

154360

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EĞİTİM YAPILARININ TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN YILLIK
ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ AZALTILMASINA
YÖNELİK OLARAK BELİRLENMESİ**

Mimar Nezaket Demet TURAN

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr Gülay Zorer GEDİK (YTÜ)

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1 GİRİŞ.....	1
2 YAPILARDA YILLIK ISITMA ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASI	3
2.1 Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Azaltılmasını Zorunlu Kılan Nedenler	3
2.2 Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Azaltılmasında Etkili Olan Faktörler	3
2.2.1 Binanın Bulunduğu Yer	4
2.2.2 Bina Aralıkları	4
2.2.3 Binanın Yönlendiriliş Durumu	4
2.2.4 Bina Biçimi	4
2.2.5 Yapı Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri	5
3 YAPILARDA YILLIK ISITMA ENERJİSİ HARCAMALARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNETMELİK	7
3.1 Türkiye'de Isı Yalıtımı İle İlgili Yürürlüğe Giren Yönetmelikler	7
3.2 Türkiye'de Yürürlüğe Giren Standart ve Yönetmeliklerin Teknik Yönden Noksanlıkları.....	8
3.3 Türkiye'de Yapılarda Yıllık Isıtma Enerjisi Harcamalarının Belirlenmesinde Yürürlükte Olan Yönetmelik	10
3.4 Türkiye'de Yapılarda Yıllık Isıtma Enerjisi Harcamalarının Belirlenmesinde Yürürlükte Olan Yönetmeliğin Dayandırıldığı Yurtdışı Yönetmelikleri	18
3.5 Türkiye'de Isı Yalıtımının Durumu	20
4 EĞİTİM YAPILARININ ISITMA ENERJİSİ GEREKSİNİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	22
4.1 Genel Olarak Dersliklerin Tasarım İlkeleri	22
4.2 Dersliklerin Okul Planlamalarındaki Yeri ve Konumu	24
4.3 Dersliklerin Boyutları ve Biçim Faktörü	27
4.4 Dersliklerin Yönlendirilmesi	29

5	TASARLANAN OKUL YAPISI PLAN TİPLERİNİN ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU VE YÖNLENDİRME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YAKLAŞIM.....	31
5.1	Yaklaşımın Amacı Ve Tanıtılması	31
5.2	Yaklaşımın Adımları	31
5.2.1	Plan Tiplerinin Mimari Özelliklerinin Saptanması	31
5.2.2	Plan Tiplerine Ait Yapı Kabuğu Veri Ve Kabullerinin Belirlenmesi	32
5.2.3	Yapı Kabuğunun Yalıtımsız Durumunda Plan Tiplerinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçlarının Hesaplanması ve Yönlendirmeye Bağlı Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Değişiminin İncelenmesi	35
5.2.4	Yapı Kabuğunun Yalıtımlı Durumunda Plan Tiplerinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçlarının Hesaplanması Yönlendirmeye Bağlı Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Değişiminin İncelenmesi	51
6	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	55
	KAYNAKLAR.....	57
	EKLER	59
Ek 1	Tasarlanmış Okul Plan Tiplerinin Mimari Projeleri.....	60
Ek 2	1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımsız Durumunda İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı - Örnek Hesap Dosyası	85
Ek 3	1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımlı Durumunda İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı - Örnek Hesap Dosyası	89
	ÖZGEÇMİŞ.....	93

SİMGE LİSTESİ

a	En
a_0	Yutuculuk katsayısı
a_1	Bileşenin iç yüzeyindeki malzemenin ısı yayılım katsayısı
A_1, \dots, A_n	Binanın farklı yönlerde bakan her bir cephesine ait yüzey alanları
A	Hacmin toplam yüzey alanı
A_D	Dış duvar alanı
A_d	Dış hava ile temas eden döşeme alanı
A_{dsic}	Daha düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanı yüzeyleri
A_i	i Yönündeki toplam pencere alanı
A_n	Faydalı kullanım alanı
A_P	Pencere alanı
A_t	Tavan alanı
A_t	Döşeme (ısıtılmayan iç ortama bitişik) alanı
A_T	Tavan (dışarıya karşı ısı yalıtımı yapılmış tavan alanı) alanı
b	Boy
b	Bileşenin iç yüzeyinin hacmin saydam bileşenlerinden geçen güneş ışınımı yutuculuk katsayısı
c	Havanın özgül ısısı
f	Genlik küçültme faktörü
g_{\perp}	Laboratuar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü
$g_{i,ay}$	i Yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü
h	Yükseklik
H	Binanın özgül ısı kaybı
H_h	Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H_i	İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
I	Isı köprüsünün uzunluğu
I_{DLY}	Saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve yaygın güneş ışınımı şiddetleri
$I_{i,ay}$	i Yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti
k	Toplam ısı geçirme katsayısı
KKO	Kazanç / kayıp oranı
N	Öğrenci sayısı
n_h	Hava değişim sayısı
q	Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları
q_1, q_2, \dots, q_n	Binanın farklı yönlerde bakan her bir cephesi için kabuk elemanının birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları
Q	Hacmin kullanım alanı başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Q'	Sınırlandırılan enerji ihtiyacı
Q_{ay}	Aylık enerji ihtiyacı gereksinimi
q_{φ}	Çatı elemanının (dam + tavan) birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları
q_d	Döşeme elemanının birim alanından kaybedilen veya kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarları
$Q_{yıl}$	Yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi
$r_{i,ay}$	i Yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölge faktörü
r_o	Yansıtıcılık katsayısı
St	Taban alanı

S_i	Hacimdeki tüm saydam bileşenlerden geçen güneş ışınımının, ele alınan kabuk elemanının iç yüzeyini etkileyen yegınlığı
t	Zaman (saniye olarak bir ay=86400x30)
t_2	Bileşen içinde, bileşenin iç yüzeyindeki (Δx) metre kadar içerdeki noktanın (T- ΔT) anındaki sıcaklığı
t_{ci}	Saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı
t_{ci}	Saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı
$T_{d,ay}$	Aylık ortalama dış hava sıcaklığı
T_d	Aylık ortalama dış sıcaklık
t_{ec}	Saydam bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık
t_i	İç hava sıcaklığı konfor değeri
$T_{i,ay}$	Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı
T_i	Aylık ortalama iç sıcaklık
t_{oi}	Opak bileşen iç yüzey sıcaklığının herhangi bir T anındaki değeri
U_c	Saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı
U_D	Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı
U_d	Dış hava ile temas eden döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_{dsic}	Düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı
U_i	Isı köprüsünün doğrusal geçirgenliği
U_P	Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_t	Döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_T	Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı
V^l	Hacimsel hava değişim hızı
V	Hacim
V_h	Havalandırılan hacim
x	Saydamlık oranı
Φ	Zaman geciktirmesi
α_i	İç yüzeysel ısı iletim katsayısı
η_{ay}	Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
λ	Isı iletkenliği
λ_l	Bileşenin iç yüzeyindeki malzemenin ısı iletkenliği
ρ	Havanın yoğunluğu
τ_o	Geçirgenlik katsayısı
τ_D, τ_Y	Camın direkt ve yaygın güneş ışınımına karşı geçirgenlikleri
$\Phi_{g,ay}$	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı
$\Phi_{i,ay}$	Aylık ortalama iç kazançlar

KISALTIMA LİSTESİ

CEN	European Standards Committee
DES	Data Encryption Standard
DIN	Deutsche Industrie Norm (German Equivalent Of EIA)
EİEİ	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
EN	European Norm
ISO	International Organization For Standarts
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
ODTÜ	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
TS	Türk Standardı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1 Klasik eğitimde öğretmen öğrenci ilişkisi	23
Şekil 4.2 Dersliklerin en - boy mesafeleri	23
Şekil 4.3 Dersliklerin koridor boyunca tek yönlü olarak yan yana dizilmesi	24
Şekil 4.4 Dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak yan yana dizilmesi	25
Şekil 4.5 Dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak aralıklarla sıralanması	25
Şekil 4.6 Az sayıda dersliğin bağlayıcı eleman olan koridorun ana düşey aksına bağlanması	26
Şekil 4.7 Dersliklerin gruplanması	26
Şekil 4.8 Örnek derslik	28
Şekil 4.9 Güneş enerjisini toplayıcı elemanların yönlendirilmesinin, ısıtma etkinliğine etkisi	29
Şekil 5.1 Plan şemaları	31
Şekil 5.2 Plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının üst sınır değeri grafiği	37
Şekil 5.3 Plan tiplerinin yalıtımsız halleri için en uygun yerleşim durumlarındaki saydam yüzey oranlarının cephelere bağlı değişimi	40
Şekil 5.4 Plan tiplerinin derslik bölümleri	42
Şekil 5.5 Kütlelere ait yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değişimi	48
Şekil 5.6 Plan tiplerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi	49
Şekil 5.7 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi	50
Şekil 5.8 Plan tiplerinin yalıtımlı durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi	54

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 Bölgelere göre $A_{top} / V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak Q' nun hesaplanması	18
Çizelge 3.2 Bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri	18
Çizelge 4.1 Dersliklerle ilgili olarak yapılan boyut ve yoğunluk taraması	27
Çizelge 5.1 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarındaki yapı kabuğu kesitleri	33
Çizelge 5.2 Plan tiplerinin yalıtımlı durumlarındaki yapı kabuğu kesitleri	34
Çizelge 5.3 Plan tiplerine ait yapı elemanlarının alanları.....	36
Çizelge 5.4 Yıllık ısıtma enerjisi- dışa bakan yüzey alanı ilişkisi	38
Çizelge 5.5 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi.....	38
Çizelge 5.6 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi.....	41
Çizelge 5.7 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi.....	43
Çizelge 5.8 Derslik bölümlerine ait yıllık ısıtma enerjisi- dışa bakan yüzey alanı ilişkisi.....	44
Çizelge 5.9 Dışa bakan yüzey alanı - hacim ilişkisi ve dışa bakan yüzey alanı - toplam cam yüzey alan ilişkisi	44
Çizelge 5.10 Derslik bölümlerine ait sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ile derslik + idari bölüme ait sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ilişkisi	45
Çizelge 5.11 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için hesaplanan yıllık ısıtma enerjileri ile sınırlandırılmış enerji ihtiyaçlarının yönlere bağlı oransal değişimi	46
Çizelge 5.12 Plan tiplerinin yalıtımlı durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi.....	51

ÖNSÖZ

İnsanların, biyolojik,psikolojik ve sosyo-kültürel gereksinimlerini karşılayabilmek için yarattıkları yapma çevrenin, bu gereksinmelere cevap verebilecek iklimsel konfor koşullarına sahip olması gerekmektedir. Fakat bunu bütünüyle doğal yollardan sağlayamadıkları için, ek yapma ısıtma sistemleri kullanmaktadırlar. Türkiye’deki enerji tüketiminin oldukça büyük bir kısmının da binaların ısıtılması yönelik olarak harcandığı bilinmektedir. Günümüz koşullarında, hacimlerde kullanıcılar için iklimsel konfor gereksinmesinin minimum yapma ısıtma enerjisi sağlayarak karşılanması enerji tasarrufu açısından zorunlu olmaktadır.

Ülkemizi çok yakından ilgilendiren enerji korunumu konusundaki çalışmamın her evresinde beni destekleyen, bilgi birikiminden yararlanmamı sağlayan, ilgi ve anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmamın yöneticisi değerli hocam Sn. Doç. Dr. Gülay Zorer GEDİK’ e, “ISINEM” adlı bilgisayar programını kullanmamı sağlayan Prof.Dr. Zerrin Yılmaz ve Araştırma Görevlisi Dr. Gülten Manioğlu’na, bu çalışmayı hazırlamamda temel bilgilerimi oluşturan YTÜ Mimarlık Bölümü Yapı Fiziği Anabilim Dalı’ndaki tüm öğretim üyelerine, eğitim hayatım boyunca maddi-manevi desteklerinden dolayı aileme ve eşime teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Yaşadığımız tüm mekanlarda günlük fonksiyonlarımızın verimli bir şekilde devamı için gerekli ısısal konforu ve bunun sürekliliğini sağlamak zorundayız. Aksi takdirde mekan kullanıcılarının iş verimleri ve performansları düşeceği gibi, o mekanı kullanan kişilerin sağlıkları da bozulacaktır.

Yapılarımızda, ısısal konforu minimum maliyetle sağlarken aynı zamanda fosil yakıt tüketimini en aza indirerek çevreye zarar vermemek biz mimarların tasarım aşamasında çözmemiz gereken önemli bir sorundur.

Bu çalışmanın amacı, eğitim yapılarının tasar ölçütlerinin yıllık ısıtma enerji harcamalarının azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesi, tasarlanan plan tiplerinin yönlendirmeye bağlı olarak enerji korunumlarının incelenmesi ve ülkemizde yıllık enerji harcamalarını hesaplayan geçerli yönetmeliğin ve hesap metodunun irdelenerek, eksik taraflarının ortaya konulmasıdır.

Hesaplamalar, 14.06.2000 tarihinden itibaren ülkemizde inşa edilecek olan tüm binalarda zorunlu olarak uygulanan TS-825, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardının önerdiği hesaplama yöntemine göre yapılarak karşılaştırılmaktadır.

Çalışma 6 ana bölümden oluşmaktadır.

1.Bölüm’de, çalışmanın amacı ve kapsamı tanıtılmıştır.

2.Bölüm’ de, yıllık enerji harcamalarının azaltılmasının zorunlu kılan nedenler ve enerji ekonomisinin gerekliliği belirtilmiş, yıllık enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan faktörler anlatılmıştır.

3.Bölüm’ de, yıllık enerji harcamalarının belirlenmesinde kullanılan yönetmelik ve önerilen hesap yöntemi açıklanmıştır.

4.Bölüm’ de, ilköğretim yapısı plan şemaları, dersliklerin boyut, biçim ve okul yapısı içindeki konumları incelenmiştir.

5.Bölüm’ de, eğitim yapıları plan şemalarından yararlanılarak tasarlanmış ilköğretim yapılarının mimari özellikleri tanıtılmış, plan şemalarının yıllık ısıtma enerji ihtiyaçlarının yönlere bağlı değişimi incelenmiş, eğitim yapılarının tasar ölçütlerinin yıllık ısıtma enerjisi harcamalarının azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesinde kullanılacak yaklaşım açıklanmıştır.

6.Bölüm’ de, çalışmanın sonuçlarına ve bulgulara yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Eğitim yapıları, ısısal konfor, ısıtma enerjisi, TS 825

ABSTRACT

We have to provide thermal comfort and its continuousness for all of our living spaces in order to follow our daily functions efficiently. Else, effectiveness and performance of habitants in the living space may decrease and some health problems may occur.

One of the most important problem we, architects have to solve is; while providing thermal confor of our structures with minimum cost, fossil fuel consumption also has to be minimized in order not to harm the environment.

The aim of this study is to determine design criteria of educational buildings for minimizing annual heating energy consumptions, to examine the energy conservation of designed plans in order to advise and to examine the valid regulation and calculation method of annual energy consumption in our country to determine inadequate sections.

Calculations are made according to TS-825 "Regulation About Heat Insulation of Buildings" which is used obligatory at every building which is constructed after 14.06.2000 and are compared.

The study is made up of 6 main sections.

The aim and contents of the study is presented in first section.

Reasons for obligatory reducing annual energy consumptions and need for energy economy are presented in Section 2 and factors effecting reduction of annual energy consumption are explained.

Regulation used at determining annual energy consumption and advised calculation method are explained in Section 3.

Plan schematics of elementary schools, size, shape and location of classrooms in the building are researched in Section 4.

In Section 5, architectural features of elementary school buildings which are designed using plan schematics of educational buildings are introduced, directional changes of annual energy consumptions of plan schematics are examined.

Conclusions of the study and outcomes are presented in Section 6.

Keywords: Educational buildings, thermal confor, annual energy consumptions, TS 825

1. GİRİŞ

Girişilen değişik eylemlerin çoklukla doğal koşullar altında sürdürülememesinden ötürü; insan ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla konforlu bir çevrenin yaratılması sorunu insanlık kadar eskidir. İnsanların yaşadığı çevredeki özel koşullar nedeniyle, korunma gereksinmesi çeşitli boyutlar kazanmış olmasına karşın yaşam güvencesi, üretim, iklimsel etkilerden korunma gibi boyutlar hiçbir zaman önemini yitirmemiştir.

Yapı; insan eylemlerinin yer alabileceği konforlu bir iç çevrenin oluşturulmasında yararlanılan araç ve gereçlerin ortaya koyduğu bir bütün olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla yapıdan beklenen görevlerden birisi de ISISAL KONFOR yönünden kontrol edilmiş bir iç çevre sağlamaktır. (Berköz, 1983)

Yapı dışı çevresel iklim koşulları değiştiğinden, yıl boyunca, iklimsel konfor koşullarının tamamının doğal olarak karşılanması olanaksızdır.

Nüfus artışı ve günümüzde kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açılarından öneminin anlaşılması nedenleriyle, yapma ısıtma enerjisi ihtiyacında görülen artışa karşın, yapma ısıtmada kullanılan enerji kaynaklarının maliyetlerinin artması, dış havaya atılan kirleticilerin insan sağlığını bozan düzeye ulaşması ve hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleneyeceği maliyet nedenleri yapma ısıtma enerjisi harcamalarının minimuma indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

Yapı kabuğundan istenen iklimsel performansın elde edilmesinde, kabuk katmanlarını oluşturan malzemelerin birim alanlarından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle, kazanılan ve yitirilen ısı miktarları belirleyicidir. Yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerine bağlı olarak iklim kontrolünde gösterdiği performans, yıllık ısıtma enerji harcamalarını etkilemektedir. (Ulusoy,1998)

Yapma ısıtma enerjisi harcamalarını minimuma indirmek, hacimlerin tasarım ölçütlerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesiyle olanaklıdır.

Bu çalışmada, ilköğretim yapısı tasarımlarında sıklıkla kullanılan plan şemalarından yararlanılarak 6 adet okul yapısı planlanmış ve ölçülendirilmiştir. Plan tipleri ve yönlendirme arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde kullanılacak bir yaklaşım geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşım;

- tasarlanan 6 farklı plan tipinin İstanbul ili için TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardının önerdiği hesap yöntemi ile gerekli yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının belirlenmesi,

- plan tiplerinde enerji korunumunu sağlayan saydam ve opak kabuk bileşenlerinin oluşturulması,
- her bir plan tipinin en uygun yönlendiriliş durumunun belirlenmesi,
- ele alınan farklı plan tipi alternatifleri arasından, ısıtma enerjisi korunumu yönünden en uygun plan tipinin ve yönlerin belirlenmesi, aşamalarını içermektedir.



2. YAPILARDA YILLIK ISITMA ENERJİ HARCAMALARININ AZALTIILMASI

2.1 Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Azaltılmasını Zorunlu Kılan Nedenler

Kullanıcıların iklimsel ve görsel konfor durumunda bulunmalarının performans ve iş verimini arttırdığının anlaşılması nedeniyle ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma enerjisi ihtiyacında saptanan artışa rağmen günümüzde,

- teknolojinin hızla gelişmesi ve bu gelişmenin beraberinde getirdiği enerji gereksinmesi,
- enerji gereksinmesinin hızla artışı sonucunda enerji kaynaklarının (kömür, petrol, doğalgaz...) azalması,
- enerji kaynaklarının azalmasına bağlı olarak birincil enerjinin yaklaşık %50'sinin ithal edilmesi, dolayısıyla enerji kullanımı bakımından ülke olarak yurtdışına bağımlı hale gelmemiz,
- yakıt rezervlerinin dünya yakıt gereksinimini yeterli düzeyde karşılayamaması sonucunda yakıt maliyetinin devamlı artması,
- elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin ulaştığı boyutlar,
- yapma ısıtma ve iklimlendirme süreci sonunda, dış havaya atılan kirleticilerin hava kirliliğini arttırması ve insan sağlığını bozan düzeye ulaşması,
- hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleneceği maliyet,

yapma ısıtma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

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

Yapma ısıtma sisteminin kullanım süresi ne kadar uzun olursa tüketilecek enerji miktarı ve buna bağlı olarak enerji maliyeti de o kadar fazla olacaktır. Bu nedenle öncelikle yapma ısıtmaya ihtiyaç duyulan sürenin kısaltılması ve yapma çevre değişkenlerini bu amaca yönelik olarak tasarlamak gerekmektedir. (Yolaçan, 2002 ; Zeren, 1987)

2.2 Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Azaltılmasına Etkili Olan Faktörler

Bina grubu ölçeğinde bir yapma çevre alındığında, yıllık enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan binaya ilişkin yapma çevre değişkenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

2.2.1 Binanın Bulunduğu Yer

Yer iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili bir değişkendir. Bu değişken, yerel parçasının konumu, eğimi, baktığı yön ve örtüsü 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. (Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G. 2000 ; Yolaçan, 2002)

2.2.2 Bina Aralıkları

Binalar, aralarındaki uzaklıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler.

Güneş ışınımının cepheleri en üst yeğinlikte etkilemesi istendiğinde, bina aralıkları, komşu veya çevre binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit yada bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır.

Güneşin gün boyunca cephelere göre açılmal konumu yönlerine bağlı olarak değişim göstereceğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişine göre değişim göstereceği açıktır. (Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G. 2000 ; Yolaçan, 2002)

2.2.3 Binanın Yönlendiriliş Durumu

Güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi de yöne ve binanın yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğniliği ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı da değişkenlik göstermektedir. (Berköz, 1983)

2.2.4 Bina Biçimi

Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, binayı çevreleyen elamanların ve dolayısıyla kabuk elemanının yüzey alanını belirleyen değişkenlerdir. Binanın taban alanı sabit kalsa bile, planda binanın genişliğinin derinliğine oranı olarak tanımlanan biçim faktörü de kabuk elemanının yüzey alanının değişimini etkiler. Kabuk alanını değişimi, ortalama ışımsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığın değişimine yol açar. Bu nedenle de mekanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve biçim faktörü iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenleri olarak kabul edilir. (Manioğlu, 1995)

2.2.5 Yapı Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, yapı kabuğu birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle, kazanılan ve yitirilen ısı miktarının belirleyicileridirler.

Opak ve saydam bileşenlerden oluşan kabuk elemanının ısı geçişini etkileyen optik ve termofiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Opak ve Saydam Bileşenlerin Toplam Isı Geçirme Katsayısı

Toplam ısı geçirme katsayısı (k) yapı kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir yapı bileşeninin iki yüzünde etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, birim alandan (1 m^2), bu alana dik doğrultuda birim zamanda (1 saat) geçen toplam ısı niceliği olarak tanımlanmaktadır. (Zorer, 1995)

- Opak ve Saydam Bileşenlerin Güneş Işınımına Karşı Yutuculuk, Geçirgenlik ve Yansıtıcılık Katsayıları

Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları, sırasıyla bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınımı miktarlarının bileşen dış yüzeyine gelen toplam güneş ışınımlarına oranlarıdır. Dış kabuğun dış yüzeyindeki güneş ışınımı kabuğun optik özelliklerine bağlı olarak güneş ısı kazancına dönüşür. Özellikler güneş ışığından ısı enerjisi elde etme sürecinde toplayıcı olan saydam alanların güneş ışınımını geçirme çarpanı ve ısı enerjisi dönüşümünü sağlayan dolu alanların yutma çarpanı sistem verimini etkileyici önemli değişkenlerdendir. (Zorer, 1995)

Opak bileşenler için;

$$a_o + r_o = 1$$

Saydam bileşenler için se;

$$a_o + r_o + \tau_o = 1 \text{ 'dır.}$$

- Opak Bileşenlerin Zaman Geciktirmesi ve Genlik Küçültme Faktörü

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

Genlik küçültme faktörü (f) ise gün içinde, ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına oranıdır.

Bu iki özellik, ısı depolama niteliklerinden dolayı, opak kabuk bileşenleri için söz konusu edilmektedir. (Zorer, 1995)

- Saydamlık Oranı

Saydam ve opak bileşenden oluşmuş bina elemanlarına ilişkin bir özellik olup, saydam bileşen yüzey alanlarının, tüm bina kabuğu yüzey alanına oranıdır.

Kabuk elemanının birim alanından yitirilen ve kazanılan ısı miktarları ve dolayısıyla iç iklim elemanları olan iç yüzey ve iç hava sıcaklıkları söz konusu termofiziksel özelliklere bağlı olarak değişim gösterirler. (Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G. 2000 ; Yolaçan, 2002)



3. YAPILARDA YILLIK ISITMA ENERJİ HARCAMALARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNETMELİK

1970 yılında baş gösteren büyük petrol krizinden sonra birçok ülkede 'Enerji Tasarrufu' programları yapılarak zarar azaltılmıştır. Kuşkusuz alınan önlemlerin başında ısı yalıtımı gelmektedir. Ülkemizde enerji tasarrufuna gereken önemin verilmemesi, her yıl önemli ölçüde döviz kaybına neden olduğu gibi, ayrıca odun-kömür gibi yerli kaynakların hızlı tüketilmesine yol açmakta, ayrıca gereğinden fazla tüketilen (kömür gibi) enerji maddeleri havanın kirlenmesini arttırmaktadır.

Türkiye'nin 1950 yılında enerji ihtiyacının % 100'ü yurt içinden karşılanmaktaydı.1970 yılında bu oran % 77'ye 1993 yılında ise % 44'e düşmüştür. Yapılan hesaplara göre 2010 yılında % 20'lere düşecektir. Bu sonuçlar enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığımızın gittikçe arttığını göstermektedir. (Atayılmaz, 2000)

Gelişmiş ülkelerde etkin bir enerji tasarrufu için ısı yalıtımı birinci çare olarak görülmüştür. Bu nedenle ülkemizde de, binalarda yıllık enerji harcamalarının belirlenmesinde kullanılan yönetmelik 2000 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Bu yönetmeliğin dayandırıldığı Nisan 1998'de uygulamaya konulan TS-825 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' adlı standart;

- Birleşik Almanya Isı Korunumu Yönetmeliği (16.08.1994),
- "Thermal Performance of Buildings" isimli prEN 832 kodlu Avrupa Standardı,
- "Thermal Insulation – Calculation of Space Heating Requirements of Residential Buildings" isimli 9164 no' lu ISO Standardı'ndan,

yararlanılarak hazırlanmıştır. Hesaplama yöntemi ise, 9164 no' lu ISO Standardı'na dayandırılmıştır. (Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G. 2000 ; Yolaçan, 2002)

3.1 Türkiye'de Isı Yalıtımı İle İlgili Yürürlüğe Giren Yönetmelikler

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de enerji tasarrufu için ısı yalıtımı birinci çare olarak görülmüş ve bu konuda çeşitli enerji tasarrufu kuralları ve yönetmelikleri çıkartılmıştır.

Ülkemizde çıkartılan yapılarda ısı yalıtımı ile ilgili yönetmelikler tarih sırasına göre şöyledir.

- Yakıt tasarrufu ile ilgili ilk yönetmelik Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. "Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Şehirlerde Isıtma Tesislerinin Sebep Olduğu Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik" başlıklı olup 19 Eylül 1972 tarih ve 14311 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.

- Ülkemizde yakıt tasarrufu konusunda ki ikinci yönetmelik yine Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. “Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlaması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği” başlıklı olup 3 Kasım 1977 tarih ve 16102 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmıştır.
- Ülkemizde bu konuda ki üçüncü yönetmelik İmar ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. “Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkındaki Yönetmelik” başlıklı olup 30 Ekim 1981 tarih ve 17499 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmıştır. Bu yönetmelikle ülkemiz 4 bölgeye ayrılmış ve bölgelerdeki ortalama toplam ısı geçiş katsayıları verilmiştir.
- İmar ve İskan Bakanlığı tarafından 4 Ocak 1983 tarih ve 17918 sayılı Resmi Gazete’de yayınlana genelgede 30 Ekim 1981 tarihli yönetmelikle ilgili olarak konstrüksiyon tipleri verilmiştir.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 19 Kasım 1984 tarih ve 18580 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ve Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik’te” İmar ve İskan Bakanlığı’nca tespit edilen 4 bölge aynen verilmiştir.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca 16 Ocak 1985 tarih ve 18637 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkındaki Yönetmelik’te” önceki yönetmelikte verilen 3. ve 4. bölgeler birleştirilmiştir.
- Türk Standartları Enstitüsü’nün TS 825 sayılı ve Mart 1989 tarihli “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” adlı standardında da muhtelif yapı bileşenlerinin ısı iletim katsayıları, en az ısı geçiş dirençleri ve Türkiye’nin iklim haritası verilmiştir.
- Ayrıca 3.10.1983 , 7.12.1983 , 21.12.1985 tarihli Resmi Gazetelerde çıkan Soba Verim Yönetmeliği, 3.10.1983 , 7.12.1984 , 19.03.1985 tarihli Resmi Gazeteler’ de çıkan Kalorifer Kazan Verim Yönetmeliği yanında hava kirliliği ve motorlu taşıtlarla ilgili diğer yönetmeliklerin de bulduklarını belirtmeliyiz. (Atayılmaz,2000)

3.2 Türkiye’de Yürürlüğe Giren Standart ve Yönetmeliklerin Teknik Yönden Noksanlıkları

Standart ve yönetmeliklerin teknik yönden noksanlıkları aşağıda özetlenmiştir.

- Standart ve yönetmelik arasında Türkiye İklim Bölgeleri’nin belirlenmesinde farklar

vardır. 30 Ekim 1981 tarihli ve 16 Ocak 1985 tarihli yönetmelikler ile TS 825 sayılı Nisan 1985 yayını standartta belirtilen Türkiye İklim Bölgeleri ayrı ayrı verilmiş olup, birbirine uymamaktadır. Bu durum hem standartta ve hem de yönetmelikte şehirlerin meteorolojik ve coğrafi şartlarının iyi incelenmeden iklim bölgelerinin belirlendiği fikrini uyandırmaktadır.

- 30 Ekim 1981 tarihli yönetmelikte 4 iklim bölgesi verilmişken 16 Ocak 1985 tarihli yönetmelikte iklim bölgeleri sayısı 3'e indirilmiştir. Kars, Erzurum, Ağrı ve Hakkari şehirleri ve çevrelerinde dış hesap sıcaklıkları $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$, ve $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken bu şehirler $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ hesap sıcaklığındaki 3. iklim bölgesi şartlarına getirilmiştir.
- Yönetmelikler ve standartta buhar difüzyonu olayına yer verilmemiştir. Bu büyük bir noksanıdır. Yapının fonksiyonu göz önüne alınmadan "yalıtımın içte veya dışta olabilir" şeklinde verilen notların iyi bir inceleme sonucu ve yeterli açıklama yapılarak verilmesi gerekir.
- Yönetmelikler ve standartta yapının tümüyle veya kısmen çamaşırhane, garaj, banyo, hamam, kurutma odası gibi kullanma şartları dikkate alınarak yoğuşma kontrolü yapılması öngörülmemiştir.
- Yönetmelik ve standartta ısı köprüleri ihmal edilmiştir. 1985 tarihli yönetmeliğin 2. maddesinin c bendinde aynen "Dış duvarların içinde yer alan hatıl, kiriş, lento ve kolon gibi betonarme elemanların yalıtımı zorunlu değildir" denilmesi büyük bir noksanıdır.

Isı iletim katsayısının

betonarme için	$\lambda = 1,5$	$1,8\text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$
dolu tuğla için	$\lambda = 0,34$	$1,03\text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$
düşey delikli için	$\lambda = 0,26$	$0,34\text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$

civarında olduğu düşünüldüğünde betonarme kısımlardan olacak ısı kaybının etkisi açıkça görülür.

- 1985 tarihli yönetmelikte verilen U değerlerine göre iç yüzey sıcaklıklar

İstanbul için	$16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
Ankara için	$14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
Erzurum için	$14,7\text{ }^{\circ}\text{C}$
Kars için	$13,9\text{ }^{\circ}\text{C}$

çıkmakta olup, İstanbul haricinde bu değerlerin konfor şartları yönünden çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Kaldı ki bir önceki madde de belirtilen kolon, hatıl, kiriş vb. ısı köprüsü olan yerlerde çığ sınırının altına düşüleceği ve terleme görüleceği de şüphesizdir.

- Yönetmelikte düz teras çatılar, çatı ve örtülü tavanlar ve zemine oturan döşemeler gibi yapı elemanlarında tip konstrüksiyonlar verilerek

65 – 50 ve 30 cm.	kalınlıkta	cüruf
42 – 34 cm.	kalınlıkta	çeltik kapçığı beton
15 – 13 cm.	kalınlıkta	saman,talaş
50 – 40 cm.	kalınlıkta	gaz beton önerilmektedir.

Bu malzeme ve kalınlıkların verilmesinin uygulama ve kullanma safhalarında çeşitli sakıncaları görüleceği kaçınılmazdır. Ayrıca ısı yalıtımı için kullanılacak bu malzemelerin ısı iletim katsayılarının da özellikleri ve uygulama şartlarına bağlı olarak büyük değişiklikler göstereceği şüphesizdir.

