeki yapılaşma incelendiğinde, Gaziantep Adliye Binası ve Hukukçular Binası gibi çok katlı yapılar ve ceza evi gibi az katlı yapılar bulunmaktadır. Ancak parsel mesafelerinin fazla olmasından dolayı bu yapılaşmanın Bölge Adliye Mahkeme Binası üzerinde gölgeleme etkisi bulunmamaktadır. Şekil 4.5’de yapının parsel içerisinde konumu, yönlendirilişi, çevre yolları ve hakim rüzgar yönünü gösteren verilmektedir.



Şekil 4. 5 Yapının arazi içerisindeki konumu ve yönlendişi

4.1.3.2 Yapının Formu ve Mekan Organizasyonu

Bölge Adliye Mahkeme Binasının görünüşü Şekil 4.6’da verilmiştir. Bodrum, zemin ve 7 normal kat olmak üzere toplam 10 kattan oluşan yapının taban alanı 4.500 m² ve toplam inşaat alanı 35.000 m²’dir. Katlar arasında birbirlerine galeri boşlukları ile bağlanan yapının kat yükseklikleri 4.20 metre ve çatısı teras çatıdır. Yapının formu incelendiğinde, doğu ve batı cephelerinden girinti yaparak ‘H’ şeklini almıştır.



Şekil 4. 6 Gaziantep Bölge Adliye Mahkeme Binası perspektif

Şekil 4.6'da cephede kullanılan malzemeler, pencere sistemi ve doluluk oranını açıklamak üzere bir görsel verilmiştir. Bu görselden anlaşılabileceği üzere giydirmeye cephe ile tasarlanan yapının yaklaşık %50'si cam yüzeylerden oluşmaktadır. Adliye yapısına ait kat planları incelendiğinde, ofis amaçlı kullanılan tüm mekanlar doğu ve batı, mahkeme salonları ise kuzey yönünde konumlanırken, sirkülasyon ve ıslak hacimlerin ise çekirdekte toplandığı görülmektedir. Katlarda mekan organizasyonu benzerlik göstermekte ancak cephe hareketleri ile teraslamaların sağlandığı görülmektedir. Yapıda 7.kat yemekhaneye, bodrum kat ise arşiv ve otopark gibi daha az kullanılan mekanlara ayrılmıştır. Adliye yapısının kat planları, kesiti ve cepheleri ekte sunulmuştur [Ek-A].

4.1.3.3 Yapı Kabuğunun Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Çevre ile sürekli etkileşim halinde olan yapı kabuğunun opak ve saydam bileşenlere ait optik ve termofiziksel özellikleri yapının ısı performansını belirleyerek iç konfor koşullarını sağlamaktadır.

Yapı kabuğunun saydam bileşenleri 12 cm hava dolgu reflekte çift camdır. Doğrama tipi ısı yalıtımlı alüminyumdur. Çizelge 4.2'de Bölge Adliye Mahkeme Binasına ait uygulama projesinden temin edilen cam türü, simülasyon programının kütüphanesinden seçilerek bu cam türüne dair ısı kazanç katsayısı, gün ışığı geçirgenliği ve ısı iletkenlik katsayıları verilmektedir.

Çizelge 4. 2 Bölge Adliye Mahkeme Binası yapı kabuğu saydam bileşen özellikleri

Alternatif	Güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC)	Gün ışığı geçirgenlik (LT.)	Isı iletkenlik (U-value)	Detay (Design Builder)
R01- Referans Reflekte cam	0,361	0,202	2,676	Generic Ref D Tint 6 + Hava 12 + Generic Clear 6mm

TS 825’de duvar, döşeme ve çatı için ısı geçirme katsayılarının (U değeri) sınır değerleri belirtilmiştir. 2. bölgede bulunan Gaziantep için bu değerler UPencere: 2,6 W/m²K, UDuvar: 0,6 W/m²K, UTavan: 0,4 W/m²K ve UTaban: 0,6 W/m²K’dir. Referans yapının uygulama projesinden temin edilen duvar, döşeme ve çatı bileşenleri simülasyon programının kütüphanesinden seçilerek kalınlık, yoğunluk, ısı iletkenlik katsayısı ve ısı geçirme katsayısına dair özellikler Çizelge 4.3’te verilmiştir. Bu değerlere göre yapı kabuğu bileşenleri TS 825’te belirtilen sınır değerleri sağlamaktadır.

Çizelge 4. 3 Bölge Adliye Mahkeme Binası yapı kabuğu opak bileşen özellikleri

Opak Bileşen	Bina yapı elemanları	Kalınlık d(m)	Yoğunluk p(kg/m ³)	Isı iletkenlik hesap değeri λ(W/mK)	Isıl iletkenlik katsayısı U(W/m ² K)
Dış Duvar	Alüminyum kaplama	0,05	7680	45,00	0,606
	Isı yalıtımı (taş yünü)	0,04	40	0,03	
	Tuğla	0,19	1700	0,84	
	Çimento sıva	0,02	100	0,40	
	Plastik boya	0,03	1200	0,20	
Toprak Temaslı Duvar	Koruyucu tuğla	0,09	1920	1,10	0,435
	Isı yalıtımı (XPS)	0,05	35	0,03	
	Su yalıtımı	0,02	960	0,19	
	Betonarme döşeme	0,30	1800	1,35	
	Çimento sıva	0,02	1000	0,40	
	Plastik boya	0,030	1200	0,20	
Toprak Temaslı Döşeme	Tesviye betonu	0,10	1800	0,96	0,373
	Su yalıtımı	0,02	960	0,19	
	Grobeton	0,05	2000	1,13	
	Radye temel	0,50	2243	2,00	
	Isı yalıtımı (XPS)	0,05	35	0,03	
	Şap	0,05	1200	0,41	
	Seramic karo	0,02	1700	0,80	
Teras Çatı	Çakıl	0,06	1950	2,00	0,341
	Isı yalıtımı (XPS)	0,07	35	0,03	
	Su yalıtımı	0,02	960	0,19	
	Eğim betonu	0,03	2300	2,30	
	Betonarme döşeme	0,15	1800	1,35	
	Çimento sıva	0,02	1000	0,40	
	Plastik boya	0,03	1200	0,20	

4.2 Yapının Enerji Tüketiminin Belirlenmesi

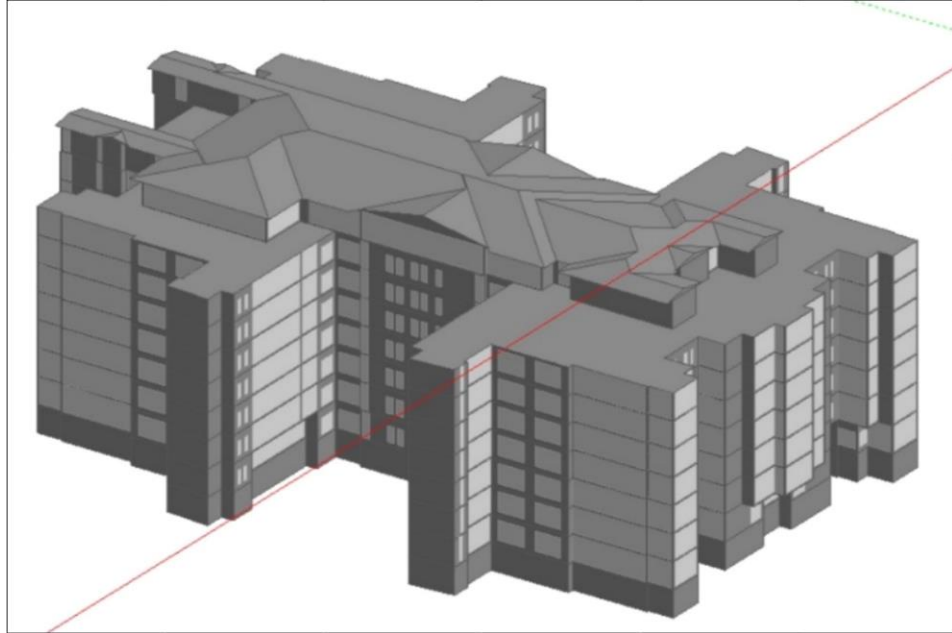
Bu tez çalışmasında, güncel yönetmeliklere göre uygulaması tamamlanarak hizmete açılmış olan mevcut bir adliye yapısı referans yapı olarak kabul edilmiştir. Yapının enerji performansı analizinde Energyplus'ın ara yüzü olarak geliştirilen ve kullanıcı kolaylığı sağlayan Design Builder simülasyon programı kullanılmıştır. Bu program aracılığı ile yapıya ait veriler tanımlanarak, yapının üç boyutlu olarak çizilmesi ile ısıtma, soğutma ve aydınlatma için harcanan enerji miktarları ve CO2 salınımı gibi performans sonuçları hızlı ve kolayca elde edilmektedir.

Bu bölümde öncelikle yapıya dair enerji tüketimleri belirlenmesi için Design Builder programında izlenilmesi gereken adımlar anlatılmıştır. Ardından, program aracılığı ile elde edilen enerji tüketimleri üzerinden Enerji Kimlik Sınıfı hesaplaması yapılmıştır.

4.2.1 Yapının Enerji Simülasyonu

Yapının enerji simülasyonu için Design Builder programında izlenilen adımlar; yapının modellenmesi, yapıya ait verilerin ve kabullerin simülasyon programına tanımlanması ve simülasyon motorunun çalıştırılarak enerji tüketimlerinin belirlenmesidir.

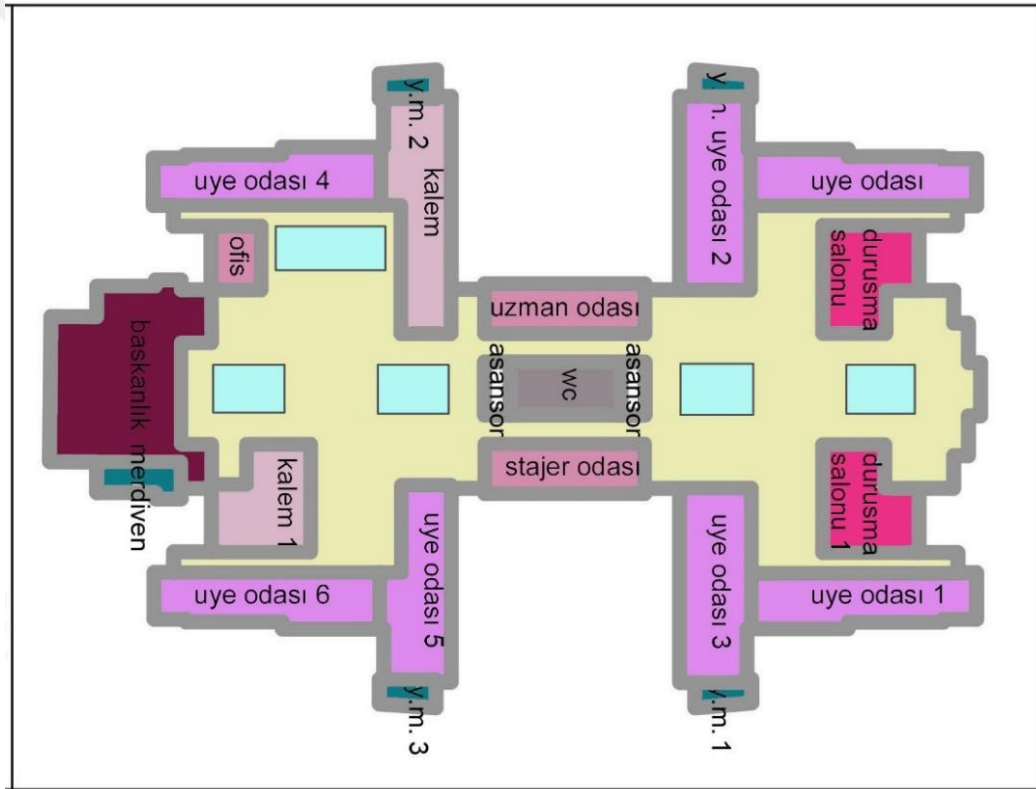
- **Yapının Modellenmesi**



Şekil 4. 7 Adliye yapısının simülasyon için modellenmesi

Referans adliye yapısının enerji yüklerinin hesaplanabilmesi için öncelikle yapının yeri, konumu ve iklimine ilişkin elde edilen veriler programa tanımlanmalıdır. Ardından yapının iki boyutlu olan çizimlerinin Design Builder programının çizim ortamında üç boyutlu olarak modellenmesi gerekmektedir. Şekil 4.7’de referans yapının uygulama projesine bağlı kalınarak elde edilen modellemesi gösterilmektedir.

Programda modellenen yapının iç mekan hacimleri oluşturulurken aynı yöne bakan aynı işleve sahip mekanlar (ofis, koridor, mahkeme salonu vb.) bölgelere ayrılarak (zone) çizilmiştir. Böylece her zonun kullanım saatleri, iç donanımları, iç mekan sıcaklığı gibi veriler ayrı ayrı tanımlanabilmiştir. Şekil 4.8’de 1.kat planına ait iç mekan bölgeleri gösterilmektedir. Diğer katlara ait iç mekan bölgeleri ise Ek-B’de verilmiştir.



Şekil 4. 8 Adliye yapısı 3.kat iç mekan bölgeleri

- **Verilerin Tanımlanması**

Yapının bulunduğu ilin iklim ve yerleşim verileri, kullanım amacı, kullanım şekli ve kullanım saatleri, kullanıcı sayısı, yapı bileşenlerinin katman detayı ve malzeme açılımları ile yapının ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemine dair tüm veriler Design Builder

programına tanımlanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında seçilen referans yapıya ait veriler ve yapılan kabuller aşağıda sıralanmıştır.

