İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif ÖZTÜRK

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif ÖZTÜRK
(502061712)

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü Ve Yapı Teknolojisi Progamı

Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. Halet Almıla BÜYÜKTAŞKIN
Eş Danışman: Öğr. Gör. Dr. Şule Filiz AKŞİT

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502061712 numaralı Yüksek LisansÖğrencisi **Elif ÖZTÜRK,**ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Y. Doç. Dr. Halet Almıla BÜYÜKTAŞKIN**.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Öğr. Gör. Dr. Şule Filiz AKŞİT**.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL** …….....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Y. Doç. Dr. İkbal ÇETİNER**.....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Y. Doç. Dr. Rana KUTLU** .....
İstanbul Kültür Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **05 Haziran 2012**

ÖNSÖZ

Bu çalışma süresince bana gerekli zamanı ayıran, yol gösteren, bilgi ve deneyimlerine sürekli başvurduğum danışman hocalarım Sayın Öğr. Gör. Dr. Şule Filiz AKŞİT ve Y. Doç. Dr. Halet Almıla BÜYÜKTAŞKIN'a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, hatalarımı bağışlayan, kusurlarımı örten, biricik anneme ve babama en derin kalbi duygularla hürmetlerimi sunarım. Son ama en önemlisi eşime beni bu yolda cesaretlendirdiği ve desteklediği için fazlasıyla teşekkür ederim.

Mayıs 2012

Elif ÖZTÜRK
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
1. GİRİŞ **1**
2. BİNALARDA KULLANILAN TAŞIYICI SİSTEMLER **3**
2.1 Taşıyıcı Sistem Kavramı ve Amacı 3
2.2 Taşıyıcı Sisteme Etki Eden Yükler 3
2.3 Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması 4
2.3.1 Ahşap taşıyıcı sistemler 4
2.3.2 Kâgir taşıyıcı sistemler 4
2.3.3 Betonarme taşıyıcı sistemler 4
2.4 Çelik taşıyıcı sistemler 5
2.4.1 Kompozit (karma) taşıyıcı sistemler 5
2.4.2 Alüminyum taşıyıcı sistemler 5
2.5 Çelik Taşıyıcı Sistemler 5
2.5.1 Çeliğin tanımı ve özellikleri 5
2.5.2 Çelik taşıyıcılı yapıların tarihsel gelişim süreci 6
2.5.3 Yapısal çeliğin nitelikleri 16
2.5.3.1 Çeliğin üstün nitelikleri 16
2.5.3.2 Çeliğin sakıncalı nitelikleri 18
2.5.4 Çeliğin yapıda kullanılma şekilleri 20
2.5.5 Çeliğin yapıda kullanılma alanları 22
3. ENERJİ KORUNUMU **25**
3.1 Enerji Kullanımını Zorunlu Kılan Faktörler 25
3.2 Enerji Korunumunu Zorunlu Kılan Faktörler 26
3.3 Enerji Korunumu Sürecinde Etkili Olan Faktörler 26
3.3.1 Fiziksel çevresel etkenler 27
3.3.2 Yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri 27
3.3.2.1 Yer seçimi 27
3.3.2.2 Yönlendiriliş durumu 28
3.3.2.3 Bina aralıkları 28
3.3.2.4 Bina formu 29
3.3.2.5 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri 30
3.3.2.6 Doğal havalandırma düzeni 31
3.3.2.7 Pasif kontrol sistemleri 31
3.4 Enerji Korunumuyla İlgili Ülkemizdeki Standart, Kanun Ve Yönetmelikler 32
3.4.1 Standartlar 32
3.4.2 Kanun ve yönetmelikler 33

3.5 Standart, Kanun ve Yönetmeliklerin Uygulanması Amacıyla Geliştirilen Bilgisayar Programları 34
3.5.1 TS 825 programı 34
3.5.2 Bep-TR programı 35
4. ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA 39
4.1 Çelik Konutların Belirlenmesi 39
4.1.1 Konut siteleri 40
4.1.2 Apartmanlar 43
4.1.3 Tek evler 43
4.2 Ele Alınan Çelik Konutların Taşıyıcı Sisteminin Belirlenmesi 44
4.2.1 Konut sitesi 44
4.2.2 Apartmanlar 47
4.2.3 Tek evler 47
4.3 Ele Alınan Çelik Konutların Bina Kabuğuna Ait Değerlerin Belirlenmesi 48
4.3.1 Konut sitesi 48
4.3.2 Tek evler 57
4.4 Ele Alınan Çelik Konutların Isısal Performansının 'TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' Standartına Göre İncelenmesi 62
4.4.1 Konut Sitesi 63
4.4.2 Apartmanlar 68
4.4.3 Tek evler 69
4.5 Ele Alınan Çelik Konutların Isısal Performansının'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne Göre İncelenmesi 71
4.5.1 Konut sitesi 71
4.5.2 Apartmanlar 75
4.5.3 Tek evler 75
4.6 Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi 81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 83
KAYNAKLAR 85
EKLER 89
ÖZGEÇMİŞ 115

KISALTMALAR

ECCS **:** Avrupa Yapısal Çelik Birliği
İZODER **:** Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği
MÖ **:** Milattan Önce
TS **:** Türk Standartı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Değerlendirmenin adımları..... …….37
Çizelge 4.2: Millenium Park Evleri taşıyıcı sistemi ..... …….42
Çizelge 4.3: Tepe Ören Villaları taşıyıcı sistemi..... …….43
Çizelge 4.4:Kınalı Evleri taşıyıcı sistemi ..... …….43
Çizelge 4.5: Anadolu Yakası Evleri taşıyıcı sistemi ..... …….44
Çizelge 4.6: Kardelen Villaları taşıyıcı sistemi ..... …….44
Çizelge 4.7:Çelik Evler taşıyıcı sistemi..... …….45
Çizelge 4.8:Göl Evi taşıyıcı sistemi ..... …….45
Çizelge 4.9: Durusu Evi taşıyıcı sistemi..... …….46
Çizelge 4.10: Millenium Park Evleri katmanlaşma listesi..... …….48
Çizelge 4.11: Tepe Ören Villaları katmanlaşma listesi ..... …….50
Çizelge 4.12:Kınalı Evleri katmanlaşma listesi..... …….51
Çizelge 4.13: Anadolu Yakası Evleri katmanlaşma listesi..... …….53
Çizelge 4.14: Kardelen Villaları katmanlaşma listesi..... …….55
Çizelge 4.15:Çelik Evler katmanlaşma listesi ..... …….56
Çizelge 4.16:Göl Evi katmanlaşma listesi..... …….58
Çizelge 4.17: Durusu Evi katmanlaşma listesi ..... …….60
Çizelge 4.18: Millenium Park Evleri yıllık ısıtma enerjisi hesabı..... …….61
Çizelge 4.19: Tepe Ören Villaları yıllık ısıtma enerjisi hesabı ..... …….62
Çizelge 4.20:Kınalı Evleri yıllık ısıtma enerjisi hesabı..... …….63
Çizelge 4.21: Anadolu Yakası Evleri yıllık ısıtma enerjisi hesabı ..... …….64
Çizelge 4.22: Kardelen Villaları yıllık ısıtma enerjisi hesabı..... …….65
Çizelge 4.23:Çelik Evler yıllık ısıtma enerjisi hesabı ..... …….66
Çizelge 4.24:Göl Evi yıllık ısıtma enerjisi hesabı ..... …….67
Çizelge 4.25: Durusu Evi yıllık ısıtma enerjisi hesabı ..... …….68
Çizelge 4.26: Millenium Park Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler.. …….70
Çizelge 4.27: Tepe Ören Villaları Bep-Tr programında kullanılan veriler ..... …….71
Çizelge 4.28:Kınalı Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler..... …….72
Çizelge 4.29: Anadolu Yakası Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler.. …….74
Çizelge 4.30: Kardelen Villaları Bep-Tr programında kullanılan veriler..... …….75
Çizelge 4.31:Çelik Evler Bep-Tr programında kullanılan veriler ..... …….76
Çizelge 4.32:Göl EviBep-Tr programında kullanılan veriler..... …….77
Çizelge 4.33: Durusu EviBep-Tr programında kullanılan veriler ..... …….78
Çizelge 4.34: Ele alınan çelik konutların hesap sonuçları..... …….80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Çeliğin ülkemizle tarihsel ilişkisi (Arda, 2000). 6
Şekil 2.2 : Coalbrookdale Köprüsü. 7
Şekil 2.3 : Striegauer Köprüsü. 7
Şekil 2.4 : Britannia Köprüsü. 8
Şekil 2.5 : Weichsel Köprüsü 8
Şekil 2.6 : Clifton Asma Köprüsü 9
Şekil 2.7 : Ditherington Flax Mill Değirmeni. 9
Şekil 2.8 : St. Pancras Station. 10
Şekil 2.9 : Crystal Palace. 10
Şekil 2.10 : Paris Evrensel Sergisi Makine Sarayı. 11
Şekil 2.11 : Eiffel Kulesi. 11
Şekil 2.12 : Feshane Binası 12
Şekil 2.13 : Çankaya Yeni Kavaflar Çarşısı. 12
Şekil 2.14 : Basmahane Garı. 13
Şekil 2.15 : Tatilya. 14
Şekil 2.16 : Antalya Cam Piramit. 14
Şekil 2.17 : İstanbul Bilgi Üniversitesi ek binalar. 15
Şekil 2.18 : Bursa Sebze Meyve ve Balık Hali. 15
Şekil 2.19 : Sabiha Gökçen Havalimanı Yeni Terminal Binası. 16
Şekil 2.20 : Çeliğin beton püskürtme ile yangına karşı korunumu. 19
Şekil 2.21 : Asma sistem örneği (Boğaziçi Köprüsü). 21
Şekil 3.1 : TS 825 hesap programı işleyiş şeması. 35
Şekil 4.1 : Millenium Park Evleri vaziyet planı. 38
Şekil 4.2 : Tepe Ören Villaları vaziyet planı. 39
Şekil 4.3 :Kınalı Evleri görünüş. 39
Şekil 4.4 : Anadolu Yakası Evleri görünüş. 40
Şekil 4.5 : Kardelen Villaları vaziyet planı. 40
Şekil 4.6 :Çelik Evler görünüşü. 41
Şekil 4.7 :Göl Evi görünüşü. 41
Şekil 4.8 : Durusu Evi görünüşü. 42
Şekil 4.9 : Millenium Park Evleri sistem detayı. 47
Şekil 4.10 : Tepe Ören Villaları sistem detayı. 49
Şekil 4.11 :Kınalı Evleri sistem detayı. 52
Şekil 4.12 : Anadolu Yakası Evleri sistem detayı. 53
Şekil 4.13 : Kardelen Villaları sistem detayı. 54
Şekil 4.14 :Çelik Evler sistem detayı. 56
Şekil 4.15 :Göl Evi sistem detayı. 57
Şekil 4.16 : Durusu Evi sistem detayı. 59
Şekil 4.17 : Millenium Park Evleri enerji kimlik belgesi 70
Şekil 4.18 : Tepe Ören Villaları enerji kimlik belgesi 71
Şekil 4.19 :Kınalı Evleri enerji kimlik belgesi 72

Şekil 4.20 : Anadolu Yakası Evleri enerji kimlik belgesi..... 74
Şekil 4.21 : Kardelen Villaları enerji kimlik belgesi 75
Şekil 4.22 :Çelik Evler enerji kimlik belgesi..... 76
Şekil 4.23 :Göl Evi enerji kimlik belgesi..... 77
Şekil 4.24 : Durusu Evi enerji kimlik belgesi..... 78
Şekil A.1 : Millenium Park Evleri bahçe ve zemin kat planları. 90
Şekil A.2 : Millenium Park Evleri birinci ve çatı kat planları. 91
Şekil A.3 : Millenium Park Evleri görünüşler. 92
Şekil A.4 : Millenium Park Evleri kolon aplikasyon planları..... 93
Şekil A.5 : Tepe Ören Villaları kat planları..... 94
Şekil A.6 : Tepe Ören Villaları görünüşler..... 95
Şekil A.7 : Tepe Ören Villaları kolon aplikasyon planları. 96
Şekil A.8 : Kınalı Evleri kat planları. 97
Şekil A.9 : Kınalı Evleri görünüşler. 98
Şekil A.10 : Kınalı Evleri kolon aplikasyon planları..... 99
Şekil A.11 : Anadolu Yakası Evleri kat planları. 100
Şekil A.12 : Anadolu Yakası Evleri görünüşler. 101
Şekil A.13 : Anadolu Yakası Evleri kolon aplikasyon planı. 101
Şekil A.14 : Kardelen Villaları kat planları. 102
Şekil A.15 : Kardelen Villaları görünüşler. 103
Şekil A.16 : Kardelen Villaları kolon aplikasyon planı..... 104
Şekil A.17 : Çelik Evler bodrum kat planı..... 105
Şekil A.18 : Çelik Evler zemin kat planı. 106
Şekil A.19 : Çelik Evler normal kat planı..... 107
Şekil A.20 : Çelik Evler ön görünüş..... 108
Şekil A.21 : Çelik Evler yan görünüş. 108
Şekil A.22 : Çelik Evler arka görünüş. 109
Şekil A.23 : Çelik Evler kolon aplikasyon planı. 110
Şekil A.24 : Göl Evi kat planı..... 111
Şekil A.25 : Göl Evi ön görünüş..... 111
Şekil A.26 : Göl Evi kolon aplikasyon planı. 111
Şekil A.27 : Durusu Evi kat planı..... 112
Şekil A.28 : Durusu Evi görünüşler..... 112
Şekil A.29 : Durusu Evi kolon aplikasyon planı. 113
Şekil A.30 : Ele alınan çelik konutların Bep-Tr programı geometri seçimi. 113

ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Binalar, yaşam döngüleri boyunca üretim, kullanım ve dönüşüm evrelerinde dünyadaki doğal kaynakların ve enerjinin büyük bir bölümünü harcamakta, bunların sonucunda ortaya çıkan atıklar nedeniyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu değerlerin, konut ihtiyacının artışı ile daha yüksek seviyelere çıkacağı açıktır. Dünya ülkeleri, artan konut ihtiyacının karşılanması için sorunu hızlı ve rasyonel çözebilecek, dünya kaynaklarının ve enerjinin tasarruflu kullanımını sağlayacak, çevreyle uyumlu yeni yapı teknolojileri aramaktadır.

Ülkemizde ise, inşaat sektöründeki yatırımlar, %74,9'luk bir oranla en fazla konut sektörüne yapılmaktadır fakat ülkemizdeki konut politika ve programlarındaki ekoloji ve sürdürebilirlik konularına karşı duyarlılığın çok yeni olması nedeniyle var olan konut stoğu bu konularda yetersiz kalmaktadır. Oysa ki son yıllarda yakıt giderlerinde olan artış nedeniyle ülkemizin enerji tüketiminde %41'lik bir orana sahip olan konutların enerji korunumlu olarak yapılması büyük önem kazanmıştır

Ülkemiz tarihinde önemli bir yere sahip olan demir ve çeliğin doğal bir malzeme oluşu, yüksek mukavemeti ve geri dönüşümü ve yapım hızı nedenleri ile konut inşaatı sektöründe de geleneksel inşaat teknolojilerinin yerini almaya hazırlandığı ve gün geçtikçe kullanım alanını genişlettiği görülmektedir. Büyük şehirlerinin çoğu birinci ve ikinci derecede deprem bölgelerinde bulunan ülkemizde, 1999 Kocaeli-İzmit Depremi sonrasında, yapısal çelik malzemesinin, konut inşaatı sektöründe tercih edildiği ve bu kullanımın ileriki yıllarda daha da yaygınlaşacağı söylenebilir.

Tüm bu veriler ele alındığı zaman, konut yapımında depreme dayanıklı, üretimi kolay, yapımı hızlı, geri dönüşümü mümkün ve çevreye en az zarar veren çelik taşıyıcı sistem gibi teknolojilerin belirlenmesinin gerektiği görülmektedir.

Bina dışı çevredeki iklimsel etkilerin bina içi yapma çevreye aktarılma düzeyi, binanın formuna, yönlendirilişine, boyutlarına ve kullanılış şekline bağlı olduğu gibi; iç dış ortamı birbirinden ayıran bir yapma çevre değişkeni olan bina kabuğunun performansı ile de doğrudan ilişkilidir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki 1. derece deprem bölgesinde yer alan çelik taşıyıcı sistemli konut örneklerinin,taşıyıcı sistemleri de vurgulanarak enerji korunumu açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın giriş bölümünde, hızlı kentleşme ve nüfus artışı ile birlikte konut inşatındaki artış ve bunun getirisi olan enerji ihtiyacındaki artış hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, taşıyıcı sistem kavramı ve taşıyıcı sisteme etki eden yükler, taşıyıcı sistem çeşitleri, çelik taşıyıcı sistemlerin tanımı, özelikleri ve tarihsel gelişimi ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, eneji korunumu sürecinde etkili olan faktörler, enerji korunumuyla ilgili ülkemizdeki standart, kanun ve yönetmelikler ile bunların uygulanması amacıyla geliştirilen bilgisayar programları tanıtılmıştır.

Dördüncü bölümde, ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların enerji korunumu açısından değerlendirmesi yapılmıştır. Bu bölüm üç adımdan oluşmaktadır.

- Ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların, taşıyıcı sistem elemanları belirlenmiştir.
- Ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların, bina kabuğu elemanları belirlenmiş ve bu elemanlara ait toplam ısı geçirme katsayıları (U değerleri) hesaplanmıştır.
- Ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların, ülkemizde enerjinin korunumunda etkili olan faktörlerin uygulama aşamasında devamlılığının sağlanması için yürürlüğe konulmuş, 'TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardı ve 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne uygunluğu sınanmıştır.

Beşinci bölümde ise, yapılan çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi yer almaktadır.

A STUDY ABOUT THE EVALUATION OF STEEL STRUCTURE HOUSESIN TERMS OF THEIR ENERGY SAVINGS

SUMMARY

Buildings, throughout their lifecycle, consume most of the natural resources and energy in the world within production, utilization and transformation phases and the resulting waste materials cause environmental pollution. It is apparent that these values will rise with the increasing need for housing. World countries search for new construction technologies which can address the need for housing fast and rationally, environmentally and by providing an efficient use of world resources and energy.

In our country, the investments in the construction sector are mostly made in housing sector with a rate of 74.9%. However, as the ecology and sustainability issues are very recent in the housing politics and programs in our country, the existing housing stock is insufficient in these matters. Whereas, the isolation of houses, which consumes 41% of the energy in our country, gained great importance with rising fuel expenses in recent years.

Iron and steel which have important places in our country's history prepare to replace traditional construction technologies in housing sectors as well owing to being a natural, recyclable material, having high resistance and construction speed and they expand the area of use day by day. Most of the metropolitan cities in Turkey are located in the first or the second earthquake zones and after Kocaeli - Izmit Earthquake in 1999; the structural steel material is preferred in housing construction sector and it is probable that its use will spread in the upcoming years.

Considering all these data, in residential construction, it is necessary to determine earthquake resistant, easy to manufacture, fast to construct, recyclable technologies with least damaging to the environment like steel structures.

The transfer level of the climatic effects on the outdoor environment to the indoor ingilizcebuilt environment does not only depend on building form, orientation of building, dimensions and the purpose of use but also it is directly related to the performance of building envelope, an indoor built environmental element that separates indoor and outdoor.

In this study, steel structures are considered whose area of use spreaded significantly over the years, especially after Kocaeli – Izmit earthquake in 1999. Primarily, the systems of single houses, apartments and building complexes are examined, their compatibility with “TS 825 Thermal Insulation in Buildings” and ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ are checked. This study consists of five chapters.

In introduction, information about the increase in construction of residential parallel to the rapid urbanization and population growth and the resulting rise in the energy need is given.

In second chapter, the concept of structural system, the loads affecting structural system, types of structural system, definition of steel structural systems, their properties and historical development are discussed.

The third chapter introduces the factors affecting the process of energy saving, the standards in our country about energy saving, laws and regulations and computer programs developed for the implementation of laws and regulations.

In the next chapter, the evaluation of selected steel structure houses in terms of their energy savings is done. This part consists of three steps.

The first step is to determine the structural elements of the selected steel structure houses.

The final step is the compliance of selected steel structure houses with "TS 825 Thermal Insulation in Buildings" standard and "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği", which are put into effect in order to provide continuity of the factors affecting the energy saving in our country in implementation phase.

As a means of evaluation, TS 825 software is used, a program prepared by IZODER which is based on "TS 825 Thermal Insulation in Buildings" standard and meteorological data of Turkey in last 20 years.

TS 825 tests steel structure houses according to "TS 825 Thermal Insulation in Buildings". In addition to this, Bep-TR, which is used to achieve the objectives of "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" and to determine energy efficiency class of all buildings, is used to specify the energy efficiency classes of steel structure houses and to test their performance according to the regulation.

In fifth and last chapter, results of the implementations are evaluated. In the study,

- The structural elements in the selected examples are determined.
- The selected buildings are evaluated and they all comply with "TS 825 Thermal Insulation in Buildings".
- The steel houses that comply with "TS 825 Thermal Insulation in Buildings" are evaluated according to "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" and they get an energy performance of minimum "C Class".

The suggestions through this study are as follows:

- Since it would be costly to transfer an existing building into an energy saving one with several actions and there is a necessity to get "Enerji Kimlik Belgesi" for every building until 2017, buildings are designed energy-efficient starting from design stage.
- It will take time for all buildings to get desired energy performance class as there is an excess of the existing building stock. To accelerate the process, incentive is necessary.
- In many countries all around the world, through various studies and practices, the acknowledgement about energy efficiency in buildings is expected with mandatory and voluntary applications. In Turkey and other countries where the idea is new, it is essential to inform people of the subject and encourage them.

- The designers, producers, and users should be directed to energy-efficient design through required training, incentives and tax deductions and so on.
- The steel structure system is an extremely fast construction system. In residential structures without distinguishing climate differences, the main structural system is established as soon as possible and turnkey manufacturing is completed. There is not a specific “construction season”. It does not require reinforced concrete except the foundation. Factory-made production, easy and fast shipping, fast and practical assembly with minimum time and staff shorten the construction time.
- The construction pace quickens and ease of construction in site is provided. Early delivery of the building provides additional advantage in sales and rental income. The carrier system has a long life span. It offers a safe life for generations. The carrier is system can be reused or recycled. The need for maintenance is vanishingly small, it provides unlimited solutions to the needs of renewal and amendment, all amendments and renewals are low cost and easy. All these factors keep the high-value of building. Therefore, it is a right investment.

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, siyasi ve doğal nedenlerle yaşanan göçler sonucu konut ihtiyacında sürekli bir artış görülmektedir. Dünya ülkeleri, artan konut ihtiyacının karşılanması için sorunu hızlı ve rasyonel çözebilecek, dünya kaynaklarının ve enerjinin tasarruflu kullanımını sağlayacak, çevreyle uyumlu yeni yapı teknolojileri aramaktadır.

Binalar, yaşam döngüleri boyunca üretim, kullanım ve dönüşüm evrelerinde dünyadaki doğal kaynakların ve enerjinin büyük bir bölümünü harcamakta, bunların sonucunda ortaya çıkan atıklar nedeniyle çevre kirliliğine yol açmaktadır. Bu değerlerin, konut ihtiyacının artışı ile daha yüksek seviyelere çıkacağı açıktır.

Türkiye'deki verilere bakıldığında:

- İnşaat sektöründeki yatırımlar, %74,9'luk bir oranla en fazla konut sektörüne yapılmaktadır.
- Ülkemizdeki konut politika ve programlarındaki ekoloji ve sürdürebilirlik konularına karşı duyarlılığın çok yeni olması nedeniyle var olan konut stoğu bu konularda yetersiz kalmaktadır.
- Son yıllarda yakıt giderlerinde olan artış nedeniyle ülkemizin enerji tüketiminde %41'lik bir orana sahip olan konutların yalıtılması büyük önem kazanmıştır.
- İç ortamda sağlanması gerekli iklimsel konfor koşullarının sağlanmaması kullanıcı sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.
- İnşaat sektöründe çevreye dost ve yapı teknolojilerinin kullanımı açısından bakıldığında, dünyada yapısal çeliğin inşaat sektöründe kullanım oranı %60'ı bulmaktadır. Çelik üretiminde Türkiye dünya sıralamasında 11'inci, Avrupa'da 3'üncü sırada yer almasına ve çelik endüstrisinin 7-10 milyon metrekare inşaat alanı üretebilecek kapasitede olmasına rağmen, ülkemizdeki inşaatların yalnızca %5'inde yapısal çelik kullanılmaktadır. Bu oran diğer ülkelerle karşılaştırıldığında çok düşüktür. Türkiye'de konutlardaki

çelikkullanım oranı ise %0,5'e kadar düşmektedir. İngiltere'de bu oran %54, İskandinav ülkelerinde %40, Fransa ve Almanya gibi betonarme kullanımının yaygın olduğu ülkelerde ise en az %30'dur. Endüstri yapılarında ise bu oran %90'lara kadar çıkarken, Türkiye'de sadece %30'dur.

- Ülkemiz tarihinde önemli bir yere sahip olan demir ve çeliğin doğal bir malzeme oluşu, yüksek mukavemeti ve geri dönüşümü ve yapım hızı nedenleri ile konut inşaatı sektöründe de geleneksel inşaat teknolojilerinin yerini almaya hazırlandığı ve gün geçtikçe kullanım alanını genişlettiği görülmektedir. Büyük şehirlerinin çoğu, birinci ve ikinci derecede deprem bölgelerinde bulunan ülkemizde, 1999 Kocaeli-İzmit Depremi sonrasında, yapısal çelik malzemesinin, konut inşaatı sektöründe tercih edildiği ve bu kullanımın ileriki yıllarda daha da yaygınlaşacağı söylenebilir.

Tüm bu veriler ele alındığı zaman, konut yapımında depreme dayanıklı, üretimi kolay, yapımı hızlı, geri dönüşümü mümkün ve çevreye en az zarar veren teknolojilerin belirlenmesinin gerektiği görülmektedir.

Bina dışı çevredeki iklimsel etkilerin bina içi yapma çevreye aktarılma düzeyi, binanın formuna, yönlendirilişine, boyutlarına ve kullanılış şekline bağlı olduğu gibi; iç dış ortamı birbirinden ayıran bir yapma çevre değişkeni olan bina kabuğunun performansı ile de doğrudan ilişkilidir.

Bu çalışmada, ülkemizdeki çelik taşıyıcı sistemli konut örneklerinden bazılarının taşıyıcı sistemleri de vurgulanarak enerji korunumu açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Değerlendirme yapılırken; öncelikle bina kabuğunun TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardına uygunluğu belirlenmiştir.

Sonra, 2008 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ile enerji performansı belirlenerek çelik taşıyıcı sistemli konutların değerlendirmesinde ilk aşamada elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır.

2. BİNALARDA KULLANILAN TAŞIYICI SİSTEMLER

Bu bölümde taşıyıcı sistemin amacını, taşıyıcı sisteme etki eden yükleri ve taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılması işlenecektir. Daha sonra sınıflandırılması yapılan taşıyıcı sistemlerden çelik taşıyıcı sistemlerin tanımını, tarihçesini ve üstün ile sakıncalı nitelikleri işlenecektir.

2.1 Taşıyıcı Sistem Kavramı ve Amacı

Taşıyıcı sistem 'Üzerine etki eden kuvvet ve yükleri belirli yerlere aktarıp, öngörülen statik dengeyi sağlamak ve sürdürmek amacıyla doğal veya yapay taşıyıcı öğelerden meydana gelen bütün' olarak tanımlanabilir (Türkçü, 1984).

Taşıyıcı sistemlerin varlıklarını devam ettirmeleri, üstlendikleri görevleri eksiksiz olarak yerine getirebilmeleri ve kullanıcılara estetik bir görüntü vermeleri için denge, stabilite, dayanım, işlevsellik, etkinlik, ekonomi ve estetik gibi zorunlulukları vardır.

2.2 Taşıyıcı Sisteme Etki Eden Yükler

Bir yapının tasarımı; mekânsal, işlevsel, strüktürel ve biçimsel sorunların çözümlenmesini içerir. İşlevsel, mekânsal ve biçimsel olarak iyi çözümlenememiş yapılar, görsel ve kullanımsal olarak kullanıcılarını ve diğer kişileri rahatsız ederken,taşıyıcı sistem çözümü hatalı olan yapılar kullanıcılarının sağlığını ve hatta hayatını tehdit etmektedir. Bu nedenle, bir yapının taşıyıcı elemanları, örneğin perdeler, kolonlar, kirişler, temeller, v.b. üzerlerine etki eden veya etki etmesi olası tüm iç ve dış etkenlere (yüklere) karşı direnebilecek şekilde boyutlandırılmalıdır. Bu yükler taşıyıcı sistem öğelerinin tasarımını ve boyutlandırılmasını etkilemekte, aynı zamanda bu elemanların üzerine uyguladıkları yatay ve düşey yüklerle taşıyıcı sistemde şekil değiştirmelere sebep olabilmektedir.

Taşıyıcı sistemi etkileyen yükler, TS 498'e göre sınıflandırılırsa;

- Esas yükler: Taşıyıcı elemanın kendi öz ağırlığı ile bu öğenin taşıyacağı, yeri uzun bir zaman süresi içinde değişmeyecek olan istif malzemelerinin

ağırlıkları ve kar dâhil olmak üzere statik yüklerdir.

- İlave (Tali) yükler: Rüzgâr yükü, fren ve demoraj yükleri, darbe ve sıcaklık değişmesi etkileri ve deprem etkileri bu sınıfa girmektedir.

2.3 Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Tarih boyunca çeşitli taşıyıcı sistem örnekleri uygulanmış ve buna paralel olarak malzemelerde değişiklik ve gelişim göstermiştir. Tarihsel gelişimine göre taşıyıcı sistemleri ahşap, kâgir, betonarme, çelik, kompozit (karma) ve alüminyum taşıyıcı sistemler olarak sınıflandırabiliriz.

2.3.1 Ahşap taşıyıcı sistemler

Ahşap, insanlar tarafından kullanılan en eski yapı malzemelerinden biridir. Önceleri, deneyime dayalı olan uygulama, mühendislik bilimlerindeki ilerlemelere paralel gelişen yapı tekniğiyle bilimsel olarak yapılmaya başlanmıştır. Daha sonra, ahşap yapıda kullanılan birleşim araçlarının da, aynı şekilde, modern teknolojiye göre araştırılıp yönetmeliklerde yer almaları ahşap yapının yaygınlaşmasına yardım etmiştir.

2.3.2 Kâgir taşıyıcı sistemler

Yalnız basınç kuvvetlerine dayanabilen ve irili ufaklı birbirleriyle bağlanmış veya bağlanmamış tabii veya suni taş bloklarla yapılmış yapılara kâgir yapılar denir.En sık kullanılan kâgir yapılar kesme taş, moloz ve tuğladandır.

2.3.3 Betonarme taşıyıcı sistemler

Betonarme; basit olarak, beton ile çelik donatı çubuklarının beraber çalışacak ve birbirlerinin eksiklerini tamamlayacak şekilde bir araya getirilmesi olarak tanımlanabilir. Yüksek basınç dayanımına sahip betonun zayıf tarafı, düşük çekme dayanımına sahip olmasıdır. Betonun bu kusurlu yanı, içine yüksek çekme dayanımına sahip çelik çubuklar yerleştirilmesi ile tamamlanarak betonarme malzemesi oluşturulur. Böylece mekanik özellikler bakımından çok daha üstün bir bileşim meydana getirilir.

2.4 Çelik taşıyıcı sistemler

Mekanik olarak işlenebilen yani, dövülerek, preslenerek, haddeden geçirilerek şekil verilebilen alaşımlara çelik denir. Çelik, %0,2'den düşük oranda karbon içeren, mekanik ve ısıl işlemler sonucu çeşitli özellikler kazanabilen bir demir-karbon alaşımıdır (Odabaşı, 1997).

Bu tez kapsamında çelik taşıyıcı sistemler incelenecektir.

2.4.1 Kompozit (karma) taşıyıcı sistemler

Kompozit sistemler, yapısal çelik malzemeler ile betonarme yapı malzemelerinin birlikte tasarlanıp projelendirilmesi ile üretilen taşıyıcı sistemlerdir. Çoğunlukla döşeme taşıyıcısında kullanılmakla beraber kolon ve kiriş elemanlarında da kullanıldığı görülmektedir.

2.4.2 Alüminyum taşıyıcı sistemler

Alüminyum taşıyıcı sistemler, kalınlığı 0.5 mm ile 6 mm arasında değişen levhalara sürekli şekil verme veya pres kullanılarak şekil verilmesi ile elde edilen sistemlerdir.

Bu sistemler yapıda ana taşıyıcı sistem ile çatı ve yan duvar kaplamaları olarak kullanılır.

2.5 Çelik Taşıyıcı Sistemler

Bu bölümde çeliğin tanımı ve özellikleri, tarihsel gelişim süreci, üstün ve sakıncalı nitelikleri işlenecektir.

2.5.1 Çeliğin tanımı ve özellikleri

%0,2'den az oranda karbon içeren, mekanik direncinin yüksekliğiyle bilinen, mekanik olarak işlenebilme olanağına sahip dövülerek, preslenerek, haddeden geçirilerek şekil verilebilen demir ve karbon alaşımlarına "çelik" adı verilmektedir. Çelik, su verilerek veya başka madenlerle birleştirilerek çok sert bir hale sokulabilir. Demirden çok daha sert ve hafif olup, daha iyi işlenebilme özelliğindedir. Çelik çeşitlerinin ortak özelliği içlerinde belirli oranlarda karbon ve manganez bulunmasıdır. İhtiva ettiği karbon miktarı çeliğin karakteristik özelliklerini belirler. Elde edilmesi ve içinde bulunan maddelerin oranları bakımından çeşitli adlar alır.

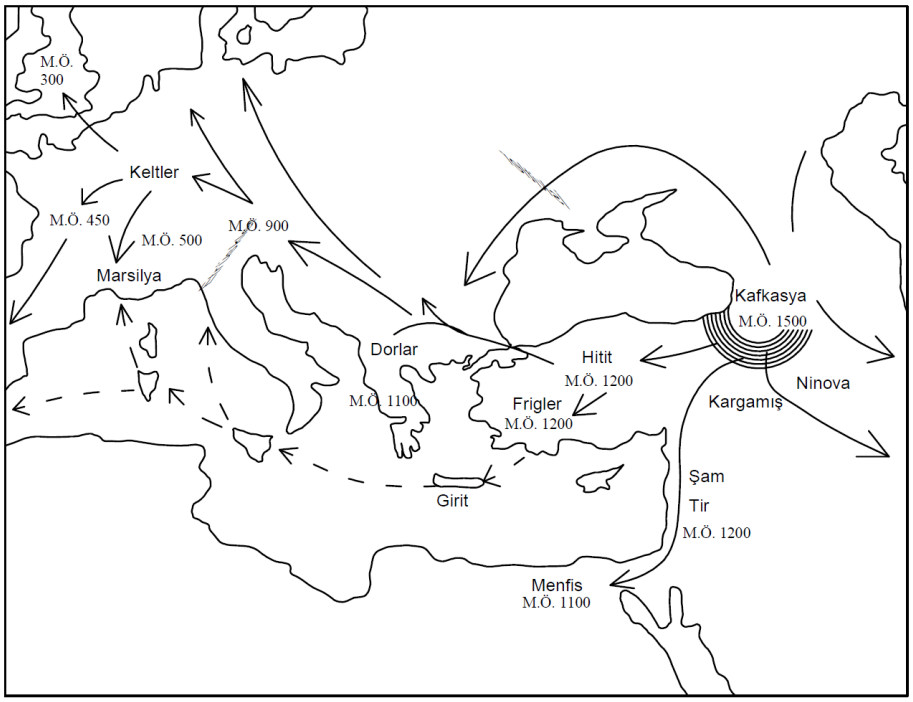
Fiziksel özelliklerine bakıldığında birim hacim ağırlığı 7,8 t/m^3; su emmesi sıfır; genleşme kat sayısı 12x10^6; ısı iletkenliği 30-50 W/m^oC; ses yutması 0,01' dir. Mekanik olarak çekme ve basınç kuvvetlerine dayanımı birbirine eşittir.

Yapı çeliği ise, homojen, izotop olduğu ve sürekli denetim altında üretildiği için oldukça güvenilir bir malzemedir. Yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının, taşıdığı yararlı yüke oranı düşüktür (Scheer, 1950).

Çeliğin elastisite modülü 2,1.10^6kg/cm^2 olup, diğer yapı malzemelerine kıyasla çok yüksektir. Örnek olarak betonarme ile karşılaştırıldığında, yaklaşık7 kat yüksektir. Ve çelik sünek (düktil) bir malzemedir. Büyük şekil değiştirebilme kapasitesi vardır.