- Tip konstrüksiyonlar her ne kadar bir kolaylık olarak hazırlatılıp verilmişse de bağlayıcı etkisi mümkündür. Teknolojinin her gün daha belirgin bir şekilde geliştiği inşaat sektöründe, piyasaya sürülecek yeni malzemelerin de kullanılması yararlı olacaktır.
- Yapılarda ısı kaybı aslında, yapının ısı kaybı olan yüzeylerinin, hacmine göre oranına bağlı olarak değişir. Yani ısı kaybı yapının dışa bakan yüzey alanına bağlıdır.

3 Kasım 1977 tarihli ve Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmelikte, diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi ($K_m - V / A$) bağıntısı verilmişken diğer yönetmeliklerde bu gerçekten uzaklaşmıştır. (Atayılmaz, 2000)

3.3 Türkiye’de Yapılarda Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Belirlenmesinde Yürürlükte Olan Yönetmelik

TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” Standardı TSE tarafından 1995 yılında yalıtım sektöründeki teknolojik gelişmeler, standardın günümüz şartlarına uyum sağlayamaması, mevcut standardın kaynaklarında sürekli yaşanan değişiklikler ve binalarda enerji tasarrufu potansiyelinin oldukça yüksek olması gibi çoğaltılabilecek daha bir çok nedenlerle yenileme programına alınmıştır.

EİE İdaresi Genel Müdürlüğü’nün bu standardın yenilenmesini üstlenmesiyle birlikte aynı yıl EİE, TÜBİTAK, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, ODTÜ ve Dokuz Eylül Üniversitesi gibi

kamu kurumları ve üniversitelerin yanı sıra yalıtım sektöründeki bazı özel sektör temsilcilerinin de katıldıkları 9 kişilik revizyon komitesi oluşturulmuştur.

Bu standardın yenilenme süresince 13 tane Avrupa ülkesinin milli standartları detaylı olarak incelenmiş, hesap metodunun belirlenmesi sırasında ise milletlerarası standartlar ile uyum sağlanması amacıyla Avrupa standardı EN 832 ve Dünya standardı ISO 9164 standardındaki hesap kabulleri esas alınmış, ayrıca Alman standardı DIN 4108'den de faydalanılmıştır. Ancak bu standartlardan bire bir tercüme yapılmaktan kaçınılmış ve ülkemiz iklim şartlarına göre uyum sağlanmıştır.

Yaklaşık 3 yıl süren yenileme süresi sonunda 185 kişi, kurum ve kuruluşların görüşleri de dikkate alınmış ve bazı düzenlemeler yapılmıştır.

29 Nisan 1998 tarihinde bütün ilgili bakanlık temsilcilerinin de katıldığı TSE Teknik Kurulu'nda revizyonu tamamlanan TS 825 BİNALARDA ISI YALITIM KURALLARI Standardı oylanmış ve oy birliği ile kabul edilmiştir. (Buyruk, 1999)

27 Mayıs 1999 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanması üzere Bakan imzasına çıkarılan TS 825 standardı imzalanmış ve Yüksek Fen Kurulu'nun 28 Mayıs 1999 tarih ve 388 sayılı yazısıyla Resmi Gazete'de yayınlanmak üzere Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı'na gönderilmiştir. (TS 825, panel sonrası, 14 Haziran 1999 tarih ve 23725 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanmıştır.)

Ayrıca 8 Mayıs 2000 tarih ve 24043 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, TS 825'de belirtilen hesap metodu kullanılarak binanın yalıtım projesinin hazırlanmasını zorunlu kılmıştır. (Atayılmaz, 2000)

Bu standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu arttırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir.

Ayrıca binalarda yıllık ısıtma enerjisi miktarlarının hesaplanarak, hesaplama sonucunda bulunan değerlerin, Atop / Vbrüt (binanın ısı kaybeden dış alanı / bu alanın çevrelediği hacim) oranlarına bağlı olarak yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamasının sağlanmasıdır.

Yeni binaların tasarım aşamasında, enerji ihtiyacı standartta verilen sınırları aşmayacak şekilde hesaplanmalı ve malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve detay çözümlerinin de belirtildiği bir ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır. (Mecburi Standart Tebliği, 1999)

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım kurallarının getirdikleri avantajları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Dört derece-gün bölgesi vardır,
- Binanın şekline (Atop / Vbrüt) ve binanın bulunduğu derece-gün bölgesine göre binanın bir yılda kaybedeceği ısı miktarı sınırlandırılmıştır,
- Yapı bileşenlerinin ısı geçirme katsayılarında bazı istisnalar dışında sınırlama yoktur. Sadece bölgelere göre yapı bileşenleri için tavsiye edilen ısı geçirme katsayıları vardır,
- Binada ısı köprüsü olabilecek kolon, kiriş, hatıl, lento gibi elemanların mutlaka yalıtılması şartı getirilmiştir,
- İç ısı kazançları ve pencerelerden kaynaklanan güneş enerji kazançları hesaba katılmıştır,
- Yapı bileşenlerinden iletim ve havalandırma yoluyla olan ısı kayıpları hesaplanmaktadır,
- Buhar geçişi hesaplamaları analizi ve sınırlandırılması yapılmaktadır. (Atayılmaz,2000)

Tanımlanan hesap yönteminde, yıllık ısıtma enerjisi ısıtma dönemini kapsayan aylık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının toplanması ile bulunmaktadır. Hesap yöntemi aşağıda açıklanmıştır.

Hesap yönteminde ısıtılan ortamın sınırları, bu ortamı dış ortamdan ve eğer varsa ısıtılmayan iç ortamlardan ayıran duvar, döşeme, çatı, kapı ve pencereden oluşmaktadır. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar ısıtılıyorsa veya ortamlar arasındaki sıcaklık farkı 4 K'den küçük ise binanın tamamı tek bölge olarak ele alınmaktadır.

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (3.1)$$

$$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - \eta_{ay}(\Phi_{i,ay} + \Phi_{g,ay})] \cdot t \quad (3.2)$$

$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi, joule, J

Q_{ay} : Aylık enerji ihtiyacı gereksinimi, joule, J

H: Binanın özgül ısı kaybı, W/K

T_i : Aylık ortalama iç sıcaklık, °C

T_d : Aylık ortalama dış sıcaklık, °C

η_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü

$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar, W

$\Phi_{g,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı, W

t: Zaman (saniye olarak bir ay=86400x30), s

Binalardaki hacimler içerisinde sıcaklık farkı 4 K'den büyük ortamlar mevcut ise, farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlenmeli ve hesaplar aşağıdaki durumlardan birine göre yapılmalıdır.

İç sıcaklık (T_i), binadaki ortalama sıcaklık olarak alınmalı ve tek bölgeli hesap yöntemi uygulanmalıdır.

Ortalama sıcaklık hesabında tavan yüksekliği 3 m ve altında ise döşeme alanı ağırlıklı, 3 m'den yukarı ise hacim ağırlıklı ortalama değer kullanılmalıdır.

Tek bölgeli hesap yöntemi, farklı sıcaklıktaki her bölge için ayrı ayrı uygulanmalı ve her bölgedeki ısıtma enerjisi ihtiyacı toplanmalıdır.

Hacimlerin yıllık ısıtma enerji gereksiniminin hesaplanmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir

- Hacmin özgül ısı kayıplarının hesaplanması (H)

$$H=H_i+H_h \quad (3.3)$$

H:Hacmin özgül ısı kaybı, W/K

H_i :İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K

H_h :Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı

- İletim yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının hesaplanması (H_i)

$$H_i:\sum(A \times U) + I \times U_i \quad (3.4)$$

H_i : İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı, W/K

$I \times U_i$: Varsa ısı köprülerinden

I : Isı köprüsünün uzunluğu, m

U_i : Isı köprüsünün doğrusal geçirgenliği, W/mK

$$AU:U_D A_D + U_P A_P + 0.8 U_T A_T + 0.5 U_t A_t + U_d A_d + 0.5 U_{dsic} A_{dsic} \quad (3.5)$$

A_D :Dış duvar alanı, m²

U_D :Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_P :Pencere alanı, m²

U_P :Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_t :Döşeme (ısıtılmayan iç ortama bitişik) alanı, m²

U_t :Döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_T :Tavan (dışarıya karşı ısı yalıtımı yapılmış tavan alanı) alanı, m²

U_T :Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_d :Dış hava ile temas eden döşeme alanı, m²

U_d :Dış hava ile temas eden döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

A_{dsic} :Daha düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanı yüzeyleri, m²

U_{dsic} :Düşük iç sıcaklıklara sahip bölgelere sınır oluşturan yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı, W/m²K

(Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa formülde U_T 'nin başındaki 0.8 katsayısı 1 olarak alınır.)

Isı köprüsü olması durumunda yukarıdaki büyüklükler TS-8441'de belirtilen yöntem ile hesaplanmalıdır. Isı kaybı, binanın ortalama ısı kaybından çok daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümler ısı köprüsünün olduğu bölümlerdir. Kolon, giriş, cepheye dik bölme duvarlarının ve döşemelerinin cepheye bakan yüzeyleri eğer yalıtılmamışsa ısı köprüleri oluşturur.

- Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarının hesaplanması (H_h)

$$H_h: \rho \times c \times V^1 = \rho \times c \times n_h \times V_h \quad (3.6)$$

ρ : Havanın yoğunluğu, m^3

c : Havanın özgül ısısı, J/kgK

V^1 : Hacimsel hava değişim hızı, m^3

n_h : Hava değişim sayısı, h^{-1} ($n_h=1.0h^{-1}$ değeri kullanılmıştır)

V_h : Havalandırılan hacim, m^3 ($V_h=0.8 \times V_{brüt}$)

ρ ve c 'nin sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişimi ihmal edilebilir. Bu durumda yukarıdaki formül $20^\circ C$ ve 100 kPa için aşağıdaki gibi yazılabilir

$$H_h = 0.33 \times n_h \times V_h \quad (3.7)$$

Pencereler için, Türk Standartlarına uygun pencere sistemlerinin seçilmesi durumunda $n_h=1.0h^{-1}$ değeri, diğer pencere sistemleri için $n_h=2.0h^{-1}$ değeri kullanılır.

Eğer binada mekanik havalandırma kullanılıyorsa, hacimsel hava değişim hızı formülleri TS-825'den alınarak uygulanmalıdır.

- Aylık ortalama iç kazançların hesabı ($\Phi_{i,ay}$)

İç kazançlar,

- insanlardan kaynaklanan metabolik ısı kazançları,
- sıcak su sisteminden kaynaklanan ısı kazançları,
- yemek pişirme eyleminden kaynaklanan ısı kazançları,

- o binalarda kullanılan muhtelif elektrikli cihazlardan kaynaklanan ısı kazançlarını içermektedir.

$$\text{Konutlar, okullar ve normal donanımlı binalar : } \Phi_{i,ay} \leq 5 \times A_n \quad (3.8)$$

$$\text{Ticari binalarda : } \Phi_{i,ay} \leq 10 \times A_n \quad (3.9)$$

$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ısı kazançları, W

A_n : Faydalı kullanım alanı, m^2 ($A_n = 0.32 \times V_{brüt}$)

- Aylık ortalama güneş ışınımlarından elde edilen ısı kazançlarının hesabı ($\Phi_{g,ay}$)

$$\Phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \quad (3.10)$$

$r_{i,ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölge faktörü,

$g_{i,ay}$: i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü,

$I_{i,ay}$: i yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti, W/m^2

A_i : i yönündeki toplam pencere alanı, m^2

$r_{i,ay}$ değerleri aşağıdaki gibi seçilebilir;

ayrık (müstakil) veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için ; $r_{i,ay} = 0,8$

ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmeye maruz kalıyorsa ; $r_{i,ay} = 0,6$

bitişik nizam ve/veya çok katlı binaların bulunduğu yerleşim bölgeleri için ; $r_{i,ay} = 0,5$

$g_{i,ay}$ aşağıdaki gibi hesaplanır ;

$$g_{i,ay} = 0.80 \times g_{\perp} \quad (3.11)$$

g_{\perp} : laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü, boyutsuz.

Ölçüm değerlerinin olmaması durumunda g_{\perp} için aşağıdaki değerler kullanılabilir.

tek katlı cam için $g_{\perp} = 0.85$

çok katlı cam (berrak) için $g_{\perp} = 0.75$

ısı geçirgenlik değeri $\leq 2,0$ W/m²K olan ısı yalıtkan camlar için $g_{\perp} = 0.50$ $I_{i,ay}$ değerleri TS-825 'de verilmiştir.

• Aylık ortalama kazanç kullanım faktörünün hesaplanması (η_{ay})

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (3.12)$$

KKO, kazanç/kayıp oranıdır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$KKO_{ay} = (\Phi_{i,ay} + \Phi_{gi,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay}) \quad (3.13)$$

$T_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı, °C

$T_{d,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı, °C

H: Hacmin özgül ısı kaybı, W

$\Phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar, W

$\Phi_{gi,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı, W

KKO_{ay} oranı 2.5 ve üzerinde ise o ay için ısı kaybı olmadığı kabul edilir.

Buraya kadar yapılan hesaplar her ay için tekrarlanarak toplam ısı kaybı bulunur ve karşılaştırma yapılarak standarda uygunluğu kontrol edilir.

• Hacmin kullanım alanı başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı (Q)

$$Q = Q_{yil} / A_n \quad (3.14)$$

Hesaplanan bu değerin yönetmelikte öngörülen değerlerle karşılaştırılabilmesi için bölgelere göre $A_{top} / V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak gereken yıllık enerji miktarının (Q) hesabında kullanılan bağıntılar Çizelge 3.1'den alınır. Buna göre $Q < Q'$ koşulu sağlanmalıdır.

Çizelge 3.1. Bölgelere göre $A_{top} / V_{brüt}$ oranlarına bağlı olarak Q' nun hesaplanması (Mecburi Standart Tebliği)

1.Bölge	$Q' = 46,62 \times A/V + 17,32$	[kWh/m ²]
2.Bölge	$Q' = 68,59 \times A/V + 32,30$	[kWh/m ²]
3.Bölge	$Q' = 67,29 \times A/V + 50,16$	[kWh/m ²]
4.Bölge	$Q' = 82,81 \times A/V + 37,70$	[kWh/m ²]

Çizelge 3.2. Bölgelere göre tavsiye edilen U değerleri (Mecburi Standart Tebliği)

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p^* (W/m ² K)
1.Bölge	0,80	0,50	0,80	2,80
2.Bölge	0,60	0,40	0,60	2,80
3.Bölge	0,50	0,30	0,45	2,80
4.Bölge	0,40	0,25	0,40	2,80

U_p^* olarak verilen ısı iletim katsayıları bir cam türü için verilmiştir.Diğer kapı ve pencere türleri için ısı iletim katsayıları TS-2164'den alınır ve hesaba katılır.

3.4 Türkiye'de Yıllık Isıtma Enerji Harcamalarının Belirlenmesinde Yürürlükte Olan Yönetmeliğin Dayandırıldığı Yurt Dışı Yönetmeliği

Türkiye'de ısı korunumu konusunda yürürlükte olan mevzuatın dayandırıldığı yurtdışı yönetmelik ve standartlar aşağıda açıklanmıştır. (Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G. 2000 ; Yolaçan, 2002)

- Almanya'da Uygulanan Isı Korunumu Yönetmeliği

Bu yönetmelik, binalarda yıllık ısıtma enerjisi gereksinmesinin hesaplanmasını ve yıllık ısıtma enerjisi harcamalarına sınırlandırma getirilmesini hedeflemektedir. Binalarda yıllık

ısıtma enerjisi hesaplanmakta ve hesaplanan değerler A/V (binanın kullanım alanı / ısıtılacak yapı hacmi) oranına bağlı olarak yönetmelikte verilen sınır değerlerle karşılaştırılmaktadır.

Binalarda ısı yalıtımı ile ilişkili Alman Standartlarının DIN 4108'de yer alan alt bölümlere bağlı olarak içerikleri aşağıda açıklanmıştır.

Bölüm 1: Binalarda ısı yalıtımı; miktarlar ve birimler

Bölüm 2: Binalarda ısı yalıtımı; ısı yalıtımı ve ısı depolanması; projelendirme ve inşaat esasları ve talimatları

Bölüm 3: Binalarda ısı yalıtımı; hava koşullarının neden olduğu neme karşı korunma; projelendirme ve inşaat esasları ve talimatları

Bölüm 4: Binalarda ısı yalıtımı; ısı yalıtımı projelendirmesi ve neme karşı korunmak için projelendirme parametreleri

Bölüm 5: Binalarda ısı yalıtımı; hesap yöntemleri

- Avrupa Standart Komisyonu (CEN) Tarafından Hazırlanan Standart

Standart, konutlarda ısıtma enerjisi gereksinmelerini hesaplama yöntemini tanıtmaktadır. Hesaplama ısıtma mevsimi veya aylık periyot ele alınmaktadır. Binanın bölümleri arasındaki sıcaklık farkı 4K'den büyük ortamlar mevcut ise farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlenmelidir. Bu durum mevcut değilse, binanın tamamı tek bölge olarak ele alınır.

Bu yöntem, binalarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, ısı kayıp ve kazançlarına bağlı olarak hesaplanmasında kullanılmaktadır. Alman Isı Korunumu Yönetmeliği'ndeki hesaplama yöntemine benzer şekilde, iletim ve havalandırma yoluyla ısı kayıpları ve iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançlarından hareketle hesaplanmaktadır.

- ISO (Uluslararası Standartlar Organizasyonu) 9164

Bu standart konutlarda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması için bir yöntemi tanıtmaktadır. Yöntem, iletim ve havalandırma yoluyla oluşan ısı kayıpları, ısıtma sisteminin özellikleri, iç ve dış iklim şartları, ısıtma sistemi dışında ısıtmaya katkısı olan kaynaklar, güneş enerjisi kazançlarına bağlı olarak binanın yıllık ısıtma ihtiyacının hesaplanmasını açıklamaktadır.

Bu yöntemde, ısıtılan binanın farklı bölümlerindeki farklı sıcaklıklara bağlı olarak, binanın tek bölgeli veya birden fazla bölgeli oluşuna göre hesap yapılmaktadır. Bina birden fazla bölgeli ise tek bölgeli hesap yöntemi her bölge için ayrı ayrı uygulanarak toplamı alınır.

Aylık iç kazançlar olarak; insanlardan, sıcak su sisteminden, yemek pişirmeden, aydınlatma ve elektrikli cihazlardan meydana gelen kazançlar ele alınmaktadır. Güneş enerjisi kazançları ise, yüzeylere gelen güneş ışınımı miktarı, cam yüzeylerin alanı, güneş ışınımı geçirgenliği ve gölgeleme oranlarına bağlı olarak hesaplanmaktadır.

3.5 Türkiye’de Isı Yalıtımının Durumu

1970 petrol krizi ısı yalıtımı konusunda alınan önlemlerle olabildiğince az zararla atlatılmıştır. Ancak aralarında Türkiye’nin de yer aldığı bu konuya gerekli önemi veremeyen ülkelerde yeterince önlemlerin alınamaması veya alınan yetersiz önlemlerin uygulanamamasından ötürü, enerji tasarrufu sağlanamamıştır.

Makine Mühendisleri Odası’nın İstanbul’da ruhsatlı yapılarda yaptığı bir araştırmada aşağıdaki sonuçların çıkması ülkemizde yalıtım bilincinin ve uygulamasının nasıl olduğu hakkında bir fikir vermektedir.

Tamamen ısı yalıtımı uygulananlar	% 10
Dış duvar ve çatı yalıtım yapanlar	% 20
Sadece dış duvarı yalıtım yapanlar	% 40
Hiç yalıtım yapmayanlar	% 30

Ruhsatsız olanlarının fazlalığı ve bir çok yapıda hiç yalıtımında yapılmadığını da düşünürsek en gelişmiş şehrimizdeki ısı yalıtımı seviyesini rahatlıkla görürüz. 1990 yılında özel bir araştırma şirketi tarafından İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa ve Kocaeli’nde 1981 yılında devreye giren yönetmelikten sonra inşa edilmiş 15600 bina üzerinde bir araştırma yapılmıştır.

Bu araştırmaların sonuçlarına göre;

İstanbul’da	% 53
Ankara’da	% 24
İzmir’de	% 84
Kocaeli’nde	% 84
Bursa’da	% 84

Oranlarında yönetmeliğe uyulmadığı tespit edilmiştir. Burada Ankara’nın başkent ve resmi dairelerin çoğunlukta olduğunu ve diğer illerin de ülkemizin en gelişmiş illeri olduğunu düşünürsek bu oranın az olduğunu görmekteyiz.

Türkiye’de enerji tasarrufu kavramı her yıl Ocak ayının ikinci haftası kutlanarak hatırlanmaya çalışılıyor, yada sempozyum ve seminerlerde, firmaların vermiş olduğu kokteylli toplantılarda hatırlanmakta, zaman zamanda hava kirliliğinin pik olduğu dönemlerde ve enerji dar boğazlarında dile getirilmektedir. (Atayılmaz, 2000)



4. EĞİTİM YAPILARININ ISITMA ENERJİSİ GEREKSİNİMİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mimarlık, işlevlerin düşünülerek hacimlerin biçimlendirilmesi yanında, bu hacimlerin içinde eylem sürecine uygun ortamların oluşturulmasını yani, insan için türlü yönlerden konfor koşullarının sağlanmasını gerektirir.

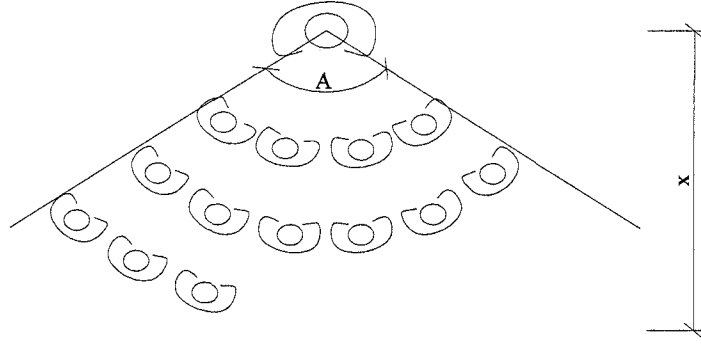
Yapılardaki enerji tüketiminin büyük bir bölümünün ısısal konforu sağlamak için hacimlerin yapma enerji ile ısıtılmasına yönelik olarak kullanıldığı bilinmektedir. Daha önce de bahsettiğimiz gibi günümüzde kullanıma yaygın olan enerji kaynakları hızla azalarak tükenmeye doğru gitmektedir. Binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını bina özellikleri, ısıtma sisteminin karakteristikleri, iç iklim şartları, dış iklim şartları, iç ısı kazanç kaynakları ve güneş enerjisi etkilemektedir. Yapılarda enerji tüketiminin olabildiğince azaltılarak ısısal konforun sağlanması iklimsel özellikler, yapıların dış iklim verilerine uygun olarak planlanmaları, yapının yönlendiriliş durumu ve yapı kabuğunun özelliklerinin doğru tasarlanmasıyla olanaklıdır. Yeterli seviyede ısı yalıtımı sağlanmış bir binada, ısıtma periyodunda, iç ortamda belli bir iç sıcaklığı (T_i) sağlamak için gereken ısı enerjisinin bir kısmı iç kaynaklardan ve güneş enerjisinden sağlanır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı toplam kayıplardan, güneş enerjisi kazançları ve iç kazançlar çıkartılarak hesaplanır.

Bu çalışmada eğitim yapılarının tasarım ölçütlerinin yıllık ısıtma enerji harcamalarının azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesi üzerine çalışılmıştır.

Türkiye’de devletin okul yapılarının giderlerinin karşılanmasında ki sınırlı desteği göz önüne alınırsa, okullarda ısısal konforun minimum maliyetle sağlanması ülke ekonomisine ve eğitimin niteliğinin yükseltilmesine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

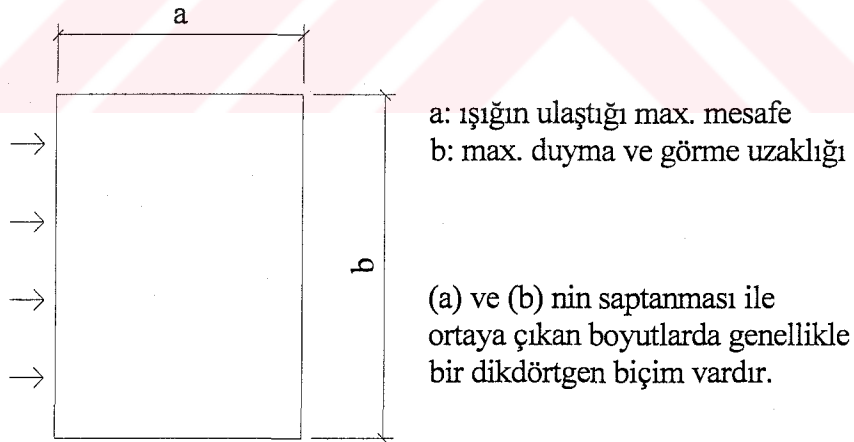
4.1 Genel Olarak Dersliklerin Tasarım İlkeleri

Klasik olarak derslik fikrinin oluşması eğitim ile başlamıştır. İnsanın bir şeyler öğrenmesinde beş duyusundan ikisi yani görme ve işitme duyuları en önemli iletişim unsurlarıdır. Bu duyu organlarının insan vücudundaki konumları gereği kişiyi bir doğrultuya yönelik kılar. İki kişi arasında en iyi iletişim yüz yüze geldikleri zaman kurulur. Eğitim ve öğretim de ise eğitici tek, öğrenciler ise çok kişi oldukları için şekilde görülen “A” açısı ve “x” mesafesi görme ve işitme kapasitesi ile sınırlıdır.



Şekil 4.1 Klasik eğitimde öğretmen öğrenci ilişkisi

Klasik eğitim tipinde öğretmenin tüm öğrencileri, tüm öğrencilerin de öğretmeni görmesi, duyması, bunun yanı sıra yazdıklarını da görmesi gerekmektedir. Bu koşullar klasik eğitimdeki dersliğin ölçü düzeninin kurallarını vermektedir. Rahat görme- yazma işlevleri için uygun bir aydınlatma gerekmektedir. Büyük çoğunluğun sağ elini kullanması ışığın soldan gelmesini gerektirir ve dolayısıyla pencere yerlerinin belirlenir. Buna bağlı olarak ta ışığın etkin-yararlı olarak girebildiği derinlikte dersliğin öteki boyutunu verir.



Şekil 4.2 Dersliklerin en - boy mesafeleri

Sonuç olarak klasik eğitim öğretmenin birtakım bilgileri yazarak, çizerek anlatması, öğrencilerin de onu izleyerek anlayıp öğrenmesi biçiminde özetlenebilir. Burada öğretmen “aktif”, öğrenci “pasif”, derslik ise “sabit”tir. (Zorer,1995)

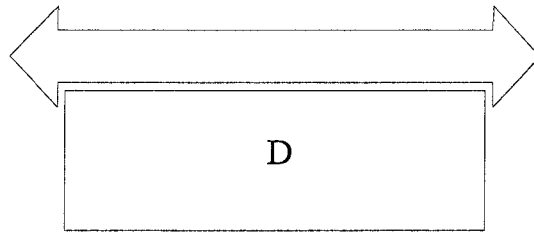
4.2 Dersliklerin Okul Planlamalarındaki Yeri Ve Konumu

Okul yapılarında eğitim ve öğretimin başarısı açısından fiziksel koşulların en etkileyici olduğu mekanlar dersliklerdir. Dersliklerin ana işlevi, öğrencilerin fiziksel ve zihinsel başarılarının istenen düzeyde olması ve sağlıklarının sürekliliği için fizik ortam öğeleri açısından konforlu ortamı sağlamaktır.

Okul yapılarının ana işlevini oluşturan dersliklerin kendine özgü gereksinimleri söz konusudur. Derslikler işlev, kullanıcı sayısı ve niteliği (yaş, giyecek v.b.) kullanım saati açısından eş mekanlar olduğundan, bunları gruplayarak ortak tasarım ölçütleri oluşturmak olanağı vardır.

Okul tasarımının başarısını etkileyen ilk ölçüt, dersliklerin okul planlamasındaki konumunu belirlemesidir. Derslikleri çevreleyen kabukta içe ya da dışa bakan öğelerin sayısı, dersliklerin okul planlamalarındaki yeri ve dışa bakan öğelerin sayısı, dersliklerin okul planlamalarındaki konumuna bağlıdır ve dersliklerin kazandığı ve kaybettiği ısıyı doğrudan etkiler. Örneğin, derslik planlamalarında dersliklerin koridor boyunca çift yönlü ya da tek yönlü olarak sıralanabildiklerini veya ortada yer alan hol v.b. ortak mekan etrafında yer aldığını görmekteyiz. Bu planlama biçimlerine bağlı olarak dersliklerin konum seçenekleri, ilkökul planlamalarında dersliklerin veya derslik gruplarının düzenlenmesini içeren bir analiz sonucu belirlenmiştir. (Zorer,1995)

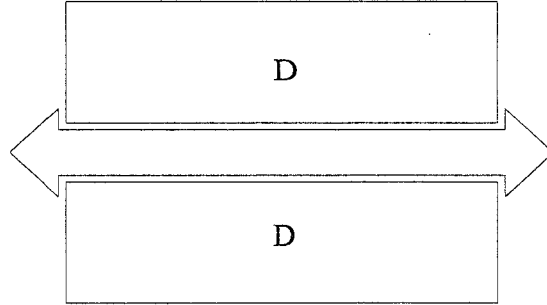
1-) Dersliklerin Koridor Boyunca Tek Yönlü Olarak Yan Yana Dizilmesi



Şekil 4.3 Dersliklerin koridor boyunca tek yönlü olarak yan yana dizilmesi

Basit ve rasyonel bir çözüm olan bu şemanın katlı çözümleri de söz konusudur. Mimari ölçütler açısından yer kaybı bakımından ekonomik olamayan bir sistem olarak nitelense de, derslikleri gruplayarak edilgen ısıtma sisteminin gerektirdiği yöne baktırma olanağı vermesi açısından olumludur.

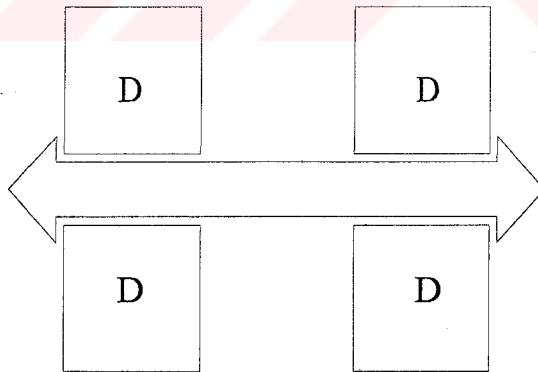
2.) Dersliklerin Koridor Boyunca İki Yönlü Olarak Yan Yana Dizilmesi



Şekil 4.4 Dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak yan yana dizilmesi

Alan kaybı açısından ekonomik olarak nitelenen bu çözüm dersliklerin tamamen zıt yönlere bakması nedeniyle edilgen ısıtma sistemi açısından olumsuzdur. Dersliklerin ısıtma gereksinimiyle uyum sağlamayan bir plan çözümdür.

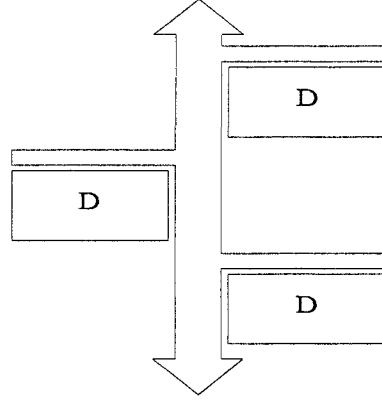
3.) Dersliklerin Koridor Boyunca İki Yönlü Olarak Aralıklarla Sıralanması



Şekil 4.5 Dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak aralıklarla sıralanması

Koridor boyunun uzamasına neden olmakla birlikte, dersliklerin arasında kullanılabilir açık alanlar yada yeşil örtü edilmesi, koridorun dışa açılma olanağının bulunması gibi, tasarım için yeni olanaklar getirmektedir.

