

T.C.
HİTİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOĞUTMA AMAÇLI MERKEZİ İKLİMLENDİRME
SİSTEMLERİNDE ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN
ARAŞTIRILMASI

Abdullah KÜRKLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN

HAZİRAN 2019
ÇORUM

**SOĞUTMA AMAÇLI MERKEZİ İKLİMLENDİRME
SİSTEMLERİNDE ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN
ARAŞTIRILMASI**

Abdullah KÜRKLÜ

**Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

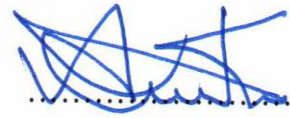
Yüksek Lisans Tezi

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN**


Çorum 2019

Abdullah KÜRKLÜ tarafından hazırlanan “Soğutma Amaçlı Merkezi İklimlendirme Sistemlerinde Etkili Olan Parametrelerin Araştırılması” adlı tez çalışması 11/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği. Anabilim Dalı’nda Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN
(Danışman)

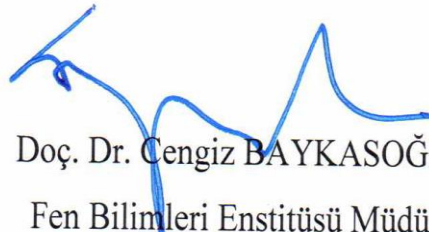


Doç. Dr. Sinan ÇALIŞKAN



Doç. Dr. Lütfü NAMLI

Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 09/08/2019 tarih ve 2019/1853 sayılı kararı ile Abdullah KÜRKLÜ Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.



Doç. Dr. Cengiz BAYKASOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.



Abdullah KÜRKLÜ

SOĞUTMA AMAÇLI MERKEZİ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNDE ETKİLİ OLAN PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

Abdullah KÜRKLÜ

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ 2019

ÖZET

Bu çalışmada, Çankırı İlinde yapılacak olan Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası incelenmiş ve farklı dış hava şartlarında, bu binaya ait maksimum soğutma yükü hesaplanmıştır. Söz konusu yapıya ait maksimum soğutma yükü; bina yüzeyindeki camlar, camların teknik özellikleri, binanın yönü, binanın dış duvarlarında, tabanında, çatısında kullanılan ısı yalıtım malzemesi özellikleri ve yalıtım malzemesi kalınlığı (6-10 cm aralığında değiştirilerek), MTH (Mekanik Tesisat Hesapları) Soğutma Yükü Hesapları programı yardımıyla ayrı ayrı hesaplanmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İnceleme konusu yapıda cam özellikleri değiştirildiğinde maksimum soğutma yükünde büyük miktarda azalma olduğu görülmüştür. Isı iletim katsayısı düşük cam ve güneş ışınlarını engelleyici panjur kullanarak yaz sezonunda yaklaşık olarak %21.17 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Hesaplamalar sonucunda yalıtım kalınlığının soğutma yüküne etkisinin camlara göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelime: Yalıtım Kalınlığı, Maksimum Soğutma Yükü, Bina Yüzeyindeki Camlar, Binanın Yönü

INVESTIGATION OF THE PARAMETERS AFFECTING THE CENTRAL HEATING SYSTEM FOR COOLING MODE ONLY

Abdullah KÜRKLÜ

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

JULY 2019

ABSTRACT

In this study, The New Government Building Governor's Office to be built in Çankırı was examined and the maximum cooling load of this building was calculated under different outdoor air conditions. The maximum cooling load of the structure; glass on the surface of the building, technical specifications of the glass, the direction of the building, the thermal insulation material used on the exterior walls, floor and roof of the building and the thickness of the insulation material (changing between 6-10 cm) were calculated separately with the help of MTH (Mechanical Installation Calculations) Cooling Load Calculations program. and the results were compared.

The investigation revealed that when the glass properties were changed, there was a large decrease in the maximum cooling load. By using glass with low heat conduction and sunblind blinds, the amount of energy was increased approximately by 21.17% in summer season. As a result of the calculations, it was determined that the effect of insulation thickness on cooling load is considerably lower than that of glass.

Keywords: Insulation Thickness, Maximum Cooling Load, Glasses on the Building Surface, Direction of Building

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması esnasında benden desteğini ve bilgilerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali KILIÇARSLAN'a, Çankırı İlinde yapılacak olan Yeni Hükümet Konağı Projesinde çalışmama imkan veren Çankırı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüne ve bu süre boyunca iyi bir mühendis olmam için bana eğitim veren bütün hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Bütün hayatım boyunca benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve çalışmalarımda bilgilerini benimle paylaşan Hayati TÖRE'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
3. ENERJİ VE ENERJİNİN ÖNEMİ.....	6
4. ENERJİ TASARRUFU.....	7
4.1. Ülkemizde Enerji Durumu.....	9
4.2. Türkiye de Enerji Tasarrufu.....	9
5. BİNALARDA ISI YALITIMI.....	11
5.1. Isı Yalıtımının Türkiyedeki Gelişimi.....	12
5.2. TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği.....	13
6. METERYAL VE YÖNTEM.....	11
7. ISI YALITIM PROJESİ VE ‘K’ DEĞERİ HESAPLARI.....	16
7.1. Hesap İçin Gerekli Ön Bilgiler.....	16
7.1.1. K ısı iletkenlik değeri.....	16
7.1.2. İç hava sıcaklıkları.....	17
7.1.3. Dış hava sıcaklığı.....	17
7.1.4. Günlük sıcaklık farkı.....	17
7.1.5. Deniz seviyesinden yükseklik.....	17

7.2. ‘‘K’’ Değeri Hesabı.....	17
7.2.1. Isı geçişi	17
7.2.2. Yüzeysel ısı taşınım katsayısı (h)	18
7.2.3. Isı geçirme katsayısı (K)	18
7.2.4. Isı geçirme katsayısının hesabı	18
7.3. Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası ‘‘K’’ Değeri Hesapları.....	19
7.3.1. Dış duvar, dış hava ile temaslı, izolasyonlu, gaz betonu duvar (D_{d1}).....	19
7.3.2. Dış duvar, dış hava ile temaslı, izolasyonlu, perde beton duvar (D_{d2})	21
7.3.3. İç duvar, gaz betonu duvar (\dot{I}_{d1}).....	22
7.3.4. İç duvar, perde beton duvar (\dot{I}_{d2}).....	23
7.3.5. atı, perde beton, izolasyonlu, beşik çatı, kullanılmayan (\dot{C}_{a1}).....	24
7.3.6. Döşeme, perde beton, izolasyonlu, toprak temaslı ($T_{dö1}$)	25
7.3.7. Duvar, perde beton, izolasyonlu, toprak temaslı (T_{du1})	26
8. ISI KAZANCI HESABI	29
8.1. Güneşten Radyasyonla Olan Isı Kazancı	30
8.2. Çatıdan Gelen Isı Kazancı.....	31
8.3. Duvar ve Pencereleden Olan Isı Kazancı.....	32
8.4. İklimlendirme Yapılmayan Mahallerden Dolayı Isı Kazancı	34
8.5. Havalandırmadan Dolayı Gelen Isı Yüğü	34
8.6. İnsanlardan Gelen Isı Kazançları	35
8.7. Aydınlatmadan Oluşan Isı Kazancı	36
8.8. Makinalardan Oluşan Isı Kazancı	37
8.9. 2N21 Mahalinde Meydana Gelen Toplam Isı Kazancı	37
9. ARAşTIRMA BULGULARI VE TARTIşMA	40

9.1. Soğutma Yükü Hesapları.....	41
9.1.1 Örnek 1 soğutma yükü hesapları	41
9.1.2. Örnek 2 soğutma yükü hesapları	46
9.1.3. Örnek 1'in incelenmesi	50
9.1.4. Örnek 2'nin incelenmesi.....	51
9.1.5. Örnek 3'ün incelenmesi	51
9.1.6. Örnek 4, örnek 5, örnek 6 ve örnek 7'nin incelenmesi.....	52
9.1.7. Örnek 8, örnek 9 ve örnek 10'un incelenmesi	52
9.1.8 Örnek 11, örnek 12 ve örnek 13'ün incelenmesi.....	53
9.1.9. Örnek 14'ün incelenmesi	54
9.1.10. Örnek 15, örnek 16, örnek 17, örnek 18, örnek 19, örnek 20 ve örnek 21'in incelenmesi	54
9.1.11. Örnek 22'in incelenmesi.....	55
9.1.12. Örnek 23'ün incelenmesi	55
9.1.13. Örnek 24'ün incelenmesi	56
9.1.14. Örnek 25'in incelenmesi	56
9.1.15. Örnek 26, örnek 27, örnek 28, örnek 29, örnek 30, örnek 31 ve örnek 32'nin incelenmesi	57
9.2. Sonuçlar Ve Tartışma.....	58
9.2.1. Yalıtım kalınlığı ile diğer parametrelerin değişimi.....	58
9.2.2. Isıl iletim katsayısı k (W/mK) ile diğer parametrelerin değişimi	62
9.2.3. Zaman (saat) ile diğer parametrelerin değişimi	64
9.2.4. Bina yönü ile diğer parametrelerin değişimi	67
9.2.5. Maksimum soğutma yükünün minimum değerinin aylara göre değişimi.....	72
9.2.6. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi	73

9.2.7. Cam ısıtım iletım katsayısı ile diğer parametrelerin değişimi	75
9.2.8. Cam zellikleri (Açık renk perde) ile diğer parametrelerin değişimi.....	78
9.2.9. Cam zellikleri (Koyu renk panjur) ile diğer parametrelerin değişim.....	78
10. SONUÇLAR	78
KAYNAKLAR	81
EKLER.....	84
EK 1 ankırı hükümet konağı mimari proje.....	85
ZGEMİş	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 7.1. Dış havaya açık gaz beton duvar kesiti (D_{d1}).....	20
Şekil 7.2. Dış havaya açık perde beton duvar kesiti (D_{d2})	21
Şekil 7.3. Gaz betonu iç duvar kesiti (I_{d1})	22
Şekil 7.4. Perde beton iç duvar kesiti (I_{d2})	23
Şekil 7.5. Perde beton çatı kesiti (C_{a1})	24
Şekil 7.6. Perde beton döşeme kesiti ($T_{dö1}$).....	26
Şekil 7.7. Toprak temaslı perde beton duvar kesiti ($T_{dö1}$).....	27
Şekil 9.1. Toplam soğutma yükünün yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi	58
Şekil 9.2. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi	59
Şekil 9.3. Toplam soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi.....	60
Şekil 9.4. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi	61
Şekil 9.5. Toplam soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimi	62
Şekil 9.6. Toplam yıllık ısıtma enerjisi (kWh/m^3) ihtiyacının çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimi	63
Şekil 9.7. Nisan ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi	64
Şekil 9.8. Mayıs ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile	

değişimi 65

Şekil	Sayfa
Şekil 9.9. Haziran ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi	65
Şekil 9.10. Temmuz ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi	66
Şekil 9.11. Ağustos ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi	67
Şekil 9.13. Bina yönü (Yön= 45 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	68
Şekil 9.14. Bina yönü (Yön= 90 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	69
Şekil 9.15. Bina yönü (Yön= 135 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	69
Şekil 9.16. Bina yönü (Yön= 180 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	70
Şekil 9.17. Bina yönü (Yön= 225 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	71
Şekil 9.18. Bina yönü (Yön= 270 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	71
Şekil 9.19. Bina yönü (Yön= 315 ⁰) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi.....	72
Şekil 9.20. Maksimum soğutma yükünün minimum değerinin aylara göre değişimi	72
Şekil 9.21. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi (Örnek 25)	73

Şekil 9.22. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi (Örnek 3) 74

Şekil **Sayfa**

Şekil 9.23. Cam ısı iletim katsayısı ile diğer parametrelerin değişimi 75

Şekil 9.24. Çift Cam (Açık renk perde) ile diğer parametrelerin değişimi 75

Şekil 9.25. Çift Cam (Koyu renk panjur) ile diğer parametrelerin değişimi..... 76



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Sektörlerin toplam nihai enerji tüketimindeki payları	8
Çizelge 7.1. Dış havaya açık gaz beton duvar yapı bileşenleri.....	20
Çizelge 7.2. Dış havaya açık perde beton duvar yapı bileşenleri.....	21
Çizelge 7.3. Gaz betonu iç duvar yapı bileşenleri.....	22
Çizelge 7.4. Perde beton iç duvar yapı bileşenleri	23
Çizelge 7.5. Perde beton çatı yapı bileşenleri	24
Çizelge 7.6. Perde beton döşeme yapı bileşenleri.....	25
Çizelge 7.7. Toprak temaslı perde beton duvar yapı bileşenleri.....	27
Çizelge 7.8 Valilik binası yapı bileşenleri için hesaplanan ‘‘K’’ değerleri	28
Çizelge 8.1. Gölgeleme faktörü	31
Çizelge 8.2. Eş değer sıcaklık farkı, $\Delta T_{eş}$, 40 °C Kuzey enlemi.....	31
Çizelge 8.3. Duvarlara ait $\Delta T_{eş}$ Eşdeğer Sıcaklık Farklılıkları	33
Çizelge 8.4. İnsanlardan gelen ısı kazancı (W/Kişi) (MTH 2006)	35
Çizelge 8.5. Aydınlatmadan gelen ısı kazancı (W/m ²) (MTH 2006).....	36
Çizelge 9.1. Örnek binanın yapı bileşen alanları	41
Çizelge 9.2. Örnek 1 (yalıtımsız durum için) yapı bileşenlerine ait K değerleri	42
Çizelge 9.3. Örnek bir mahal için MTH programına girilen parametreler	43
Çizelge 9.4. Soğutma Yüğü Tasarım Kriterleri (MTH).....	44
Çizelge 9.5. Örnek 1 için maksimum soğutma yüğü ve zamanı	45
Çizelge 9.6. Örnek 2. ısı yalıtım malzemeleri.....	46
Çizelge 9.7. Örnek 2 için yapı bileşenlerine ait K değerleri	47
Çizelge 9.8. Örnek 2 İçin maksimum soğutma yüğü ve zamanı (Özet Tablo)	48

Çizelge 9.8. Maksimum soğutma yükü ve zamanı (Özet Tablo).....	49
Çizelge 9.8.(devamı) Maksimum soğutma yükü ve zamanı.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

k	Isı iletkenlik Değeri	[W/m°C]
m	Kalınlık	[m]
Q_R	Radyasyonla olan ısı kazancı	[W]
Q_G	Radyasyonla gelen ısı akısı	[W/m ²]
Q_{RN}	Radyasyonla olan net ısı kazancı	[W]
Q_{ÇATI}	Çatıdan gelen ısı kazancı	[W]
K	Toplam ısı transfer katsayısı	[W/m ² K]
Q_{DUVAR}	Duvardan meydana gelen ısı kazancı	[W]
Q_{PEN}	Pencereden meydana gelen ısı kazancı	[W]
Q_D	Duyulu ısı kazancı	[W]
Q_G	Gizli ısı kazancı	[W]
Q_T	Toplam ısı kazancı	[W]
Q_{İNSAN}	İnsanlardan olan ısı kazancı	[W]
V	İnsan başına gerekli hava miktarı	[m ³ /h]
Q_{EL}	Elektrikli cihazlardan olan ısı kazancı	[W]
Q_{TOPLAM}	Toplam ısı kazancı	[W]
Q	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	[kWh/m ³]
Q_A	Aydınlatmadan olan ısı kazancı	[W]

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji, hızla büyüyen sanayi ve insanoğlunun daha konforlu yaşama isteği, enerji ihtiyacının her geçen gün hızla artmasına sebep olmaktadır. Enerji ihtiyacının her geçen gün artmasından dolayı, bilim ve teknoloji dünyası enerji konusunda çeşitli tedbirler almaya başlamış ve birçok ülke politikalarını enerji ekonomisi üzerinde şekillendirmeye başlamıştır.

Ülkemizdeki enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmakta olup, bu enerjinin yaklaşık olarak %30-35'lik kısmı konutların ısıtma ve soğutma sistemlerinde harcanmaktadır. Bu doğrultuda ülkemizde ısıtma sezonunda binalarda tüketilen enerji ile ilgili TS 825 standardı çıkartılmış ve binaların bu standarda uygun hale getirilmesi zorunluluğu getirilmiştir. Fakat bu standart içerisinde, soğutma sezonu için herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, ülkemizde soğutma sezonu için henüz bir standart oluşturulmamıştır. Bunun nedeni, ülkemizde ısıtma sistemi için yapılmış bir ısı yalıtımının, soğutma için gerekli olan şartları karşılayacağı düşüncesinin hayli yaygın olmasıdır. Ancak, ülkemizde Akdeniz bölgesi gibi çok sıcak bölgeler var olup, bu bölgelerde çok fazla miktarda soğutma enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ve benzeri nedenleri dikkate aldığımızda, ısı yalıtımının binaların enerji performansı üzerindeki önemi ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden enerjinin tasarruflu kullanılması ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Çankırı İlinde yapılacak olan yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesine ait maksimum soğutma yükü; bina üzerindeki camların teknik özellikleri, binanın yönü, binanın dış duvarlarında, tabanında, çatısında vb. yerlerinde kullanılan yalıtım malzemesi kalınlığı değişken tutularak MTH (Mekanik Tesisat Hesapları) programı ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar doğrultusunda değişkenlerin söz konusu yapının soğutma yüküne etkisi karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda yaptığımız bu çalışma, İç Anadolu bölgesi ve benzer iklime sahip bölgelerde; verimli enerji performansına sahip bina tasarımına yardımcı olabilecek ve ülke enerji politikasına katkı sağlayacaktır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ülkemizde ısı yalıtımı verimliliği hakkında fazla bir veri bulunmamaktadır. Isı yalıtım uygulamaları genellikle kış sezonu düşünülerek yapılmaktadır. Enerjinin öneminin her geçen gün daha da artmasına paralel olarak, bu alandaki çalışmalarda hızla artış göstermektedir. Ancak yaz sezonu ile ilgili çalışmalarda aynı artışı ve çeşitliliği henüz görememekteyiz. Bu sebeple tez kapsamında örnek binada meydana gelen maksimum soğutma yükü hesaplanacak ve bu yükü azaltmak için gerekli analizler yapılacaktır.

Köse ve Arslan (2006), Kütahya ili için optimum yalıtım kalınlığını hesaplamışlardır. Soğuk bir bölge olan Kütahya için yaptıkları çalışmada, iç ortam sıcaklıklarını sırasıyla 18 °C, 20 °C ve 22 °C almış ve bu sıcaklıklara karşılık gelen optimum yalıtım kalınlıklarını sırasıyla 6.00 cm 6.50 cm ve 7.5 cm olarak hesaplamışlardır. Bu değerler doğrultusunda enerji tasarruf oranlarını %74.9, %76.3, ve %78.8 olarak hesaplamışlardır.

Çomaklı ve Yüksel (2003), Türkiye'nin en soğuk bölgeleri olan olan Erzurum, Erzincan ve Kars şehirlerinde bulunan bir yapı için optimum yalıtım kalınlığını hesaplamışlardır. Yalıtım malzemesi olarak EPS kullanılmış ve optimum yalıtım kalınlıklarını Erzurum için 10 cm, Kars için 10 cm ve Erzincan için 8.5 cm olarak hesaplamışlardır. Yalıtımlı duvarların, yalıtımsız duvarlara göre %75-85 oranlarında tasarruf sağladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında yalıtım kalınlığına bağlı, enerji tasarruf miktarı ve geri ödeme süresi grafiklerini elde etmişlerdir.

Gürel (2012), Karabük ilinde kömür ve doğalgaz kullanılması durumunda, dış duvar optimum yalıtım kalınlığı tespitinin ekonomik ve çevresel analizini içeren bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında sonuçları, yakıt olarak kömür kullanıldığında optimum yalıtım kalınlığı ve enerji tasarrufunu sırasıyla 0.134 m ve 117.14 TL/m², yakıt olarak doğalgaz kullanımında ise bu değerleri sırasıyla 0.116 m ve 88.39TL/m² olarak hesaplamıştır. Optimum yalıtım kalınlığının hava kirliliğine olan etkilerini incelemiş, yalıtımsız bina dış duvarında hesaplanan CO₂ ve SO₂ emisyonlarının

yakıt tipine bağılı olarak optimum yalıtım kalınlığı noktasında %85.4'e kadar azaldığını tespit etmiştir.

Özutku ve Karakuş (2012), Akdeniz bölgesinde bulunan İskenderun Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasının, soğutma sezonu için enerji performans değerlerini hesaplamışlardır. Söz konusu bu çalışmada, yapılan hesaplamalar neticesinde mevcut yalıtımlı durumda toplam iklimlendirme enerjisi 179.785 kWh bulunmuş, yalıtımsız durumda ise bina iklimlendirme enerjisi 209.092 kWh bulunmuş, yalıtımın toplam iklimlendirme enerjisini %16 azalttığı görülmüştür. Cam kaplama miktarının %25 artırılmış durumu için iklimlendirme enerjisi 180.550 kWh, cam kaplama miktarının %25 azaltılmış durumu için iklimlendirme enerjisi en düşük değeri olan 173.272 kWh değerini almıştır. Dolayısıyla cam kaplama miktarı % 25 azaltılarak toplam iklimlendirme enerjisi 175.576 kWh olarak hesaplanmıştır. Ayrıca MKÜ Mühendislik Fakültesi binası için optimum cam kaplama alanının, bina dış cephe kaplama alanının %31'i kadar olduğunu tespit etmişlerdir.

Gölcü, Dombaycı ve Abalı (2006), Denizli ilinde yer alan yapılar için optimum yalıtım kalınlığını, enerji tasarruf miktarlarını ve geri ödeme sürelerini hesaplamışlardır. Binaların ısıtılması için iki farklı enerji kaynağı ve yalıtım malzemesi olarak taş yünü kullanmışlardır. Hesaplamalarda ömür maliyet analizi (LCCA) yöntemini kullanmışlardır. İthal kömür ve fuel-oil kullanıldığında; 10 yıllık ömür süresi için optimum yalıtım kalınlıkları sırasıyla 4.8 cm ve 8.2 cm, benzer şekilde yıllık tasarrufu ise sırasıyla 12 YTL/m² ve 38.91 YTL/m² bulmuşlardır.