- Design Builder programı ASHRAE standartlarına göre, dünya çapında iklim verilerini bünyesinde barındırmaktadır [64]. Referans yapının bulunduğu il olan Gaziantep'e ait konum bilgileri ve iklimsel veriler programın bünyesinden otomatik olarak atanmıştır.
- Kullanım türü ofis olarak belirlenen yapının farklı işlevli mekanları (ofis, mahkeme salonu, koridor, arşiv, otopark vb.) programa tanıtılmıştır. Böylece ısıtma ve soğutmanın yapılmadığı otopark veya bilgisayar kullanımının fazla olduğu ofis alanları ayrıştırılmıştır.
- Yapının kullanıcı yoğunluğu uygulama projesinde tanımlanan tefriş kullanımına göre hesaplanarak 0,135 kişi/m² kabul edilmiştir. Kullanıcıların aktivite tipi hafif ofis işi, aktivite düzeyi 0,9 met, kışlık giysi yalıtım değeri 1,00 clo ve yazlık giysi yalıtım değeri 0,5 clo'dur.
- Yapıda doğal havalandırma açık olup minimum sıcaklık kontrol değeri 24°C seçilmiştir.
- Aydınlatma elemanı olarak LED kabul edilmiş olup mekan için ortalama aydınlık değeri 400lüx olarak kabul edilmiştir.
- İç ortam koşulları ASHRAE 55-2019 standardında belirtilen ofis yapıları değerlerine göre kabul edilmiştir. Isıtma dönemi için iç hava sıcaklığı 20°C, geri ısıtma sıcaklığı 12°C, soğutma döneminde ise iç hava sıcaklığı 26°C, geri soğutma sıcaklığı 28°C olarak programa tanımlanmıştır.
- Ofis ekipmanı ve aydınlatma gibi tercihler, tüketilen enerji miktarını ve iç ısı kazanımları ile çalışma saatleri ve kullanıcı yoğunlukları yıllık enerji tüketimini etkilemektedir. Kullanıcı sayısına bağlı bilgisayar sayısı enerji tüketimi ve çalışma saatleri ile kullanım yoğunluğuna dair kabuller Ek-C'de sunulmuştur.
- İklimlendirme sistemine dair yapılan kabuller Çizelge 4.4'te verilmiştir.

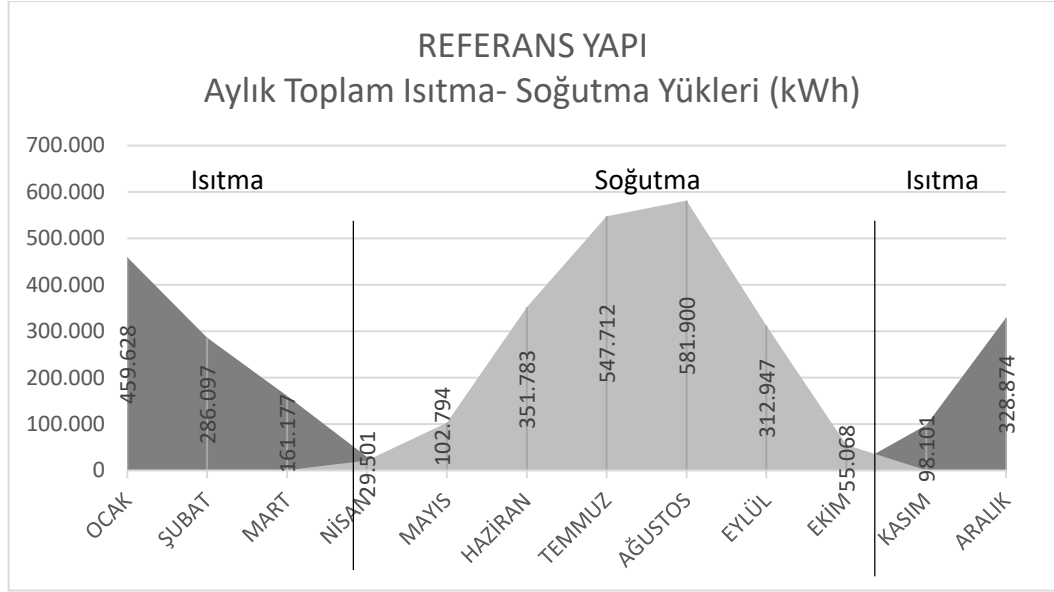
Çizelge 4. 4 İklimlendirme sistemine ilişkin kabuller

HAVC	
HAVC Düzenegi:	FCU (4 borulu), Air cooled Chiller
Mekanik havalandırma:	Açık
Ekonomizör:	Kapalı
Isı geri kazanım	Kapalı
Isıtma:	Açık
Yakıt türü:	Doğalgaz
Isıtma sistemi mevsimlik Cop:	0,85
Soğutma	Açık
Yakıt türü:	Elektrik
Soğuma Sistemi mevsimlik CoP:	1,8
Sıcak kullanım suyu (wc'lerde) :	Açık
Sıcak su tüketimi:	0,20 l/m ² - günlük (default)
Türü	Sadece anlık sıcak su
Yakıt türü:	Doğalgaz
Sıcak kullanım suyu mevsimlik CoP:	0,85
Su ısıtma noktası	55°C
Doğal havalandırma:	Açık
Dış hava (ac/h):	1,5
Dış hava sıcaklık limiti	Açık

- Yapının Enerji Tüketimleri**

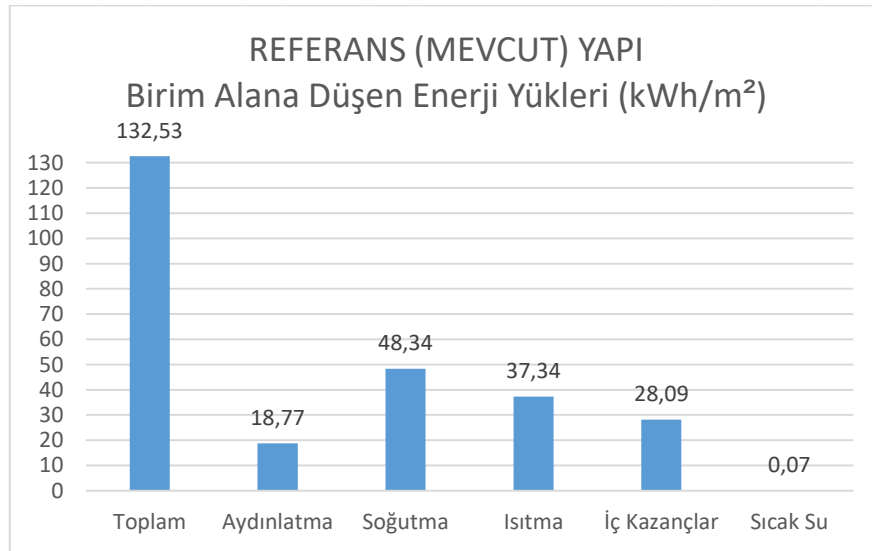
Design Builder programına referans yapıya ilişkin tüm veriler girilerek simülasyonu gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonucu yıllık toplam enerji yükleri, birim alana düşen enerji yükü dağılımları (ısıtma, soğutma, aydınlatmaya, sıcak su, iç kazançlar) ve karbondioksit salınımı hesaplanmıştır.

Referans yapının yıllık toplam ısıtma yükü 1.368.214kWh, yıllık toplam soğutma yükü 1.975.860kWh ve yıllık toplam aydınlatma yükü 767.101kWh olarak hesaplanmıştır. Bu yükler elektrik ve doğalgaz 2017 birim fiyatları üzerinden değerlendirildiğinde yıllık toplam ısıtma tüketimi 136.815 TL, yıllık toplam soğutma tüketimi 790.345 TL ve yıllık toplam aydınlatma tüketimi 306.840 TL olarak hesaplanmıştır. Aylara göre ısıtma ve soğutma enerji yükleri değişimi Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü üzere yapının soğutma yükü ısıtma yükünden yaklaşık %40 fazladır. Isıtma sisteminin en çok enerji harcadığı aylar aralık, ocak ve şubat iken soğutma sisteminin en çok enerji harcadığı aylar haziran, temmuz ve ağustos aylarıdır. Yapının CO₂ salınımı ise 2.24 kg*10⁶'dir.



Şekil 4. 9 Referans yapının aylık ısıtma soğutma enerji yükleri

Referans yapının birim alana düşen ısıtma, soğutma, aydınlatma, sıcak su ve bilgisayar kullanımı gibi iç kazançlardan kaynaklanan enerji tüketimleri Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Birim alana düşüne enerji tüketimleri incelendiğinde, en fazla soğutma yükü iken ardından ısıtma ve iç kazançlar gelmektedir. İç kazançların yüksek çıkması ise, yapının ofis işlevli olmasına bağlı olarak bilgisayar kullanımındaki yoğunluktur.



Şekil 4. 10 Referans (mevcut) yapının birim alana düşen enerji yükleri

4.2.2 Yapının Enerji Kimlik Sınıfının Belirlenmesi

Referans yapı olarak seçilen Gaziantep Bölge Adliye Mahkeme Binasının Enerji Kimlik Sınıfının belirlenebilmesi için ilk adım olarak simülasyon programı kullanılarak birim

alana düşen enerji tüketimleri hesaplanmıştır. Elde edilen bu tüketim değerleri ile enerji performans sınıfının belirlenebilmesi için TS825'in Eklerinde verilen Enerji Kimlik Belgesi hesaplama yöntemine dair aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Adım: Program aracılığı ile yapılan simülasyon çalışması sonucu yapının ısıtma, soğutma, aydınlatma ve sıcak su temini için birim alana düşen enerji yükleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4. 5 Referans yapının birim alana düşen enerji yükleri

Aydınlatma (kWh/m ² -yıl)	Soğutma (kWh/m ² -yıl)	Isıtma (kWh/m ² -yıl)	Sıcak su (kWh/m ² -yıl)
18,77	48,34	37,34	0,07

2. Adım: Referans(mevcut) adliye yapısı enerji tüketimi değerlerinin Çizelge 3.8'de verilen 'Enerji Sınıfı Endeksi(EP)' ve 'Sera Gazı Emisyonu Endeksi(SEG)' denklemlerine yerleştirilerek kıyaslama yapılabilmesi için, birim alana düşen enerji tüketimlerinin Birincil Enerji ve Sera Gazı Emisyonu dönüşümünün yapılması gerekmektedir. Bu doğrultuda TS825'te verilen dönüşüm katsayılarından yararlanılmıştır.

Çizelge 4. 6 Birincil enerji ve sera gazları emisyonu dönüşüm katsayıları [58]

	Birincil Enerji Dönüşüm Katsayıları		SEG Dönüşüm Katsayısı
	Yenilenebilir olmayan kaynak	Toplam	[kg eşd.CO ₂ /kWh]
Fuel-Oil			0,330
Doğalgaz		1,36	0,234
Gaz (propan, bütan, metan, biyogaz)			0,277
Diğer fosil yakıtlar			0,320
Antrasit			0,394
Linyit			0,433
Kok			0,467
Talaş			0,004
Kütük, biokütle			0,014
Kayın kütüğü			0,013
Kökner kütüğü			0,020
Hidrolik enerji santralinden elektrik			0,007
Nükleer enerji santralinden elektrik			0,016
Kömür enerji santralinden elektrik			1,340
Doğalgaz enerji santralinden elektrik			0,819
Karışık elektrik		3,31	0,617

Çizelge 4.6’da verilen elektrik ve doğalgaz dönüşüm katsayıları referans(mevcut) yapının enerji tüketimleri ile çarpılarak EP ve SEG değerleri bulunmuştur.

$$EP = (\text{Aydınlatma} + \text{Soğutma} + \text{sıcak su}) * 3,31 + (\text{Isıtma}) * 1,36$$

$$EP = (18,77 + 48,34 + 0,07) * 3.31 + (37,34) * 1,36$$

$$EP = 273,15 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$$

$$SEG = (\text{Aydınlatma} + \text{Soğutma} + \text{sıcak su}) * 0,617 + (\text{Isıtma}) * 0,234$$

$$SEG = 50,19 \text{ kg eşd.CO}_2 \text{ /kWh}$$

3. Adım: Referans yapının enerji sınıfının belirlenebilmesi için TS825 standardında, yapıların işlevine ve iklim bölgesine göre baz alınması gereken Birincil Enerjiye Göre Referans Göstergesi(RG) ve Sera Gazı Referans Göstergesi(SRG) değerleri verilmiştir. Çizelge 3.6 ve 3.7’de detaylı olarak gösterilen bu referans göstergelere göre; 2. ısıtma bölgesinde bulunan ofis ve büro binaları için Birincil Enerjiye Göre Referans Göstergesi 300 kWh/m²-yıl (RG), Sera Gazı Referans Göstergesi 50 kWh/m²-yıl (SRG) sınır değerleri alınmıştır.

Sınır değer kabul edilen 300 kWh/m²-yıl (RG) ve 50 kWh/m²-yıl (SRG) değerleri, Çizelge 3.8’de verilen Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı(EP) ve Nihai Enerji tüketimine Göre Sera Gazı Emisyon sınıfı(SEG) denklemlerinde yerlerine yerleştirilmiştir. Böylece 2.bölgede bulunan büro yapıları için enerji sınıfı sınır değerleri tanımlanmıştır. Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’de bu sınır değerler verilmektedir.

Çizelge 4. 7 Birincil enerji cinsinden enerji performansı göstergesi

Enerji Sınıfı	Birincil Enerji Tüketimlerine Göre Enerji Sınıfı Endeksi - EP (kWh/m ² -yıl)	
A	EP<0,4*RG	EP<120
B	0,4*RG≤EP<0,8*RG	120≤EP<240
C	0,8*RG≤EP<RG	240≤EP<300
D	RG≤EP<1,20*RG	300≤EP<360
E	1,20*RG≤EP<1,40*RG	360≤EP<420
F	1,40*RG≤EP<1,75*RG	420 ≤ EP<525
G	1,75*RG≤EP	525≤EP

Çizelge 4. 8 Nihai enerji tüketimine göre sera gazları emisyonu göstergesi

Enerji Sınıfı	Nihai Enerji Tüketimlerine Göre Sera Gazı Emisyonu Sınıfı Endeksi – SEG (kg eşd. CO ₂ /m ² .yıl)	
A	SEG<0,4*SRG	SEG<20
B	0,4*SRG≤SEG<0,8*SRG	20≤SEG<40
C	0,8*SRG≤SEG<SRG	40≤SEG<50
D	SRG≤SEG<1,20*RG	50≤SEG<60
E	1,20*SRG≤SEG<1,40*SRG	60≤SEG<70
F	1,40*SRG≤SEG<1,75*SRG	70≤SEG<87,5
G	1,75*SRG≤SEG	87,5≤SEG