2.5.2 Çelik taşıyıcılı yapıların tarihsel gelişim süreci

Demir ve çelik, tarihsel açıdan ülkemizle yakın bir ilişki gösterir. İnsanlık tarihinde bilinen en eski demir üretimi MÖ 1500 yıllarında Doğu Anadolu ve Kafkasya'yı içeren bölgede gelişmiştir. Bu gelişim, Hititler döneminde İç Anadolu'ya, Frigyalılar döneminde (MÖ 1200) Batı Anadolu'ya kaymıştır, ancak bu tarihten sonra aşamalı olarak daha çok batı yönünde yayılmıştır. (Şekil 2.1) Bir örnek olarak demir ve çeliğin Büyük Britanya adasında üretimi, ancak MÖ300'lerde başlamıştır.



Şekil 2.1 : Çeliğin ülkemizle tarihsel ilişkisi (Arda, 2000).

18. yüzyılda İngiltere'de, yüksek fırın yöntemiyle geniş ölçüde ham demir ve font (pik) üretiminin başlamasından sonra, demirin yapı malzemesi olarak kullanılması

mümkün olmuştur. Yüksek fırınlarda veya tesislerde demir cevherlerinin ergitilmesi ve indirgenmesi ile elde edilecek kum veya metal kalıplarda katılaştırılmış olan ve bileşiminde %1,7 karbon bulunan sert, kırılgan, çekme zoru taşımayan ergime derecesi 1200 ^{o}C olan demir-karbon alaşımına ‘’font’’ adı verilir.

Font kullanımı ile yapılan ilk köprü, İngiltere’de Severn Nehri üzerinde 1777–1779 yılları arasında Abraham Darby adında bir demir üreticisi tarafından tümüyle demirden inşa edilen kemer tarzındaki strüktür biçimiyle 30,5 m açıklık geçilen Coalbrookdale Köprüsüdür (Şekil 2.2 :).



Şekil 2.2 : Coalbrookdale Köprüsü.

Demir ve çeliğin köprü mimarisinde kullanımındaki ilk örneklerinden bir diğeri de 1796’da Almanya'da Schleisen bölgesinde, Striegauer Akarsuyu üzerinde inşa edilen yine font ile üretilmiş yaya köprüsüdür (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Striegauer Köprüsü.

Kâgir gibi, fontun da basınç mukavemeti yüksek olmasına karşın, çekme mukavemeti az olduğundan, ilk köprüler kemer tarzında yapılmıştır. XIX.

Yüzyılbaşlarında binalarda kolon ve kemer olarak kullanım alanı bulmuştur. 1875'de çekme mukavemeti yüksek olan ve mühendislere yeni olanaklar sağlayan dövme çelik yapı malzemesinin piyasaya çıkması ile font kemer köprülerinin dönemi kapanmıştır. Dövme çelik üretimi, pudlalama fırını metodunun kullanımı ile doğru orantılı bir gelişim gösterir. 1784'te İngiltere, 1824'te Almanya bu yöntemi kullanmaya başlamıştır. Bundan sonra da dövme çelik kullanılarak dolu gövdeli, ana kirişli köprülerin yapımına başlanır. İlk asma köprülerde de malzeme olarak dövme çelik kullanılmıştır.



Şekil 2.4 : Britannia Köprüsü.

1846 İngiltere'de Menai Boğazı üzerinde, 140 m. orta açıklıklı, dolu gövdeli sandık ana kirişli Britannia Köprüsü (Şekil 2.4) ve 1857 Batı Prusya'da Dirschau'da inşa edilen, 131 m. açıklıklı, sık dokulu kafes ana kirişli Weichsel Köprüsü (Şekil 2.5) dövme çelikle inşa edilen demiryolu köprülerinin ilginç örnekleridir.



Şekil 2.5 : Weichsel Köprüsü .

İlerleyen yıllarda Bessemer (1855), Siemens-Martin (1864), Thomas (1871) yöntemlerinin bulunmasıyla ham demirin sıvı haldeyken arıtılması sağlanmış ve dökme çelik üretimi olanağı ortaya çıkmıştır. Böylece 1800'lü yılların sonlarından itibaren dökme çelik, en çok üretilen çelik cinsi olmuştur. 1864 yılında İngiltere

Bristol'de ilk çelik asma köprü olan Clifton Asma Köprüsü (Şekil 2.6) inşa edilmiştir.



Şekil 2.6 : Clifton Asma Köprüsü

İlk örneklerini köprülerde gördüğümüz çeliğin, binalarda, taşıyıcı sistemin ana malzemesi olarak gördüğümüz ilk örneği; İngiltere, Shrewsbury'de 1796–1797 yılları arasında inşa edilen, Ditherington Flax Mill Değirmeni' dir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 : Ditherington Flax Mill Değirmeni.

Çeliğin yapılarda kullanımı ihtiyaçlar paralelinde gelişmiştir. Endüstri Devrimiyle birlikte buharlı tren, tren yolu ve gar gibi insanlık tarihine yeni kavramlar ve gereksinmeler girmiştir. 1830'lardan itibaren ulaşımın öneminin daha da artması sonucu yeni yapılara ihtiyaç doğmuş ve çeliğin kullanımı köprülerden kazanılan deneyimler sonucu kendisini terminal binalarında da göstermiştir. Robert Stephenson tarafından 1835–1839 yılları arasında yapılan 12,2 m. eğri makaslardan oluşmuş "Euston Tren İstasyonu" Londra'daki çelik terminal yapılarının ilk örneklerindendir. Daha sonraları geçilebilen açıklıklar artmıştır. Örneğin; 1863-1876 yılları arasında W.H.Barlow ve R.M. Ordish tarafından yapılmış "St. Pancras Station" da (Şekil 2.8) geçilen açıklık 74 m.' ye ulaşmaktaydı.



Şekil 2.8 : St. Pancras Station.

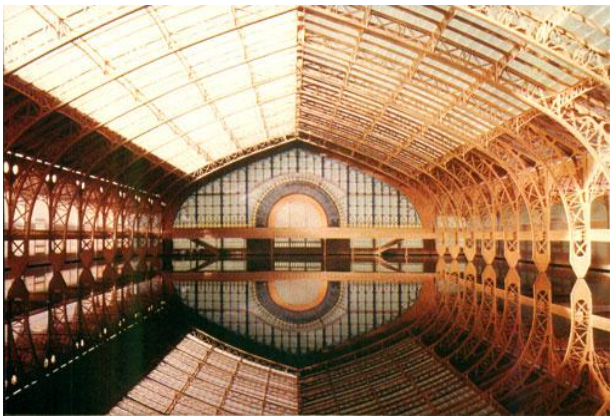
Çeliğin binalarda geniş açıklıkları geçmek için taşıyıcı sistem olarak kullanımının Avrupa'daki ilk örneği; Joseph Paxton'un İngiltere'de açılacak olan fuar için inşa ettiği "Crystal Palace" binasıdır (Şekil 2.9). Crystal Palace; o dönemde yapılan yapılar içerisinde en büyük açıklık geçilen yapı olmuştur. Yaklaşık 70000 m^2'lik bir alanı kaplayan bu teşhir galerisi, demir ve camın kaynaştırıldığı ilk çelik binadır. Söz konusu binada taşıyıcı elemanların arasının cam malzeme kullanılarak kapatılması ile yapı aynı zamanda o dönemin en şeffaf binası olmuştur.



Şekil 2.9 : Crystal Palace.

Dönemin bir diğer önemli yapısı ise, Palais Des Machines – Paris Evrensel Sergisi Makine Sarayıdır (Şekil 2.10). Mimar Ferdinand Dutert, 1887 de ihale edilen projeyi yapmaya hak kazanmış, 1889'da Fransız ihtilalinin yüzüncü yılında açılışı yapılmıştır. Galerie Des Machine 114,3 m. uzunluğa sahip 33,8 m. açıklığın geçildiği, fuarın önemli sergi yapılarından biridir.

Dönemin en önemli yapılarından biri olan Eiffel Kulesi (Şekil 2.11) 1887 ile 1889 yılları arasında, Gustave Eiffel'in firması tarafından inşa edilmiştir.



Şekil 2.10 : Paris Evrensel Sergisi Makine Sarayı.



Şekil 2.11 : Eiffel Kulesi.

Birleşim araçlarındaki gelişme, somun, perçin, bulon ve kaynak tiplerinin gelişmesi çeliğin kullanım alanlarını genişletmiş, XX. yüzyıl başlarından itibaren öngermeli bulon kullanımına geçilmiştir. Buna paralel olarak hesap yöntemlerindeki gelişim ampirik hesaptan elastik hesaba, daha sonrasında ise plastik hesaba geçiş şeklinde olmuştur.

Yüksek yapılar akımı ile çelik yapı üretimi gelişme göstermiştir. 1885 yılında Chicago'da inşa edilen ve William Le Baron Jenny'in tasarladığı Home Insurance Binası, çelik iskeletli ilk yüksek çok katlı yapı olmakla beraber gelecekteki gökdelenlerin gelişmesindeki en önemli rolü oynamıştır. 12 katlı ve 55 m. yüksekliğe sahip bina, çelik I kirişler ve silindir dökme demir kolonlardan oluşan bir taşıyıcı sisteme sahiptir (Öztürk, 2008).

Hafif çelik yapılara yönelmenin getirdiği boru ve kutu kesitler, bükme sac elemanların kullanımının giderek yaygınlaşması ve asma ve uzay kafes sistemlerin gelişmesi ile çelik yapılar gelişimine devam etmiştir.

Çelik yapıların Türkiye'deki tarihsel gelişiminden bahsetmek gerekirse; Eyüp Sultan Feshane Binası (Şekil 2.12) Türk mimarlık tarihi açısından ayrı bir öneme sahip olup, çelik yapı türünde inşa edilen ilk örneklerdendir. Tüm kolon ve kirişleri çeliktenüretilmiştir. Kolonları ve kirişleri Belçika'da döküm olarak imal edilerek getirilmiştir.



Şekil 2.12 : Feshane Binası

Büyük kentlerde, özellikle İstanbul ve İzmir'de ortaya çıkmaya başlayan iş ve alışveriş merkezi niteliğindeki han ve pasajların, çoğunun üstü,çelik-cam taşıyıcı sistemle oluşturulmuş şeffaf çatılar ile örtülüdür. İzmir, Çankaya'da Fevzi Pasa Bulvarı üzerindeki, Yeni Kavaflar Çarşısının (Şekil 2.13) çatı örtüsü de bu nitelikte olup, Kemeraltı Çarşısı içinde bulunan, Güzel İzmir Hanı, Meserret Çarşısı, Yeni Şükran Oteli günümüzde hala kullanılmakta olan çelik yapılardır.



Şekil 2.13 : Çankaya Yeni Kavaflar Çarşısı.

19. yy ikinci yarısında, özellikle yabancı elçiliklerde ve otellerde çeliğin yapılarda kullanımı hız kazanmıştır. Bu tipteki binalara İstanbul'da Pera Palas ve Tokatlıyan Oteli ile İzmir'de Çukurhan Oteli örnek olarak gösterilebilir. 1844 tarihinde deniz yoluyla toplu taşımacılığın başlaması, geniş açıklıklı vapur iskelelerinin yapımına yol açmış ve çoğu kubbelerle örtülen bu açıklıklardaçelik gergiler kullanılmıştır. Bir

kısım vapur iskelelerinin taşıyıcı sisteminde de çelik kolonların kullanıldığı dikkat çekmektedir. Yine aynı dönemlerde, demiryolu ulaşımının da yabancı şirketlerde olması, tren istasyonlarının da kısmen çelikten inşasına yol açmıştır. Alman ve İngiliz ortak inşaatı olan Sirkeci, Haydarpaşa gibi garlarınkirişlerinde, döşemelerinde, peronların üstünü örten sundurmalarda ve taşıyıcı kolonlarda bol miktarda çelik kullanılmıştır.

Cumhuriyet öncesi tren istasyonlarına ait bir diğer önemli yapı ise, 1863 yılında dönemin ünlü mimarı Gustave Eiffel tarafından tasarlanmış olan tarihi Basmahane Garı'dır (Şekil 2.14). Basmahane Garı'nın çatı örtüsü 20,78 m. x 46,75 m. ölçülerinde çelik malzeme ile örtülmüştür (Uçar, 1998).



Şekil 2.14 : Basmahane Garı.

Cumhuriyet sonrası dönemde ise, 1974 yılında İstanbul Boğazı'nda karayolu geçişini sağlamak için 1074 metre açıklıklı ilk çelik asma köprü olan Boğaziçi Köprüsü inşa edilmiştir. 1090 metre açıklıklı ikinci çelik asma köprü olan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ise 1988 yılında inşa edilmiştir (Gencer, 2003).

1990'lı yıllara gelindiğinde ise, ülkemizde Avrupa Yapısal Çelik Birliği - ECCS ödüllerini kazanan birçok yapı inşa edildiği dikkat çekmektedir. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- 1997 yılı – Tatilya

Mimarlığını Oktay NAYMAN'ın yaptığı Tatilya (Şekil 2.15) projesinin toplam kapalı alanı 42000 m²' dir. Orta avlulu bir plan şekli olan bu projenin 52 metrelik açıklıklı çatısı, uzay kafes çelik taşıyıcı sistemle oluşturulmuştur. Çatı taşıyıcı sistemi dört tip taşıyıcıdan oluşmaktadır. Bunlar, 576 adet ana kafes kiriş, 278 adet boyuna makas, 16 adet beşik kemer ve son olarak cam kaplama için 4876 adet cam destek kirişi (Arda, Büyüktaşkın, 1998).



Şekil 2.15 : Tatilya.

- 1999 yılı – Antalya Cam Piramit

4500 m²'lik alana oturan Antalya Cam Piramit tasarım dalında UMO Mimarlık'a, uygulamacı dalında USKON'a bu ödülü kazandırmıştır. Piramidin yerden yüksekliği 22,76 m olup, çatısı 5710 m² ısıcam ile kaplanmıştır.



Şekil 2.16 : Antalya Cam Piramit.

- 2001 yılı – Sabiha Gökçen Havalimanı

Taşıyıcı sistemi de çelik olan bu yapı, 67,2 x 65,60 m açıklık geçen çelik uzay kafes çatısıyla Sabiha Gökçen Havalimanı Avrupa Yapısal Çelik Birliği- ECCS ödülünü hak kazanmıştır. Yapı da toplam 3200 ton çelik kullanılmıştır (Büyüktaşkın, 2002).

- 2003 yılı – İstanbul Çok Katlı Otoparkı

Mimari projesi UMO Mimarlık tarafından yapılan proje, dünyadaki en gelişmiş teknolojik sistemleri içermektedir. Ayrıca yapı, Türkiye'nin ilk yüksek çelik binasıdır. Cephede cam ve metal karışımı ile yarı şeffaf bir etki aranmış olup, taşıyıcı sistem dışa yansıtılmıştır.

- 2005 yılı – İstanbul Bilgi Üniversitesi

İstanbul Bilgi Üniversitesi'nde ek olarak yapılan yeni binalar (Şekil 2.17) 2005

yılında bu ödüle hak kazanmıştır. Yeni binalar 3 gruptan oluşmuştur, öğretim binaları, kapalı yüzme havuzu binası ve geçiş köprüsü. Öğretim binaları 42 m x 24 m 4 katlı çelik bina ve 42 m x 27 m 7 katlı derslik binalarından oluşmuştur. Kapalı yüzme havuzu binası, 40,5 m x 19,1 m boyutlarında ve 5,68 m yüksekliğindedir. Ayrıca, eski binalarla yeni binalar arasında 43 m uzunluğunda bir köprü inşa edilmiştir.



Şekil 2.17 : İstanbul Bilgi Üniversitesi ek binalar.

- 2007 yılı – İzmir Adnan Menderes Havalimanı

Yakup Hazan Mimarlık'ın projesini yaptığı Adnan Menderes Havalimanı 2007 yılında Avrupa Çelik Birliği ödülünü almıştır.

- 2009 yılı – Bursa Sebze Meyve ve Balık Hali

Mimarlığını Tuncer Çakmaklı'nın yaptığı Bursa Sebze Meyve ve Balık Hali projesi (Şekil 2.18) 250000 m² alana sahiptir.



Şekil 2.18 : Bursa Sebze Meyve ve Balık Hali.

- 2011 yılı – Sabiha Gökçen Havalimanı Yeni Terminal Binası

Cephede 48 metre açıklı 3 adet kemerin kullanıldığı Sabiha Gökçen Havalimanı

Yeni Terminal Binası (Şekil 2.19) projesinin mimarlığını Tekeli ve Sisa Mimarlık yapmıştır.



Şekil 2.19 : Sabiha Gökçen Havalimanı Yeni Terminal Binası.

2.5.3 Yapısal çeliğin nitelikleri

Her yapı sisteminin kendinden başka diğer yapı sistemlerine göre üstün yönlerinin ve sakıncalı yönlerinin olduğu bir gerçektir. Ancak günümüzde hızla artan teknoloji ve daha fazla araştırma yapılarak yeni yöntemlerin elde edilişi ile bu söz konusu sakıncalar en aza indirgenmeye çalışılmaktadır.

2.5.3.1 Çeliğin üstün nitelikleri

Çelik yapıların gerek malzeme özelliklerinden gerekse de sistem olarak üstünlükleri ve eksiklikleri vardır. Bu üstünlükleri Mimari açıdan üstün nitelikleri, Mühendislik açısından üstün nitelikleri ve Uygulama açısından üstün nitelikleri olmak üzere üç başlık altında toplayabiliriz.

- Mimari açıdan üstün nitelikleri

Mimari açıdan çelik kullanımının sağladığı en büyük üstünlük kuşkusuz mimariye kazandırdığı özgürlük kavramıdır. Çelik elemanların farklı şekillerde birleştirilebilmesi ve montajındaki kolaylıklar sayesinde serbest formların biçimlenmesine olanaklar doğmuş,gelişen teknolojik imkânların da kullanılması ile özgün ifadeli ve plastik özellikleri olan, istenilen geometri ve formda tasarımlar yapmak mümkün olmuştur.

Çelik malzeme kullanımının mimari açıdan serbest form oluşturma dışında sağladığı bir diğer önemli üstünlük; büyük açıklık geçebilme ve geniş hacimler elde edebilme olanağıdır.

Yapısal çeliğin yüksek dayanımı nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranı küçüktür. Daha sade ve net bir anlatımla hafiftir. Çelik çerçeveli yapılarda bu nedenle küçülen kolon ve kiriş boyutları önemli üstünlükler sağlamaktadır. Büyük açıklıklar, betonarme yapılarda olduğu gibi geniş ve yüksek kirişlere gereksinim duyulmadan geçilebildiğinden kolon sayısı azalmaktadır. Sayıları azalan kolonların boyutları da küçük olduğundan aynı inşaat alanına yapılan çelik çerçeveli binanın kullanım alanı betonarme çerçeveli binaya göre büyük olmaktadır.

Çeliğin mimariye kazandırdığı bir diğer üstünlük ise esnekliktir. Çelik yapıların takviyesi kolaydır. Mevcut çelik taşıyıcı sistem, belli sınırlar çerçevesinde, ihtiyaca göre takviye edilebilir veya sistemde değişiklikler yapılabilir.

- Mühendislik açısından üstün nitelikleri

Çelik çerçeveli yapılarda kullanılan yapısal çeliğin yüksek mukavemeti nedeniyle öz ağırlığının taşıdığı yararlı yüke oranının küçük olması eleman boyutlarının da küçülerek yapı ağırlığının azalması sonucunu doğurmaktadır.

Azalan ağırlığın zincirleme etkisi;

- Tüm taşıyıcı eleman boyutlarının küçülmesi ve daha büyük açıklıkların geçilebilmesi ile kullanım alanlarının genişlemesi,
- Mimari özgürlüklerin sınırlarının genişleyip alışılmışın dışında taşıyıcı sistemlerin kullanılabilmesi,
- Küçülen temel boyutlarına göre kazı miktarının azalması,
- Çok kötü zeminlerde bile bina yapımına olanak sağlaması,
- Taşınacak malzemelerin çeşit ve miktar olarak azalması,
- Deprem hesaplarında kullanılan yatay yüklerin yapı ağırlığıyla orantılı olarak azalması ile daha yüksek ve depreme dayanıklı binaların yapılabilmesi,
- Yapım süresinin kısalması

olarak özetlenebilecek üstünlükler,çelik taşıyıcı sistemli yapıların, mühendislik açısından avantajları olarak sıralanmalıdır(Arda,2000).

- Üretim ve uygulama açısından üstün nitelikleri

Çelik, işçiliğinin büyük kısmının endüstriyel tesislerde, uzmanlar denetiminde ve vasıflı işçiler tarafından yapılıyor olmasından dolayı, yüksek kalite güvencesinde bir yapı malzemesidir.

Bir diğer üstün niteliği ise, kolay denetim olanağı sunmasıdır. Çelik profil olarak uygulama sırasında basit olarak gözle denetlendiği gibi, çoğu bilgisayar kontrollü makineler ile hazır yapı elemanı haline getirildiği fabrikalarda da sürekli olarak kontrol altındadır.

Çelik taşıyıcı sistemli yapıların tercih edilmesinde en önemli etkenlerden biri de, zaman kavramıdır. Çelik yapı elemanları; kesme, düzeltme, temizleme, delme, kaynak ve boya gibi her türlü işlemin bilgisayar kontrollü makineler ile dış hava koşullarından bağımsız olarak yapıldığı fabrikalarda kısa sürede üretilmektedir. Üretim gibi montaj işlemi de, her türlü hava koşullarında kısa sürede yapılabilmektedir. Yapısal çeliğin montajı tamamlandığı anda, tam yükle çalışabilme özelliği; duvar, cephe vb. mimari yapı elemanlarının montajına da hemen başlanıp, kısa sürede tamamlanarak kullanılabilmelerini sağlamaktadır.

Çelik kullanımının uygulamada sağladığı diğer üstünlükler ise,değişiklik, takviye, sökülüp yeniden kullanılma olanaklarıdır. Kullanım amacı değişen, hasar gören binaların değiştirilmesi, ekleme ve eksiltmelerin yapılması mümkündür. Çelik, yeniden kullanılabilen maddeler arasında en esnek olanıdır. Kurulan sistem eğer uygun birleşim aracına (bulon) sahipse sökülüp başka bir yerde tekrar kurulabilir. Çelik ürünler de tümüyle geri dönüşümlüdür, eritilip özellikleri azalmadan başka biçimlerde kullanım bulabilir. Bu şekilde kullanımına hurda çeliği denir.

Çelik taşıyıcı sistemli yapılarda mekanik, su ve elektrik tesisatı ile havalandırma kanalları, kirişlerde açılacak boşluklardan geçirilebilir. Bu şekilde kat yüksekliğinden kayıp verilmez.

Çelik yapıda uygun bir planlama ile az iskeletli inşaat mümkündür.

2.5.3.2 Çeliğin sakıncalı nitelikleri

Korozyon, düşük yangın dayanımı ve gerek üretim gerekse de uygulamada ihtiyaç olan kaliteli eleman azlığı çelik taşıyıcı sistemli yapıların kurulumundaki en önemli sakıncalardır.

Tüm yapı malzemeleri, az veya çok, yangından etkilenmektedir. Çelik ise; yanıcı olmamakla beraber, ısı yükseldikçe mukavemetinde ve elastiklik modülünde hızlı düşüşler görülür. Çelik belli sıcaklıklarda taşıyıcı özelliğini, yüksek ısı derecelerinde (yaklaşık 600 ^{o}C'de) ise tüm mekanik özelliklerini kaybeder.

Çelik yapı elemanlarının yangına karşı yalıtımında, özel alaşımlı çelik veya içi su doldurulmuş kutu kesitli eleman kullanımı gibi özel yöntemler dışında, korozyona karşı da etkili olan, dört ana yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- Alüminyum-silikat, çimento vb. karışımlı maddeler püskürtülerek kaplanması (Şekil 2.20),
- Alçı, perlit vb. plakalar veya tuğla vb. dekoratif elemanlar ile kapatılması,
- Bileşik kesitli olarak tasarlanabilecek olan çelik yapı elemanlarının bir bölümü veya tamamının beton içine alınması veya boşluklarının beton ile doldurulması,
- Yangın sırasında 70 mm kalınlığa kadar hızla genleşen özel ince bir boyanın kullanılmasıdır.



Şekil 2.20 : Çeliğin beton püskürtme ile yangına karşı korunumu.

Bu yöntemler arasında seçim yapılırken; kullanım amacı, estetik, maliyet gibi kıstaslar esas alınır.

Çelik yapıların ömrüne etki eden bir diğer sakınca ise korozyondur. Korozyon, maddelerin, özel olarak metal ve alaşımların, çevrenin çeşitli etkileriyle kimyasal ve elektrokimyasal değişme ya da fiziksel çözünme sonucu aşınmasıdır. Korozyon atmosferik etkilerden veya elektrolitik etkilerden oluşmaktadır. Yapı çeliği atmosferin zarar verici etkilerine karşı korunmasız bırakılırsa, su veya bir kimyasal maddeyle ilişkisi olursa, çelik malzemede paslanma (korozyon) olayı başlar. Bunu

önlemek için çelik elemanlar boyanmalı, periyodik boya bakımı yapılmalıdır. Bu husus çelik yapının bakım (işletme) giderlerini arttırır ancak ömrünün uzamasını sağlar.

Genellikle yangına karşı beton ile korunmuş çelik elemanlarda korozyon için de tedbir alınmış olur. Aynı ihtiyacı karşılamak için çeşitli boya ve kaplamalar da vardır. Yüksek gerilim hatlarının direkleri gibi sürekli ve sık kontrol edilmeyen çelik taşıyıcı sistemlerde, pahalı olmasına rağmen galvanize edilmiş çelik profiller kullanılır.

Çelik çerçeveli sistemlerin ülkemizdeki uygulama alanı, bir bölümünün uygulama projeleri yurt dışından getirilen, endüstri yapıları ile sınırlı kalmıştır. Doğal olarak, bu alanda deneyimli proje bürolarının sayısı da sınırlıdır. Söz konusu bürolarda yetişmiş teknik elemanların endüstri yapılarının tasarımında edindiği deneyim, çok katlı binaların tasarımı için yeterli olmamaktadır.

Çelik yapıların uygulama projelerini yapan mimar ve mühendislerin üretim ve montaj konularını da bilmeleri zorunludur.

Çelik; ses ve ısı açısından çok iyi bir iletken olması nedeniyle, çelik yapılarda önemli bir yalıtım sorunu söz konusudur. Çeliğin, çoğu metalde olduğu gibi, yüksek ısı iletkenliğine sahip bir malzeme olması ısı köprüsü olarak çalışmasına nedendir ve gerekli önlemler alınmazsa iç mekânlarda ısı kaybına, bunun sonucunda da konfor şartlarının standartların altına düşmesine sebep olur. Ayrıca çelik yapılarda döşeme kalınlığının az olması darbe sesini yalıtmakta yetersiz kalmakta, bu sebepten dolayı çeşitli yalıtım malzemeleriyle ses geçişi ve yankılanması engellenmelidir.

2.5.4 Çeliğin yapıda kullanılma şekilleri

Bir taşıyıcı sistem tümüyle çelikten teşkil edilebileceği gibi kısmen de çelikten yapılabilir.

- Kısmi kullanım

Endüstri binaları, hangarlar, depo ve antrepolar, spor ve sergi salonları gibi tek katlı yapılarda yatay konumdaki taşıyıcı bölümler (kirişler, makaslar, lentolar) çelik olarak tasarlanır, düşey konumdaki elemanlarda ise kagir duvar ya da betonarme elemanlar kullanılır.

- Çelik karkas yapılar

Çelik taşıyıcı karkas sistemli yapıların oluşturulmasında en çok kullanılan biçim "Çerçeve Sistemlerdir''. Bu sistemin amacı yapıdaki düşey taşıyıcı elemanların yatay taşıyıcılar ile çerçeveler oluşturarak, tüm kuvvetlere karşı birlikte çalışmalarını sağlamaktır. Yapıya etkiyen yükler taşıyıcı elemanlar ile yapının çevresine veya belirli noktalara iletilerek oradan da zemine aktarılır.

Çerçeve sistemlerin kendisini oluşturan elemanlara bağlı olarak, klasik çerçeve sistem, diyagonal destek bağlantılı çerçeve sistem ve B.A. perde destek bağlantılı çerçeve sistemolmak üzere üç çeşidi vardır.

- Kablolu asma sistemler

Çok katlı yapılarda pek fazla kullanılmamalarına rağmen en göze çarpan çelik taşıyıcı sistemlerden birisidir. Kullanılan gereç niteliklerinin kazandırdığı strüktürel üstünlükler, asma germe sistemlerin en belirgin özellikleridir. Daha çok prestij yapılarında kendini gösteren çok katlı asma strüktürler, bazı katlarda hiç kolon istenmemesi durumunda alternatif olarak kullanılabilecek çok katlı taşıyıcı sistem biçimidir.



Şekil 2.21 : Asma sistem örneği (Boğaziçi Köprüsü).

Asma sistemlerde (Şekil 2.21) tüm yükler doğrudan doğruya çekme kuvvetleri olarak taşınır. Böylece eğilme ve burkulma için emniyet gerilmelerinde yapılan bir azaltmaya gerek kalmaz. Kuruluşları gereği bu sistemlerde kalıp ve iskele kurulumu yok denecek kadar azdır. Bütün bunlara karşın, hafiflikleri ve eğilme rijitliklerinin çok az olması nedeniyle asimetrik kuvvetler karşısında deformasyonları, çelik kabloların korozyondan etkilenmeleri, bazı yardımcı öğelerin yapım zorlukları bu sistemlerin olumsuz yönleri olarak sayılabilir.

2.5.5 Çeliğin yapıda kullanılma alanları

Yapısal çelik aşağıda sıralanan durumlarda sıkça kullanılmaktadır:

- Büyük açıklıklar:

Betonarme olarak geçilmesi büyük kesitler gerektiren açıklıkların, hafiflik, yüksek mukavemet, yüksek çekme mukavemeti gibi nedenlerden çelik taşıyıcı sistemlerle geçilmesi daha uygundur.

- Temel zemini zayıf nitelikli yapılar

Temel boyutlandırmasında en önemli etkenlerden biri temel üstüne gelen yüklerdir. Bu yükleri hafifletmek için taşıyıcı kesitleri betonarmeye göre daha küçük olan çelik malzemeyi kullanırız.

- Deprem bölgelerindeki yapılar

Deprem bölgelerindeki yapılarda yapının hafif olmasından dolayı, daha az deprem yükü etkimesi nedeniyle çelik taşıyıcı sistem kullanımı daha uygundur.

- Çok katlı yapılar

Hafiflik, yüksek mukavemet, yüksek elastiklik modülü, süneklik nedenleriyle çelik taşıyıcı sistem kullanımı tercih edilmektedir.

- Endüstri yapıları ve köprüler

Geniş açıklık geçilmesi sıklıkla gerekli olan bu tip yapılarda yukarıdaki nedenlerle çelik taşıyıcı sistem kullanılması daha uygundur.

- Portatif yapılar

Çeliğin fabrikada imal edilmesinden sonra sökülüp takılma kolaylığı, hafifliği nedenleriyle portatif yapılarda kullanımı kolaydır.

- İnşaatı hız gerektiren her türlü yapılar

Çeliğinöncedenfabrikada üretilmesi, inşaat sürecini oldukça kısaltmaktadır. Ayrıca, çeliğin inşaatının betonarme gibi hava şartlarına bağlı olmaması, monte edildiğinde hemen tam yükle çalışabilme gibi nedenler inşaatı hız gerektiren yapılar için betonarmeye göre avantajlarıdır (Arda,2000).

- Çeliğin konutlarda kullanımı

Dünya ülkeleri, artan konut ihtiyacının karşılanması için konut yapımında depreme dayanıklı, üretimi kolay, yapımı hızlı, geri dönüşümü mümkün ve çevreye en az zarar veren teknolojiler aramaktadır.

İnşaat sektöründe çevreye dost ve yapı teknolojilerinin kullanımı açısından bakıldığında, dünyada yapısal çeliğin inşaat sektöründe kullanım oranı %60'ı bulmaktadır. Çelik üretiminde Türkiye dünya sıralamasında 11'inci, Avrupa'da 3'üncü sırada yer almasına ve çelik endüstrisinin 7-10 milyon metrekare inşaat alanı üretebilecek kapasitede olmasına rağmen, ülkemizdeki inşaatların yalnızca %5'inde yapısal çelik kullanılmaktadır. Bu oran diğer ülkelerle karşılaştırıldığında çok düşüktür. Türkiye'de konutlardaki çelik kullanım oranı ise %0,5'e kadar düşmektedir. İngiltere'de bu oran %54, İskandinav ülkelerinde %40, Fransa ve Almanya gibi betonarme kullanımının yaygın olduğu ülkelerde ise en az %30'dur. Endüstri yapılarında ise bu oran %90'lara kadar çıkarken, Türkiye'de sadece %30'dur.

Ülkemiz tarihinde önemli bir yere sahip olan demir ve çeliğin doğal bir malzeme oluşu, yüksek mukavemeti ve geri dönüşümü ve yapım hızı nedenleri ile konut inşaatı sektöründe de geleneksel inşaat teknolojilerinin yerini almaya hazırlandığı ve gün geçtikçe kullanım alanını genişlettiği görülmektedir. Büyük şehirlerinin çoğu, birinci ve ikinci derecede deprem bölgelerinde bulunan ülkemizde, 1999 Kocaeli-İzmit Depremi sonrasında, yapısal çelik malzemesinin, konut inşaatı sektöründe tercih edildiği ve bu kullanımın ileriki yıllarda daha da yaygınlaşacağı söylenebilir.

3. ENERJİ KORUNUMU

Dünya nüfusunun hızla artışına karşın doğal enerji kaynaklarının azalması ve yapma ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılarken dış havaya salınan kirleticilerin insan sağlığını tehdit eden düzeye ulaşması yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu zorunluluk karşısında, çevre kirletmeyen ve üretim maliyeti minimum olan doğal enerji kaynaklarının kullanımı tercih edilmelidir.

Bu nedenlerle, özellikle

- Güneş ışınımı gibi ısısal ve ışıksal enerji korunumu sağlamada yararlanılabilecek,
- Hava sıcaklığı gibi ısıtıcı niteliği olan,
- Rüzgâr gibi serinletici niteliği olan,

iklimsel elemanların etkilerinin binalar aracılığıyla optimizasyonu gerekli olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel elemanlar pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemini aktive eden kaynaklar olarak düşünülmelidir (Zeren, v.d., 1987).

3.1 Enerji Kullanımını Zorunlu Kılan Faktörler

Enerji kullanımını zorunlu kılan faktörler olarak iklimsel konfor gereksinmeleri ele alınmaktadır.

Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar takımı olarak tanımlanabilir. Bina içinde konfor koşullarının gerçekleştiği durumlarda insanın fizyolojik, fiziksel ve entelektüel performansı maksimum düzeye erişir.

Konfor koşulları,

- İç çevre için iklimsel konfor standartlarının saptanmasına,
- İklimsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlaması öngörülen binalar ve yerleşme birimleri için önerilebilecek tasarım kıstaslarına ve
- Binaların ve yerleşme birimlerinin iklimsel konfor ve enerji tüketimi açılarından değerlendirilmesinde kullanılabilecek kıstasların belirlenmesine temel teşkil ederler.

Dolayısıyla konfor koşulları, kullanılmakta olan bir binanın (veya yapma çevrenin) sağlaması gereken optimal iç iklim durumunu tanımlar (Zeren, v.d., 1987)

3.2 Enerji Korunumunu Zorunlu Kılan Faktörler

Nüfus artışı ve günümüzde kullanıcının iklimsel ve görsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açılarından öneminin anlaşılması nedenleriyle ısıtma ve iklimlendirme enerjisi gereksinmesinde görülen artışa karşın,

- Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının (kömür, petrol, v.b.,) azalması ve dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetinin artması,
- Yapma ısıtma ve iklimlendirme süreci sonunda, dış havaya atılan kirleticilerin insan sağlığını bozan düzeye ulaşması,
- Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyet ve
- Küresel ısınmanın sonucu olan iklim değişiklikleri

yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu zorunluluk karşısında, çevre kirletmeyen ve üretim maliyeti minimum olan doğal enerji kaynaklarının kullanımı yeğlenmelidir (Zeren, v.d., 1987).

3.3 Enerji Korunumu Sürecinde Etkili Olan Faktörler

Enerji korunumu sürecinde etkili olan faktörler iki grupta ele alınabilir. Birinci grupta fiziksel çevresel etkenler, ikinci grupta ise yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri yer almaktadır.

3.3.1 Fiziksel çevresel etkenler

Bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanları, iklimsel konforu etkileyen ve enerji korunumu sürecinde etkili olan fiziksel çevresel etkenler olarak ele alınabilir. Bunlar; güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar'dır.