Kürekçi ve Kaplan (2014), İstanbul ilinde bulunan örnek bir binanın ısıtma ve soğutma yüklerini, HAP ve Revit programlarıyla hesaplamışlardır. Yapılan hesaplamalarda Z01-Z02 mahallerinden oluşmuş zonun toplam soğutma yükü, HAP ile 15.733 kW bulunurken, Revit ile 17.954 kW bulunmuştur. Aralarındaki fark %14.12 olarak hesaplanmıştır. Aynı zonun ısıtma yükleri ise HAP ile 12.034 kW, Revit ile 12.628 kW bulunmuş, fark %4.94 olarak hesaplanmıştır. Her iki program soğutma yükünün en fazla olduğu zamanı, Haziran ayı saat 17:00 olarak bulmuştur.

Kalfa ve Yaşar (2015), örnek bir ilköğretim okulu için soğutma yükünü, günümüzde yaygın olarak kullanılan TETD/TA, TFM, CLTD/SCL/CLF, RTS ve HB soğutma yükü hesap yöntemleri ile hesaplamışlardır. 21 Temmuz günü için, ilköğretim binasına ait saatlik soğutma yükünü bahsi geçen yöntemler ile hesaplamışlar ve hesap elde edilen saatli soğutma yüklerinde %5 - %25 arasında değişen farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir.

Kürekçi ve ark., (2012) Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinden dört adet şehir (Aydın, Edirne, Malatya ve Sivas) seçmişler, bu şehirlerin ısıtma ve soğutma yükleri için optimum yalıtım kalınlıklarını hesaplamışlardır. Dış duvarlarda yalıtım malzemesi olarak XPS (sıkıştırılmış polistiren) ve EPS (genleştirilmiş polistiren); yakıt olarak ise ısıtma sistemi için doğalgaz, soğutma sistemi için elektrik kullanılmıştır. Hesaplamaların ekonomik analizi yapılmış, yalıtım malzemesi ve seçilen ile bağlı olarak optimum yalıtım kalınlıklarının 0.036 ve 0.1 m arasında, enerji tasarruflarının 12.08 TL/m² ve 58.28 TL/m² arasında, geri ödeme sürelerinin 1.5 ve 2.52 yıl arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Özel (2008), Elazığ ilinde yer alan yapılar üzerinde hesaplamalar yapmıştır. Doğal gaz, ithal kömür ve fuel-oil yakıt için optimum yalıtım kalınlıklarını hesaplamıştır. Hesaplanan optimum yalıtım kalınlıkları doğrultusunda enerji tasarruf miktarlarını ve geri ödeme sürelerini dinamik yaklaşım metodu ile tespit etmiştir. Doğal gaz, ithal kömür ve fuel-oil için optimum yalıtım kalınlıklarının sırasıyla 4.00, 4.50 ve 7.50 cm tespit etmiştir. Yıllık enerji tasarruf miktarlarını ise sırasıyla 21.98, 24.91 ve 71.15 TL/m² olarak hesaplamıştır. Fuel-oil yakıt kullanılması durumunda enerji tasarruf miktarının en fazla olduğunu, yalıtım kalınlığı açısından en uygun sonucun da doğal gaz kullanılması halinde meydana geldiğini tespit etmiştir.

Zhang ve ark. (2019), binalarda enerji tasarrufunun önemini göstermek için Chengdu'daki bir kolej binasını "DEST" enerji simülasyonu yazılım programı ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak binalarda kullanılan yalıtım malzemesi özellik ve kalınlığının yıllık soğutma yüzü üzerinde daha az etkili olduğunu fakat yıllık ısıtma yükü üzerinde oldukça fazla etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Catalina ve ark. (2019), çalışmaların da Meksika'nın farklı bölgeleri için bir yapıda meydana gelen maksimum soğutma yükünü (CLTD/SCL/CLF) yöntemi ile analiz ederek hesaplamışlardır. Hesapladıkları değerleri karşılaştırmak için Monterrey'de deneysel bir yapı oluşturmuşlardır. Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisler derneği (ASHRAE) derneği tarafından önerilen düzeltme faktörü kullanılarak sonuçları CLTD yöntemi ile hesaplanan sonuçlar ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak CLTD yönteminin Meksika iklim koşulları için daha fazla soğutma yükü oluşturduğunu tespit etmişleridir.

Derradji ve ark. (2016), çalışmalarında Cezayir'de örnek bir binanın soğutma ve ısıtma yüklerini hesaplamışlardır. Çalışmalarında deneysel sonuçlar ile elde ettikleri hesapları karşılaştırmışlardır. Yapıda kullanılan ısı yalıtım malzemesinin Isıtma yüküne, cam ve özelliklerinin soğutma yüküne etkisinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. İyi bir yalıtımla %70' e kadar enerji tasarrufu sağlanabildiğini tespit etmişlerdir. Enerji tasarrufunun duvardaki yalıtım malzemesi ve cam özelliklerine bağlı olarak 0.5 ile 1.5 \$/m² olarak hesaplamışlardır.

3. ENERJİ VE ENERJİNİN ÖNEMİ

Enerjiyi kısaca tanımlamak istersek; enerji iş yapabilme yeteneğidir. Termodinamiğin birinci kanunu olan, enerjinin korunumu kanununda da belirtildiği gibi enerji yoktan var vardan da yok edilemez, ancak şekil değiştirebilir. İşte insanoğlu enerjinin bu dönüşümlerini kullanarak ısı enerjisi, kinetik enerji, ışık enerjisi, ses enerjisi gibi enerjinin farklı şekillerinden yararlanmaktadır. Buhar makineleri, diğer ısı üretim makineleri, yakıtlı motorlar, klimalar, lambalar vb. hepsi bu kanunun öngördüğü şekilde enerjinin dönüştürülmesinden faydalanarak çalışmaktadır. Enerjinin bu kanununa göre, insanoğlunun yaşam kaynağı olan güneşin enerjisi de bir gün bitecek ve insan yaşamı ile birlikte kendiliğinden son bulacaktır. Bilim adamlarının yaptıkları hesaplamalara göre güneş yaklaşık olarak 4.6 milyar yıl yaşındadır ve güneşin 5 milyar yıllık enerjisi kalmıştır. Beş milyar yıl çok uzun bir zamandır, ancak bu güneş enerjisinin hiçbir zaman bitmeyeceği anlamına gelmez.

Enerji günlük yaşamın ve sanayinin olmazsa olmazıdır. Hızla gelişen teknoloji ve hızlı nüfus artışı, insanoğlunun enerji gereksinimini her geçen gün daha da artırmaktadır. Günümüzde kişi başına verimli olarak tüketilen enerji miktarı bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin en net ölçüsüdür. Enerji problemini halletmiş ülkelerin teknoloji ve sanayi alanlarında büyük gelişmeler kaydettikleri görülmektedir. Enerjinin öneminin artmasından bu yana çıkan savaşlara batığımızda hepsinin temelinde ülkelerin sanayilerine hammadde arayışı yatmaktadır (İsmic, 2015).

Enerji kaynakları birçok şekilde sınıflandırılabilir. Enerji kaynakları genel olarak yenilenebilir enerji ve yenilenebilir olmayan enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır (Koç ve Kaya, 2015).

4. ENERJİ TASARRUFU

Enerji tasarrufu, enerji tüketimini azaltmak amacıyla yapılan çabalar anlamına gelir. Kısaca enerji tasarrufu; aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır. Yeryüzündeki enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde harcanması, enerji tasarrufunun ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Özellikle 1970'li yıllarda meydana gelen büyük petrol krizi sonrasında enerji fiyatlarında yaşanan ani artışlar, birçok ülkede enerji tasarrufu politikalarının başlatılmasına neden olmuştur (Öztürk ve ark., 2018).

Enerji verimliliğinin önemli göstergelerinden biride enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, GSYİH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) kişi başına tüketilen birincil enerji miktarını temsil eden ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir (Karakaya, 2017).

20. yüzyıl genel enerji talebinin ivme kazanarak büyümesine, sanayileşmeye ve küreselleşmeye paralel olarak, hızla artan nüfus, gelir, tüketim harcamaları vb. diğer sosyo-ekonomik büyüklüklere yol açarken; enerji arzının sürekli, güvenilir ve sürdürülebilir kılınması kaçınılmaz hale gelmiş, Kyoto protokolüyle öne çıkan çevre odaklı kısıtlar ise enerji verimliliğinin artırılmasını, dolayısıyla enerji verimliliği ile ilgili politikaların başarımlarını zorunluluğunu öne çıkarmıştır (Şekercioğlu ve Yılmaz, 2012).

1990 ve 2010 yıllarını kapsayan son yirmi yıllık dönemde, Avrupa Birliği (AB-15 ve AB-27) üyesi ve ilgili diğer ülkelerde gerçekleşen yapısal dönüşümlere koşut olarak, enerji kaynaklarının toplam nihai enerji tüketimindeki payında ve nihai tüketim sektörlerinin toplamda üstlendikleri rollerde önemli değişiklikler gerçekleşmiştir. Avrupa Birliği üyesi ülkeler ile ilgili diğer ülkelerin toplam nihai enerji tüketiminde sektörel ayırmada kaydedilen gelişmeler, 1990, 2000 ve 2010 yılları için özetlenerek, Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sektörlerin toplam nihai enerji tüketimindeki payları (MTH, 2006)

	Konutlar (%)			Hizmetler (%)			Sanayi (%)			Ulaştırma (%)			Diğer (%)		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Almanya	27,5	29,8	28,5	12,4	11,4	14,8	31,7	26,3	27,9	25,8	30,1	28,5	2,6	2,4	0,4
Avusturya	30,2	26,7	24,7	8,8	10,7	10,1	31,4	30,6	31,7	26,6	29,8	31,5	3,0	2,2	2,1
Belçika	26,3	25,4	24,6	9,1	9,2	13,8	38,4	37,6	30,7	24,6	25,9	28,3	1,6	1,9	2,6
Danimarka	29,8	28,3	31,5	12,8	12,4	13,8	20,0	19,9	15,7	30,0	32,8	33,3	7,5	6,6	5,7
Finlandiya	24,7	18,5	21,9	4,1	6,3	7,4	44,1	50,1	43,8	19,8	17,7	18,8	7,3	7,5	8,2
Fransa	26,4	29,3	27,7	13,3	8,8	14,7	26,3	24,1	19,7	30,7	32,8	31,7	3,3	5,0	6,1
Hollanda	23,9	20,4	21,3	13,8	14,3	18,0	29,3	29,4	26,5	24,8	28,2	27,9	8,1	7,7	6,3
İngiltere	27,4	28,2	31,2	9,5	11,0	10,5	25,4	24,2	19,8	33,4	34,3	36,8	4,3	2,3	1,8
İrlanda	32,2	23,4	27,5	13,4	12,7	14,3	23,8	23,4	16,3	27,2	37,6	39,6	3,4	2,9	2,3
İspanya	16,1	15,1	18,2	6,0	8,4	11,2	35,6	31,9	25,8	39,4	41,4	41,1	2,9	3,2	3,7
İsveç	21,1	20,9	21,9	12,9	12,6	14,4	39,8	40,9	36,6	23,4	23,2	25,1	2,8	2,3	2,0
İtalya	24,2	22,0	25,2	7,6	9,1	13,6	33,2	31,9	24,9	31,8	34,1	33,6	3,2	2,9	2,7
Lüksemburg	15,1	13,3	11,3	1,7	10,8	9,7	52,2	20,3	17,4	30,7	54,9	60,9	0,3	0,7	0,7
Portekiz	19,4	15,8	16,4	5,1	7,8	10,7	39,9	35,5	29,7	31,7	36,9	40,6	3,9	4,0	2,6
Yunanistan	20,9	24,2	24,3	4,5	7,1	10,2	27,4	24,0	18,2	39,9	38,9	43,0	7,4	6,0	4,2
AB-15 Ülkeleri	25,5	25,4	26,0	10,5	10,2	13,2	30,9	28,6	25,1	29,5	32,3	32,5	3,6	3,5	3,1
Bulgaristan	14,7	24,9	25,4	0,7	7,5	11,2	55,2	40,8	28,7	15,5	23,1	32,6	13,9	3,7	2,1
Çek Cumh.	25,4	24,4	25,8	8,8	12,1	12,2	50,9	41,0	34,2	8,2	17,8	24,6	6,7	4,8	3,2
Estonya	17,7	38,3	35,4	5,9	11,8	14,7	43,9	23,6	19,6	14,5	23,9	27,1	18,0	2,4	3,3
G. Kıbrıs	9,6	10,7	15,4	4,4	6,5	12,2	24,4	27,0	12,3	58,0	52,1	54,1	3,5	3,7	6,0
Letonya	24,7	40,8	35,4	17,2	14,5	14,4	30,9	17,7	18,1	17,5	23,0	28,4	9,7	4,0	3,7
Litvanya	19,1	36,3	33,3	17,7	12,4	12,7	34,4	20,7	18,9	20,6	28,0	32,6	8,2	2,7	2,5
Macaristan	35,5	34,8	34,3	10,2	18,8	18,8	32,6	21,8	17,5	15,6	20,3	26,4	6,1	4,2	3,0
Malta	16,5	17,2	14,2	0,3	9,8	12,0	0,0	9,8	11,3	66,7	62,4	61,9	16,5	0,7	0,7
Polonya	29,8	30,9	31,7	8,3	8,9	12,9	42,4	34,2	23,2	12,3	17,6	26,5	7,2	8,4	5,7
Romanya	23,9	37,0	36,0	0,9	3,0	8,4	58,8	40,9	30,6	9,9	15,1	22,3	6,5	4,1	2,7
Slovakya	14,7	24,5	19,9	24,0	20,8	18,5	47,2	38,9	37,5	9,5	13,8	22,9	4,7	2,0	1,2
Slovenya	25,5	25,4	25,7	7,9	11,8	10,2	41,4	32,1	25,8	25,0	28,0	36,1	0,2	2,7	2,3
AB-27 Ülkeleri	25,4	26,1	26,6	10,0	10,3	13,2	34,1	29,4	25,3	26,1	30,5	31,7	4,4	3,8	3,2
Hırvatistan	23,8	31,1	24,9	6,2	8,8	17,1	38,1	26,0	21,7	24,4	28,6	32,5	7,5	5,4	3,9
Makedonya	20,9	30,2	30,1	2,8	8,9	12,3	52,0	33,6	29,2	18,5	22,4	25,8	5,7	4,8	2,5
Türkiye	37,7	31,4	30,7	1,7	4,1	7,8	31,1	37,4	32,9	24,4	21,9	21,7	5,1	5,2	6,9
İsviçre	27,6	27,1	29,5	17,6	16,2	16,7	17,4	18,9	18,0	32,2	35,9	33,9	5,2	1,9	1,9
Norveç	22,4	21,2	22,0	12,7	11,7	15,4	37,9	38,4	31,1	23,8	24,4	27,0	3,2	4,2	4,6

4.1. Ülkemizde Enerji Durumu

Ülkemizdeki enerji tüketim dağılımı incelenecek olursa, enerjinin;

- %35'inin konutlarda
- %36'sının sanayide
- %21'inin ulaşımda
- %5'inin tarımda
- %3'ünün ise diğer alanlarda tüketildiği belirtilmektedir(Buyruk ve ark., 2019)

Ülkemizin enerji gereksinimini kendi öz kaynaklarından karşılama oranı oldukça düşük olup, bu oran yıllar geçtikçe azalmaya devam etmektedir.

Ülkemiz enerji ihtiyacının;

- 1950 yılında %100'ünü
- 1970 yılında %77'sini
- 1993 yılında %44'ünü
- 2000 ve sonrasında ise %2'sini kendi imkanları ile karşılayabilmiştir(Sabah ve ark., 2002).

4.2. Türkiye'de Enerji Tasarrufu

Ülkemiz 1950'li yıllarda enerji ihtiyacının tamamını kendi imkanlarıyla karşılarken, günümüzde bu ihtiyacın yaklaşık olarak %20-25'ini kendi imkanlarıyla karşılayabilmektedir. Ülkemizin enerji ihtiyacını karşılama konusunda dışa bağımlılığı günden güne artmaktadır. Bunun sebebi ülkemizin gelişmekte olan bir ülke olmasıdır. Özellikle ülkemizde 1950'li yıllardan itibaren başta sanayi olmak üzere birçok alanda gelişmeler yaşanmıştır. Ülkemizin gelişmesi ve insanların refah ortamının her geçen gün artması, ülkemizde enerjiye olan talebin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle ülkemiz enerji ihtiyacını karşılayamaz hale gelmiş ve ihtiyacı olan enerjiyi ithalat yoluyla karşılamıştır. Dolayısıyla ülkemizin enerji alanında dışarıya bağımlı olmasına ve sıcak paranın ülke dışına çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum enerji tasarrufunun önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Enerji

fiyatlarındaki artışlar da göz önüne alınırsa ülkemizin yeni enerji politikaları oluşturmasının yanı sıra etkili bir biçimde enerji tasarrufu politikasının hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde enerji tasarrufu konusunda bilinçsizce davranılarak, enerji savurganlığına devam edilmektedir. Ülkemizin enerji yoğunluğu, yani bir birim iş veya hizmeti üretmek için harcanması gereken enerji miktarı, gelişmiş ülkelerin iki katıdır. Ülkemizde enerji tasarrufuna gereken önemin verilmemesi;

- Yılda yaklaşık olarak, 2,5-3 milyar dolar döviz kaybına neden olmakta,
- Odun, kömür gibi yerli kaynaklar hızla tükenmekte,
- Ayrıca petrol, doğal gaz gibi enerji kaynaklarının gereğinden fazla kullanılması çevre kirliliğine neden olmaktadır.

5. BİNALARDA ISI YALITIMI

Binaların iç ve dış etkenlerden korunarak ömrünün uzatılması amacıyla farklı sıcaklıktaki dış hava ve iç ortam arasındaki ısı geçişini azaltmak için döşemeler, tavan/çatı, duvar pencere, kapılar gibi yapı bileşenleri üzerinde yapılan işlemlere ısı yalıtımı adı verilir.

Bir yapıdan istenen en temel özellik değerini uzun yıllar koruyabilmesidir. Buda ancak iyi tasarım ve doğru bir uygulama ile sağlanabilir. Yani yapı iç ve dış etkenlerden doğru biçimde korunmuşsa değerini uzun yıllar koruyabilir. Bir yapının her türlü iç ve dış etkenlerden korunabilmesi, ancak standartlara uygun bir şekilde uygulanmış doğru bir yalıtım ile sağlanabilir. Yalıtım sistemlerinin esas amacı; yapı bileşenleri ve taşıyıcı sistemi dış etkenlerden korumak, yapı içerisinde istenilen sağlık ve konfor şartlarının sağlanmasına yardımcı olmaktır.

Yeryüzünde bulunan birincil (yenilenemeyen) enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tüketilmesi üzerine, gelişmiş ülkeler başta olmak birçok ülke enerji tasarrufunu gündemine almıştır. Ülkemizde de; başta sanayi ve konut olmak üzere enerji tüketimi hızla artmaktadır. Konutlarda kullanılan enerjinin büyük bir kısmı da ısıtma ve soğutma amaçlı olarak tüketilmektedir. Söz konusu bu enerjinin etkin kullanılması ısı yalıtımı ile sağlanabilir (Koç ve ark., 2018)

Isı yalıtımı bir yapının iç ortam ile dış ortamını birbirinden ayıran bütün kesitlerinde, sürekli olarak, standartlara uygun olacak şekilde doğru detay ve malzemeler kullanılarak yapılmalıdır. Yapının ihtiyacına yönelik uygun malzemeler TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" standardına uygun olacak şekilde tasarlanmalıdır. Aynı zamanda bir uzmanlık dalı olan yalıtımın ana unsurları "doğru detay", "nitelikli malzeme" ve "sağlıklı uygulama" şeklindedir.

Isı yalıtımında uyulması gereken temel prensipler;

- Yalıtım sürekli olmalıdır.
- Yalıtım kalınlığı TS 825'e göre belirlemelidir.
- Yoğuşma analizi TS 825'e göre yapılmalıdır.
- Isı köprülerine karşı önlem alınmalıdır.(Atmaca, 2016)

Binalarda enerji kayıpları;

- Çatılardan %7,
- Dış duvarlardan %40,
- Döşemelerden %6
- Pencerelerden %30
- Hava sızması ve havalandırmadan %17 oranlarında ısı kayıpları olmaktadır.

Bir yapının doğru bir şekilde yalıtılması ile %50'ye varan oranlarda enerji tasarrufu yapmak mümkündür. Genel olarak binalarda ısı yalıtımının faydaları dört yönlü olarak ele alınabilir (TMMOB, 2019);

- Enerji tasarrufu
- Hava kirliliğinin azaltılması
- Isıl konfor şartlarının elde edilmesi
- İç mekanlarda rutubetle mücadele

5.1. Isı Yalıtımının Türkiye'deki Gelişimi

Türkiye'de enerji ihtiyacının büyük bir kısmı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Ülkemizde hızla gelişen teknoloji, büyüyen sanayi ve insanoğlunun daha rahat yaşama isteği, enerji ihtiyacının her geçen gün daha da artmasına sebep olmaktadır. Enerji ihtiyacının her geçen gün artması ve enerjide dışa bağıllık, enerjinin tasarruflu kullanılması zorunlu hale getirmiştir. Bu yüzden enerjinin tasarruflu kullanılması

ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde de enerjinin yaklaşık % 30-35'lik kısmı konutlarda harcanmakta olup, harcanan enerjinin büyük çoğunluğu ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır. Konutlarda uygulanan ısı yalıtımı, enerji tasarruf yöntemlerinin başında gelmektedir. Fakat ısı yalıtım malzemesinin çok kalın seçilmesi, yalıtım maliyetini oldukça artırır. Bu yüzden ısı yalıtımında en fazla kazancın elde edildiği optimum bir noktanın bulunması ve ısı yalıtımının bu değerlere göre yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde enerji tüketiminin büyük bir bölümü yapı sektöründe gerçekleşmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği çözüm geliştirilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Özellikle ülkemizdeki mevcut ısı yalıtım yönetmeliğinin, gelişmiş ülkelerin yönetmelikleriyle karşılaştırıldığında oldukça eksik olduğu görülmektedir. Mevcut ısı yalıtım yönetmeliğimiz 100 m² bir konuta uygulanması halinde;

- Fransa'ya göre %46
- Almanya'ya göre %25
- İngiltere'ye göre %27
- İsveç'e göre %23

daha az yarar sağlayacaktır.