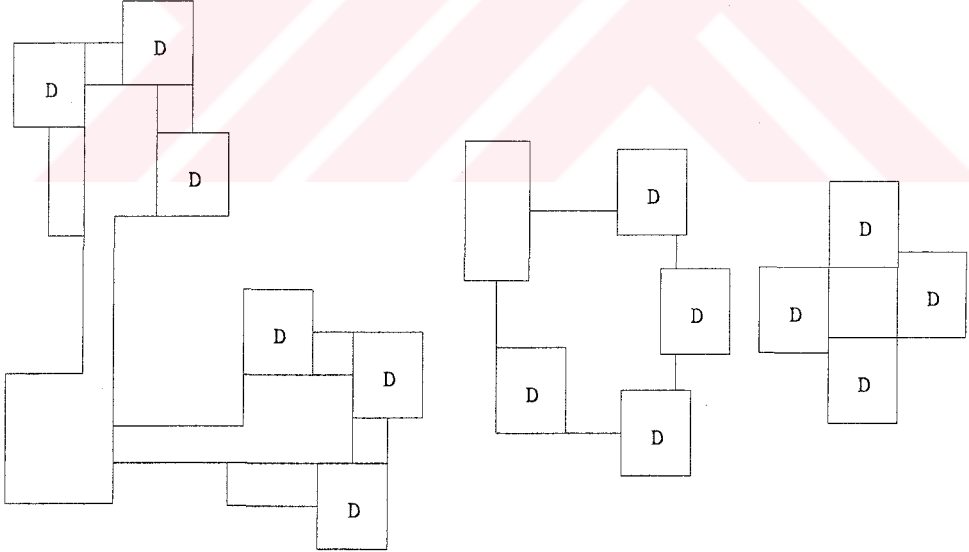
4.) Az Sayıda Dersliğin Bağlayıcı Eleman Olan Koridorun Ana Düşey Aksına Bağlanması



Şekil 4.6 Az sayıda dersliğin bağlayıcı eleman olan koridorun ana düşey aksına bağlanması

Bu çözüm yatayda ve düşeyde bağlantıların ölçüsünü azaltması ve dersliklerin gruplandırılarak istenilen yöne baktırılabilmesi açısından olumlu plan çözümlerinden biridir.

5-) Dersliklerin Gruplanması



Şekil 4.7 Dersliklerin gruplanması

Bir hol-avlu ya da geniş bir alan çevresinde toplanan derslikler açık veya kapalı bir bağlantı ile esas kitleye bağlanmaktadır. Diğer bir çözümde dersliklerin bir iç avlu çevresinde

toplanmasıdır. Bu planlama tipi, derslikler gruplanarak saydam alanları doğu ve güney yönüne baktırıldığında, yönlendirme açısından olumludur.

Bu derslikler içerisinde ısısal koşullar dış kabuktan kazanılan ve kaybedilen ısıya bağlı olarak birbirinden farklı olacaktır. Aynı zamanda katlı okul yapılarında çatı yada zemin katta yer alan dersliklerde ısısal koşullar çatı ve döşemeden olan ısı kaybına bağlı olarak yapının ara katlarındaki dersliklerden farklı olacaktır.(Zorer,1995)

4.3 Dersliklerin Boyutları ve Biçim Faktörü

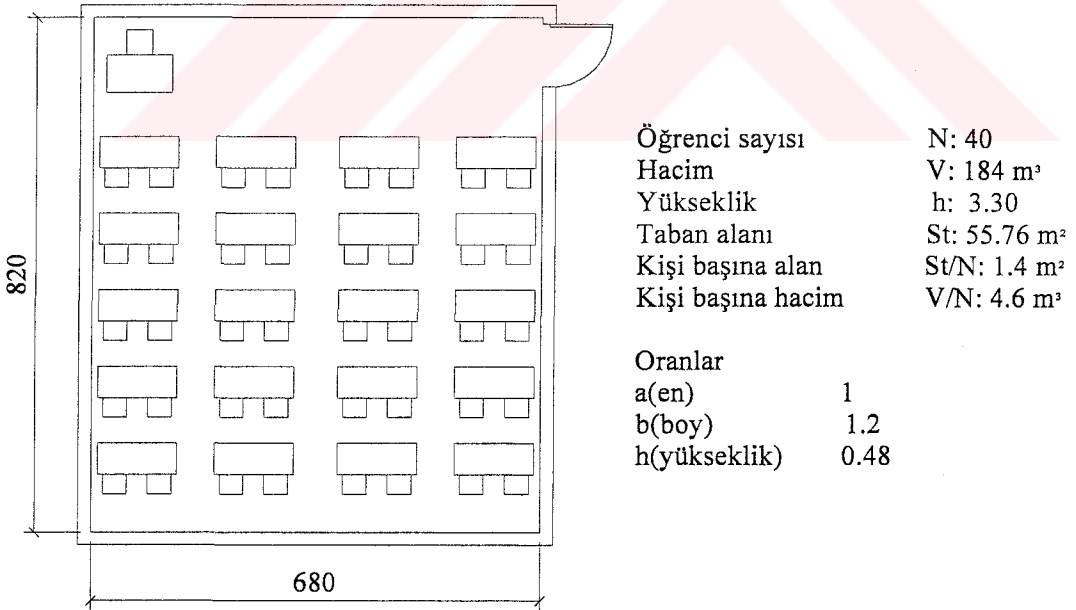
Mimari tasarım ölçütleri açısından dersliklerin biçim ve boyutlarında kesin sınırlamalar olmadığı görülmüştür. Dersliklerde değişik türdeki eğitim etkinlikleri için (klasik oturuş, grup çalışmaları, audio-visual gösteri, eliş çalışmaları v.b.) farklı büyüklükte alanlar gerekmektedir.eğer bu işlemler aynı hacimde yapılacaksa, o zaman optimum bir alan üzerine durmak gerekir. Bu alan çeşitli ülkelerde 1-3 m² arasında değişmektedir. Bunun yanında derslik içindeki öğrenci sayısı da önemlidir. Bu sayı da gerek pedagojik, gerek se psikolojik eğitim yöntemleriyle ilişkili olarak her ülkeye göre değişmektedir. Seslendirmesiz dersliklerle ilgili olarak yapılan boyutlar ve yoğunluk taramasından elde edilen sonuçların yer aldığı tablo aşağıda sunulmaktadır. (Karabiber,1981; Zorer,1995)

Çizelge 4.1. Dersliklerle ilgili olarak yapılan boyut ve yoğunluk taraması

Şehir-Bölge-Ülke	Kişi Sayısı	Hacim (m ³)	Taban Alanı (m ²)	h (m)	St / N Kişi Başına Taban Alanı (m ²)	V / N Kişi Başına Hacim (m ³)
Prusya / Almanya	48-54	173	54	3,2	1-1,2	3,5-4
Leipzig/Almanya	38-54	200	55	3,5	1,5	5,5
Hamburg/Almanya	25	187	52	3,6	2,08	7,5
İsviçre	48	213	68	3,4	1,42	4,82
Amerika	40	292	80	3,65	2	7,3

Tablodan da görüldüğü gibi dersliklerin boyutları ülkelerin eğitimle ilgili belirledikleri standartlara göre değişim göstermektedir. Yine de akustik uzmanı Knudsen-Harris'in ortaya koyduğu öneriler doğrultusunda dar ve uzun ya da çok büyük boyutlardan kaçınılması yararlıdır. Dar ve uzun çok büyük boyutlardan kaçınmak güneş enerjisinden yararlanma ve enerji korunumu açısından tasarımcıyı doğru sonuçlara ulaştırmaktadır. Harris boyutlar değişse bile aralarında 1/1.2/0.48'lik (en,boy.yükseklik) oranlarının korunmasını önermektedir. Sonuçta,derslikler için boyutlar ve biçim faktörü belirlemesi literatür taraması ile elde edilen boyut ve yoğunlukların görüldüğü tablodan ülkemiz koşulları da düşünülerek yapılacak bir eleme sonucunda, akustik açıdan şeslendirmesiz derslikler için yaklaşık olarak önerilen oranlara da uygun olarak yapılabilir. Bu belirlemede yukarıdaki özelliklere bağlı olarak belirli bir aralıkta değişen boyutlar üretmek olanaklıdır.

Ülkemizde dersliklerin 40 öğrenci için planlandığı göz önünde tutularak, 40 öğrenci için yapılan derslik yoğunluğu ve yerleşim tasarımı Şekil 3.8 de görülmektedir. Planda 6.80 x 8.20 olarak belirlenen boyutların çok kesin ölçüler olmadığı açıktır. Yukarıda belirlenen oranlara yakın başka boyutlar da üretilebilir. Dar, uzun, çok büyük boyutlardan kaçınarak, kareye yakın boyutlar oluşturmak olanaklıdır. (Zorer,1995)



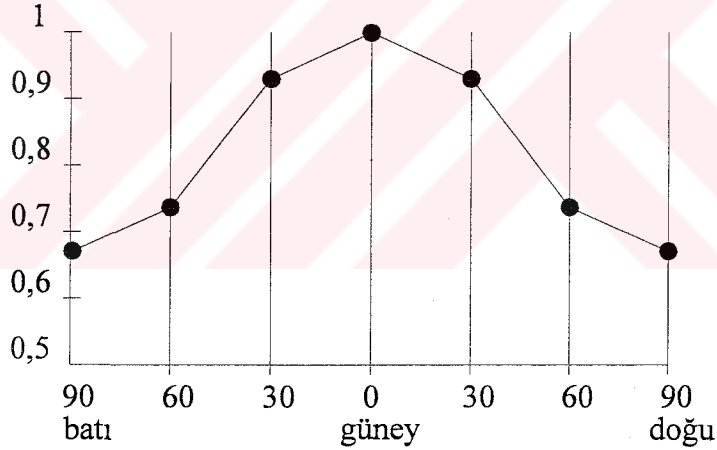
Şekil 4.8 Örnek derslik

4.4 Dersliklerin Yönlendirilmesi

Dersliklerin dış kabuk elemanlarını baktığı yönler, dersliğin yönü olarak kabul edilir. Dersliklerin okul yapısı içerisindeki konumuna bağlı olarak belirlenen bu değişken, dersliği çevreleyen kabuk elemanlarının dış yüzeyindeki güneş ışınımı yeğnliğinin etkiler. Farklı yönlere bakan yüzeyleri etkileyen güneş ışınımı yeğnliği de farklı olduğundan, güneş ışınımı etkisiyle kazanılan ısı niceliği de yönlere göre değişecektir. Dersliği çevreleyen dış kabuğun dolu ve saydam alanlarından güneş ışınımı etkisiyle kazanılan ısı aynı zamanda derslik içi ısısız konforu oluşturan öğelerden, iç hava sıcaklığı ve ortalama ışınımsal sıcaklık gibi etkenlerin de değişiminde rol oynayacaktır. (Zorer, 1995)

Enerjisi tasarrufu açısından düşünüldüğünde güneşten kazanılan ısı enerjisinin maksimum olması için dersliklerin yönlendirilmesi oldukça önemlidir.

'Derslikler hangi yöne bakmalıdır?' sorusunun yanıtı ise Olson (1982) tarafından oluşturulmuş güneş enerjisini toplayıcı elemanların yönlendirilmesinin, ısıtma etkinliğine etkisini gösterildiği Şekil 4.9'dan çıkartılabilir.



Şekil 4.9. Güneş enerjisini toplayıcı elemanların yönlendirilmesinin, ısıtma etkinliğine etkisi

Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, doğuya ya da batıya bakan yüzeylerden, yaklaşık olarak güneye bakan yüzeylerin % 67'si kadar güneş ısısı elde edilmektedir. Güney-doğu ya da güney-batı'ya bakan yüzeyler ise güneye bakan yüzeylerin % 85'i oranında güneş ısısı sağlamaktadır. Dersliklerin kullanım saatleri göz önüne alındığında (dersliklerde eğitim döneminde genellikle sabah saat 8' de eğitime başlanmaktadır.), olabildiğince güneş enerjisinden erken yararlanabilen, gece kaybedilen ısının hemen kazanılmasını sağlayan ve konfor sıcaklığına çabuk ulaşılmasına yardımcı olan yönler seçilmelidir. Bu açıdan dersliklerin yönlendirilmesinde ağırlık güney, güney-doğu ve doğu yönlerine doğru verilmelidir.

Güneyden batıya doğru yönlendirme, sabah saatlerinde sınıfların konfor sıcaklığına ulaşmasında güneş enerjisinden yararlanma olanağı vermediği için uygun değildir. Derslikleri güney ve güneyden doğuya doğru sapan yönlerde gruplayarak, sabah saatlerinde gerektiğinde destekli ısıtmanın da devreye girmesiyle, konfor sıcaklığına ulaşmak uygundur. Bu konfor sıcaklığı, gün boyunca dış sıcaklığın artmasıyla da rahat korunabilecek önemli ölçüde enerji ekonomisi sağlayacaktır. (Zorer, 1995)



5. TASARLANAN OKUL YAPISI PLAN TİPLERİNİN ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU VE YÖNLENDİRME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN YAKLAŞIM

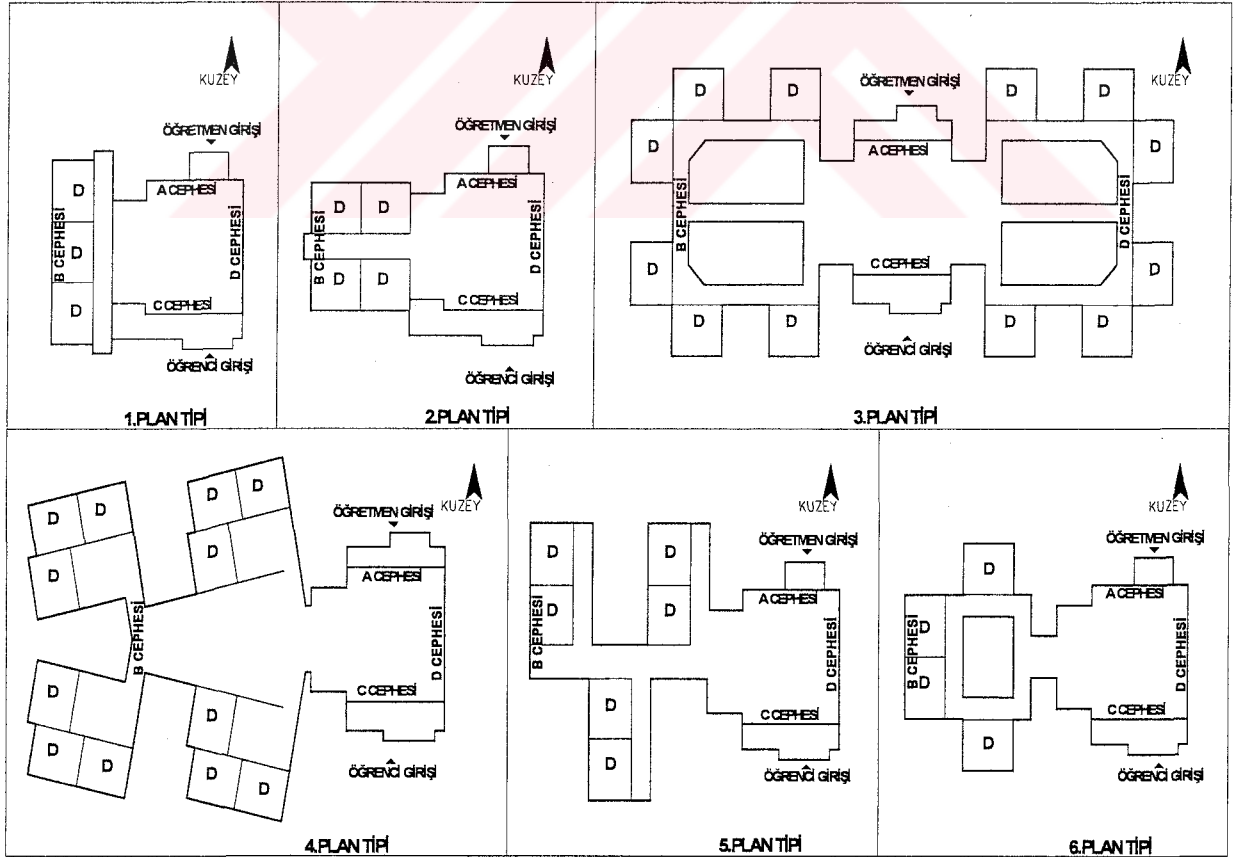
5.1 Yaklaşımın Amacı ve Tanıtılması

Bu çalışmada geliştirilen yaklaşımın amacı, eğitim yapılarının tasar ölçütlerinin yıllık ısıtma enerjisinin azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda tasarlanan ilköğretim okulu plan tiplerinin enerji korunumu açısından ısı kayıplarının azaltılmasını sağlayacak şekilde en uygun plan tipi ve yönlendirme durumları belirlenmiştir.

5.2 Yaklaşımın Adımları

5.2.1 Plan Tiplerinin Mimari Özelliklerinin Saptanması

Bu çalışmada 6 farklı plan tipi tasarlanmıştır. Plan tiplerinin tasarımında Bölüm 4.2.'de yer verilen ilköğretim yapısı tasarımlarında sıklıkla kullanılan plan şemalarından yararlanılmıştır. Plan tipleri Şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 Plan şemaları

1. Plan tipi dersliklerin koridor boyunca tek yönlü olarak dizilmesi,
 2. Plan tipi dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak dizilmesi,
 3. Plan tipi dersliklerin bir hol veya avlu çevresine gruplanarak dizilmesi,
 4. Plan tipi dersliklerin hol-avlu çevresinde toplanarak kapalı bir bağlantıyla esas kütleyle bağlanması,
 5. Plan tipi az sayıda dersliğin bağlayıcı elaman olan koridorun düşey aksına bağlanması,
 6. Plan tipi dersliklerin bir iç avlu çevresinde dizilmesi,
- prensiplerinden yola çıkılarak tasarlanmıştır.

Plan şemalarının tasarımında Milli Eğitim Bakanlığı'nca oluşturulan tip okul projelerinin ihtiyaç programından ve fonksiyon şemalarından yararlanılmıştır. Tüm plan tiplerinde toplam 12 adet derslik ve idari bölümü oluşturan hacimler bulunmaktadır. Plan tiplerinin şema özelliklerine göre plan tiplerinin kat adetleri farklılaşmaktadır. (Bkz Ek 1) Avlu çevresinde dersliklerin gruplandırılarak dizilmesiyle oluşturulan plan tiplerinde, avlu içlerinin farklı fonksiyonlar yüklenerek kullanılabilceği görülmektedir. Tüm plan tiplerinin mimari projeleri ise Ek 1'de verilmiştir.

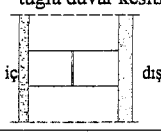
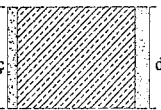
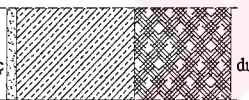
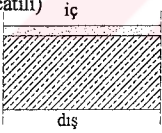
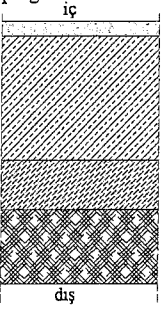
5.2.2 Plan Tiplerine Ait Yapı Kabuğu Veri ve Kabullerinin Belirlenmesi

Çalışmada amaç, ele alınan plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından birbirleriyle kıyaslanarak enerji korunumu açısından en uygun plan tipinin ve yönünün belirlenmesi olduğundan tüm plan tiplerinde okul yapılarının temelini oluşturan derslik boyutları ve biçim faktörleri sabit tutulmuştur.

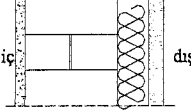
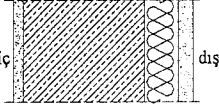
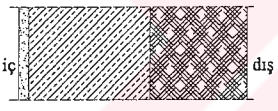
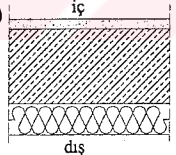
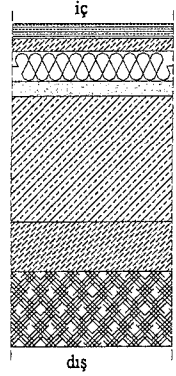
Plan tiplerine ait yapı kabuğu veri ve kabulleri aşağıda açıklanmıştır;

- Plan tiplerinin enerji korunumlarının karşılaştırılması öncelik taşıdığından tüm plan tipleri için hesap metodunda kullanılacak yapı kabuğu özellikleri sabit tutulmuştur. Yalıtım malzemeleri yapının özelliklerine göre farklı kalınlıklarda kullanılmıştır. Yapı elemanlarının yalıtımlı ve yalıtımsız durumlarına ait kabuk kesitler Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2'de verilmiştir.
- Dersliklerin boyutlandırılmasında Bölüm 4.3.'te de anlatılan akustik uzmanı Kundsens-Harris'in önerdiği 1/1,2/0,48'lik oran kabul edilmiştir. Tüm plan tiplerinde dersliklerin en boy ve yükseklikleri arasında 1/1,2/0,48 oranı bulunmaktadır. Dersliklerin eni 7,5 mt , boyu 9 mt ve yükseklikleri 3,6 mt'dir. Kişi başına alan 1,46 m² olup, derslikler toplam 46 öğrenci kapasitelidir.

Çizelge 5.1 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarındaki yapı kabuğu kesitleri

YALITIMSIZ DURUMDAKİ KABUK KESİTLERİ		
YAPI ELEMANI	MALZEME	ISIL İLETKENLİK DEĞERİ W/mK
1 dış havaya açık tuğla duvar kesiti 	kireç harcı yatay delikli tuğlalarla duvarlar çimento harcı	0.870 0.450 1.400
2-3 ve 4 dış havaya açık betonarme kesiti perde d:25 cm kolon d:30 cm kolon d:60 cm 	kireç harcı donatılı beton çimento harcı	0.870 2.100 1.400
5-6 ve 7 toprağa temas eden betonarme kesiti perde d:25 cm kolon d:30 cm kolon d:60 cm 	kireç harcı donatılı beton kil sıkı toprak	0.870 2.100 2.100
8 tavan (çatılı) iç 	kireç harcı donatılı beton	0.870 2.100
9 taban toprağa oturan iç 	çimento harçlı şap donatılı temel betonu grobeton blokaj	0.140 2.100 1.740 2.300
10 pencere	çift camlı plastik doğrama	
11 kapı	ısı yalıtımsız metal dış kapı	

Çizelge 5.2 Plan tiplerinin yalıtımlı durumlarındaki yapı kabuğu kesitleri

YALITIMLI DURUMDAKİ KABUK KESİTLERİ		
YAPI ELEMANI	MALZEME	ISIL İLETKENLİK DEĞERİ W/mK
1 dış havaya açık tuğla duvar kesiti 	kireç harcı yatay delikli tuğlalarla duvarlar XPS extrude polistren köpük çimento harcı	0.870 0.450 0.028 1.400
2-3 ve 4 dış havaya açık betonarme kesiti perde d:25 cm kolon d:30 cm kolon d:60 cm 	kireç harcı donatılı beton XPS extrude polistren köpük çimento harcı	0.870 2.100 0.028 1.400
5-6 ve 7 toprağa temas eden betonarme kesiti perde d:25 cm kolon d:30 cm kolon d:60 cm 	kireç harcı donatılı beton kil sıkı toprak	0.870 2.100 2.100
8 tavan (çatılı) 	kireç harcı donatılı beton taşıyıcı	0.870 2.100 0.040
9 taban toprağa oturan 	mantarlı linolyum koruma şapı XPS extrude polistren köpük çimento harçlı şap donatılı temel betonu grobeton blokaj	0.008 0.140 0.028 0.140 2.100 1.740 2.300
10 pencere	çift camlı plastik doğrama	
11 kapı	ısı yalıtımlı metal dış kapı	

• Pencere alanını içinde bulunduğu toplam duvar alanına oranının ne olacağı konusunda karar verilirken ise görsel ilişkinin psikolojik açıdan karşılanması, iç-dış çevrenin görsel bağlantısının hoşnut edici düzeyde tutulabilmesi konusunda yapılan araştırmalar incelenerek (1972 DES, Guidelines For Enviromental Design) % 30 optimum taban, %20 değeri ise kabul edilebilir min. taban değeri olarak göz ününde bulundurulmuştur. Ayrıca min. gerekli doğal aydınlatma koşulları açısından da pencere alanı / Σ duvar alanı oranını % 20'den daha düşük olmayacağı ölçütü ve buna ek olarak yaz aylarında aşırı ısınmayı önleme ve uygun güneş ışığı çözümlerine kaba bir öneri olarak verilen % 40'lık oran dikkate alınmıştır. (Zorer, 1995 ; Şerefhanoglu, 1983) Bu oran sınırlamaları ve iklimsel özellikler göz önüne alınarak pencere / Σ duvar alanı oranı % 40 olarak alınmıştır.

• % 40'lık pencere / Σ duvar alanı oranından yola çıkılarak pencere / taban alanı arasın da % 19,2'lik bir oran oluşturulmuştur. Ayrıca pencere / taban alanı oranından yola çıkılarak koridor alanları içinde % 16 oranı kabul edilmiş ve bu oranın tüm plan tiplerinde kullanılmasıyla koridorlar için de ortak bir oran uygulanması sağlamıştır.

5.2.3 Yapı Kabuğunun Yalıtımsız Durumunda Plan Tiplerinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçlarının Hesaplanması ve Yönlendirmeye Bağlı Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Değişiminin İncelenmesi

Bu bölümde tüm plan tipleri için TS 825 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' Standardının önerdiği hesaplama yöntemi kullanılarak İstanbul ili için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Hesap yöntemi ayrıntılı olarak Bölüm 3.3'de verilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılacak yapı elemanları, dış havaya açık duvar alanı 3 kesit, toprağa temas eden duvar alanı 2 kesit olarak alınmıştır.

Dışa Açık Duvar Alanı

- 1) Tuğla Duvar Alanı
- 2) Perde Duvar Alanı
- 3) Kolon Alanı

Toprağa Temas Eden Duvar Alanı

- 1) Perde Duvar Alanı
- 2) Kolon Alanı

Bu yapı elemanları dışında ;

- 1) Taban(Toprağa Temas Eden)
- 2) Tavan(Çatılı)
- 3) Pencere Alanı
- 4) Kapı Alanı olmak üzere toplam 9 yapı elemanı mevcuttur.

Plan tiplerine ait yapı elemanlarının alanları (m²) Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Plan tiplerine ait yapı elemanlarının alanları (m²)

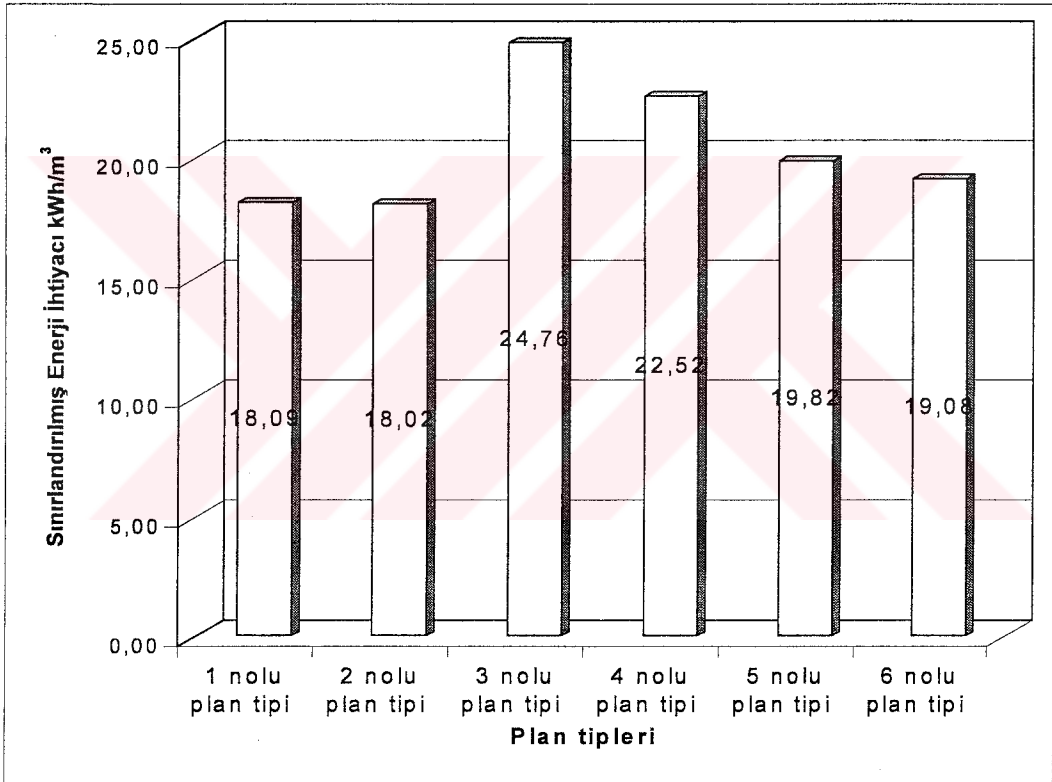
	1.Plan Tipi	2.Plan Tipi	3.Plan Tipi	4.Plan Tipi	5.Plan Tipi	6.Plan Tipi
Dış Havaya Açık Tuğla Duvar Alanı	552,88	441,27	1683,30	708,08	808,20	945,52
Dış Havaya Açık Perde Duvar Alanı d:25 cm	740,33	541,90	704,84	578,25	793,85	1082,86
Dış Havaya Açık Kolon Alanı d:30 cm	11,10	10,80	122,40	39,18	24,36	10,80
Dış Havaya Açık Kolon Alanı d:60 cm	75,72	65,22	75,24	78,63	98,97	100,41
Toprağa Temas Eden Perde Duvar Alanı d:25 cm	232,28	263,00	265,83	263,84	446,83	377,52
Toprağa Temas Eden Kolon Duvar Alanı d:30 cm	1,86	–	–	1,86	3,72	–
Toprağa Temas Eden Kolon Duvar Alanı d:60 cm	7,44	9,30	11,16	12,09	17,67	6,51
Toprağa Temas Eden Taban Alanı	791,78	847,94	2216,08	2356,20	1289,78	1103,64
Çatılı Tavan Alanı	791,78	847,94	2216,08	2356,20	1289,78	1102,64
Pencere Alanı	309,50	281,19	267,29	405,81	359,94	349,78
Kapı Alanı	20,70	20,70	122,70	20,70	20,70	20,70

Çalışmanın bu bölümü 3 aşamadan oluşmaktadır:

- Birinci aşama olarak tüm plan tipleri için TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardının önerdiği hesap yöntemi ile yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Hesaplamalar ait örnek Ek 2’de verilmiştir.

TS 825 standardının sınırladığı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yapılan değerlendirme:

Yapılan hesaplamalar sonucunda projelendirme aşamasında enerji korunumu düşünülmeden tasarlanan ve yalıtımın yapılmadığı tüm plan tiplerinin, ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının yönetmelikte verilen üst sınır değerden oldukça fazla olduğu görülmüştür. Plan tiplerinin standartta sınırlandırılan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 Plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının üst sınır değeri grafiği (kWh/m³)

Şekilden de görüldüğü gibi m³ başına en az yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olan plan tipi 2 nolu plan tipi yani dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak dizilmesi şemasından yola çıkılarak tasarlanan plan tipidir. En fazla enerji ihtiyacı olan plan tipi ise 3 nolu plan tipidir. 1 ve 2 nolu plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları birbirine çok yakındır. TS 825 standardına göre sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından plan tipleri arasında küçükten büyüğe doğru bir sıralama yapılırsa sıralamanın;

2.Plan tipi - 1.Plan tipi - 6.Plan tipi - 5.Plan tipi - 4.Plan tipi - 3.Plan tipi olduğu görülmüştür.

Plan tipleri arasındaki sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacındaki sıralamanın, toplam dışa bakan yüzey alanları arasındaki sıralamayla aynı olduğu görülmüştür. Yıllık ısıtma enerjisi – dışa bakan yüzey alanı ilişkisi Çizelge 5.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 Yıllık ısıtma enerjisi (kWh/m³) – dışa bakan yüzey alanı ilişkisi (m²)

PLAN TİPLERİ	DIŞA BAKAN YÜZEY ALANLARI TOPLAMI (m ²)	SINIRLANDILMIŞ YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI
1 Nolu Plan Tipi	3535,37	18,09
2 Nolu Plan Tipi	3329,26	18,02
3 Nolu Plan Tipi	7684,92	24,76
4 Nolu Plan Tipi	6820,76	22,52
5 Nolu Plan Tipi	5153,80	19,82
6 Nolu Plan Tipi	5100,38	19,08

- İkinci aşamada yalıtımsız durumdaki plan tipleri kendi eksenleri etrafında saatin tersi yönde çevrilmiş ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları dört ayrı yöneliş durumu için tekrar hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda her plan tipi için yıllık ısıtma enerjisi açısından en uygun yönlendiriliş durumu belirlenmiştir. Plan tiplerinin hesaplanmış yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

YERLEŞİM DURUMLARI	PLAN TİPLERİNİN YALITIMSIZ DURUMLARI İÇİN YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYAÇLARI (kWh/m ³)					
	1.PLAN TİPİ	2.PLAN TİPİ	3.PLAN TİPİ	4.PLAN TİPİ	5.PLAN TİPİ	6.PLAN TİPİ
1.YERLEŞİM DURUMU A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ KÜBÜ	44.02	42.82	75.55	36.37	51.00	37.28
2.YERLEŞİM DURUMU D CEPHESİ A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ KÜBÜ	43.64	42.65	75.62	36.49	50.69	37.08
3.YERLEŞİM DURUMU C CEPHESİ D CEPHESİ A CEPHESİ B CEPHESİ KÜBÜ	44.15	42.92	75.68	36.52	51.15	37.36
4.YERLEŞİM DURUMU B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ A CEPHESİ KÜBÜ	44.63	42.93	75.62	36.49	51.41	37.58
SINIRLANDIRILMIŞ ENERJİ İHTİYACI	18.09	18.02	24.76	22.52	19.82	19.08

Yönlere bağlı hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yapılan değerlendirme:

Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarındaki yönlere bağlı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının değişimleri incelendiğinde:

- 1 - 2 - 5 ve 6 Nolu plan tipleri için en uygun yönlendiriliş durumu 2. yerleşim durumu,
- 3 ve 4 Nolu plan tipleri için ise en uygun yönlendiriliş durumunun 1 nolu yerleşim durumu olduğu görülmüştür. (Bkz Çizelge 5.5)

Yönlendiriliş durumları – cam oranları arasındaki ilişkiye göre yapılan değerlendirme:

TS 825 Standardının önerdiği hesap yönteminde, yönlere bağlı olarak cam alanlarının değişimi dikkate alınmakta ve cam oranları – yönlendiriliş durumu arasındaki ilişkiye bağlı olarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değişmektedir. Yapılan hesaplamalardan çıkan sonuçlar;

- 1. - 3. - 4. ve 5. Plan tiplerinin en uygun yerleşim durumlarında, en geniş cam yüzey alanları güney cephelerinde bulunmaktadır ve tüm plan tiplerinde dört ana yöne bakan cam yüzeyleri mevcuttur. (Bkz Şekil 5.3)

1 nolu plan tipi için, doğu - batı ve kuzey cephelerindeki cam oranları birbirine yakın, güney cephesindeki cam oranı ise yaklaşık olarak diğer üç cephedeki cam oranından 3 kat daha fazladır. Bu plan tipinde en uygun yönlendiriliş durumunu güney cephedeki cam oranı belirlemiştir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacından en olumsuz olan yerleşim durumu ise cam oranı yüksek olan cephenin kuzeye geldiği 4 nolu yerleşim durumudur.