Dış çevrede süregelen iklim durumu hava sıcaklığı, güneş ışınımı, hava nemliliği ve rüzgâr gibi iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir. Dolayısıyla dış iklim durumu bu elemanlar aracılığıyla tanımlanır. Binalar, dış çevrede iklim durumunun belirli olduğu koşullarda pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak işlev görmek zorundadırlar. Dolayısıyla binalar, dış iklim koşullarının ulaştığı değerlere bağlı kalınarak pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak tasarlanmalıdırlar. Dış iklim koşulları yörelere göre değişim gösterdiklerinden, en uygun pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerini tanımlayan tasarım değişkenlerine ait değerler de yörelere göre değişim göstermelidirler (Berköz, Yılmaz, Kocaaslan, Yıldız, Akşit, 1995).

3.3.2 Yapma çevreye ilişkin tasarım değişkenleri

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin başlıca değişkenler,

- Yer seçimi,
- Yönlendiriliş durumu,
- Bina aralıkları,
- Bina formu,
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri,
- Doğal vantilasyon düzeni,
- Pasif kontrol sistemleri,

olarak ele alınabilir.

3.3.2.1 Yer seçimi

Yer seçimi, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım değişkenidir. Bu değişken,

- Yerey parçasının baktığı yön,
- Yerey parçasının eğimi
- Yerey parçasının konumu ve
- Yerey parçasının örtüsü (veya güneş ışınımı yansıtma özelliği),

gibi bir grup alt değişkenler bütünüdür.

Bu değişkenlere ilişkin uygun değerler yörelerde geçerli olan iklimsel koşullar ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenirler ve yerleşmeler için en uygun olan bölgeleri tanımlarlar.

Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonunu hedefleyerek yapılan doğru bir yer seçimi aşağıdaki olumlu sonuçların elde edilmesini olanaklı kılar:

- Yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesi,
- Kirletici niteliğe sahip yerleşme birimlerinin (endüstriyel) diğer fonksiyonlara sahip yerleşme birimlerine olan kirletici etkilerinin önlenmesi,
- Bahçe-şehir anlayışı çerçevesinde sağlıklı ve konforlu açık mekânların (parklar, oturma-oyun terasları, spor alanları v.b.) oluşturulması (Berköz, Yılmaz, Kocaaslan, Yıldız, Ak, 1995).

3.3.2.2 Yönlendiriliş durumu

Güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgârın serinletici etkisi binaların yönlendiriliş durumuna göre değişiklik göstermektedir. Bu parametre aracılığıyla, iklimsel konfor gereksinmeleri optimize edilebilirler.

Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğinliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değişkenlik gösterir (Berköz, 1983).

3.3.2.3 Bina aralıkları

Binalar, aralarındaki uzaklıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı ve rüzgâr engelleri olarak işlev görebilir.Bu nedenle güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekânların

ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışınımı bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır. Güneş ışınımınıncepheleri en üst seviyede etkilemesi istendiğinde, bina aralıkları komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır.

Güneşin gün boyunca cephelere göre açısal konumu yönlere bağlı olarak değişim gösterdiğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstereceği açıktır.

Bina aralıklarının hâkim rüzgâr doğrultusundaki değişimi, bina cephelerini etkileyen rüzgâr hızının değişimini getirir. Bu nedenle bina aralıkları, pasif iklimlendirme açısından rüzgârdan yararlanma veya korunma amacına bağlı olarak, bina cephesinin ne hızdaki bir rüzgâr tarafından etkilenmesi gereğine göre belirlenir (Ak, 1993).

3.3.2.4 Bina formu

Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun biçimine bağlı olarak

- Binanın toplam dış yüzey alanı,
- Farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları ve
- Cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar

değişim gösterir.

Bina biçimi,

- Biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı),
- Bina yüksekliği,
- Çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı),
- Çatı eğimi,
- Cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler,

aracılığıyla tanımlanabilir (Berköz, 1983).

3.3.2.5 Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri

Pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, kabuğun

- Güneş ışınımına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) gibi optik özellikleri
- Toplam ısı geçirme katsayısı (U), saydamlık oranı (x), genlik küçültme faktörü, zaman gecikmesi,

gibi termofiziksel özellikleri ile yapılmaktadır.

Bina kabuğunun güneş ışınımına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) gibi optik özellikleri arasındaki bağıntılar formül **(3.1)** ve **(3.2)**' deki gibidir.

Opak bileşenler için,

$$a_o + r_o = 1 \qquad \textbf{(3.1)}$$

Saydam bileşenler için,

$$a_c + r_c + \tau_c = 1 \qquad \textbf{(3.2)}$$

Toplam ısı geçirme katsayısı (U) **(3.3)**,bina kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çerçeveyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1^oC iken, 1 m^2 alandan, 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanır.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + ... + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}} \qquad \textbf{(3.3)}$$

U: Toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C.

α_i : İç yüzeysel ısı iletkenlik katsayısı, W/m²°C.

α_d : Dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayısı, W/m²°C.

$d_1, d_2, .., d_n$: Malzemenin kalınlığı , m.

$\lambda_1, \lambda_2, .., \lambda_n$: Malzemenin ısıl iletkenlik hesap değeri, W/m°C.

Saydamlık oranı, saydam ve opak yapı bileşenlerinden oluşmuş bina elemanlarına ilişkin bir özellik olup, saydam bileşen alanının toplam cephe alanına oranıdır.

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, opak kabuk bileşenleri için sözkonusu edilmektedirler. Bu özellikler bileşeni oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları (λ), kalınlıkları (d), yoğunlukları (p), özgül ısıları (c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin fonksiyonudurlar.

Zaman geciktirmesi, gün içinde, kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır.

Genlik küçültme faktörü ise gün içinde, ele alınan bileşene ilişkin maksimum sol-air sıcaklık farkının ortalama sol-air sıcaklık farkına olan oranıdır.

Termofiziksel özelliklerin uygun değerlerinin belirlenmesinde, yöne göre değişim gösteren güneş ışınımı yeğinliklerine dayanıldığından, söz konusu uygun değerlerin de yönlere bağlı değişkenlik göstereceği kesindir.

3.3.2.6 Doğal havalandırma düzeni

Doğal havalandırma, kullanılmış havanın, taze hava veya dış hava ile yer değiştirmesi olayıdır. Hacimlerde oluşan doğal havalandırma koşulları, doğal havalandırma sisteminin özellikleri ve dış iklimsel koşullarla bağıntılıdır.

Hava akımları, atmosferik basınç farklılıkları nedeniyle meydana gelmektedir. Atmosferik basınç farklarına, yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava akımlarının yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarları belirlemektedir. Düşey hava akımlarına cereyan, yatay hava akımlarına iserüzgâr adı verilmektedir (Ak,).

3.3.2.7 Pasif kontrol sistemleri

Bina kabuğundaki en önemli pasif kontrol sistemlerinden biri gölgeleme bileşenleri vasıtasıyla günün ve yılın belli zamanlarında doğrudan güneş ışınımının pencereden içeri girmesini engelleyen güneş kontrol sistemleridir. Gölgeleme bileşenleri doğal aydınlatmayı, havalandırmayı, güneş kazanımını ve dolayısıyla binanın toplam performansını etkiler. Yaz güneşi kış güneşine göre daha fazla yükselir. Uygun olarak boyutlandırılmış pencere üzerine monte edilen yatay gölgeleme bileşenleri güneyden kazanılan güneş ışınımını optimize etmek için iyi bir yoldur. Yaz güneşinin pencereye ulaşmasını engellerken kış güneşinin içeri girmesine izin

verirler. Etkin bir gölgeleme bileşeninin tasarımı binanın gölgeleme bileşeninin bulunacağı cephesinin güneşe yönlenmesine bağlıdır. Dikkatlice uygulanan güneş kontrolü mekanik soğutma ihtiyacını azaltarak maliyeti düşürür ve yıl boyunca konfor sağlar (Yılmaz, Koçlar Oral, Manioğlu, 2000).

3.4 Enerji Korunumuyla İlgili Ülkemizdeki Standart, Kanun Ve Yönetmelikler

Ülkemizde enerjinin korunumunda etkili olan faktörlerin uygulama aşamasında devamlılığının sağlanması için çeşitli standart ve yönetmelikler mevcuttur. Enerji korunumuyla ilgiliülkemizdeki standart ve yönetmelikler bu bölümde açıklanmaktadır.

3.4.1 Standartlar

Enerji korunumuyla ilgili ülkemizdeki standart aşağıda açıklanmıştır.

- TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları / Nisan 1998

Bu standart, yeni inşa edilecek binaların ve mevcut binaların oturma alanının %15'i oranında ve üzerinde yapılacak tadilatlarda, tadil edilen bölümünün ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplama kurallarını ve izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ve hesaplama ile ilgili bilgilerin sunuş şeklini kapsar. Bu kurallar pasif güneş enerjisi içeren binalarda kullanılmaz.

Bu standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolasıyla enerji tasarrufunu arttırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Bu standart ayrıca aşağıdaki amaçlarla da kullanılabilir:

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların 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 (TS 825).

3.4.2 Kanun ve yönetmelikler

Ülkemizdeki enerji korunumuyla ilgili kanun ve yönetmelikler aşağıda açıklanmıştır.

- Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği / 2000

Bu yönetmelik, binalardaki ısı kayıplarının azaltılması, enerji tasarrufu sağlanması ve uygulama esaslarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Isıtılmasına gerek duyulmayan depo, cephanelik, ardiye, ahır, ağıl ve benzeri binalar hariç bütün yapıları kapsamaktadır. (Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği).

- Enerji verimliliği kanunu / Nisan 2007

Bu kanunun amacı, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin arttırılmasıdır.

Bu kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi tüketim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin arttırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsar (Enerji verimliliği kanunu).

- Binalarda enerji performansı yönetmeliği / Aralık 2008

Bu yönetmelik, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir.

Bu yönetmelik mevcut ve yeni yapılacak binalarda;

a) Mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine,

b) Enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere,

c) Enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına,

ç) Ülke genelindeki bina dökümünün oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine,

yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerini kapsar (Binalarda enerji performansı yönetmeliği,2008).

3.5 Standart, Kanun ve Yönetmeliklerin Uygulanması Amacıyla Geliştirilen Bilgisayar Programları

Bu bölümde 'TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standartının uygulanması için İzoder tarafından hazırlanan TS 825 hesap programını ve Enerji performansı yönetmeliğinin amaçlarını gerçekleştirmek için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın hazırladığı Bep-TR programı incelenmiştir.

3.5.1 TS 825 programı

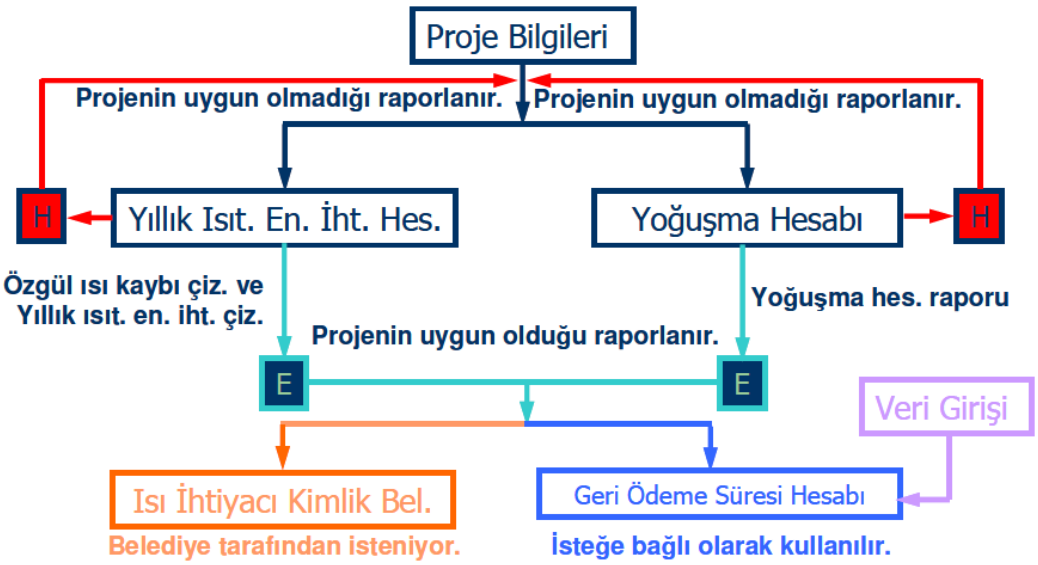
IZODER tarafından hazırlanan bu hesap programı; "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardını ve Türkiye'nin son 20 yıllık meteorolojik verilerini esas almaktadır. Bu program kullanılarak, TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" standardında tanımlanan özgül ısı kaybı ve yoğuşma tahkikine yönelik hesaplamalar yapılabilmekte ve hesaplanan değerlerle standartta tanımlanan sınır değerlerkarşılaştırılarak, tasarlanan binanın enerji verimliliği ile ilgili ulusal mevzuatlara uygunluğu değerlendirilmektedir.

Bu hesap programı; binalarda kullanılacak olan yapı ve yalıtım malzemelerinin tasarım aşamasında TS 825 standardında tanımlanan sınır şartlara uygun olacak şekilde seçilmesini, yerleştirilmesini ve kalınlığının belirlenmesini sağlar. Bu programda; net ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma tahkikine yönelik hesaplama ve çizelgelerinin oluşturulmasının yanı sıra, standardın 2007 yılında tamamlanan yenilenmede tanımlanan asmolen yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayılarının ve oluşan ısı köprülerinin enerji kayıplarına etkilerinin hesaplanmasına yönelik bölümler bulunmaktadır. Ayrıca, 08 Mayıs 2000 tarih ve 24043 sayılı resmi

gazetedeyayımlanan “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği” kapsamında yer alan ve belediyelerce aranan ‘Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi’ hesaplama verileri kullanılarak program tarafından oluşturulmakta ve programda kullanıcıların yalıtım maliyetlerinin geri ödeme sürelerini hesaplamalarına olanak tanıyan ilave bir hesaplama modülü bulunmaktadır.

Programın temel olarak işleyişi TS 825 standardına paraleldir. Programda öncelikle standarda tabi yapı ile ilgili bilgi girişleri yapılmakta, yapının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma hesapları yapılarak standartta belirtilen kıstasların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

Bu iki kıstastan birinin bile sağlanmaması durumunda tasarımda yeniden düzenleme (malzeme tip ve/veya kalınlık ve/veya diziliminin değiştirilmesi, buhar kesici vb. yeni malzemelerin eklenmesi) yapılmalıdır. Bu işleme yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yoğuşma kıstaslarının her ikisi de sağlanana kadar devam edilir. Programın işleyişi şematik olarak (Şekil 3.1)’de gösterilmiştir (TS 825 Kullanım Klavuzu).



Şekil 3.1 : TS 825 Hesap Programı işleyiş şeması.

3.5.2 Bep-TR programı

Enerji performansı yönetmeliğinin amaçlarını gerçekleştirmek için ülkemizdeki bütün yapıların enerji kimlik belgesi sahibi olması hedeflenmiştir. Enerji kimlik belgesi ise yetkili kuruluşlar tarafından Bep-TR programı ile verilmektedir. Bu çalışmada da ele alınan çelik konutların ısıtma sistemi enerji sınıfı Bep-TR programı aracılığıyla belirlenmiştir.

Bina sektörü enerji tüketiminde sanayi sektöründen sonra ikinci sıradadır ve enerji verimliliği konusunda büyük potansiyel vardır. 5627 sayılı kanun kapsamında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayımlanan binalarda enerji performansı yönetmeliğinin en önemli çıktısı enerji kimlik belgesidir. Enerji kimlik belgesinin oluşturulması ile binanın enerji tüketimi ve CO_2 salımı sınıfı belirlenecektir. Enerji kimlik belgesinin hazırlanmasında kullanılacak olan Bina Enerji Performansı Hesaplama Yönteminin oluşturulması çalışmalarına Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nin yayınlanmasından sonra başlanmıştır.

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi, binanın enerji tüketimine etki eden tüm değişkenlerin, binaların enerji verimliliğine etkisini değerlendirmek ve enerji performans sınıfını belirlemek için oluşturulmuştur. Bu yöntemle konutlar, ofisler, eğitim binaları, sağlık binaları, oteller ile alışveriş ve ticaret merkezleri gibi yönetmeliğin kapsamındaki mevcut ve yeni tüm bina tipleri için enerji performansını değerlendirmek mümkündür.

Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi;

- Binanın ısıtılması ve soğutulması için ihtiyacı olan net enerji miktarının hesaplanmasını,
- Net ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacını karşılayacak sistemlerden olan kayıpları ve sistem verimlerini de göz önüne alarak binanın toplam ısıtma ve soğutma enerji tüketiminin belirlenmesini,
- Havalandırma enerjisi tüketiminin belirlenmesini,
- Binalarda günışığı etkileri göz önüne alınarak, günışığından yararlanılmayan süre ve günışığının etkili olmadığı alanlar için aydınlatma enerji ihtiyacının ve tüketiminin hesaplanmasını,
- Sıhhi sıcak su için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasını

kapsamaktadır.

Enerji tüketim ve CO_2 salım sınıflarının oluşturulabilmesi için varsayılan bina yöntemi olan Referans Bina Yöntemi kullanılmaktadır. Referans bina, enerji kimlik belgesi üretilecek bina ile aynı yerde, aynı iklim koşullarında, aynı geometriye sahiptir. Ancak, bina kabuğu mekanik sistemler ve aydınlatma sistemleri bakımından

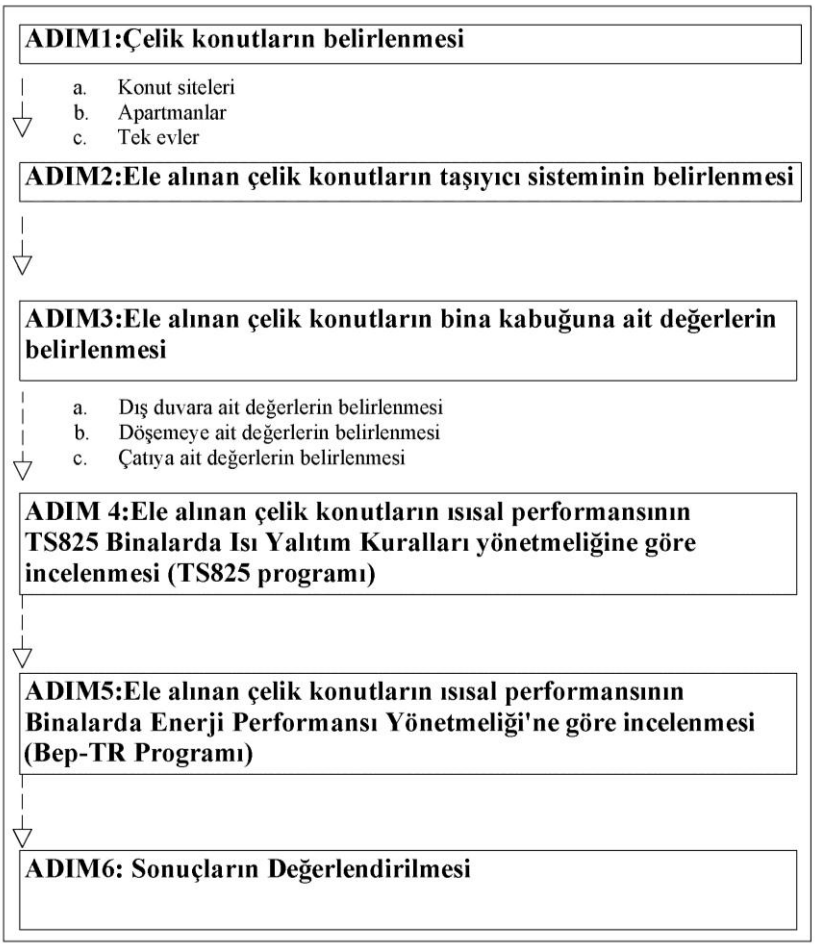
mevcut yönetmeliklerin minimum isteklerini karşılayan, yönetmeliklerde olmayan konularda da tanımlanan minimum özelliklere sahip hayali bir binadır.

BEP-TR Yazılımında tanımlı olan ve gerçekte enerji kimlik belgesi üretilecek bina bilgilerine göre bir referans bina değeri ile gerçek bina değeri hesaplanır. Hesaplama sonucu elde edilen referans bina değeri D sınıfının üst sınırını temsil eder. Buna göre de gerçek binanın enerji tüketim ve CO_2 salım sınıfı belirlenir.

4. ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLİ KONUTLARIN ENERJİ KORUNUMU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Bu çalışma kapsamında, çelik konutlar taşıyıcı sistem ve enerji korunumu açısından değerlendirilmektedir.Çizelge 4.1 çalışmaadımlarını içermektedir.

Çizelge 4.1 : Değerlendirmenin adımları.



4.1 Çelik Konutların Belirlenmesi

Ülkemizde yapılan çelik konutlar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada 1. derece deprem bölgesinde yer alan büyük şehirlerimizden seçilen çelik konutlar, konut siteleri, apartmanlar ve tek evler şeklinde gruplandırılmıştır. Her grup içinde ele alınan projeler aşağıda verilmiştir.

- Konut siteleri
    - Millenium Park Evleri
    - Tepe Ören Villaları
    - Kınalı Evleri
    - Anadolu Yakası Evleri
    - Kardelen Villaları
- Apartmanlar
    - Çelik Evler
- Tek evler
    - Göl Evi
    - Durusu Evi

4.1.1 Konut siteleri

- Millenium Park Evleri

Mimarlığını Adnan KAZMAOĞLU ’nun yaptığı, İstanbul, Kurtköy’de bulunan Millenium Park projesi, 282000 m^2 alan üzerine kurulu ortalama 1287 m^2’lik alana sahip, toplam 219 adet farklı büyüklüklerdeki 3 villa tipinden oluşmuştur. Proje 2007 yılında inşa edilmiştir.Bu çalışmada Şekil 4.1 :’de görülen vaziyet planında işaretli alan üzerinde yer alan A bloklar ele alınmıştır. Bu bloğun mimari projeleri Ek 1A’da görülmektedir.



Şekil 4.1 : Millenium Park Evleri vaziyet planı.

- Tepe Ören Villaları

Yön Konut firmasının 2009 yılında yaptığı, İstanbul, Tuzla, Tepe Ören mevkiinde bulunan Tepe Ören Villaları, 112 dönüm arazi üzerine kurulu toplam 101 adet farklı büyüklükteki 3 villa tipinden oluşmuştur. Bu projede 1996 yılından beri patentli ve özgün üretim teknolojisiyle geliştirilen yön panel kullanılmıştır.Bu çalışmada 415 m² alana sahip Vega (A blok) adlı villalar ele alınmıştır. Şekil 4.2' de vaziyet planı görülen Tepe Ören Villalarının A blok mimari projeleri Ek 2A da görülmektedir.



Şekil 4.2 : Tepe Ören Villaları vaziyet planı.

- Kınalı Evleri

Kınalı evleri projesi 2005 yılında Art Canadian villaları adıyla, Silivri, Çanta Köyü'nde inşaatına başlanmıştır. Anadolu Konut Sanayi A.Ş. tarafından inşaatıyapılan site, 55.000 m² alana oturup, 300 adet villadan oluşmuştur.Şekil 4.3' de görünüşü bulunan Kınalı Evleri'nin mimari projeleri Ek 3A'da görülmektedir.



Şekil 4.3 : Kınalı Evleri görünüş.

- Anadolu Yakası Evleri

Projesini mimar Nuri ATÇA' nın yaptığı Anadolu Yakası Evleri 2006 yılında Kuşadası, Aydın'da yapımına başlanan öncelikle yabancı müşteriler için hazırlanmış bir projedir. Kuşadası'nın deprem kuşağında bulunması nedeniyle çelik taşıyıcı

sistemin güven verici olması, turistik bölgelerde inşaat süresinin kısa olması nedenleriyle çelik taşıyıcı sistem seçilmiştir. Bu projede Kant Yapı Tasarımın geliştirdiği ‘mecanorm’ taşıyıcı sistemi seçilmiştir. Bu sistemde çelik taşıyıcı sisteme ‘panelhome’ denilen hazır taşıyıcı duvarlar monte edilmektedir. Bu yöntemle projede 187 adet konut yapılmıştır. Şekil 4.4’de görünüşü bulunan Anadolu Yakası Evleri’nin mimari projeleri Ek 4A’da görülmektedir.



Şekil 4.4 : Anadolu Yakası Evleri görünüş.

- Kardelen Villaları

Taşdemir Şirketler Grubu'nun, Taşdemir Kardelen Villaları, kentin gürültüsü ve kargaşasından uzak, yeşil doğası, çelik taşıyıcı sistem ile 2006 yılında Kocaeli, İzmit’de 56 dönümlük arazi üzerine inşa edilmiştir. Proje ortalama 160 m²’ lik 144 adet konuttan oluşmaktadır. Şekil 4.5’ de vaziyet planı bulunan Kardelen Villaları’ nın mimari projeleri Ek 5A’da görülmektedir.



Şekil 4.5 : Kardelen Villaları vaziyet planı.

4.1.2 Apartmanlar

- Çelik Evler

Çelik Evler, Art Canadian Şirketi'nin Anadolu Konut Sanayi Şirketi ile birlikte Beylikdüzü, İstanbul'da, planladığı, 3 adet çok katlı konut bloğundan oluşan, toplamda 96 adet daire barındıran 9480 m²'lik projesidir. Projenin inşaatı 2006 yılında tamamlanmıştır. Projede 3 konut bloğunun bodrumları bütün bir şekilde otopark olarak düzenlenmiştir, her bloğun her katında 4 adet konut bulunmaktadır. Bunların 2 tanesi 3 oda 1 salon toplam 168 m², 2 tanesi ise 2 oda 1 salon toplam 93 m² olacak şekilde planlanmıştır. Şekil 4.6'da görünüşü bulunan Çelik Evler'in mimari projeleri Ek 6A'da görülmektedir.



Şekil 4.6 : Çelik Evler görünüşü.

4.1.3 Tek evler

- Göl Evi



Şekil 4.7 : Göl Evi görünüşü.

- Durusu Evi

Çatalca, İstanbul'da inşa edilen Durusu Evi Mimar Boran EKİNCİ tarafından tasarlanmıştır. Tek katlı ve 255 m² alana sahip konutun inşaatı 2008 yılında

tamamlanmıştır. Şekil 4.8’ de görünüşü bulunan Durusu Evi’nin mimari projeleri Ek 8A’da görülmektedir.



Şekil 4.8 : Durusu Evi görünüşü.

4.2 Ele Alınan Çelik Konutların Taşıyıcı Sisteminin Belirlenmesi

Bu bölümde, ele alınan çelik konutların taşıyıcı sistem elemanları olarak temel, kolon, kiriş, döşeme ve çatı sistemleri belirlenmiştir.

4.2.1 Konut sitesi

- Millenium Park Evleri

İstanbul, Kurtköy ilçesinde yer alan Millenium Park Evleri, 1. derece deprem bölgesindedir. Statik projesi BMAK Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti. tarafından yapılan projede, taşıyıcı sistem cephede saklanmayıp, gösterilmiştir. Yapının temelinde, 50 cm betonarme radye temel kullanılmıştır. Yapının kolonlarında, 2 adet NPU200 profil L şeklinde birleştirilerek düzenlenmiştir. Ana kirişlerde NPI200, tali kirişlerde ise NPI160 kullanılmıştır. Çatı kirişlerinde NPI200 profili kullanılmıştır. Döşemede 10 cm Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu kullanılmıştır. Çizelge 4.2’de taşıyıcı sistem elemanları görülmektedir. Ayrıca Ek 1A’da, Millenium Park Evleri kolon aplikasyon planları verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Millenium Park Evleritaşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Radye Temel (50 cm)
Kolonlar	2xNPU 200
Kirişler	NPI 200
Tali Kirişler	NPI 160
Döşeme	Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu (10 cm)
Çatı kirişleri	NPI 200

- Tepe Ören Villaları

İstanbul, Tepe Ören mevkiinde yer alan Tepe Ören Villaları Yön Konut A.Ş.tarafından inşa edilmiştir. Konut sitesi, 1. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Yapının temelinde, 35 cm betonarme radye temel kullanılmıştır. Yapının kolonları 140x140x6 boyutlarında kutu profildir. Kirişleri ise 250x100x6 boyutlarında kutu profilden düzenlenmiştir. Tali kirişler ise, 50x70x2 boyutlarında kutu profildir. Çatı taşıyıcı sistemi ise 100x60x4 boyutlarında kutu profillerle oluşturulmuştur. Döşeme için, Q188/188 hasır çelik donatılı 8 cm C30 betonu kullanılmıştır. Çizelge 4.3' de taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 2A'da, Tepe Ören Villaları kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.3 : Tepe Ören Villaları taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Radye Temel (35 cm)
Kolonlar	140x140x6 kutu profil
Kirişler	250x100x6 kutu profil
Tali Kirişler	50x70x2 kutu profil
Döşeme	Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu (8 cm)
Çatı kirişleri	100x60x4 kutu profil

- Kınalı Evleri

İstanbul Silivri'de, inşa edilen konut sitesi, 1. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Yapının temelinde, 50 cm betonarme radye temel kullanılmıştır. Taşıyıcı sistem elemanlarında, kolonlar NPU300 profil, kirişler 360 mm yüksekliğinde petek kiriş, tali kirişler ise NPI160 profildir. Çatı taşıyıcı sistemi 200 mm yüksekliğinde petek kirişlerden oluşturulmuştur. Döşeme için Q188/188 hasır çelik donatılı 10 cm C25 betonu kullanılmıştır. Çizelge 4.4' de, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 3A'da, Kınalı Villaları kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.4 : Kınalı Evleri taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Radye Temel (50 cm)
Kolonlar	NPU 300
Kirişler	360 lık Petek kiriş
Tali Kirişler	NPI 160
Döşeme	Q188/188 hasır çelik donatılı C25 betonu (10 cm)
Çatı kirişleri	200 lük Petek kiriş

- Anadolu Yakası Evleri

Aydın Kuşadası'nda, yer alan konut sitesi 1. derece deprem bölgesindedir. Site Kent Yapı Tasarım şirketi tarafından inşa edilmiştir. Yapının temeli tekil temel olarak inşa edilmiştir. Ana kirişler için NPI200 profili, tali kirişler için ise NPI160 profili kullanılmıştır. Döşeme için 10 cm Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu dökülmüştür. Kolon olarak, 2 adet NPU200 profili kutu şeklinde kullanılmıştır. Çatı kirişleri olarak da NPI160 profiller kullanılmıştır. Çizelge 4.5' de, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 4A'da, Anadolu Yakası Evleri kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.5 : Anadolu Yakası Evleri taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Tekil Temel
Kolonlar	2xNPU 200
Kirişler	NPI 200
Tali Kirişler	NPI 160
Döşeme	Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu (10 cm)
Çatı kirişleri	NPI 160

- Kardelen Villaları

İzmit Aslanbey'de, Taşdemir Grup tarafından inşa edilen konut sitesi 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Temeli 50 cm radye temeldir. Taşıyıcı elemanlarda, kolonlarda NPU240 profil, ana kirişlerde 200 mm yüksekliğinde petek kiriş ve tali kirişlerde NPU120 profil kullanılmıştır. Döşeme için 10 cm Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu kullanılmıştır. Çatı konstrüksiyonunda, çatı ana kirişleri 140 mm yüksekliğinde petek kiriş, tali kirişleri ise NPU100 profil kullanılmıştır. Çizelge 4.6' da, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 5A'da, Kardelen Villaları kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.6 : Kardelen Villaları taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Radye Temel (50 cm)
Kolonlar	NPU 240
Kirişler	200 lük petek kiriş
Tali Kirişler	NPU 120
Döşeme	Q188/188 hasır çelik donatılı C30 betonu (10 cm)
Çatı kirişleri	140 lık petek ana kiriş, NPU 100 tali kiriş

4.2.2 Apartmanlar

- Çelik Evler

İstanbul Beylikdüzü'nde Anadolu Konut Sanayi Şirketi tarafından inşa edilen konut sitesi, 1. Derece deprem bölgesindedir. Binanın temelinde 100 cm betonarme radye temel, kolonlarında HE300B profil kullanılmıştır. Ana kirişlerde HE240A profil, tali kirişlerde ise NPI 160 profil kullanılmıştır. Çatı kirişleri NPI 240 profilolup, NPI 120 profiller aşık olarak düzenlenmiştir. Döşemede ise, 8 cm C30 döşeme betonu olan trapez sac kullanılmıştır. Çizelge 4.7' de, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 6A'da, Çelik Evler' in kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.7 : Çelik Evler taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Radye Temel (100 cm)
Kolonlar:	HE300B
Kirişler:	HE240A
Tali Kirişler:	NPI 160
Döşeme:	C30 döşeme betonu olan trapez sac (8 cm)
Çatı	NPI 240 ana kiriş, NPI 120 aşıklar

4.2.3 Tek evler

- Göl Evi

Çanakkale ilindeki Kaz Dağları'nın yamacına kurulan bu konut 1. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Yapının temeli tekil temel olarak inşa edilmiştir. Ana kirişler için NPI200 profil, tali kirişler için NPI120 profil kullanılmıştır. Döşeme ise 2 mm lik sac üstüne beton dökülerek oluşturulmuştur. Kolon için ise NPI200profil kullanılmıştır. Çizelge 4.8'de, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir. Ayrıca Ek 7A'da, Göl Evi' nin kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.8 : Göl Evi taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Tekil Temel
Kolonlar	NPI 200
Kirişler	NPI 200
Tali Kirişler	NPI 120
Döşeme	3 mm sac üstü C30 betonu (8 cm)
Çatı kirişleri	NPI 200 ana kiriş, NPI 120 tali kiriş

- Durusu Evi

İstanbul Çatalca'da yer alan konut 1. derece deprem bölgesindedir. Yapının temeli tekil temeldir. Ana kirişleri NPI260 profil, tali kirişler için NPI160 profil kullanılmıştır. Döşeme ise 2 mm lik sac üstüne beton dökülerek oluşturulmuştur.. Kolon için NPI200 profiller kullanılmıştır. Çizelge 4.9' da, taşıyıcı sistem elemanları özetlenmiştir Ayrıca Ek 8A'da Durusu Evi' nin kolon aplikasyon planları mevcuttur.

Çizelge 4.9 : Durusu Evi taşıyıcı sistemi.

TAŞIYICI SİSTEM ELEMANI	
Temel	Betonarme Tekil Temel
Kolonlar:	NPI 200
Kirişler:	NPI 260
Tali Kirişler:	NPI 160
Döşeme:	3 mm sac üstü C30 betonu (8 cm)
Çatı:	NPI 260 ana kiriş, NPI 160 tali kiriş

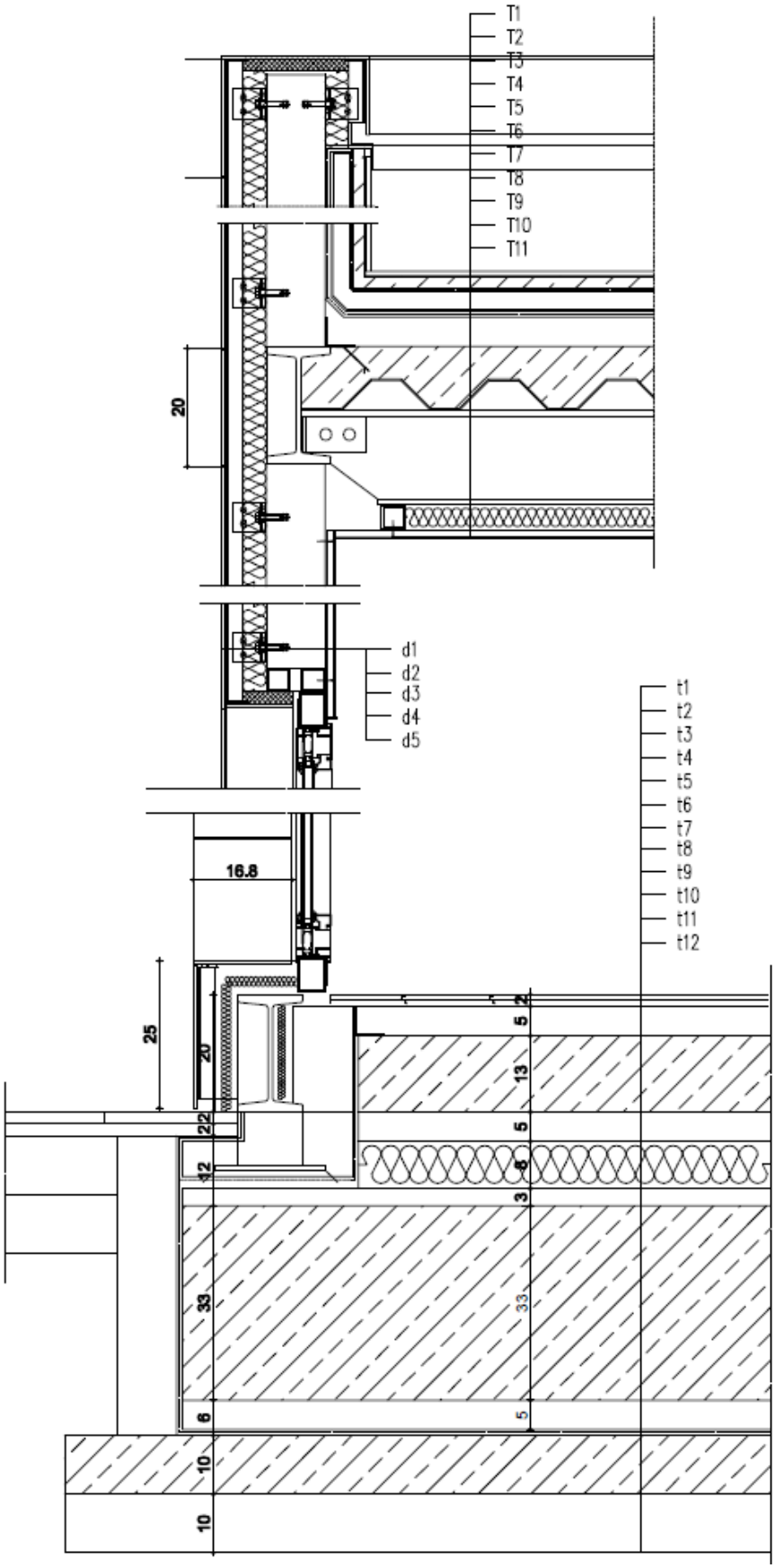
4.3 Ele Alınan Çelik Konutların Bina Kabuğuna Ait Değerlerin Belirlenmesi

Çelik konutlarda ısı kaybının meydana geldiği bina kabuğuna (dış duvar, çatı, döşeme)ait katmanlaşma detayları bu bölümde incelenmiştir. Bu detaylar kullanılarak Bölüm 3.3.2.5' de verilen formül yardımıyla, çelik taşıyıcı sistemli konutların toplam ısı geçirme katsayısı (U) değerleri hesaplanmıştır.