5.2. TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği

Ülkemizde ısı yalıtımı kullanımını yaygınlaştırmak için 1985 yılında TS 825 ısı yalıtım standardı çıkarılmış, daha sonra tekrar güncellenerek 14 Haziran 2000 yılında bu yönetmeliğin uygulanması zorunlu hale getirilmiştir. TS 825 standardı sadece yeni binaları kapsamaktadır. Ülkemizde 2000 yılından bugüne tahmini olarak 250000 adet bina inşa edilmiştir. Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE)'nin 2000 yılında yapmış olduğu bina sayımına göre, ülkemizde yaklaşık olarak 8 000 000 adet bina bulunmaktadır. 2000 yılından sonra yapılan tüm binaların TS 825 standardına uygun yapıldığını kabul etmemiz durumunda binalarımızın %3'ünün standarda uygun olduğu söylenebilir. Buda gösteriyor ki bu yönetmelik tek başına enerji tasarrufu için

yeterli değildir. Enerji tasarrufu için yeni politikalar ve standartlar geliştirilmesi gerekmektedir.

Dünyamızda enerji tüketimi son 25 yılda yaklaşık olarak kişi başına sadece %5 oranında artmıştır. Gelişmekte olan ülkemizde ise bu oran %100 rakamının üzerindedir. Özellikle Avrupa Birliği'ne katılmayı hedefleyen ülkemiz, teknolojik ve sosyoekonomik açıdan gelişmiş ülkelerin seviyesine ulaşmak için yoğun bir çaba harcamaktadır. Bununla ilgili olarak enerji verimliliği alanında ülkemizde birçok enerji politikası geliştirilmiştir. Özellikle yeni binalarda enerji verimliliği zorunlu hale getirilmiştir.



6. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında materyal olarak, Çankırı İlinde yapılacak olan Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası incelenmiş ve değişen çevre şartları altında, bu binaya ait soğutma yükü MTH (Mekanik tesisat hesapları yazılımı (MTH-2006)) yardımıyla hesaplanmıştır. Soğutma sisteminde kullanılacak soğuk su üretecek merkezi su soğutmalı chillerler bodrum kata yerleştirilmiştir. Kondenserleri soğutmaları için gerekli soğutma kuleleri ise atmosfere açık olarak yerleştirilmiştir. Hesaplamalarda soğutucu serpantine su giriş çıkışı 7/12 °C alınmıştır.

Yeni hükümet konağı valilik binasının duvar, döşeme ve tavan yapı elemanlarında iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kazançları hesaplanmıştır. Duvarlardaki yapı elemanlarında gaz beton tuğla, ısı yalıtım malzemesi olarak döşeme ve toprak temaslı duvarlarda, Extrude Polistren Köpük (XPS), havaya açık duvarlarda taş yünü, kullanılmayan çatı arasında ise camyünü kullanılmıştır. İlk olarak yan duvarlarda 6 cm, kullanılmayan çatı arasında 10 cm ısı yalıtım malzemesi alınarak “K” değeri hesabı yapılmış ve bu değerlere göre binanın soğutma yükü hesaplanmıştır. Daha sonra yalıtım kalınlığı, binanın yönü ve kullanılan cam özellikleri değişken tutularak binaya ait “K” değerleri ve soğutma yükleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Soğutma yükü ve “K” değeri hesabında MTH programı kullanılmıştır. Bu program ile Nisan-Ağustos tarihleri arasında mahallerde ve binanın tamamında meydana gelen maksimum soğutma yükü ay ve saat olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

7. ISI YALITIM PROJESİ VE “K” DEĞERİ HESAPLARI

Bu bölümde, Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Valilik Binasına ait soğutma yükünün hesaplanabilmesi için gerekli olan “K” değerleri hesaplanmıştır. Söz konusu değerlerin hesaplanmasında MTH programından faydalanılmıştır.

7.1. Hesap İçin Gerekli Ön Bilgiler

Isı kaybı hesabına başlamadan önce hesabı yapılacak yapının etüd edilmesi gereklidir. Binayı oluşturan yapı bileşenlerinin ısı iletim değeri K ve dirençlerinin R bulunması gereklidir. Bileşenler aşağıda verilmiştir.

• Dış duvarlar,	D_D
• Dış pencereler,	D_P
• Dış kapılar,	D_K
• İç duvarlar,	\dot{I}_D
• İç pencereler,	\dot{I}_P
• İç kapılar,	\dot{I}_K
• Döşemeler,	$D_{\dot{O}}$
• Tavanlar,	T_A
• Çatılar,	\dot{C}_A
• Toprak temaslı duvarlar,	T_{DU}
• Toprak temaslı döşemeler,	$T_{D\dot{O}}$

7.1.1. K ısı iletkenlik değeri

Yapı bileşenlerini oluşturan yapı malzemeleri belirlenerek ısı iletkenlik (K) ve birim hacim ağırlıkları bilinmeli, bu değerlere göre hangi bileşen hesaplanıyorsa onun adıyla sembolize edilmelidir. K (Kcal/m²°C, W/m²°C) ısı geçirme katsayısı; m² ‘den saatte geçecek ısı miktarının bulunmasında kullanılır.

7.1.2. İç hava sıcaklıkları

Yapı içerisinde bulunan mahallerin iç hava sıcaklıkları ısı kazancı hesabı yapılmadan önce belirlenmesi gereklidir. Ancak bu sıcaklıklara göre iç ve dış hava sıcaklık farkları ya da diğer mahaller ile olan sıcaklık farklarından dolayı ısı geçişi hesaplanabilmektedir.

7.1.3. Dış hava sıcaklığı

Yapının bulunduğu şehrin maksimum kış mevsimi kuru termometre sıcaklığı hesap değeri olarak alınır. Bu değer TS 216 standardınca Türkiye'nin çeşitli yöreleri için belirlenmiştir.

7.1.4. Günlük sıcaklık farkı

Dış hava sıcaklığının gün içindeki en yüksek değeri ile en düşük değeri arasındaki farktır.

7.1.5. Deniz seviyesinden yükseklik

Hesabı yapılacak şehrin dış tasarım değerleri içinde en önemli değerlerden biridir. Deniz seviyesinden yükseklerde hava basıncı ve hava sıcaklıkları farklı olacağından bu değer göz ardı edilmemesi gereklidir. Bu değer ile bulunan ısı kazancı miktarlarında bir düzeltme yapılır.

7.2. “K” Değeri Hesabı

7.2.1. Isı geçişi

Yapı malzemeleri ve yapı bileşenleri; yoğunluk, nemlilik, sıcaklık ve kimyasallarından dolayı ısıyı bir taraftan diğer tarafa farklı miktarlarda iletilirler. Isının akması için bir sıcaklık farkı olmalıdır, ısı daima yüksek sıcaklıklı kaynaktan

düşük sıcaklıklı kaynağa akar. Isı geçişi iletimsel (kondüksiyon), taşınımsal (Konveksiyon) ve ışıyım (radyasyon) yolu ile olur. Bu üç iletim tipi genel olarak ısı akışı özelliği dışında, fiziksel mekanizmaları ve prensipleri yönünden farklıdırlar.

Bir cismin içinde ısı akışı zamanla değişmiyorsa bu rejime “sürekli rejim” veya “kararlı rejim” denir. Zamanla değişen ısı akışına da “geçici rejim” veya “kararsız rejim” denir. Sürekli ya da geçici olsun veya olmasın bir rejimden başka rejime geçerken yer alan ısı akış olaylarına “geçici rejim” veya “geçiş rejimi” denir. Mühendislikte sıcaklıkları hemen hemen sabit olan yüzeyler arasında zamanla az veya yavaş değişen ısı akışı sürekli rejim altında incelenir.

7.2.2. Yüzeysel ısı taşınım katsayısı (h)

Herhangi bir yapı bileşeninin yüzeyi ile yanındaki hava arasındaki sıcaklık farkı $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunda, 1 m^2 yüzeyinden geçen ısı miktarına ısı taşınım katsayısı denir ve h ile sembolize edilir. Birimi $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$ ‘dir. Isı taşınım direnci, ısı taşınım katsayısının aritmetik tersidir. $1/h$ ile ifade edilir. Birimi $\text{m}^2\text{h}^{\circ}\text{C/Kcal}$ ‘dir. Isı taşınım katsayısı akışkanın cinsine, akış şekline, hızına, yüzeyin pürüzlülüğüne ve konumuna vb. özelliklerine göre değişkenlik gösterir. Bir yapı bileşeninin iç ve dış yüzeyindeki taşınım katsayıları farklıdır.

7.2.3. Toplam ısı transferi katsayısı (K)

Yapısı ve kalınlığı bilinen bir yapı bileşeninin yüzeyi ile hava arasındaki sıcaklık farkı $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ olduğunda, yapı bileşeninin 1 m^2 ‘sinden, 1 saatte geçen ısı miktarına ısı geçirme katsayısı denir. K ile sembolize edilmiş olup birimim $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$ ‘dir. Isı geçirme direnci, Isı geçirme katsayısının aritmetik tersi olup $1/K$ ile ifade edilir.

7.2.4. Isı geçirme katsayısının hesabı

Herhangi bir yapı bileşeninin ısı geçirme katsayısının hesaplanabilmesi için öncelikle yapı bileşenini oluşturan yapı malzemelerinin ısı iletim katsayılarının ve bileşen

içindeki kesit uzunluklarının (kalınlıkları) bilinmesi gereklidir.

7.3. Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası “K” Değeri Hesapları

Yapılarda ısı yalıtımı önemli bir konu olup konfor ortamını arttırması ve işletme giderlerinde ekonomiyi sağlaması bakımından büyük rol oynar. Isı yalıtımı yapılarda çeşitli malzemeler kullanılarak yapılır. (Cam yünü, Taş yünü v.b.) Ülkemizde de hem konfor sağlanması hem de işletme maliyetlerini azaltılması için daha az yakıt kullanarak daha temiz bir çevre sağlamak amacıyla 16.01.1985 tarihli Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından bir yönetmelik yayımlanmıştır. Bunun amacı, yapılarda bulunan pencere ve kapı gibi bileşenlerin bina dış yüzeylerine göre belli bir oranda sınırlanması ve yapıyı oluşturan yapı bileşenlerinin dirençlerinin bazı değerlerle sınırlanarak, hem ekonomik hem de konfor olarak bir ortam sağlamasıdır.

Çankırı Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesinde ısı yalıtım malzemesi olarak; Havaya açık yan duvarlarda 8 cm taş yünü, toprak temashı yan duvar ve döşemede 6 cm XPS, çatı arasında 12 cm cam yünü kullanılmıştır. Söz konusu bina bu şekilde inşa edilecektir. Binaya ait mevcut ısı yalıtım ve ısı kazancı hesapları bu değerler doğrultusunda yapılmıştır. İlk olarak binaya ait yapı bileşenlerinin “K” değerleri hesaplanacaktır. Bu projeye ait “K” değerlerini MTH programı yardımıyla aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır. Hesaplanmış olan “K” değerleri ile 2N21 Valilik mahal 'in de meydana gelen maksimum ısı kazancı miktarı ve ısı kazancının meydana geldiği tarih hesaplanacaktır. Daha sonra örnek mahal için hesaplanmış maksimum ısı kazancı ile MTH programının söz konusu mahal için hesaplanmış olduğu değer karşılaştırılacaktır.

7.3.1. Dış duvar, dış hava ile temashı, izolasyonlu, gaz betonu duvar (D_{d1})

İşareti	: D_{d1}
Açıklaması	: Dış Havaya Açık Gaz Betonu Duvar
Yüzeysel ısı taş.	: 0.13 m ² K/W
Yüzeysel ısı taş.	: 0.04 m ² K/W

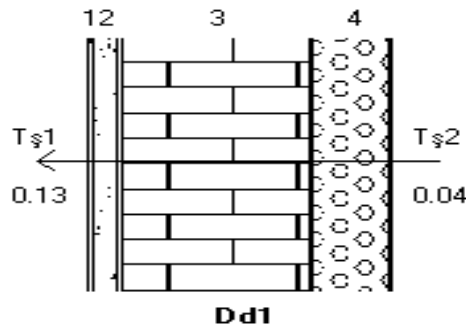
Çizelge 7.1. Dış havaya açık gaz beton duvar yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0.005	0.350	1200	10
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15
İnce derzli (derz kalınlığı ≤ 3 mm) veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla)	0.200	0.150	400	5
Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	0.080	0.040	8	1
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1	15

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$1 / K = (1 / h_1) + (L_1 / k_1) + (L_2 / k_2) + (L_n / k_n) + (1 / h_2)$$

$$K = (1 / ((0.13) + (0.005 / 0.350) + (0.025 / 0.870) + (0.200 / 0.150) + (0.080 / 0.040) + (0.025 / 0.870) + (0.04))) = 0.282 \text{ W/m}^2\text{K}$$

**Şekil 7.1.** Dış havaya açık gaz beton duvar kesiti (D_{d1})

K (W/m²K) : 0.282 W/m²K

K (Kcal/hm²°C) : 0.243 Kcal/hm²°C

Hacim ağırlığı (Kg/m³) : 132 Kg/m³

Toplam kalınlık (m) : 0.31 m

7.3.2. Dış duvar, dış hava ile temaslı, izolasyonlu, perde beton duvar (D_{d2})

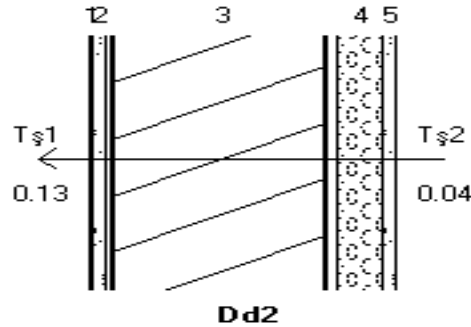
İşareti	: D_{d2}
Açıklaması	: Dış Havaya Açık Perde Beton Duvar
Yüzeysel ısı taş. direnci R_i (m^2K/W)	: 0.13 m^2K/W
Yüzeysel ısı taş. direnci R_d (m^2K/W)	: 0.04 m^2K/W

Çizelge 7.2. Dış havaya açık perde beton duvar yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0.005	0.350	1200	10
Çimento harcı	0.025	1.400	2000	15
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatılı)	0.400	2.100	2400	70
Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	0.080	0.040	8	1
Çimento harcı	0.025	1.400	2000	15

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.005 / 0.350) + (0.025 / 1.400) + (0.400 / 2.100) + (0.080 / 0.040) + (0.025 / 1.400) + (0.04))) = 0.415 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Şekil 7.2. Dış havaya açık perde beton duvar kesiti (D_{d2})

K (W/m^2K)	: 0.415 W/m^2K
K ($Kcal/hm^2^{\circ}C$)	: 0.357 $Kcal/hm^2^{\circ}C$

Hacim ağırlığı (Kg/m²) : 1.067 Kg/m²

Toplam kalınlık (m) : 0.54 m

7.3.3. İç duvar, gaz betonu duvar (\dot{I}_{d1})

İşareti : \dot{I}_{d1}

Açıklaması : Gaz Betonu İç Duvar

Yüzeysel ısı taş. direnci R_i (m²K/W) : 0.13 m²K/W

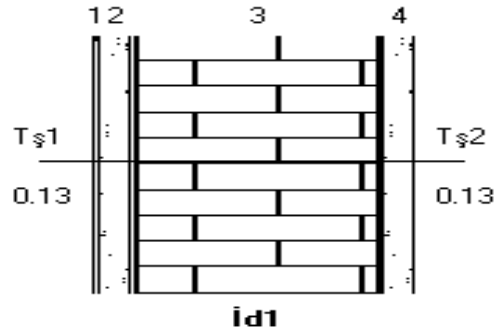
Yüzeysel ısı taş. direnci R_d (m²K/W) : 0.13 m²K/W

Çizelge 7.3. Gaz betonu iç duvar yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Alçılı harçlı şap	0.005	1.200	1200	15
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15
İnce derzli (derz kalınlığı ≤ 3 mm) veya özel yapıştırıcısıyla yerleştirilmiş bloklarla duvarlar (blok uzunluğunun en az 500 mm olması şartıyla)	0.200	0.150	400	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.005 / 1.200) + (0.025 / 0.870) + (0.200 / 0.150) + (0.025 / 0.870) + (0.13))) = 0.604 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Şekil 7.3. Gaz betonu iç duvar kesiti (\dot{I}_{d1})

K (W/m ² K)	: 0.604 W/m ² K
K (Kcal/hm ² °C)	: 0.520 Kcal/hm ² °C
Hacim ağırlığı (Kg/m ²)	: 180 Kg/m ²
Toplam kalınlık (m)	: 0.25 m

7.3.4. İç duvar, perde beton duvar (İ_{d2})

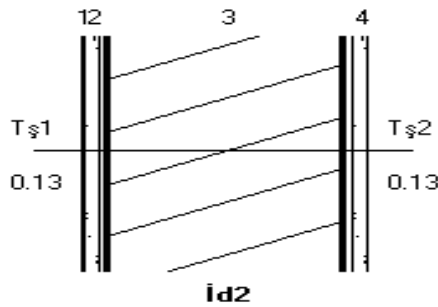
İşareti	: İ _{d2}
Açıklaması	: Perde Beton İç Duvar
Yüzeysel ısı taş. direnci R _i (m ² K/W)	: 0.13
Yüzeysel ısı taş. direnci R _d (m ² K/W)	: 0.13

Çizelge 7.4. Perde beton iç duvar yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Alçılı harçlı şap	0.005	1.200	1200	15
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatılı)	0.400	2.100	2400	70
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.005 / 1.200) + (0.025 / 0.870) + (0.400 / 2.100) + (0.025 / 0.870) + (0.13))) = 1.953 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Şekil 7.4. Perde beton iç duvar kesiti (İ_{d2})

K (W/m ² K)	: 1.953 W/m ² K
K (Kcal/hm ² °C)	: 1.679 Kcal/hm ² °C
Hacim ağırlığı (Kg/m ²)	: 1 060 Kg/m ²
Toplam kalınlık (m)	: 0.46 m

7.3.5. Çatı, perde beton, izolasyonlu, beşik çatı, kullanılmayan (Ç_{a1})

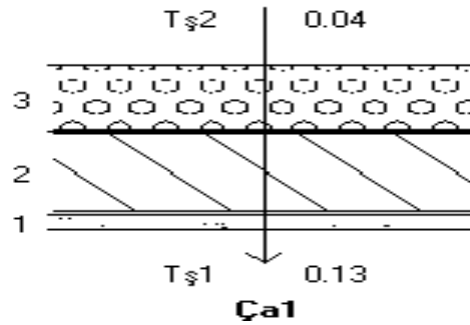
İşareti	: Ç _{a1}
Açıklaması	: Perde Beton Çatı
Yüzeysel ısı taş. direnci Ri (m ² K/W)	: 0.13 m ² K/W
Yüzeysel ısı taş. direnci Rd (m ² K/W)	: 0.04 m ² K/W

Çizelge 7.5. Perde beton çatı yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.025	0.870	1800	15
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatılı)	0.150	2.100	2400	70
Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri	0.12	0.040	8	1

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.025 / 0.870) + (0.150 / 2.100) + (0.120 / 0.040) + (0.04))) = 0.306$$



Şekil 7.5. Perde beton çatı kesiti (Ç_{a1})

K (W/m ² K)	: 0.306 W/m ² K
K (Kcal/hm ² °C)	: 0.263 Kcal/hm ² °C
Hacim ağırlığı (Kg/m ²)	: 406 Kg/m ²
Toplam kalınlık (m)	: 0.29 m

7.3.6. Döşeme, perde beton, izolasyonlu, toprak temaslı (T_{dö1})

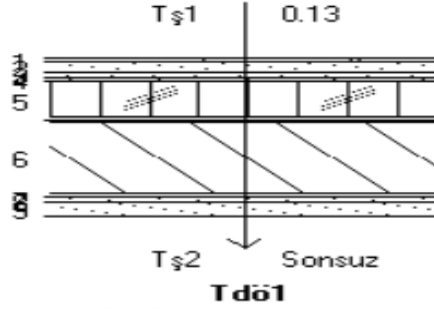
İşareti	: T _{dö1}
Açıklaması	: Perde beton döşeme
Yüzeysel ısı taş. direnci R _i (m ² K/W)	: 0.13 m ² K/W
Yüzeysel ısı taş. direnci R _d (m ² K/W)	: Sonsuz

Çizelge 7.6. Perde beton döşeme yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Alçılı harçlı şap	0.040	1.200	1200	15
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatısız)	0.100	1.740	2200	70
Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	0.060	0.035	30	8
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatısız)	0.050	1.740	2200	70
Kum, Kum-Çakıl	0.400	1.400	1800	0
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatılı)	0.800	2.100	2400	70
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatısız)	0.050	1.740	2200	70
Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.006	0.190	2000	20000
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatısız)	0.150	1.740	2200	70

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.040 / 1.200) + (0.100 / 1.740) + (0.060 / 0.035) + (0.050 / 1.740) + (0.400 / 1.400) + (0.800 / 2.100) + (0.050 / 1.740) + (0.006 / 0.190) + (0.150 / 1.740))) = 0.360 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Şekil 7.6. Perde beton döşeme kesiti ($T_{d\ddot{o}1}$)

K ($\text{W/m}^2\text{K}$)	: 0.360 $\text{W/m}^2\text{K}$
K ($\text{Kcal/hm}^2\text{°C}$)	: 0.310 $\text{Kcal/hm}^2\text{°C}$
Hacim ağırlığı (Kg/m^2)	: 3504 Kg/m^2
Toplam kalınlık (m)	: 1.66 m

7.3.7. Duvar, perde beton, izolasyonlu, toprak temaslı (T_{du1})

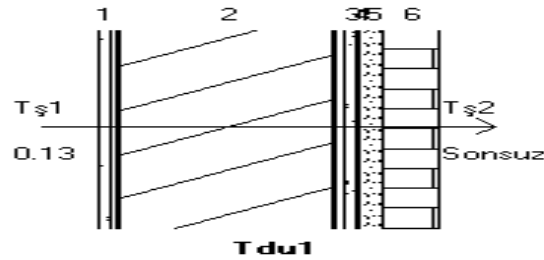
İşareti	: Tdu1
Açıklaması	: Toprak temaslı perde beton duvar
Yüzeysel ısı taş. direnci R_i ($\text{m}^2\text{K/W}$)	: 0.13 $\text{m}^2\text{K/W}$
Yüzeysel ısı taş. direnci R_d ($\text{m}^2\text{K/W}$)	: Sonsuz

Çizelge 7.7. Toprak temaslı perde beton duvar yapı bileşenleri

Yapı Bileşeni	Kalınlık [m]	k [W/mK]	Yoğunluk [Kg/m ³]	Su Buharı Direnç Faktörü
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0.030	0.870	1800	15
Normal beton (TS 500'e uygun doğal agrega veya normal mıcır kullanılarak yapılmış betonlar - Donatılı)	0.600	2.100	2400	70
Çimento harçlı şap	0.035	1.400	2000	15
Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0.006	0.190	2000	20 000
Yüzeyi düzgün (ciltli) levhalar	0.060	0.035	30	8
Normal harç kullanılarak AB sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0.145	0.350	900	5

Isı geçirme katsayısı hesabı

$$K = (1 / ((0.13) + (0.030 / 0.870) + (0.600 / 2.100) + (0.035 / 1.400) + (0.006 / 0.190) + (0.060 / 0.035) + (0.145 / 0.350))) = 0.379 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Şekil 7.7. Toprak temaslı perde beton duvar kesiti ($T_{dö1}$)

K (W/m²K) : 0.379 W/m²K

K (Kcal/hm²°C) : 0.326 Kcal/hm²°C

Hacim ağırlığı (Kg/m²) : 1708 Kg/m²

Toplam kalınlık (m) : 0.88 m

Çankırı Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesi işine ait "K" değerleri MTH programı yardımıyla yukarıdaki gibi ayrıntılı olarak hesaplanmış olup, Çizelge 7.8 'de bu değerler (K değerleri) tablo halinde gösterilmiştir.