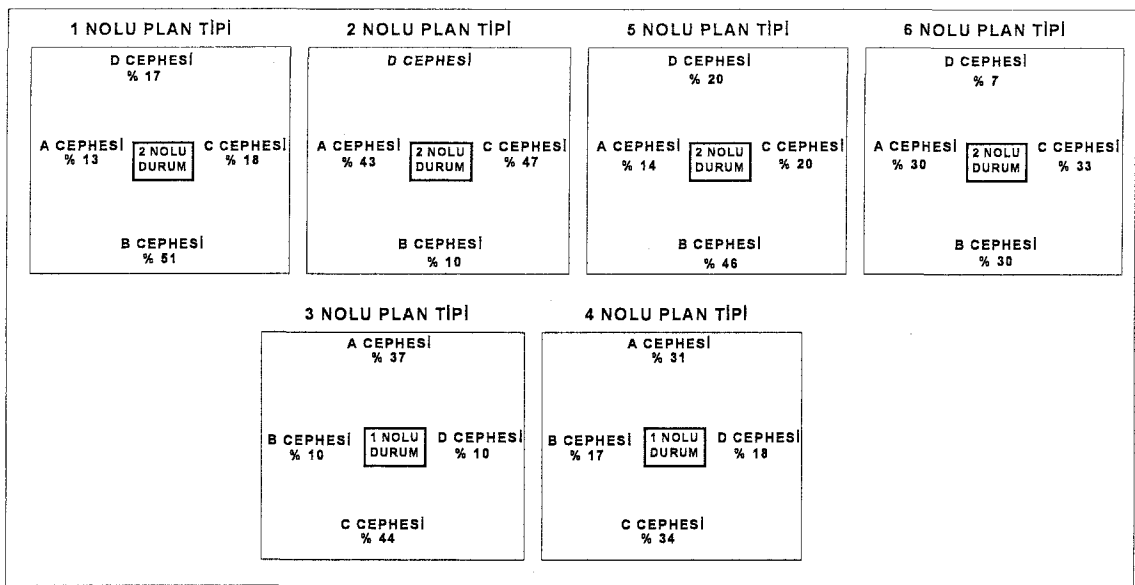
3 ve 4 nolu plan tiplerinde, doğu-batı yönlerindeki cam oranları birbirine çok yakındır. Güney cephedeki cam oranları ise diğer üç cephedeki cam oranlarından fazladır. Fakat kuzey - güney cephelerdeki saydam yüzey alanları arasında fark, 1 nolu plan tipinde olduğu kadar büyük değildir. Kuzey cephedeki cam oranları güney cephedeki cam oranlarına yakındır, güney cephede yaklaşık olarak 1.2 kat daha fazla cam yüzeyi vardır. Burada da yönlendirmeyi güney cephedeki cam oranı belirlemiştir. Plan tipleri için en olumsuz yerleşim durumunun en geniş cam yüzeyinin kuzeye geldiği 3 nolu yerleşim durumu olduğu görülmüştür. Bu iki plan tipinin yönlendiriliş durumlarından, hesap yönteminde güney cepheden kazanılan güneş enerjisinin çok etkili olduğu ancak kuzey cepheden kaybedilen ısı enerjisinin çok etkili olmadığı sonucuna varabiliriz. Güney cepheden cam yüzeyler sayesinde elde edilen güneş enerjisine karşılık neredeyse aynı cam yüzey oranına sahip olan kuzey cepheden de bir ısı kaybı söz konusudur. Doğru- batı yönlerinde ise ısı kayıp ve kazançları saydam yüzey alanları da yakın olduğu için birbirini karşılamaktadır.

5 nolu plan tipinde, en uygun yönlendiriliş durumu cam oranı yüksek olan cephenin güneye geldiği durumdur. Bu plan tipinde de güney cephedeki cam oranı diğer cephelerdeki cam oranlarından fazladır ve tüm cephelerde saydam yüzey bulunmaktadır. En uygun yerleşim durumunu yine güney cephedeki cam oranı belirlemiştir. En olumsuz durum ise diğer plan tiplerinde olduğu gibi saydam yüzey alanının yüksek olduğu cephenin kuzeye geldiği 4 nolu yerleşim durumudur.

□ 2 ve 6 Nolu plan tipleri için ise en uygun yönlendiriliş durumlarında en geniş cam yüzey alanları doğu cephelerinde bulunmaktadır. (Bkz Şekil 5.3)

2 nolu plan tipi için, değerlendirme yapıldığında en uygun yerleşim durumunda iken doğu yönündeki cam oranının güney cephesindekinden 4.7 kat, batı cephesindekinden ise 1.1 kat daha yüksek olduğu görülmüştür, kuzey cephesinde ise cam yüzey bulunmamaktadır. Bu plan tipinin yönlendiriliş durumunda ise etkili kuzey cephe olmuştur. Kuzey cephenin sağır ve doğu cephedeki cam yüzeyinin fazla olduğu yerleşim durumu en uygun yerleşim durumu olmuştur. En olumsuz durum ise sağır yüzeyin güney cephede olduğu 4 nolu yerleşim durumudur.

6 nolu plan tipinde de en uygun durumda 2 nolu plan tipinde olduğu gibi kuzey cephedeki cam oranı en düşük (2 nolu yerleşim durumu), en olumsuz durumda ise güney cephedeki cam oranı en düşüktür. (4 nolu yerleşim durumu) Bu plan tipinde de 2 nolu plan tipinde olduğu gibi kuzey cephedeki cam oranı etkili olmuştur. Tüm plan tiplerine ait en uygun yerleşim durumlarındaki saydam yüzey oranları Şekil 5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.3 Plan tiplerinin yalıtımsız halleri için en uygun yerleşim durumlarındaki saydam yüzey oranlarının cephelere bağlı değişimi

Yönetmelikçe sınırlandırılan enerji ihtiyacı ile hesaplanan enerji ihtiyacı arasındaki oransal değişime göre yapılan değerlendirme:

Çizelge 5.6 Plan tiplerinin yalıtımsız durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

YÖNLENDİRİLİŞ DURUMLARI	PLAN TIPLERİNİN YALITIMSIZ DURUMLARI İÇİN YÖNLERE BAĞLI HESAPLANAN YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI					
	1 nolu plan	2 nolu plan	3 nolu plan	4 nolu plan	5 nolu plan	6 nolu plan
1.yerleşim durumu	44,02	42,82	75,55	36,37	51,00	37,28
2.yerleşim durumu	43,64	42,65	75,62	36,49	50,69	37,08
3.yerleşim durumu	44,15	42,92	75,68	36,52	51,15	37,36
4.yerleşim durumu	44,63	42,93	75,62	36,49	51,41	37,58
sınırlandırılmış enerji ihtiyacı	18,09	18,02	24,76	22,52	19,82	19,08

YÖNLENDİRİLİŞ DURUMLARI	PLAN TIPLERİNİN YÖNETMELİKÇE SINIRLANDIRILAN ENERJİ İHTİYACI İLE HESAPLANAN YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI ARASINDAKİ ORANSAL DEĞİŞİM					
	1 nolu plan	2 nolu plan	3 nolu plan	4 nolu plan	5 nolu plan	6 nolu plan
1.yerleşim durumu	2.43	2.38	3.05	1.62	2.57	1.95
2.yerleşim durumu	2.41	2.37	3.05	1.62	2.56	1.94
3.yerleşim durumu	2.44	2.38	3.06	1.62	2.58	1.96
4.yerleşim durumu	2.47	2.38	3.05	1.62	2.59	1.97
sınırlandırılmış enerji ihtiyacı	18,09	18,02	24,76	22,52	19,82	19,08

Çizelge 5.6'da da görüldüğü gibi yönetmelikte verilen üst sınır değerleriyle, hesaplanan yıllık ısıtma enerjileri arasındaki oransal değişim incelendiğinde plan tipleri arasındaki sıralamada değişim olduğu görülmüştür. Oranlardan yola çıkılarak küçükten büyüğe doğru bir sıralama yapıldığında sıralamanın;

4.Plan tipi - 6.Plan tipi - 2.Plan tipi - 1.Plan tipi - 5.Plan tipi - 3.Plan tipi olduğu görülmüştür.

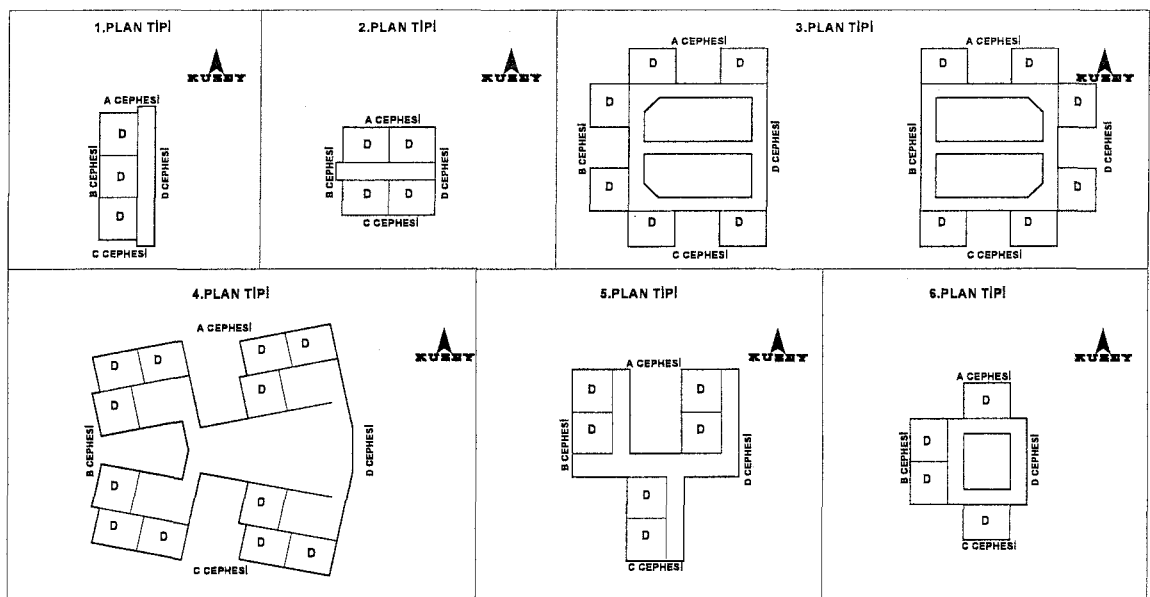
Birinci ve ikinci aşamaların sonucu olarak:

- tasarlanan eğitim yapıları plan şemalarından yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en yüksek olan plan tipi 3 nolu plan tipidir, her iki sıralamada da 3 nolu plan tipinin diğer plan tiplerine göre daha fazla yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı vardır.
- sınırlandırılmış enerji ihtiyaçları baz alınarak yapılan sıralamada yıllık ısıtma enerjisi

ihtiyacı en az olan plan tipi 2 nolu plan tipi olarak görünmektedir, oysa plan tiplerinin yalıtımsız hallerindeki hesaplanan enerji ihtiyaçlarının - yönetmelikle sınırlandırılmış olan enerji ihtiyaçlarına oranı göz önüne alınarak yapılan sıralama da ise en uygun plan tipi 4 nolu plan tipi olmuştur. İlk değerlendirmede yönetmelikle sınırlandırılan enerji miktarının 2 nolu plan tipinde en düşük olması nedeniyle gerekli yalıtımın yapılmasıyla en uygun plan tipinin 2 nolu plan tipi olacağı düşünülmüştür. Oysa 4 nolu plan tipinin ihtiyacı olan yalıtım en azdır, yönetmelikle sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına ulaşmak 4 nolu plan tipinde daha kolay olacaktır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından en uygun plan tipi 4 nolu plan tipidir.

- yönlere bağlı yıllık ısıtma enerjileri incelendiğinde bir cephenin sağır olduğu veya cam oranının diğer cephelere göre çok az olduğu durumlarda yönlendiriliş durumunu kuzey cephe belirlemektedir. Sağır veya en az cam oranına sahip olan cephenin kuzeye geldiği yerleşim durumu en uygun yönlendiriliş durumu olmaktadır. Dört ana yönün hepsinde saydam yüzeyin bulunduğu ve cephelerdeki cam yüzey alanları arasında çok büyük farkların olmadığı plan tiplerinde ise etkili olan güney cephe olmuştur. En geniş cam yüzeyinin güneye geldiği yerleşim durumu en uygun yönlendiriliş durumu olmaktadır.

□ Üçüncü aşama olarak plan tiplerinin derslik bölümleri dikkate alınarak hesaplamalar tekrarlanmış ve tüm plan tiplerinde sabit olan idari bölümün hesap sonuçlarına etkisi değerlendirilmiştir. Derslikler ile idari bölüm arasındaki duvar iç duvar olarak hesaba katılmıştır. Plan şemaları Şekil 5.4.'de, hesap sonuçları da Çizelge 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.4 Plan tiplerinin derslik bölümleri

Derslik bölümleri için TS 825 standardının sınırladığı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yapılan değerlendirme:

Çizelge 5.7 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

YERLEŞİM DURUMLARI		DERSLİK BÖLÜMLERİNİN YALITIMSIZ DURUMLARI İÇİN YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYAÇLARI (kWh/m ³)					
		1.PLAN TİPİ	2.PLAN TİPİ	3.PLAN TİPİ	4.PLAN TİPİ	5.PLAN TİPİ	6.PLAN TİPİ
YERLEŞİM DURUMU	1.YERLEŞİM DURUMU A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ	37.44	36.89	102.70	76.19	48.17	50.71
	2.YERLEŞİM DURUMU D CEPHESİ A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ	36.60	36.73	102.70	76.19	47.78	50.21
	3.YERLEŞİM DURUMU C CEPHESİ D CEPHESİ A CEPHESİ B CEPHESİ	37.44	36.89	102.70	76.19	48.27	50.71
	4.YERLEŞİM DURUMU B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ A CEPHESİ	38.12	37.17	102.70	76.18	48.86	51.18
SINIRLANDIRILMIŞ ENERJİ İHTİYAÇI		16.88	16.95	30.71	26.03	19.62	19.60

Çizelge 5.7'den de görüldüğü gibi TS 825 standardının önerdiği hesap yönteminde sınırlanmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından plan tipleri arasında bir sıralama yapılırsa sıralamanın küçükten büyüğe doğru:

1.Plan tipi - 2.Plan tipi - 6.Plan tipi - 5.Plan tipi - 4.Plan tipi - 3.Plan tipi olduğu görülmüştür.

Bu sıralama derslikler bölümü dikkate alınarak yapılmış sıralamadır. Fakat çalışmanın birinci aşamasında idari bölüm + derslik bölümlerine için yapılan hesaplamada en uygun şemanın 2 nolu plan tipi olduğu görülmüştür. (Bkz Çizelge 5.5)

Çizelge 5.8'de verilen dışa bakan yüzey alanı ile yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı arasındaki ilişkiye bakıldığında, 1 ve 2 nolu plan tipleri arasındaki yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından var olan sıralamanın dışa bakan yüzey alanı ile aynı olmadığı görülmektedir. (Bkz. Çizelge 5.8) 1 nolu plan tipinin dışa bakan yüzey alanının 2 nolu plan tipinden daha fazla olmasına rağmen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı daha azdır. Oysa idari bölüm + derslik bölümlerine ait dışa bakan yüzey alanı ile yıllık ısıtma enerjisi değişim tablosu incelendiğinde sıralamanın dışa bakan yüzey alanı ile aynı olduğu görülmüştür. (Bkz. Çizelge 5.4)

Çizelge 5.8 Derslik bölümlerine ait yıllık ısıtma enerjisi(kWh/m³) – dışa bakan yüzey alanı ilişkisi (m²)

Plan Tipleri	Dışa Bakan Yüzey Alanları Toplamı	Sınırlandırılmış Yıllık Isıtma Enerjisi
1 Nolu Plan Tipi	1637,85	16,88
2 Nolu Plan Tipi	1572,58	16,95
3 Nolu Plan Tipi	5378,14	30,71
4 Nolu Plan Tipi	4803,84	26,03
5 Nolu Plan Tipi	3297,45	19,62
6 Nolu Plan Tipi	3069,37	19,60

Çizelge 5.9 Dışa bakan yüzey alanı (m²) - hacim ilişkisi (m³) ve dışa bakan yüzey alanı (m²) – toplam cam yüzey alanı ilişkisi (m²)

Plan Tiplerinin A/V Oranları		Plan Tiplerinin A/Cam Oranları	
1 Nolu Plan Tipi	0,35	1 Nolu Plan Tipi	11,42
2 Nolu Plan Tipi	0,34	2 Nolu Plan Tipi	11,84
3 Nolu Plan Tipi	0,64	3 Nolu Plan Tipi	28,75
4 Nolu Plan Tipi	0,54	4 Nolu Plan Tipi	16,81
5 Nolu Plan Tipi	0,42	5 Nolu Plan Tipi	14,32
6 Nolu Plan Tipi	0,40	6 Nolu Plan Tipi	14,58

Derslik Bölüm. A/V Oranları		Derslik Bölüm. A/Cam Oranları	
1 Nolu Plan Tipi	0,30	1 Nolu Plan Tipi	7,74
2 Nolu Plan Tipi	0,30	2 Nolu Plan Tipi	8,40
3 Nolu Plan Tipi	0,91	3 Nolu Plan Tipi	38,02
4 Nolu Plan Tipi	0,72	4 Nolu Plan Tipi	15,52
5 Nolu Plan Tipi	0,42	5 Nolu Plan Tipi	12,40
6 Nolu Plan Tipi	0,38	6 Nolu Plan Tipi	13,02

Plan tiplerinin yalnızca derslik bölümleri düşünülerek yapılan hesaplamalarda bulunan A/V ve A/cam oranları, derslik + idari bölüm düşünülerek bulunan oranlara göre değişiklik göstermektedir. Oranlardaki değişikliklerden dolayı yıllık ısıtma enerjisi açısından plan tipleri arasındaki sıralamada da farklar meydana gelmektedir. Çizelge 5.9'daki derslik bölümlerine ait A/V oranları incelendiğinde 1 nolu plan tipi ile 2 nolu plan tipinin toplam dışa bakan yüzey alanları ile hacimleri arasındaki oranın eşit olduğu ve 1 nolu plan tipinin dışa bakan yüzey alanı ile cam yüzey alanı oranının, 2 nolu plan tipinden daha az olduğu görülmüştür. Oysa derslik + idari bölüme ait oranlara bakıldığında 2 nolu plan tipinin A/V oranı 1 nolu plan tipininkinden daha düşüktür ve 2 nolu plan tipinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 1 nolu plan tipininkinden daha düşüktür. TS 825 standardının önerdiği hesap yönteminde A/V oranına göre hesaplama yapıldığı için plan tiplerinin yalnızca derslik bölümleri

düşünüldüğünde bulunan A/V oranlarındaki değişiklikler standarda göre sınırlandırılan yıllık ısıtma enerjileri ihtiyaçlarına göre yapılan sıralamayı değiştirmektedir.

Derslik bölümlerine ait yönlere bağlı hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yapılan değerlendirme:

Her plan tipi için yönlendiriliş durumları ile yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değişimi incelendiğinde ise;

- 1 – 2 – 6 Nolu plan tipleri için en uygun yönlendiriliş durumu 2 nolu yerleşim durumu,
- 4 Nolu plan tipi için en uygun yönlendiriliş durumu 4 nolu yerleşim durumu,
- 5 Nolu plan tipi için en uygun yerleşim durumu 1 nolu yerleşim durumu,
- 3 Nolu plan tipi için ise tüm yerleşim durumları için sonuç aynıdır.

Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.7’de de görüldüğü derslik bölümleri düşünülerek yapılan hesaplamalar sonucundaki plan tiplerine ait en uygun yönlendiriliş durumlarıyla, derslik + idari bölümler için bulunan en uygun yerleşim durumları arasında farklılıklar bulunmaktadır.

Derslik bölümlerine ait sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjileri ile derslik + idari bölüme ait sınırlandırılmış ısıtma enerjileri arasındaki ilişkiye göre yapılan değerlendirme

- 1 – 2 ve 5 Nolu plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları azalırken
- 3- 4 ve 6 nolu plan tiplerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları artmıştır.

Plan şemalarına bakıldığında içi dönük olan plan tiplerinde (1 – 2 ve 5 nolu plan tipleri) idari bölümün A/V oranını arttırmasıyla bina için gerekli yıllık ısıtma enerjileri de artmaktadır. Avlu çevresinde gruplanarak tasarlanan plan şemalarında ise (3 - 4 ve 6 nolu plan tipleri) idari bölümün A / V oranına olan etkisiyle yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarında azalma olmuştur.

Çizelge 5.10 Derslik bölümlerine ait sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi(kWh/m³) ile derslik + idari bölüme ait sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi(kWh/m³) ilişkisi

PLAN TIPLERİ	DERLİK + İDARİ BÖLÜME AİT SINIRLANDIRILMIŞ YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI (kWh/m ³)	DERLİK BÖLÜMLERİNE AİT SINIRLANDIRILMIŞ YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI (kWh/m ³)
1 Nolu Plan Tipi	18,09	16,88
2 Nolu Plan Tipi	18,02	16,95
3 Nolu Plan Tipi	24,76	30,71
4 Nolu Plan Tipi	22,52	26,03
5 Nolu Plan Tipi	19,82	19,62
6 Nolu Plan Tipi	19,08	19,60

Dersliklere ait yönetmelikçe sınırlandırılan enerji ihtiyacı ile hesaplanan enerji ihtiyacı arasındaki oransal değişime göre yapılan değerlendirme:

Yönetmelikte verilen üst sınır değerleriyle, hesaplanan yıllık ısıtma enerjileri arasındaki oransal değişim incelendiğinde ise plan tiplerinin yıllık ısıtma enerji ihtiyaçları arasındaki küçükten büyüğe doğru olan sıralamanın

2.Plan tipi - 1.Plan tipi - 5.Plan tipi - 6.Plan tipi - 4.Plan tipi - 3.Plan tipi olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.11 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için hesaplanan yıllık ısıtma enerjileri ile sınırlandırılmış enerji ihtiyaçlarının yönlere bağlı oransal değişimi (kWh/m³)

YÖNLENDİRİLİŞ DURUMLARI	DERSLİK BÖLÜMLERİNİN SINIRLANDIRILMIŞ ENERJİSİ İHTİYACI İLE HESAPLANAN ENERJİSİ İHTİYACI ARASINDAKİ ORANSAL DEĞİŞİM					
	1 nolu plan tipi	2 nolu plan tipi	3 nolu plan tipi	4 nolu plan tipi	5 nolu plan tipi	6 nolu plan tipi
1.yerleşim durumu	2.22	2.18	3.34	2.93	2.46	2.59
2.yerleşim durumu	2.17	2.17	3.34	2.83	2.44	2.56
3.yerleşim durumu	2.22	2.18	3.34	2.93	2.46	2.59
4.yerleşim durumu	2.26	2.19	3.34	2.93	2.49	2.61
sınırlandırılmış enerji ihtiyacı	16,88	16,95	30,71	26,03	19,62	19,60

Çalışmanın üçüncü aşamasında yapılan sıralama ile ikinci aşamasında yapılan sıralama kıyaslandığında;

- 3 Nolu plan tipinin yalıtımsız halinde hesaplanan enerji ihtiyacının sınırlandırılmış enerji ihtiyacından çok yüksek olduğu ve her iki aşamada yıllık ısıtma enerjisi açısından en olumsuz plan tipi olduğu görülmüştür,
- İkinci aşamada ki sıralamada en uygun plan tipi 4 nolu plan tipi iken, derslik bölümleri düşünülerek yapılan hesaplamalar sonucu oluşturulan sıralama da ise en uygun plan tipi 2 nolu plan tipidir.
- Yapılan hesaplamalardan eğitim yapıları tasarımında idari bölümün tasarımının da derslik tasarımı kadar önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Oysa eğitim yapıları konusunda yapılan çalışmaların çoğunda odak merkezi derslik tasarımı olmuş, idari bölümler olarak adlandırdığımız mekanların planlama prensipleri, boyutlandırılması, derslik bölümü ile arasındaki ilişki yeterince incelenmemiştir. Literatürde yer alan eğitim yapıları tasarımında kullanılan plan şemalarında, yalnızca dersliklerin yapı içindeki konumları irdelenmiş ve dersliklerin konumlarına göre tip şemalar oluşturulmuştur.

Plan tiplerinin yalıtımsız durumları için yapılan hesaplamalar sonucunda, yönetmelikçe sınırlandırılan enerji ihtiyacına (Q') göre plan tipleri arasında yapılan sıralama ile, hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının (Q) yönetmelikçe sınırlandırılan değere (Q') yakınlığına göre yapılan sıralamalarda farklılıklar oluşmaktadır. (Bkz Çizelge 5.6)

Plan tipleri için, sınır değerler (Q') dikkate alındığında yapılan sıralamada yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en az olan plan tipi 2 nolu plan tipi iken, 4 nolu plan tipinin hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı yönetmelikçe sınırlandırılan değere daha yakındır.

Yalnızca derslik bölümleri düşünülerek yapılan hesaplamalarda da benzer farklılıklar oluşmuştur. Derslik bölümleri için, sınır değerler (Q') dikkate alındığında yapılan sıralamada en uygun plan tipi 1 nolu plan tipi iken, 2 nolu plan tipinin hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı yönetmelikçe sınırlandırılan değere daha yakın olduğu görülmüştür.

Çalışmanın bu bölümünde 4 farklı kütle ele alınarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmış ve kütleler arasında sıralamalar yapılmıştır. Ele alınan kütleler ve hesaplama sonuçlarına göre yapılan sıralamalar Şekil 5.5'de verilmiştir.

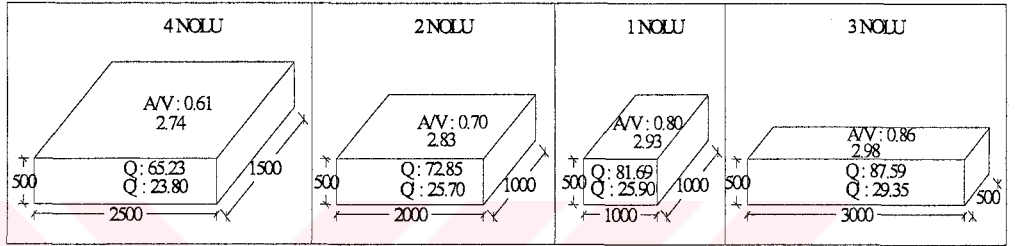
- Birinci aşamada tüm kütlelerin yükseklikleri eşit alınmış ve tüm cephelerin sağır olduğu kabul edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda A/V oranları, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları (Q), yönetmelikçe sınırlandırılan enerji ihtiyaçları (Q') ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının yönetmelikçe sınırlandırılan değere yakınlıkları açısından sıralamalar yapılmıştır. İlk aşamada dört farklı değişkene göre yapılan sıralamaların aynı olduğu görülmüştür.
- İkinci aşamada kütlelerin yükseklikleri değiştirilmiş ve tüm cephelerin sağır olduğu kabul edilmiştir. Hesaplamalar tekrarlanmış ve dört değişkene göre kütleler arasında sıralamalar yapılmıştır. Bu aşamada da tüm sıralamaların aynı olduğu görülmüştür.
- Son aşama olarak yükseklikleri birbirinden farklı olan kütlelere farklı oranlarda cam yüzeyler ilave edilmiştir. Saydam yüzeyler tüm kütlelerde güney cephelere yerleştirilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda kütleler arasında A/V oranları, Q değerleri, Q' değerleri ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının yönetmelikçe sınırlandırılan değere yakınlıkları açısından sıralamalar yapılmıştır. Yapılan sıralamalarda A/V oranı ve Q değeri düşük olan 4 nolu kütle yönetmelikçe sınırlandırılan değere daha uzak olduğu, A/V oranı ve Q değeri yüksek olan 1 nolu kütle yönetmelikçe sınırlandırılan değere daha yakın

olduğu görülmüştür. (Bkz Şekil 5.5)

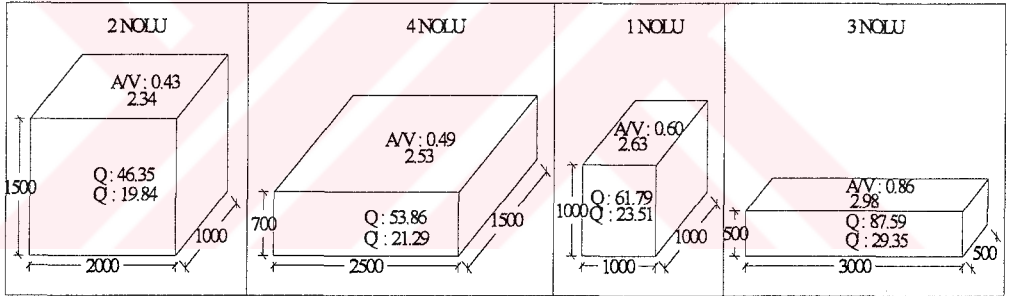
TS 825 standardınca sınırlandırılmış yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı yalnızca A/V' ye bağlı olarak hesaplanmaktadır. Yapının ihtiyacı olan yıllık ısıtma enerjisi hesaplanırken ise güneş enerjisi kazançları ve iç ısı kazançları kabaca hesaba katılmaktadır.

A/V oranı en düşük olan yapının en uygun olması beklenirken, cephelerdeki pencere oranlarına ve yönlenişe bağlı olarak A/V oranı büyük olan yapı yönetmelikle sınırlandırılmış üst sınır değere daha yakın olabilmekte ve daha az yalıtım maliyetiyle yönetmeliğin istediği koşulları sağlamaktadır.