4.3.1 Konut sitesi

- Millenium Park Evleri

Millenium Park Evleri sistem detayı Şekil 4.9' da verilmiştir. Bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yeraldığı katmanlaşma listesi ise Çizelge 4.10 'da görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi, 2. derece iklim bölgesinde yer alan Millenium Park Evleri'nin, toplam ısı geçirmekatsayısı dış duvar için 0,585 $W/m^{2o}C$', toprağa temas eden dış duvar için 0,550 $W/m^{2o}C$, dış duvar kolon- kiriş için 0,384 $W/m^{2o}C$, çatı arası kullanılan tavan için 0,588 $W/m^{2o}C$, teras çatı için 0,302 $W/m^{2o}C$, toprağa temas eden döşeme için ise 0,303 $W/m^{2o}C$'dir. Toplam ısı geçirmekatsayısı dış pencereler için 2,7 $W/m^{2o}C$, dış kapı için ise 3,5 W/m^{2o}Colarak alınmıştır.



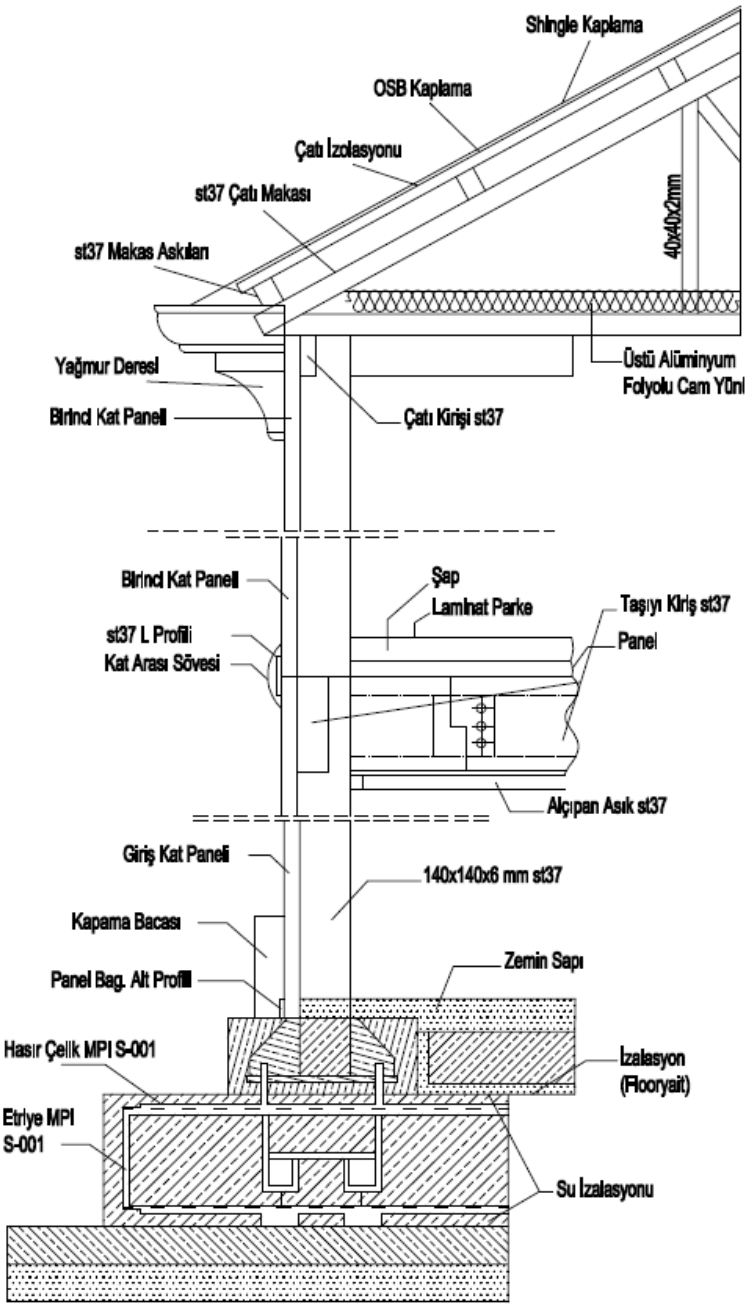
Şekil 4.9 : Millenium Park Evleri sistem detayı.

Çizelge 4.10 : Millenium Park Evleri katmanlaşma listesi.

	MILLENIUM PARK EVLERİ (KURTKÖY/İSTANBUL)				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m²°C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Su Esaslı Yarı Mat Boya	d1	0,005	0,000	**0,585**
	Alçı Panel	d2	0,012	0,250	
	Hafif Gazbeton Duvar	d3	0,010	0,250	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d4	0,050	0,035	
	Kompakt Laminat Plaka	d5	0,006	0,260	
DUVAR Toprağa temas eden	Alçı Panel		0,010	0,350	**0,550**
	Donatılı beton		0,250	2,500	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,040	0,030	
	Tuğla duvar		0,050	0,220	
DUVAR Kolon Kiriş	Alçı Panel		0,010	0,350	**0,384**
	Hafif Gazbeton Duvar		0,150	0,140	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,040	0,030	
TAVAN Çatı arası kullanılan	Alçı Panel		0,010	0,350	**0,588**
	Hava boşluğu		0,150		
	Mineral ve bitkisel lifli		0,050	0,040	
	Kontraplak		0,012	0,130	
TAVAN Teras çatı	Su Esaslı Tavan Boyası	T1	0,005	0,000	**0,302**
	Alçı Panel	T2	0,010	0,350	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	T3	0,050	0,035	
	NPI 160	T4	0,160	0,100	
	Trapez Sac	T5	0,001	0,000	
	5mm Hasır Çelik Donatılı BS300 Betonu	T6	0,100	2,500	
	Kimyasal Esaslı Çimento (% 1.5 eğim)	T7	0,030	1,400	
	2 Kat Bitüm Esaslı Yalıtım	T8	0,003	0,000	
	1 Kat Geotekstil	T9	0,001	0,000	
	Kimyasal Esaslı Çimento	T10	0,020	1,400	
	Seramik + Yapıştırıcı	T11	0,008	1,300	
DÖŞEME Toprağa temas eden	Lamine Ahşap Parke + Yapıştırıcı	t1	0,018	0,000	**0,303**
	Kimyasal Esaslı Çimento	t2	0,050	1,400	
	Donatısız beton	t3	0,130	2,100	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t4	0,050	1,400	
	Extrüde Polistren Sert Köpük	t5	0,080	0,030	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t6	0,030	1,400	
	Radye Temel	t7	0,330	2,100	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t8	0,050	1,400	
	Geotextil 300gr/m2 (polietilen folyo)	t9	0,003	0,190	
	Bitüm Esaslı Yalıtım	t10	0,005	0,000	
	Grobeton	t11	0,100	2,100	
	Blokaj	t12	0,100	2,100	
	Dış pencere				**2,7**
	Dış kapı				**3,5**

- Tepe Ören Villaları

Şekil 4.10' da sistem detayı, Çizelge 4.11' de bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi verilen Tepe Ören Villaları 2. derece iklim bölgesinde yer almaktadır. Tepe Ören Villaları'nın toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar-kolon-kiriş için 0,265 W/m^{2o}C, çatı arası kullanılmayan tavan için ise 0,653 W/m^{2o}C, toprağa temas eden döşeme için 0,501 W/m^{2o}C'dir. Toplam ısı geçirme katsayısı dış pencereler için 2,7 W/m^{2o}C, dış kapı için 4,0 W/m^{2o}C olarak alınmıştır.



Şekil 4.10 : Tepe Ören Villalarısistem detayı.

Çizelge 4.11 : Tepe Ören Villaları katmanlaşma listesi.

	TEPEÖREN VİLLALARI			
	(PENDİK/İSTANBUL)			
	Kullanılan Malzeme	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m^{2o}C)**
DUVAR Kolon-Kiriş Dış Havaya	Alçı karton plaka	0,012	0,25	**0,265**
	Hava tabakası	0,140		
	Cam elyaf	0,035	0,045	
	Ekstrüde polistren sert köpük	0,055	0,030	
	Cam elyaf	0,035	0,045	
TAVAN Çatı arası kullanılmay	Kontraplak	0,012	0,130	**0,653**
	Roofmate	0,020	0,290	
	Hava tabakası	0,220		
	Üstü alüminyum folyolu cam yünü	0,040	0,040	
DÖŞEME Toprağa temas eden	Lamine Ahşap Parke + Yapıştırıcı	0,018	0,200	**0,501**
	Kimyasal Esaslı Çimento	0,080	1,400	
	Grobeton	0,140	1,650	
	Floormait	0,030	0,024	
	Radye Temel	0,350	2,500	
	Grobeton	0,100	1,650	
	Blokaj	0,100	0,700	
	Dış pencere			**2,7**
	Dış kapı 1			**4**

- Kınalı Evleri

2. derece iklim bölgesinde yer alan Kınalı Evleri'nin, toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar için 0,292 W/m^{2o}C, dış duvar kolon-kiriş için 0,463 W/m^{2o}C, çatı arası kullanılan tavan için 0,295 W/m^{2o}C, teras çatı için 0,496 W/m^{2o}C, toprağa temas eden döşeme için 0,404 W/m^{2o}C' dir. Toplam ısı geçirme katsayısı hesaplanırken dış pencereler için 2,7 W/m^{2o}C, dış kapı için ise 3,5 W/m^{2o}C olarak alınmıştır. Kınalı Evleri sistem detayı Şekil 4.2' de verilmiştir. Bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi ise Çizelge 4.12' de görülmektedir.

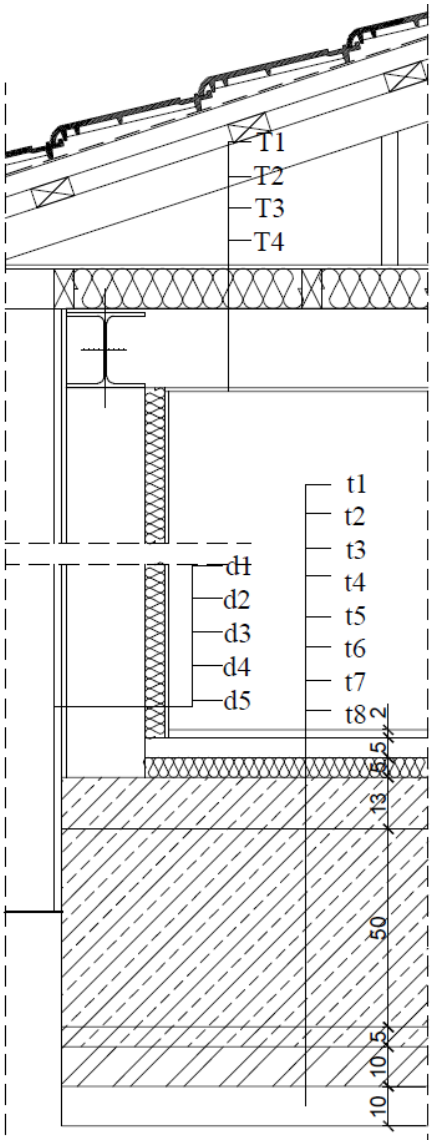
- Anadolu Yakası Evleri

Anadolu Yakası Evleri sistem detayı Şekil 4.12' de verilmiştir. Bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi Çizelge 4.13' de görülmektedir. 1. derece iklim bölgesinde yer alan Anadolu Yakası Evleri'nin, çizelgede de görüldüğü gibi toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar için 0,462

W/m^{2o}C, dış duvar kolon için 0,932 W/m^{2o}C, dış duvar kiriş için 0,482 W/m^{2o}C, çatı arası kullanılan tavan için 0,297 W/m^{2o}C, açık geçit üzeri döşeme için 0,680 W/m^{2o}C 'dir. Toplam ısı geçirme katsayısı hesaplanırken dış pencereler için 2,7 W/m^{2o}C, dış kapı için ise 3,5 W/m^{2o}C olarak alınmıştır.

Çizelge 4.12 : Kınalı Evleri katmanlaşma listesi.

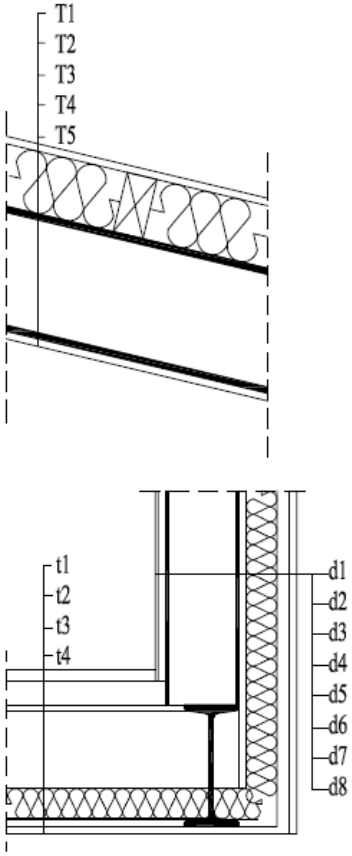
	KINALI EVLERİ				
	SİLİVRİ/İSTANBUL				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m^{2o}C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Alçıpanel	d1	0,012	0,250	**0,292**
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d2	0,050	0,030	
	Hafif gaz beton duvar	d3	0,200	0,140	
	Kontraplak	d4	0,011	0,130	
	Alçı sıva	d5	0,020	0,700	
DUVAR Kolon-Kiriş	Alçıpanel		0,012	0,250	0,463
	NPU 300		0,010	58,000	
	Hava boşluğu		0,065		
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
	Kontraplak		0,010	0,130	
	Alçı sıva		0,020	0,700	
TAVAN Çatı arası kullanılan	Alçı Panel	T1	0,018	0,250	**0,295**
	Hava boşluğu	T2	0,200		
	5x10 Kadron Arası Taş Yünü	T3	0,100	0,035	
	Kontraplak	T4	0,010	0,130	
TAVAN Teras çatı	Alçı karton plaka		0,012	0,250	**0,496**
	Çimento harcı		0,020	1,600	
	Donatılı beton		0,100	2,500	
	Çimento harclı şap		0,050	1,400	
	Extrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
	Çimento harclı şap		0,050	1,400	
	Seramik		0,008	1,300	
DÖŞEME Toprağa temas eden	Lamine Ahşap Parke + Yapıştırıcı	t1	0,018	0,200	**0,404**
	Kimyasal Esaslı Çimento	t2	0,050	1,400	
	Extrüde Polistren Sert Köpük	t3	0,050	0,030	
	Grobeton	t4	0,130	1,650	
	Radye Temel	t5	0,500	2,500	
	Beton	t6	0,050	1,650	
	Grobeton	t7	0,100	1,650	
	Blokaj	t8	0,100	0,700	
	Dış pencere				**2,7**
	Dış kapı 1				**3,5**



Şekil 4.11 : Kınalı Evlerisistem detayı.

- Kardelen Villaları

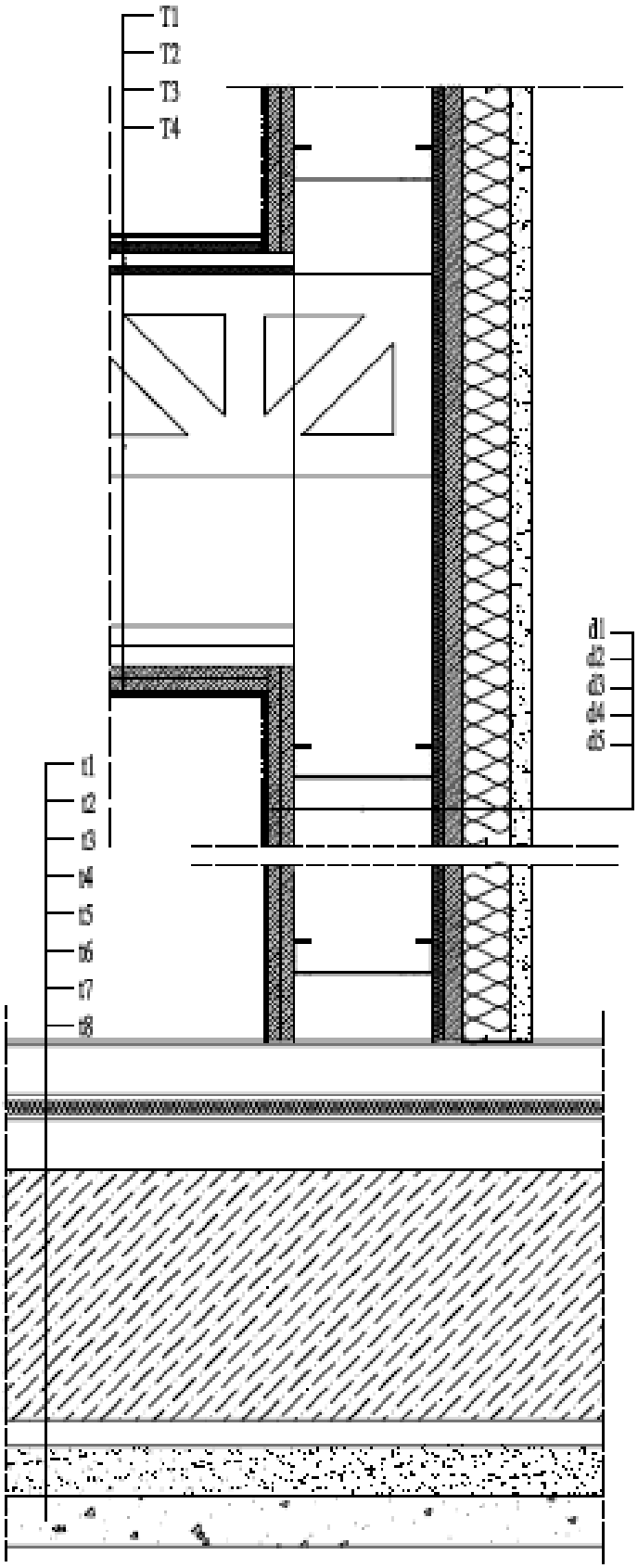
2. derece iklim bölgesinde yer alan Kardelen Villaları' nın, toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar için 0,298 W/m^{2o}C, dış duvar kolon-kiriş için 0,730 W/m^{2o}C, çatı arası kullanılan tavan için 0,193 W/m^{2o}C, açık geçit üzeri döşeme için 0,362 W/m^{2o}C, toprağa temas eden döşeme için 0,420 W/m^{2o}C 'dir. Toplam ısı geçirme katsayısı hesaplanırken dış pencereler için 2,2 W/m^{2o}C, dış kapı için ise 3,5 W/m^{2o}C olarak alınmıştır. Kardelen Villaları sistem detayı Şekil 4.13' de, bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi ise Çizelge 4.14' de verilmiştir.



Şekil 4.12 : Anadolu Yakası Evlerisistem detayı.

Çizelge 4.13 : Anadolu Yakası Evleri katmanlaşma listesi.

	ANADOLU YAKASI EVLERİ KUŞADASI/AYDIN				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m²°C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Alçı Panel	d1	0,012	0,250	**0,462**
	Hava Boşluğu	d3	0,120	0,750	
	Kontraplak	d5	0,012	0,130	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d6	0,050	0,030	
	Kalekim	d7	0,020	0,700	
	Alçı Panel	d8	0,012	0,250	
DUVAR Kolon	Hava Boşluğu		0,150	0,938	**0,932**
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,020	0,030	
	Kalekim		0,020	0,700	
	Alçı Panel		0,012	0,250	
DUVAR Kiriş	Hava Boşluğu		0,130	0,813	**0,482**
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
	Kalekim		0,020	0,700	
TAVAN Çatı arası kullanılan	Alçı Panel	T1	0,012	0,250	**0,297**
	Hava boşluğu	T2	0,200	1,250	
	5x5 Kadron Arası Taş Yünü	T3	0,100	0,035	
	Kontraplak	T4	0,012	0,130	
DÖŞEME Açık geçit üzeri	Kimyasal Esaslı Çimento	t1	0,040	1,400	**0,680**
	NPU 200(boşluk)	t2	0,150	0,714	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	t3	0,050	0,035	
	Kontraplak	t4	0,012	0,130	
	Dış pencere				**2,7**
	Dış kapı				**3,5**



Şekil 4.13 : Kardelen Villaları sistem detayı.

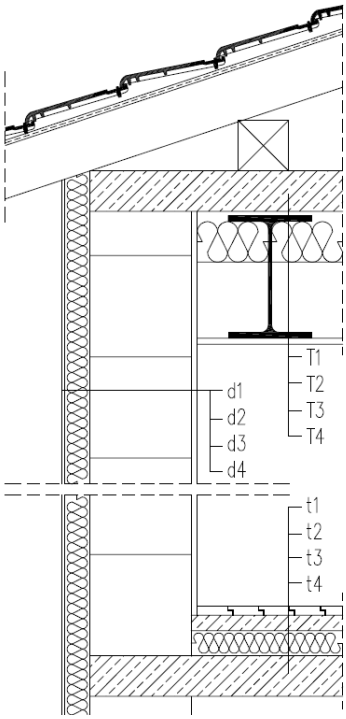
Çizelge 4.14 : Kardelen Villaları katmanlaşma listesi.

	KARDELEN VİLLALARI (ASLANBEY/İZMİT)				
	Kullanılan Malzeme	**Kod**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m²°C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Alçı Sıva	d1	0,020	0,510	**0,298**
	Alçıpan	d2	0,012	0,250	
	Hava Boşluğu	d3	0,200	1,250	
	Betopan	d4	0,020	0,250	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d5	0,100	0,035	
DUVAR Kolon-kiriş	Alçı Sıva		0,020	0,510	**0,730**
	Hava Boşluğu		0,075	0,441	
	Betopan		0,020	0,150	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,030	0,035	
TAVAN Çatı arası kullanılan	Alçı Panel	T1	0,010	0,250	**0,193**
	Hava boşluğu	T2	0,120	0,080	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	T3	0,100	0,030	
	Betopan	T4	0,020	0,150	
DÖŞEME Açık geçit üzeri	Lamine Ahşap Parke + Yapıştırıcı		0,018	0,000	**0,362**
	5mm Hasır Çelik Donatılı BS300 Betonu		0,100	2,500	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,035	
	Hava boşluğu		0,070	0,067	
	Alçı Panel		0,010	0,250	
DÖŞEME Toprağa temas eden	Seramik	t1	0,010	1,300	**0,420**
	Kimyasal Esaslı Çimento	t2	0,050	1,400	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	t3	0,050	0,030	
	Donatısız beton	t4	0,100	1,650	
	Radye Temel	t5	0,500	2,500	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t6	0,050	1,400	
	Grobeton	t7	0,100	1,650	
	Blokaj	t8	0,100	0,700	
	Dış pencere				**2,2**
	Dış kapı				**3,5**

4.3.2 Tek evler

- Göl Evi

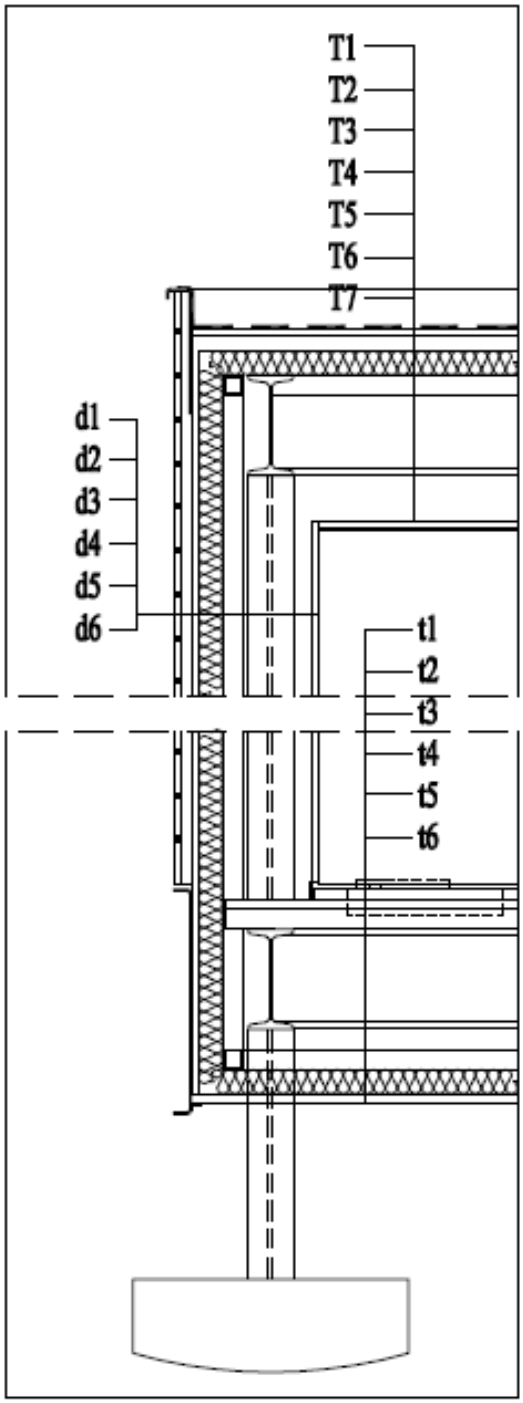
Göl Evi sistem detayı Şekil 4.15' de verilmiştir. Bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi ise Çizelge 4.16' da görülmektedir. 2. derece iklim bölgesinde yer alan Göl Evi'nin toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar için 0,422 W/m^{2o}C, dış duvar kolon-kiriş için 0,452 W/m^{2o}C, teras çatı için 0,257 W/m^{2o}C,açık geçit üzeri döşeme için 0,344 W/m^{2o}C'dir. Toplam ısı geçirme katsayısı dış pencereler ve kapı için 1,8 W/m^{2o}C olarak alınmıştır.



Şekil 4.14 : Çelik Evler sistem detayı.

Çizelge 4.15 : Çelik Evler katmanlaşma listesi.

	ÇELİK EVLER (BEYLİKDÜZÜ/İSTANBUL)				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m²°C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Alçı Panel	d1	0,012	0,250	**0,269**
	Hafif Gazbeton Duvar	d2	0,200	0,110	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d3	0,050	0,030	
	Kompakt Laminat Plaka	d4	0,006	0,260	
DUVAR Kolon	Alçı Panel		0,012	0,250	**0,246**
	Hava Boşluğu		0,110	0,688	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,100	0,030	
DUVAR Kiriş	Alçı Panel		0,012	0,250	**0,257**
	Hava Boşluğu		0,110	0,688	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,100	0,030	
	Hava Boşluğu		0,040	0,222	
DUVAR Toprağa Temas	Alçı Panel		0,012	0,250	**0,509**
	Donatılı Beton		0,300	2,500	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
TAVAN Çatı arası kullanılan	Alçı Panel	T1	0,012	0,250	**0,210**
	Hava boşluğu	T2	0,250	0,156	
	Mineral ve bitkisel lifli	T3	0,100	0,035	
	Donatısız Beton	T4	0,080	1,650	
DÖŞEME Isıtılmayan iç ortama	Lamine Ahşap Parke + Yapıştırıcı	t1	0,018	0,130	**0,506**
	Kimyasal Esaslı Çimento	t2	0,030	1,400	
	Extrüde Polistren Sert Köpük	t3	0,050	0,035	
	Donatısız Beton	t4	0,080	1,650	
	Dış pencere				**2,7**
	Dış kapı				**3,5**



Şekil 4.15 : Göl Evi sistem detayı.

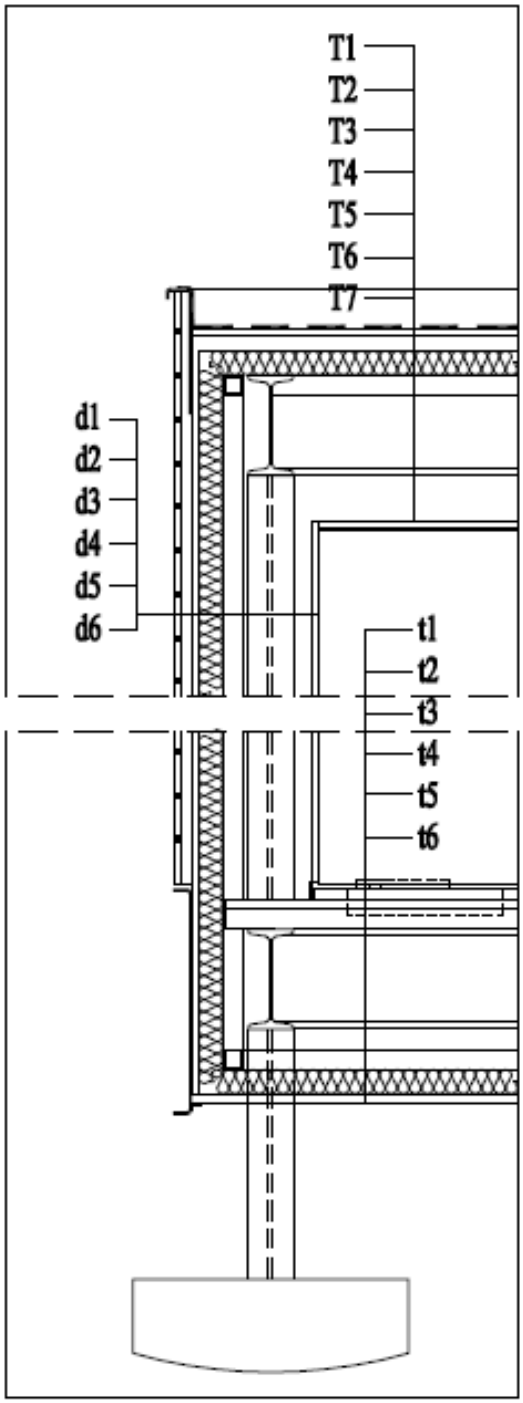
- Durusu Evi

Durusu Evi sistem detayı Şekil 4.16' da, bina kabuğuna ait malzemelere ilişkin özelliklerin yer aldığı katmanlaşma listesi ise Çizelge 4.17' de verilmiştir. 2. derece iklim bölgesinde yer alan Durusu Evi'nin, çizelgede de görüldüğü gibi toplam ısı geçirme katsayısı dış duvar için 0,422 $W/m^{2o}C$, dış duvar kolon-kiriş için 0,453 $W/m^{2o}C$, teras çatı için ise 0,257 $W/m^{2o}C$, açık geçit üzeri döşeme için 0,344

W/m^{2o}C ‘dir. Toplam ısı geçirme katsayısı hesaplanırken dış pencereler için 2,7 W/m^{2o}C, dış kapı için ise 3,5 W/m^{2o}C olarak alınmıştır.

Çizelge 4.16 : Göl Evi katmanlaşma listesi.

	GÖL EVİ Kaz Dağları/ÇANAKKALE				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m ^{o}C)**	**U(W/m^{2o}C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Alçı Panel	d1	0,012	0,250	**0,422**
	Hava Boşluğu	d2	0,230	0,696	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d3	0,050	0,030	
	Kontraplak	d4	0,011	0,130	
	Ahşap Kadron	d5	0,020	8,000	
	Ahşap Kaplama	d6	0,016	0,200	
DUVAR Kolon-Kiriş	Alçı Panel		0,012	0,250	**0,452**
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
	Kontraplak		0,011	0,130	
	Ahşap Kadron		0,020	8,000	
	Ahşap Kaplama		0,016	0,200	
TAVAN Teras çatı	Mineralli Membran	T1	0,005	1,300	**0,257**
	Kontraplak	T2	0,011	0,130	
	NPU 200	T3	0,200	58,000	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	T4	0,100	0,030	
	Kontraplak	T5	0,011	0,130	
	Hava Boşluğu	T6	0,080	2,000	
	Alçıpanel	T7	0,012	0,250	
DÖŞEME Açık geçit üzeri	Ahşap Kaplama	t1	0,020	0,200	**0,344**
	Ahşap Kadron(boşluk)	t2	0,020	9,000	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t3	0,040	1,400	
	Hava Boşluğu	t4	0,200	1,050	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	t5	0,050	0,030	
	Kontraplak	t6	0,020	0,130	
	Dış pencere ve kapı				**1,8**



Şekil 4.16 : Durusu Evi sistem detayı.

Çizelge 4.17 : Durusu Evi katmanlaşma listesi.

	DURUSU EVİ ÇATALCA/İSTANBUL				
	Kullanılan Malzeme	**KOD**	**d(m)**	**λ(W/m °C)**	**U(W/m²°C)**
DUVAR Dış Havaya Açık	Ahşap Kaplama	d1	0,016	0,200	**0,422**
	Ahşap Kadron	d2	0,020	0,125	
	Kontraplak	d3	0,011	0,130	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	d4	0,050	0,030	
	Hava Boşluğu	d5	0,230	1,438	
	Alçı Panel	d6	0,012	0,250	
DUVAR Kolon-Kiriş	Ahşap Kaplama		0,016	0,200	**0,453**
	Ahşap Kadron		0,020	0,125	
	Kontraplak		0,011	0,130	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük		0,050	0,030	
	Alçı Panel		0,012	0,250	
TAVAN Teras çatı	Alçıpanel	T7	0,012	0,250	**0,257**
	Hava Boşluğu	T6	0,080	0,500	
	Kontraplak	T5	0,011	0,130	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	T4	0,100	0,030	
	NPU 200	T3	0,260	58,000	
	Kontraplak	T2	0,011	0,130	
	Mineralli Membran	T1	0,005	1,300	
DÖŞEME Açık geçit üzeri	Ahşap Kaplama	t1	0,020	0,200	**0,344**
	Ahşap Kadron(boşluk)	t2	0,020	0,111	
	Kimyasal Esaslı Çimento	t3	0,040	1,400	
	Hava Boşluğu	t4	0,200	0,952	
	Ekstrüde Polistren Sert Köpük	t5	0,050	0,030	
	Kontraplak	t6	0,020	0,130	
	Dış pencere				**2,7**
	Dış kapı 1				**3,5**

4.4 Ele Alınan Çelik Konutların Isısal Performansının 'TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' Standartına Göre İncelenmesi

Bu bölümde, ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların, TS 825 programı kullanılarak ısısal performansı incelenmiştir.Değerlendirme kriteri olarak, ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutlar için hesaplanan 'yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartı'na göre en büyük değerin altında olması gerekliliği' alınmıştır.