Çizelge 7.8 Valilik binası yapı bileşenleri için hesaplanan ‘‘K’’ değerleri

İşareti	Açıklaması	K [W/m²K]	K [Kcal/hm²°C]
D _{d1}	Dış duvar	0.28	0.24
D _{d2}	Dış duvar	0.41	0.36
İ _{d1}	İç duvar	0.60	0.52
İ _{d2}	İç duvar	1.95	1.68
Ç _{a1}	Çatı	0.31	0.26
T _{dö1}	Tt. döşeme	0.36	0.31
T _{du1}	Tt. duvar	0.38	0.33
D _{p1} -D _{p8}	Dış pencere	2.59	2.23
D _{k1}	Dış kapı	4.00	3.44
D _{k2}	Dış kapı	5.50	4.73

8. ISI KAZANCI HESABI

Soğutma sistemi cihazlarının belirlenebilmesi için gerekli olan soğutma yükünün hesabında, bir mahal'in içinde meydana gelen ısı kazancının yanı sıra, bir tasarım anında dış ortamdan mahal içine giren ısının da dikkate alınması gereklidir.

Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesine ait ısı kazancı hesabı, mimari proje ve tasarım şartları dikkate alınarak MTH programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu bölümde ilk olarak 2N21 Mahal'i (Valilik Makamı) için maksimum soğutma yükü hesaplanacak ve MTH programının hesapladığı değer ile karşılaştırılacaktır. MTH programında Mayıs-Eylül tarihleri arasında meydana gelen soğutma yükü hesaplanmış olup, bu mahalde meydana gelen maksimum soğutma yükü 21 Haziran saat 18:00 'da 9922 W olarak hesaplanmıştır.

Çankırı iline ait değerler aşağıdaki gibidir;

- Enlem : 33° 37'
- Boylam : 40° 36'
- Yükseklik : 751 m

Bir yapıda çeşitli şekillerde meydana gelen ısı kazançları aşağıda sıralanmıştır;

a. Dış ısı kazançları

- Güneşten radyasyonla olan ısı kazancı
- Çatıdan gelen ısı kazancı
- Duvar ve Pencereleden olan ısı kazancı
- İklimlendirme yapılmayan mahallerden dolayı ısı kazancı
- Havalandırmadan dolayı gelen ısı yükü

b. İç ısı kazançları

- İnsanlardan gelen ısı kazancı
- Aydınlatmadan oluşan ısı kazancı
- Makinalardan oluşan ısı kazancı (Bilgisayar vb. cihazlar)
- Kanallardan olan ısı kazancı

8.1. Güneşten Radyasyonla Olan Isı Kazancı

Bir yapıda güneşten kaynaklanan radyasyon yoluyla pencerelerden ısı kazancı meydana gelmektedir. Özellikle projelerde pencere yön ve miktarlarının belirtilmesi ısı kazancı hesaplamaları için oldukça önemlidir. 2N21 mahal 'inde güneş radyasyonundan meydana gelen soğutma yükünü hesaplayabilmek için maksimum yükün olduğu saatin tespit edilmesi gerekir.

Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Valilik Binasına ait mimari projeler incelendiğinde, 2N21 mahal 'inde kuzey yönüne bakan iki adet pencere bulunduğu görülmektedir. Radyasyon yoluyla kazanılan ısı miktarı günün saatine ve yöne göre farklılık göstermektedir. MTH programında söz konusu mahal için maksimum soğutma yükü 21 Haziran 18.00 'da meydana gelmiştir. Dolayısıyla karşılaştırma yapabilmek için bu tarih ve saatteki soğutma yükü hesaplanmalıdır. Bu tarih için güneş radyasyonu ile çeşitli yöndeki düşey pencerelere gelen ısı akısı W/m^2 olarak MTH programından alınmıştır. Pencerelerde, radyasyon yoluyla meydana gelen ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$Q_R = A \times Q_G$$

Q_R : Radyasyonla olan ısı kazancı [W]

A : Pencere alanı [m^2]

Q_G : Radyasyonla gelen ısı akısı [W/m^2]

MTH Programından 21 Haziran saat 18:00 için, kuzey yönündeki camlarda meydana gelen radyasyon değeri $101 W/m^2$ olarak okunur. Mimari projelerden 2N21 mahali için kuzey yönüne bakan toplam pencere alanı;

$$A_{kuzey} = 10.8 + 3.24 = 14.04 m^2$$

$$Q_G = 101 W/m^2$$

$$Q_R = 14.04 \times 101$$

$$Q_R = 1418.04 W \text{ olarak hesaplanır.}$$

Pencerelerden radyasyon yoluyla meydana gelen ısı kazancı miktarı hesaplandıktan sonra, Çizelge 8.1 yardımıyla kullanılan camın özelliklerine göre gölgeleme faktörü (GF) belirlenir. Gölgeleme faktörü hesaba katılarak net radyasyon değeri bulunur. Hesaplamalarda gölgeleme faktörü 1,0 olarak alınmıştır.

$$Q_{RN} = GF \times Q_R$$

GF : Gölgeleme faktörü

Q_R : Radyasyonla olan ısı kazancı

Q_{RN} : Radyasyonla olan net ısı kazancı

Çizelge 8.1. Gölgeleme faktörü (MTH 2006)

	Gölgeleme yok	İçte jaluzi veya perde açık renk	İçte jaluzi veya perde koyu renk	Dışta jaluzi / Tente
Normal Cam	1.0	0.6	0.75	0.15-0.20
Çift Cam	0.9	0.50	0.65	0.15-0.20
Renkli Cam	0.4-0.6	-	-	

Buna göre, 2N21 Mahal 'inde radyasyon yoluyla meydana gelen net ısı kazancı;

$$Q_{RN} = GF \times Q_R$$

$$Q_{RN} = 1 \times 1418.04 \quad Q_{RN} = 1418.04 \text{ W olarak hesaplanır.}$$

8.2. Çatıdan Gelen Isı Kazancı

Çizelge 8.2. Eş değer sıcaklık farkı, $\Delta T_{eş}$, 40 °C Kuzey enlemi (MTH 2006)

Çatı konstrüksiyonunun cinsi	Güneş zamanı									
	öğleden önce			öğleden sonra						
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
Hafif konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz										
2,5 cm tahta veya 2,5 cm tahta + 5 cm izolasyon	6,7	21,1	30,0	34,4	27,8	14,4	5,6	2,2	0,0	
Orta konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz										
5 cm betonarme veya 5 cm betonarme + 5 cm izolasyon	3,3	17	27	28	32	18	7,8	3,3	1,1	
5 cm alçı veya 5 cm alçı + 2,5 cm izolasyon	0,0	11,1	22,2	28,9	30,0	23,3	11,1	5,6	3,3	
5 cm tahta veya 5 cm betonarme + 10 cm cam yünü kaplı tavan.										
Ağır konstrüksiyonlu çatılar - Güneşe maruz										
15 cm betonarme	2,2	3,3	13,3	21,1	23,6	24,4	17,8	10,0	6,7	
15 cm betonarme+5 cm izolasyon	3,3	3,3	11,1	18,9	23,3	24,4	18,9	11,1	7,8	
Gölgedeki çatılar										
Hafif konstrüksiyonlar	-3,2	0,0	3,3	6,7	7,8	6,7	4,4	1,1	0,0	
Orta konstrüksiyonlar	-2,2	-1,1	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	3,3	1,1	
Ağır konstrüksiyonlar	-1,1	-1,1	0,0	2,2	4,4	5,6	5,6	4,4	2,2	

Çatıdan gelen ısı kazanç miktarı gün içerisinde farklılık gösterir. Çatıdan gelen ısı kazancını Çizelge 8.2'den faydalanarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplayabiliriz;

$$Q_{\text{ÇATI}} = K \times A \times \Delta T_{\text{eş}}$$

K : Çatıya ait ısı geçirgenlik katsayısı (kcal/m²h°C)

A : Çatı alanı (m²)

$\Delta T_{\text{eş}}$: Eşdeğer sıcaklık farkı olup gün içinde zamana bağlı olarak değişir. (Çizelge 8.2)

K değeri hesabından çatı için daha önce $K = 0,306$ (W/m²K) hesaplanmıştır.

Mimari projeden 2N21 Mahal'i için çatı alanı $A = 60$ m² 'dir.

$\Delta T_{\text{eş}}$ değeri Çizelge 8.3 'den saat 18:00 için 24,4 olarak okunur. Buradan;

$$Q_{\text{ÇATI}} = K \times A \times \Delta T_{\text{eş}}$$

$$Q_{\text{ÇATI}} = 0.306 \times 60 \times 24.4$$

$$Q_{\text{ÇATI}} = 407.592 \text{ W} \text{ olarak hesaplanır.}$$

8.3. Duvar ve Pencereleden Olan Isı Kazancı

Duvarlardan taşınım yoluyla meydana gelen ısı kazancı aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$Q_{\text{DUVAR}} = K \times A \times \Delta T_{\text{eş}}$$

K : Isı geçirgenlik katsayısı (W/m²K)

A : Duvar alanı (m²)

$\Delta T_{\text{eş}}$: Eşdeğer sıcaklık farkı olup gün içerisinde zamanla değişir. (Çizelge 8.3)

Daha önce hesaplanan K Değerleri;

$$Dd1 = 0.282 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{(Gaz beton duvar)}$$

$$Dd2 = 0.415 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{(Betonarme duvar)}$$

Mimari projelerden 2N21 mahali için duvar alanları (m²) ve yönleri;

$$Dd2, K: 16.72 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Dd1, K: 30.42 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$Dd2, D: 14.63 \text{ (m}^2\text{)}$$

Çizelge 8.3. Duvarlara ait $\Delta T_{eş}$ Eşdeğer Sıcaklık Farklılıkları

Kuzey yarım küresi duvar yönleri	Güneş zamanı																Güney yarım küresi duvar yönleri	
	Öğleden evvel								Öğleden sonra									
	8		10		12		14		16		18		20		22			24
	Duvar rengi K = koyu A = açık																	
	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A	K	A

23 cm boşluklu tuğla yahut 20 cm briket

KD	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	5,6	8,9	5,6	5,6	3,3	6,7	5,6	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	4,4	GD
D	2,2	1,1	6,7	2,2	10,5	6,7	14,4	7,8	11,1	6,7	6,7	5,6	7,8	6,7	7,8	5,6	5,6	4,4	D
GD	1,1	0,0	1,1	0,0	8,9	4,4	11,1	6,7	11,1	7,8	7,8	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	4,4	3,3	KD
G	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	6,7	3,3	13,3	14,4	14,4	8,9	11,1	7,8	6,7	5,6	4,4	3,3	K
GB	1,1	0,0	1,1	0,0	1,1	0,0	3,3	2,2	6,7	14,4	14,4	10,0	16,7	11,1	14,4	10,0	4,4	3,3	KB
B	2,2	1,1	2,2	1,1	2,2	1,1	3,3	2,2	5,6	10,0	10,0	7,8	16,7	12,2	17,8	12,2	10,0	7,8	B
KB	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	2,2	1,1	4,4	6,7	6,7	5,6	12,2	10,0	16,7	12,2	5,6	4,4	GB
K (gölge)	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0,0	0,0	3,3	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	3,3	3,3	G (gölge)

20 cm betonarme yahut taş yahut 15 veya 20 cm beton blokları

KD	2,2	1,1	2,2	0,0	8,9	4,4	7,8	4,4	5,6	3,3	6,7	4,4	6,7	5,6	5,6	4,4	4,4	3,3	GD
D	3,3	2,2	7,8	4,4	13,3	6,7	13,3	6,7	10,0	5,6	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	D
GD	3,3	1,1	3,3	3,3	8,9	5,6	10,0	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	6,7	5,6	6,7	5,6	5,6	4,4	KD
G	1,1	0,6	1,1	1,1	2,2	0,6	6,7	3,3	8,9	6,7	10,0	6,7	7,8	6,7	5,6	4,4	4,4	3,3	K
GB	3,3	1,1	2,2	2,2	3,3	1,1	4,4	2,2	7,8	5,6	12,2	8,9	13,3	8,9	12,2	8,9	5,6	4,4	KB
B	3,3	2,2	3,3	3,3	3,3	2,2	4,4	3,3	6,7	4,4	11,1	7,8	15,6	10,0	14,4	10,0	7,8	5,6	B
KB	4,0	1,1	2,2	2,2	2,2	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	6,7	5,6	11,1	7,8	12,2	8,9	4,4	3,3	GB
K (gölge)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1	2,2	2,2	3,3	3,3	4,4	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	G (gölge)

$\Delta T_{eş}$ değeri, yön, duvar kalınlığı ve duvar özelliğine göre gün içerisinde zamana bağlı olarak değişkenlik gösterir. Mimari projeler de dikkate alınarak duvar alanlarına ve yönlerine göre Çizelge 8.3'den 21 Haziran saat 18:00 için aşağıdaki değerler okunur.

Dd1, K için $\Delta T_{eş}=14.4$ °CDd2, K için $\Delta T_{eş}=10.0$ °CDd2, D için $\Delta T_{eş}=7.8$ °C

2N21 Mahal'i duvarlarında taşınım yoluyla meydana gelen ısı kazançları aşağıdaki gibidir;

$$Q_{Duv} (Dd1, K) = 30.42 (m^2) \times 0.282 (W/m^2K) \times 14,4 (°C) = 123.529 (W)$$

$$Q_{Duv} (Dd2, K) = 16.72 (m^2) \times 0.415 (W/m^2K) \times 10 (°C) = 69.388 (W)$$

$$Q_{Duv} (Dd2, D) = 14.63 (m^2) \times 0.415 (W/m^2K) \times 7,8 (°C) = 47.357 (W)$$

2N21 Mahal'i pencerelerin de taşınım yoluyla meydana gelen ısı kazançları aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$Q_{PEN} = K \times A \times \Delta T$$

K : Pencereye ait toplam ısı geçiş katsayısı (W/m²K)

A : Pencere toplam alanı (m²)

ΔT : İç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı

Hesap yapılan yapı; Çankırı ilinde bulunduğu için dış sıcaklık 36 °C olarak kabul edilebilir. İç sıcaklık ise 24 °C olarak alınırsa sıcaklık farkı 12 °C olacaktır.

Buna göre;

$$K = 2.59 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{(Pencere ısı iletim katsayısı değeri)}$$

$$A = 14.04 \text{ m}^2$$

$$Q_{PEN} = 2.59 \times 14.04 \times 12 = 436.363 \text{ W}$$

8.4. İklimlendirme Yapılmayan Mahallerden Dolayı Isı Kazancı

Mimari projeler incelendiğinde 2N21 Mahal 'ine komşu tüm mahallerde soğutma yapıldığı görülmektedir. Dolayısıyla diğer mahallerden 2N21 Mahal 'ine ısı kazancı meydana gelmemektedir.

8.5. Havalandırmadan Dolayı Gelen Isı Yüğü

Soğutma yapılan mahallerde konfor şartlarının sağlanabilmesi için hava kalitesinin belirli seviyelerde olması gerekmektedir. Kişi başına gerekli taze hava miktarı mahalden mahal 'e değişiklik gösterir. Soğutulacak mahalde bulunan insanlar için gerekli taze havayı getireceği ısı kazancı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir;

$$\text{Duyulur ısı kazancı; } Q_D = 4 \times n \times v$$

$$\text{Gizli ısı kazancı; } Q_G = 3 \times n \times v$$

$$\text{Toplam ısı kazancı; } Q_T = 7 \times n \times v$$

n : İnsan sayısı

v : İnsan başına gerekli hava miktarı (m^3/h)

2N21 Mahal'i için kişi başına gerekli taze hava miktarı MTH Programından $25m^3/h$ olarak alınmıştır. Buna göre havalandırma yoluyla meydana gelen ısı kazancı;

n : 14 (2N21 Mahalindeki maksimum insan sayısı)

v : 25 (İnsan başına gerekli hava miktarı (m^3/h))

Toplam ısı kazancı; $Q_T = 7 \times n \times v$

$$Q_T = 7 \times 14 \times 25$$

$Q_T = 2450$ W hesaplanır.

8.6. İnsanlardan Meydana Gelen Isı Kazançları

İnsanlardan gelen ısı kazancı duyulur ve gizli ısı olarak ikiye ayrılır. Duyulur ve gizli ısının toplam, yapılan aktivitenin türüne göre değişmektedir. Genel olarak, duyulur ısının oranı aktivitenin miktarının artmasıyla artar. İnsanlardan gelen ısının hesaplanabilmesi için Çizelge 8.4'ten faydalanılabilir.

Çizelge 8.4. İnsanlardan gelen ısı kazancı (W/Kişi) (MTH 2006)

MAHALLER	DUYULUR	GİZLİ	TOPLAM
Okullar, tiyatro, sinema	70	40	110
Ofisler, konutlar, oteller	70	60	130
Mağazalar, dükkanlar	70	60	130
Bankalar	75	70	145
Restaurantlar	80	80	160
Diskotekler, barlar	95	150	245
Spor salonları	150	275	425

2N21 Mahal'inin kullanım amacı dikkate alındığında kişi başına gelecek ısı miktarı 130 W/kişi olarak alınır. Buna göre insanlardan gelen toplam ısı kazancı;

$$Q_{\text{İNSAN}} = n \times 130$$

$$Q_{\text{İNSAN}} = 14 \times 130 = 1820 \text{ W hesaplanır.}$$

8.7. Aydınlatmadan Oluşan Isı Kazancı

Aydınlatmadan gelen kazanç, genel olarak iç ısı kazancının en önemli elmanı olduğundan, doğru bir iç ısı kazancı hesabı için aydınlatma yükünün iyi hesaplanması gerekir.

Aydınlatma iklimlendirilmek istenen ortam için bir ısı kazancı sağlayacaktır. Dolayısıyla klima cihazının kapasitesi aydınlatmadan gelecek ısı kazancını karşılayacak şekilde olmalıdır. Aydınlatmadan gelen ısı kazancının hesaplanması, mahal 'e bağlı olarak birim alana gelen yük cinsinden Çizelge 8.5'ten faydalanılarak hesaplanabilir.

Çizelge 8.5. Aydınlatmadan gelen ısı kazancı (W/m²) (MTH 2006)

Konutlar, otel odaları	20 W/m ²
Ofisler, konferans salonları	30-50 W/m ²
Mağazalar, showrooamlar	100-150 W/m ²
Süpermarketler (yiyecek bölümü)	60-80 W/m ²
Süpermarketler (avize bölümü)	600-900 W/m ²
Süpermarketler (elektronik eşya)	300-500 W/m ²

2N21 mahal'i için birim alana aydınlatmadan gelen ısı kazancı 20 W/m² olarak alınabilir. Bir mahalde meydana gelen toplam aydınlatma yükü ise aşağıdaki eşitlikten faydalanılarak hesaplanır.

$$Q_A = (Q_{TA} \times k_1 \times k_2)$$

$$Q_A = \text{Mahaldeki toplam aydınlatma gücü (W)}$$

$$Q_{TA} = \text{Aydınlatmadan gelen ısı kazancı (W/m}^2\text{)}$$

$$k_1 = \text{Kullanma faktörü}$$

$$k_2 = \text{Özel armatür faktörü (1,0-1,2)}$$

Aydınlatmadan gelen ısı kazancının hesabında en önemli konu kullanma faktörünün tayinidir. Ofis, mağaza, dükkan, konferans ve toplantı salonları gibi ticari binalarda

$k_1 = 1$ olarak alınacaktır. Konut ve otel odalarında güneş yükünün en fazla olduğu saatlerde çok düşük aydınlatma yapıldığı için ihmal edilebilir.