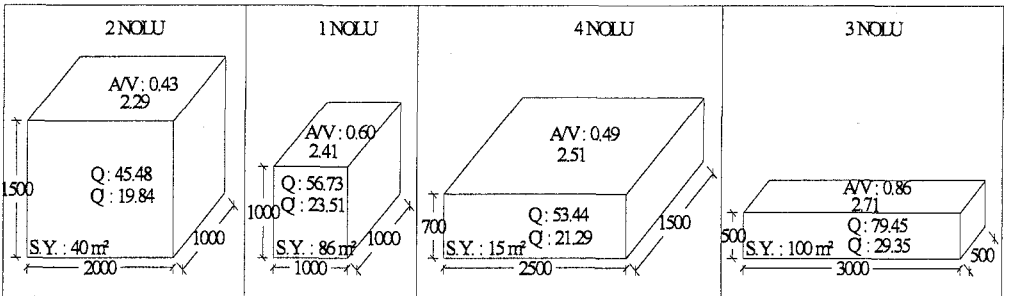
1 NOLUDURUM



2 NOLUDURUM

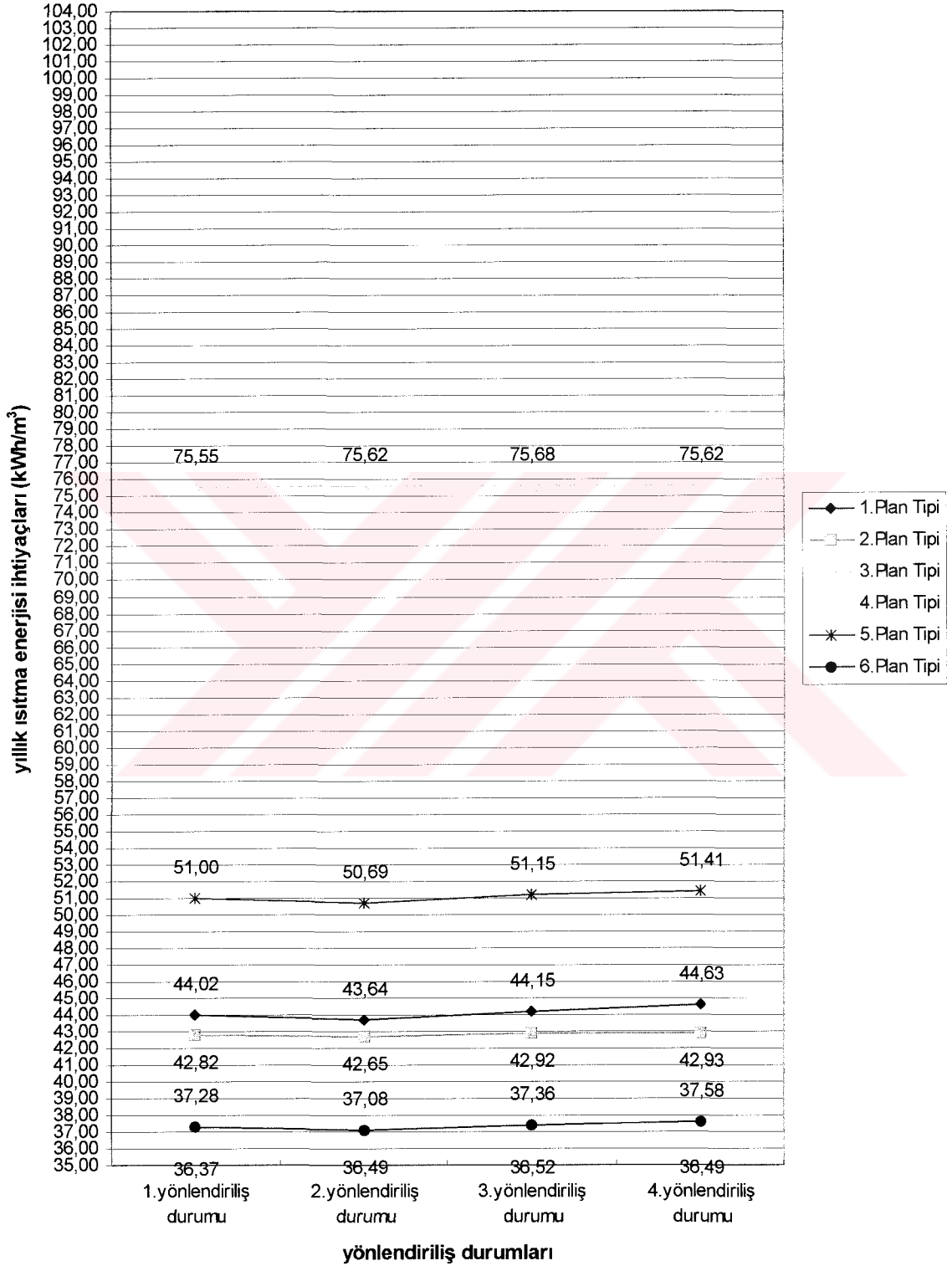


3 NOLUDURUM



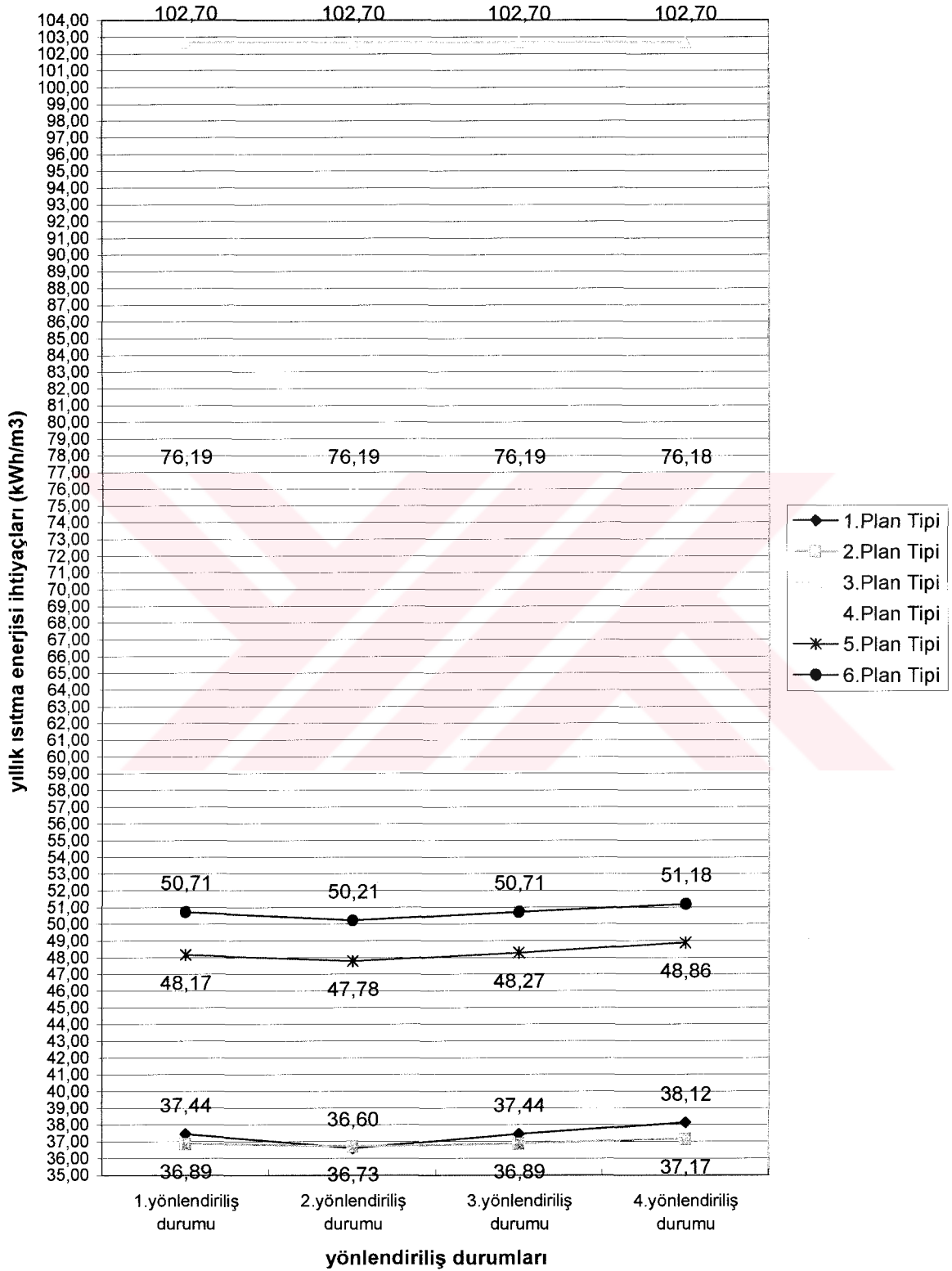
Şekil 5.5 Kütlelere ait yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değişimi

PLAN TİPLERİNİN YALITIMSIZ DURUMLARININ YÖNLERE BAĞLI YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI DEĞİŞİMLERİ (kWh/m³)



Şekil 5.6 Plan tiplerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

**DERSLİK BÖLÜMLERİNİN YALITIMSIZ DURUMLARININ YÖNLERE BAĞLI
YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI DEĞİŞİMLERİ (kWh/m³)**



Şekil 5.7 Derslik bölümlerinin yalıtımsız durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

5.2.4 Yapı Kabuğunun Yalıtımlı Durumunda Plan Tiplerinin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçlarının Hesaplanması ve Yönlendirmeye Bağlı Olarak Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyaçları Değişiminin İncelenmesi

Bu bölümde tüm plan tiplerinin yapı kabuklarına, yıllık ısıtma enerjisi gereksinimleri yönetmeliğe göre hesaplanan üst sınır değeri aşmayacak biçimde gerekli yalıtım yapılarak, tüm katmanlar yeniden oluşturulmuş ve hesaplamalar yinelenmiştir. Oluşturulan yalıtımlı yapı kabuğu kesitleri Çizelge 5.2’de, örnek hesap sonucu ise Ek 3’de verilmiştir.

Yalıtımlı durumdaki plan tiplerinin dört ayrı yönlendirme durumu için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları TS 825 Standardı’nın önerdiği hesap yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda her plan tipi için yıllık ısıtma enerjisi açısından en uygun yönlendiriliş durumu belirlenmiştir. Plan tiplerinin yalıtımlı durumları için hesaplanmış yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi Çizelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.12 Plan tiplerinin yalıtımlı durumlarının yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

YERLEŞİM DURUMLARI	PLAN TİPLERİNİN YALITIMLI DURUMLARI İÇİN YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYAÇLARI (KWh/m ³)					
	1.PLAN TİPİ	2.PLAN TİPİ	3.PLAN TİPİ	4.PLAN TİPİ	5.PLAN TİPİ	6.PLAN TİPİ
1.YERLEŞİM DURUMU A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ	17.78	17.74	24.62	22.11	19.62	18.68
2.YERLEŞİM DURUMU D CEPHESİ A CEPHESİ B CEPHESİ C CEPHESİ	17.45	17.77	24.71	22.52	19.39	18.55
3.YERLEŞİM DURUMU C CEPHESİ D CEPHESİ B CEPHESİ A CEPHESİ	17.87	17.85	24.71	22.20	19.75	18.71
4.YERLEŞİM DURUMU B CEPHESİ C CEPHESİ D CEPHESİ A CEPHESİ	18.08	17.96	24.71	22.26	19.81	18.94
SINIRLANDIRILMIŞ ENERJİ İHTİYACI	18.09	18.02	24.76	22.52	19.82	19.08

Yönlere bağlı hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına göre yapılan değerlendirme:

Plan tiplerinin yalıtımlı durumlarındaki yönlere bağlı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının değişimleri incelendiğinde:

- 1 - 5 ve 6 Nolu plan tipleri için en uygun yönlendiriliş durumu 2. yerleşim durumu,
- 2 - 3 ve 4 Nolu plan tipleri için ise en uygun yönlendiriliş durumunun 1 nolu yerleşim

durumu olduğu görülmüştür. (Bkz Çizelge 5.12)

1 - 5 - 6 nolu plan tipleri için, yıllık ısıtma enerjisinin yönlere bağlı değişimleri plan tiplerinin yalıtımsız ve yalıtımlı durumları için aynıdır. 1 - 5 ve 6 nolu plan tipleri için en uygun yerleşim 2 nolu yerleşim (en geniş cam yüzeylerinin güney cepheye geldiği yönlendiriliş durumu), en olumsuz yerleşim ise 4 nolu yerleşim durumudur (en geniş cam yüzeylerinin kuzey cepheye geldiği yönlendiriliş durumu). Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından 1 nolu yerleşim durumu da 3 nolu yerleşim durumundan daha uygundur. 1 Nolu yönlendiriliş durumunda güney cephedeki cam oranı, 3 nolu yönlendiriliş durumundaki güney cephedeki cam oranından daha fazladır.

2 - 3 - 4 nolu plan tiplerinin yalıtımsız ve yalıtımlı durumlarında ise yönlere bağlı yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları değişimlerinde farklılıklar vardır.

2 nolu plan tipi için, yalıtımsız durumundaki en uygun yerleşim 2 nolu yerleşim iken yalıtımlı halinde en uygun yerleşim durumu 1 nolu yerleşim durumudur. Yalıtımsız durumda iken en uygun yerleşim durumunda kuzey cephe sağır ve güney cephede % 10 oranında cam yüzey bulunmaktadır. Yalıtımlı halde ise güney cephede % 47 lik en geniş cam oranını, kuzey cephede de % 43 luk cam oranı bulunmaktadır. (Bkz Şekil 5.3) Yalıtımsız durumunda en uygun yönlendiriliş durumunu kuzey cephe belirlerken (en uygun yerleşim durumunda kuzey cephe sağırdır), yalıtımlı halinde ise en uygun yönlendiriliş durumunu güney cephe belirlemiştir (en uygun yerleşim durumunda güney cephede en geniş cam oranı bulunmaktadır). Her iki durum için de güney cephenin sağır olduğu 4 nolu yerleşim durumu, yıllık ısıtma enerjisinin en fazla olduğu yerleşim durumudur.

3 Nolu plan tipinde ise, yalıtımlı ve yalıtımsız durumu için en uygun yönlendiriliş durumu 1 nolu yerleşimdir. Yalıtımlı ve yalıtımsız durumları arasındaki farklılık ise 2 – 3 ve 4 nolu yönlendiriliş durumlarının yıllık ısıtma enerji ihtiyaçlarındadır. Plan tipinin yalıtımsız durumunda 2 – 4 nolu yerleşimlerde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aynı, 3 nolu yerleşim durumunda ise daha fazla yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı vardır. Yalıtımlı durumunda ise yapının, üç yerleşim durumu için de aynı yıllık ısıtma enerjisine ihtiyacı bulunmaktadır.

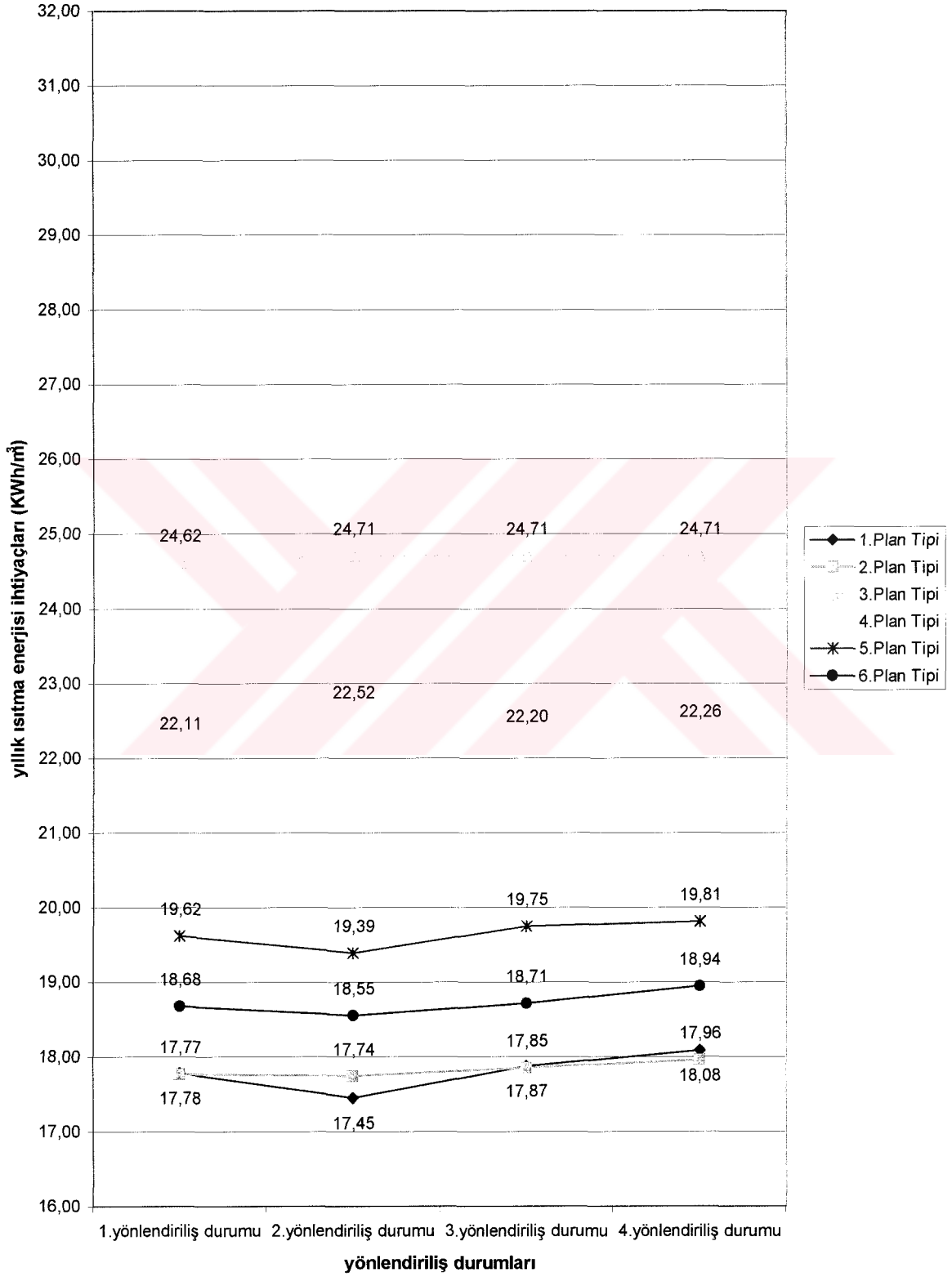
4 nolu plan tipi için, yalıtımsız durumunda en olumsuz 3 nolu yerleşim durumu, yalıtımlı durumunda ise 2 nolu yerleşim durumudur. Yalıtımsız durumunda yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının en yüksek olduğu 3 nolu yönlendiriliş durumunda en geniş cam yüzeyi kuzey cepheye gelmektedir. Yalıtımlı durumunda ise yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının en yüksek olduğu 2 nolu yönlendiriliş durumunda en düşük cam yüzeyi güney cepheye gelmektedir.

Yalıtımlı ve yalıtımsız durumlarında en geniş cam yüzeyinin güney cepheye geldiği 1 nolu yönlendiriliş en uygun yerleşim durumudur.

2 ve 4 Nolu plan tiplerinin yalıtımlı ve yalıtımsız durumlarındaki en uygun yönlendiriliş durumları arasındaki farklardan da görüldüğü gibi, yapıya yalıtım yapılmadan önce kuzey cephedeki cam oranının en düşük olduğu yerleşim durumu yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından en uygun yerleşim durumudur. Yapı kabuğu yalıtımsız olduğu için kuzey cepheden kaybedilen ısı miktarı yönlendirmeyi çok etkilemektedir. Yalıtım yapıldıktan sonra ise en uygun yönlendiriliş durumu en geniş cam yüzeyinin güney cepheye geldiği yerleşim durumudur. Yapı kabuğu yalıtımlı olduğu için kuzey cepheden kaybedilen ısı enerjisi yalıtımın sayesinde minimuma indirgenmiş oluyor ve bu durumda güney cephedeki güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanmak yönlendirilişi etkileyen ana faktör olarak karşımıza çıkıyor.



PLAN TİPLERİNİN YALITIMLI DURUMLARININ YÖNLERE BAĞLI YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI DEĞİŞİMLERİ (KWh/m³)



Şekil 5.8 Plan tiplerinin yalıtımlı durumları için yıllık ısıtma enerjilerinin yönlere bağlı değişimi (kWh/m³)

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, eğitim yapılarının tasarım ölçütlerinin yıllık ısıtma enerjisi harcamalarının azaltılmasına yönelik olarak belirlenmesini hedeflemiştir. Çalışmada İstanbul ilinde 6 farklı plan tipinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları ve en uygun yönlendiriliş durumları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Yapılan hesaplamalar sonucunda projelendirme aşamasında enerji korunumu düşünülmeden tasarlanan ve yalıtımın yapılmadığı tüm plan tiplerinin, ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının yönetmelikte verilen üst sınır değerden oldukça fazla olduğu görülmüştür. Ülkemizde bir çok okul yapısı bu durumda olduğundan gereksiz enerji tüketimi söz konusudur.
- 6 farklı plan tipinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarına ilişkin yapılan hesaplamaların sonucunda dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak dizilmesi prensibi esas alınarak tasarlanan plan tipinin en az ısıtma enerjisine ihtiyacı olduğu, dersliklerin bir hol veya avlu çevresine gruplanarak dizilmesi prensibi esas alınarak tasarlanan plan şemasının ise en fazla yıllık ısıtma enerjisine ihtiyacının olduğu görülmüştür. Dışa bakan yüzeyi az olan içe dönük plan şemalarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları daha az olmaktadır. Ülkemizde de mevcut olarak eğitim yapıları da ağırlıklı olarak dersliklerin koridor boyunca iki yönlü olarak dizilmesi prensibine göre tasarlanmıştır.
- Yönlere bağlı değişim incelendiğinde ise her plan tipi için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Dersliklerin yüzey alanlarının idari bölüm yüzey alanına oranına bağlı olarak derslik bölümleri dikkate alınarak yapılan hesap sonuçlarıyla, tüm yapıya ait yapılan hesap sonuçlarının yönlendiriliş durumları açısından da farklılaştığı gözlenmiştir. Yönlendiriliş durumları ağırlıklı olarak güney cephedeki cam oranına bağlı olarak değişmiştir. Genel olarak en uygun yöneliş tüm plan tipleri için cam oranının güney cephede fazla olduğu durumdur. Yönetmelik gereği kullanılan hesap yöntemi, yönlere bağlı güneş ışınımı ısı kazançlarını ve dış ortam sıcaklığında gün boyunca meydana gelen değişimi dikkate almadığından, doğu batı yönlerine bakan cephelerin saydamlık oranı değişimi hesap sonuçlarını etkilememektedir.
- Eğitim yapıları tasarımında idari bölümün tasarımının da derslik tasarımı kadar önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Eğitim yapısı tasarımının ilk aşamasından itibaren derslikler ve idari bölüm arasındaki ilişkinin çok iyi incelenip analiz edilmesi gerekmektedir. Literatürde yer alan plan şemalarında dersliklerin konumlarına göre tip şemalar oluşturulmuştur, oysa derslikler ve idari bölümün bir bütün olarak değerlendirilip plan şemaları oluşturulmalarıdır.

Okul yapıları tasarımında odak noktası olarak alınan dersliklerin ısısal, işitsel ve görsel konfor koşulları sağlanırken, idari bölümlerde de konfor koşullarının sağlanması gerekmektedir.

- Isısal konfor açısından yürürlükte olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standardında yapının yıllık enerji ihtiyacı hesaplanırken, güneş ışınımlarından elde edilen ısı kazançlarının hesaplanması aşamasında güneşin periyodik olan hareketlerinin global olarak değerlendirmeye almaktadır bu da yapıların yönlendiriliş doğru saptanamamasına sebep olmaktadır.
- Yukarıdaki açıklamalarda da görüldüğü gibi, ülkemizde yürürlükte olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nın revize edilmesi gerekmektedir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının doğru hesaplanması ve uygulanmasıyla ülke ekonomisine enerji tasarrufu açısından büyük bir katkı olacaktır.



KAYNAKLAR

- Anon.,(2000), “Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
- Atayılmaz B., (2000), “Binalarda Zorunlu Isı Yalıtım Kurallarının Uygulanabilirliğinin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Berköz E., (1983), “Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı” İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Berköz E., Küçükdoğu M., Yılmaz Z., Kocaaslan G., ve diğerleri, (1995), “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı”, Tübitak-Intag 201, Araştırma Raporu, İstanbul
- Buyruk H., (1999), “Binalarda Isı Yalıtım Kurallarında Yapılan Son Yenilikler”21. Yüzyılda Binalarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması Toplantısından
- Damar İ., (1998), “Binaların Pasif Sistemle Isıtma Tekniklerinin Araştırılması” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- İzoder, “Isıtma İhtiyacı Hesaplamaları CD’si”
- İzolasyon Dünyası (1999), “ Isı, Ses, Su ve Yangın İzolasyonu Dergisi”
- Karabiber Z., (1981), “Seslendirme Döşemi Yapılmayacak Dersliklerde Yeterli Anlaşılabilirlik Sağlayacak İç Mekan Düzenleme Kriterleri ve Bunlara Bağlı Koşullar”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Kesen N., (1999), “TS 825’in Revizyon Taslağında Önerilen Standart Hesap Metodunu Kullanarak Değişkenlerin Binaların Isınma Amaçlı Enerji Tüketimi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, İstanbul
- Kocaaslan G., (1991), “Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım” İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Manioğlu G., (1995), “İklimsel Konfor Ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi” Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Şerefhanoglu M., (1988), “Güneş Işınımından Yararlanma ve Korunma”, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Şerefhanoglu M., (1983), “Soğuk Hava Koşullarında Yapıların Dış Duvarlarının İç Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi Isısal Konfor Yönünden Değerlendirilmesi”
- TS-825, (1999), “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Ulusoy M., (1998), “İstanbul Yöresi İçin Isıtma Enerjisi Korunumu Açısından Uygun Bina Kabuğu Alternatiflerinin İç Yüzey Sıcaklığına Bağlı Olarak Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Ünüvar L., (1998), “Yapı Fiziği Açısından Isısal Sorunların Yönetmelikler Ve Standartlar Çerçevesinde İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul
- Yıldız E. (1989), “Bina İçi Çevre Mekanların İşlevine ve Bina Kabuğuna Bağlı İklimsel Konfor Açısından Yön Seçiminde Bir Yöntem” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Yılmaz Z. (1987), “Isıtma Havalandırma Ders Notları”, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Yılmaz Z., (1983), “İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum

Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım” Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

Yılmaz Z., Koçlar G., Manioğlu G., (2000), “Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi” İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Projesi, İstanbul

Yolaçan D., (2002), “Yıllık Enerji Harcamalarının Azaltılmasını Hedefleyen Bina Dış Kabuğu Alternatiflerinin Belirlenmesi ” Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

Zorer G., (1995), “Dersliklerde Edilgen Sistemle Isısal Konforun Sağlanmasında Tasar Ölçütü Olarak Bir Değerlendirme Yöntemi Oluşturulması”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul



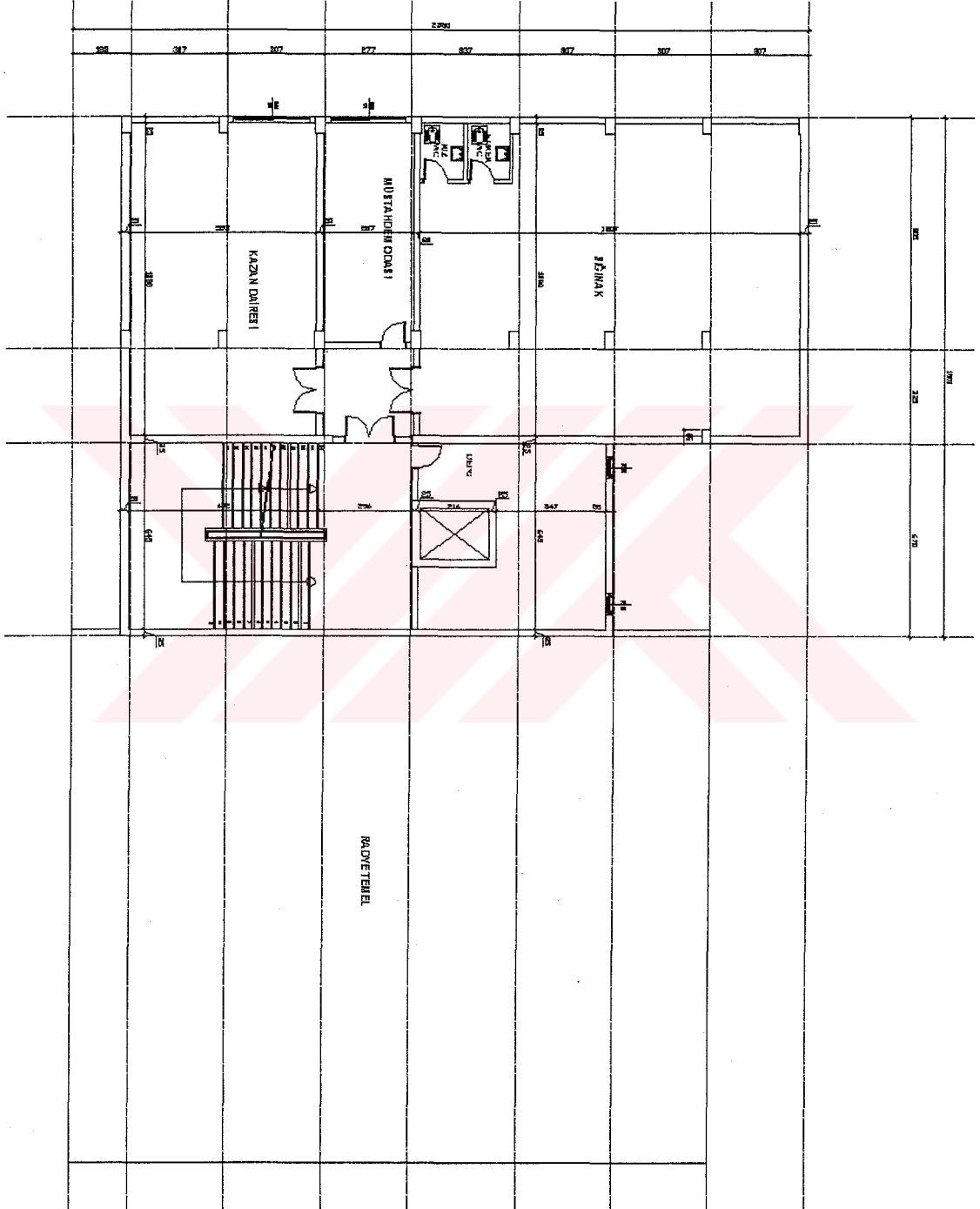
EKLER

- Ek 1 Tasarlanmış Okul Plan Tiplerinin Mimari Projeleri
Ek 2 1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımsız Durumunda İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı – Örnek Hesap Dosyası
Ek 3 1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımlı Durumunda İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı – Örnek Hesap Dosyası