4.4.1 Konut Sitesi

- Millenium Park Evleri

Millenium Park Evleri için TS825 programı ile elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesapları Çizelge 4.18'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Millenium Park Evleri'nde bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (22,49 kWh/m^3<22,56 kWh/m^3) bina; TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.18 : Millenium Park Evleri yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		16,1	12.722		2.291	4.150	0,33	0.95	22.756.933
ŞUBAT		14,6	11.537		3.005	4.864	0,42	0.91	18.430.846
MART		11,7	9.245		3.924	5.783	0,63	0.80	11.972.077
NİSAN		6,2	4.899		4.596	6.455	1,32	0.53	3.830.981
MAYIS		1,0	790		5.607	7.466	9,45	0.00	0
HAZİRAN	790,21	0,0	0	1.859	5.954	7.813	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		5.777	7.636	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		5.254	7.113	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		4.148	6.007	0,00	0.00	0
EKİM		4,9	3.872		3.106	4.965	1,28	0.54	3.086.629
KASIM		10,5	8.297		2.210	4.069	0,49	0.87	12.330.157
ARALIK		15,2	12.011		1.978	3.837	0,32	0.96	21.584.859

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 93.992.973

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 93.992.973$ (kj) = 26.130 kWh

İç ısı Kazancı $\phi i,ay <= 5.\ An$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi g,ay = \Sigma ni,ay \times gi,ay \times Ii,ay \times Ai$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi i,ay + \phi s,ay) / H(\theta i,ay - \theta e,ay)$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 765,68 m^2

$V_{brüt}$ = 1162 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 22.49 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 371,84 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,66 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *22,4x A/V + 7,8* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 22,56 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (22.49<22.56) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

- Tepe Ören Villaları

Tepe Ören Villaları için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.19'daki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Tepe Ören Villaları'nda bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (22,11 kWh/m^3<24,94 kWh/m^3) bina;TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları' standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.19 : Tepe Ören Villaları yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		16,1	8.543		863	2.276	0,27	0.98	16.362.111
ŞUBAT		14,6	7.747		1.107	2.520	0,33	0.95	13.875.230
MART		11,7	6.208		1.372	2.785	0,45	0.89	9.667.048
NİSAN		6,2	3.290		1.591	3.004	0,91	0.67	3.310.259
MAYIS		1,0	531		1.851	3.264	6,15	0.00	0
HAZİRAN	530,63	0,0	0	1.413	1.947	3.360	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		1.896	3.309	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		1.757	3.170	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		1.452	2.865	0,00	0.00	0
EKİM		4,9	2.600		1.136	2.549	0,98	0.64	2.510.837
KASIM		10,5	5.572		836	2.249	0,40	0.92	9.078.260
ARALIK		15,2	8.066		750	2.163	0,27	0.98	15.411.192

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)] .t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 70.215.427

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10^{-3} x 70.215.427 (kj) = 19.520 kWh

İç ısı Kazancı $\phi i,ay <= 5. An$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi g,ay = \Sigma \eta i,ay \times g i,ay \times I i,ay \times A i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi i,ay + \phi s,ay) / H(\theta i,ay - \theta e,ay)$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKOay)}$

A_{toplam} = 675,63 m^2

$V_{brüt}$ = 883,2 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 22.11 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 282,62 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,76 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *22,4x A/V + 7,8* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 24,94 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (22.11<24.94) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

- Kınalı Evleri

Kınalı Evleri için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.20'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Kınalı Evleri'nde bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (70,69 kWh/m^3<71,53 kWh/m^3) bina;TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.20 : Kınalı Evleri yıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	283,60	16,1	4.566	699	644	1.343	0,29	0.97	8.457.592
ŞUBAT		14,6	4.141		850	1.549	0,37	0.93	6.997.778
MART		11,7	3.318		1.104	1.803	0,54	0.84	4.674.465
NİSAN		6,2	1.758		1.311	2.010	1,14	0.58	1.535.553
MAYIS		1,0	284		1.566	2.265	7,99	0.00	0
HAZİRAN		0,0	0		1.653	2.352	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		1.608	2.307	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		1.469	2.168	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		1.177	1.876	0,00	0.00	0
EKİM		4,9	1.390		884	1.583	1,14	0.58	1.221.713
KASIM		10,5	2.978		630	1.329	0,45	0.89	4.652.122
ARALIK		15,2	4.311		555	1.254	0,29	0.97	8.019.959

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 35.559.671

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 35.559.671$ (kj) = 9.886 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma n_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 294,27 m^2

$V_{brüt}$ = 437,03 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / A_n$ 70.69 *kWh/m* ^{2} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 139,85 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,67 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *70x A/V + 24,4* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 71,53 kWh/m ^{2} bulunur.

Q < Q' (70.69<71.53) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

- Anadolu Yakası Evleri

Anadolu Yakası Evleri için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.21'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 1. sınıf olan Anadolu Yakası Evleri'nin bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (13,30 kWh/m^3<15,20 kWh/m^3) bina;TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.21 : Anadolu Yakası Evleri yıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		10,6	4.163		854	1.720	0,41	0.91	6.732.787
ŞUBAT		10,0	3.927		1.025	1.891	0,48	0.88	5.865.696
MART		7,4	2.906		1.135	2.001	0,69	0.77	3.538.738
NİSAN		3,2	1.257		1.221	2.087	1,66	0.45	823.147
MAYIS		0,0	0		1.330	2.196	0,00	0.00	0
HAZİRAN	392,71	0,0	0	866	1.389	2.255	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		1.355	2.221	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		1.308	2.174	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		1.172	2.038	0,00	0.00	0
EKİM		0,5	196		1.016	1.882	9,58	0.00	0
KASIM		6,0	2.356		801	1.667	0,71	0.76	2.823.621
ARALIK		9,7	3.809		754	1.620	0,43	0.90	6.094.536

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 25.879.113

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 25.879.113$ (kj) = 7.194 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5. A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma n_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 452,91 m^2

$V_{brüt}$ = 541,24 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 13.30 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 173,2 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,84 oranı *1.* bölge için EK A.2' den alınan Q' = *14,1x A/V + 3,4* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 15,20 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (13.30<15.20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

- Kardelen Villaları

Kardelen Villaları için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisi hesapları Çizelge 4.22'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Kardelen Villaları'nın bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (76,19 kWh/m^3<77,84 kWh/m^3) bina; TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.22 : Kardelen Villaları yıllık ısıtma enerjisi hesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		16,1	9.763		1.482	2.872	0,29	0.97	18.084.013
ŞUBAT		14,6	8.853		1.900	3.290	0,37	0.93	15.016.498
MART		11,7	7.095		2.397	3.787	0,53	0.85	10.045.630
NİSAN		6,2	3.759		2.749	4.139	1,10	0.60	3.307.895
MAYIS		1,0	606		3.310	4.700	7,75	0.00	0
HAZİRAN	606,37	0,0	0	1.390	3.511	4.901	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		3.407	4.797	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		3.126	4.516	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		2.516	3.906	0,00	0.00	0
EKİM		4,9	2.971		1.941	3.331	1,12	0.59	2.607.586
KASIM		10,5	6.367		1.413	2.803	0,44	0.90	9.964.387
ARALIK		15,2	9.217		1.287	2.677	0,29	0.97	17.159.621

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 76.186.120

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times$ 76.186.120 (kj) = 21.180 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5.\ A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma n_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 663,13 m^2

$V_{brüt}$ = 868,68 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / A_n$ 76.19 kWh/m^2 $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 277,98 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,76 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = $70x\ A/V + 24,4$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 77,84 kWh/m^2 bulunur.

Q < Q' (76.19<77.84) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

4.4.2 Apartmanlar

- Çelik Evler

Çelik Evler için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.23'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucuiklim bölgesi 2. sınıf olan Çelik Evler'in bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (32,84 kWh/m^3<42,12 kWh/m^3) bina; TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.23 : Çelik Evler yıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	4.283,21	16,1	68.960	20.993	4.458	25.451	0,37	0,93	117.393.445
ŞUBAT		14,6	62.535		5.910	26.903	0,43	0,90	99.332.091
MART		11,7	50.114		7.983	28.976	0,58	0,82	68.308.679
NİSAN		6,2	26.556		9.331	30.324	1,14	0,58	23.245.839
MAYIS		1,0	4.283		11.820	32.813	7,66	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		12.649	33.642	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		12.234	33.227	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		10.990	31.983	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		8.398	29.391	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	20.988		6.117	27.110	1,29	0,54	16.455.646
KASIM		10,5	44.974		4.251	25.244	0,56	0,83	62.264.000
ARALIK		15,2	65.105		3.836	24.829	0,38	0,93	108.901.045

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 495.901.235

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10^{-3} x 495.901.235 (kj) = 137.861 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5.\ A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 3.320,56 m^2

$V_{brüt}$ = 13120,32 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / A_n$ 32,84 *kWh/m* ^{2} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 4.198,5 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,25 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *70x A/V + 24,4* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 42,12 kWh/m ^{2} bulunur.

Q < Q' (32,84<42,12) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

4.4.3 Tek evler

- Göl Evi

Göl Evi için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.24'deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Göl Evi'nin bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (30,43 kWh/m^3<31,30 kWh/m^3) bina; TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.24 : Göl Evi yıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK		16,1	3.297		2.185	2.407	0,73	0.75	3.864.765
ŞUBAT		14,6	2.990		2.584	2.806	0,94	0.65	3.020.447
MART		11,7	2.396		2.751	2.973	1,24	0.55	1.970.677
NİSAN		6,2	1.270		2.909	3.131	2,47	0.33	612.002
MAYIS		1,0	205		3.041	3.263	15,94	0.00	0
HAZİRAN	204,76	0,0	0	222	3.149	3.371	0,00	0.00	0
TEMMUZ		0,0	0		3.081	3.303	0,00	0.00	0
AĞUSTOS		0,0	0		3.036	3.258	0,00	0.00	0
EYLÜL		0,0	0		2.833	3.055	0,00	0.00	0
EKİM		4,9	1.003		2.542	2.764	2,76	0.00	0
KASIM		10,5	2.150		2.046	2.268	1,06	0.61	1.985.939
ARALIK		15,2	3.112		1.936	2.158	0,69	0.77	3.759.312

$Q_{ay} = [H(\theta i - \theta e) - \eta(\phi i,ay + \phi s,ay)].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 15.213.731

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 15.213.731$ (kj) = 4.229 kWh

İç ısı Kazancı $\phi i,ay <= 5.An$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi g,ay = \Sigma \eta i,ay \times gi,ay \times Ii,ay \times Ai$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi i,ay + \phi s,ay) / H(\theta i,ay - \theta e,ay)$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKOay)}$

A_{toplam} = 250,59 m^2

$V_{brüt}$ = 139,03 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 30.43 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 44,49 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 1,8 oranı 2. bölge için EK A.1' den alınan Q' = *A/V>1.05 ->= 31,3* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 31,30 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (30.43<31.30) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

- Durusu Evi

Durusu Evi için TS825 programı ile elde edilenyıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesapları Çizelge 4.25' deki gibidir. Yapılan hesaplama sonucu iklim bölgesi 2. sınıf olan Durusu Evi'nin bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altında olduğu için (24,68 kWh/m^3<29,31 kWh/m^3) bina; TS 825 'Binalarda ısı yalıtım kuralları standardına uygun çıkmıştır.

Çizelge 4.25 : Durusu Evi yıllık ısıtma enerjisiihtiyacıhesabı.

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T - \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	392,76	16,1	6.323	1.109	0	1.109	0,18	1,00	13.516.337
ŞUBAT		14,6	5.734		0	1.109	0,19	0,99	12.018.057
MART		11,7	4.595		0	1.109	0,24	0,98	9.094.530
NİSAN		6,2	2.435		0	1.109	0,46	0,89	3.754.025
MAYIS		1,0	393		0	1.109	2,82	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		0	1.109	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		0	1.109	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		0	1.109	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		0	1.109	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	1.925		0	1.109	0,58	0,82	2.631.720
KASIM		10,5	4.124		0	1.109	0,27	0,98	7.872.889
ARALIK		15,2	5.970		0	1.109	0,19	0,99	12.628.877

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 61.516.924

Toplam ısı kaybı $Q_{yıl}$ = 0,278x10^{-3} x 61.516.924 (kj) = 17.102 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5.\ A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma n_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 665,5 m^2

$V_{brüt}$ = 693 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi

$Q = Q_{yıl} / V_{brut}$ 24,68 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 221,76 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$ = 0,96 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *22,4x A/V + 7,8* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 29,31 kWh/m ^{3} bulunur.

Q < Q' (24,68<29,31) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

4.5 Ele Alınan Çelik Konutların Isısal Performansının‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ne Göre İncelenmesi

Bu bölümde, ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların Bep-TR programı kullanılarak ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ne göre enerji sınıfları hesaplanmıştır. Değerlendirme kriteri olarak ‘ele alınan çelik taşıyıcı sistemli konutların binalarda enerji performansı yönetmeliğine göre enerji sınıfının minumum ’C’ sınıfı olması gerekliliği’ alınmıştır.

4.5.1 Konut sitesi

- Millenium Park Evleri

Millenium Park Evleri projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.26’ da görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9’ da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Millenium Park Evleri projesinin toplam enerji sınıfı ‘C sınıfı’ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.17). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

- Tepe Ören Villaları

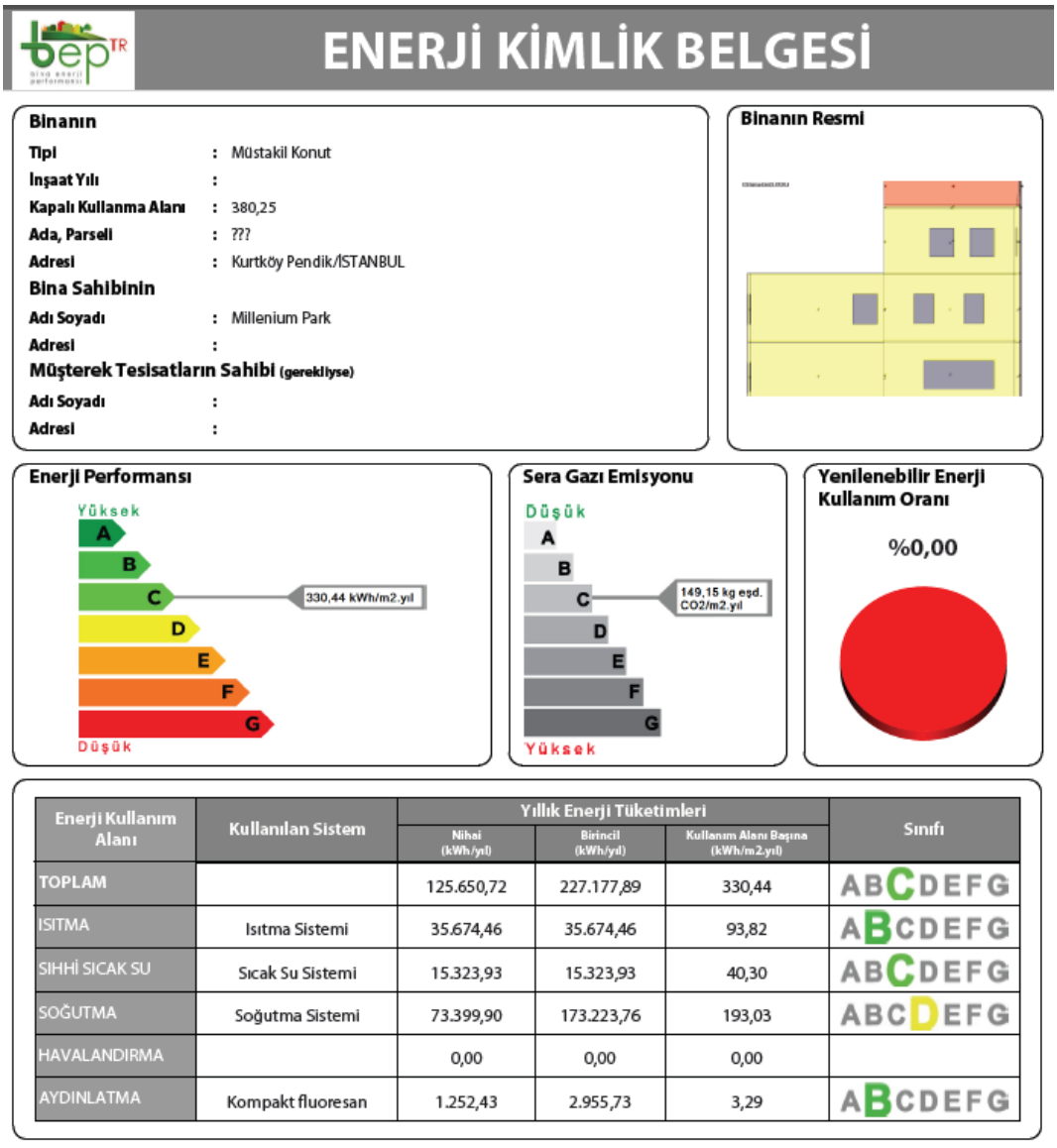
Tepe Ören Villaları projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.27’ de görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9’ da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Tepe Ören Villaları projesinin toplam enerji sınıfı ‘C sınıfı’ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.18). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

- Kınalı Evleri

Kınalı Evleri projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.28’ de görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9’ da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Kınalı Evleri projesinin toplam enerji sınıfı ‘B sınıfı’ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.19). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

Çizelge 4.26 : Millenium Park Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler.

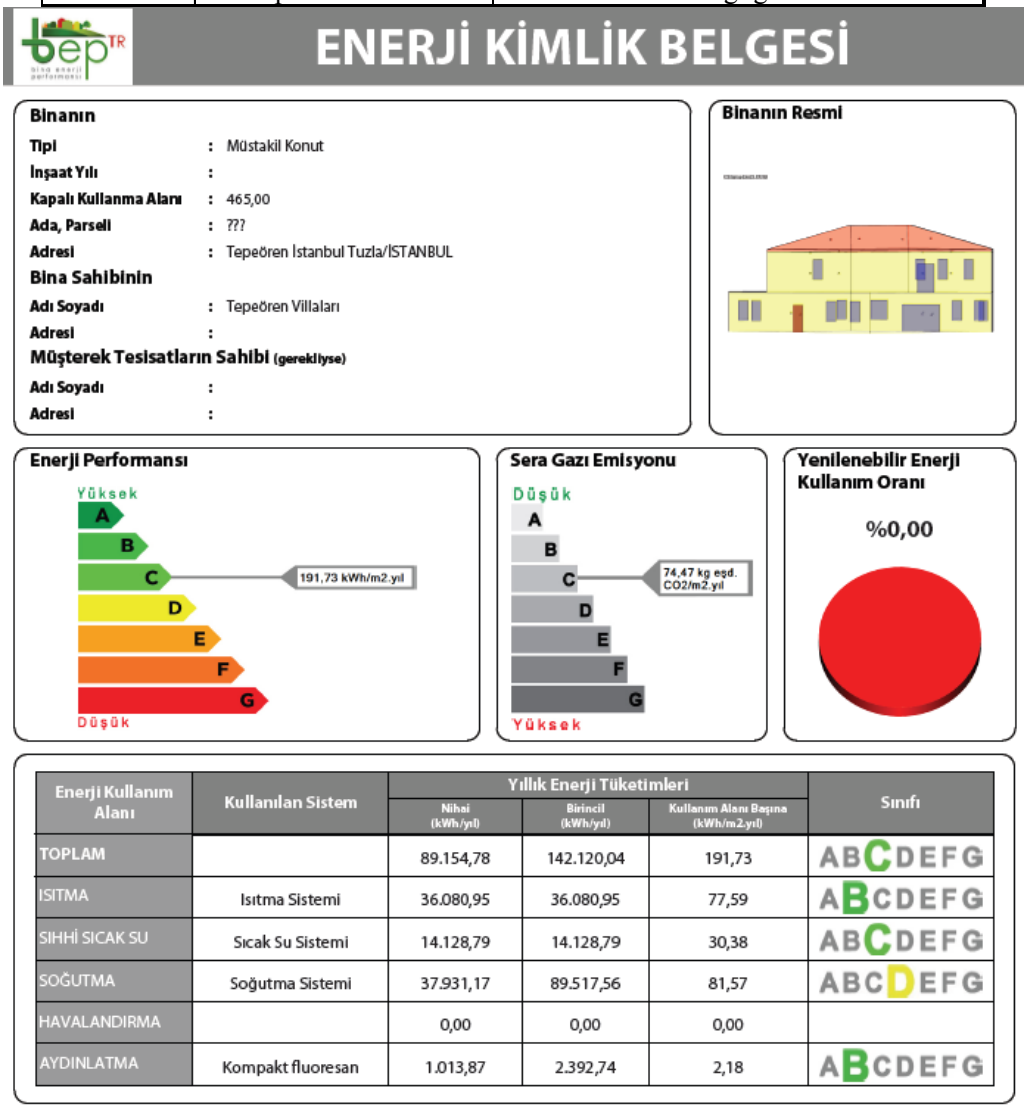
ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	200
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Gömülü sistem
	Kazan tipi	Standart atmosferik gaz yakıtlı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Şekil 4.17 : Millenium Park Evleri enerji kimlik belgesi.

Çizelge 4.27 : Tepe Ören Villaları Bep-Tr programında kullanılan veriler.

ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	20
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz

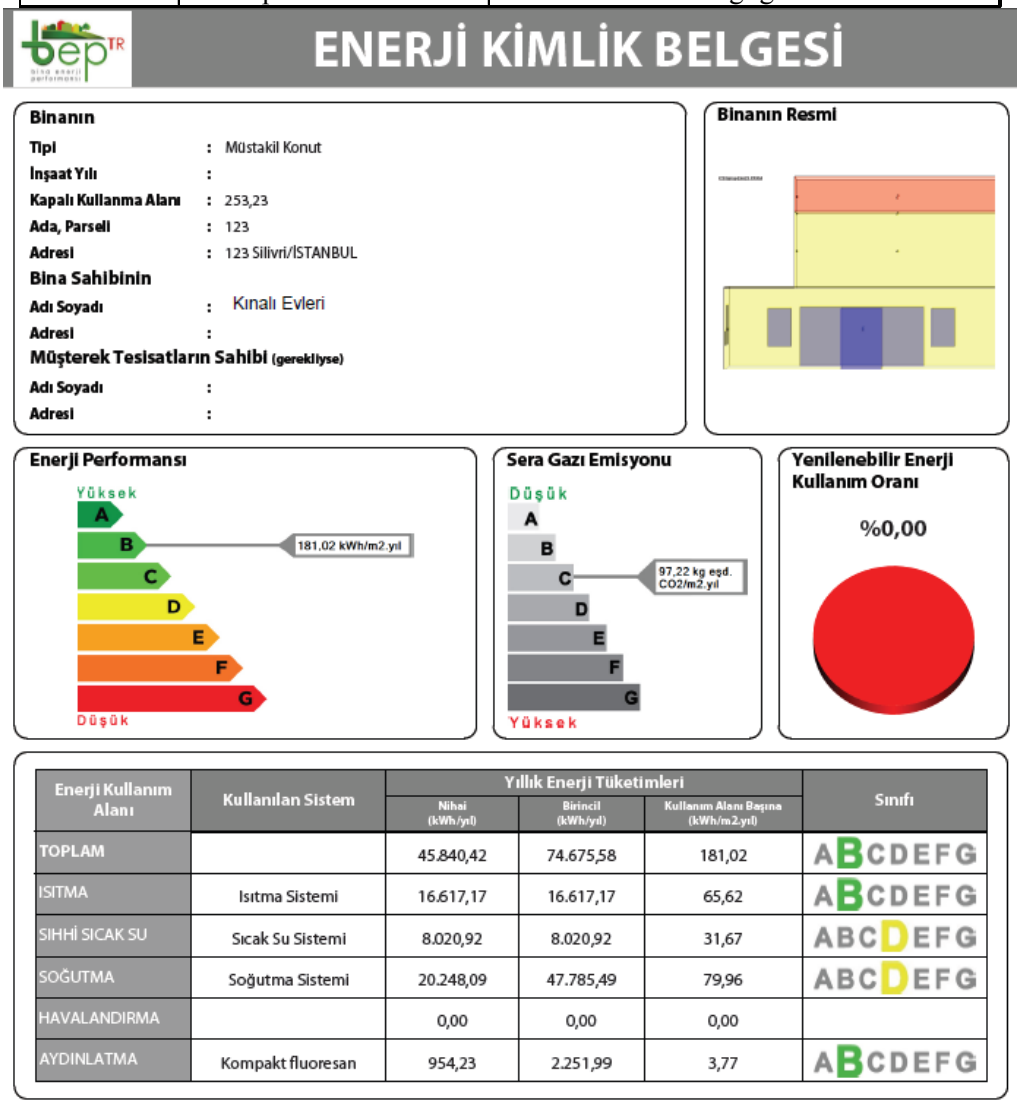


Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m2.yıl)	
TOPLAM		89.154,78	142.120,04	191,73	A B C D E F G
ISITMA	Isıtma Sistemi	36.080,95	36.080,95	77,59	A B C D E F G
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	14.128,79	14.128,79	30,38	A B C D E F G
SOĞUTMA	Soğutma Sistemi	37.931,17	89.517,56	81,57	A B C D E F G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt fluoresan	1.013,87	2.392,74	2,18	A B C D E F G

Şekil 4.18 : Tepe Ören Villaları enerji kimlik belgesi.

Çizelge 4.28 : Kınalı Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler.

ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	20
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m2.yıl)	
TOPLAM		45.840,42	74.675,58	181,02	A B C D E F G
ISITMA	Isıtma Sistemi	16.617,17	16.617,17	65,62	A B C D E F G
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	8.020,92	8.020,92	31,67	A B C D E F G
SOĞUTMA	Soğutma Sistemi	20.248,09	47.785,49	79,96	A B C D E F G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt fluoresan	954,23	2.251,99	3,77	A B C D E F G

Şekil 4.19 : Kınalı Evleri enerji kimlik belgesi.

- Anadolu Yakası Evleri

Anadolu Yakası Evleri projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.29' da görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9' da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Anadolu Yakası Evleri projesinin toplam enerji sınıfı 'C sınıfı' olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.20). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

- Kardelen Villaları

Kardelen Villaları projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.30' da görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9' da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Kardelen Villaları projesinin toplam enerji sınıfı 'C sınıfı' olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.21). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

4.5.2 Apartmanlar

- Çelik Evler

Çelik Evler projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.31' de görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9' da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Çelik Evler projesinin toplam enerji sınıfı 'B sınıfı' olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.22). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

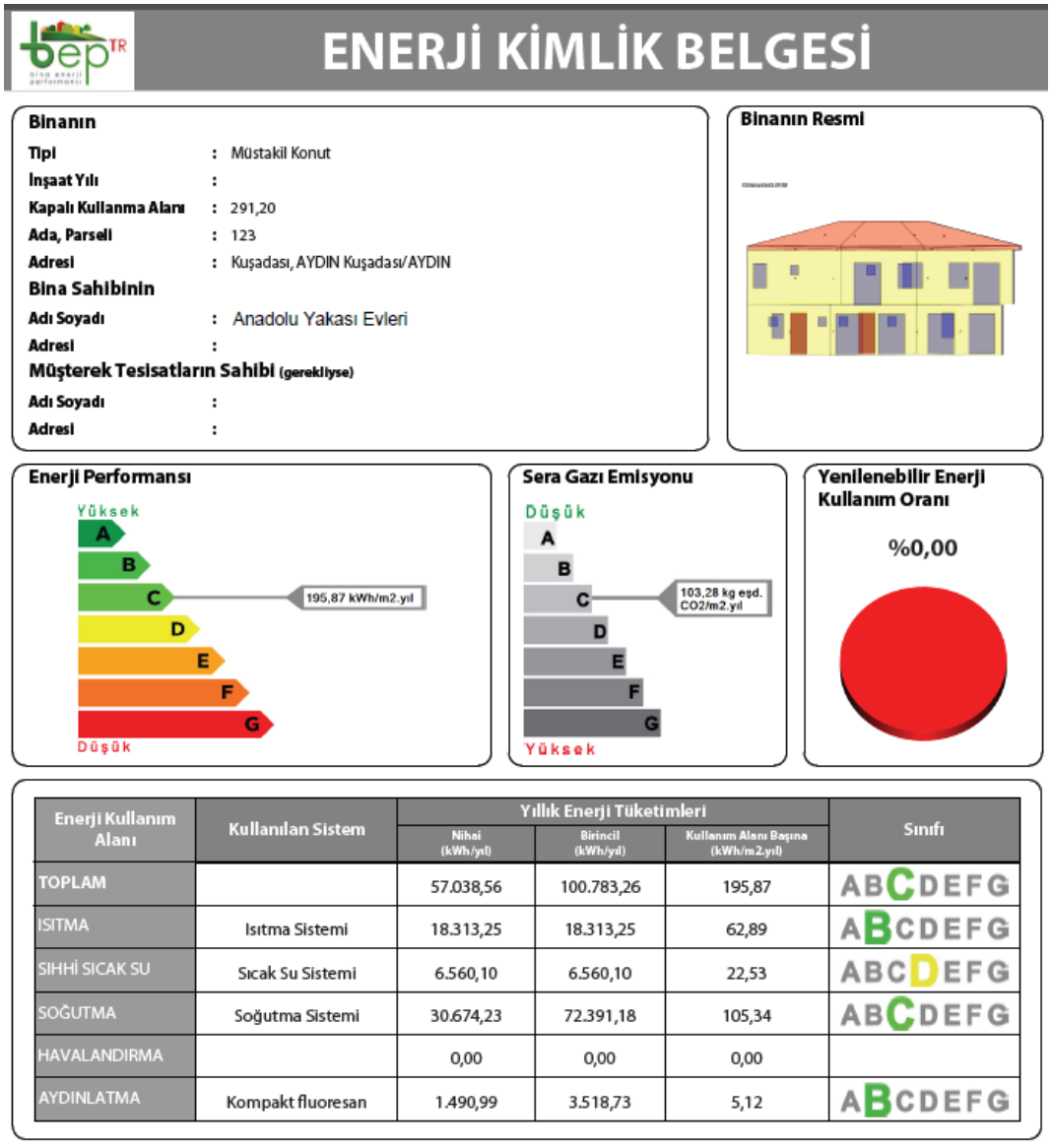
4.5.3 Tek evler

- Göl Evi

Göl Evi projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.32' de görülmektedir. Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9' da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Göl Evi projesinin toplam enerji sınıfı 'B sınıfı' olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.23). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

Çizelge 4.29 : Anadolu Yakası Evleri Bep-Tr programında kullanılan veriler.

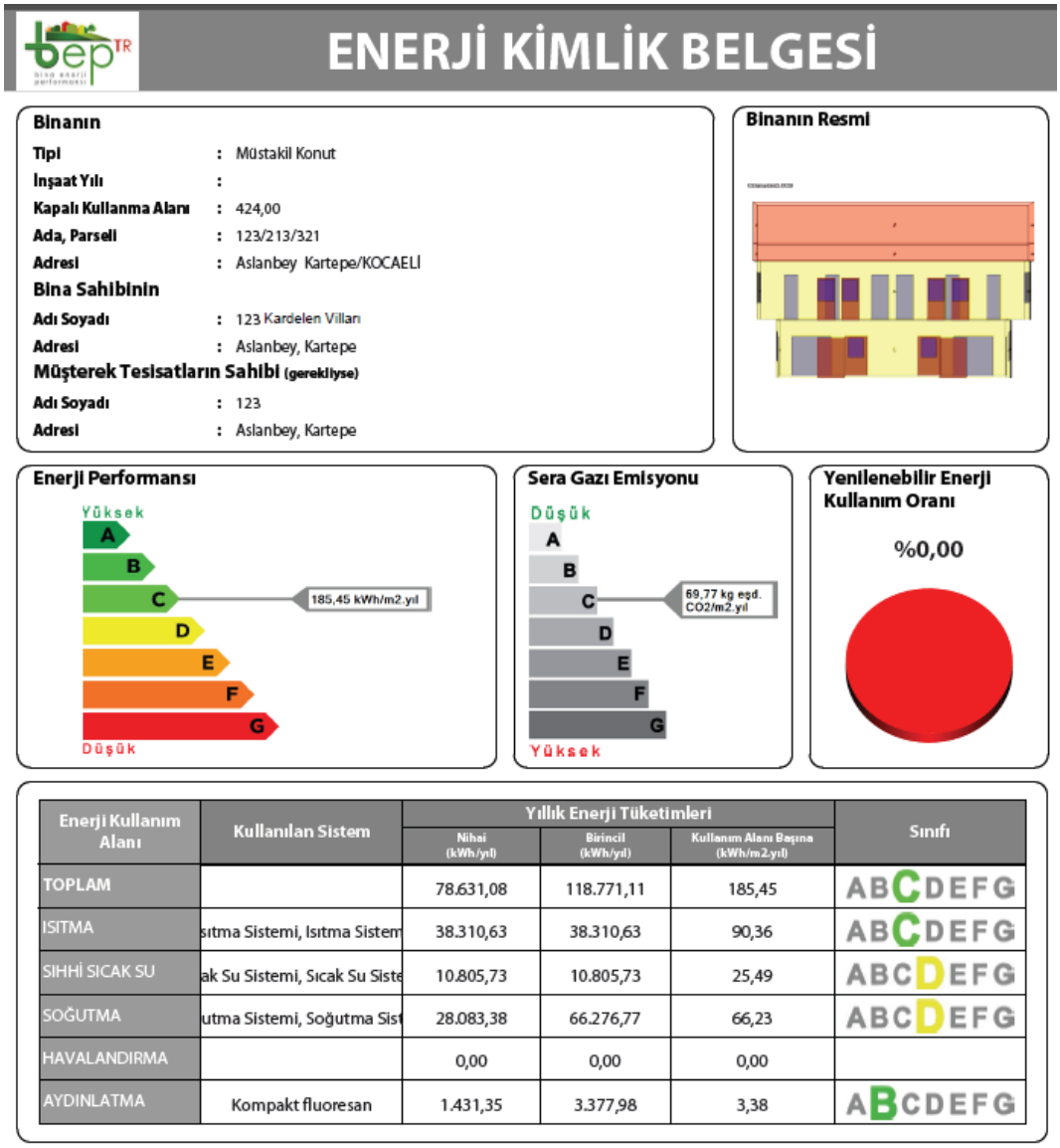
ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	25
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Şekil 4.20 : Anadolu Yakası Evleri enerji kimlik belgesi.

Çizelge 4.30 : Kardelen Villaları Bep-Tr programında kullanılan veriler.

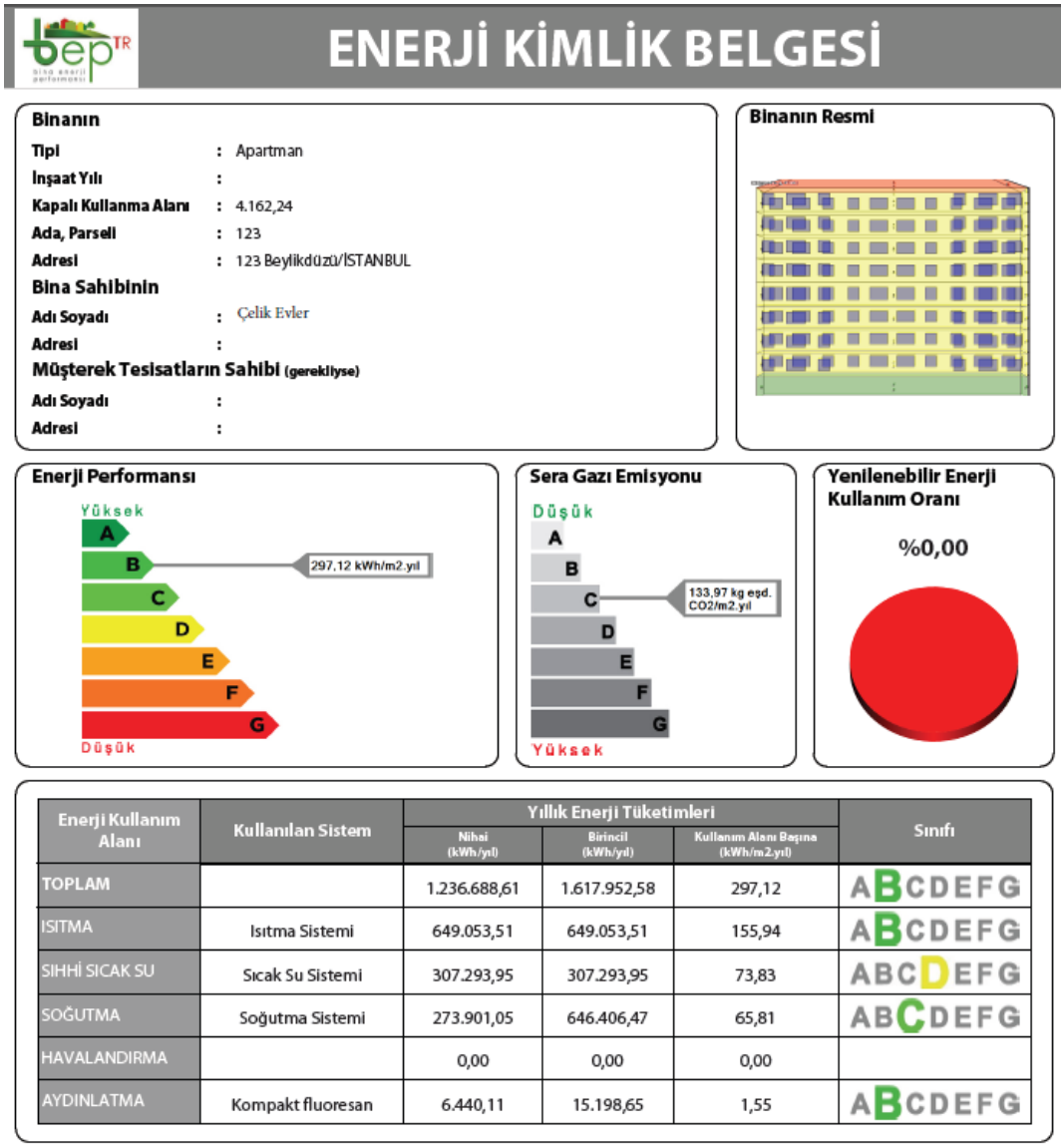
ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	30
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	12
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Şekil 4.21 : Kardelen Villaları enerji kimlik belgesi.