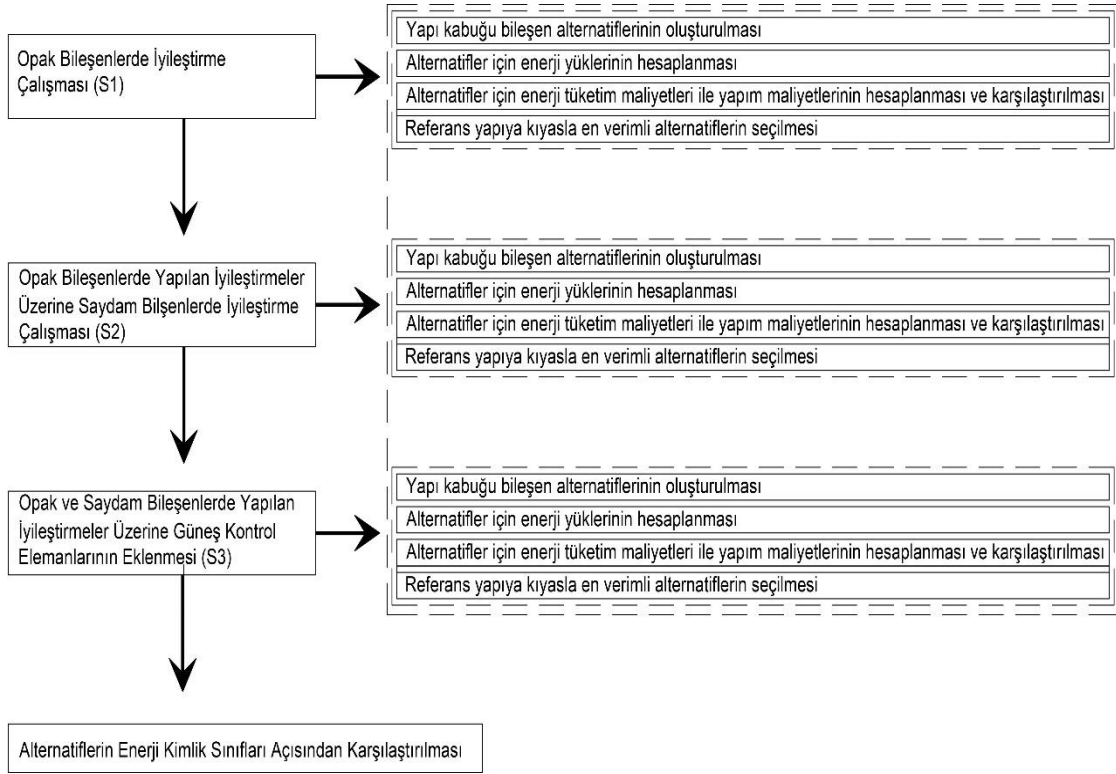
4. Adım: Referans yapı için hesaplanan EP ve SEG değerleri değerlerinin Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de verilen aralıklara yerleştirilmesi ile referans yapının Enerji Kimlik Sınıfı belirlenmiştir. Bu sınır değerlere göre, adliye yapısının birincil enerji tüketimine göre enerji sınıfı $240 \leq 273,15 < 300$ aralığına yerleşerek C, nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyon sınıfı ise $50 \leq 50,19 < 60$ aralığına yerleşerek D olarak belirlenmiştir.

4.3 Adliye Yapısının Enerji Etkin İyileştirilmesi için Alternatif Senaryolar Geliştirilmesi ve Yapının Enerji Yüklerinin Hesaplanması

Bu bölümde yapının enerji tüketiminin azaltılması için yapı kabuğu bileşenlerine dair alternatif senaryolar geliştirilmiştir. Tüm alternatifler için aktivite, insan yoğunluğu, iç kazançlar gibi parametreler sabit tutularak senaryoların ısıtma, soğutma ve aydınlatma yüklerine etkileri irdelenerek en uygun alternatifin seçilmesi amaçlanmıştır. Yapı kabuğu bileşenleri seçiminde TS 825’te 2. bölge için belirlenen U değerleri sınırlandırıcı olmuştur. Ayrıca malzemelerin seçiminde erişim kolaylığı ve piyasada kullanım sıklığı da yönlendirici olmuştur. Senaryolarda seçilen yapı bileşenleri Design Builder programının malzeme kütüphanesinden seçilmiştir.

- SENARYO 1 (S1): Opak Bileşenlerde Yapılan İyileştirme: Bu senaryo opak bileşenlerde yapılan malzeme değişiklikleri ile yıllık enerji tüketiminde iyileştirme sağlamaya yönelik olup, yatırım maliyeti ile beraber değerlendirilmiştir.
- SENARYO 2 (S2): S1 + Saydam Bileşenlerde Yapılan İyileştirme: Bu senaryoda opak bileşenlerde yapılan iyileştirme sonucu uygun görülen alternatiflere ek olarak saydam bileşenlerde iyileştirme yapılmıştır. Geliştirilen senaryolar yatırım maliyeti ile beraber değerlendirilmiştir.

- SENARYO 3 (S3): S1 + S2 + Güneş Kontrolü: Bu senaryoda önceki iyileştirme senaryoları sonucu uygun görülen alternatiflere güneş kontrol elemanları uygulanmıştır. Geliştirilen senaryolar yatırım maliyeti ile beraber değerlendirilmiştir.



Şekil 4. 11 Yapı kabuğu iyileştirme çalışmaları akış diyagramı

4.3.1 SENARYO 1 (S1): Opak Bileşenlerde Yapılan İyileştirme

Bu iyileştirme senaryosunda opak bileşenlerde kullanılan malzeme çeşitleri farklılaştırılarak referans yapı için en verimli alternatif seçilmeye çalışılmıştır. Opak bileşen malzeme seçiminde erişim kolaylığı ve piyasada yaygın olarak kullanılmasının yanında maliyet parametresi de değerlendirilmiştir. Bu noktada TS 825'te duvarlar için belirlenen $U=0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ sınır değerinin aşılmamasına dikkat edilmiştir. Yalıtım malzemelerinin seçiminde ise U değeri yakın tutularak maliyet parametresi kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 4. 9 Opak bileşen alternatif malzeme listesi

Duvar Örgü Malzemeleri	Yalıtım Malzemeleri
• Düşey Delikli Tuğla • Gazbeton	• Taşyünü • Camyünü • XPS Yalıtım Levhası • Hava

Saydam bileşenlerin sabit tutulduğu bu iyileştirme çalışmasında, 2 farklı duvar örgü malzemesi ve 4 farklı yalıtım malzemesi ile toplam 7 farklı alternatif geliştirilmiştir. Ayrıca yapının yalıtımsız olması durumu(Y01) da alternatiflere eklenmiştir.

Çizelge 4. 10 Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri

Bileşen	Malzeme	d (m)	p (kg/m³)	λ (W/mK)	U (W/m²K)	Birim Fiyat m² (TL)
Alternatif Y01(Yalıtımsız)						
Opak	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4	2,148	1,15
	Tuğla	0,19	1700	0,84		13,35
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
Saydam	Düz cam	6mm			5,77	13,01
Alternatif R01(Referans)						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,606	125
	Taş Yünü	0,04	40	0,038		14,05
	Tuğla	0,19	1700	0,84		13,35
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A01						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,518	125
	XPS	0,04	35	0,03		8,4
	Tuğla	0,19	1700	0,84		13,35
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A02						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,541	125
	Cam Yünü	0,04	30	0,032		4,1
	Tuğla	0,19	1700	0,84		28,31
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A03						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,383	125
	Taş Yünü	0,04	40	0,038		14,05
	Gaz beton	0,19	500	0,16		28,31
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105

Çizelge 4. 10 Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri (devam)

Alternatif A04						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,346	1525
	XPS	0,04	35	0,03		8,4
	Gaz beton	0,19	500	0,16		28,31
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A05						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,356	125
	Cam Yünü	0,04	30	0,032		4,1
	Gaz beton	0,19	500	0,16		28,31
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A06						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,423	125
	Gaz beton	0,145	500	0,16		17,88
	Hava	0,03	-	-		-
	Gaz beton	0,145	500	0,16		17,88
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105
Alternatif A07						
Duvar	Alüminyum Kaplama	0,05	7680	45	0,997	125
	Tuğla	0,145	1700	0,84		10,28
	Hava	0,03	-	-		-
	Tuğla	0,145	1700	0,84		10,28
	Alçı Sıva	0,02	1000	0,4		1,15
	Plastik Boya	0,03	1200	0,2		3,5
Saydam	Reflekte cam	6+12(hava)+6mm			2,67	105

- Opak bileşen iyileştirme senaryolarının simülasyonu alınarak birim alana düşen ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerji tüketim değerleri ve bu değerler üzerinden Enerji Kimlik Belgesi standartlarına göre Birincil Enerji Tüketimi(EP) ve Nihai Enerji Tüketimi(SEG) hesaplanmıştır.
- Ardından, iyileştirme alternatifleri için yapım maliyeti(TL) çıkarılmıştır. Yapım maliyeti için öncelikle Bölge Adıye Mahkeme Binası uygulama projesi üzerinden saydam ve opak yüzeyler için yüzey alanları çıkarılmıştır. Ardından opak bileşenler için Çevre ve Şehircilik Bakanlığının (CSB) 2017 yılı inşaat birim fiyat listesi üzerinden, saydam bileşenler ve güneş kırıcı elemanlar içinse piyasa araştırması yapılarak güncel fiyatlar üzerinden metraj hesaplanmıştır [EK D].

- Son olarak yıllık enerji harcaması(TL) hesaplanmıştır. Yıllık enerji harcaması içinse, simülasyon sonucu hesaplanan enerji tüketimlerinin elektrik ve doğalgaz tüketimlerinin birim fiyatlar ve inşaat alanı ile çarpılması ile bulunmuştur. Bu noktada 2017 yılı elektrik tüketimi için EMO tarafından belirlenen 0,4 TL/kWh birim fiyat, doğalgaz için Gazdaş tarafından belirlenen 0,1TL/kWh birim fiyat değerlendirmeye alınarak aşağıda ki formül üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Yıllık enerji harcaması= ((Aydınlatma+ Soğutma+ Sıcak su)* 0,4+(Isıtma)*0,1)*Toplam m²

R01(Yıllık enerji harcaması)=

((18,77+48,34+0,07)kWh/m²yıl*0,4TL/kWh+(37,34)kWh/m²yıl*0,1TL/kWh)*35000 m²

R01= 1.070.230 TL

Çizelge 4. 11 Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizleri

Alt.	Toplam (kWh/m ²)	Aydınlatma (kWh/m ²)	Soğutma (kWh/m ²)	Isıtma (kWh/m ²)	Ep değeri (kWh/m ² -yıl)	SEG değeri (kg eşd. CO ₂ /m ² .yıl)	Duvar ve cam yapım maliyeti (TL)	Yıllık enerji harcaması (TL)
Y01	146,36	9,74	57,31	51,06	291,61	53,36	240.568	1.117.410
R01	132,53	18,77	48,34	37,34	273,15	50,19	1.242.752	1.070.230
A01	132,1	18,77	48,29	36,96	272,47	50,07	1.193.610	1.068.200
A02	132,22	18,77	48,3	37,06	272,64	50,10	1.156.210	1.068.690
A03	131,44	18,77	48,23	36,35	271,44	49,89	1.372.869	1.065.225
A04	131,25	18,77	48,22	36,18	271,17	49,84	1.323.727	1.064.490
A05	131,3	18,77	48,22	36,23	271,24	49,85	1.286.327	1.064.665
A06	131,86	18,84	48,33	36,6	272,34	50,05	1.315.464	1.068.480
A07	135,19	18,84	48,75	39,51	277,69	50,99	1.183.260	1.084.545

Opak yüzeyler için oluşturulan alternatiflerin sonuçları incelendiğinde cam türü değiştirilmediğinden aydınlatma yükünün sabit kaldığı, ısıtma ve soğutma yüklerinin ise birbirlerine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Alternatif senaryoların seçiminde yaklaşık maliyeti farkı(TL) ve yıllık enerji harcaması farkı(TL) dikkate alınmıştır. Yapı ömrünün yaklaşık 40-50 yıl arası olması nedeniyle 40 yıla kadar olan kısım Çizelge 4.12 değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.12 incelendiğinde;

- İlk adım, referans yapıya ait cam - duvar maliyeti toplamı(TL) alternatiflerin cam duvar yapım maliyeti toplamından(TL) çıkarılması ile aradaki fark bulunmuştur.

- İkinci adım, referans yapıya ait yıllık enerji harcaması(TL) alternatiflerin yıllık enerji harcamasından(TL) çıkarılarak yıllık enerji farkı maliyet olarak bulunmuştur.
- Üçüncü adım, yapı ömrü olarak belirlenen 40 yıl için enerji harcaması farkları hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, yıllık enerji harcaması farklı(TL) yıllarla çarpılarak 10'ar yıllık periyotlarda enerji harcaması farkı hesaplanmıştır.
- Son adım olarak ise kıyaslamaların yapılabilmesi için, yapım maliyeti farkı(TL) ile 40 yıllık enerji harcaması farkı(TL) toplanarak 40 yılın sonunda referans yapıya göre alternatiflerin kar ve zarar durumları belirlenmiştir.

Çizelgede görülen negatif değerler referans yapıya göre maliyetin veya yıllık enerji harcamasının daha fazla olduğunu yani incelenen başlık için zarara geçildiğini göstermektedir. Pozitif değerler ise referans yapıya göre maliyetin veya yıllık enerji harcamasının daha az olduğunu yani incelenen başlık için kara geçildiğini göstermektedir.

Çizelge 4. 12 R01'e göre yapı kabuğu alternatiflerinin değerlendirilmesi

R01'e göre Değerlendirilen alternatifler	Yapım maliyeti farkı (TL)	Yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı + 10 yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı + 20 yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım Maliyeti farkı + 30 yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım Maliyeti farkı + 40 Yıllık enerji harcaması farkı (TL)
R01 - A01	49.142	2.030	69.442	89.742	110.042	130.342
R01 - A02	86.542	1.540	101.942	117.342	132.742	148.142
R01 - A03	-130.117	5.005	-80.067	-30.017	20.033	70.083
R01 - A04	-80.975	5.740	-23.575	33.825	91.225	148.625
R01 - A05	-43.575	5.565	12.075	67.725	123.375	179.025
R01 - A06	-72,713	1.505	-57.663	-42.613	-27.563	-12.513
R01 - A07	59.492	-14.315	-83.658	-226.808	-369.958	-513.108

Referans yapıya (R01) göre geliştirilen alternatifler değerlendirildiğinde;

- A01(Tuğla - XPS) ve A02(Tuğla - Cam yünü) alternatifleri daha düşük yapım maliyeti ile elde edilmekte ve daha az enerji tüketmekte olduğundan ilk günden itibaren kara geçilmektedir.

- A03(Gazbeton - Taş yünü), A04(Gazbeton - XPS) ve A05(Gazbeton - Cam yünü) alternatifleri yapım maliyetleri daha yüksek olmasına rağmen yıllık enerji ihtiyaçları referans yapıya göre daha az olduğundan 40 yıllık periyotta kar edilmiştir.
- A06(Gazbeton - Hava - Gazbeton) alternatifi hem yapım maliyeti hem de yıllık enerji tüketimi yüksek olan alternatiftir.
- A07(Tuğla - Hava - Tuğla) alternatifi ise yapım maliyeti düşük olmasına rağmen yıllık enerji tüketimi çok yüksek olan bir alternatiftir.

Tüm bu kıyaslamalar ve kontroller sonucunda, opak bileşenler için en uygun A01(XPS-tuğla), A02(cam yünü-tuğla) ve A05(cam yünü-gazbeton) alternatifleri seçilerek iyileştirme çalışmalarına bu alternatifler üzerinden devam edilmiştir.