$k_2 =$ Özel armatür faktörü 1.0-1.2 olup floresan armatür için $k_2=1.2$ alınır

$$Q_A = (Q_{TA} \times k_1 \times k_2)$$

$$Q_A=1200 \times 1 \times 1.2=1440 \text{ W}$$

8.8. Elektrikli Cihazlardan Oluşan Isı Kazancı

Bu kısımda elektrik motorları ve diğer duyulur ve gizli ısı yayan cihazların yükleri incelenecektir. Mahal içinde ısı yayabilecek tüm cihazların çalışma zamanları ve yaydıkları ısı miktarları dikkatlice etüd edilmelidir. Bu cihazların maksimum yük hesabının yapıldığı zamandaki yükleri duyulur ve gizli ısı kazançları olarak mahal 'in toplam ısı kazancına eklenmelidir.

2N21 Mahal'i içerisinde aşağıdaki elektrikli cihazlar bulunmaktadır. Bu cihazlar için Çizelge MTH programından aşağıdaki değerler okunur.

Televizyon; 320 (W)

Bilgisayar; 240 (W)

Bilgisayar yazıcısı; 150 (W)

Faks Makinesi; 35 (W)

Buzdolabı; 290 (W)

Elektrikli cihazlar toplamı (S_h): $320+240+150+35+290 = 850 \text{ (W)}$

8.9. 2N21 Mahal'inde Meydana Gelen Toplam Isı Kazancı

2N21 Mahal 'inde meydana gelen toplam ısı kazancı, söz konusu mahal 'e ait tüm ısı kazançlarının toplamı olacaktır. Soğutma amaçlı kullanılacak klima cihazının kapasitesi tüm ısı kazançlarını karşılayacak büyüklükte olmalıdır. 2N21 Mahal 'inde 21 Haziran saat 18:00 da meydana gelen toplam ısı kazancı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\begin{aligned}
Q_{\text{TOPLAM}} &= Q_{\text{RN}} + Q_{\text{EL}} + Q_{\text{A}} + Q_{\text{İNSAN}} + Q_{\text{T}} + Q_{\text{DUV}} + Q_{\text{PEN}} + Q_{\text{ÇATI}} \\
Q_{\text{RN}} &= 1418.04 \text{ W} && (\text{Güneş radyasyonu}) \\
Q_{\text{EL}} &= 850 \text{ W} && (\text{Elektrikli cihazlar}) \\
Q_{\text{A}} &= 1440 \text{ W} && (\text{Aydınlatma}) \\
Q_{\text{İNSAN}} &= 1820 \text{ W} && (\text{İnsanlardan}) \\
Q_{\text{T}} &= 2450 \text{ W} && (\text{Havalandırma}) \\
Q_{\text{DUV}} &= 240.274 \text{ W} && (\text{Duvarlardan}) \\
Q_{\text{PEN}} &= 436,363 \text{ W} && (\text{Pencerelerden}) \\
Q_{\text{ÇATI}} &= 407.592 \text{ W} && (\text{Çatılardan}) \\
Q_{\text{TOPLAM}} &= Q_{\text{RN}} + Q_{\text{EL}} + Q_{\text{A}} + Q_{\text{İNSAN}} + Q_{\text{T}} + Q_{\text{DUV}} + Q_{\text{PEN}} + Q_{\text{ÇATI}} \\
&= 1418.04 + 850 + 1440 + 1820 + 2450 + 240.274 + 436.363 + 407.592 \\
&= 9062.269 \text{ W} \text{ olarak hesaplanır.}
\end{aligned}$$

Mahal'e soğutulmuş havayı iletmekle görevli verici kanallar, hacim dışından geçerken, yüzeylerinden olacak ısı geçişi nedeni ile içindeki klima havasında bir ısınma meydana gelecektir. Bu ısınmadan dolayı oda içinde bir ısı kazancı oluşacaktır. Bu ısı geçişi pratikte olduğu gibi çeşitli izolasyon maddeleri ile önlenmeye çalışılsa da, yine belli bir miktarda ısı geçişi olacaktır. Hesap esnasında, daha kanal hesabı yapılmadığı için kanaldan geçen ısı kazancını bulabilmek olanaksızdır. Bu yüzden takribi olarak bir yüzde miktarı tayin etmelidir.

Üfleme hava kanallarında da klima yapılan hacim içinden geçerken bir ısı geçişi olmaktadır. Ancak bu ısı, odaya ait ısı kazancı olmadığından oda ısı kazancına dahil edilmez. Bu geçen ısı kazancı klima edilen hacme sevk edilen hava miktarının bulunmasında rol oynar. Klima yapılan mahal dışındaki herhangi bir üfleme kanal kaçağı çok önemli bir kayıp kaynağı olarak görülmelidir. Bu kaçan miktara karşılık klima santralinde sevk havasına bir ilave yapılır. Bunun sonucunda oda ısı kazançlarında bu ilave miktarı soğutacak duyulur ve gizli ısı olarak bir artma meydana gelir. Kanal ister büyük, ister küçük olsun, ortalama verici kanallarından olacak hava kaçakları, yaklaşık verilen hava miktarının %10 'u düzeyindedir. Bu yüzde işçilik kalitesi ile doğru orantılı olup %5 ile %30 arasında değişmektedir. Bu zammı uygularken; klima yapılan mahaller içinden geçen çıplak kanallar için

herhangi bir kaçak zammı alınmamalıdır. Klima yapılan mahaller içinde geçen ankastre veya izoleli kanallar için, kaçacak havanın, tekrar klima hacmine girip girmeyeceği göz önüne alınarak, bir zam tahmininde bulunulur. Bütün verici kanalları klima yapılan mahallerin dışında ise, kaçan hava miktarın tümü olduğu gibi bir kayıp olup yukarıda belirtilen %10 zam, odanın duyulur ve gizli ısı miktarlarında ayrı ayrı uygulanmalıdır. Verici kanalların sadece bir kısmı klima mahal 'inin haricinde ise %10 zam bu nispete göre uygulanmalıdır. Bu bilgiler ışığında 2N21 Mahal'i için hesaplanan toplam ısı kazancına uygulanan zam aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} Q_{ZAM} &= Q_{TOPLAM} \times \%10 \\ &= 9062.269 \times 0.10 = 906.2269 \text{ W} \end{aligned}$$

Sonuç olarak ısı kazancına uygulanan zam dahil 2N21 Mahal'i için hesaplanan toplam soğutma yükü aşağıdaki şekildedir,

$$Q_{2N21} = 9062.269 + 906.2269 = 9968.4959 \text{ W}$$

2N21 Mahal'i için hesaplanan bu değer, daha önce MTH programı yardımıyla 2N21 Mahal'i için bulunan 9922 W değerine çok yakın olup, aradaki fark ihmal edilebilecek düzeydedir.

9. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Kış ayları için yapılan ısı kaybı hesabı; içerideki sıcak havanın dışarıya olan ısı akışını hesaplamak için kullanılır. Bunun için içerideki havanın sabit bir sıcaklıkta olduğu kabul edilirse, dış hava iç havadan daha düşük bir sıcaklıkta olduğundan içerideki sıcak hava dışarıdaki soğuk havaya doğru akar. Bu durumda bir ısı kaybı söz konusu olur. Yazın ise dış hava sıcaklığı iç hava sıcaklığından daha fazla olduğu için ısı akışı dışarıdan içeriye olacağından kışın ısı kaybının tersine, yazın ısı kazancı meydana gelir. Bu ısı kazancı yazın sadece sıcaklık farklarından dolayı olmaz. Güneş radyasyonu ısı kazancı hesabını çok önemli bir şekilde etkiler. Kışın hava genellikle bulutlu olduğundan güneş radyasyonu hesaba katılmaz. Yalnızca yönler göre değişik artırımlar ile hesaba konur. Güneş radyasyonu etkisi yılın tüm aylarında ve saatlerinde, dış hava sıcaklıklarının değişkenliği ve güneş ışınlarının taşıdığı ısı miktarlarının değişken miktarlarda olmasından dolayı farklı şekilde olur. Isı miktarlarının ay, gün ve saatlere göre farklılık göstermesi sebebiyle ısı miktarı, ısı kaybı hesabında olduğu gibi daimi rejimde hesaplanamaz. Isı kazancı miktarı, aylara ve günlere göre ısı kazancı miktarının farklılık göstermesinden harici, mahal içindeki insan, elektrikli cihazlar ve aydınlatma yüklerinin de çeşitli saatlere göre farklı miktarlarda olması da, yük zamanının bulunması ve yüklerin derlenmesinde bilgisayar kullanmanın daha pratik olduğu ortaya çıkmaktadır.

Soğutma yükünün hesaplanmasına etki eden çok sayıda etken vardır. Bunlar birbirleri ile karmaşık şekilde bağlı bulduklarından hassas olarak tayinleri güçtür. Soğutma yükünün kısımları, 24 saatlik zaman boyunca miktarlarında büyük değişiklikler gösterir. Bu yüzden bir yapının yük analizinin yapılması dikkat gerektirir. Özellikle zonlara ayrılmış bir yapıda mahal yüklerinin en büyük olduğu zamanlar genellikle farklıdır. Böyle zamanlarda cihaz seçimindeki ekonomik görüşler en başta dikkat edilecek bir etki faktörü olmalıdır.

Bu bölümde Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Projesi için soğutma yükleri, MTH (Mekanik Tesisat Hesapları) programı yardımıyla; yalıtım kalınlığı, cam özellikleri ve bina yönü değişken tutularak sırasıyla hesaplanmıştır.

9.1. Soğutma Yüğü Hesapları

9.1.1 Örnek 1 soğutma yüğü hesapları

Proje konusu yapı Çankırı-Merkez Hükümet Konağı Valilik Binası projesidir. Örnek 1 'de proje konusu yapının yalıtımsız hali için ısı kazancı hesabı yapılacaktır. Bina; bodrum, zemin, 1.Kat ve 2.Kat'lardan oluşmaktadır. Yapının taşıyıcı sistemi betonarmedir. Soğutma yüğü hesabı için MTH programı verilerinde Çankırı ili için dış hava şartları aşağıdaki gibi verilmiştir.

Kış dış sıcaklık değeri	: -15 °C
Yaz dış sıcaklık değeri	: 37 °C Kuru Termometre (KT) , 23 °C Yaş Termometre (YT)
Enlem değeri	: 40° 36' Kuzey
Boylam değeri	: 33° 37' Doğu
Bulunduğu yarımküre	: Kuzey
Denizden yükseklik	: 730 m

Söz konusu yapının toplam hacmi 14 385.92 m³ olup, binayı oluşturan yapı bileşenlerinin alanları Çizelge 9.1'de verilmiştir.

Çizelge 9.1. Örnek binanın yapı bileşen alanları

Yapı bileşeni	[m ²]
Dış hava ile temaslı gaz beton duvar (D _{d1})	891.70
Dış hava ile temaslı perde beton duvar (D _{d2})	670.20
Toprak temaslı perde beton döşeme (T _{dö})	943.37
Toprak temaslı perde beton duvar (T _{du})	488.16
Kullanılmayan perde beton çatı arası (Ç _a)	906.30
Dış Pencere (D _p)	485.27
Dış Kapı (D _k)	21.12

İlk olarak burada " MTH K değeri hesabı" programı yardımıyla tez konusu projenin ısı iletim katsayıları hesaplanmıştır. İlk hesaplamalarda cam olarak basit tek camlı gölgeliksiz pencere kullanılmıştır. Bina yapı bileşenlerinde herhangi bir yalıtım malzemesi kullanılmamış ve binanın yapı bileşenlerinin yalıtımsız durumu için "K" değerleri hesaplanmıştır. MTH K değeri hesabı programı yardımıyla hesaplanan "K" değerleri Çizelge 9.2'de gösterilmiştir. "K" değerlerine ait ayrıntılı hesaplar ve ısı yalıtım formları Ek'ler bölümünde ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Çizelge 9.2. Örnek 1 (yalıtımsız durum için) yapı bileşenlerine ait K değerleri

İşareti	Açıklaması	K [W/m ² K]
D _{d1}	Dış hava ile temaslı gaz beton duvar	0.63
D _{d2}	Dış hava ile temaslı perde beton duvar	2.44
T _{dö1}	Toprak temaslı perde beton döşeme	0.94
T _{du}	Toprak temaslı perde beton duvar	1.09
Ç _a	Kullanılmayan perde beton çatı arası	3.70
D _p	Dış pencere	5.00
D _{k1}	Dış kapı	4.00
D _{k2}	Dış kapı	5.50

Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesi ısı kazancı hesapları MTH Isı Yükü Hesabı programı yardımıyla yapılmıştır. Isı kazancı hesabı yapılırken ilk olarak daha önce hesaplanan "K" değerleri programa tanıtılmıştır. Bu işlemin ardından soğutma yapılacak iklim verileri program ara yüzünden seçilmiştir. Gün içerisinde ısı kazancına etki eden yük grafikleri (aydınlatma yükleri, elektriksel yükler ve insan yükleri) saat bazında yüzde olarak programa girilmiştir. Yük grafikleri işleminin ardından soğutma yapılacak mahaller sırası ile programa tanıtılmıştır. Örnek bir mahal için programa tanıtılan değerler aşağıda detaylı olarak gösterilmiştir. (Çizelge 9.3)

Çizelge 9.3. Örnek bir mahal için MTH programına girilen parametreler

Mahal Adı	Mutfak	
Mahal No	1B02	
Kat	-1	
Kot	0	
Mahal Alanı	22 m ²	
Mahal Yüksekliği	4 m	
Camlar	Yön	Güney
	Toplam Cam Alanı	0,96 m ²
Dış Duvar Ve Çatı	Yön	Güney
	İşareti	Dd2
	Alan	8.28 m ²
Döşeme	İşareti	T _{dö1}
	Alanı	22 m ²
Toprak Temaslı Yan Duvar	Yön	Güney
	İşareti	T _{du1}
	Alan	13.16 m ²
İnsanlar	2 adet çok meşgul hizmetçiler	
Aydınlatma	Floresan	
Elektrikli Cihazlar	Buz Dolabı 100 W	1 adet
	Elektrik Ocağı 500 W	1 adet
	Tost Makinası 500 W	1 adet

Çizelge 9.3'teki Mutfak örneğinde gösterildiği şekilde, soğutma yapılan bütün mahaller MTH Isı Yükü hesabı programına detaylı olarak girilmiştir. Soğutma yapılacak bütün mahaller programa tanıtıldıktan sonra programdan tesisat kriterleri seçilmiştir. (Çizelge 9.4)

Çizelge 9.4. Soğutma Yüğü Tasarım Kriterleri (MTH)

İç Hava Uygulama Tipi	Genel Konfor
İç Hava Kuru Termometre [°C]	24 °C
İç Hava Yaş Termometre [°C]	16,9 °C
İç Hava İzafi Nem (%)	50
Sevk Havası Sıcaklığı [°C]	14 °C
Gidiş Suyu Sıcaklığı [°C]	7 °C
Dönüş Suyu Sıcaklığı [°C]	12 °C
Dış Hava Uygulama Tipi	Bürolar (Umumi)
Dış Hava Kriteri	Taze Hava Miktarı (m ³ /h kişi)
Taze Hava Miktarı [m ³ /h/kişi]	25
Soğutma Emniyet Zammı [%]	10
Fan Motoru Kaybı [%]	10
Serpantin Bypass Faktörü	0.1
Sistem Günlük Çalışma Rejimi	12

Tüm veriler programa girildikten sonra, programın yük zamanı ve ısı yükü seçeneğinden, soğutma yapılacak tarihlerde meydana gelecek maksimum soğutma yükü hesaplanmıştır. Program menüsünden çift zamanlı analiz seçilmiş ve ilk zaman olarak Nisan ayı saat 08:00, son zaman olarak Ağustos ayı saat 18:00 seçilmiştir. Bu aşamadan sonra program ile analiz yapılmış, maksimum soğutma yükü Temmuz 18:00 da meydana gelmiş ve 440622 W olarak hesaplanmıştır.(Çizelge 9.5.)

Çizelge 9.5. Örnek 1 için maksimum soğutma yükü ve zamanı

Bölge adı	: Bölge1 / Mahaller Birleşik		
Mahal adı	: Zone		
Ayı	: Temmuz		
Saati	: 18:00		
Dış KT (°C)	: 37.00		
Dış YT (°C)	: 23.00		
İç KT (°C)	: 24.00		
İç YT (°C)	: 16.90		
Yükler	Duyulur ısı (Watt)	Gizli ısı (Watt)	
CAMLARDAN GÜNEŞ RADYASYONU YÜKLERİ	41,320		
CAMLARDAN İLETİMSSEL YÜKLER	25,504		
DIŞ DUVARLARDAN İLETİMSSEL YÜKLER	44,272		
ÇATILARDAN DUVARLARDAN İLETİMSSEL YÜKLER	83,260		
İÇ YAPI BİLEŞENLERİNDEN İLETİMSSEL YÜKLER	1,214		
AYDINLATMALAR	55,561		
ELEKTRİKLİ CİHAZLAR	26,790	710	
İNSANLAR	20,202	17,952	
DİĞER YÜKLER			
ENFİLTASYON	7,790	4,559	

TOPLAM ISILAR	305,914	23,221	

ODA ISILARI ZAMMI	30,597	2,327	
ODA ISILARI	336,511	25,548	
ODA TOPLAM ISISI	362,059		

DIŞ HAVA YÜKÜ	2,827	1,656	
ZAMLAR	33,657		
EFEKTİF ODA ISILARI	372,995	27,204	

EFEKTİF ODA TOPLAM ISISI	400,199		

DIŞ HAVA ISILARI	25,474	14,949	
DIŞ HAVA TOPLAM ISISI	40,423		

ZAMLAR			
TOPLAM ISILAR	398,469	42,153	
TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ	440,622		

Çizelge 9.5’ de maksimum zamanda meydana gelen soğutma yükü detaylı olarak görülmektedir. Bu değerler örnek yapının yan duvar, döşeme ve tavanının yalıtımsız durumu için hesaplanmıştır. Cam olarak ise basit tek camlı (gölgeliksiz) pencere kullanılmıştır. Buradaki amaç yalıtımsız bir binada meydana gelen ısı kazancının miktarını tespit etmektir. Bu haliyle yapı TS 825 standardına uygun değildir. Örnek yapıda meydana maksimum soğutma yükünün; duvarlarda kullanılan yalıtım malzemesi kalınlığına, yapı üzerindeki cam ve özelliklerine, binanın yönüne ve çatıda kullanılan yalıtım kalınlığına göre değişimleri sırası ile hesaplanacaktır.

9.1.2. Örnek 2 soğutma yükü hesapları

Çankırı İli Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesi için MTH programında ilk olarak bu yapının yalıtımsız ve normal cam kullanılmış hali düşünülerek maksimum soğutma yükü hesapları yapılmıştır. Bu haliyle söz konusu yapı TS 825 standardına uygun değildir. Bu bölümde ise söz konusu yapı en düşük maliyetle TS 825 standardına uygun olacak şekilde tasarlanacaktır. Yani bu örnekte ısı iletkenlik değeri yüksek, kalınlığı düşük ısı yalıtım malzemesi ve cam kullanılacaktır. Isı yalıtımı için seçilen ısı yalıtım malzemesi ve cam özellikleri Çizelge 9.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 9.6. Örnek 2. ısı yalıtım malzemeleri

İşareti	Açıklaması
D_{d1}	Dış hava ile temaslı gaz beton duvar 6 cm ısı yalıtım malzemesi (Taş yünü) $k=0.040$ W/mK
D_{d2}	Dış hava ile temaslı perde beton duvar 6 cm ısı yalıtım malzemesi (Taş yünü) $k=0.040$ W/mK
$T_{dö1}$	Toprak temaslı perde beton döşeme 6 cm ısı yalıtım malzemesi (XPS) $k=0.040$ W/mK
T_{du}	Toprak temaslı perde beton duvar 6 cm ısı yalıtım malzemesi (XPS) $k=0.040$ W/mK
ζ_a	Kullanılmayan perde beton çatı arası 10 cm ısı yalıtım malzemesi (Cam Yünü) $k=0.040$ W/mK
D_p	Dış Pencere Basit tek camlı pencere $K=2.59$ W/m ² K
D_{k1}	Dış Kapı $K=4.00$ W/m ² K
D_{k2}	Dış Kapı $K=5.50$ W/m ² K

Isı yalıtım hesabına Çizelge 9.6 ‘da ki değerler girilmiş ve TS 825 standardına uygun olacak şekilde yapının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu bu hesap için olması gereken enerji ihtiyacı $Q' = 18.3$ (kWh/m³), bu hesap için hesaplanmış enerji ihtiyacı ise $Q = 18.2$ (kWh/m³) çıkmıştır. $Q < Q'$ olduğundan bu hesap için ısı yalıtım projesi standarda uygundur. Standarda uygun olmasına rağmen görüldüğü üzere bu iki değer birbirine çok yakındır. Bu değerler doğrultusunda tez konusu projenin yapı bileşenlerine ait K değerleri aşağıdaki gibidir. (Çizelge 9.7.)