Çizelge 4.31 : Çelik Evler Bep-Tr programında kullanılan veriler.

ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	640
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	16
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi
	Isı kaynağının türü	Çok amaçlı ısıtıcı kazan
	Yakıt tipi	Doğalgaz



ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın

Tipi : Apartman
İnşaat Yılı :
Kapalı Kullanma Alanı : 4.162,24
Ada, Parseli : 123
Adresi : 123 Beylikdüzü/İSTANBUL

Bina Sahibinin

Adı Soyadı : Çelik Evler
Adresi :

Müşterek Tesisatların Sahibi (gerekliyse)

Adı Soyadı :
Adresi :

Binanın Resmi

Enerji Performansı

Yüksek
A
B — 297,12 kWh/m2.yıl
C
D
E
F
G
Düşük

Sera Gazı Emisyonu

Düşük
A
B
C — 133,97 kg eşd. CO2/m2.yıl
D
E
F
G
Yüksek

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

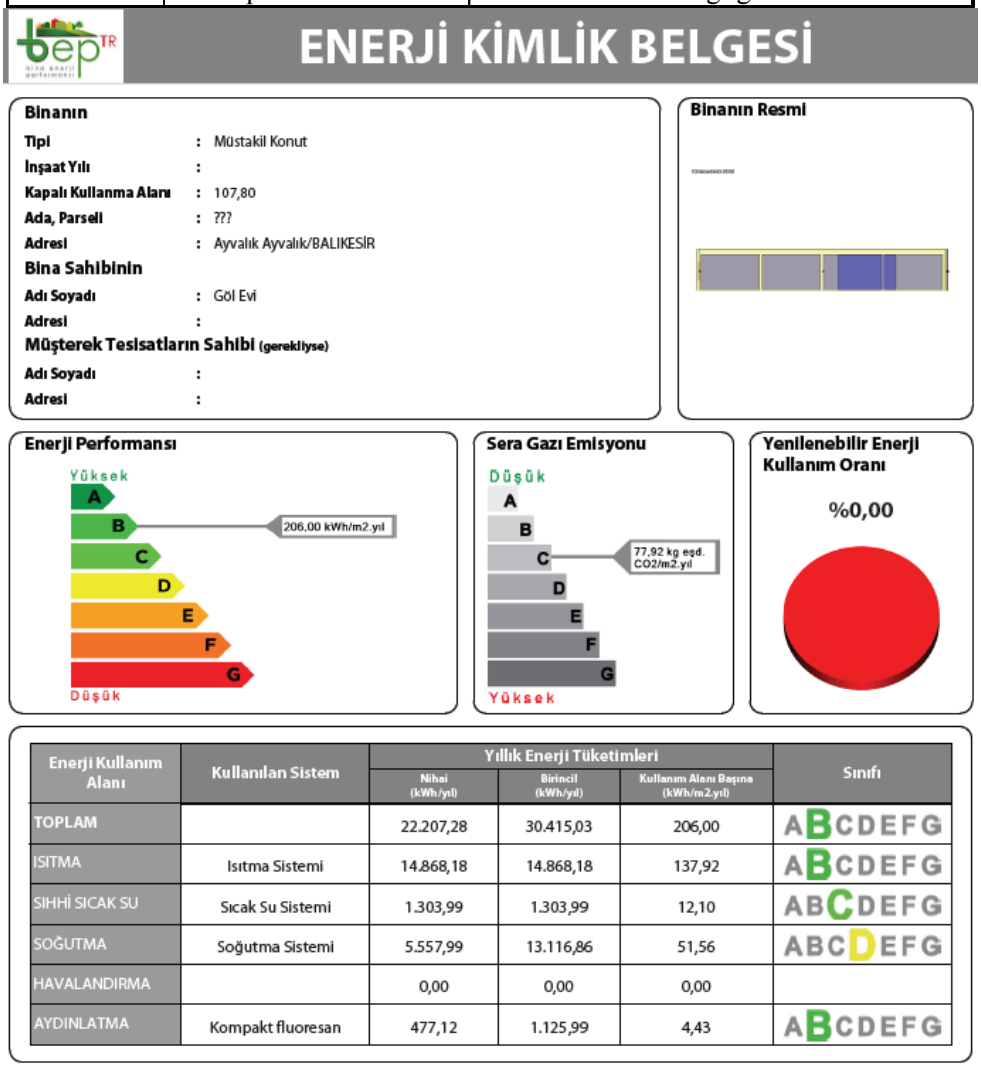
%0,00

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m2.yıl)	
TOPLAM		1.236.688,61	1.617.952,58	297,12	A B C D E F G
ISITMA	Isıtma Sistemi	649.053,51	649.053,51	155,94	A B C D E F G
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	307.293,95	307.293,95	73,83	A B C D E F G
SOĞUTMA	Soğutma Sistemi	273.901,05	646.406,47	65,81	A B C D E F G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt fluoresan	6.440,11	15.198,65	1,55	A B C D E F G

Şekil 4.22 : Çelik Evler enerji kimlik belgesi.

Çizelge 4.32 : Göl Evi Bep-Tr programında kullanılan veriler.

ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	20
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Şekil 4.23 : Göl Evi enerji kimlik belgesi.

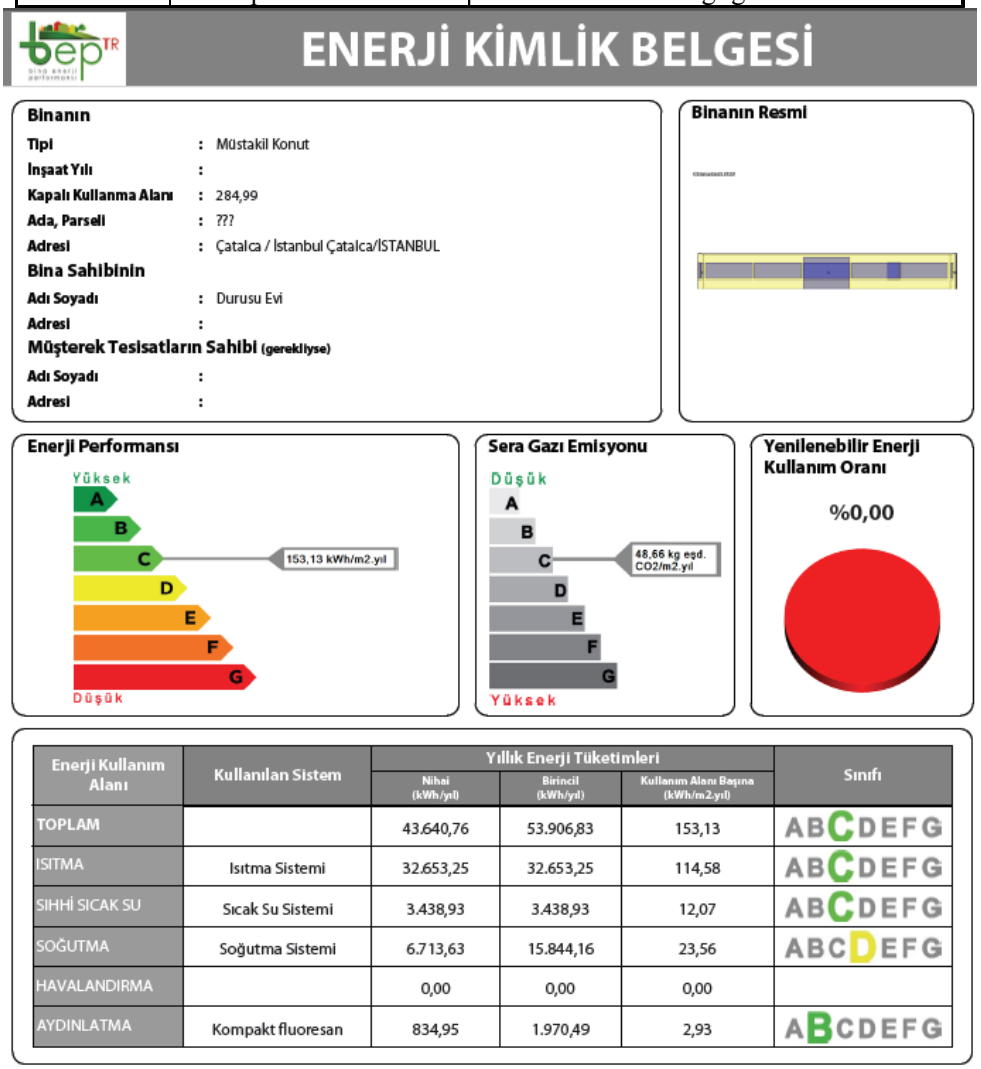
- Durusu Evi

Durusu Evi projesinin Bep-TR programı ile enerji kullanım sınıfını belirlerken kullanılan ısıtma, soğutma ve sıcak su değerleri Çizelge 4.33' de görülmektedir.

Projenin geometrik formu ve ölçüleri ise Ek A9' da görülmektedir. Bu veriler ile Bep-Tr programında yapılan hesaplamalar sonucu Durusu Evi projesinin toplam enerji sınıfı 'C sınıfı' olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.24). Bu değer olması gereken sınırlar içerisindedir.

Çizelge 4.33 : Durusu Evi Bep-Tr programında kullanılan veriler.

ISITMA	Isıtma sistemi gücü (kw)	20
	Isıtma tipi	Merkezi ısıtma
	Isıtma elemanı	Radyatör/Fancoil
	Kazan tipi	Yoğuşmalı kazan
SOĞUTMA	Soğutma sistemi gücü (kw)	10
	Konderser soğutma türü	Hava soğutmalı kondenser
	Soğutma taşınma yöntemi	Direkt sistem
	DX- soğutma sistemi	Split klima
	Kapasite kontrol sistemi	Tek zon on-off kontrol
SICAK SU	Sıcak su sistemi	Merkezi olmayan
	Isı kaynağının türü	Doğrudan ateşlemeli su ısıtıcı (kombi-şofben)
	Yakıt tipi	Doğalgaz



Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m2.yıl)	
TOPLAM		43.640,76	53.906,83	153,13	ABCDEFG
ISITMA	Isıtma Sistemi	32.653,25	32.653,25	114,58	ABCDEFG
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	3.438,93	3.438,93	12,07	ABCDEFG
SOĞUTMA	Soğutma Sistemi	6.713,63	15.844,16	23,56	ABCDEFG
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt fluoresan	834,95	1.970,49	2,93	ABCDEFG

Şekil 4.24 : Durusu Evi enerji kimlik belgesi.

4.6 Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi

Ele aldığımız çelik konutlarla ilgili Bölüm 4.3, Bölüm 4.4 ve Bölüm 4.5' de yapılan hesaplamaların sonuçları Çizelge 4.34'de görülmektedir. Çizelgede U değerlerinden örnek olarak Millenium Park Evleri'nin değerlerine bakıldığında; Ud değerinin 0,585W/m²^{o}C, $U_T$değerinin 0,302 W/m²^{o}C, $U_t$değerinin 0,303 W/m²^{o}C, U_p değerinin 2,7 W/m²^{o}C ve $U_k$değerinin 3,5 W/m²^{o}C olduğu görülmektedir. Çizelgede yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarına bakıldığında (TS 825 programı sonuçları), bu değer Millenium Park Evleri için 22,49 kWh/m^3, Tepe Ören Vilları için 22,11 kWh/m^3, Kınalı Evleri için 70,69 kWh/m^3, Anadolu Yakası Evleri için 13,30 kWh/m^3, Kardelen Villaları için 76,19 kWh/m^3, Çelik Evler için 32,84 kWh/m^3, Göl Evi için 30,43 kWh/m^{3}ve Durusu Evi için ise 24,68 kWh/m^3' dir. Hesaplanan bu değerlerin olması gereken en büyük değerlerin altında çıktığı ve ele alınan tüm konutların 'TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standartına uygun çıktığı görülmektedir. Yine aynı çizelgedengörüldüğü gibi toplam enerji sınıfları (Bep-Tr programı sonuçları), Millenium Park Evleri için C sınıfı, Tepe Ören Villaları için C sınıfı, Kınalı Evleri için B sınıfı, Anadolu Yakası Evleri için C sınıfı, Kardelen Villaları için C sınıfı, Çelik Evler için B sınıfı, Göl Evi için B sınıfı ve Durusu Evi için ise C sınıfıdır. Bu değerlerin toplam enerji sınıfları için istenen en az değer olan C sınıfı değerini sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.34 : Ele alınan çelik konutların hesap sonuçları.

	KONUTLAR	İKLİM BÖL-GESİ			Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (TS 825 programı) (kWh/m³)		Toplam Enerji Sınıfı (BEP-TR programı)
					Hesaplanan değer	Olabilecek en büyük değer	
Konut Siteleri	Millenium Park Evleri	2	Ud(W/m²°C)	0,585	22,49	22,56	C
			U_T(W/m²°C)	0,302			
			U_t(W/m²°C)	0,303			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			Uk(W/m²°C)	3,5	**22,49<22,56**		
	Tepe Ören Villaları	2	Ud(W/m²°C)	0,265	22,11	24,94	C
			U_T(W/m²°C)	0,653			
			U_t(W/m²°C)	0,501			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			Uk(W/m²°C)	4,0	**22,11<24,94**		
	Kınalı Evleri	2	Ud(W/m²°C)	0,292	70,690	71,530	B
			U_T(W/m²°C)	0,295			
			U_t(W/m²°C)	0,404			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			Uk(W/m²°C)	3,5	**70,69<71,53**		
	Anadolu Yakası Evleri	1	Ud(W/m²°C)	0,462	13,30	15,20	C
			U_T(W/m²°C)	0,297			
			U_t(W/m²°C)	0,680			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			U_k(W/m²°C)	3,5	**13,30<15,20**		
	Kardelen Villaları	2	Ud(W/m²°C)	0,298	76,190	77,840	C
			U_T(W/m²°C)	0,193			
			U_t(W/m²°C)	0,420			
			U_p(W/m²°C)	2,2			
			U_k(W/m²°C)	3,5	**76,19<77,84**		
Apart-manlar	Çelik Evler	2	Ud(W/m²°C)	0,269	76,19	77,84	B
			U_T(W/m²°C)	0,210			
			U_t(W/m²°C)	0,506			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			Uk(W/m²°C)	3,5	**32,84<42,12**		
Tek Evler	Göl Evi	2	Ud(W/m²°C)	0,422	30,43	31,30	B
			U_T(W/m²°C)	0,257			
			U_t(W/m²°C)	0,344			
			U_p(W/m²°C)	1,8	**30,43<31,30**		
	Durusu Evi	2	Ud(W/m²°C)	0,422	24,68	29,31	C
			U_T(W/m²°C)	0,257			
			U_t(W/m²°C)	0,344			
			U_p(W/m²°C)	2,7			
			Uk(W/m²°C)	3,5	**24,68<29,31**		

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde doğal enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Enerji korunumu açısından sürdürülebilir bir yapma çevre oluştururken doğal kaynakları bilinçli kullanmak gerekmektedir. Bu amaçla mimar olarak enerji etkin binalar tasarlamak en önemli görevlerimizden biri olmalıdır.

Bu çalışmada, özellikle 1999 İzmit-Kocaeli depreminden sonra uygulama alanı artan çelik taşıyıcı sistemli konutlar ele alınmıştır. Öncelikle tek evler, apartmanlar ve sitelerin taşıyıcı sistemleri incelenmiş, sonrasında ise 'TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardına ve 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonuçları bölüm 4' de verilmiş, çalışmada elde edilen genel sonuçlar ise aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- Ele alınan tüm örneklerde taşıyıcı sistem elemanları tespit edilmiştir.
- Ele alınan tüm binaların 'TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardına uygun yapıldığı saptanmıştır.
- 'TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardına uygun yapıldığı saptanan binaların, 'Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak, minimum 'C Sınıfı' enerji performansı elde ettikleri saptanmıştır.

Yapılan bu çalışma sonucunda geliştirilen öneriler aşağıdaki gibidir;

- Mevcut bir binayı, sonradan yapılacak müdahalelerle enerji etkin hale getirmek yüksek maliyetli olacağı ve bütün binaların 2017 yılına kadar 'Enerji Kimlik Belgesi' alması zorunlu hale geldiği için, binalar daha tasarım aşamasındayken enerji etkin olarak tasarlanmalıdır.
- Mevcut bina stokunun fazlalığı nedeniyle bütün binaların istenen enerji performansı sınıfını elde etmesi zaman alacaktır. Bu işlerin hızlandırılması için teşviklerin artırılması gereklidir.

- Dünya genelinde pek çok ülkede, zorunlu ve gönüllü uygulamalarla binalarda enerji etkinliği konusunda çok fazla çalışma ve uygulama mevcuttur. Türkiye gibi konunun yeni yeni yaygınlaştığı ülkelerde ise, enerji etkin binalar konusunda toplumu bilgilendirmek ve teşvik etmek gerekmektedir.
- Gerekli eğitim, teşvik ve vergi indirimi vb. uygulamalar ile tasarımcı, yapımcı ve kullanıcılar enerji etkin tasarıma yönlendirilmelidir.
- Çelik yapı sistemi son derece hızlı bir inşaat sistemidir. İklim farkı ayırt etmeksizin konut tipi yapılarda, kısa sürede ana taşıyıcı sistem kurulur ve anahtar teslimi imalat tamamlanır. Belli bir "inşaat mevsimi" yoktur. Temel dışında betonarme gerektirmez. Üretim fabrikasyon olarak yapıldığından, kolay ve hızlı nakliye, asgari zaman ve elemanla hızlı ve pratik montaj imkânı sağladığı için de inşaat süresini kısalttığı gibi, hızlılığı ve temizliğiyle şantiyede maksimum inşa kolaylığı sağlar.Binanın erken teslimi, satış ve kira getirisi olarak da avantaj sağlar. Taşıyıcı yapısının ömrü çok uzundur. Kuşaklar boyu güven içinde bir yaşam sunar. Taşıyıcı sistem yeniden kullanılabilir ve geri dönüşümlüdür. Bakım ihtiyacı yok denecek kadar az olmakla birlikte, yenileme ve değişiklik ihtiyaçlarına sınırsızca çözümler sunabilmesi, tüm tadilat ve yenilemelerin düşük maliyetli ve kolay oluşu, bina değerini ömür boyu yüksek tutar. Bu nedenle, doğru bir yatırımdır.
- Bir deprem ülkesi olan Türkiye'de, konut inşaatı sektöründe çelik kullanımının, son derece isabetli bir tercih olacağı kuşkusuzdur. Çelik, depreme en iyi karşılık veren malzemedir. Sünekliliği ile, esnekliğinin ahşaba oranla 21, betonarmeye (beton+demir donatı) oranla 10 kat fazla oluşuyla, kötü zeminli bölgelere uygunluğuyla, hafifliğiyle, özgül ağırlığının taşıdığı yüke oranının küçüklüğüyle, betona kıyasla çok daha homojen ve izotrop yapısıyla, mukavemetinin çok yüksek oluşuyla çeliğin sağlamlığı tartışılmazdır. Yapısal çeliğin, konut inşaatı sektöründe kullanım alanı buluşundaki neden ve avantajlar göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

Akın, C., T. (2010). Yerleşme ve Bina Ölçeğinde İklimle Dengeli Tasarım Kriterlerinin Belirlenmesi, *Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi,* YTÜ, İstanbul, Mart 4-5.

Arda, T. S. (2000)**.** Çelik Yapılar Dersi Ders Notları

Arda, T. S. (1999).Çeliğin Mimarlığa Sağladığı Olanaklar, İstanbul.

Arda, T. S. ve Büyüktaşkın, H. A. (1998).Modular Design Used In The Constructional Erection Of A Roof In The Cylindrical Vault Shape, *Nordic Steel Construction Conference 98,*Bergen, Norveç, Eylül 14-16.

Arda, T. S. ve Uzgider, E. (1989).Soğukta Şekil Verilmiş İnce Cidarlı Çelik Elemanlar, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul,s1-2.

Ak, F. (1993). Enerji Etkin Konut Ve Yerleşme Birimi dizaynında Uygulanabilecek Bir Yaklaşım, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s9-13.

Aytıs, S. ve Polatkan, I. (2010). Sürdürülebilir Tasarım Kavramında Temel İlkeler & Yapı ve Toplum Ölçeğinde Değerlendirilmesi, *Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi,* YTÜ, İstanbul, Mart 4-5.

Bayram, M. (2011). X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Bayazıt, N., Dülgeroglu Y. ve Yılmaz, Z. (1992).Toplu Konut Standartları- Mekan, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi, *Toplu Konut Yapımcıları Dernegi*, İ.T.Ü ,İstanbul.

Berköz, E. (1983)**,**Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı,*Profesörlük Tezi,* İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s.127.

Berköz, E., Yılmaz Z., Kocaaslan, G., Yıldız, E. ve Ak F. (1995). İNTAK 201 Enerji Etkin Konut Ve Yerleşme Tasarımı, *TÜBİTAK,* İstanbul, s.13-20.

Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği (2008). *Türk Standartları Enstitüsü,*Resmi Gazete, Sayı: 27019 , Ankara.

Büyüktaşkın, H. A. (2002). Clean and Spacious Apperance For A Pleasing Atmosphere, *Eurosteel,* Coimbra, s71-76.

Çakmanus, A. (2004). Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 84, 20-27, Kasım-Aralık, 2001.

Çeltikçi, N. (2004). İstanbul Bilgi Üniversitesi Dolapdere Kampüsü Ek Binaları Çelik Yapıları, *Çelik Yapılar Dergisi, ,* 6-8, Eylül 2004.

Dağgülü, İ. (2010). Enerji Mimarlığı Ya Da Güncel Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Binalarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Yararlanabilme Yeteneği, *Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi,* YTÜ, İstanbul, Mart 4-5.

Debes, G. (1949). Kagir, Beton, Betonarme Cilt-1, İTÜ Matbaası, İstanbul

Deren, H.,Uzgider, E. ve Piroğlu, F. (2002). Çelik Yapılar, Çağlayan Kitabevi, İstanbul

Demirbilek F. ve Yılmaz Z. (1996). İklimle Dengeli Mimarlık, *Mimarlık***,** İstanbul

Directive 2002/91/EC (2002).“The Energy Performance Of Buildings”, European Parliament and of the Council.

Directive 2010/31/EU (2010)**.**“The Energy Performance Of Buildings”, European Parliament and of The Council.

Derinöz C., Işık B. (2009). Çok Katlı Çelik Yapıların Tesisat Yerleştirme Prensibi ve Avantajları, *Dizayn Konstrüksiyon Dergisi*, 277, 2009

Duman, N. ve Özgen, K. (1973). Çelik Yapılar Ders Notu Özetleri,İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

Ekinci, B. (2010). Boran Ekinci İle Söyleşi. *Çelik Yapılar*, Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını 16-19, Şubat 2010.

Elagöz, A. (1989). Enerji Korunumlu Yapıların Yönlendirilmesi ve Biçimlendirilmesi için Yeni Bir Metod, *Doktora Tezi*, İTÜ, İstanbul.

Enerji Verimliliği Kanunu Yönetmeliği (2009). *Türk Standartları Enstitüsü*, Resmi Gazete, Sayı: 26510 , Ankara.

Enerji Performansı Yönetmeliği (2009). *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Gencer, A. (2003). Türkiye’de Çelik Strüktürler ve Kullanımını Arttırma Yöntemleri

Odabaşı, Y. (1997). Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, Beta Basım A.Ş., İstanbul

Öğüt, M., **R.** (2006). Az Katlı Yapılarda Taşıyıcı Olarak Çelik Malzemenin Kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi,* Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Öztürk, M. (2008). Çelik Taşıyıcı Sistemli Yapılarda Taşıyıcı Yapı Elemanlarının Farklı Malzemeli Yapı Bileşenleri İle Bağlantılarının İrdelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi,* Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Scheer, L. (1950). Çelik nedir?. (M. Sağışman, Çev.) Kurtulmuş Basımevi, İstanbul.

Türkçü, **Ç.** (1983), Çağdaş yapım ve strüktür sistemleri. Strüktür kavramları, katlanmış plaklar, kabuklar,*D.E.Ü Yayınları*, İzmir

TS-500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü***,** Ankara.

TS-648 (1980). Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

TS-825 (1998). Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

Uçar, M.D. (1998). Türkiye'deki Çelik Taşıyıcı Sistemli Binaların Detaylandırma Açısından incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, MSÜ, İstanbul

Yılmaz, Z. (2011). X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Yılmaz, Z.,Koçlar, G. ve Manioğlu,G. (2000). Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, *İ.T.Ü. Arastırma Fonu, Proje No: 985.*

Zeren, L., ve diğerleri (1980). *New Bioclimatic Chart For Environmental Design,* Portekiz, Proc. of International Congress on Building Energy Management, s.650.

Url-1 <*http://www.lirtek.com/tasiyici.htm*>, alındığı tarih: 22.05.2010

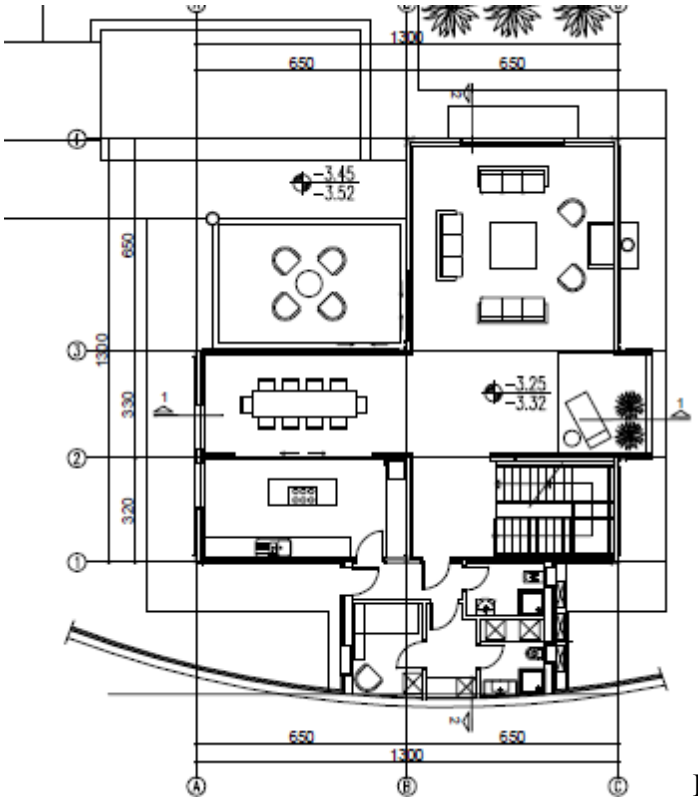
Url-2 <*http://arkiv.arkitera.com/t40-konut.html*>, alındığı tarih: 10.04.2010

Url-3<http://www.izoder.org.tr/isiyalitimi/ts825/TS%20825_YARDIM.pdf>, alındığı tarih: 10.04.2012

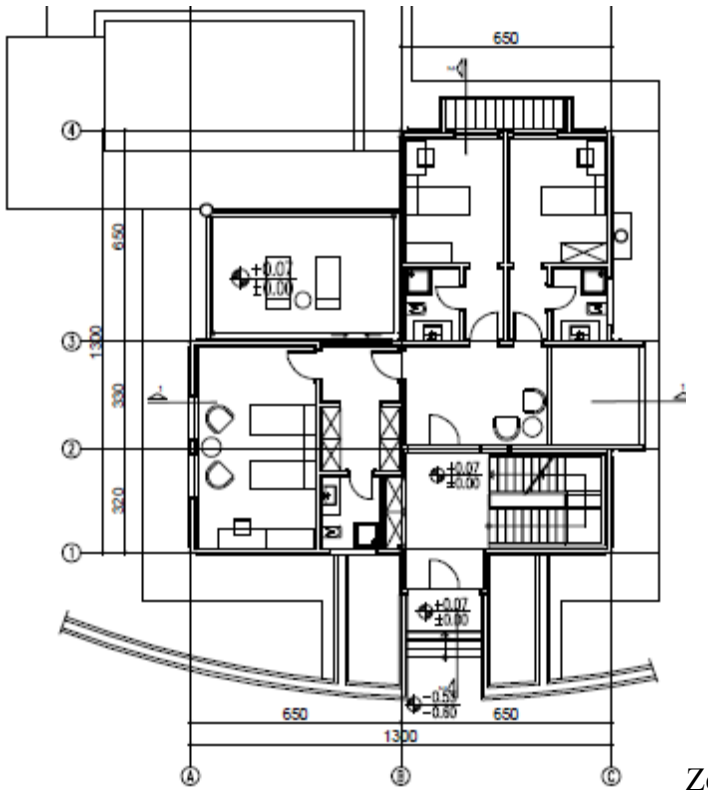
EKLER

EK A.1: Millenium Park Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.2: Tepe Ören Konutları Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.3:Kınalı Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.4: Anadolu Yakası Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.5: Kardelen Villaları Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.6:Çelik Evler Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.7:Göl Evi Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.8: Durusu Evi Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları
EK A.9: Ele alınanan çelik konutların Bep-Tr programı geometri seçimi.

EK A.1: Millenium Park Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları

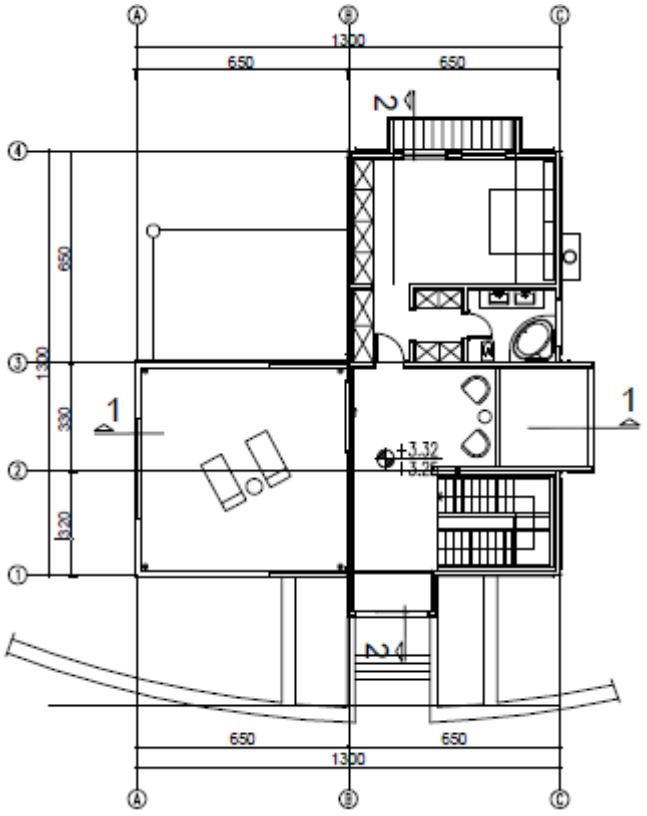


Bahçe Katı Planı

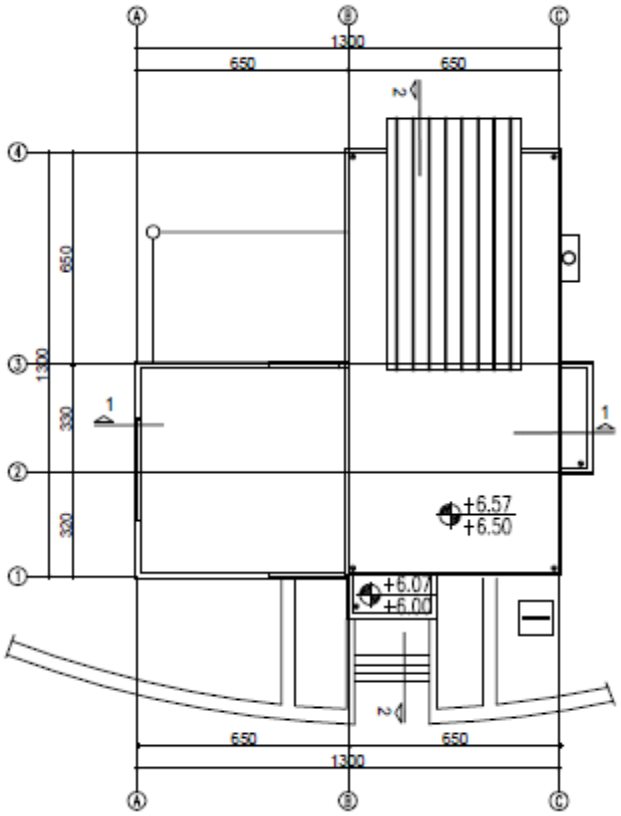


Zemin Kat Planı

Şekil A.1 : Millenium Park Evleri bahçe ve zemin kat planları.

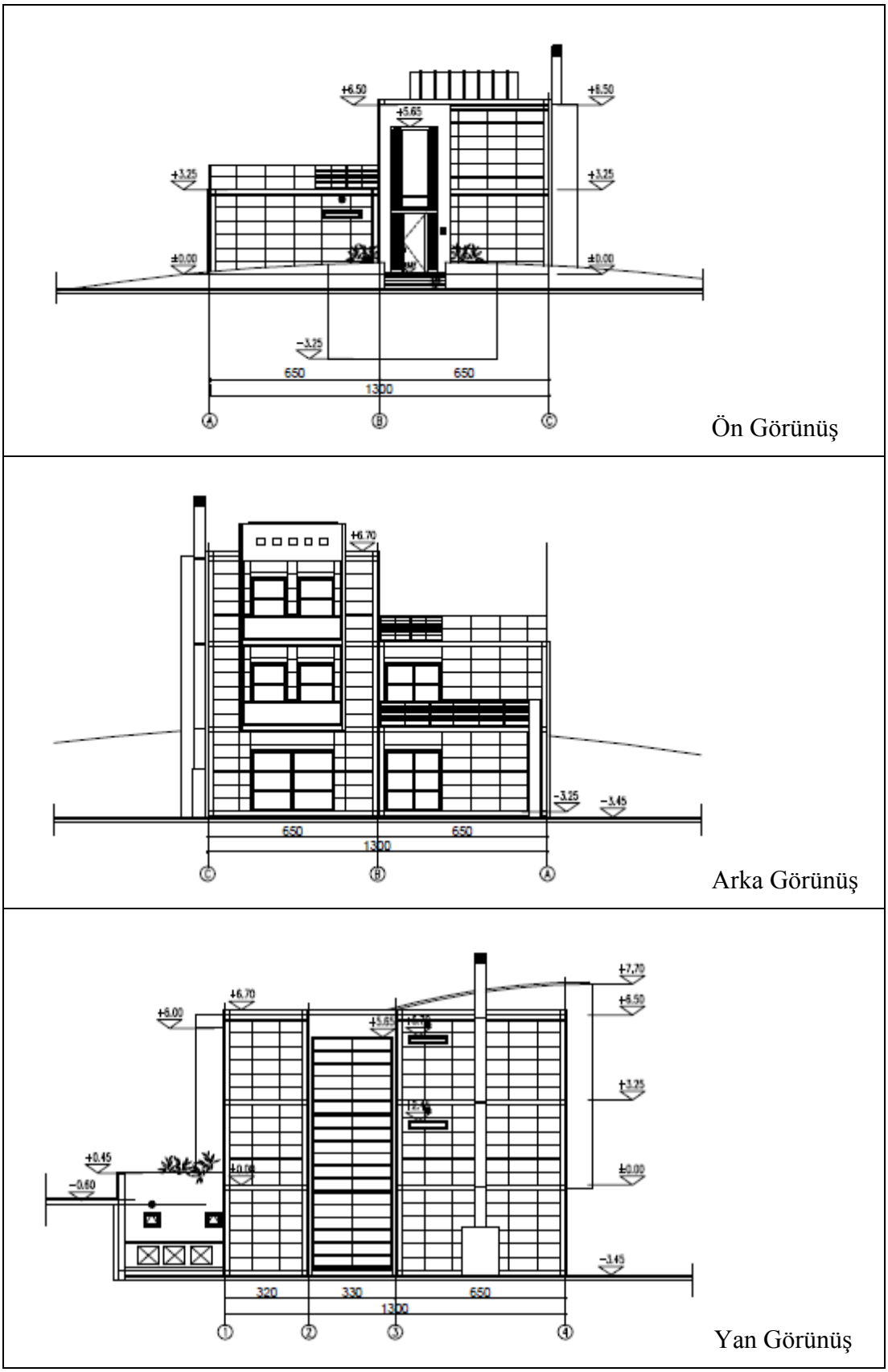


1. Kat Planı

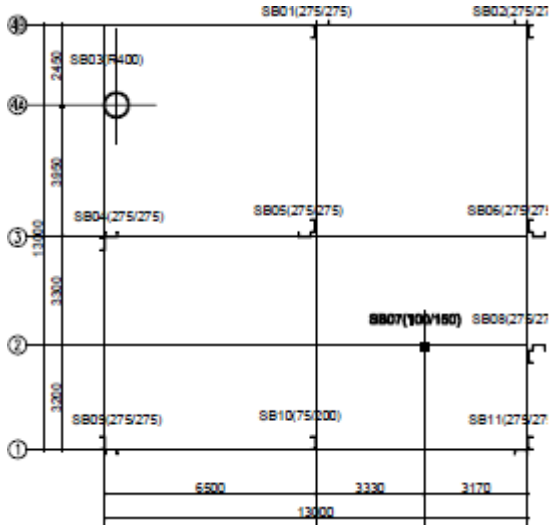


Çatı Katı Planı

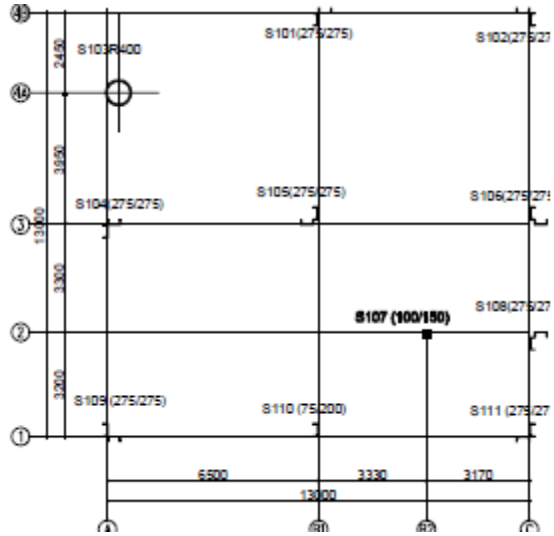
Şekil A.2 : Millenium Park Evleri birinci ve çatı kat planları.