4.3.2 SENARYO 2 (S2): S1 + Saydam Bileşenlerde Yapılan İyileştirme

Bu yenileme çözümünde, bir önceki iyileştirme senaryosunda seçilen A01, A02 ve A05 alternatiflerinin saydam bileşenleri için iyileştirme yapılmıştır. Referans yapı kabuğunda kullanılan yansıtıcı özellikli cam türüne alternatif olarak seçici geçirgen, kaplamalı ve düşük yayınlı olmak üzere 3 tür cam seçilmiştir. Programın kütüphanesinden seçilen ve bu özellikleri gösteren camlara ait; ısı iletkenlikleri, güneş ısı kazanç katsayıları ve gün ışığı geçirgenlikleri Çizelge 4.13’de gösterilmektedir.

Çizelge 4. 13 Saydam bileşen alternatif malzeme listesi

Alternatif	Güneş ısı kazanç katsayısı (SHGC)	Gün ışığı geçirgenlik (LT)	Isı iletkenlik (U-value)	Detay (Design Builder)
R01- Referans Reflekte cam	0,361	0,202	2,676	Generic Ref D Tint 6mm Generic Clear 6mm
Alt B01/ B02 /B03 Seçici geçirgen cam	0,282	0,548	1,221	Cardinal glass LoE 6mm + Hava 12mm + Cardinal glass LoE 6mm
Alt B04/ B05/ B06 Kaplamalı cam	0,381	0,444	1,771	Generic LoE Tint 6mm + Hava 12mm + Generic Clear 6mm
Alt B07/ B08/ B09 Low E cam	0,568	0,744	2,66	Generic Low-E 6mm + Hava 12mm + Generic Clear 6mm

Çizelge 4.9’da verilen üç cam türü ile Senaryo 1(S1)’de seçilen üç alternatif (A01- A02- A05) ile eşleştirilerek toplam 9 farklı alternatif geliştirilmiştir. Bu alternatiflere dair U değerleri ve cam yüzeylerin birim fiyatları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4. 14 Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri

Opak Alt.	Opak Bileşen Malzeme	U (W/m²K)	Saydam Bileşen Malzeme	U (W/m²K)	Cam m² Birim Fiyat (TL)
Alternatif B01					
(A01)	Alüminyum Kaplama	0,518	Seçici geçirgen cam 6+12(hava)+6mm	1,22	100
	XPS				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B02					
(A02)	Alüminyum Kaplama	0,541	Seçici geçirgen cam 6+12(hava)+6mm	1,22	100
	Cam Yünü				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B03					
(A05)	Alüminyum Kaplama	0,356	Seçici geçirgen cam 6+12(hava)+6mm	1,22	100
	Cam Yünü				
	Gaz beton				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B04					
(A01)	Alüminyum Kaplama	0,518	Kaplama Cam 6+12(hava)+6mm	1,77	105
	XPS				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B05					
(A02)	Alüminyum Kaplama	0,541	Kaplama Cam 6+12(hava)+6mm	1,77	105
	Cam Yünü				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B06					
(A05)	Alüminyum Kaplama	0,356	Kaplama Cam 6+12(hava)+6mm	1,77	105
	Cam Yünü				
	Gaz beton				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				

Çizelge 4.14 Yapı kabuğunda kullanılan malzemeler ve özellikleri (devam)

Alternatif B07					
(A01)	Alüminyum Kaplama	0,518	LowE cam 6+12(hava)+6mm	2,66	90
	XPS				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B08					
(A02)	Alüminyum Kaplama	0,541	LowE cam 6+12(hava)+6mm	2,66	90
	Cam Yünü				
	Tuğla				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				
Alternatif B09					
(A05)	Alüminyum Kaplama	0,356	LowE cam 6+12(hava)+6mm	2,66	90
	Cam Yünü				
	Gaz beton				
	Alçı Sıva				
	Plastik Boya				

Saydam bileşen senaryolarının simülasyonu alınarak birim alana düşen enerji tüketimleri, ardından Enerji Kimlik Belgesi standartlarına göre Birincil Enerji Tüketimi (EP) ve Nihai Enerji Tüketimi (SEG) hesaplanmıştır. Son olarak alternatiflerin yaklaşık yapım maliyeti (TL) ve yıllık enerji harcaması (TL) Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4. 15 Yapı kabuğu alternatiflerine göre enerji analizleri

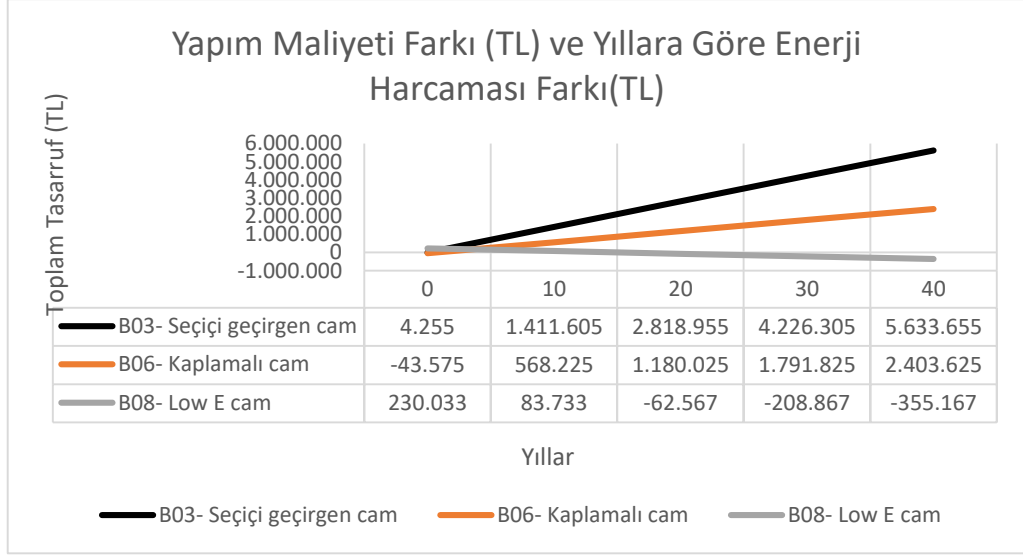
Alt.	Toplam (kWh/m ²)	Aydınlatma (kWh/m ²)	Soğutma (kWh/m ²)	Isıtma (kWh/m ²)	Ep değeri (kWh/ m ² -yl)	SEG değeri (kg eşd. CO ₂ / m ² .yl)	Duvar ve cam yapım maliyeti (TL)	Yıllık enerji harcaması (TL)
Y01	146,36	9,74	57,31	51,06	291,61	53,36	240.568	1.117.410
R01	132,53	18,77	48,34	37,34	273,15	50,19	1.242.752	1.070.230
B01	119,44	14,36	44,1	32,9	238,48	43,81	1.145.780	933.590
B02	119,57	14,36	44,11	33,01	238,66	43,84	1.108.380	934.115
B03	118,55	14,36	44,01	32,09	237,08	43,57	1.238.497	929.495
B04	125,43	15,59	48,37	33,38	257,34	47,32	1.193.610	1.012.270
B05	125,54	15,59	48,38	33,48	257,51	47,35	1.156.210	1.012.760
B06	124,63	15,59	48,33	32,62	256,17	47,11	1.286.327	1.009.050
B07	129,63	12,32	57,12	32,1	273,73	50,40	1.050.119	1.084.510
B08	129,73	12,32	57,12	32,2	273,87	50,42	1.012.719	1.084.860
B09	128,96	12,32	57,18	31,37	272,94	50,27	1.142.836	1.082.795

Sonuçlar kıyaslandığında cam türüne ve özelliklerine bağlı olarak aydınlatma, ısıtma ve soğutma yüklerinde belirgin farklar olduğu görülmektedir. Sadece enerji tüketimleri kıyaslandığında referans yapıya göre en çok tasarruf yapılan alternatif ısıtmada yaklaşık %15, soğutmada ise %10 ile B03(camyünü-gaz beton-seçici geçirgen cam) alternatifidir. B03 alternatifi yapının yalıtımsız hali(Y01) ile kıyaslandığında ise ısıtmada yaklaşık %40, soğutmada ise yaklaşık %25'lik iyileştirme sağlanmıştır. En uygun alternatif senaryonun seçiminde yaklaşık yapım maliyeti farkı ve yıllık enerji harcaması farkı beraber değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. 16 R01'e göre saydam bileşen alternatiflerinin değerlendirilmesi

Cam türü	R01'e göre Değerlendirilen Alternatifler	Yapım maliyeti farkı(TL)	Yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı (TL) + 10 Yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı (TL) + 20 Yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı (TL) + 30 Yıllık enerji harcaması farkı (TL)	Yapım maliyeti farkı (TL) + 40 Yıllık enerji harcaması farkı (TL)
Seçici Geçirgen	R01 - B01	96.972	136.640	1.463.372	2.829.772	4.196.172	5.562.572
	R01 - B02	134.372	136.115	1.495.522	2.856.672	4.217.822	5.578.972
	R01 - B03	4.255	140.735	1.411.605	2.818.955	4.226.305	5.633.655
Kaplama Cam	R01 - B04	49.142	57.960	628.742	1.208.342	1.787.942	2.367.542
	R01 - B05	86.542	57.470	661.242	1.235.942	1.810.642	2.385.342
	R01 - B06	-43.575	61.180	568.225	1.180.025	1.791.825	2.403.625
Low-E Cam	R01 - B07	192.633	-14.280	49.833	-92.967	-235.767	-378.567
	R01 - B08	230.033	-14.630	83.733	-62.567	-208.867	-355.167
	R01 - B09	99.915	-12.565	-25.735	-151.385	-277.035	-402.685

Geliştirilen 9 alternatif için öncelikle cam türleri kendi içlerinde değerlendirildiğinde en uygun alternatifler olarak B03(cam yünü/gazbeton - seçici geçirgen cam), B06(cam yünü/ gazbeton - kaplamalı cam) ve B08(cam yünü/tuğla - low e cam) alternatifleri seçilmiştir. Şekil 4.12'de görüleceği üzere referans yapıdan B03, B06 ve B08 alternatiflerinin yaklaşık yatırım maliyeti farkı, 10'ar yıllık periyotlarda enerji tüketim maliyeti farkı ile toplanarak referans yapıya göre toplam tasarruf miktarları karşılaştırılmıştır.



Şekil 4. 12 Yapım maliyeti tasarruf miktarı ile yıllara göre enerji tasarruf miktarlarının karşılaştırılması

Referans yapıya (R01) göre diğer alternatifler değerlendirildiğinde;

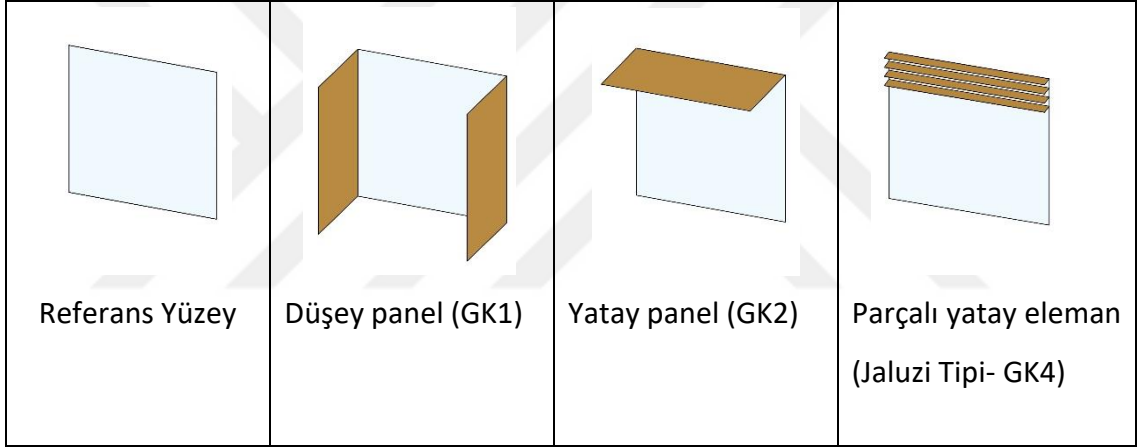
- B03(camyünü/gaz beton - seçici geçirgen cam) alternatifi düşük yapım maliyeti ile elde edildiğinden ve daha az enerji tükettiğinden dolayı ilk günden kara geçmektedir. Değerlendirmeye alınan 40 yıllık süre zarfında, bu yapı için en uygun alternatif bu nedenle B03' tür.
- B06(cam yünü/gazbeton - kaplama cam) alternatifinin yapım maliyeti daha fazla olmasına rağmen yıllık enerji tüketimi referans yapıya göre daha az olduğundan 40 yıllık süreçte daha avantajlıdır.
- B08(cam yünü/tuğla - low e cam) alternatifinin yapım maliyeti daha az olmasına rağmen enerji tüketimi fazla olduğundan dolayı yaklaşık 10. yılın sonunda zarara geçmeye başlamıştır. Tüm bu kıyaslamalar sonunda enerji/ maliyet verimi en yüksek olan yapı kabuğu alternatifi olan B03 kombinasyonu olmuştur.

Bu noktada B03 kombinasyonun B06 ve özellikle B08 alternatiflerinden iyi sonuç vermesinin nedeni olarak birim fiyatların yakın olmasına rağmen Güneş ısı kazanç katsayısının(SHGC) ve Isı iletkenlik katsayısının(U-Value) düşük olması söylenebilir. Dolayısıyla sıcak iklim bölgesinde bulunan ve saydamlık oranı yüksek olan Gaziantep Bölge Adliye Mahkeme Binası için en uygun cam türü seçici geçirgen cam olarak seçilmiştir.

4.3.3 SENARYO 3 (S3): S1 + S2 + Güneş Kontrolü

Referans yapının saydamlık oranının yüksek olması nedeniyle saydam bileşenlerin iyileştirilmesine ek olarak güneş kontrol elemanlarının kullanılması durumu da değerlendirilmiştir. Seçilen üç cam türü üzerinden çalışılan bu iyileştirme senaryosunda, bir önceki senaryoda geliştirilen alternatifler içinden en verimli kombinasyon olan B03 (camyünü/gaz beton - seçici geçirgen cam) seçeneği, ikinci olarak B06(cam yünü/gazbeton - kaplamalı cam) seçeneği ve düz cam seçeneği değerlendirilmeye alınmıştır.

Güneş kontrol elemanlarının değerlendirildiği bu iyileştirme senaryosunda kabaca dört tip güneş kırıcı eleman incelenmiştir. Şekil 4.13’de seçilen güneş kırıcı paneller şematik gösterimi verilmektedir. Güneş kırıcı panellere dair özellikler ise Ek-E’de verilmiştir.