Çizelge 9.7. Örnek 2 için yapı bileşenlerine ait K değerleri

İşareti	Açıklaması	K [W/m ² K]
Dd1	Dış hava ile temaslı gaz beton duvar	0.325
Dd2	Dış hava ile temaslı perde beton duvar	0.523
Tdö1	Toprak temaslı perde beton döşeme	0.39
Tdu	Toprak temaslı perde beton duvar	0.413
Ça	Kullanılmayan perde beton çatı arası	0.361
Dp	Dış Pencere	2.59
Dk1	Dış Kapı	4.00
Dk2	Dış Kapı	5.50

Örnek 2 için söz konusu yapının minimum yalıtım kalınlığı için gerekli veriler programa girildikten sonra, programın yük zamanı ve ısı yükü seçeneğinden, soğutma yapılacak tarihlerde meydana gelecek maksimum ısı kazancı hesaplanmıştır. Program menüsünden çift zamanlı analiz seçilmiş ve ilk zaman olarak Nisan ayı saat 08:00, son zaman olarak Ağustos ayı saat 18:00 seçilmiştir. Bu aşamadan sonra program ile analiz yapılmış, maksimum ısı yükü Ağustos 14:00'te meydana gelmiş ve 315 846 W olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 9.8)

Çizelge 9.8. Örnek 2 için maksimum soğutma yükü ve zamanı (Özet Tablo)

Bölge adı	: Bölge1 / Mahaller Birleşik		
Mahal adı	: Zone		
Ayı	: Ağustos		
Saati	: 14:00		
Dış KT (°C)	: 37.00		
Dış YT (°C)	: 23.00		
İç KT (°C)	: 24.00		
İç YT (°C)	: 16.90		
Yükler	Duyulur ısı (Watt)	Gizli ısı (Watt)	
CAMLARDAN GÜNEŞ RADYASYONU YÜKLERİ	67,587		
CAMLARDAN İLETİMSEL YUKLER	14,039		
DIŞ DUVARLARDAN İLETİMSEL YÜKLER	8,831		
ÇATILARDAN DUVARLARDAN İLETİMSEL YÜKLER	5,902		
İÇ YAPI BİLEŞENLERİNDEN İLETİMSEL YUKLER	724		
AYDINLATMALAR	56,174		
ELEKTRİKLİ CİHAZLAR	20,515	533	
İNSANLAR	20,410	18,121	
DİĞER YUKLER			
ENFİLTASYON	7,790	4,559	

TOPLAM ISILAR	201,972	23,213	

ODA ISILARI ZAMMI	20,200	2,325	
ODA ISILARI	222,172	25,537	
ODA TOPLAM ISISI	247,709		

DIŞ HAVA YUKU	2,891	1,693	
ZAMLAR	22,220		
EFEKTİF ODA ISILARI	247,283	27,230	

EFEKTİF ODA TOPLAM ISISI	274,513		

DIŞ HAVA ISILARI	26,047	15,286	
DIŞ HAVA TOPLAM ISISI	41,333		

ZAMLAR			
TOPLAM ISILAR	273,330	42,516	
TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ	315,846		

Çizelge 9.8 'de Örnek 2 için maksimum zamanda meydana gelen soğutma yükü detaylı olarak görülmektedir. Bu bölümde ısı yalıtım malzemesi olarak; havaya açık yan duvarlarda 6 cm taş yünü, toprak temaslı yan duvar ve taban döşemede 6 cm XPS, çatı arasında 10 cm cam yünü kullanılmıştır. Bu malzemelerin ısı iletkenlik değerleri $k=0.040$ (W/mK) olarak seçilmiştir. Cam olarak ise basit tek camlı (gölgeliksiz) pencere kullanılmış ve $K=2.59$ [W/m²K] seçilmiştir. Bu haliyle yapı TS 825 standardına uygundur.

Proje konusu yapı Çankırı-Merkez Hükümet Konağı Valilik Binası projesi için ilk olarak Örnek 1'de söz konusu yapının yalıtımsız hali için maksimum ısı kazancı ayrıntılı olarak hesaplanmıştır. Daha sonra ise yan duvarlarda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı, ısı iletkenlik değeri; çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı, ısı iletkenlik değeri; cam özellikleri ve bina yönü sırasıyla

değiştirilmiş, her durum için yapıda meydana gelen maksimum ısı kazancı ayrıntılı olarak hesaplanmış elde edilen sonuçlar ekler kısmında sunulmuştur. Hesaplanan bu değerler ve değişkenler Çizelge 9.8’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 9.8. Maksimum soğutma yükü ve zamanı (Özet Tablo)

Soğutma Yükü Hesabı	Havaya Bakan Yan Duvar		Toprak Temaslı Yan Duvar		Döşeme		Çatı		Cam		Maksimum Soğutma Yükü		Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı (kWh/m ²)	Soğutma Enerji Tasarrufu (İzolasyonsuz Bina)
	Taş Yünü Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (λ)	XPS Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (λ)	XPS Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (λ)	Cam Yünü Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik Değeri (λ)	Özelliği	Isı İletim Katsayısı Wat/m ² k (K)	Zamanı	Miktarı (Watt)		
Örnek 1	-	-	-	-	-	-	-	-	Normal (Adi) Cam	5	Temmuz 18:00	440622,00	45,80	-
Örnek 2	0,060	0,04	0,06	0,04	0,06	0,04	0,1	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	315846,00	18,2	28,32%
Örnek 3	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,1	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	313813,00	17,4	28,78%
Örnek 4	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	315409,00	17,7	28,42%
Örnek 5	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,09	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	314560,00	17,6	28,61%
Örnek 6	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,11	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	313252,00	17,3	28,91%
Örnek 7	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,12	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	312765,00	17,3	29,02%
Örnek 8	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,03	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	312204,00	17,2	29,14%
Örnek 9	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,035	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	313037,00	17,3	28,96%
Örnek 10	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,045	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	314635,00	17,6	28,59%
Örnek 11	0,07	0,04	0,07	0,04	0,07	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	314736,00	17,8	28,57%
Örnek 12	0,09	0,04	0,09	0,04	0,09	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	313031,00	17,1	28,96%
Örnek 13	0,10	0,04	0,10	0,04	0,10	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	312412,00	16,9	29,10%
Örnek 14	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,10	0,03	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	310436,00	16,5	29,55%
Örnek 15 (Konum= 45°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Temmuz 17:00	349991,00	17,4	20,57%
Örnek 16 (Konum= 90°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 16:00	348377,00	17,4	20,94%
Örnek 17 (Konum= 135°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 16:00	350225,00	17,4	20,52%
Örnek 18 (Konum= 180°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 14:00	317949,00	17,4	27,84%
Örnek 19 (Konum= 225°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Temmuz 17:00	338897,00	17,4	23,09%
Örnek 20 (Konum= 270°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 16:00	336123,00	17,4	23,72%
Örnek 21 (Konum= 315°)	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,59	Ağustos 16:00	341585,00	17,4	22,48%
Örnek 22	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Normal (Adi) Cam	2,00	Ağustos 14:00	309767,00	16,2	29,70%

Çizelge 9.8. (devamı) Maksimum soğutma yükü ve zamanı

Örnek 23	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Çift Cam (Açık Renk Perde)	2,00	Ağustos 16:00	265354,00	16,2	39,78%
Örnek 24	0,08	0,04	0,08	0,04	0,08	0,04	0,10	0,04	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 18:00	245663,00	16,2	44,25%
Örnek 25	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 18:00	241881,00	15,1	45,10%
Örnek 26 (Konum= 45°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	246627,00	15,1	44,03%
Örnek 27 (Konum= 90°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	246327,00	15,1	44,10%
Örnek 28 (Konum= 135°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	245978,00	15,1	44,17%
Örnek 29 (Konum= 180°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 18:00	241766,00	15,1	45,13%
Örnek 30 (Konum= 225°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	245638,00	15,1	44,25%
Örnek 31 (Konum= 270°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	245074,00	15,1	44,38%
Örnek 32 (Konum= 315°)	0,08	0,03	0,08	0,03	0,08	0,03	0,12	0,03	Çift Cam (Koyu Renk Panjur)	2,00	Temmuz 17:00	245351,00	15,1	44,32%

9.1.3. Yalıtımsız durum (Örnek 1'in incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın yapı bileşenlerinde ısı yalıtım malzemesi kullanılmamıştır. Cam olarak da, ısı yalıtım özelliği bulunmayan (ısı iletim katsayısı yüksek) normal adi cam kullanılmıştır. Haliyle söz konusu yapı TS 825 Standardına uygun değildir. Yani günümüzde böyle bir yapının yapılması standartlara uygun değildir. Buna karşın bu ülkemizde bu standarda uygun olmayan bina sayısı oldukça fazladır. Ayrıca ülkemizde ruhsatsız binaların oldukça fazla olduğu da göz önüne alınırsa, ülkemizde yalıtımlı bina oranının %10 oranının da altına düştüğü belirtilmektedir.

MTH K Değeri Hesabı programı ile yapılan ısı yalıtım projesi hesabı sonucu, söz konusu bina için olması gereken enerji ihtiyacı $Q'=18.3$ (kWh/m³) olarak hesaplanmıştır. Örnek 1 için yapılan hesaplamalarda bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=45.8$ (kWh/m³) bulunmuştur. Dolayısıyla $Q > Q'$ olduğundan, bu hesap için ısı yalıtım projesi TS 825 standarda uygun değildir. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için en fazla ısı kazancı Temmuz – 18:00 da 440622 W olarak meydana gelmiştir.

9.1.4. Minimum maliyetle yalıtımlı durum (Örnek 2'nin incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 6 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 6 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Bu örnekteki amaç, minimum yalıtım maliyeti ile TS 825 standardına uygun olacak şekilde tasarlanmış bir yapıda meydana gelen maksimum soğutma yükünü hesaplamaktır.

Örnek 2'deki kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=18.2$ (kWh/m³) bulunmuştur. $Q < Q'$ olduğundan, bu hesap için ısı yalıtım projesi TS 825 standarda uygundur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Ağustos – 14:00 da 315846 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 28.32 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.5. 8 cm yalıtımlı durum (Örnek 3'ün incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Bu örnekte, binanın yan duvarlarında ve tabanında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının 2 cm artırılmış ve maksimum soğutma yükü hesaplanmıştır.

Örnek 3 'deki kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=17.4$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Ağustos – 14:00 da 313813 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında

yaklaşık olarak % 28.78 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak ısı yalıtım malzemesi kalınlığı 2 cm arttırıldığında, maksimum soğutma yükünde ciddi bir düşüş meydana gelmemiştir.

9.1.6. Çatı arasında kullanılan yalıtım malzemesi kalınlığının etkisi (Örnek 4, örnek 5, örnek 6 ve örnek 7'nin incelenmesi)

Bu bölümde inceleme konusu binanın kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi kalınlığının, maksimum soğutma yüküne etkisi hesaplanmıştır. Söz konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi ısı iletkenlik değeri $k=0.040$ W/mK alınmış, cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır.

Kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi kalınlığı Örnek 3 'te 10 cm, Örnek 4 'te 8cm, Örnek 5 'te 9 cm, Örnek 6 'da 11 cm ve Örnek 7 'de ise 12 cm alınmıştır. Maksimum soğutma yükü ve zamanı ise sırasıyla;

Örnek 3	= 313813 W, Ağustos 14:00
Örnek 4	= 315409 W, Ağustos 14:00
Örnek 5	= 314560 W, Ağustos 14:00
Örnek 6	= 313252 W, Ağustos 14:00
Örnek 7	= 312765 W, Ağustos 14:00 olarak hesaplanmıştır.

9.1.7. Isı Yalıtım Malzemesine "k" değerinin etkisi (Örnek 8, örnek 9 ve örnek 10'nun incelenmesi)

Bu bölümde inceleme konusu binanın kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi ait k değerinin, maksimum soğutma yüküne etkisi hesaplanmıştır. Söz konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi kalınlığı değeri 10 cm alınmış, cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır.

Kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri (k) Örnek 3'te ($k=0.040$ W/mK), Örnek 8 'te ($k=0.030$ W/mK), Örnek 9 'da ($k=0.035$ W/mK), Örnek 10 'da ($k=0.045$ W/mK), alınmıştır. Maksimum soğutma yükü ve zamanı ise sırasıyla;

Örnek 3 = 313813 W, Ağustos 14:00

Örnek 8 = 312204 W, Ağustos 14:00

Örnek 9 = 313037 W, Ağustos 14:00

Örnek 10 = 314635 W, Ağustos 14:00

olarak hesaplanmıştır.

9.1.8 Yan duvarlarda kullanılan yalıtım malzemesi kalınlığının etkisi (Örnek 11, örnek 12 ve örnek 13'ün incelenmesi)

Bu bölümde inceleme konusu binanın yan duvarlarında ve tabanında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığının maksimum soğutma yüküne etkisi hesaplanmıştır. Söz konusu binanın havaya açık yan duvarlarında taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temalı yan duvar ve döşemelerinde XPS ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Kullanılmayan çatı arasındaki ısı yalıtım malzemesi kalınlığı değeri 10 cm ve ısıl iletkenlik değeri ($k=0.040$ W/mK) alınmış, cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır.

Binanın yan duvarlarında ve tabanında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı sırasıyla Örnek 11 'de 7 cm , Örnek 3 'te 8 cm, Örnek 12 'de 9 cm, Örnek 13 'de 10 cm alınmıştır. Maksimum soğutma yükü ve zamanı ise sırasıyla;

Örnek 11 = 314736 W, Ağustos 14:00

Örnek 3 = 313813 W, Ağustos 14:00

Örnek 12 = 313031 W, Ağustos 14:00

Örnek 13 = 312412 W, Ağustos 14:00

Olarak hesaplanmıştır.

9.1.9. Örnek 14'ün incelenmesi

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.030$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.030$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Bu örnekte, binanın yan duvarlarında, tabanında ve çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ısıl iletkenlik değeri ($k=0.030$ W/mK) alınmış ve maksimum soğutma yükü hesaplanmıştır.

Örnek 14'deki kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=16.5$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Ağustos – 14:00 da 3130436 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 29.55 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.10. Binanın etrafında 45⁰'lik açılarla döndürülmesinin etkisi (Örnek 15, örnek 16, örnek 17, örnek 18, örnek 19, örnek 20 ve örnek 21'in incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Bu bölümde yukarıdaki değerler baz alınarak sırası ile örnek bina kendi etrafında 45 derecelik açılarda döndürülmüştür. Maksimum soğutma yükü ve zamanı sırası ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

Örnek 3 (Konum 0 °) = 313813 W, Ağustos 14:00

Örnek 15 (Konum 45 °) = 349991 W, Temmuz 17:00

Örnek 16 (Konum 90 °) = 348377 W, Ağustos 16:00

Örnek 17 (Konum 135 °)	= 350225 W, Ağustos 16:00
Örnek 18 (Konum 180 °)	= 317949 W, Ağustos 14:00
Örnek 19 (Konum 225 °)	= 338897 W, Temmuz 17:00
Örnek 20 (Konum 270 °)	= 336123 W, Ağustos 16:00
Örnek 21 (Konum 315 °)	= 341585 W, Ağustos 16:00

olarak hesaplanmış ve maksimum soğutma yükünün en düşük değeri ve zamanı binanın konumu 0 ° iken, 313813 W, Ağustos 14:00 'da meydana gelmiştir.

9.1.11. Yalıtımlı Cam Kullanılmasının etkisi (Örnek 22'nin incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise daha önceki örneklerden farklı olarak K değeri daha düşük normal cam ($K=2.0$ W/m²K) kullanılmıştır.

Örnek 22 'deki kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q = 16.2$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Ağustos – 14:00 da 309767 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 29.70 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.12. Açık renk Perde Kullanılmasının etkisi (Örnek 23'ün incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın Örnek 22 deki değerleri baz alınmış, sadece cam özelliği değiştirilmiştir. Cam olarak daha önceki örnekten farklı olarak Çift cam ($K=2.0$ W/m²K) ve içerisinde açık renk perde kullanılmıştır.

Örnek 23 'deki değerler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=16.2$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü

Ağustos – 16:00 da 265354 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 39.78 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.13. Koyu renk panjur kullanılmasının etkisi (Örnek 24'ün incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın Örnek 22 deki değerler baz alınmış, Örnek 23'ten farklı olarak açık renk perde yerine, koyu renk panjur kullanılmıştır.

Örnek 24 'deki değerler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=16.2$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Temmuz – 18:00 da 245663 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 44.25 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.14. Minimum ısı kazancının olduğu şartlar (Örnek 25'in incelenmesi)

Bu örnekte inceleme konusu binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.030$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 12 cm cam yünü ($k=0.030$ W/mK) kullanılmıştır. Cam olarak ise çift cam ($K=2.0$ W/m²K) ve koyu renk panjur kullanılmıştır.

Örnek 25 'deki kriterler doğrultusunda yapılan hesaplamalar sonucu söz konusu bina için hesaplanmış yıllık enerji ihtiyacı $Q=15.1$ (kWh/m³) bulunmuştur. Maksimum ısı kazancı analizi sonucu, tez konusu binada bu örnek için maksimum soğutma yükü Temmuz – 18:00 da 241881 W olarak meydana gelmiştir. Bu değer Örnek 1 de hesaplanan (yapının yalıtımsız hali) maksimum soğutma yükü ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak % 45.10 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.1.15. Minimum ısı kazancının olduğu şartlarda binanın etrafında 45⁰'lik açılarla döndürülmesinin etkisi (Örnek 26, örnek 27, örnek 28, örnek 29, örnek 30, örnek 31 ve örnek 32'nin incelenmesi)

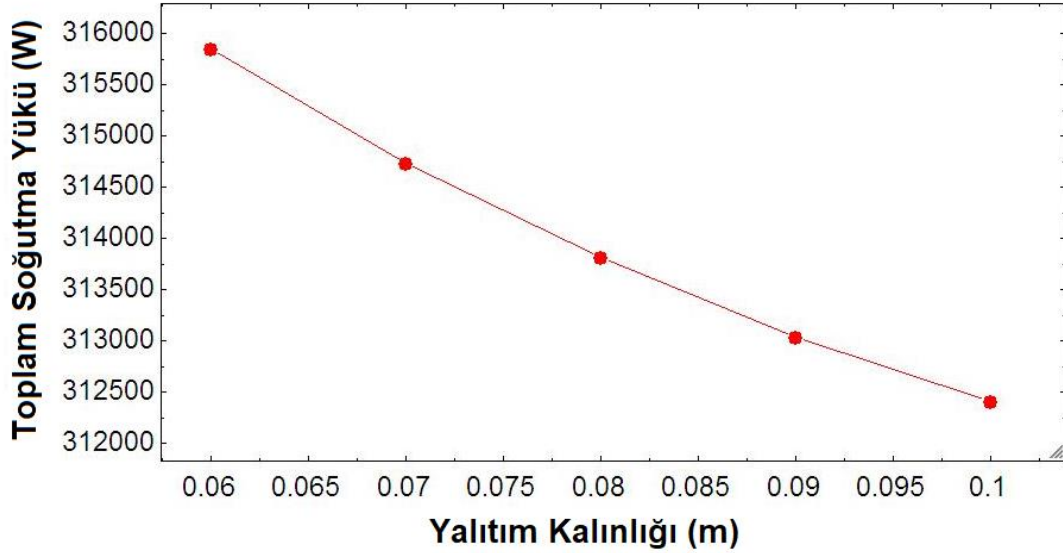
Bu bölümde Örnek 25 teki değerler baz alınarak sırası ile örnek bina kendi etrafında 45 derecelik açılarda döndürülmüştür. Maksimum soğutma yükü ve zamanı sırası ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

Örnek 25 (Konum 0 °)	= 241881 W, Temmuz 18:00
Örnek 26 (Konum 45 °)	= 246627 W, Temmuz 17:00
Örnek 27 (Konum 90 °)	= 246327 W, Temmuz 17:00
Örnek 28 (Konum 135 °)	= 245978 W, Temmuz 17:00
Örnek 29 (Konum 180 °)	= 241766 W, Temmuz 18:00
Örnek 30 (Konum 225 °)	= 245638 W, Temmuz 17:00
Örnek 31 (Konum 270 °)	= 245074 W, Temmuz 17:00
Örnek 32 (Konum 315 °)	= 245351 W, Temmuz 17:00

Olarak hesaplanmış ve maksimum soğutma yükünün en düşük değeri ve zamanı binanın konumu 180 ° iken, 241766 W, Temmuz 18:00 'da meydana gelmiştir.