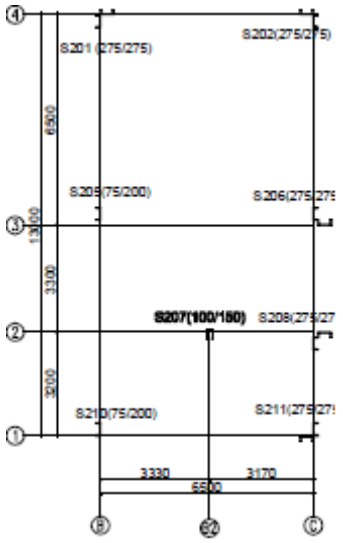
Şekil A.3 : Millenium Park Evleri görünüşler.



Bahçe Katı Planı



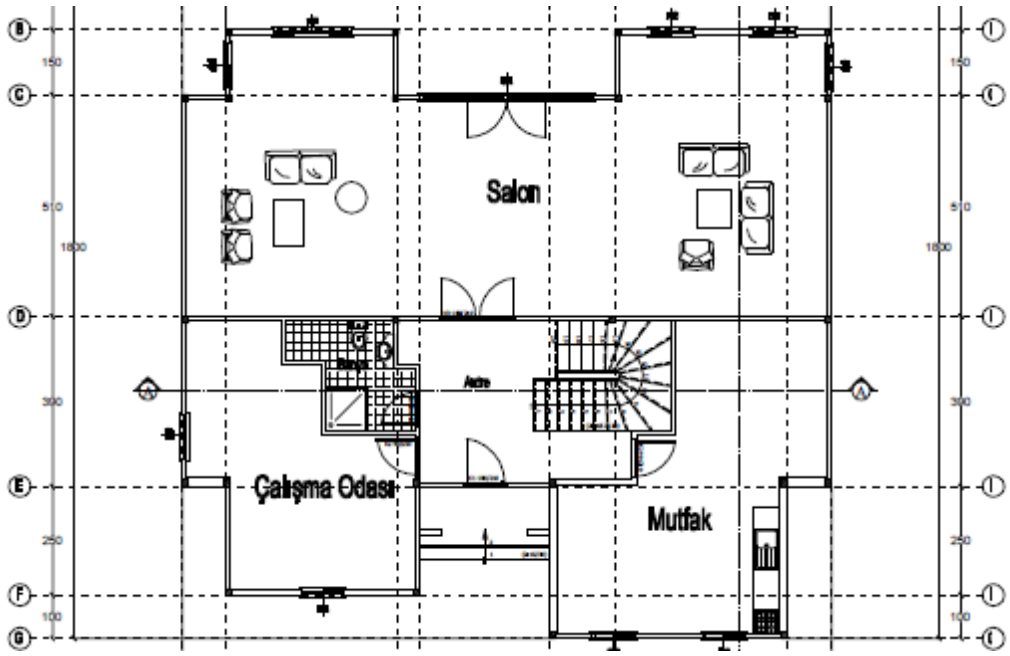
Zemin Kat Planı



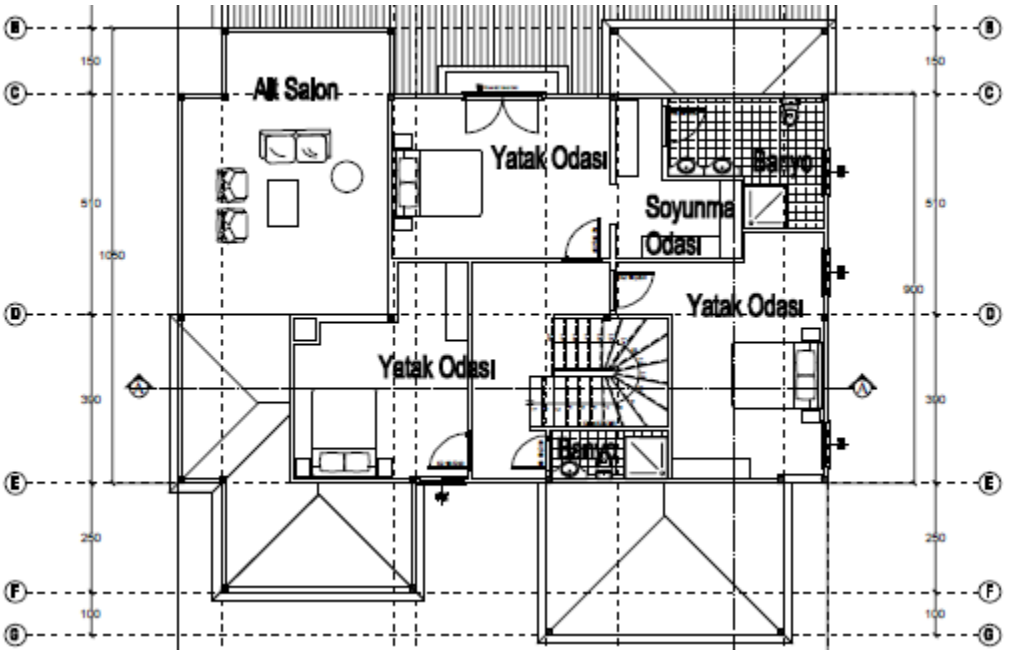
Birinci Kat Planı

Şekil A.4 : Millenium Park Evleri kolon aplikasyon planları.

EK A.2: Tepe Ören Konutları Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları

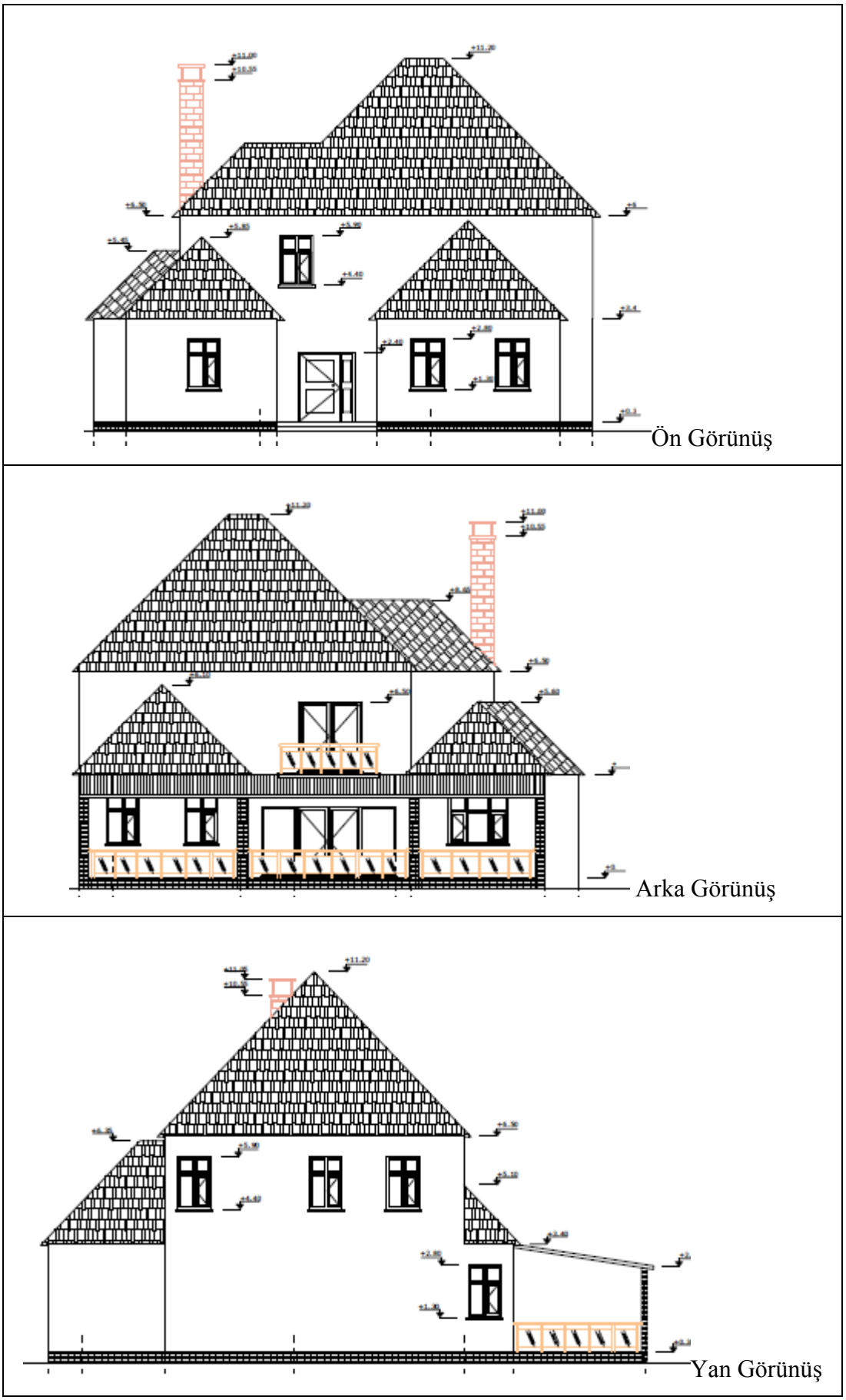


Zemin Kat Planı

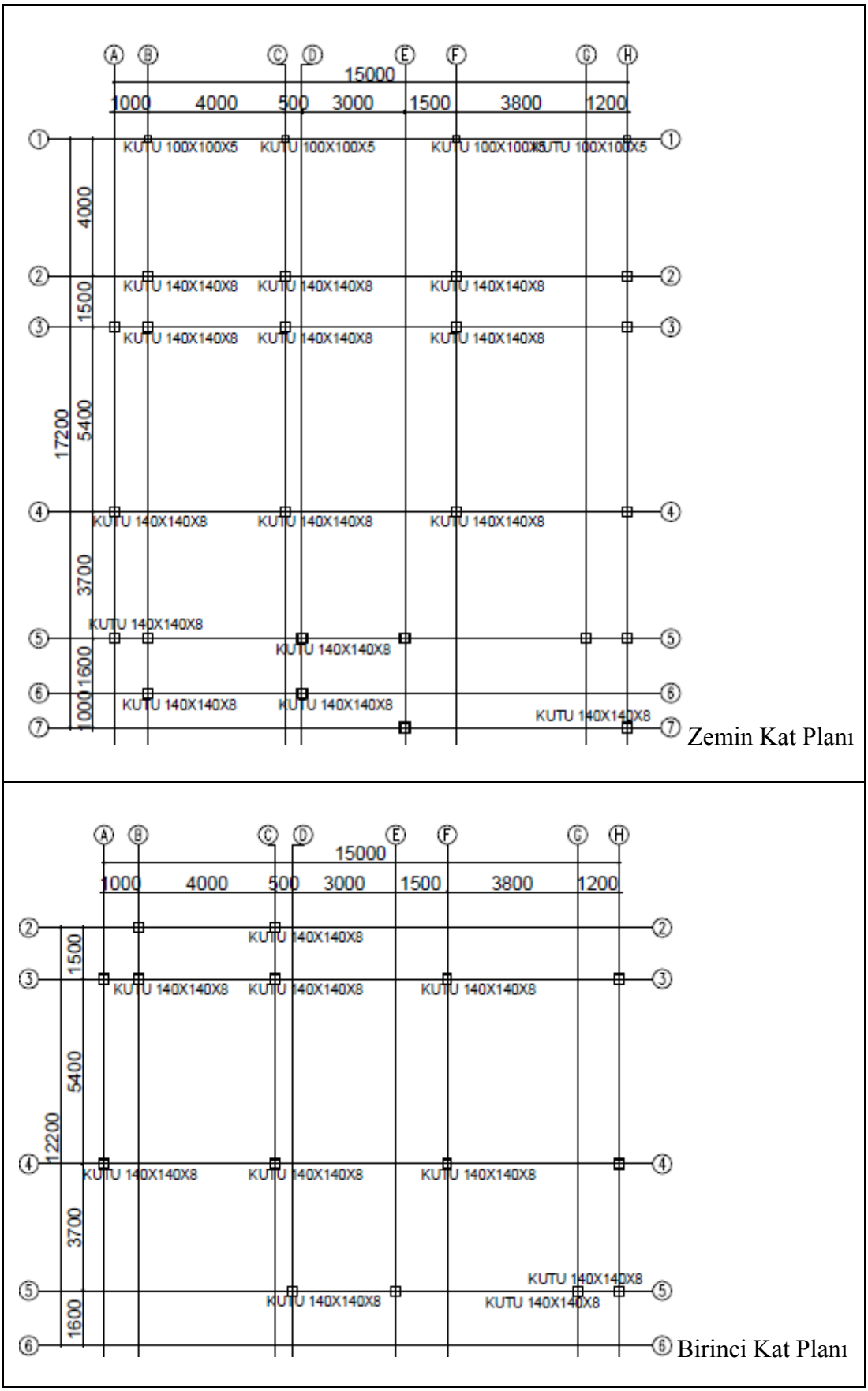


1. Kat Planı

Şekil A.5 : Tepe Ören Villaları kat planları.

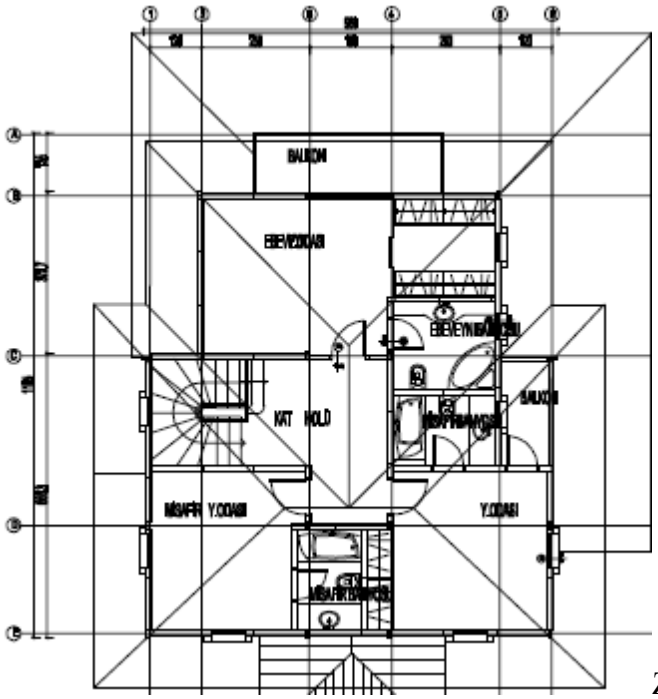


Şekil A.6 : Tepe Ören Villaları görünüşler.

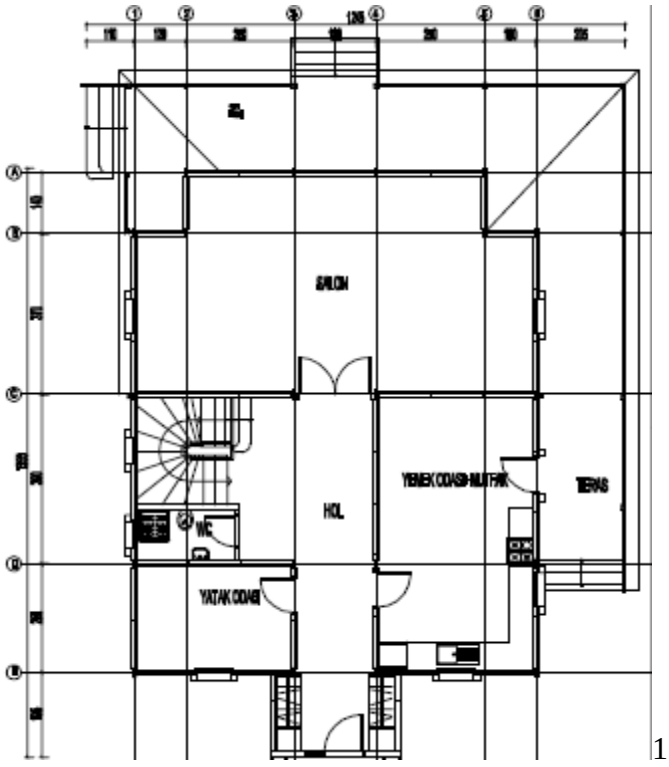


Şekil A.7 : Tepe Ören Villaları kolon aplikasyon planları.

EK A.3: Kınalı Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları

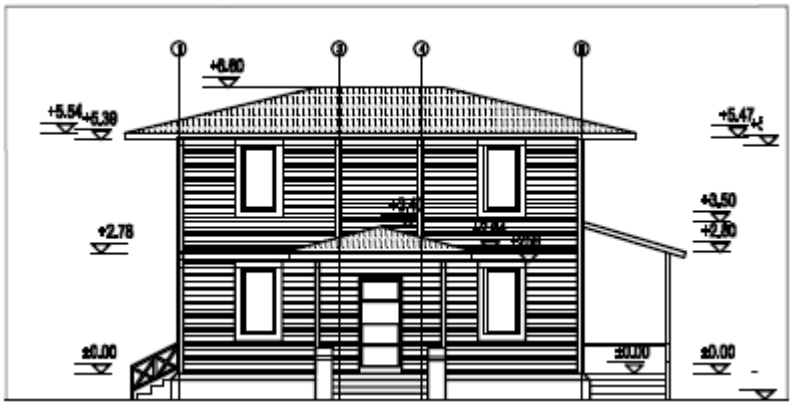


Zemin Kat Planı

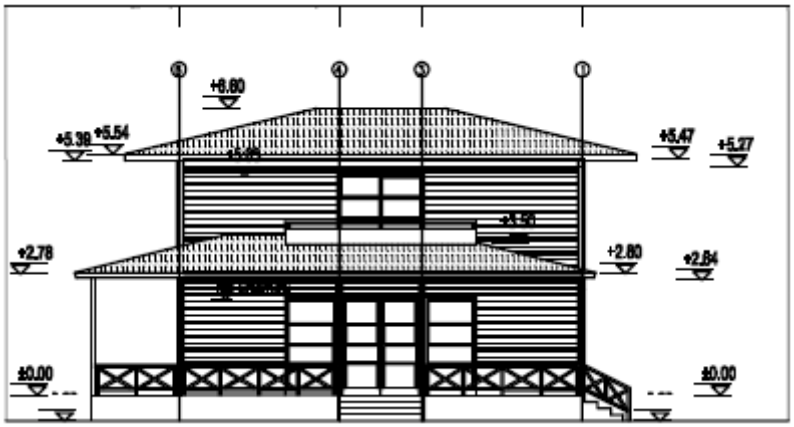


1. Kat Planı

Şekil A.8 : Kınalı Evleri kat planları.

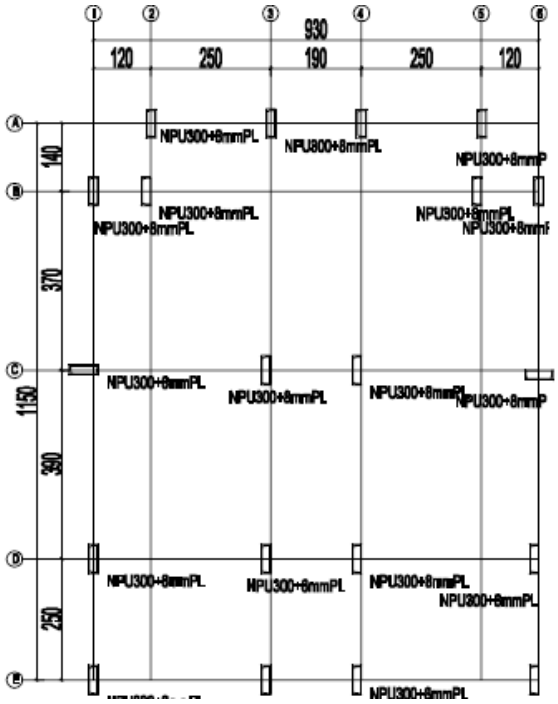


Ön Görünüş

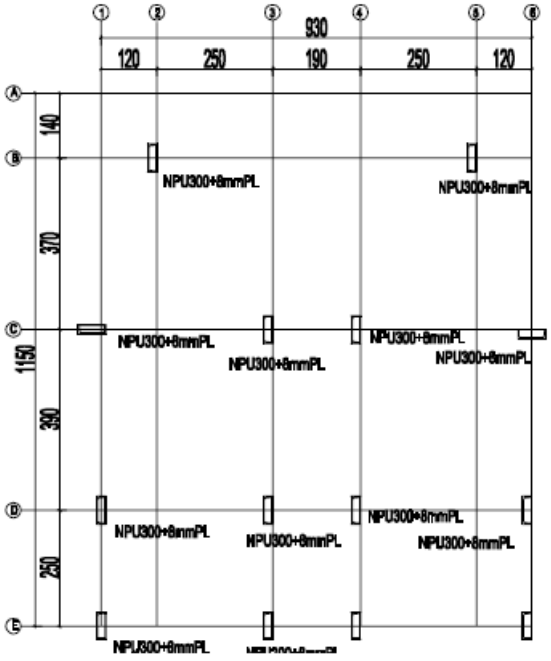


Arka Görünüş

Şekil A.9 : Kınalı Evleri görünüşler.



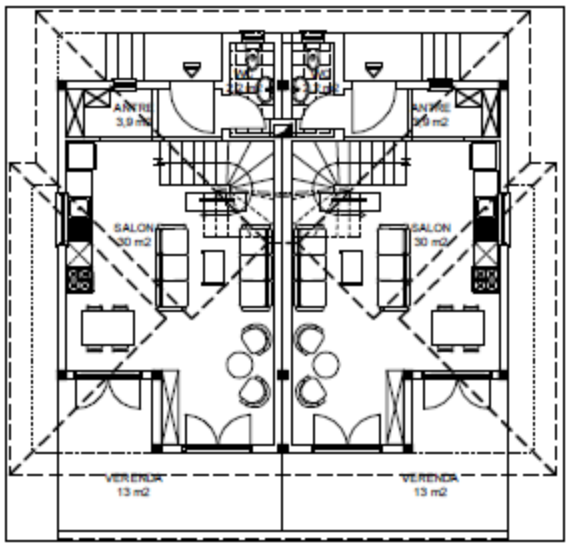
Zemin Kat Planı



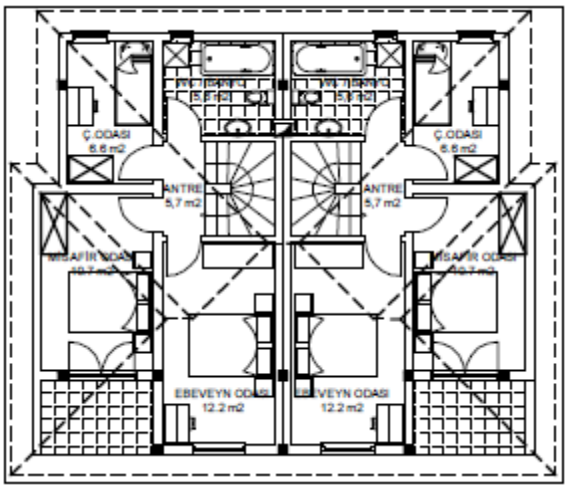
1. Kat Planı

Şekil A.10 : Kınalı Evleri kolon aplikasyon planları.

EK A.4: Anadolu Yakası Evleri Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları



Zemin Kat Planı

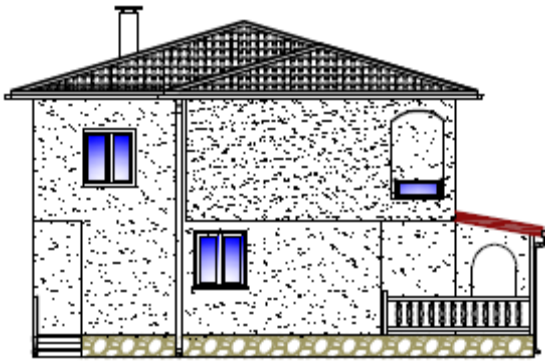


1. Kat Planı

Şekil A.11 : Anadolu Yakası Evleri kat planları.

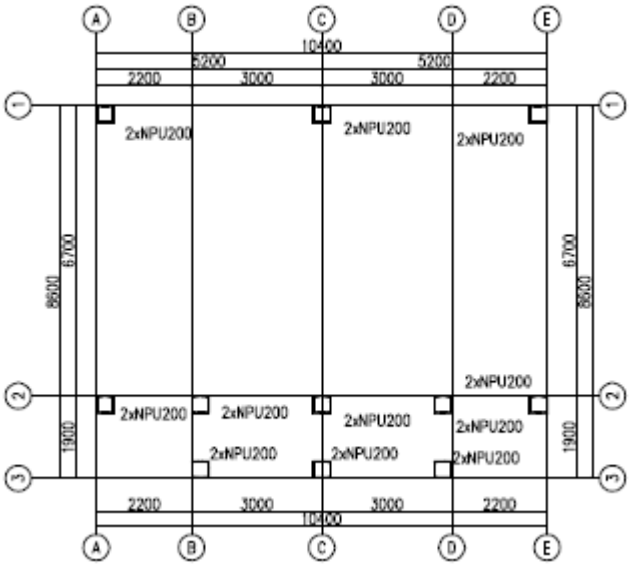


Ön Görünüş



Yan Görünüş

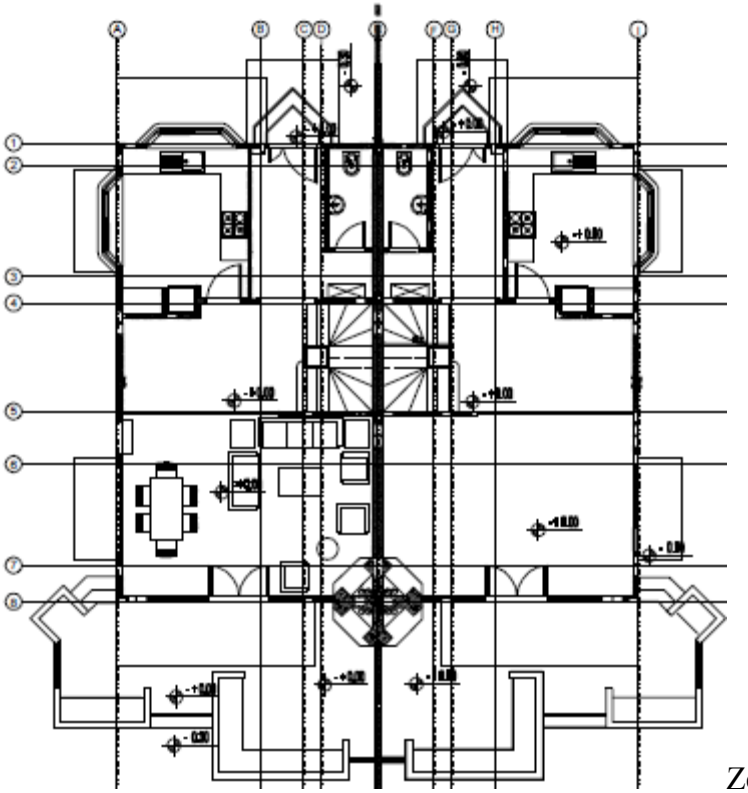
Şekil A.12 : Anadolu Yakası Evleri görünüşler.



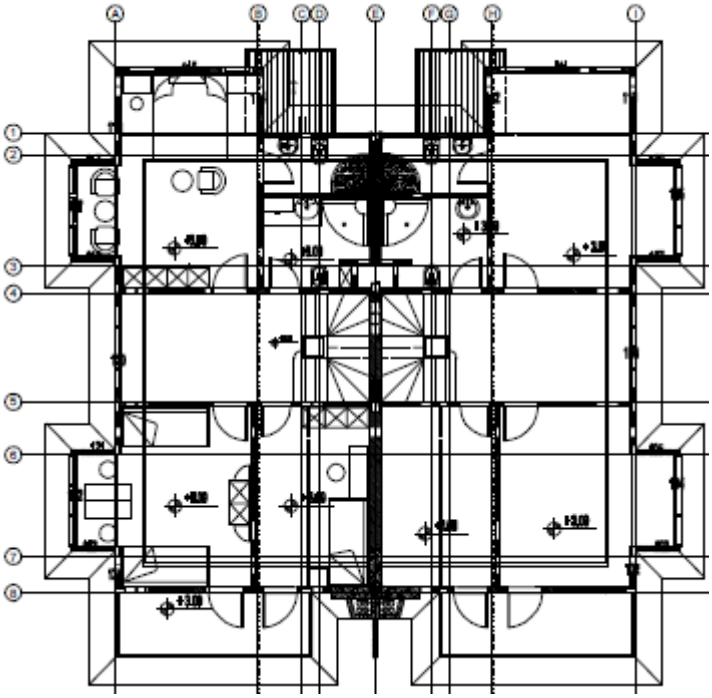
Zemin ve Birinci Kat

Şekil A.13 : Anadolu Yakası Evleri kolon aplikasyon planı.

EK A.5: Kardelen Villaları Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları

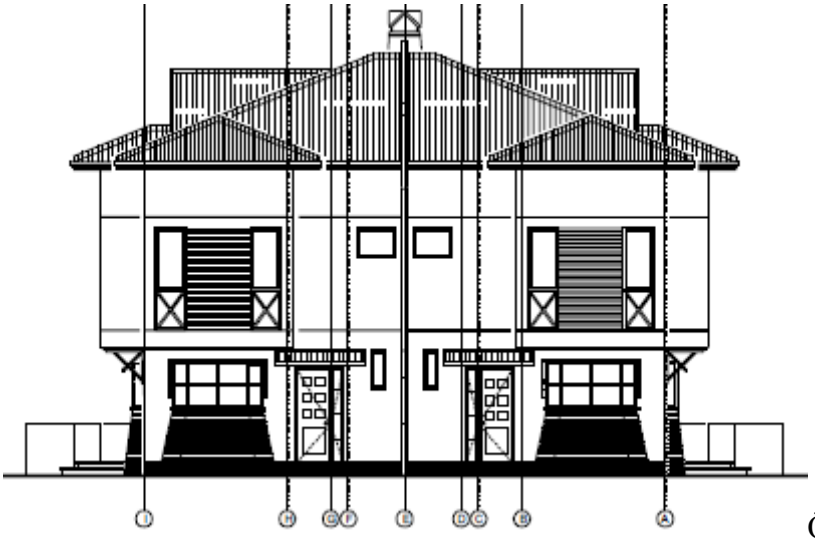


Zemin Kat Planı

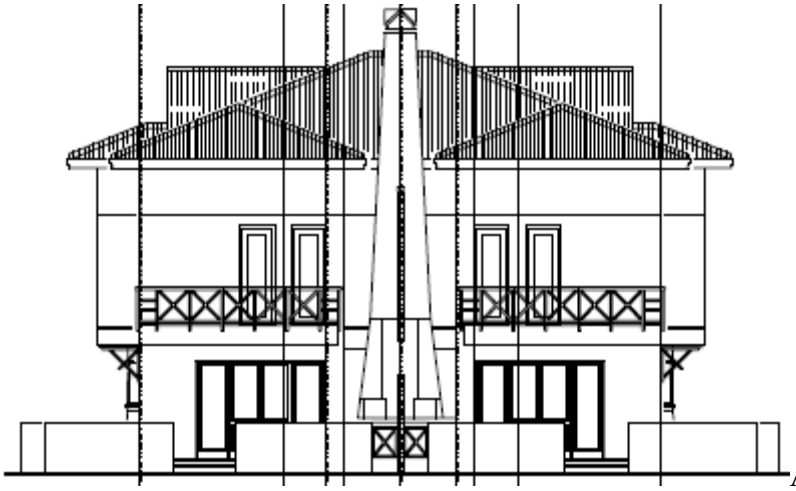


1. Kat Planı

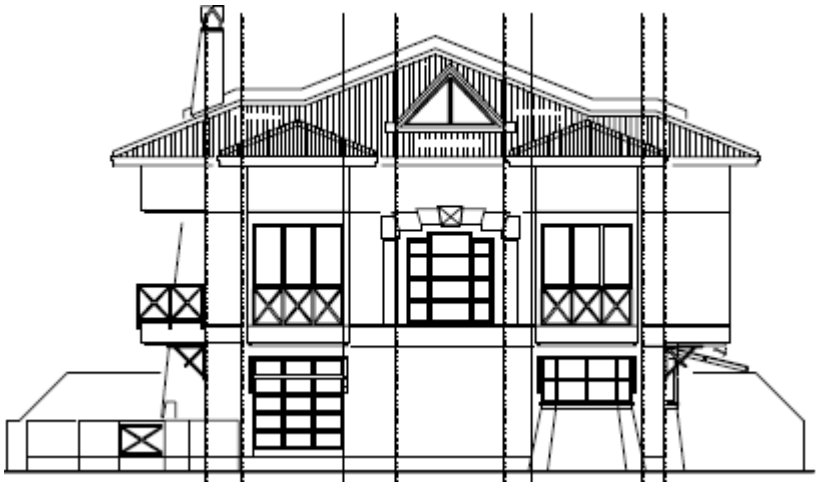
Şekil A.14 : Kardelen Villaları kat planları.



Ön Görünüş

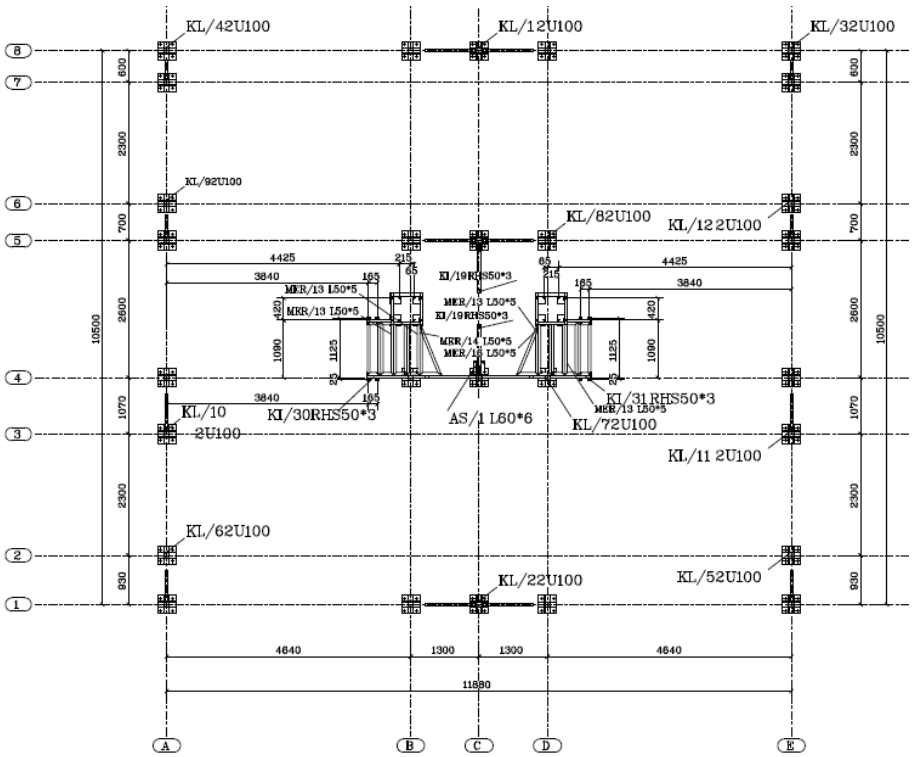


Arka Görünüş



Yan Görünüş

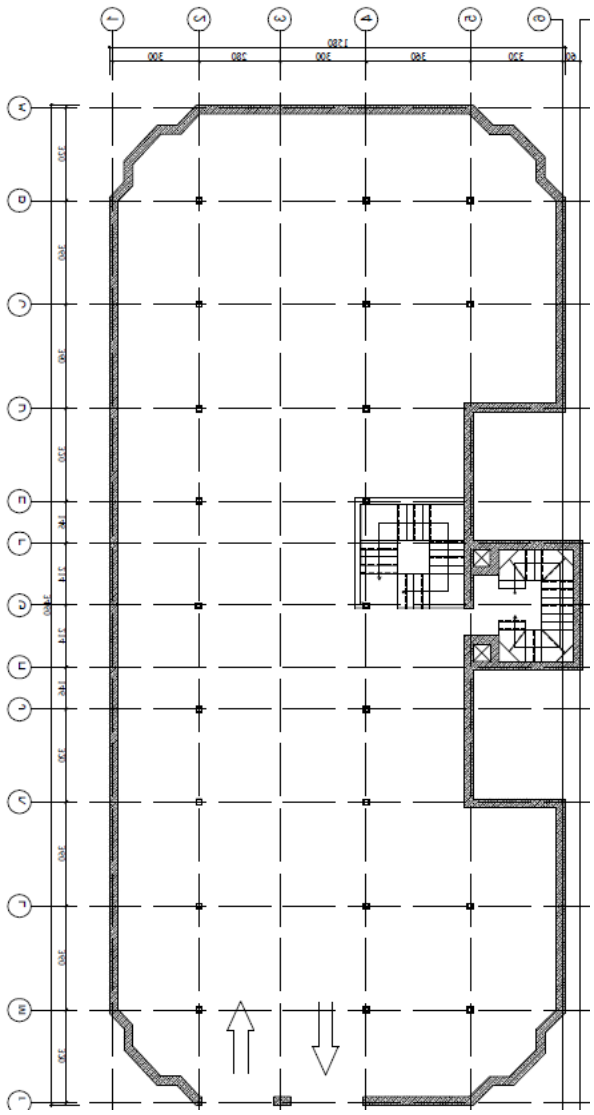
Şekil A.15 : Kardelen Villaları görünüşler.