Şekil 4. 13 Güneş kırıcı alternatifleri

Seçilen bu üç cam seçeneği için aşağıdaki senaryolar çalışılmıştır.

- Alternatif GK 1: Yalnızca doğu ve batı cephede saydam yüzeylerde 50cm eninde düşey güneş kırıcısı kullanılması,
- Alternatif GK 2: Yalnızca güney cephede saydam yüzeylerde 50cm eninde yatay güneş kırıcısı kullanılması,
- Alternatif GK 3: Doğü ve batı cephelerinde düşey, güney cephede ise yatay güneş kırıcıların 50cm eninde beraber kullanılması,
- Alternatif GK 4: Doğü, batı ve güney cephelerinde parçalı yatay eleman (jaluzi tipi) kullanılmasıdır.

3 cam türü ve 4 güneş kırıcı kullanılarak toplam 12 kombinasyon geliştirilmiştir. Bu noktada opak yüzey bileşenleri için, bir önceki adımda en verimli sonucu veren gaz beton ve cam yünü bileşimi seçilmiş ve tüm alternatiflerde sabit tutulmuştur.

Referans yapıda güneş kırıcı elemanlar kullanılmadığından güneş kırıcıların elemanların kullanılması ek maliyet doğurmaktadır. Bu nedenle Senaryo 1 ve Senaryo 2’de tercih edilen ‘yapım maliyeti(TL) + 40 yıllık enerji harcaması farkı(TL)’ kıyaslanması bu senaryoda değerlendirilmemiştir. Bunun yerine güneş kırıcı kullanılmayan alternatiflere göre, yapılan yatırımların geri dönüş süreleri incelenmiştir.

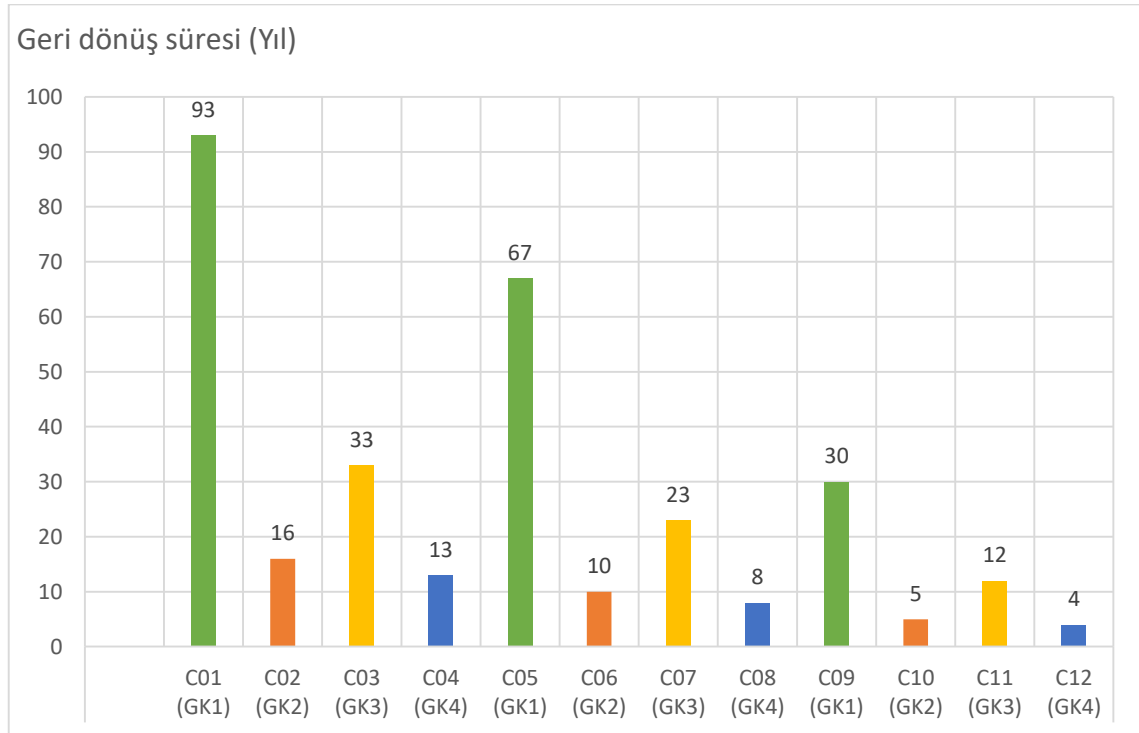
Çizelge 4. 17 Güneş kırıcı eleman alternatiflerinin enerji tüketimleri

Alternatif		Toplam (W/m ² K)	Aydınlatma (W/m ² K)	Soğutma (W/m ² K)	Isıtma (W/m ² K)	GK yapım maliyeti (TL)	Yıllık enerji harcaması (TL)	Geri dönüş süresi (Yıl)
B03 (Seçici geçirgen cam)	B03	118,55	14,36	44,01	32,09	-	929.495	-
	C01 (GK1)	118,52	14,39	43,82	32,22	166.600	927.710	93
	C02 (GK2)	118,29	14,45	43,45	32,31	95.200	923.685	16
	C03 (GK3)	118,26	14,48	43,25	32,44	261.800	921.760	33
	C04 (GK4)	117,87	14,87	42,08	32,83	226.100	912.205	13
B06 (Kaplama cam)	B06	124,63	15,59	48,33	32,62	-	1.009.050	-
	C05 (GK1)	124,57	15,63	48,07	32,79	166.600	1.006.565	67
	C06 (GK2)	124,22	15,66	47,56	32,91	95.200	1.000.265	10
	C07 (GK3)	124,17	15,7	47,3	33,09	261.800	997.815	23
	C08 (GK4)	123,55	16,08	45,76	33,62	226.100	983.430	8
D10 (Düz cam)	D10	131,8	11,93	60,38	31,39	-	1.122.205	-
	C09 (GK1)	131,59	11,96	59,9	31,65	166.600	1.116.815	30
	C10 (GK2)	130,96	12,03	59,03	31,82	95.200	1.106.210	5
	C11 (GK3)	130,78	12,06	58,55	32,08	261.800	1.100.820	12
	C12 (GK4)	129,14	12,43	55,65	32,97	226.100	1.068.515	4

Çizelge 4.17’de verilen geri dönüşüm yılları, güneş kırıcı eleman eklendikten sonra yapım maliyetinin elde edilen kara bölünmesi ile hesaplanmıştır. Örneğin B03 alternatifi için, düşey güneş kırıcı(GK1) 93 yılda, yatay güneş kırıcı(GK2) 16 yılda, doğu ve batı cephelerde düşey güney cephede ise yatay güneş kırıcı(GK4) 33 yılda, parçalı yatay eleman - jaluzi tipi güneş kırıcı(GK4) ise 13 yılda maliyetini amorti edebilmektedir.

Bu senaryoda geliştirilen alternatifler üzerinden iki farklı çıkarım yapılmıştır. Bunlar; aynı cam türü için güneş kırıcı alternatiflerinin etkisi ve farklı cam türleri için güneş kırıcı

alternatiflerinin etkisi şeklindedir. Şekil 4.14’de geliştirilen alternatifler için güneş kontrol elemanlarının geri dönüş süreleri kıyaslanmıştır.



Şekil 4. 14 Güneş kontrol elemanlarının geri dönüş sürelerinin kıyaslanması

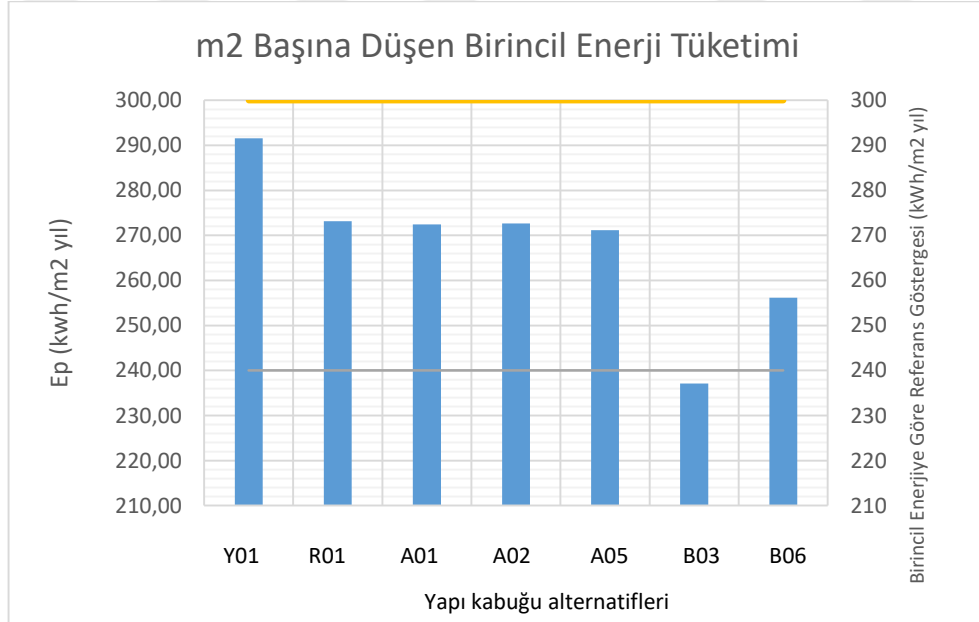
- Cam türlerine uygulanan güneş kırıcılar kendi içlerinde değerlendirildiğinde, geri dönüş süresi ve enerji açısından en verimli alternatif doğu, batı ve güney cephelerde kullanılan parçalı yatay eleman - jaluzi tipi (GK4) olarak belirlenmiştir.
- Üç cam türü için güneş kırıcı eklenmesinin enerji tasarrufuna etkileri incelendiğinde ise, düz cam üzerine yapılan iyileştirme çalışmalarının daha verimli sonuç verdiği görülmektedir. Bu üç cam türü kendi içlerinden kıyaslandığında, en verimli güneş kırıcı elemanın parçalı yatay eleman(GK4) olduğu görülmektedir. Parçalı yatay eleman(GK4) için üç cam türü kıyaslandığında, C04(cam yünü/gazbeton - seçici geçirgen cam) 13 yılda, C08(cam yünü/gazbeton - kaplamalı cam) 8 yılda, C08(cam yünü/gazbeton - düz cam) 4 yılda maliyetini amorti edebilmektedir. Görüldüğü üzere seçilen camın özellikleri güneş kırıcı eleman ihtiyacını belirlemiştir. Düz cam üzerine yapılan güneş kırıcı elemanlar renklendirilmiş camlara göre enerji performansında

büyük katkı sağlamaktadır. Ayrıca renklendirilmiş cam üzerine güneş kırıcı eklenmesinin gün ışığından yararlanma açısından olumsuzluk oluşturarak enerji tüketimini yükselttiği de görülmektedir.

Değerlendirme sonucu, güneş kırıcı elemanların renklendirilmiş cam üzerine uygulanmasındansa düz cam üzerine uygulanmasının gerektiği görülmektedir. Bu sonuca ek olarak, güneş kırıcı uygulamasının maliyeti yükseltmesi, montaj ve bakım zorlukları gibi nedenlerden dolayı bu çalışma için 2. senaryoda seçilen B03(camyünü/gaz beton - seçici geçirgen cam) ve B06(cam yünü/gazbeton - kaplamalı cam) alternatiflerinin üzerine güneş kırıcı elemanların uygulanmamasına karar verilmiştir.

4.3.4 Alternatif Senaryoların Kimlik Sınıflarının Değerlendirilmesi

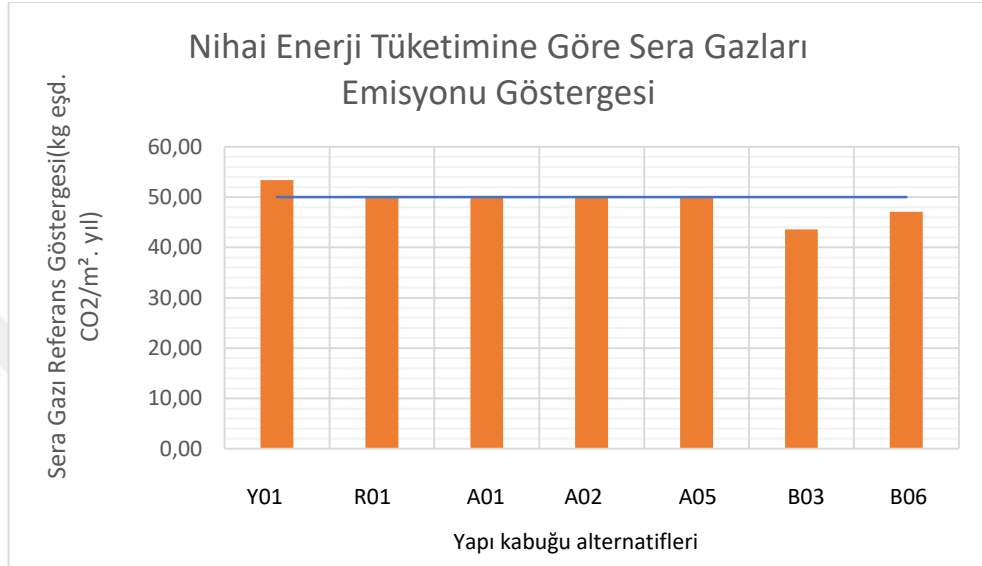
Opak bileşen alternatifleri kendi aralarında değerlendirildiğinde A01, A02 ve A05, opak-saydam bileşen alternatifleri değerlendirildiğinde ise B03 ve B06 en iyi ısıl performansı göstermektedirler. Şekil 4.15’de sırasıyla referans yapının yalıtımsız hali(Y01), referans yapı(R01) ve seçilen bu alternatif senaryoların(A01,A02,A05,B03 ve B06) Enerji Kimlik Sınıflandırmasına göre birim alan başına düşen birincil enerji tüketimleri verilmiştir.



Şekil 4. 15 Yapı kabuğu alternatiflerine göre m2 başına düşen birincil enerji tüketimi

Referans adliye yapısının birincil enerji tüketimine göre sınıfı C iken iyileştirmeler sonucu B03 alternatifleri 240kwh/m² sınır değeri altına düşerek B sınıfına yükselmiştir.

Şekil 4.16’da ise sırasıyla referans yapının yalıtımsız hali(Y01), referans yapı(R01) ve seçilen bu alternatif senaryoların(A01,A02,A05,B03 ve B06) nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyonu değerleri verilmiştir. Çizelgeye göre sera gazı emisyonu sınıfı referans yapı(R01) için D sınıfı iken B03 ve B06 alternatifleri sınır değer olan 50 CO₂/yıl değerinin altına düşerek C sınıfına yükselmiştir.