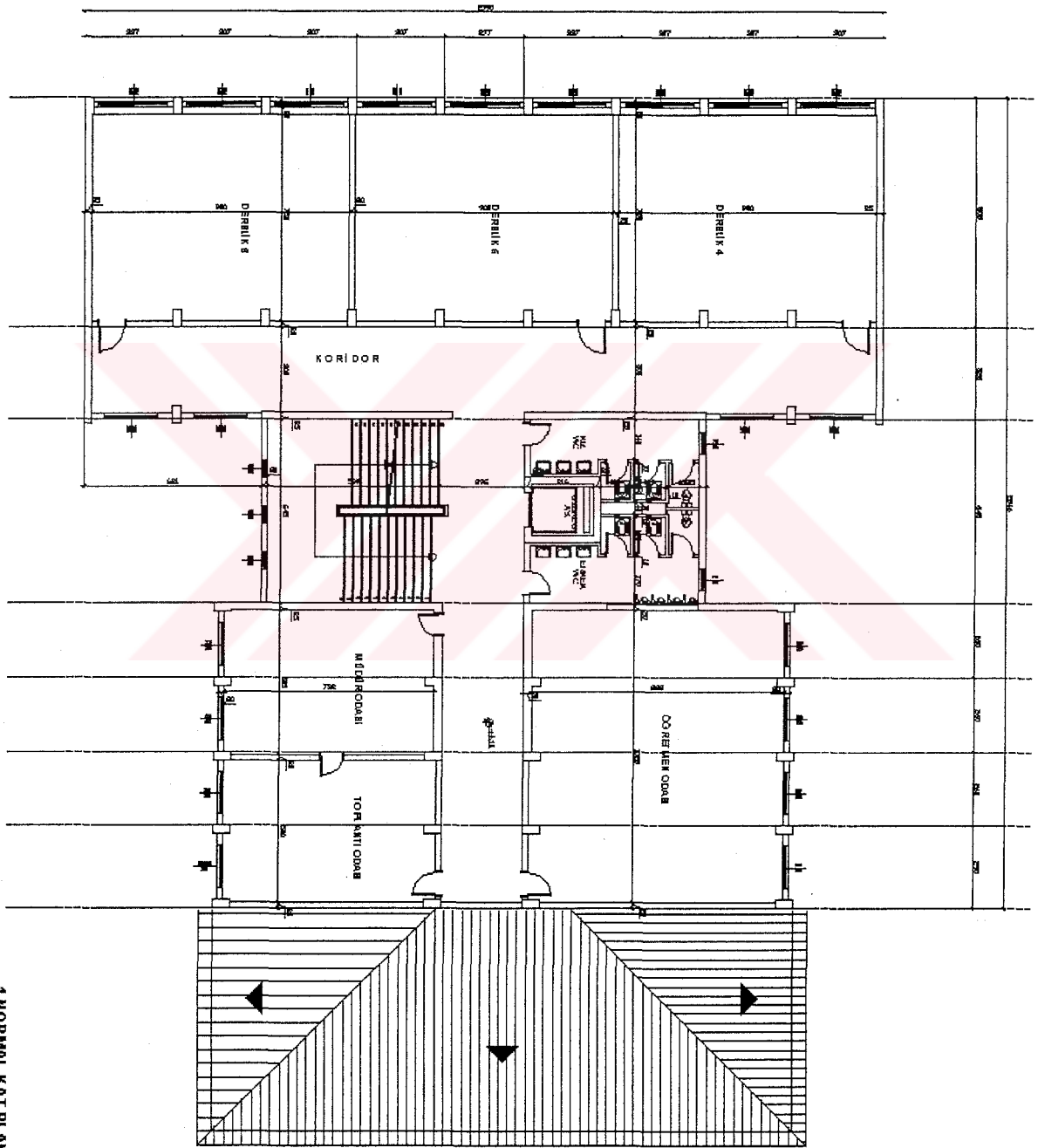


Ek 1 Tasarlanmış Okul Plan Tiplerinin Mimari Projeleri

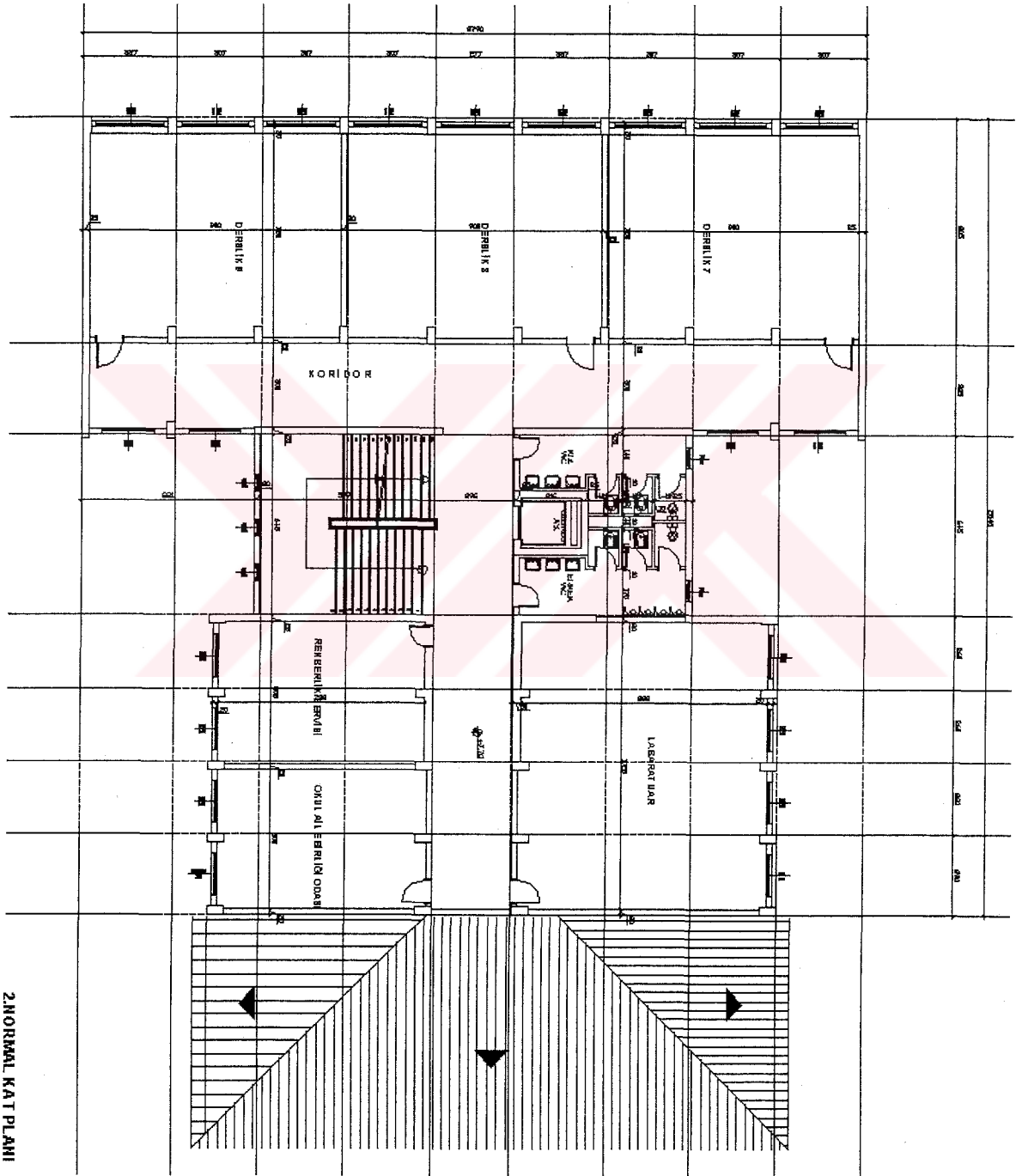
1 NOLU PLAN TİPİ



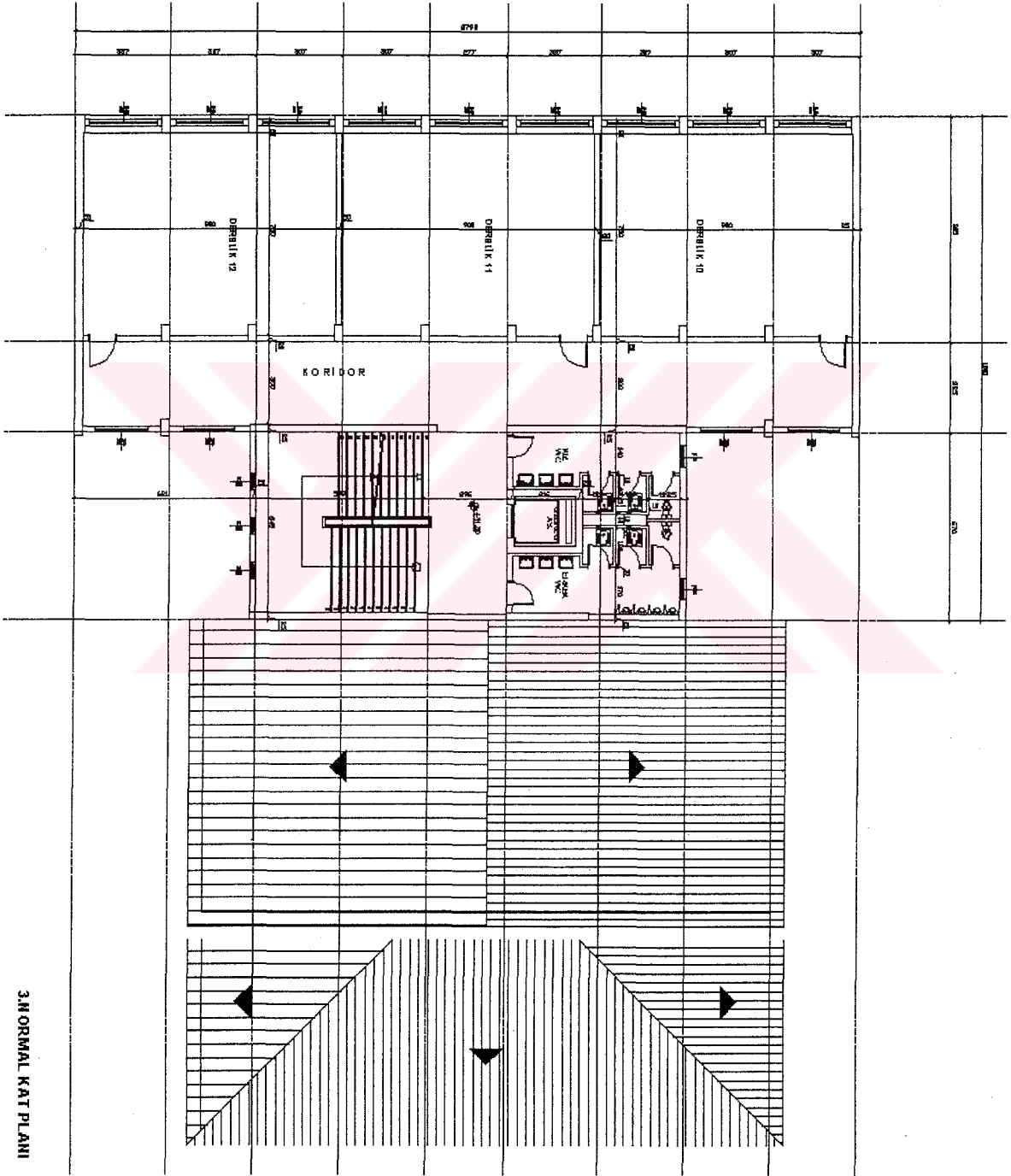
BODRUM KAT PLANI



1.NORMAL KAT PLANI

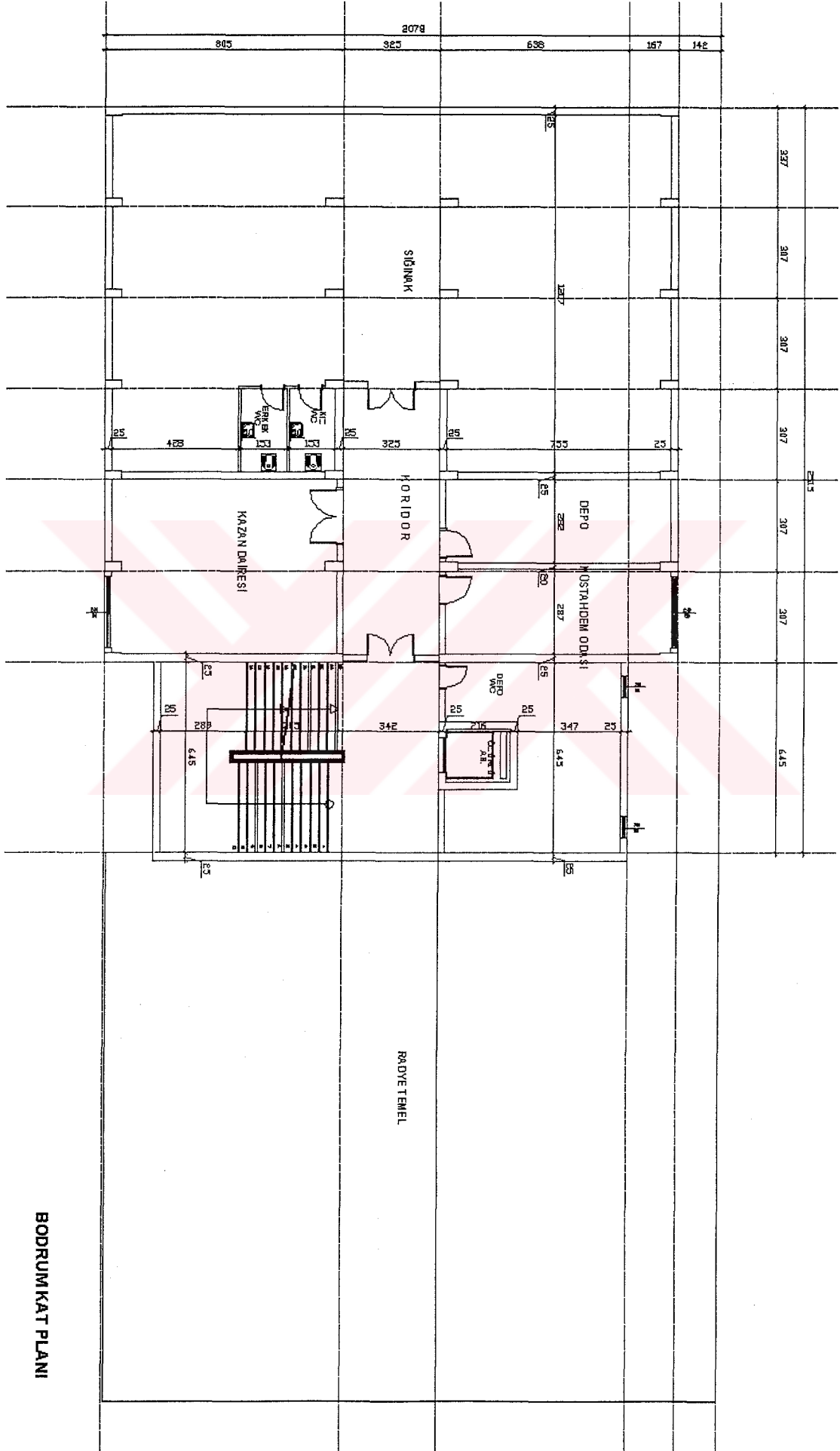


2.NORMAL KAT PLANI

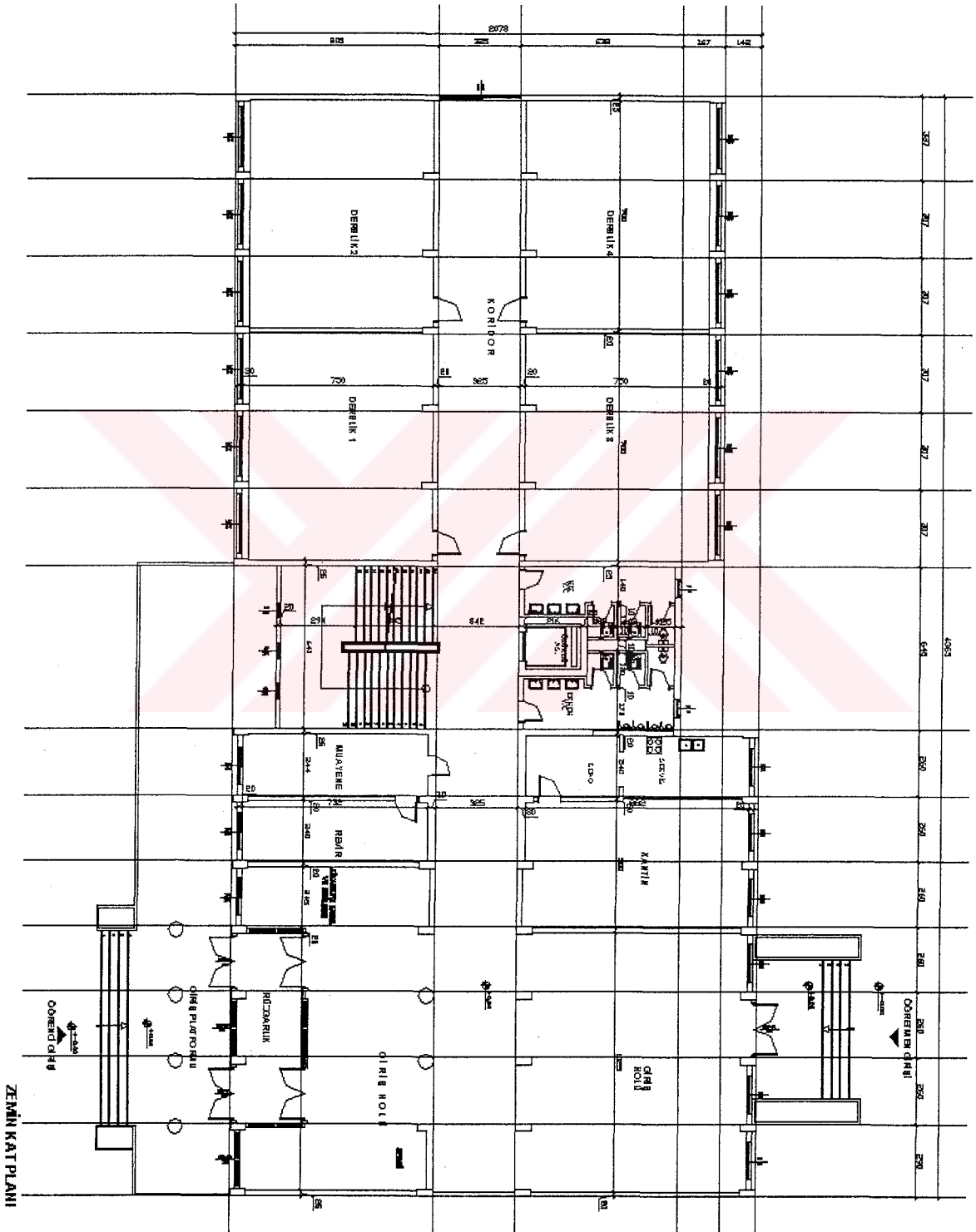


3. NORMAL KAT PLANI

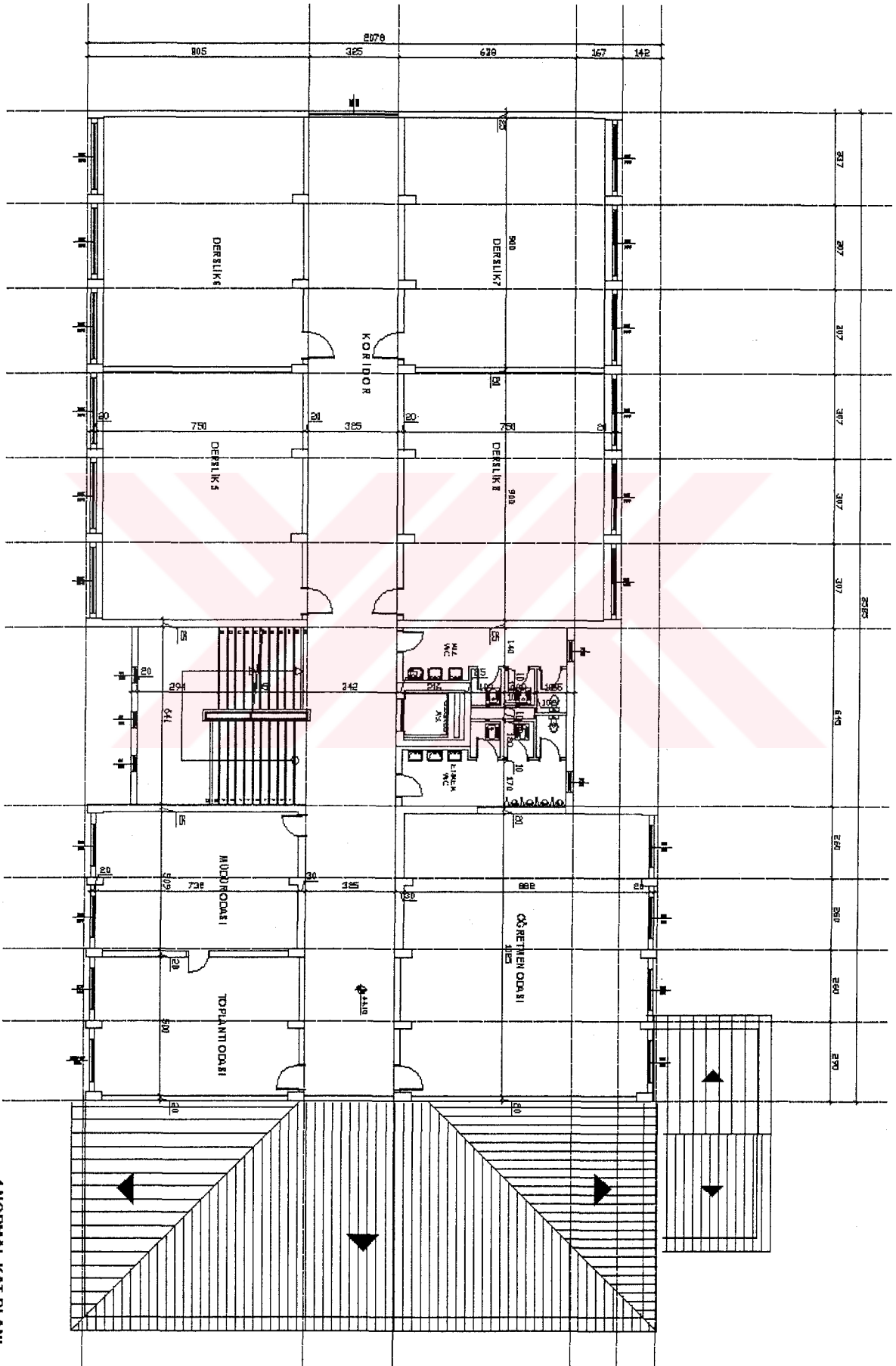
2 NOLU PLAN TIPI



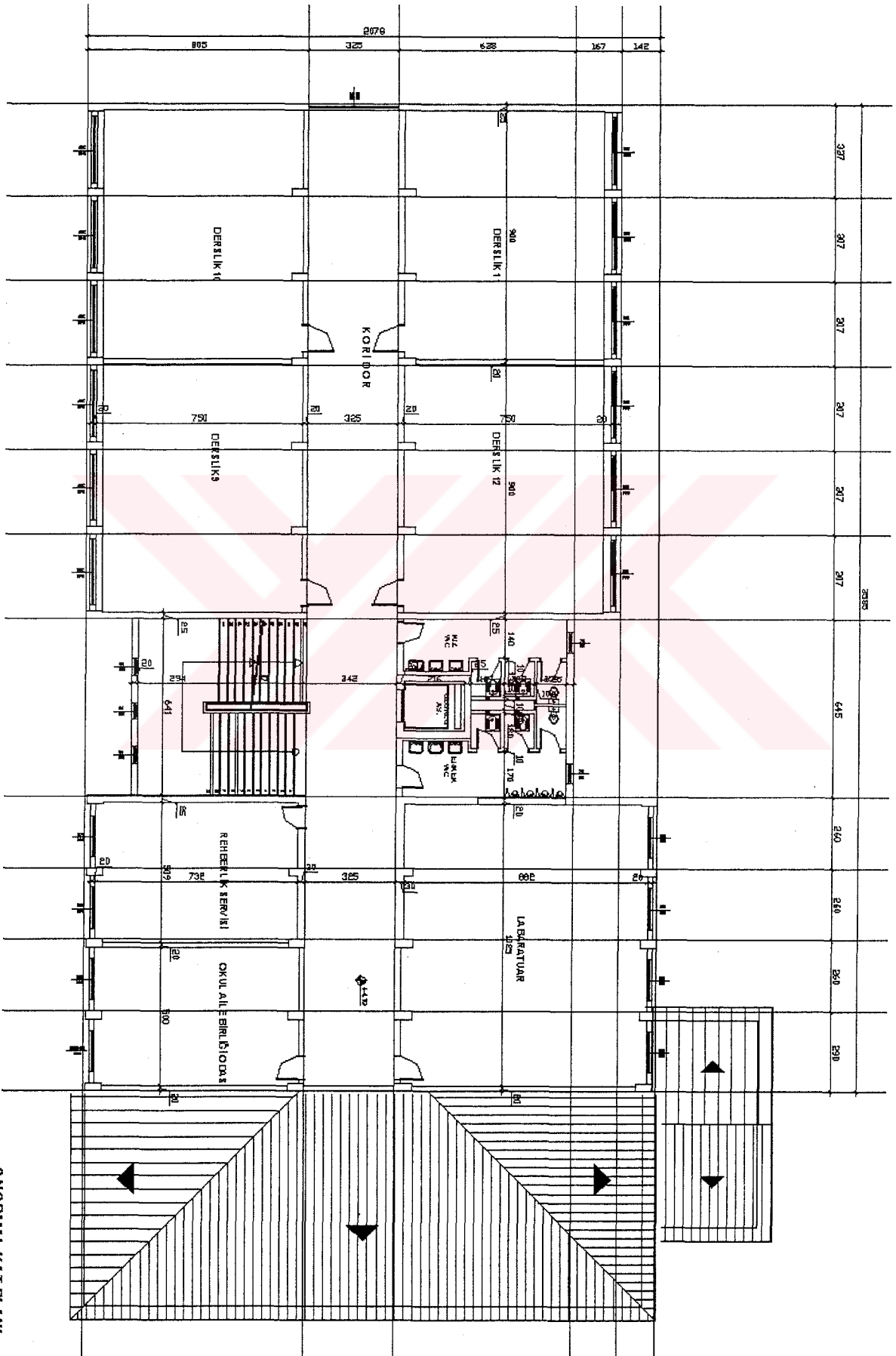
BODRUMKAT PLANI



ZEMIN KAT PLANI

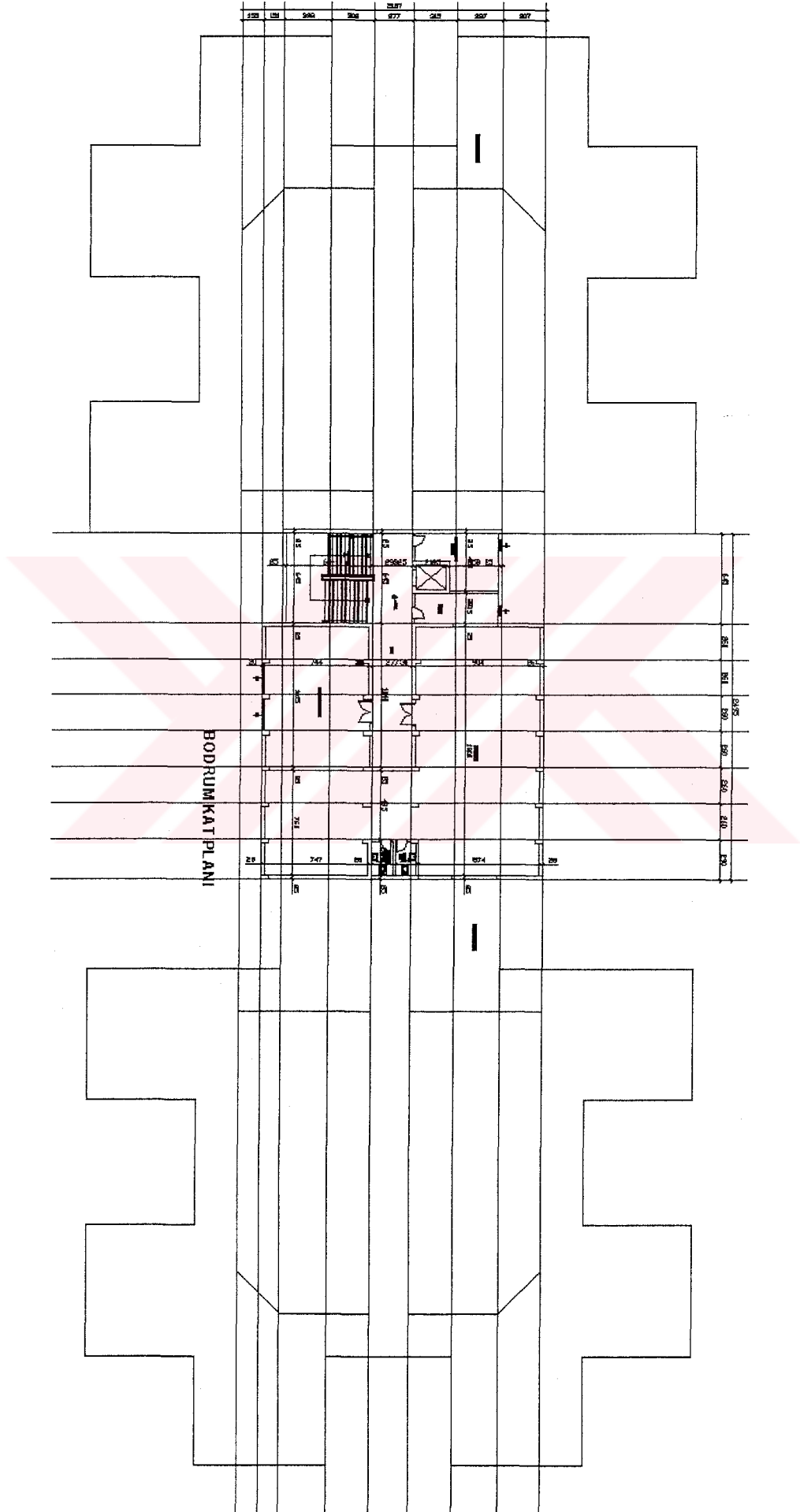