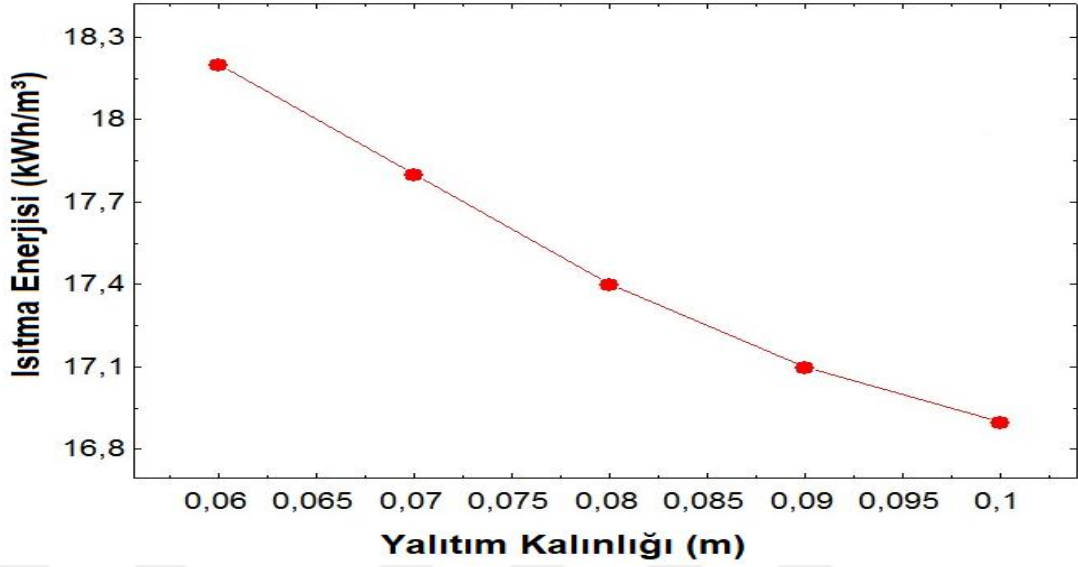
9.2. Sonuçlar Ve Tartışma

9.2.1. Yalıtım kalınlığı ile diğler parametrelerin değişimi



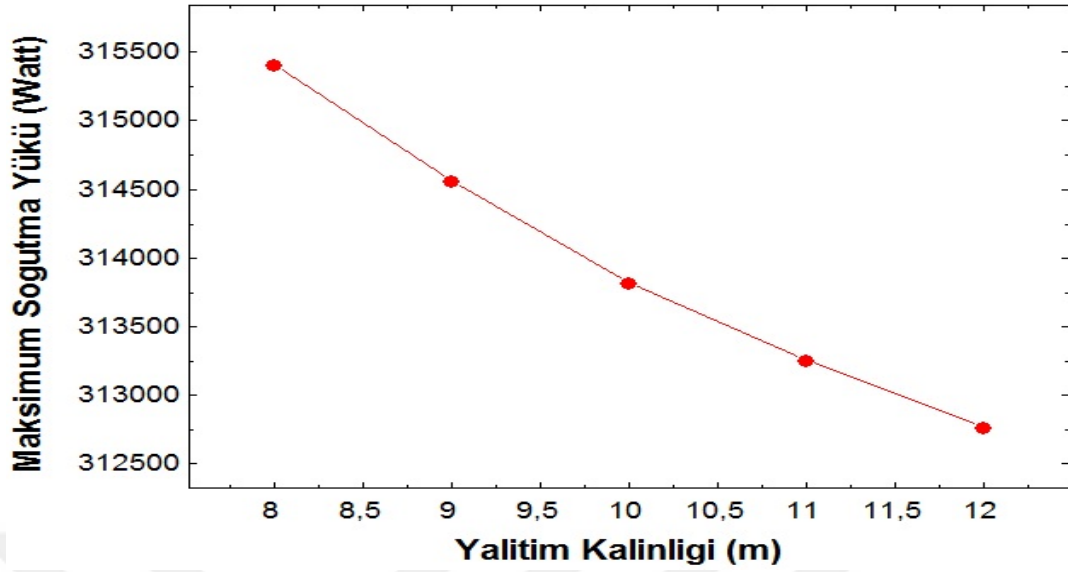
Şekil 9.1. Toplam soğutma yükünün yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi

Şekil 9.1 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde XPS ($k=0.040$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK) ve cam olarak normal adi cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Binanın yan duvarları ile tabanında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı sırasıyla 6 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm ve 10 cm alınarak maksimum soğutma yükleri hesaplanmış, Şekil 9.1'deki grafik elde edilmiştir. 6 cm için maksimum soğutma yükü 315846 W, 7cm için 314736 W, 8 cm için 313813 W, 9 cm için 313031 ve 10 cm için 312412 W olarak hesaplanmıştır. Yalıtım kalınlığı 6 cm'den 10 cm'ye arttırıldığında maksimum soğutma yükünde % 1.087 enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığının, maksimum soğutma yüküne etkisinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.



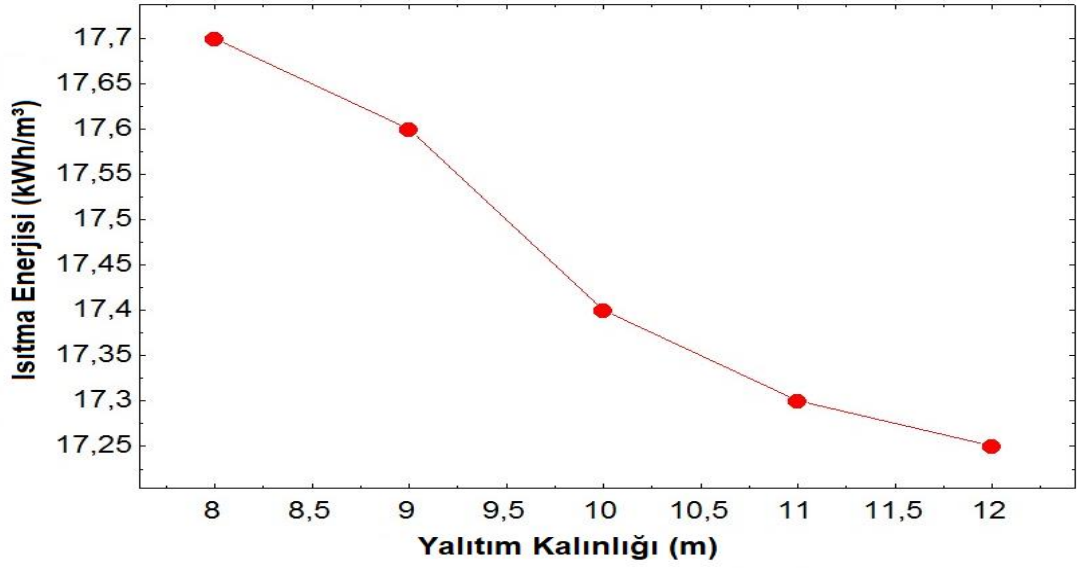
Şekil 9.2. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi

Şekil 9.2 inceleme konusu binaya ait yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.040$ W/mK), cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Binanın yan duvarları ile tabanında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı sırasıyla 6 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm ve 10 cm alınarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmış ve Şekil 10.1'deki grafik elde edilmiştir. 6 cm için yıllık ısıtma enerjisi 18.2 (kWh/m³), 7 cm için 17.8 (kWh/m³), 8 cm için 17.4 (kWh/m³), 9 cm için 17.1 (kWh/m³) ve 10 cm için 16.9 (kWh/m³) olarak hesaplanmıştır. Yalıtım kalınlığı 6 cm'den 10 cm'ye arttırıldığında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında % 7.143 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak yan duvar ve tabanda kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığının, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında önemli miktarda enerji tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 9.3. Toplam soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi

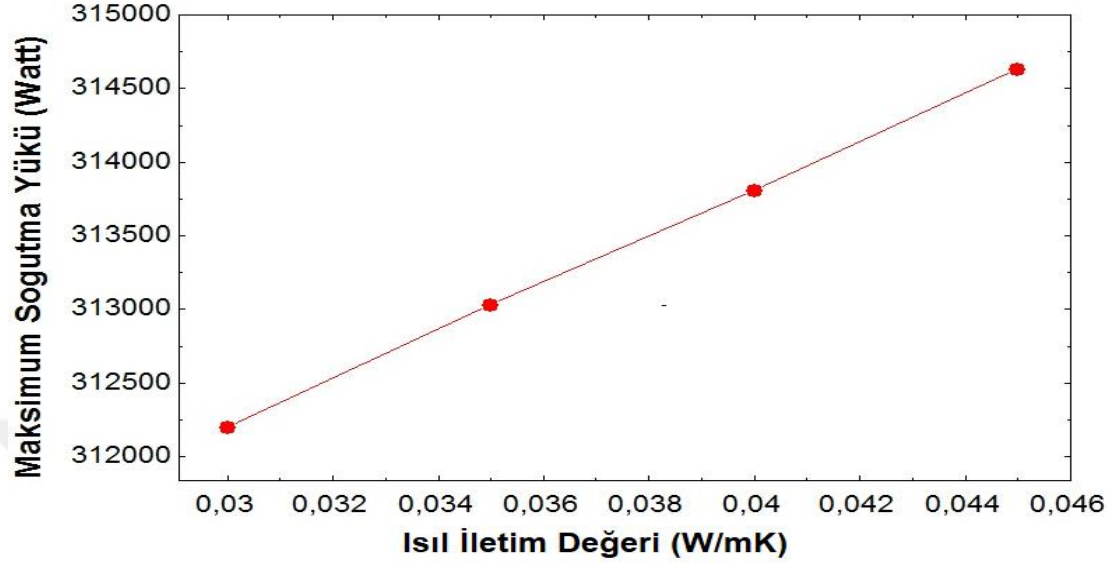
Şekil 9.3 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında cam yünü ($k=0.040$ W/mK), cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Binanın çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı sırasıyla 8 cm, 9 cm, 10 cm, 11 cm ve 12 cm alınarak maksimum soğutma yükleri hesaplanmış, Şekil 10.1. deki grafik elde edilmiştir. 8 cm için maksimum soğutma yükü 315409 W, 9cm için 314560 W, 10 cm için 313813 W, 11 cm için 313252 W ve 12 cm için 312765 W olarak hesaplanmıştır. Yalıtım kalınlığı 8 cm' den 12 cm'e arttırıldığında maksimum soğutma yükünde % 0.838 enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığının, maksimum soğutma yüküne etkisinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 9.4. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimi

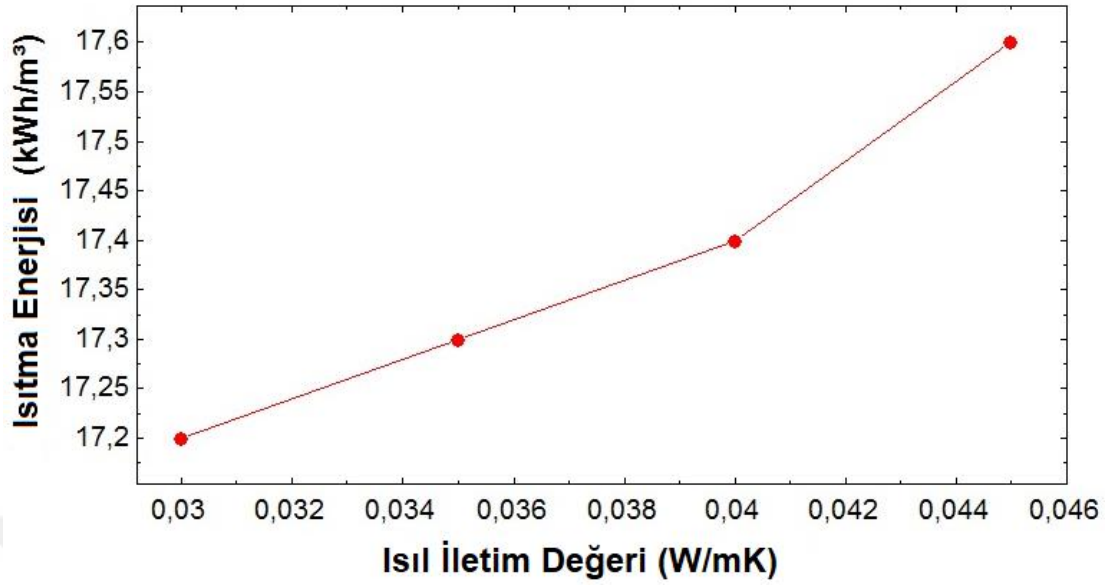
Şekil 9.4 inceleme konusu binaya ait yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının, çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlığı ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında cam yünü ($k=0.040$ W/mK), cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Binanın çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı sırasıyla 8 cm, 9 cm, 10 cm, 11 cm ve 12 cm alınarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmış ve Şekil 10.4. deki grafik elde edilmiştir. 8 cm için yıllık ısıtma enerjisi 17.7 (kWh/m³), 9 cm için 17.6 (kWh/m³), 10 cm için 17.4 (kWh/m³), 11 cm için 17,3 (kWh/m³) ve 12 cm için 17.265 (kWh/m³) olarak hesaplanmıştır. Yalıtım kalınlığı 8 cm'den 12 cm'ye arttırıldığında yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında % 2.46 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.2.2. Isıl İletim Katsayısı k (W/mK) İle Diğer Parametrelerin Değişimi



Şekil 9.5. Toplam soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimi

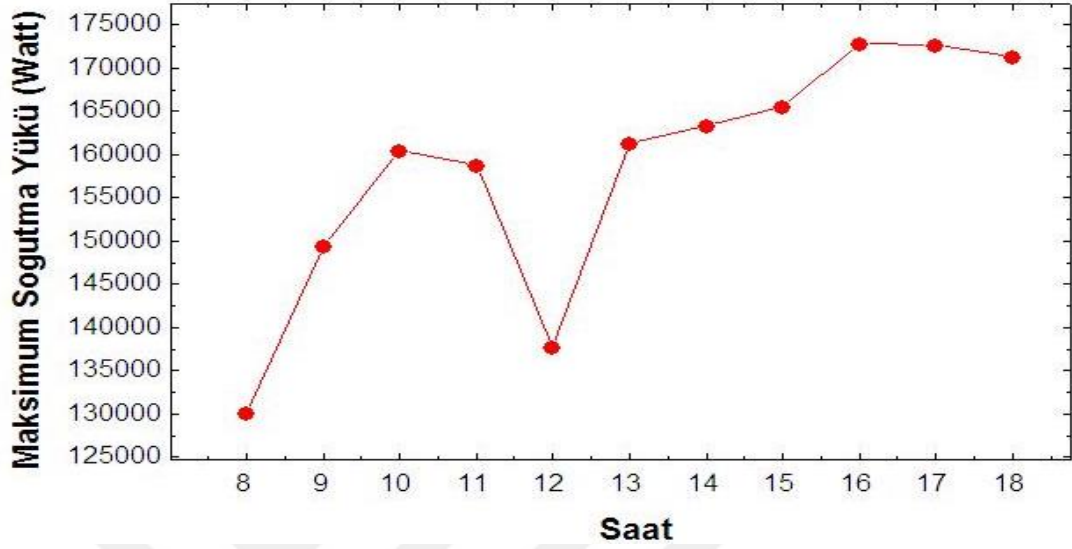
Şekil 9.5 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü, cam olarak ise normal cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Binanın çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ısıl iletkenlik değeri k sırasıyla 0.030 (W/mK), 0.035 (W/mK), 0.040 (W/mK) ve 0.045 (W/mK) alınarak maksimum soğutma yükleri hesaplanmış ve Şekil 10.5'deki grafik elde edilmiştir. 0.030 (W/mK) için maksimum soğutma yükü 312204 W, 0.035 (W/mK) için 313037 W, 0.040 (W/mK) için 313813 W ve 0.045 (W/mK) için 314635 W olarak hesaplanmıştır. Isıl iletim değeri k 0.045 (W/mK) 'den 0.030 (W/mK) 'e düşürüldüğünde maksimum soğutma yükünde % 0.772 enerji tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesine ait k (W/mK) değerinin, maksimum soğutma yüküne etkisinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 9.6. Toplam yıllık ısıtma enerjisi (kWh/m^3) ihtiyacının çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimi

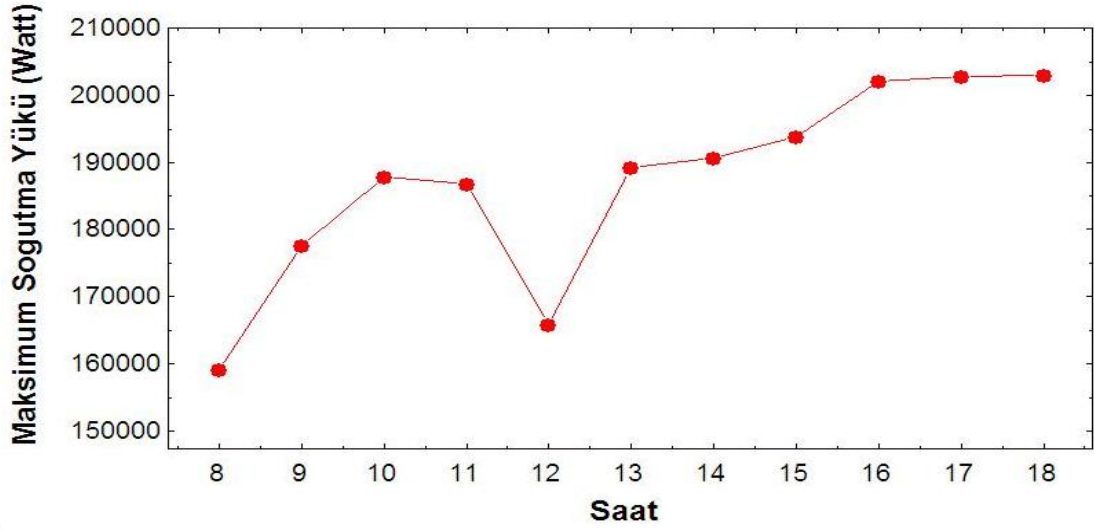
Şekil 9.6 inceleme konusu binada meydana gelen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesi ısıl iletkenlik değeri k (W/mK) ile değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040 \text{ W/mK}$), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040 \text{ W/mK}$) ve kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü, cam olarak ise normal cam ($K=2.59 \text{ W/m}^2\text{K}$) kullanılmıştır. Binanın çatı arasında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ısıl iletkenlik değeri k sırasıyla 0,030 (W/mK), 0,035 (W/mK), 0,040 (W/mK) ve 0,045 (W/mK) alınarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmış ve Şekil 10.6 deki grafik elde edilmiştir. 0,030 (W/mK) için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 17.2 (kWh/m^3), 0,035 (W/mK) için 17.3 (kWh/m^3), 0,040 (W/mK) için 17.4 (kWh/m^3), ve 0,045 (W/mK) için 17.6 (kWh/m^3) olarak hesaplanmıştır. Isıl iletim değeri k 0.045 (W/mK) 'den 0.030 (W/mK) 'e düşürüldüğünde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında % 2.272 enerji tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

9.2.3. Zaman (Saat) ile diğer parametrelerin değişimi



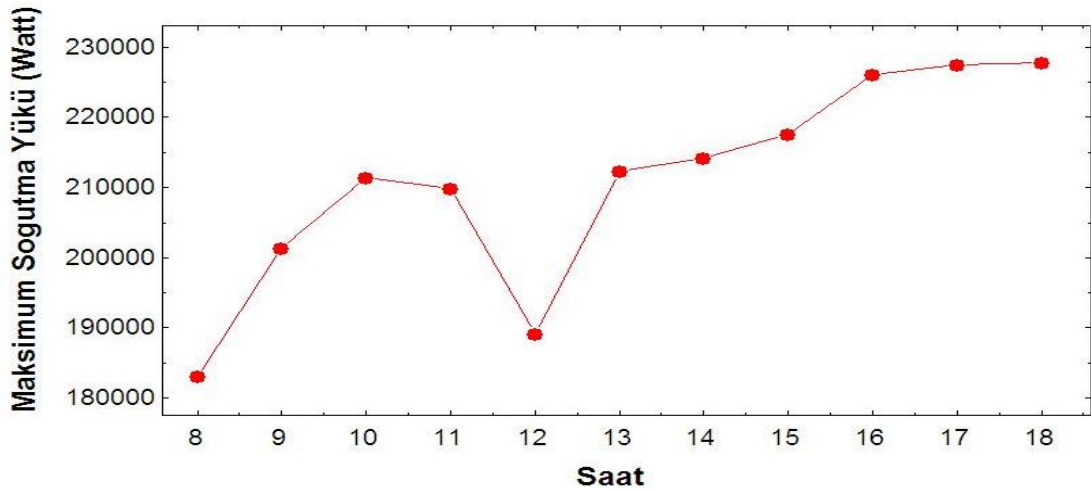
Şekil 9.7. Nisan ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.7 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün Nisan ayı içerisindeki değişimini (saat) göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.030$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.030$ W/mK), cam olarak ise çift cam ($K=2.00$ W/m²K, Dışta koyu panjur) kullanılmıştır. Söz konusu binada Nisan ayı içerisinde meydana gelen maksimum soğutma yükünün en fazla olduğu saat 16:00 iken, bu değer 08:00 ve 12:00 saatlerinde en düşük değerini almıştır. 08:00 saatinde söz konusu binada mesai yeni başladığı ve sabahın erken saatleri olduğu için maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. 12:00 da ise mesai olmadığı için (öğle tatili) binadaki maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. Sonuç olarak nisan ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 130072 W, maksimum değeri ise 16:00 da 172925 W olarak hesaplanmıştır.



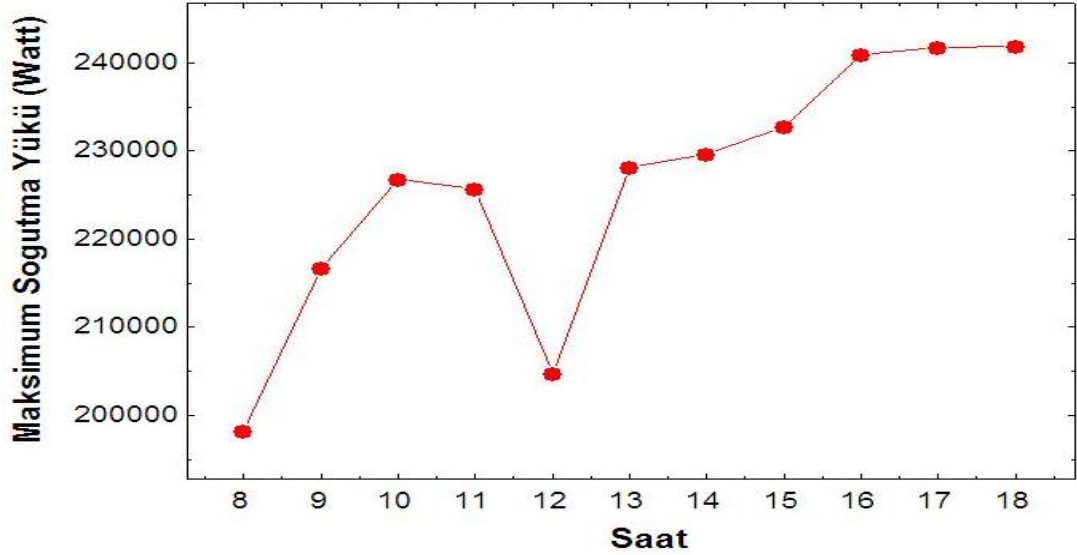
Şekil 9.8. Mayıs ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.8 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün Mayıs ayı içerisindeki değişimini göstermektedir. Mayıs ayı içerisinde meydana gelen maksimum soğutma yükünün en fazla olduğu saat 18:00 iken, bu değer 08:00 ve 12:00 saatlerinde en düşük değerini almıştır. 08:00 saatinde söz konusu binada mesai yeni başladığı ve sabahın erken saatleri olduğu için maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. 12:00 da ise mesai olmadığı için (öğle tatili) binadaki maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. Sonuç olarak Mayıs ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 159155 W, maksimum değeri ise 18:00 da 202885 W olarak hesaplanmıştır.