Şekil 4. 16 Yapı kabuğu alternatifleri nihai enerji tüketimine göre sera gazı emisyonu göstergesi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayileşme ile birlikte enerjiye duyulan ihtiyacın artması, mevcut enerji kaynaklarını günden güne tüketirken fosil yakıt tüketiminin çevreye verdiği zararı da arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar, enerji tüketiminde en büyük payın yapı ve yapıya ilişkin eylemlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ve enerji tüketimini azaltmak pek çok ülke için öncelikli hale gelerek yasalar, yönetmelikler, standartlar ve sertifika sistemleri ile desteklenmeye çalışılmaktadır.

Ülkemizde, uygulamaya geçirilen ‘Enerji Verimliliği Kanunu’, ‘Isı Yalıtım Yönetmeliği’ ve bu yönetmeliğe bağlı olarak çıkarılan ‘Enerji Kimlik Belgesi’ ile yapıların enerji tüketimlerinin sınırlandırılması ve verimliliğin artırılması amaçlanmaktadır. Bu yönetmelik ve standartlarda, kullanıcılar ile dış çevre arasında ayırıcı aynı zamanda da birleştirici görev üstlenen yapı kabuğu bileşenlerinin optik ve termofiziksel özelliklerinin enerji performansı üzerinde oldukça büyük rol oynadığını vurgulanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, yapı kabuğu bileşenlerinin ısıl performansa etkisinin yatırım maliyeti ile beraber değerlendirmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda işlevi, kullanıcı yoğunluğu ve yapı ölçeği göz önüne alınarak enerji tüketiminde önemli bir yer tutan örnek bir adliye yapısı incelenmiştir.

Çalışmanın başlangıcında, yapılarda enerjinin verimliliğinin arttırılmasına yönelik tasarım parametreleri sıralanmış ve bu parametrelerin içinden yapı kabuğu bileşenleri incelenmiştir. Devamında, referans yapı olarak seçilen Gaziantep Bölge Adliye Mahkeme Binasının yer aldığı Gaziantep iline dair iklimsel, fiziksel ve coğrafi veriler toplanarak uygulama çalışması yapılmıştır. Uygulama çalışmasının ardından yapı kabuğu

bileşenlerine ilişkin veriler değerlendirilerek farklı yapı kabuğu alternatifleri geliştirilmiştir. Son olarak tüm alternatifler için, yıllık enerji yükleri ve yapım maliyetleri hesaplanarak sonuçlar enerji kimlik sınıfları kapsamında referans yapı ile kıyaslanmıştır. İyileştirme senaryolarının geliştirildiği referans yapı için, TS 825'te belirtilen yapı kabuğu ısı geçirme katsayıları sınır değeri kabul edilmiştir. Bu doğrultuda referans yapının enerji tüketiminin azaltılabilmesi için opak ve saydam bileşenlerde iyileştirme senaryoları geliştirilmiştir. Bu senaryolara ek olarak güneş kontrolünün sağlanmasına yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Senaryoların Design Builder programı aracılığıyla modellenmesi sonucu ile ısıtma, soğutma ve aydınlatma için yıllık enerji tüketimleri (kWh/m²) hesaplanmıştır.

İyileştirme çalışmaları için izlenen adımlar aşağıda sıralanmıştır;

- Birinci adım; opak bileşenlerin iyileştirilmesi için duvar örgü malzemeleri ve yalıtım malzemeleri farklılaştırılarak 6 alternatif geliştirilmiştir. Bu alternatiflerden en verimli olan 3 opak yapı kabuğu alternatifi uygun A01(XPS/tuğla - reflekte cam), A02(cam yünü/tuğla - reflekte cam) ve A05(cam yünü/gazbeton - reflekte cam) seçilmiştir.
- İkinci adım; seçilen opak yapı kabuğu alternatiflerinin saydam bileşenlerinin de iyileştirilmesidir. Bu doğrultuda cam türleri farklılaştırılarak 9 alternatif geliştirilmiştir. Bu alternatiflerden en verimli olan 2 opak-saydam yapı kabuğu alternatifi B03(camyünü/gaz beton - seçici geçirgen cam) ve B03(camyünü/gaz beton - kaplamalı cam) seçilmiştir.
- Üçüncü adım olarak ise, güneş kontrol elemanlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisi irdelenmiştir. En verimli olarak seçilen opak-saydam yapı kabuğu alternatifleri üzerine farklı yönlerde ve farklı türlerde güneş kırıcı elemanlar eklenerek hesaplamalar yapılmıştır.

Ancak hesaplamalar sonucu geliştirilen senaryolarda güneş kırıcı uygulamasına ihtiyaç duyulmamıştır. Değerlendirilen iyileştirme alternatifleri için yıllık enerji harcaması(TL) ve referans yapıya göre yıllık enerji harcaması farkı(TL) Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Çizelgede yıllık toplam enerji harcaması farkı(TL) pozitif olan değerler referans yapıya

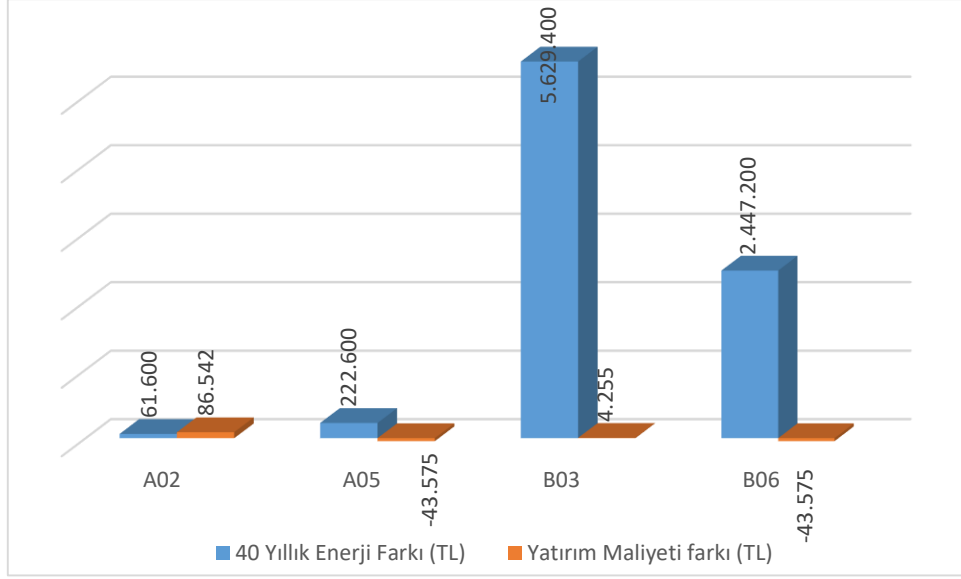
göre daha az enerji tüketimini, negatif olan değerler ise referans yapıya göre daha fazla enerji tüketimini göstermektedir.

Çizelge 5. 1 Yapı Kabuğu alternatiflerinin referans yapı ile kıyaslanması

Alternatif		Yıllık Toplam Enerji Harcaması(TL)	R01'e Göre Yıllık Toplam Enerji Harcaması Farkı (TL)
MEVCUT	R01	1.070.230	-
OPAK YÜZEY ALTERNATİFLERİ	A01	1.068.200	2.030
	A02	1.068.690	1.540
	A03	1.065.225	5.005
	A04	1.064.490	5.740
	A05	1.064.665	5.565
	A06	1.068.480	1.750
	A07	1.084.545	-14.315
OPAK - SAYDAM YÜZEY ALTERNATİFLERİ	B01	933.590	136.640
	B02	934.115	136.115
	B03	929.495	140.735
	B04	1.012.270	57.960
	B05	1.012.760	57.470
	B06	1.009.050	61.180
	B07	1.084.510	-14.280
	B08	1.084.860	-14.630
	B09	1.082.795	-12.565

Çizelge incelendiğinde, sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan referans yapı için saydam bileşenlerinin enerji tüketiminde ne kadar etkili olduğu görülmektedir. Opak bileşenlerde yapılan iyileştirmeler yıllık 1.500 TL ile 5.700 TL arasında enerji tasarrufu sağlarken, opak-saydam bileşenlerin iyileştirilmesinde ise yıllık en fazla 140.000 TL enerji tasarrufu yapılmıştır. Dolayısıyla sıcak-kuru iklim bölgesinde bulunan referans yapı için opak yüzeylerde yapılan yalıtımın tek başına yeterli olmadığı hatta saydam yüzeylerin ısı geçirme katsayısına ve gün ışığı geçirgenliğine göre opak yüzeylerde yapılan yalıtımı etkisiz hale bile getirebileceği söylenebilir.

Enerji etkin yapı tasarımında yıllık enerji tüketiminin yapım maliyeti ile beraber değerlendirilmesinin daha doğru sonuç vereceği öngörülmüştür. Bu doğrultuda, geliştirilen en verimli alternatiflerin referans yapıya göre yaklaşık yapım maliyeti farkı ve yapı ömrü dikkate alınarak yaklaşık 40 yıllık enerji harcaması farkı(TL) karşılaştırılarak optimum durum belirlenmiştir.



Şekil 5. 1 Yapı kabuğu alternatiflerinin yapım maliyeti-enerji harcaması ilişkisi

Hesaplamalardan elde edilen veriler doğrultusunda; 2016 yılında hizmete geçmiş olan Gaziantep Adliye Mahkemesinin TS825 yalıtım kurallarını sağlıyor olmasına rağmen enerji sınıfı C, sera gazı emisyon sınıfı ise D olarak belirlenmiştir. Geliştirilen alternatifler ile yapının yapım maliyeti azalttırılırken enerji kimlik sınıfının B'ye, sera gazı emisyon sınıfı ise C'ye yükselmesi sağlanmıştır. Görüldüğü üzere bu tez çalışmasında güncel standartlar ve yönetmelikler ışığında tasarlanmış bir yapının, maliyet sınırlamaları içinde enerji etkinliğinin artırılması sağlanmıştır.

Bu uygulama çalışmasının, sıcak kuru iklim bölgesi için referans bir yapı üzerinden ele alındığı ve farklı iklim bölgeleri veya farklı yapısal özelliklere bağlı olarak sonuçların değişebileceği unutulmamalıdır.

Türkiye'de bulunan adliye yapılarının sayısı, kullanıcı yoğunluğu ve yapı ölçeği düşünülürse enerji etkin yapı çalışmalarının ülkenin enerji giderlerinin azaltılmasında etkili olarak ülke ekonomisine katkı sağlayacağı yadsınamaz bir gerçektir. Ayrıca günümüzde adliye yapılarının ihtiyacı karşılayamaması ve yeni bir imaj kazandırılması amacıyla pek çok ihale açılmakta ve hızla yeni yapılar yapılmaması enerji etkin yapı tasarımının adliye yapılarında uygulanması için olanak sağlamaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasında, maliyet ve enerji etkinliği beraber incelenmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere aynı yapım maliyetine hatta daha azına enerji etkin yapı tasarlanabilmektedir. Bu tezde, seçilen yapının opak ve saydam yüzeylerinde seçilen

malzemelerin ısı yalıtım değerleri iyi olmasına rağmen doğru malzeme seçimi ile enerji tüketime azaltılarak enerji sınıfında yükselme sağlamıştır. Ancak opak ve saydam bileşenlerde yapılan tüm iyileştirme çalışmaları enerji sınıfı C'den B'ye yükseltilebilmiştir. Yani yapı kabuğunda yapılan çalışma, iyileştirme sağlamasına rağmen saydam yüzeylerin fazla olması nedeni ile yeterli olamamıştır. Bu nedenle yapıların tasarım aşamasından itibaren iklimle uygun tasarlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması ve mekanik ısıtma ve soğutma sistemlerinin verimli seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Günümüzde adliye yapıları için açılan ihale projelerinde enerji etkin yapı tasarımı koşullarının eklenmesinin gerekliliği gösterilmeye çalışılmaktadır. Böylece hem tasarımcılar hem de kullanıcılar için örnek oluşturarak, toplamsal bir bilinçlenme amaçlanmaktadır.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda mevcut yapı kabuğunun iyileştirilmesi üzerine geliştirilen bu yaklaşım çalışmasında ele alınmayan yapısal tasarım kriterlerinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi özellikle yeni tasarlanacak yapılar için yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Kinay, U., 2015. Bina Kabuğundaki Saydam ve Opak Bileşenlerin Enerji Tüketimine Etkisinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] ETKB, (2014). Türkiye Ulusal Yenilebilir Enerji Eylem Planı, Ankara.
- [3] International Energy Agency, (2016). World Energy Outlook, <https://www.iea.org/media/publications/weo/WEO2016Chapter1.pdf> , 1 Ocak 2018.
- [4] Koca, Ö., (2006). Sıcak Kuru ve Sıcak Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Süt, G., (2013). Türkiye Derece Gün Bölgelerinde Mevcut Çok Katlı Konut Binalarının Dış Kabuğunda Yapılacak Enerji Etkin Yenileme Stratejileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [6] Yolaçan, D., (2002). “Yıllık Enerji Harcamalarının Azaltılmasını Hedefleyen Bina Dış Kabuğu Alternatiflerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [7] Gazioğlu, A., (2012). Enerji Etkin Bina Tasarımında Isıtma Enerjisi Harcamalarını Azaltmaya Yönelik Bir İyileştirme Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [8] Şerefhanoglu Sözen, M., (1981). Yapılarda Isısal Konfor ve Cam Yüzeyler, İDMMA Basımevi, İstanbul.
- [9] Karaca, Ö., (2011). “İstanbul’da Mevcut Bir Büro Yapısının Enerji Etkin Yenilenmesi” Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [10] Yılmaz, Y., (2009), Farklı İklim Bölgelerinde Bir İlköğretim Tip Projesinin Enerji Etkin Geliştirilmesine Yönelik Uygulama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [11] Manioğlu, G., (2002). “Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım” Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [12] Falay, N., (2014). Kamusal Alanın Oluşumu, Dönüşümü ve İktisadi Boyut, http://www.jlecon.com/Makaleler/520429241_6-nihat%20falay.pdf, 18 Şubat 2017.
- [13] Güney, Z., (2007). Kamusal Alan Nedir? Kamusal Mekan Nedir?, <http://v3.arkitera.com/h21487-kamusal-alan-nedir-kamusal-mekan-nedir.html>, 18 Şubat 2017.
- [14] Otaner, Z.F. ve Keskin, A., (2005). Kentsel Geliştirmede Kamusal Alanların Kullanımı, http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_a/article/viewFile/946/872, 19 Şubat 2017.
- [15] Aydın, B., (2007). Kentsel Bütünün İçerisinde Kamu Yapıları, <http://www.mimarist.org/yayinlar/mimar-ist/2487-mimar-ist-bahar-2007.html>, 19 Şubat 2017.
- [16] Özdemir, E.E. ve Başkaya A., (2005). "Tarihsel Süreçte Kamu Yapısı Cephesi: Ulus-Sayıştay ve Ankara Ticaret Odası", 2. National Roof & Facade Materials and Technologies Symposium, 24-27 Mart 2005, İstanbul, 157-164.
- [17] T.C. Resmi Gazete, Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Kaydına İlişkin Yönetmelik. (26307), 20.10.2006, 4985.
- [18] Adal, E., (1985). Hukukun Temel İlkeleri El Kitabı, Marmara Üniversitesi Yayınları, 428, İstanbul.
- [19] Erbay, M., (2003). Adalet Mekânları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [20] Dönmezler S., (1971). "Ceza Adaletinde Reform İlkeleri", İÜHFM, 37 (1-4): 1-35.
- [21] Bacak, A.A., (2015). "Adliyelerin Fiziksel Ve Mimari Koşulları Bağlamında Yargısal Memnuniyet", TBB Dergisi, 120: 261-288.
- [22] Gür. Ş., (1996). Mekan Örgütlenmesi, 1, Gür Yayıncılık, Trabzon.
- [23] Porgalı, M.S., (2015). Kamu İdari Hizmet Binası Projelerine Yönelik Yaklaşım ve Süreç Önerisi, Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [24] Sezer F.Ş., (2015). " Kullanıcı Memnuniyetinin Konfor Koşulları Açısından Değerlendirilmesi: Bir Eğitim Binası Örneği", Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(1): 11-19.
- [25] Ayşe T., (2015). "Adliye Binalarının Toplam Kalite Yönetimine Uygun Olarak Mimari Tasarımı", Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 8 (39): 390- 397.
- [26] Alpaslan, H.İ ve Hacılibeyoğlu, F., (2009). "Kamunun Proje Elde Etme Yöntemlerinin Yapı Stoğunun Niteliğinde Etkisi: Yarışmalar Örneği", TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-10 Ocak 2009, İzmir, 509-514.
- [27] TBMMOB Makine Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Enerji Görünümü 2016, <https://www.mmo.org.tr/kitaplar/turkiyenin-enerji-gorunumu-2016>, 18 Ağustos 2017.