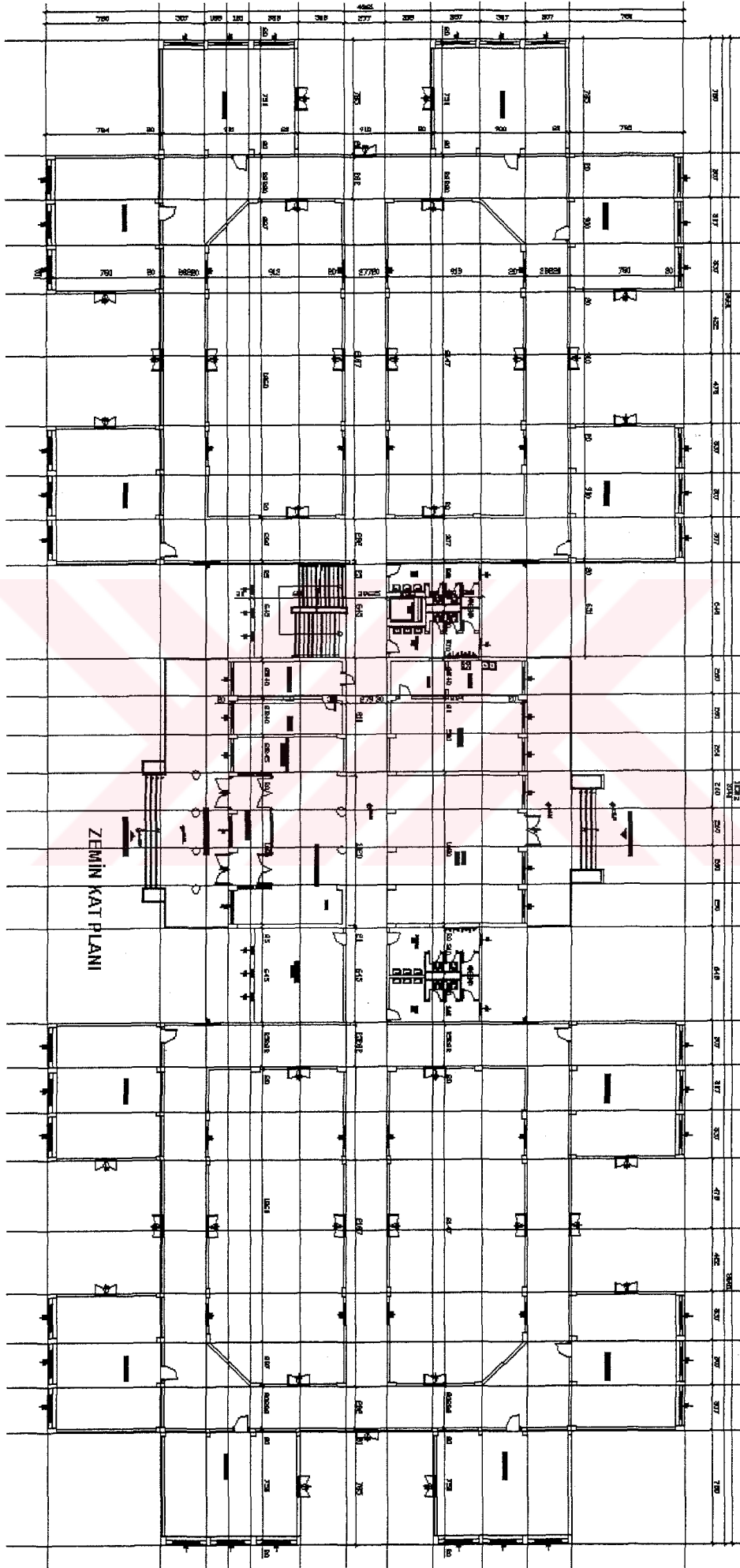
1. NORMAL KAT PLANI

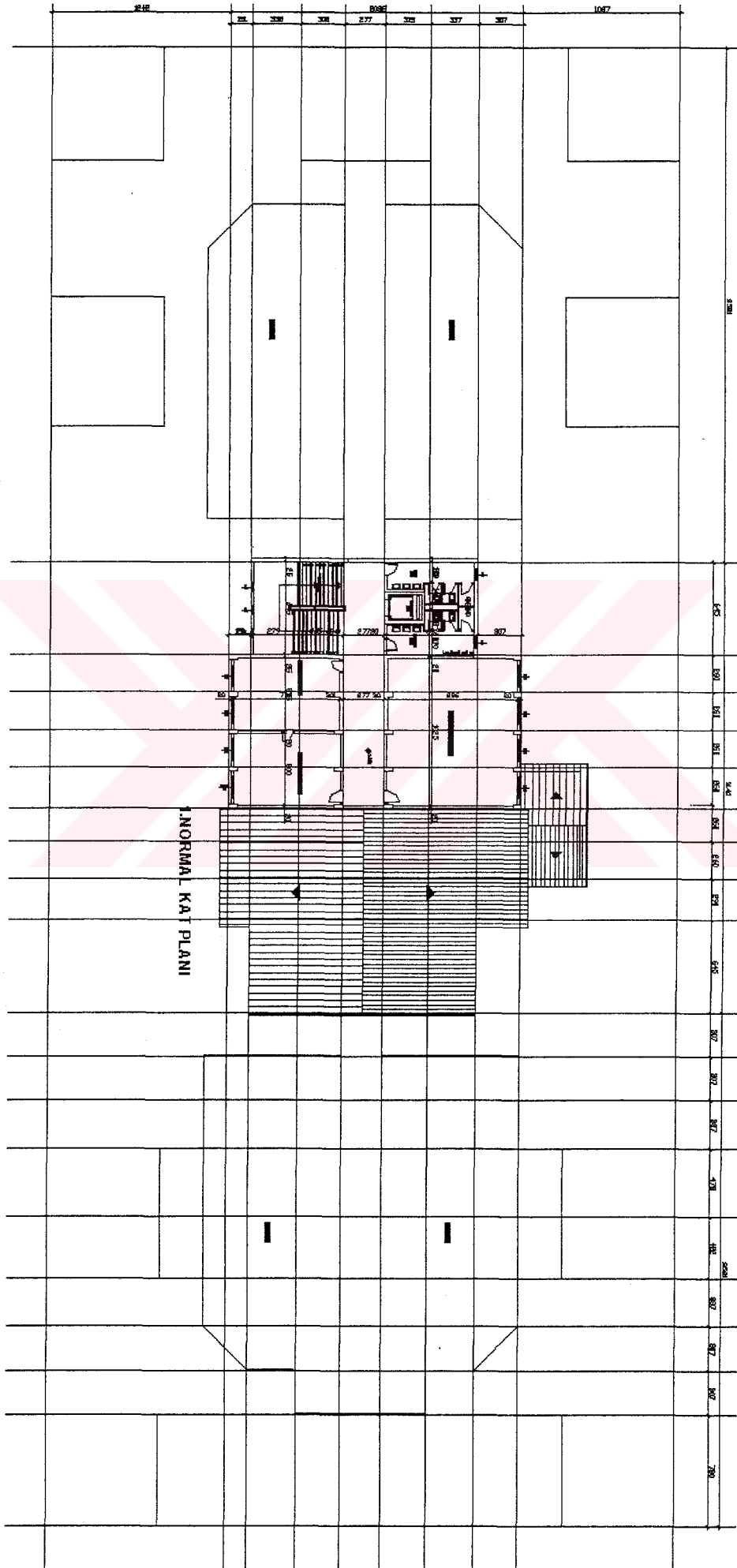


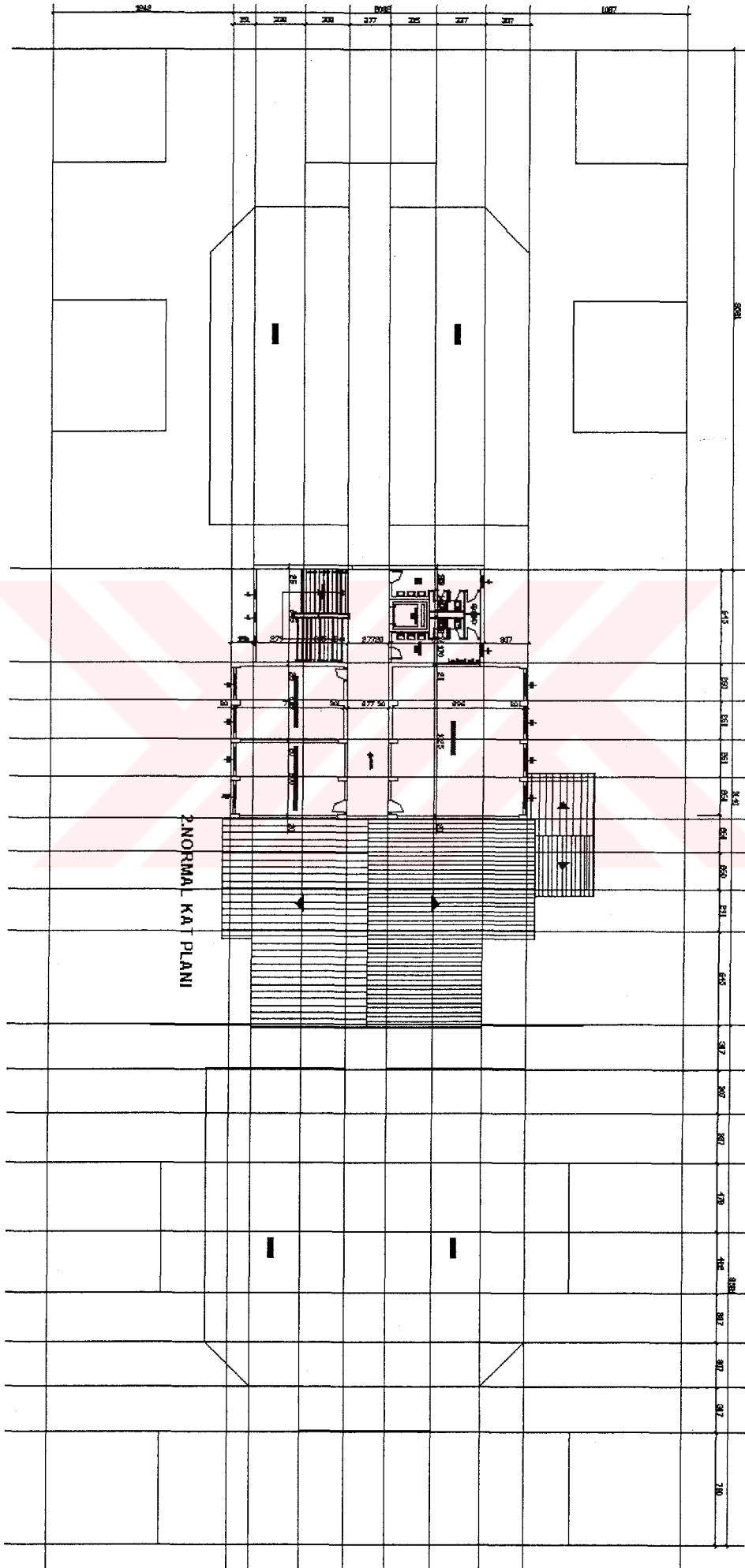
2. NORMAL KAT PLANI

3 NOLU PLAN TIPI

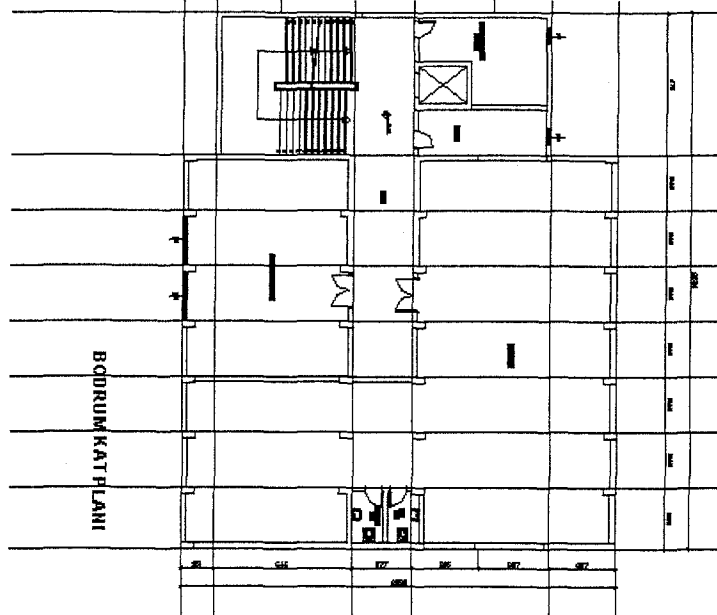
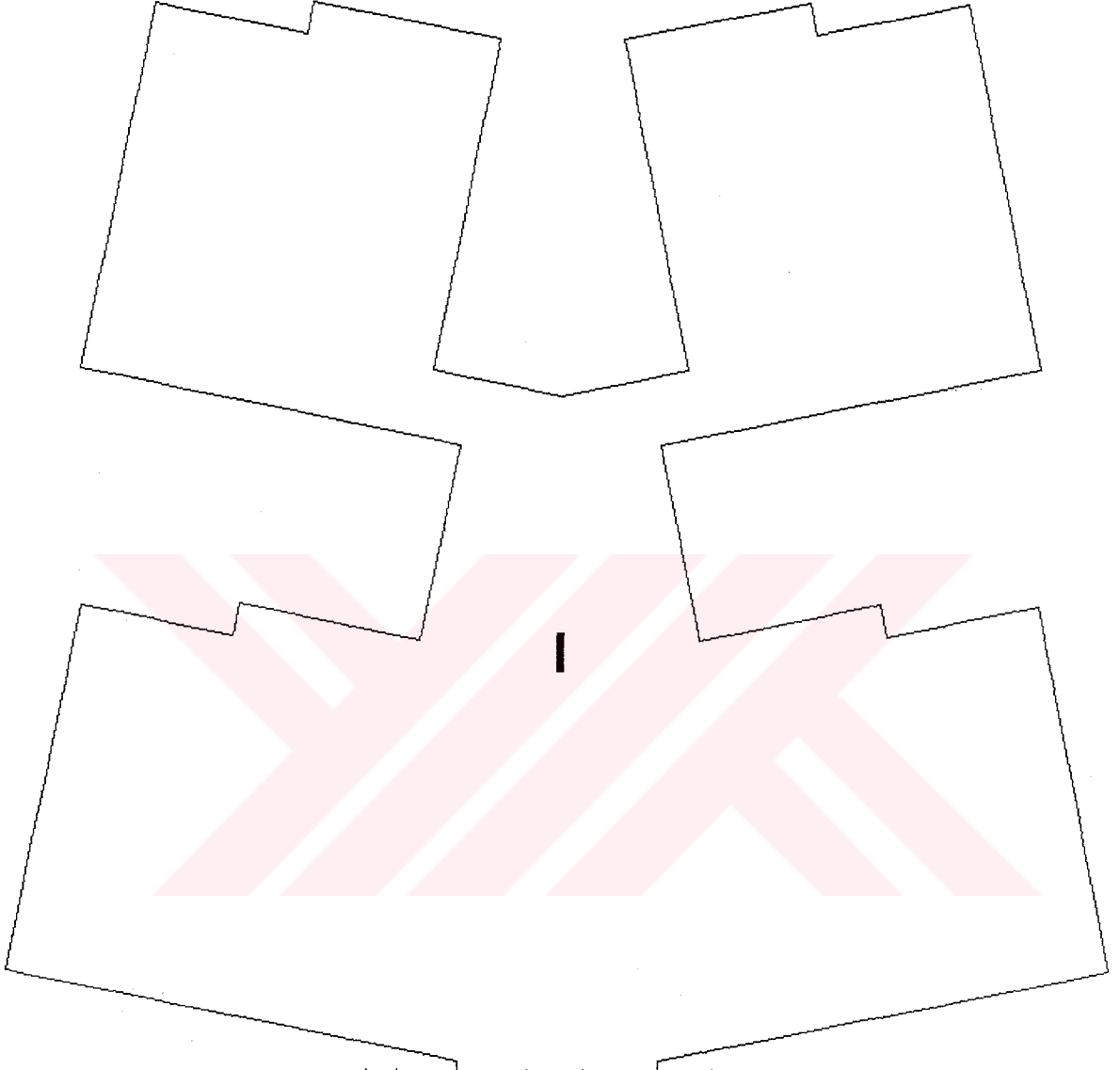


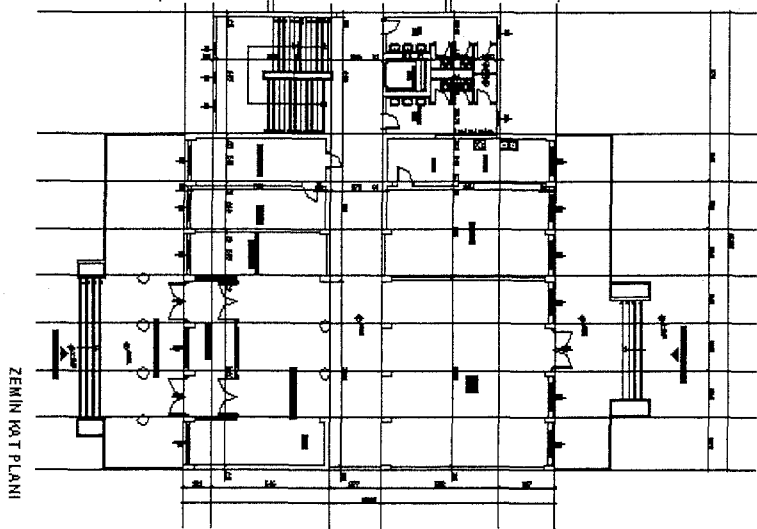
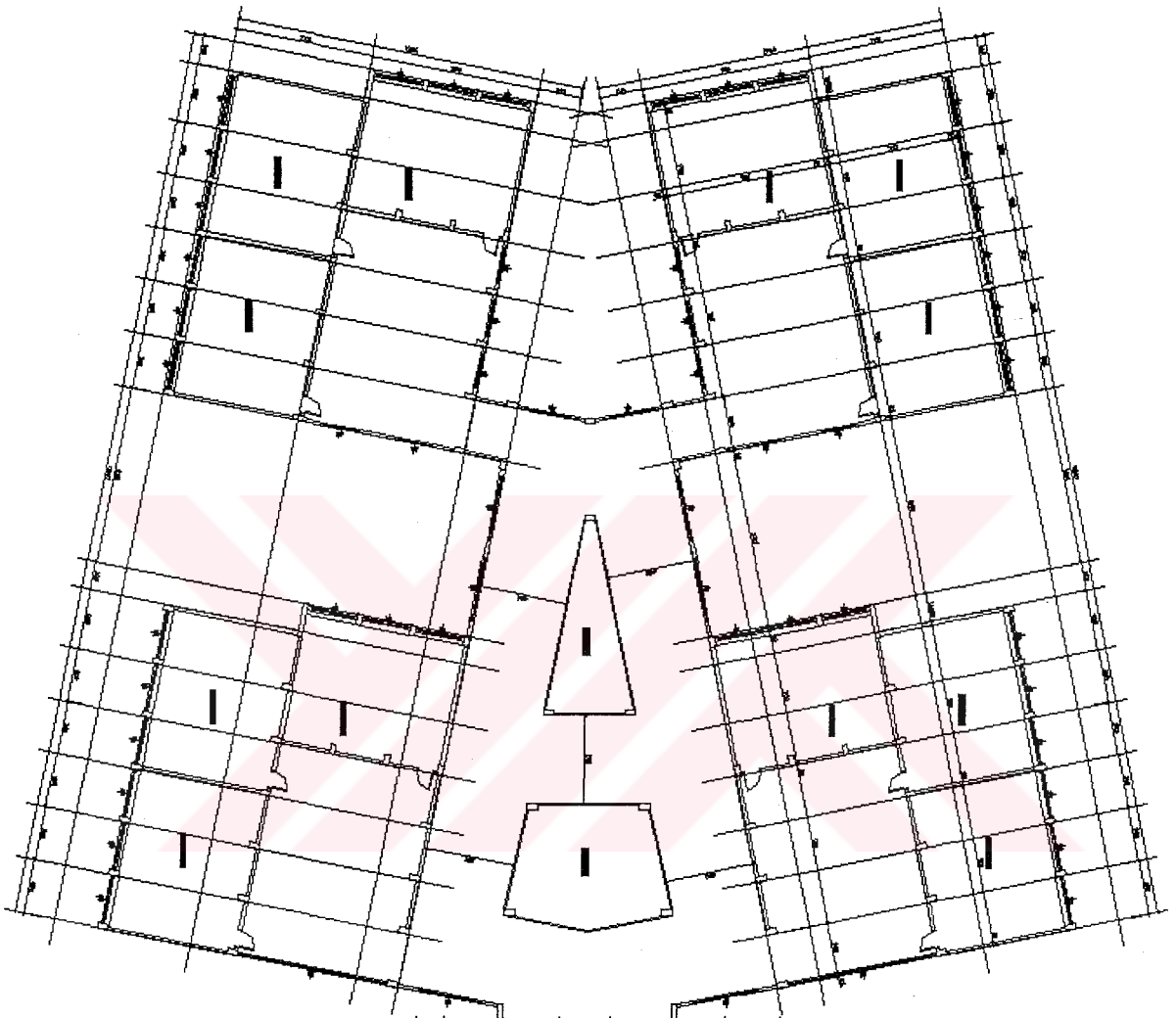


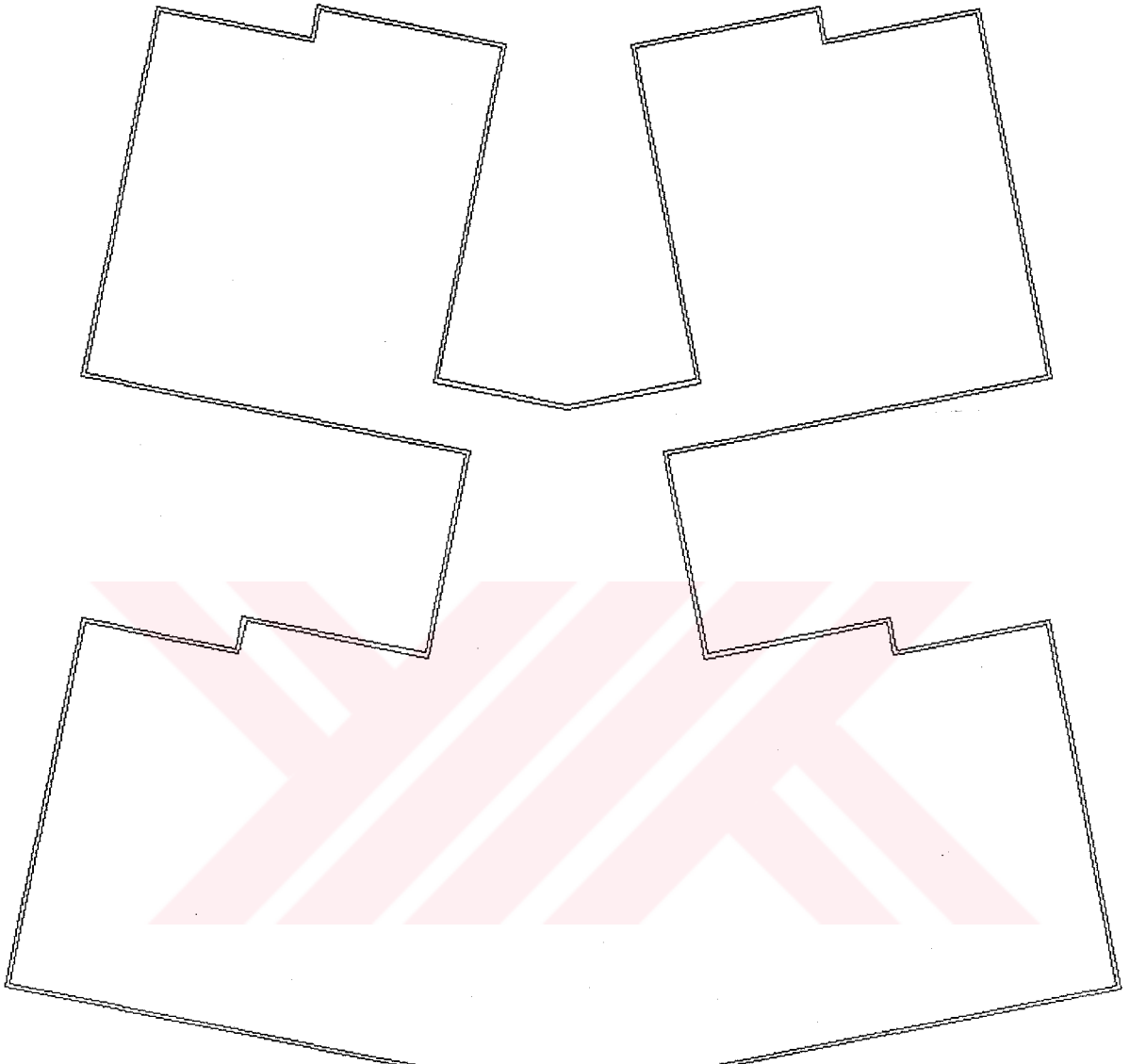




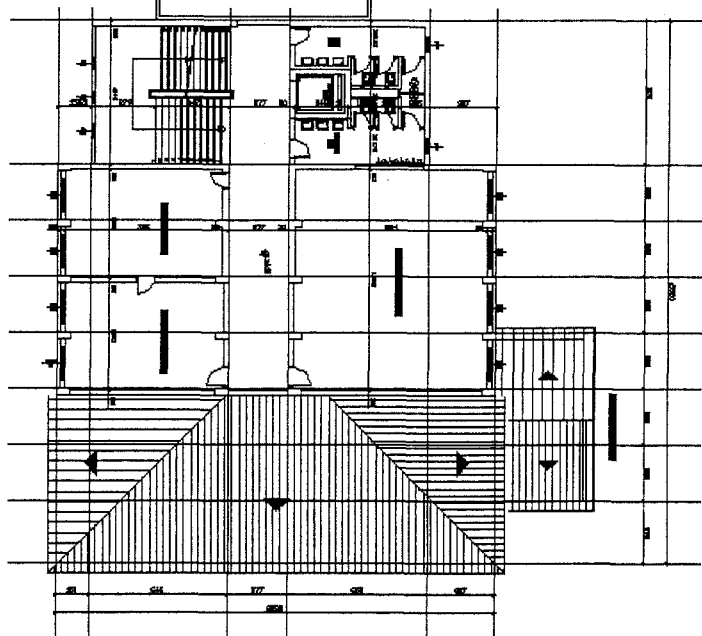
4 NOLU PLAN TIPI

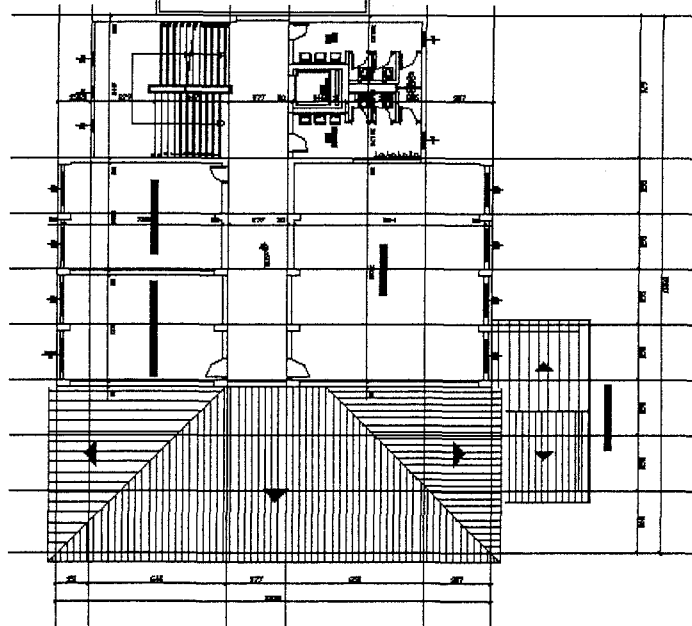
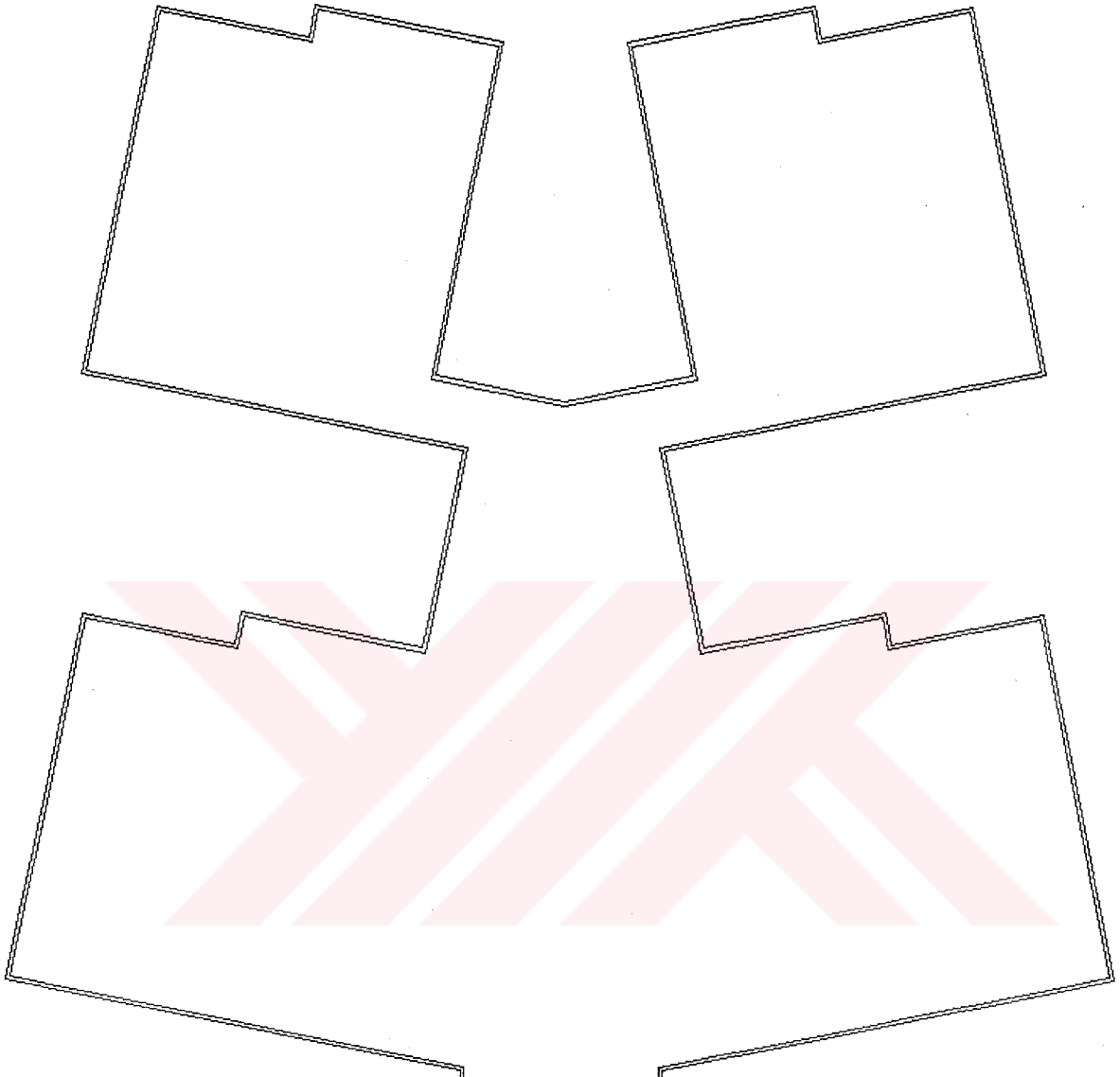