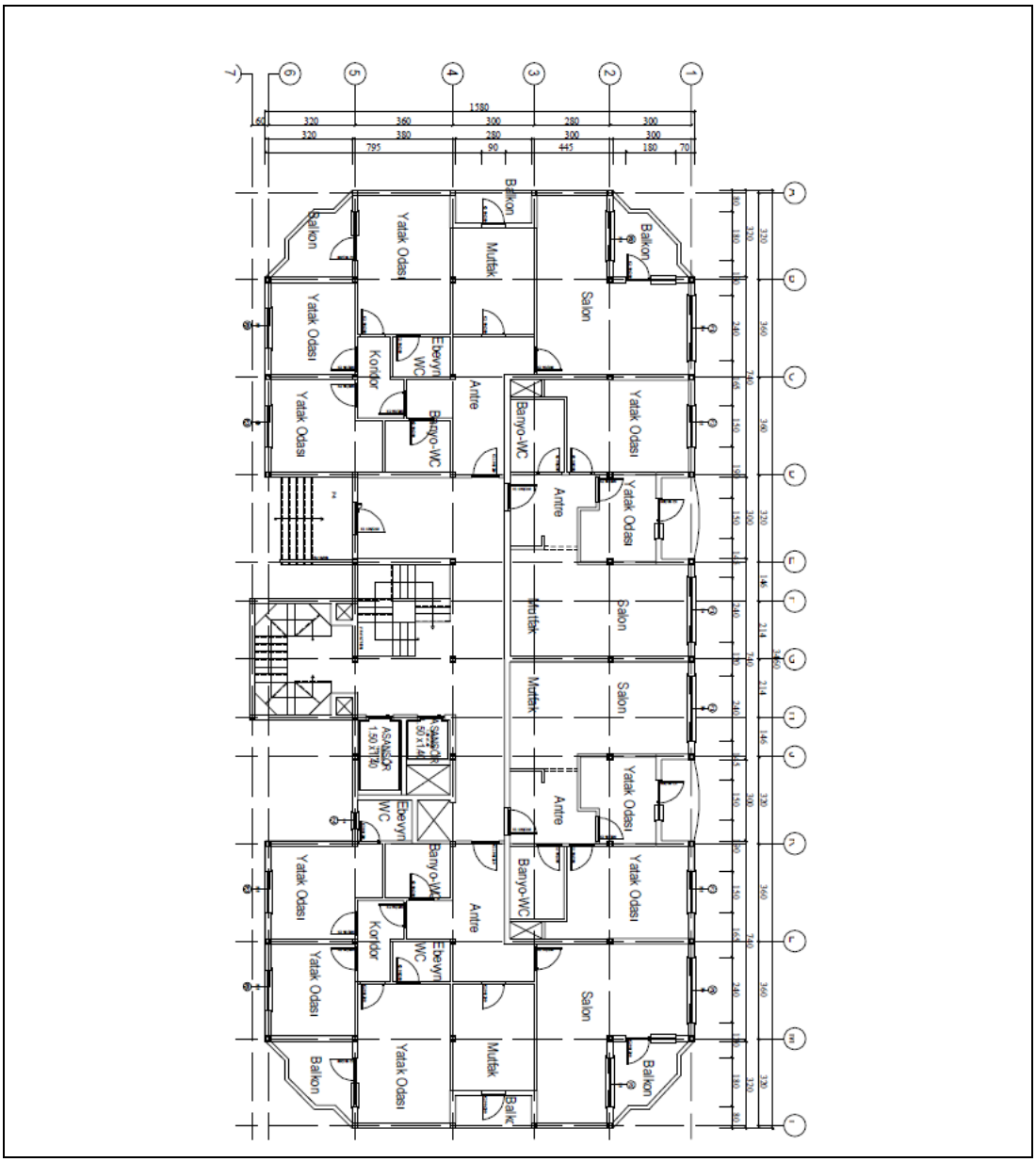
Zemin ve Birinci Kat Planı

Şekil A.16 : Kardelen Villaları kolon aplikasyon planı.

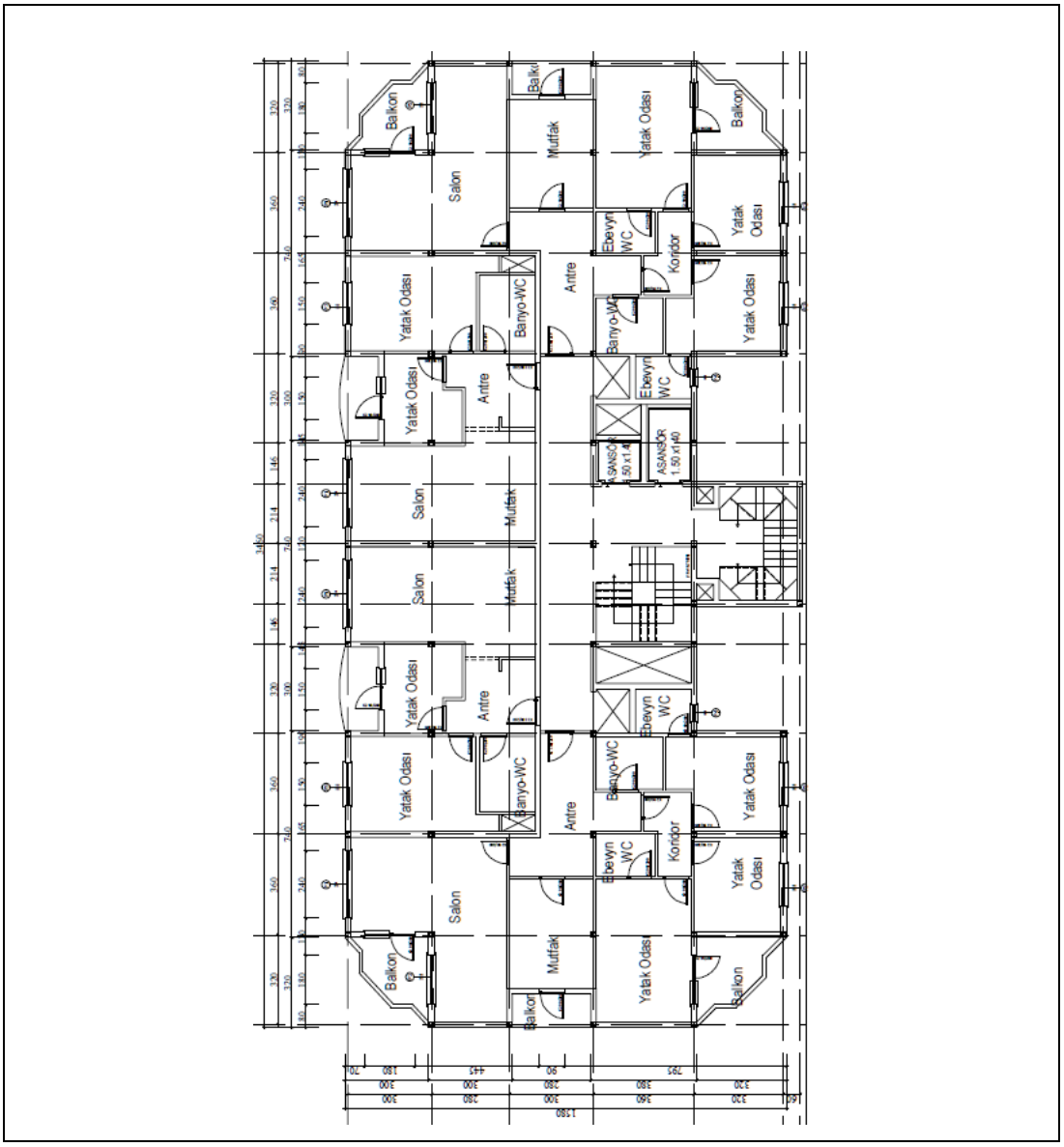
EK A.6:Çelik Evler Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları



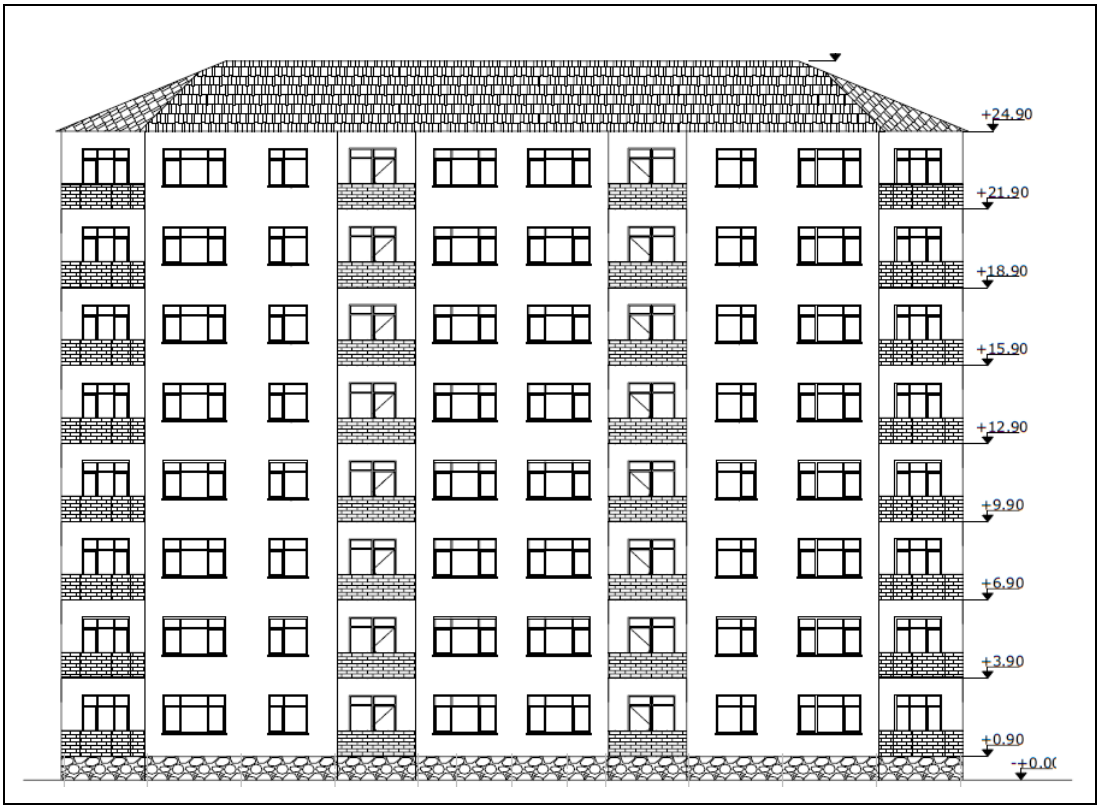
Şekil A.17 : Çelik Evler bodrum kat planı.



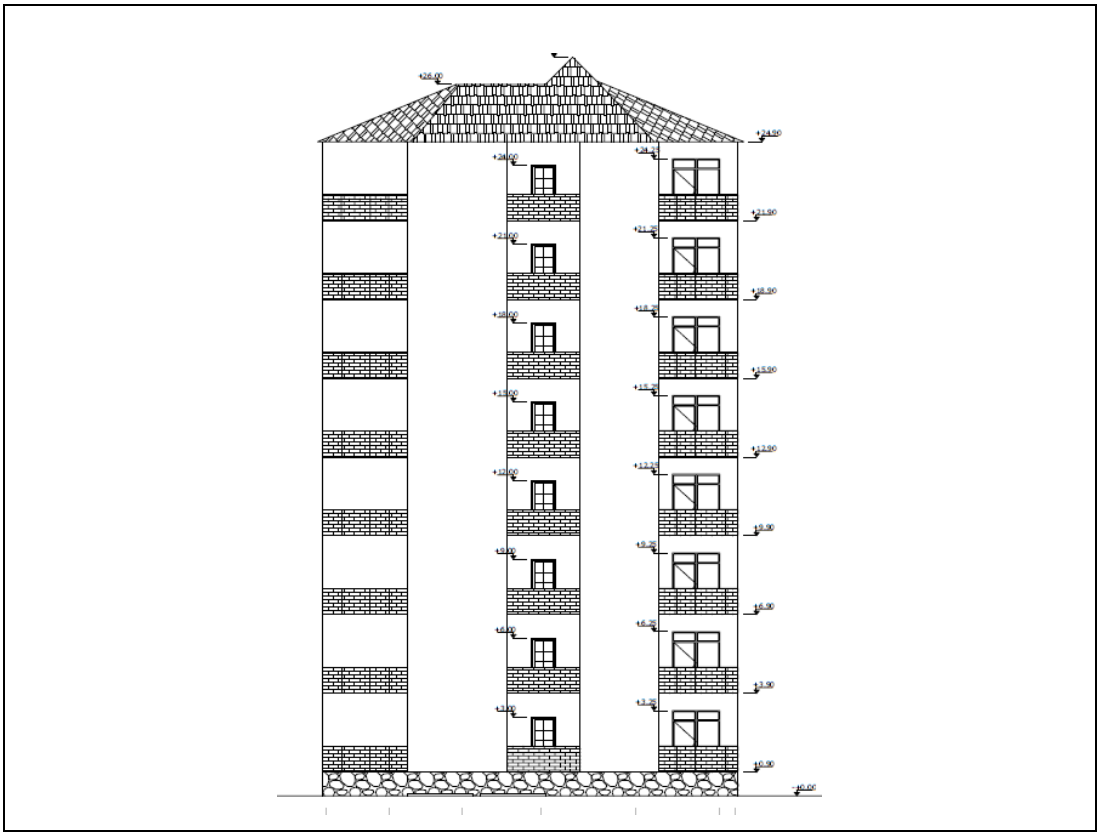
Şekil A.18 : Çelik Evler zemin kat planı.



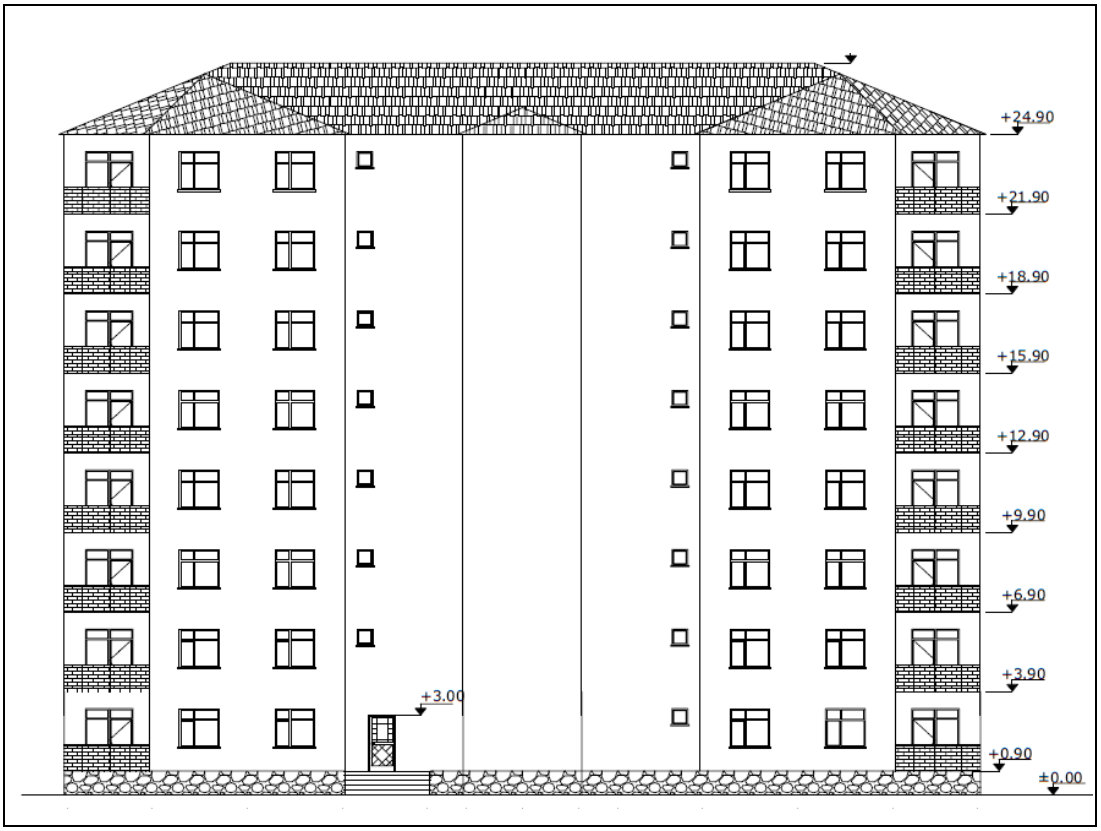
Şekil A.19 : Çelik Evler normal kat planı.



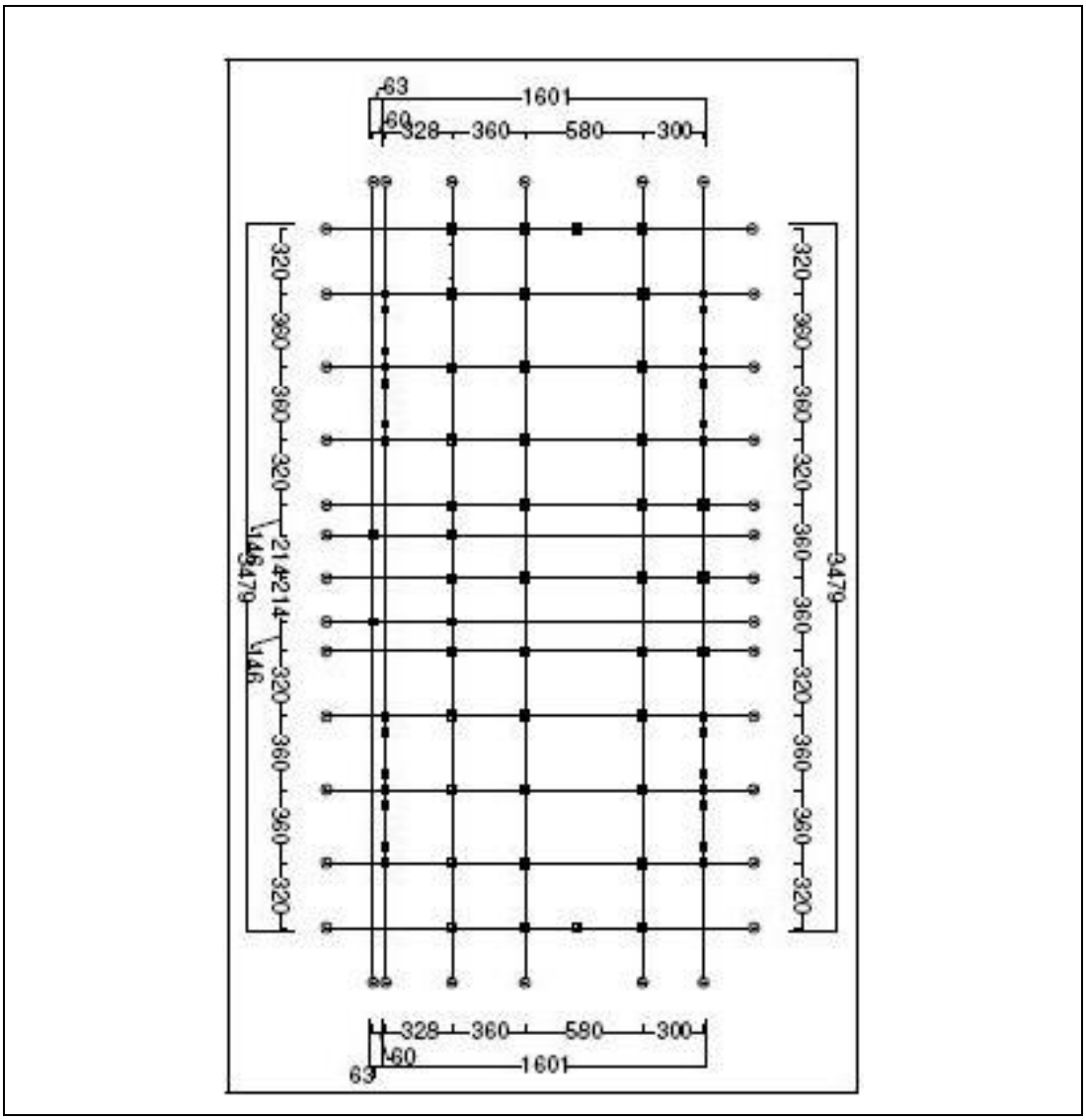
Şekil A.20 : Çelik Evler ön görünüş.



Şekil A.21 : Çelik Evler yan görünüş.

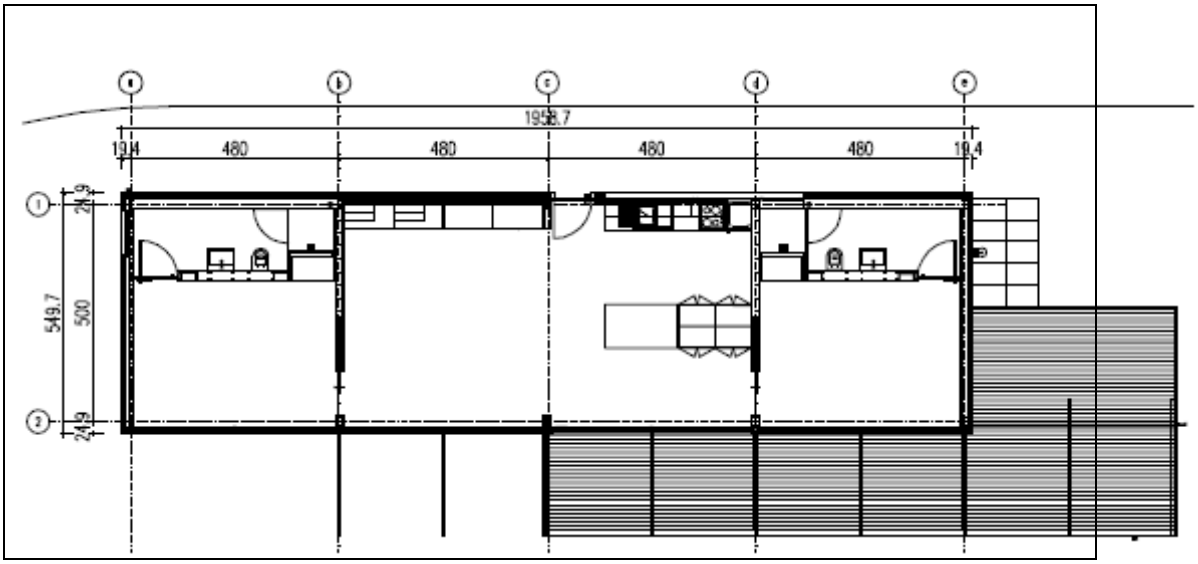


Şekil A.22 : Çelik Evler arka görünüş.

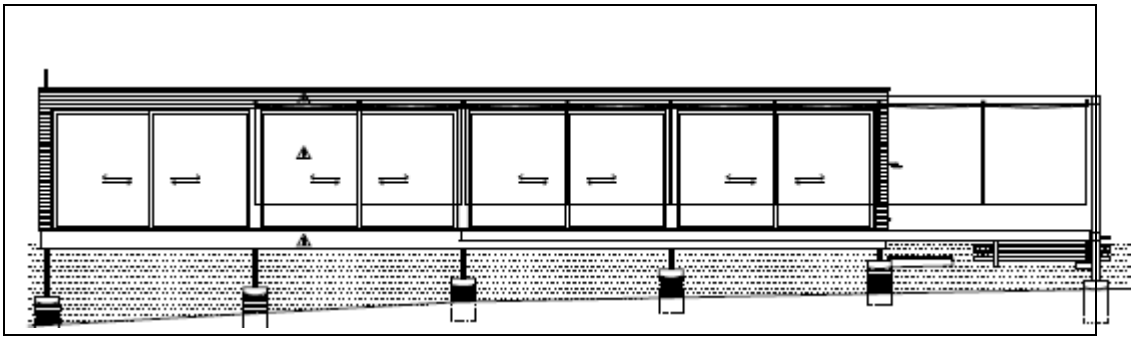


Şekil A.23 : Çelik Evler kolon aplikasyon planı.

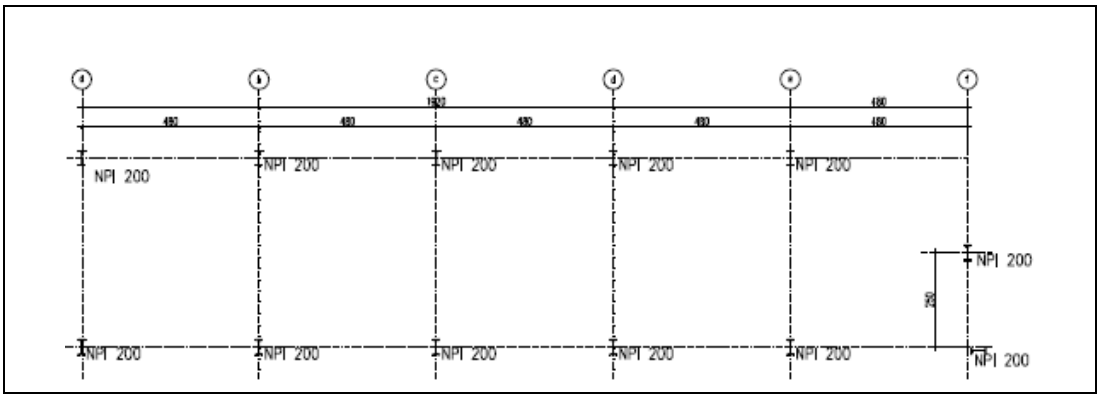
EK A.7:Göl Evi Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları



Şekil A.24 : Göl Evi kat planı.

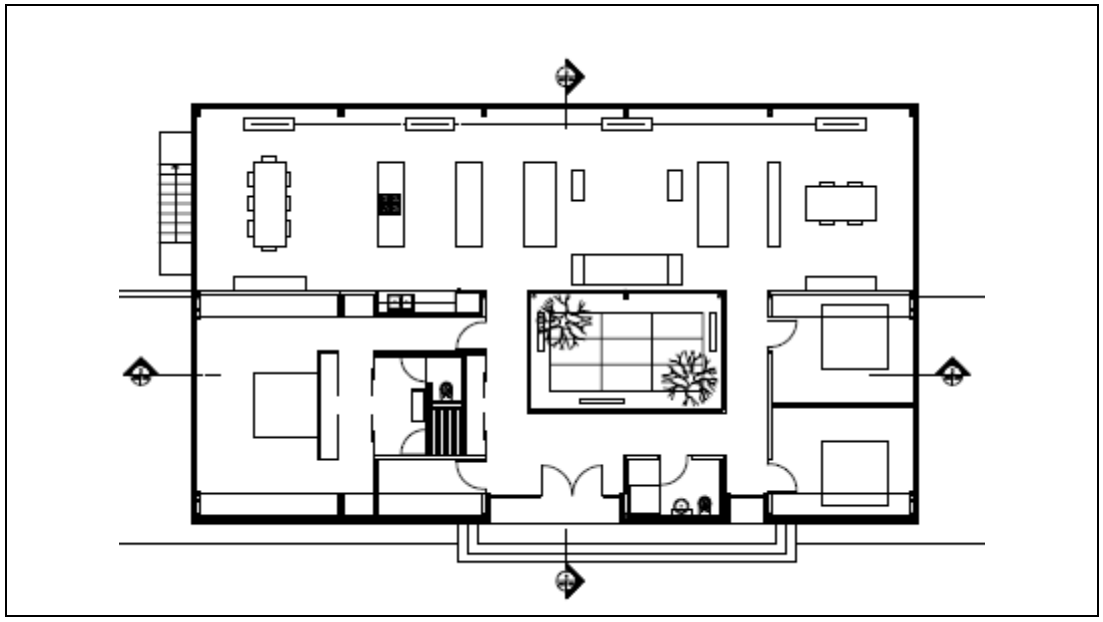


Şekil A.25 : Göl Evi ön görünüş.

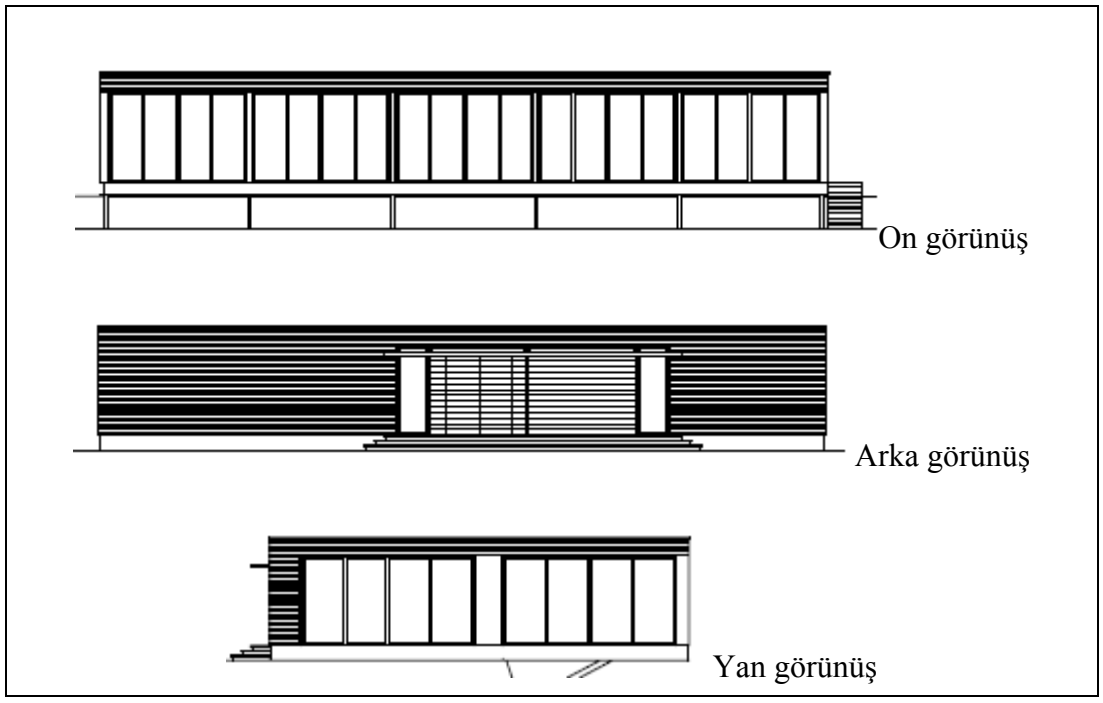


Şekil A.26 : Göl Evi kolon aplikasyon planı.

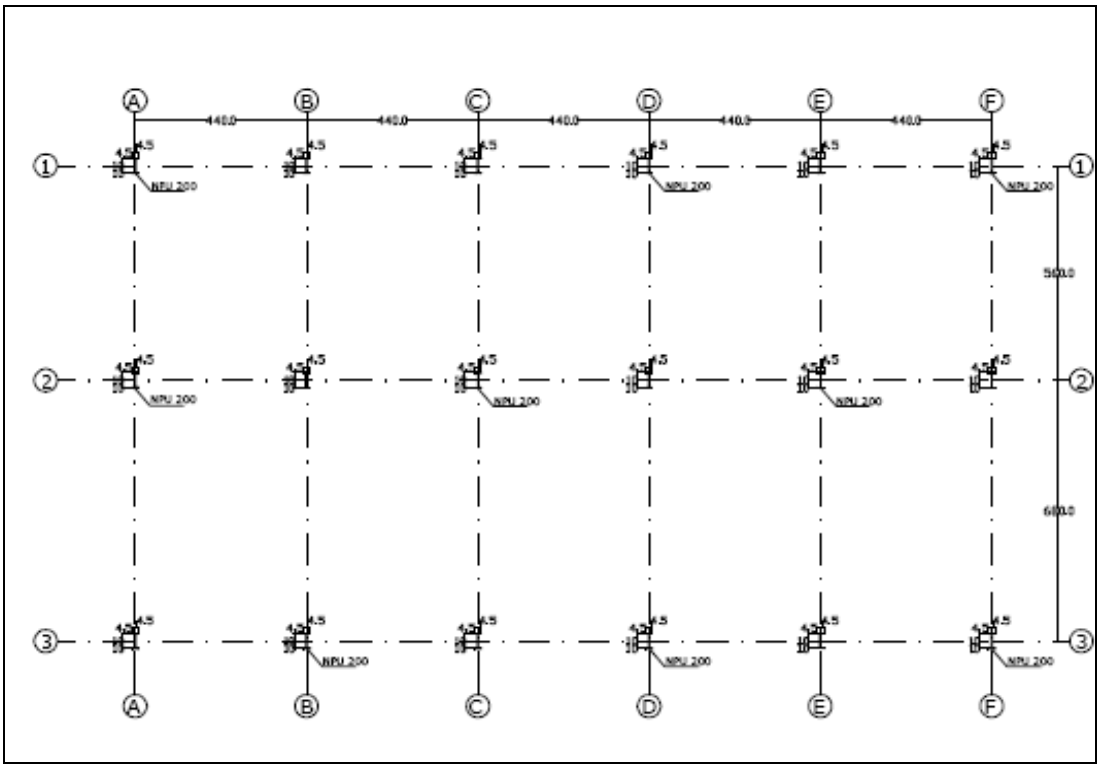
EK A.8: Durusu Evi Mimari Proje ve Kolon Aplikasyon Planları



Şekil A.27 : Durusu Evi kat planı.

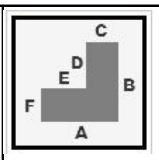
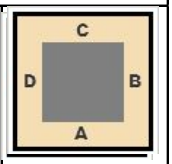
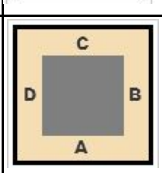
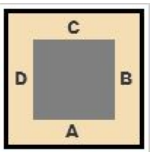
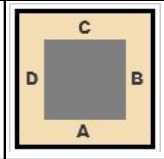
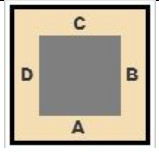
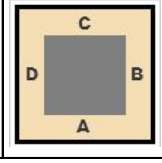
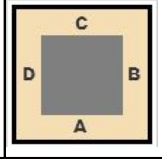


Şekil A.28 : Durusu Evi görünüşler.



Şekil A.29 : Durusu Evi kolon aplikasyon planı.

EK A.9: Ele Alınan Çelik Konutların Bep-Tr programı geometri seçimi.

Ele Alınan Çelik Konutların Bep-Tr Programı Geometri Seçimi			
Millenium Park Evleri		**Kardelen Villaları**	
Tepe Ören Villaları		**Çelik Evler**	
Kınalı Evleri		**Göl Evi**	
Anadolu Yakası Evleri		**Durusu Evi**	

Şekil A.30 : Ele alınan çelik konutların Bep-Tr programı geometri seçimi.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Elif ÖZTÜRK

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 08.08.1982

Adres: Reşitpaşa Mah. Balçiçeği Sok. No:3/6 Sarıyer / İSTANBUL

E-Posta: elif@cyapi.com.tr

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi / Mimarlık Fakültesi