- [28] Feist, W., (1997). "Life-Cycle Energy Analysis: Comparisan Of Low-Energy House, Passive House, Self-Sufficient House", Passive House Institut, Darmstadt.
- [29] Passive House Institute, Passive House Costs and Source, http://www.passivehouse.com/01_passivehouseinstitute/01_passivehouseinsitute.htm, 28 Aralık 2017.
- [30] Toksoy, M., (1993). "Isıl konfor", 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 15-17 Nisan 1993, İzmir.
- [31] ANSI/ASHRAE Standard 55, (2013). "Thermal Enviromental Conditions for Human Occupancy", ASHRAE, Atlanta.
- [32] Koyun, T.,(2016). "Seçilen Bir Ortam İçİ Isıl Konfor Seviyesinin Belirlenmesi", Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(1): 57-66.
- [33] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İklim Sınıflandırmaları, <https://www.mgm.gov.tr/>, 15 Mart 2017.
- [34] Zeren, L., (1959). Mimaride Güneş Kontrolü, Doçentlik Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] Soysal, S., (2008). Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketim İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [36] Kun, F., (2005). Turizm Amaçlı Yapıların İklimle Dengeli Tasarımı Kapsamında Soğutma Yüğü açısından Değerlendirilmesi (Kuşadası Örneği), Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] Özçiftçi, S.A., (2010). Ekolojik Binalarda Enerjinin Etkin Kullanılmasının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [38] Özuer, O.M., (2012). "Binalarda Enerji Korunumunu Sağlaya Fiziksel Çevre Ölçütleri" Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(1-2): 95-107.
- [39] Dirim, T.V., (2014). İstanbul'da Bir Toplu Konut Projesinde Farklı Yerleşim Düzenlerinin Enerji Etkinliğinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, , YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [40] Yasan, A.S., (2011). Bina Tasarım Parametrelerinin Enerji Harcamalarına Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [41] Demirel, B., (2012). Türkiye'nin Ilımlı ve Sıcak İklim Bölgesinde Pasif Ev Değerlendirmesine Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [42] Zeren, L., (1977). "Türkiye'de İklimle Dengeli Mimari Uygulama", TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi, İzmir.
- [43] Berköz, E., (1983). Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

- [44] Erikci, S.N., (2013). Türkiye’de Binaların Enerji Performansı Hesaplama Yönteminin Farklı İklim Bölgelerinde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [45] Olgyay, V. ve Olgyay A., (1992). Design with Climate, Van Nostrand Reinhold Press, Second Edition, New York.
- [46] Brown, G. Z. ve Dekay, M., (2001). Sun, Wind & Light: Architectural Design Strategies, Second Edition, Wiley, New Jersey.
- [47] Ovalı P.K., (2009). Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematığının Oluşturulması “Karaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi”, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [48] Arimes, T., (1994). HVAC and Chemical Resistance Handbook for The Engineer and Architect, http://media.wiley.com/product_data/excerpt/83/04713589/0471358983.pdf , 14 Aralık 2017.
- [49] Maçka, S., (2008). Türkiye İklim Bölgelerine Göre Enerji Etkin Pencere Türlerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [50] Ayçam, İ. ve Utkuğ, G.S., (1999). “Farklı Malzemelerle Üretilen pencere Tiplerinin Isıl performanslarının İncelenmesi ve Enerji Etkin Pencere Seçimi”, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 4-7 Kasım 1999, İzmir, 61-73.
- [51] Soyyiğit, S. Ve Bostancıoğlu, E., (2012). “Giydirme Cepheli Büro Binalarında Cam Seçimi” , 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 12-13 Nisan 2012, Bursa.
- [52] Uygur, K., (2015). Bina Kabuğundaki Saydam ve Opak Bileşenlerin Enerji Tüketimine Etkisinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [53] International Energy Agency, (2011). Policy Pathways:Modernising Building Energy Codes, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/PolicyPathwaysModernisingBuildingEnergyCodesTurkishversion.pdf> , 18 Aralık 2017.
- [54] T.C Resmi Gazete, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, (27075), 05.12.2008
- [55] T.C Resmi Gazete, Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, (27019), 09.10.2008.
- [56] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Enerji Kimlik Belgesi, https://www.csb.gov.tr/db/destek/editordosya/Enerji_Kimlik_Belgesi_Brosuru.pdf , 17 Aralık 2017.
- [57] Özdem S., (2015). Gaziantep’te Bazı Eğitim Yapılarının ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ Kapsamında Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [58] TBMM Elektrik Mühendisleri Odası, Binalarda Enerji Performansı, http://www.emo.org.tr/ekler/86273eed66e4f7c_ek.pdf, 23 Şubat 2018

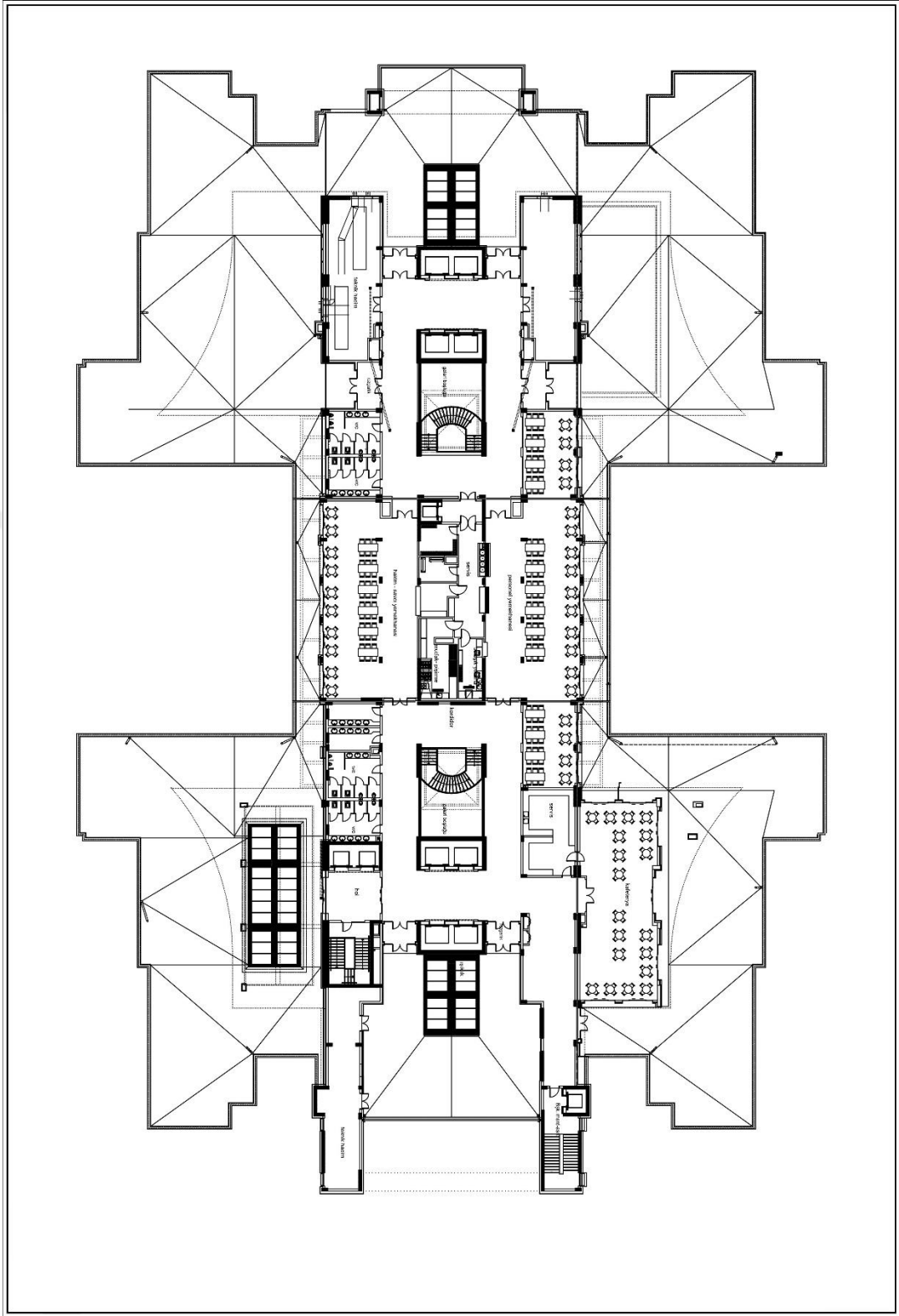
- [59] Gaziantep İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Gaziantep Genel Bilgiler, <http://www.gaziantepturizm.gov.tr/TR,52290/genel-bilgiler.html> , 19 Aralık 2017.
- [60] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İllerimize Ait İstatistik Veriler, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=GAZIANTEP>, 20 Aralık 2017.
- [61] T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), <http://www.eie.gov.tr/mycalculator/pages/27.aspx> , 20 Aralık 2017.
- [62] CSB, (2016). Gaziantep Temiz Hava Eylem Planı, Gaziantep.
- [63] Google Earth, Gaziantep, <https://earth.google.com/web/> , 20 Aralık 2017.
- [64] DesignBuilder Software Ltd., Weatherdata, www.designbuilder.co.uk, 25 Aralık 2017.

REFERANS YAPI KAT PLANLARI - KESİT

Referans Bölge Adliye Mahkeme Binasının uygulama projesinden alınarak Design Builder simülasyon programına aktarılmış kat planları ve kesiti verilmiştir.

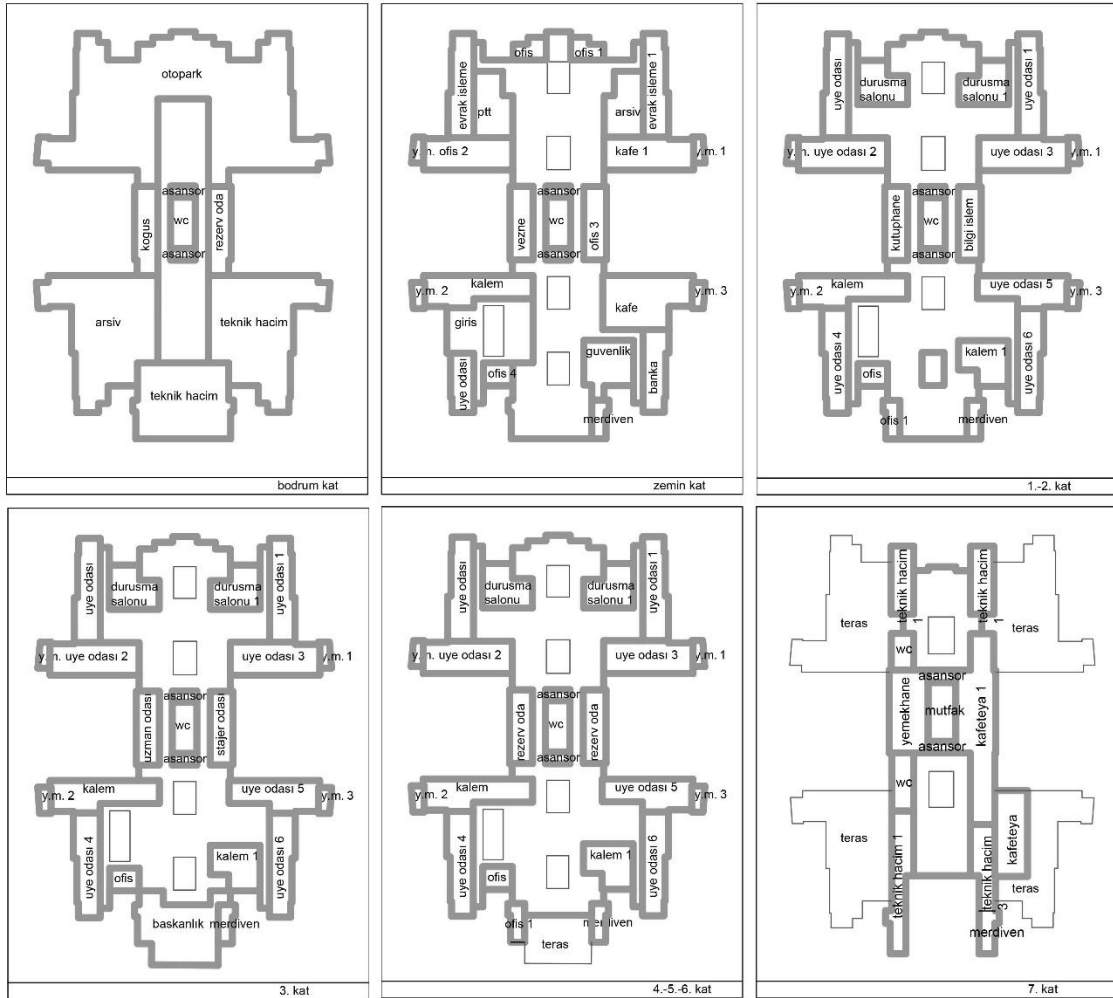


Şekil A. 1 Bölge Adliye Mahkeme Binası kesit



Şekil A. 4 Bölge Adliye Mahkeme Binası 7. kat planı

DESIGN BUILDER PROGRAMINDA MODELLENEN MEKAN BÖLÜMLENMESİ



Şekil B. 1 Referans yapının Design Builder programında modellenen mekan bölünmesi

DESIGN BUILDER PROGRAMINDA YAPILAN KABULLER

C-1 Çalışma Saatlerine Göre Kullanıcı Yoğunluğu

Referans adliye yapısının kullanıcı yoğunluğu gün içinde değişiklik göstermektedir. Bunun sebeplerinin başında mahkeme saatlerine bağlı olarak yoğunluğun artması veya keşif gibi adliye dışında verilen hizmetler nedeniyle yoğunluğun azalması sıralanabilir. Saatlere göre kullanıcı sayısındaki değişim aşağıdaki tabloda verilmektedir. Ayrıca 2017 yılı resmi tatil günlerine göre enerji tüketimleri hesaplanmıştır.