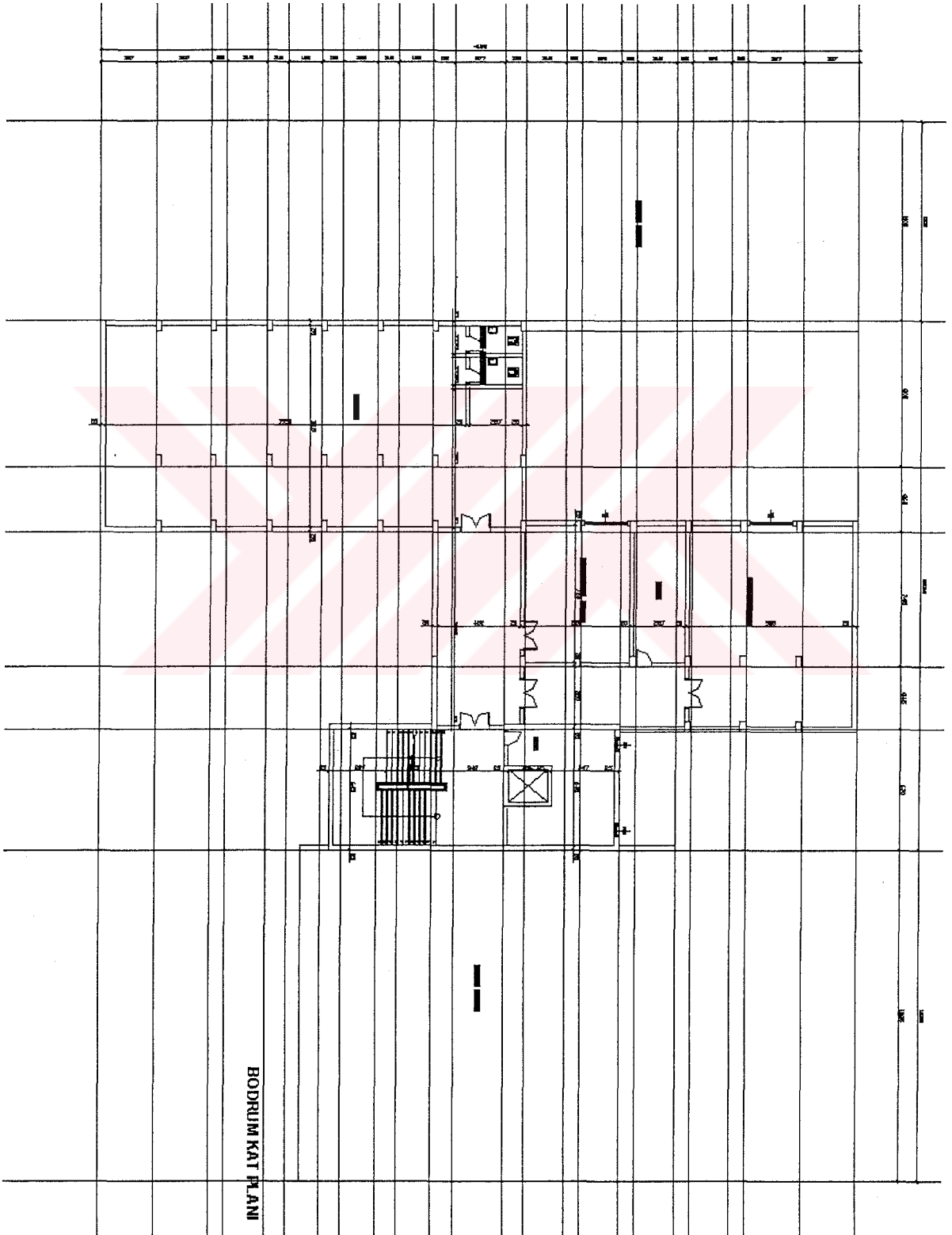
1NORMAL KAT PLAN

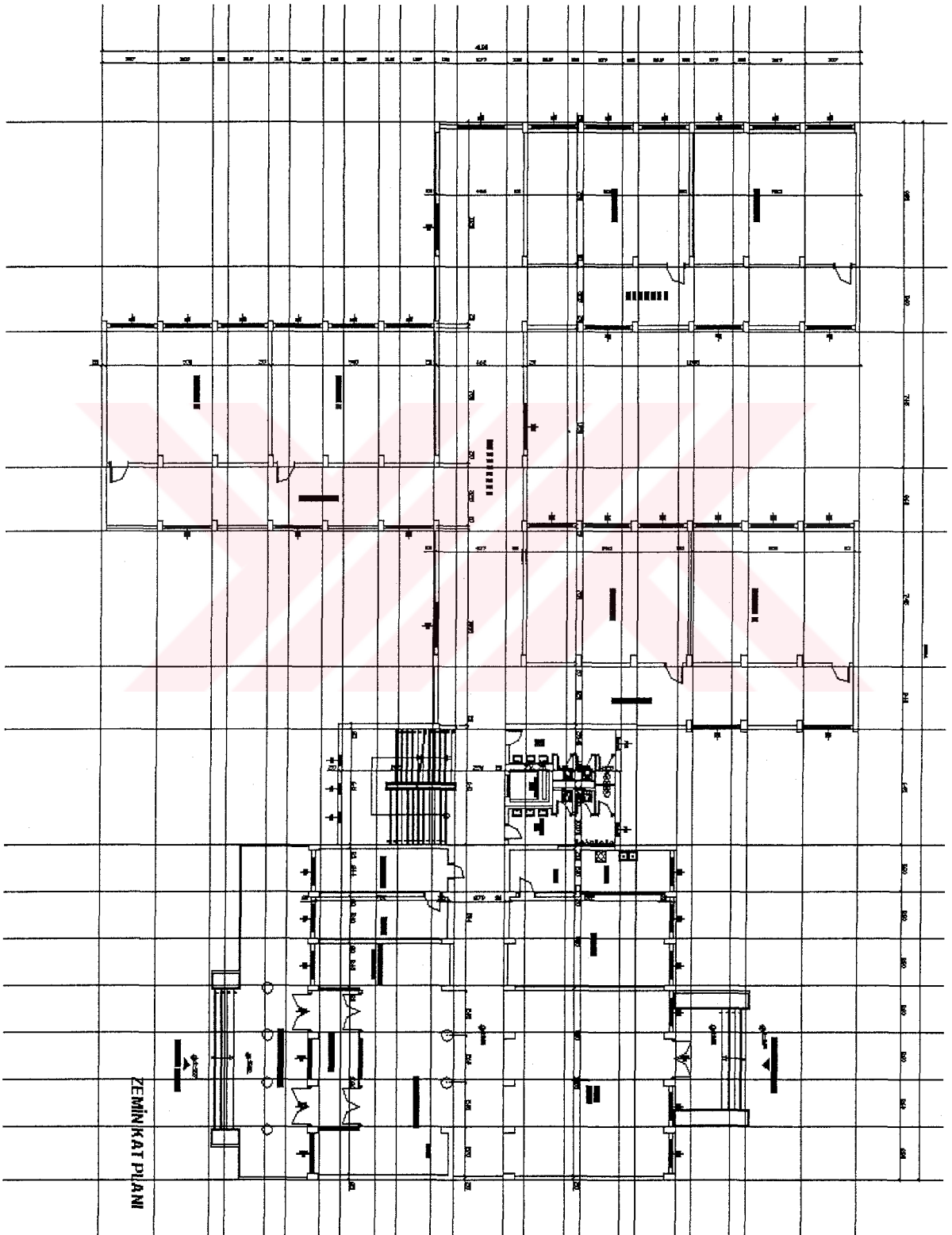


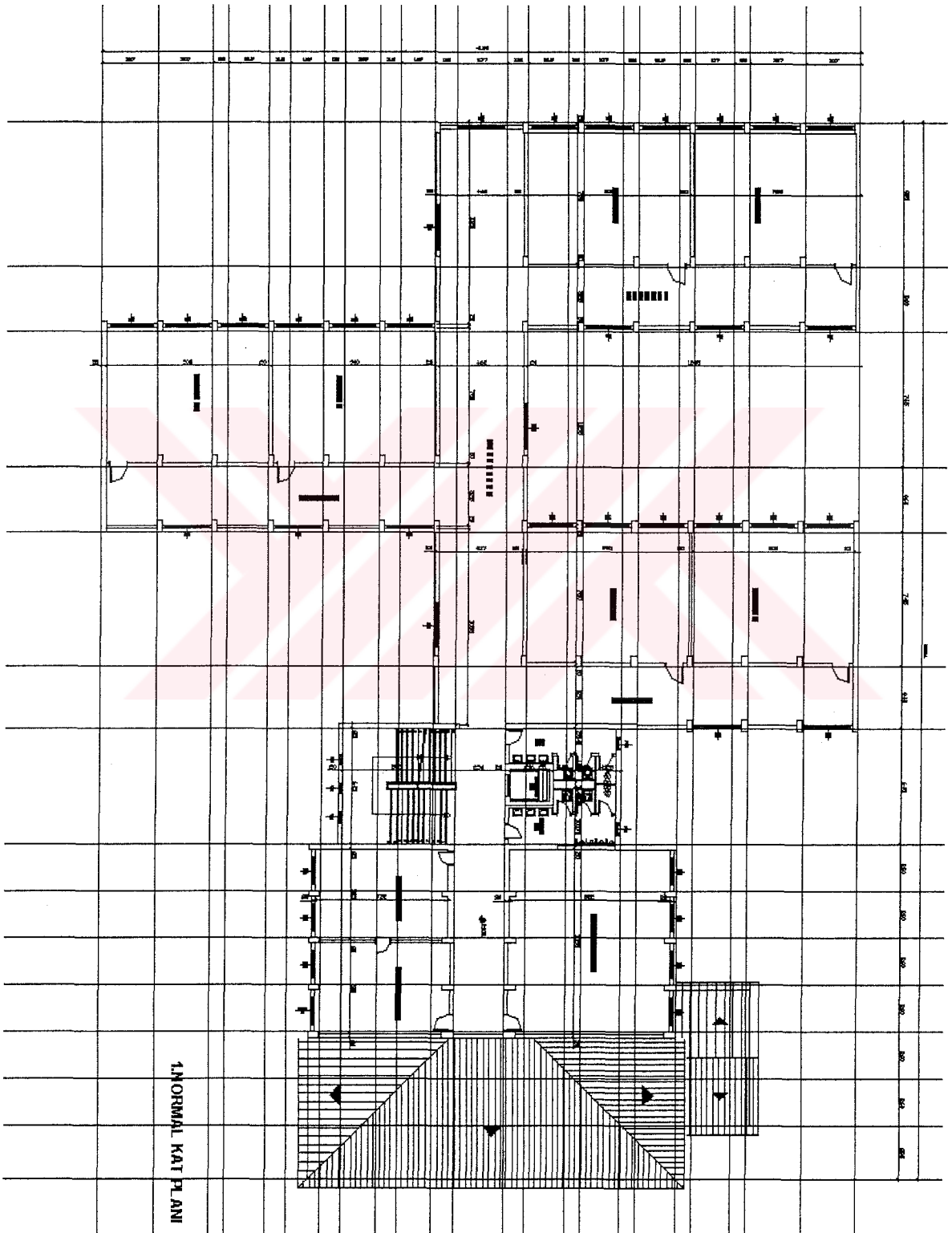


2.NORMAL KAT PLANI

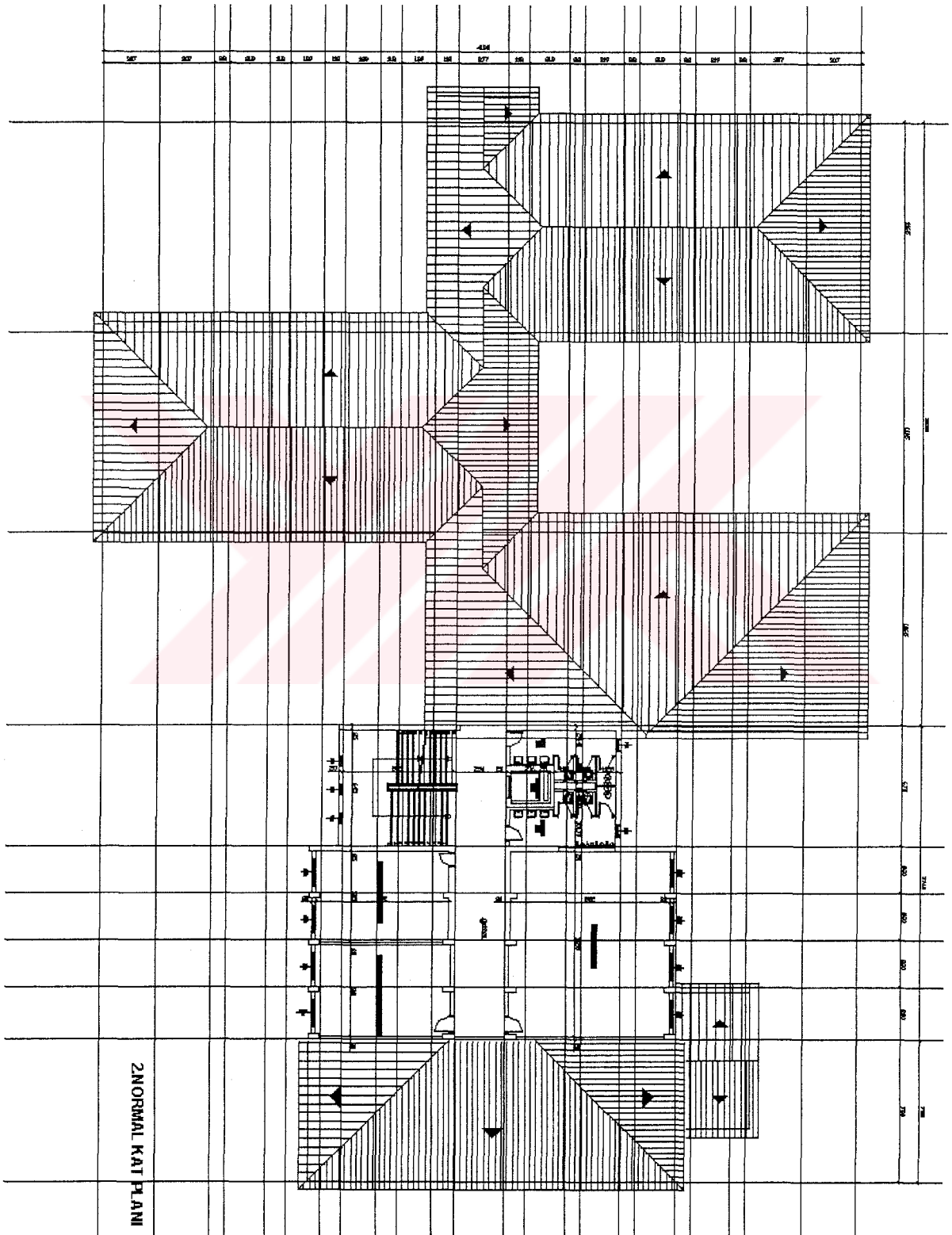
5 NOLU PLAN TIPI





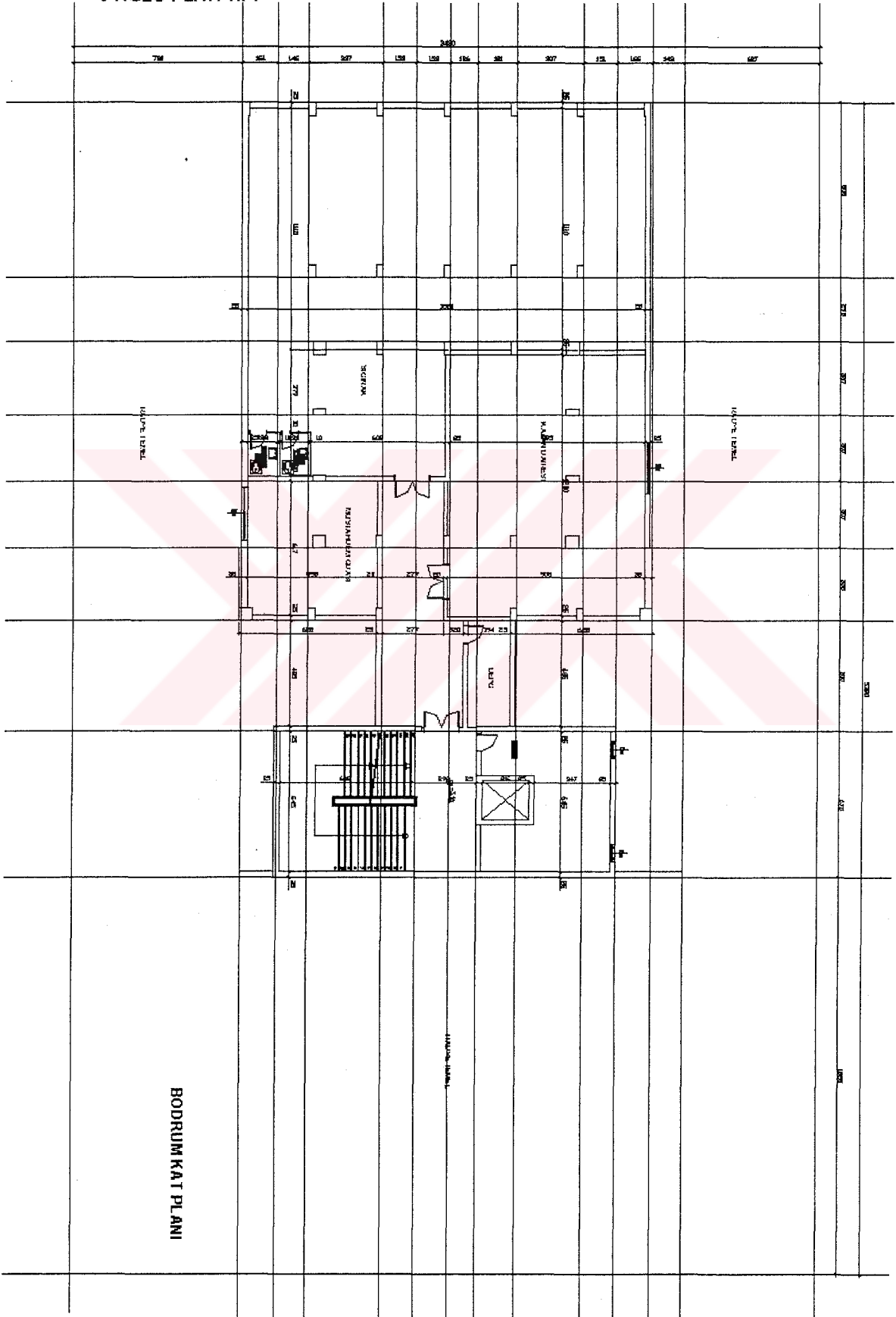


1.01 ORMAL KATI PLANI

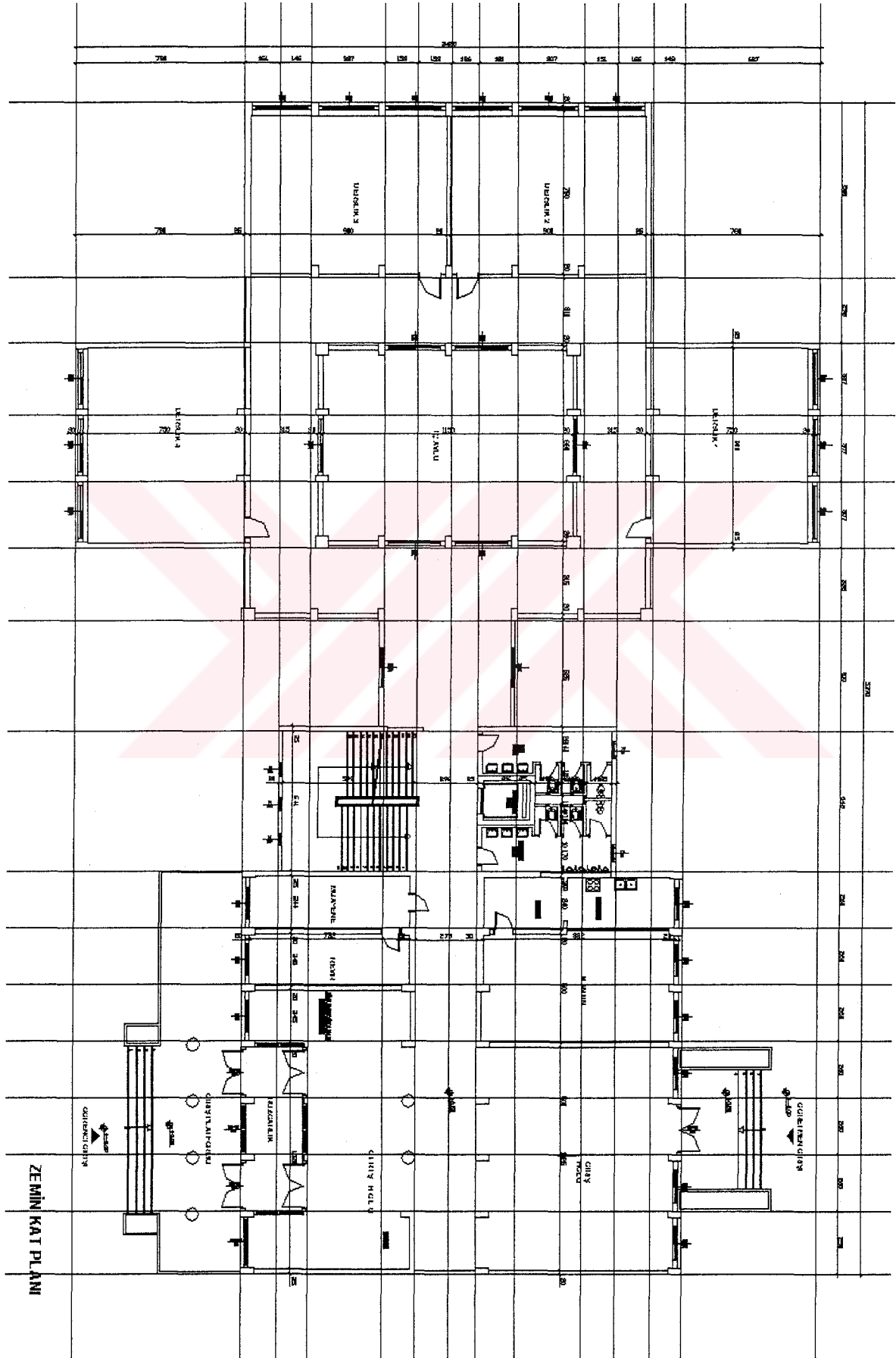


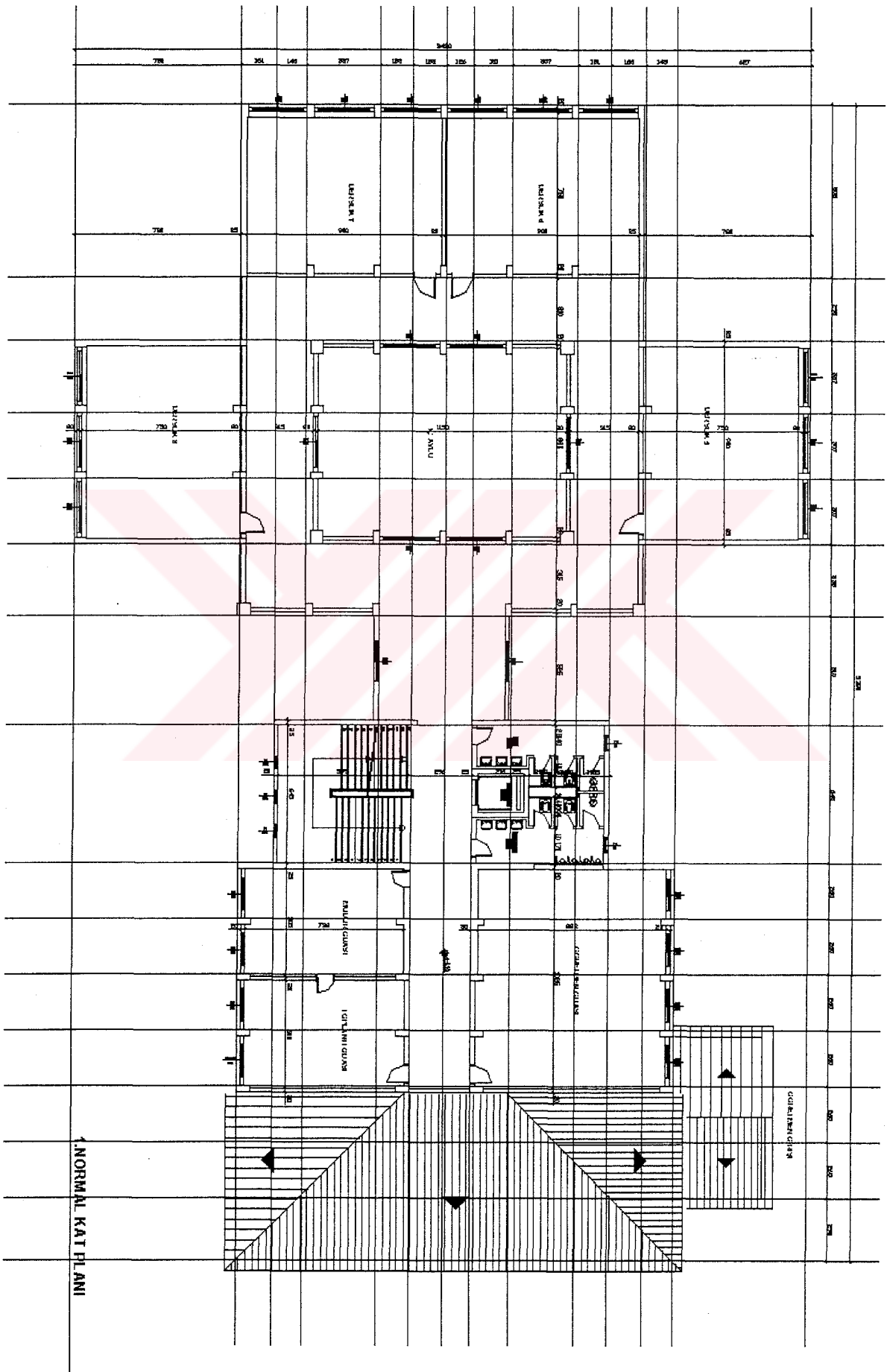
2ND FLOOR PLAN

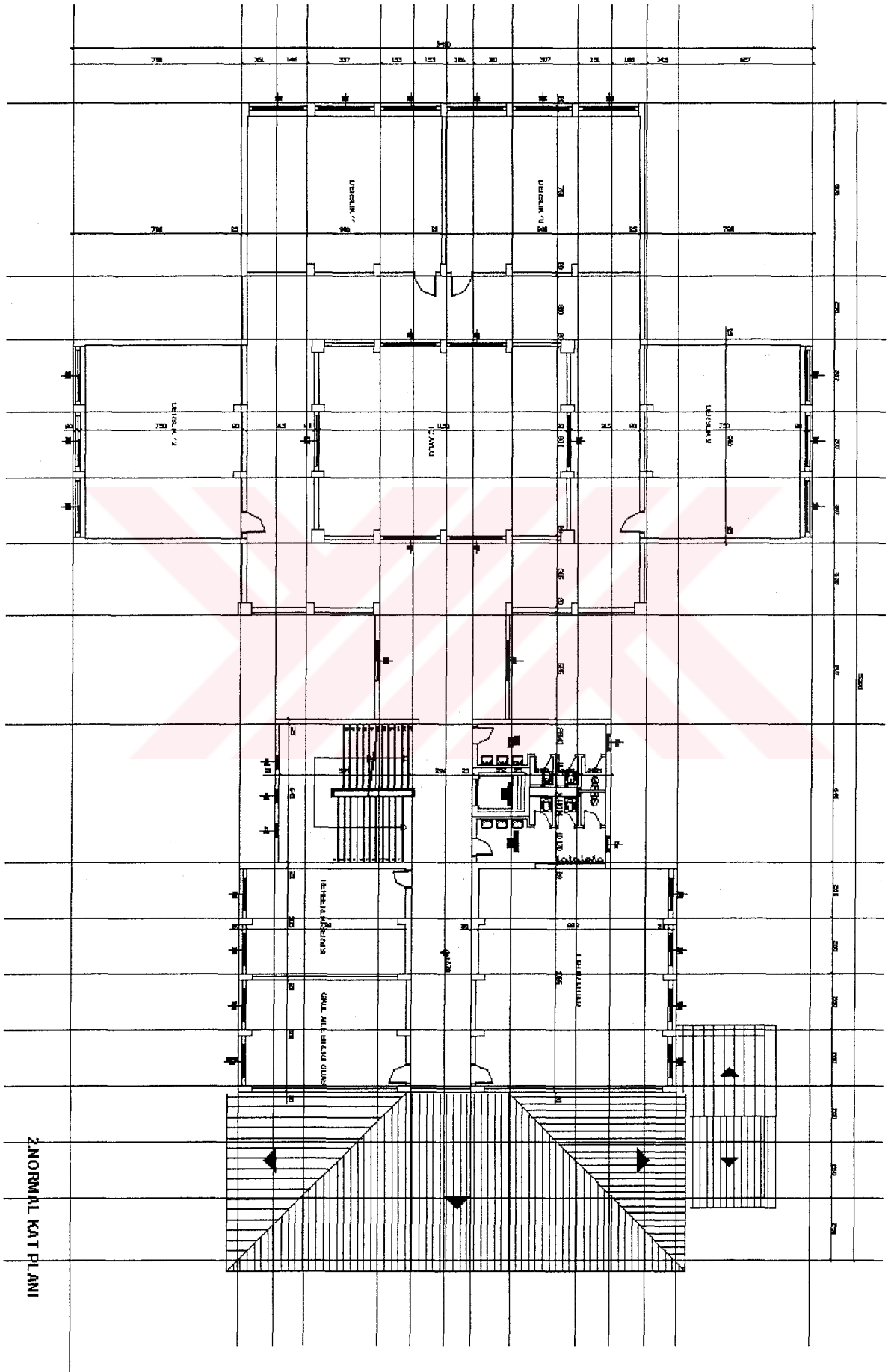
6 NOLU PLAN TIPI



BODRUM KAT PLANI







ZNORMAL KAT PLANI

Ek 2 1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımsız Durumunun İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı – Örnek Hesap Dosyası

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		Yapı elemanının kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	$d/\lambda, 1/\alpha$	Isı iletkenlik katsayısı	Isı kaybedilen yüzey	Isı kaybı
		d (m)	λ_h (W/mK)	(m^2K/W)	U (W/m ² K)	A m ²	A x U (W/K)
DUVAR (dış havaya açık)	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,13			
DUVAR 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023		
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,250	2,100	0,119		
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)		0,04			
TOPLAM				0,33	2,998	740,33	2.219,51
DUVAR (dış havaya açık)	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,13			
DUVAR 2	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023		
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,600	2,100	0,286		
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)		0,04			
TOPLAM				0,50	1,999	75,72	151,36
DUVAR (dış havaya açık)	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,13			
DUVAR 3	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023		
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,300	2,100	0,143		
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)		0,04			
TOPLAM				0,36	2,798	11,10	31,06
DUVAR (dış havaya açık)	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,13			
DUVAR 4	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023		
	7.1.6	Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563)	0,190	0,450	0,422		
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)		0,04			
TOPLAM				0,64	1,570	552,88	868,02
DUVAR (toprağa temas eden)	1/ α_i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)		0,17			
DUVAR 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023		
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,250	2,100	0,119		
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095		
	1/ α_d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)					
TOPLAM				0,37	0,5 x 2,455	232,28	285,12

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h (W/mK)	$d/\lambda, 1/\alpha$ (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı kaybı A x U (W/K)
DUVAR (toprağa temas eden)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
DUVAR 2	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,600	2,100	0,286			
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)						
TOPLAM					0,53	0,5 x 1,742	7,44	6,48
DUVAR (toprağa temas eden)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
DUVAR 3	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,300	2,100	0,143			
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)						
TOPLAM					0,39	0,5 x 2,319	1,86	2,16
TAVAN (çatılı)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
TAVAN 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,150	2,100	0,071			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)			0,08			
TOPLAM					0,30	0,8 x 3,284	861,64	2.263,70
TABAN (toprağa oturan/iç ortam)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
TABAN 1	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,500	2,100	0,238			
	4.6	Çimento harçlı şap	0,030	1,400	0,021			
	1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,100	2,300	0,043			
	1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,150	2,300	0,065			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dış)						
TOPLAM					0,50	0,5 x 1,857	791,78	735,17
PENCERE						2,800	309,50	866,60
KAPI						5,500	20,70	113,85

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI	Yapı elemanının kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_b (W/mK)	$d/\lambda, 1/\alpha$ (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı kaybı A x U (W/K)
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı :					7.543,03	W/K
$H = H_i + H_h$ $H_i = 7.543,03 \quad W/K$ $H_h = 2.690,8 \quad W/K$ $H = 10.233,88 \quad W/K$						

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_b$ (W/K)	$T_i - T_d$ (K.C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_g (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_g$ (W)			
OCAK	10.233,88	15,7	160.671	16.308	6.835	23.143	0,14	1,00	356.472.576
ŞUBAT		14,5	148.391		8.801	25.109	0,17	1,00	319.546.944
MART		11,8	120.759		11.428	27.736	0,23	0,99	241.834.533
NİSAN		6,4	65.496		12.702	29.010	0,44	0,90	102.091.104
MAYIS		1,2	12.280		15.642	31.950	2,60	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		16.615	32.923	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		16.115	32.423	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		14.737	31.045	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		11.772	28.080	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	50.146		9.009	25.317	0,50	0,86	73.543.800
KASIM		9,9	101.315		6.516	22.824	0,23	0,99	204.040.270
ARALIK		14,1	144.297		5.929	22.237	0,15	1,00	316.379.520
Q _{yıl} = Σ Q _{ay} = 1.613.908.747									

$$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 1.613.908.747 = 448.666 \text{ kWh}$$

Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı $Q' = 18,09 \text{ kWh/m}^3$

Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı $Q = 44,02 \text{ kWh/m}^3$

$Q > Q'$ olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygun değildir.

Ek 3 1 Nolu Plan Tipinin Yalıtımlı Durumunun İstanbul İli İçin Gerekli Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı – Örnek Hesap Dosyası

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

1

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	$d/\lambda, 1/\alpha$	Isı iletkenlik katsayısı	Isı kaybedilen yüzey	Isı kaybı
			d (m)	λ_h (W/mK)	(m ² K/W)	U (W/m ² K)	A m ²	A x U (W/K)
DUVAR (dış havaya açık)	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
DUVAR 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,250	2,100	0,119			
	10.2.2	Yüzeysel düzgün (ciltli) levhalar	0,070	0,028	2,500			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM					2,83	0,352	740,33	260,60
DUVAR (dış havaya açık)	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
DUVAR 2	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,600	2,100	0,286			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM					0,50	1,999	75,72	151,36
DUVAR (dış havaya açık)	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
DUVAR 3	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,300	2,100	0,143			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM					0,36	2,798	11,10	31,06
DUVAR (dış havaya açık)	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
DUVAR 4	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	7.1.6	Yatay delikli tuğlalarla duvarlar (TS 4563)	0,190	0,450	0,422			
	10.2.2	Yüzeysel düzgün (ciltli) levhalar	0,080	0,028	2,857			
	$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,04			
TOPLAM					3,47	0,287	552,88	158,68
DUVAR (toprağa temas eden)	$1/\alpha_i$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
DUVAR 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,250	2,100	0,119			
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095			
	$1/\alpha_d$	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						
TOPLAM					0,37	0,5 x 2,455	232,28	285,12

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

2

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λh (W/mK)	$d/\lambda, 1/\alpha$ (m ² K/W)	Isı iletkenlik katsayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A m ²	Isı kaybı A x U (W/K)
DUVAR (toprağa temas eden)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
DUVAR 2	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,600	2,100	0,286			
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						
TOPLAM					0,53	0,5 x 1,742	7,44	6,48
DUVAR (toprağa temas eden)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
DUVAR 3	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,300	2,100	0,143			
	2.2	Kil,sıkı toprak	0,200	2,100	0,095			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						
TOPLAM					0,39	0,5 x 2,319	1,86	2,16
TAVAN (çatılı)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,13			
TAVAN 1	4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	0,870	0,023			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,150	2,100	0,071			
	10.4	Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	0,150	0,040	3,750			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)			0,08			
TOPLAM					4,05	0,8 x 0,246	861,64	169,57
TABAN (toprağa oturan/iç ortam)	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			
TABAN 1	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agregaya veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,500	2,100	0,238			
	4.6	Çimento harçlı şap	0,030	1,400	0,021			
	1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,100	2,300	0,043			
	1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,150	2,300	0,065			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						
TOPLAM					0,50	0,5 x 1,857	441,16	409,62
TABAN toprağa oturan/iç	1/ α i	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)			0,17			

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı

BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI			Yapı elemanının kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	$d/\lambda, 1/\alpha$	Isı iletkenlik katsayısı	Isı kaybedilen yüzey	Isı kaybı
			d (m)	λ_h (W/mK)	(m ² K/W)	U (W/m ² K)	A m ²	A x U (W/K)
ortam)								
TABAN 2	9.1.2	Mantarlı linolyum	0,030	0,080	0,375			
	4.6	Çimento harçlı şap	0,050	1,400	0,036			
	10.2.2.1	Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	0,060	0,028	2,143			
	4.2	Çimento harcı	0,030	1,400	0,021			
	5.1.1	Normal beton, (TS 500'e uygun), doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar (Donatılı)	0,500	2,100	0,238			
	1.2	Tortul, sedimante taşlar (kum taşı, traverten, konglomeralar vb.)	0,150	2,300	0,065			
	1/ α d	Yüzeysel ısı iletim katsayısı dışı)						
TOPLAM					3,01	0,5 x 0,328	350,62	57,50
PENCERE						2,800	309,50	866,60
KAPI						4,000	20,70	82,80
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı :							2.481,54	W/K

$$H = H_i + H_h$$

$$H_i = 2.481,54 \quad W/K$$

$$H_h = 2.690,8 \quad W/K$$

$$H = 5.172,39 \quad W/K$$

YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H = H_i + H_h$ (W/K)	$T_i - T_d$ (K,C)	$H(T_i - T_d)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_g (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_g$ (W)			
OCAK	5.172,39	15,7	81.206	16.308	6.835	23.143	0,28	0,97	152.298.895
ŞUBAT		14,5	74.999		8.801	25.109	0,33	0,95	132.569.006
MART		11,8	61.034		11.428	27.736	0,45	0,89	94.216.504
NİSAN		6,4	33.103		12.702	29.010	0,88	0,68	34.671.110
MAYIS		1,2	6.206		15.642	31.950	5,15	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		16.615	32.923	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		16.115	32.423	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		14.737	31.045	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		11.772	28.080	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	25.344		9.009	25.317	1,00	0,63	24.349.999
KASIM		9,9	51.206		6.516	22.824	0,45	0,89	80.073.722
ARALIK		14,1	72.930		5.929	22.237	0,30	0,96	133.701.788
								Q _{yıl} = Σ Q _{ay} =	651.881.024

$$Q_{yıl} = 0,278 \times 1/1000 \times 651.881.024 = 181.222 \text{ kWh}$$

$$\text{Bu bina için sınırlandırılan enerji ihtiyacı } Q' = 18,09 \text{ kWh/m}^3$$

$$\text{Bu bina için hesaplanmış olan ısı ihtiyacı } Q = 17,78 \text{ kWh/m}^3$$

$Q < Q'$ olduğundan bu bina için yapılmış olan ısı yalıtım projesi standarda uygundur

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	10.01.1978	
Doğum yeri	Bolu	
Lise	1991-1995	Bolu Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans	1995-1999	Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü

Çalıştığı kurum(lar)

1996- 1995	Yapı Aks Dekorasyon İnşaat Sanayi Tic. Ltd Şti.
1999-2000	Batu Yapı İnşaat Sanayi Tic. Ltd Şti.
2001-2002	Tek-art Holding
2002-2003	Kozanoğlu İnşaat San. Tic. Ltd. Şti.
2003-Devam ediyor	Erşahin İnşaat Sanayi Ticaret A.Ş.