Çizelge C. 1 Çalışma günleri ve saatleri

RESMÎ TATİLLER			
Resmi Tatiller: (2017 yılı resmi tatil takvimi dikkate alınmıştır.)		1 Mayıs işçi bayramı- 1 Gün	
		19 Mayıs gençlik ve spor bayramı- 1 Gün	
		24 Mayıs Ramazan bayramı-2 Gün	
		30 Ağustos Zafer bayramı- 1 Gün	
		1 Eylül Kurban Bayramı- 2 Gün	
		20 Temmuz- Adli tatil- 30 gün	
ÇALIŞMA SAATLERİ			
Hafta içi:	00:00 - 07:00 arası % 0.00	Tatiller:	00:00 - 07:00 arası % 0.00
	07:00 -08:00 arası % 0.25		07:00 -08:00 arası % 0.20
	08:00 - 09:00 arası % 0.50		08:00 - 09:00 arası % 0.50
	09:00 - 12:00 arası % 1.00		09:00 - 12:00 arası % 0.65
	12:00 - 13:00 arası % 0.75		12:00 - 13:00 arası % 0.50
	13:00 - 17:00 arası % 1.00		13:00 - 17:00 arası % 0.65
	17:00 - 18:00 arası % 0.50		17:00 - 18:00 arası % 0.50
	18:00 - 19:00 arası % 0.25		18:00 - 19:00 arası % 0.20
	19:00 - 24:00 arası % 0.00		19:00 - 24:00 arası % 0.00
Hafta sonu:	00:00 - 24:00 arası % 0.00		

C-2 Ofis Ekipmanı Enerji Tüketimi

Uygulama projesi çiziminde belirlenen tefrişe göre bilgisayar sayısı elde edilmiştir. Günümüzde bir bilgisayarın ortalama enerji tüketimi olan 100W üzerinden iç kazançlar mekanlara göre hesaplanmıştır. Aşağıdaki çizelgelerde bu parametrelere dair yapılan kabuller gösterilmektedir.

Çizelge C. 2 Bilgisayar enerji tüketim hesabı

	Oda sayısı	Pc sayısı	Oda m ²	Toplam pc	Toplam m ²	100 W/m ²
üye odası 1	5	6	185	30	925	3,243
üye odası 2	2	15	215	30	430	6,977
duruşma salonu	2	1	150	2	300	0,667
kütüphane	1	3	125	3	125	2,4
bilgi işlem	1	8	125	8	125	6,4
kalem 1	1	10	220	10	220	4,545
kalem 2	1	12	150	12	150	8
ofis	1	2	50	2	50	4
1.-2.kat				97	2325	
üye odası 1	5	6	185	30	925	3,243
üye odası 2	2	15	215	30	430	6,977
duruşma salonu	2	1	150	2	300	0,667
uzman odası	1	8	125	8	125	6,4
bilgi işlem	1	8	125	8	125	6,4
kalem 1	1	10	220	10	220	4,545
kalem 2	1	12	150	12	150	8
başkanlık odası	1	8	410	8	410	1,951
ofis	1	2	50	2	50	4
3, 4,5 ve 6.katlar				102	2325	
ofis 1	3	2	50	6	150	4
ofis 2	1	5	280	5	280	1,786
ofis 3	1	18	150	18	150	12
evrak işleme	2	8	190	16	380	4,211
PTT	1	4	250	4	250	1,6
arşiv	1	2	250	2	250	0,8
vezne	1	18	150	18	150	12
kalem odası	1	18	200	18	200	9
üye odası	1	3	100	3	100	3
güvenlik	1	7	200	7	200	3,5
banka	1	18	155	18	155	11,61
Zemin kat				115	2265	
rezerv oda	1	8	150	8	150	5,333
arşiv	1	10	795	10	795	1,258
Bodrum kat				18	945	

BİRİM FİYAT LİSTESİ

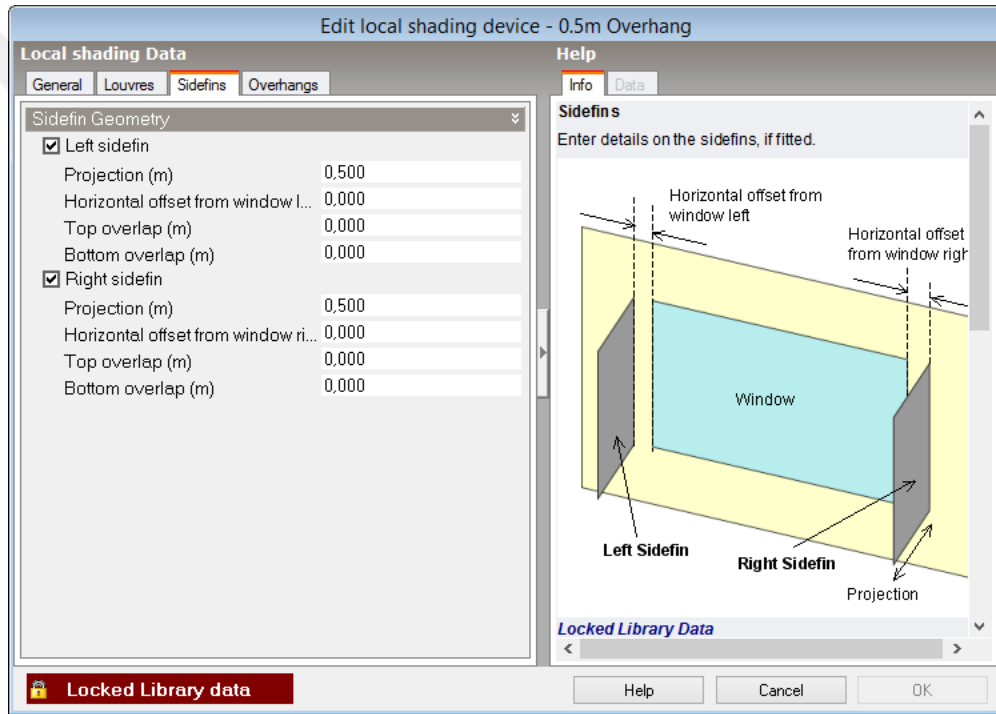
Çizelge D. 1 Birim fiyat listesi

	Malzeme	Poz numarası	Kalınlık (mm)	Birim fiyatı (TL)	Birim	Detay
Opak Alanlarda	Düşey Delikli LD Birim Tuğla 290X190X235 mm düşey delikli tuğla W sınıfı, Birim hacim kütlesi 800 kg/m ³	04.016/HO4	190	0,91	Adet	m ² = 13,35
	Gazbeton Duvar Blokları 19 cm kalınlığında, 500 kg/m ³	04.749/07D09	190	28,31	m ²	-
Yalıtım Alanlarında	Taş Yünü Levha İnorganik menşeli, ısı, ses ve yangın yalıtımında kullanılan ısı iletkenlik değeri <0,04 W/mk 150kg/m ³ yoğunluğunda	04.734/B07B	40	14,05	m ²	-
	Cam Yünü Plaka İnorganik menşeli, ısı, ses ve yalıtımında kullanılan 1.dinamik sertlikte ısı iletkenlik değeri <=0.40 W/Mk 30kg/m ³ yoğunluğunda	04.734/A04	30	3,2	m ²	Enterpolasyon üzerinden 4cm cam yünü m ² 'si 4,1TL
		04.734/A05	50	4,95	m ²	
	Extrüde Polistren köpük (XPS) Yangın sınıfı E, yoğunluk min. 30 kg/m ³	04.612/4C2A1	-	215	m ³	4cm XPS m ² 'si 8,4 TL

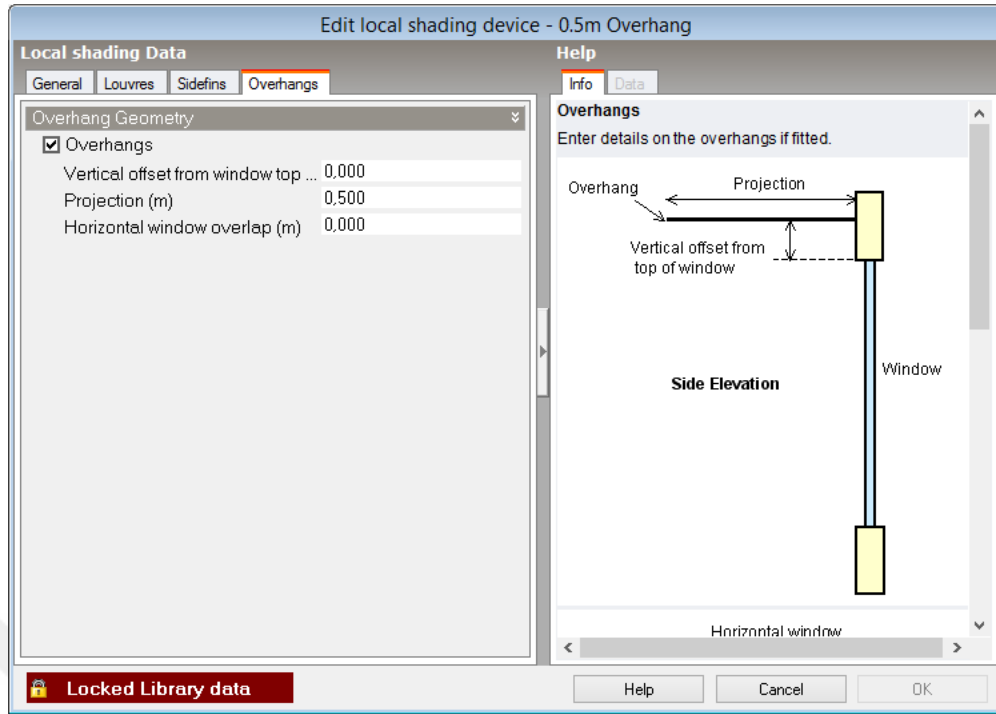
Çizelge D. 1 Birim fiyat listesi(devam)

Saydam Alanlarda	Yalıtım Camları ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı	04.645/08F	6+12+6 hava	70	m ²	-
	Isı cam - Low e ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı	-	6+12+6 hava	90	m ²	-
	Yalıtım Camları Dış: reflektif güneş kontrol, iç: düzcam	04.645/10C	6+12+6 hava	102	m ²	-
	Isı cam - Reflekte Dış: reflektif güneş kontrol, iç: düzcam	-	6+12+6 hava	105	m ²	-
	Yalıtım Camları Dış: nötral ısı ve güneş kontrol, iç: düzcam	04.645/14A	6+12+6 hava	97	m ²	-
	Isı cam - Seçici geçirgen Dış: nötral ısı ve güneş kontrol, iç: düzcam	-	6+12+6 hava	100	m ²	-
	Güneş kırıcı	-	6 metre	170	m ²	-

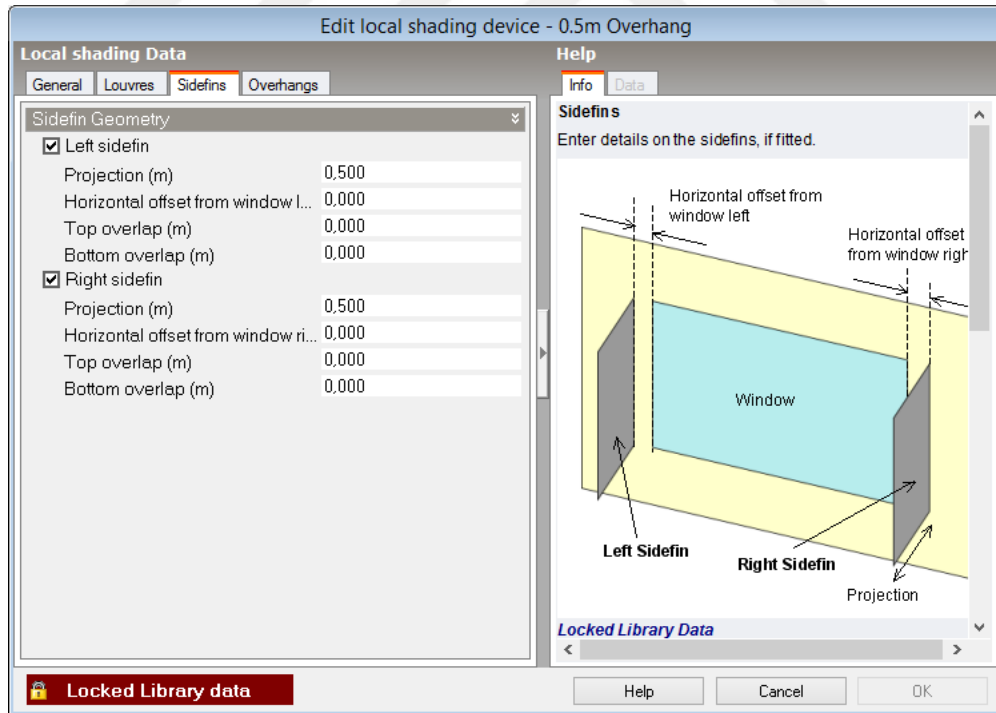
GÜNEŞ KIRICI ELEMANLAR



Şekil D. 1 Düşey güneş kırıcı (GK1)



Şekil D. 2 Yatay güneş kırıcı (GK2)



Şekil D. 1 Düşey güneş kırıcı (GK1)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Aysel DENİZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 15.01.1988, Gaziantep
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ayseldeniz88@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Anadolu Üniversitesi	2011
Lise	Fen	Gaziantep Kolej Vakfı	2004

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015-	Aysel Deniz Mimarlık	Mimar
2014-2015	Erdem Düzgün Mimarlık	Mimar