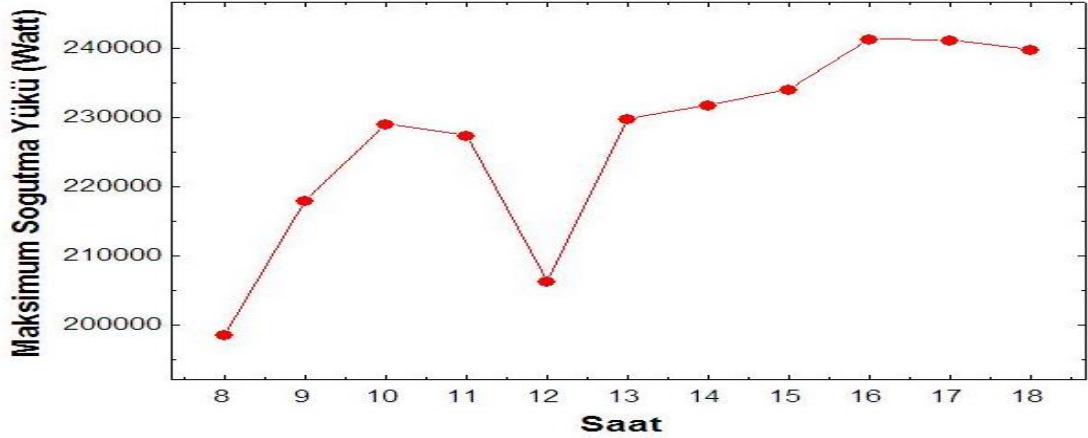
Şekil 9.9. Haziran ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.9 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün Haziran ayı içerisindeki değişimini göstermektedir. Haziran ayı içerisinde meydana gelen maksimum soğutma yükünün en fazla olduğu saat 18:00 iken, bu değer 08:00 ve 12:00 saatlerinde en düşük değerini almıştır. 08:00 saatinde söz konusu binada mesai yeni başladığı ve sabahın erken saatleri olduğu için maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. 12:00 da ise mesai olmadığı için (öğle tatili) binadaki maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. Sonuç olarak Haziran ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 183155 W, maksimum değeri ise 18:00 da 227734 W olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9.10. Temmuz ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

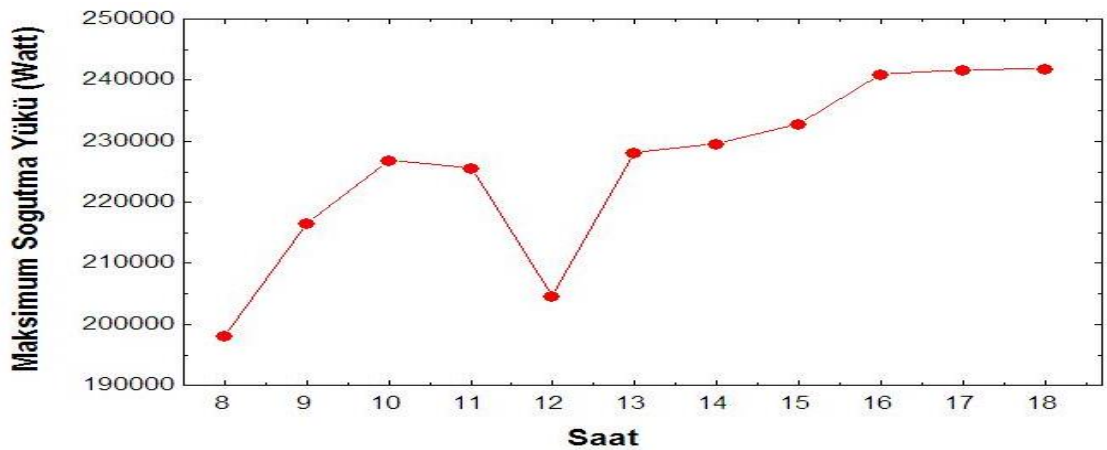
Şekil 9.10 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün Temmuz ayı içerisindeki değişimini göstermektedir. Temmuz ayı içerisinde meydana gelen maksimum soğutma yükünün en fazla olduğu saat 18:00 iken, bu değer 08:00 ve 12:00 saatlerinde en düşük değerini almıştır. 08:00 saatinde söz konusu binada mesai yeni başladığı ve sabahın erken saatleri olduğu için maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. 12:00 da ise mesai olmadığı için (öğle tatili) binadaki maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. Sonuç olarak Temmuz ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 198136 W, maksimum değeri ise 18:00 da 241881 W olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9.11. Ağustos ayında meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

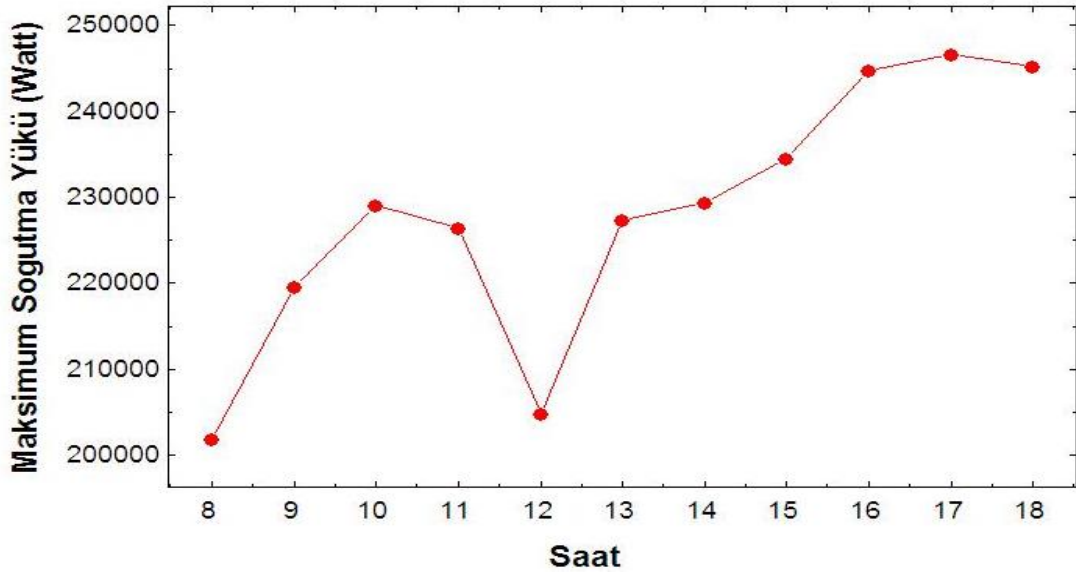
Şekil 9.11 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün Ağustos ayı içerisindeki değişimini göstermektedir. Ağustos ayı içerisinde meydana gelen maksimum soğutma yükünün en fazla olduğu saat 16:00 iken, bu değer 08:00 ve 12:00 saatlerinde en düşük değerini almıştır. 08:00 saatinde söz konusu binada mesai yeni başladığı ve sabahın erken saatleri olduğu için maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. 12:00 da ise mesai olmadığı için (öğle tatili) binadaki maksimum soğutma yükü minimum değerini almıştır. Sonuç olarak Ağustos ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 198550 W, maksimum değeri ise 16:00 da 241432 W olarak hesaplanmıştır.

9.2.4. Bina yönü ile diğer parametrelerin değişimi



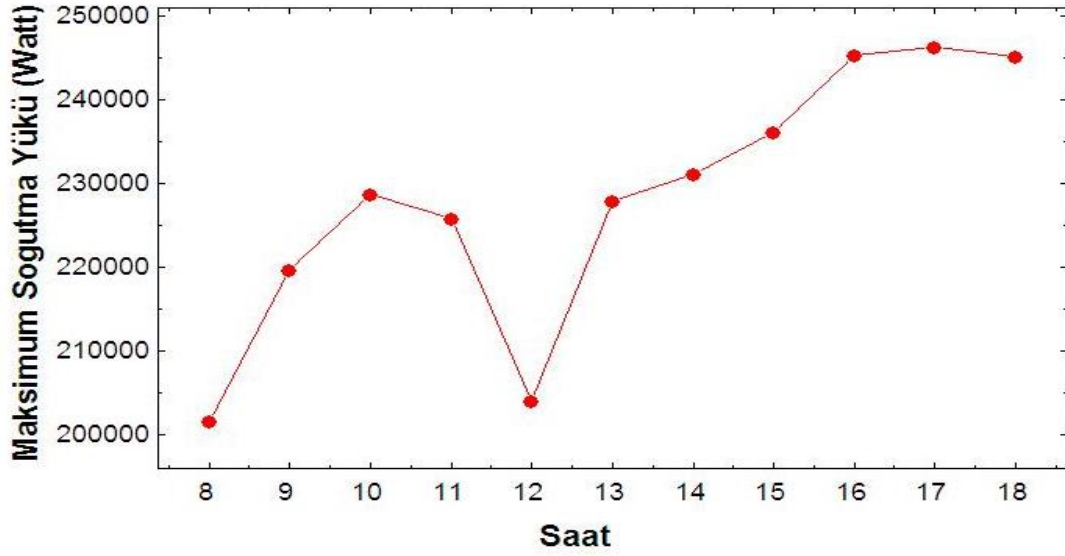
Şekil 9.12. Bina yönü (Yön= 0°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.12 inceleme konusu binanın yönü 0° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Binanın bu yönü için maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiştir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0,030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0,030$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0,030$ W/mK), cam olarak ise çift cam $K=2,00$ W/m²K, dışta koyu renk panjur kullanılmıştır. Sonuç olarak bina yönü 0° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 198136 W, maksimum değeri ise 18:00 da 241881 W olarak hesaplanmıştır.



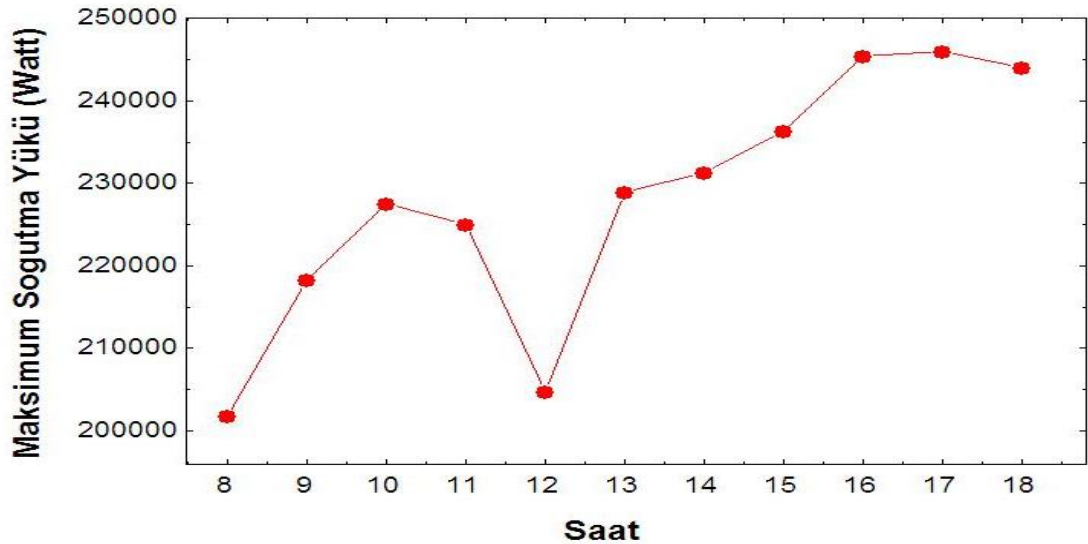
Şekil 9.13. Bina yönü (Yön= 45°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.13 inceleme konusu binanın Yönü 45° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Sonuç olarak bina yönü 45° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 201817 W, maksimum değeri ise 17:00 da 246627 W olarak hesaplanmıştır.



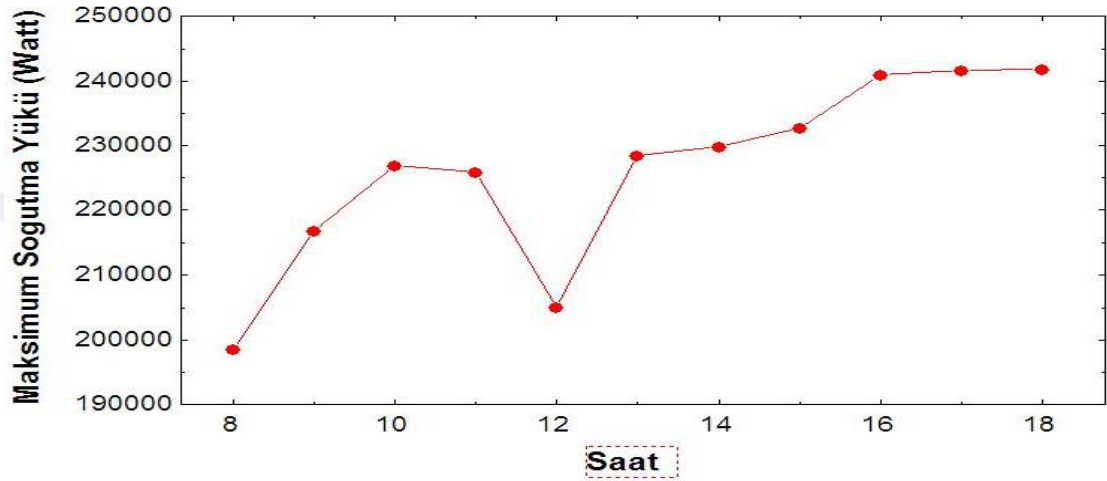
Şekil 9.14. Bina yönü (Yön= 90°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.14 inceleme konusu binanın yönü 90° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 90° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 201577 W, maksimum değeri ise 17:00 da 246327 W olarak hesaplanmıştır.



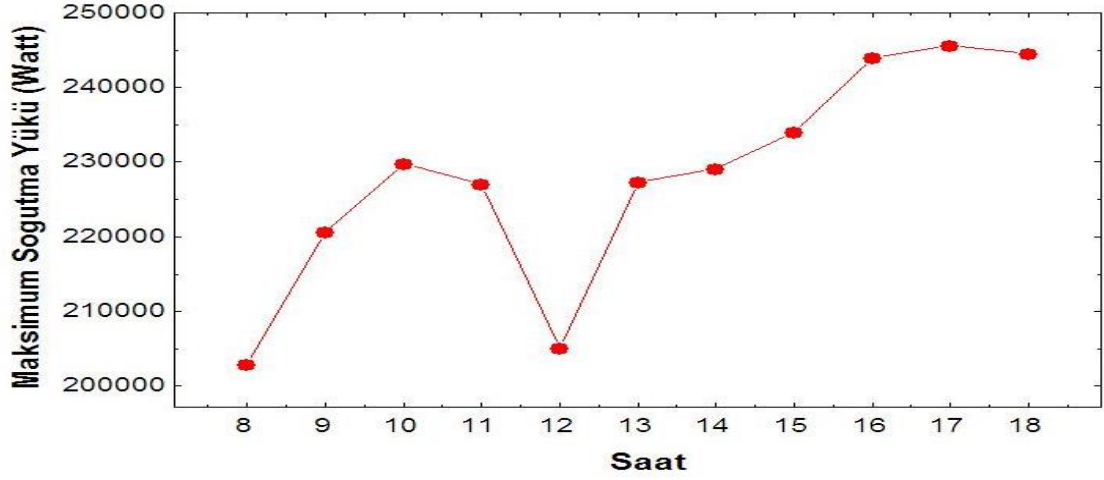
Şekil 9.15. Bina yönü (Yön= 135°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.15 inceleme konusu binanın yönü 135° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 135° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 201832 W, maksimum değeri ise 17:00 da 245978 W olarak hesaplanmıştır.



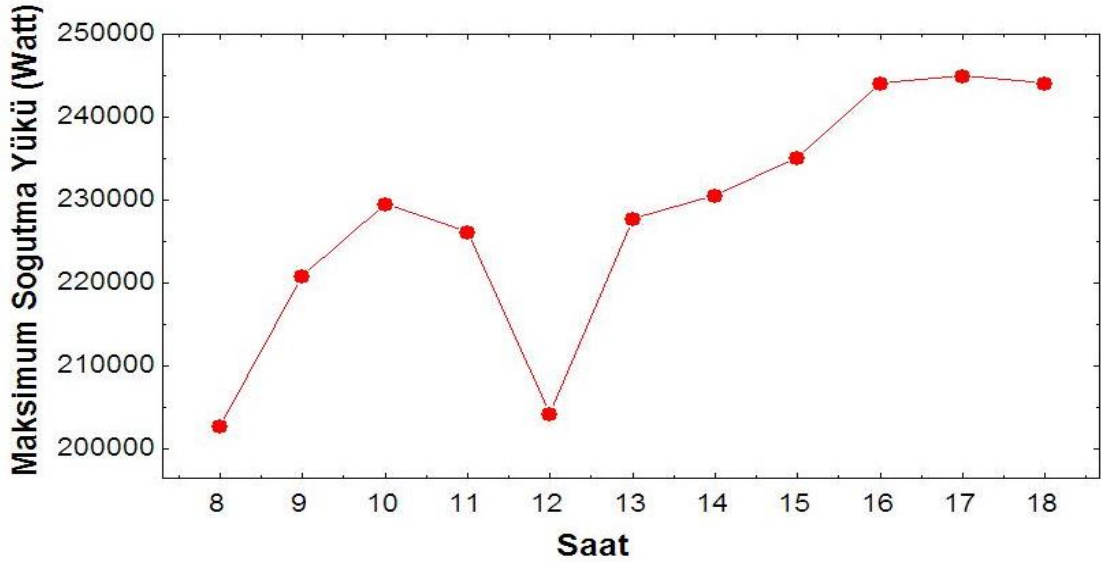
Şekil 9.16. Bina yönü (Yön= 180°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.16 inceleme konusu binanın yönü 180° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 180° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 198479 W, maksimum değeri ise 18:00 da 241766 W olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9.17. Bina yönü (Yön= 225°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

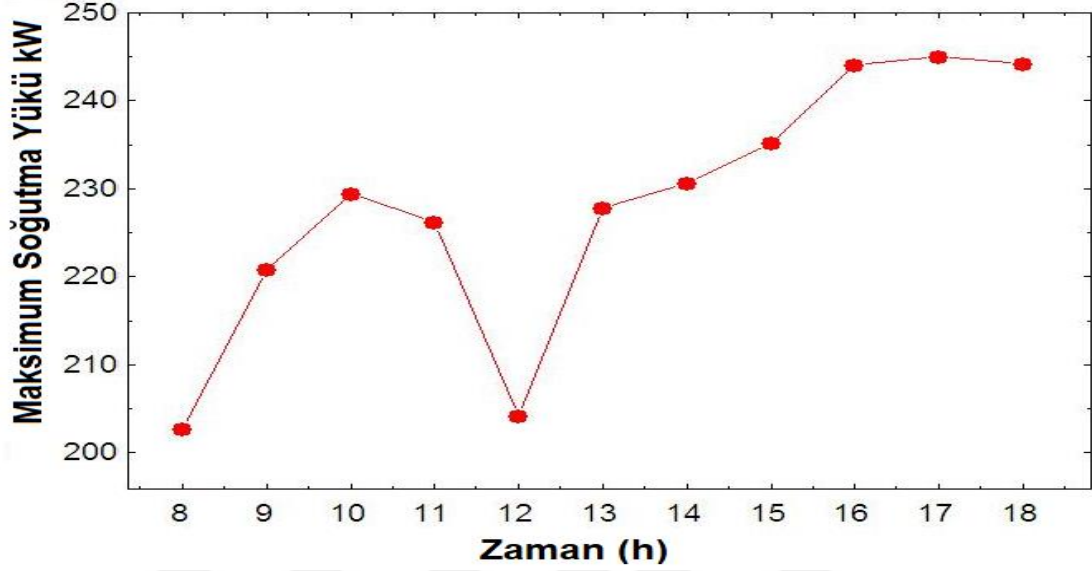
Şekil 9.17 inceleme konusu binanın yönü 225° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 225° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 202926 W, maksimum değeri ise 17:00 da 245638 W olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9.18. Bina yönü (Yön= 270°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.18 inceleme konusu binanın yönü 270° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 270° iken maksimum

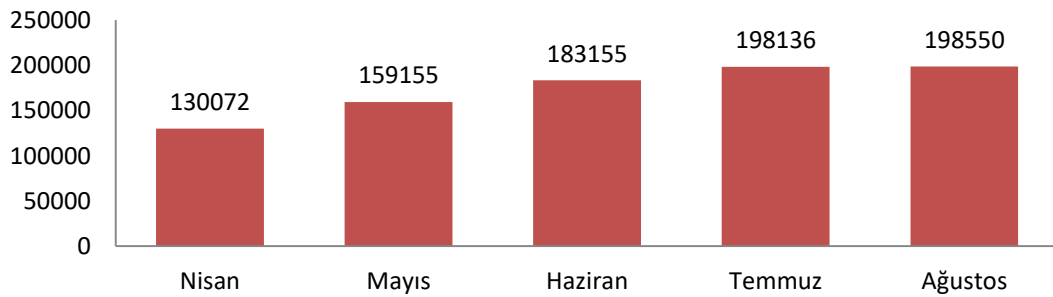
soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 202793 W, maksimum değeri ise 17:00 da 245074 W olarak hesaplanmıştır.



Şekil 9.19. Bina yönü (Yön= 315°) meydana gelen maksimum soğutma yükünün zaman ile değişimi

Şekil 9.19 inceleme konusu binanın yönü 315° iken meydana gelen maksimum soğutma yükünün değişimini göstermektedir. Bina yönü 315° iken maksimum soğutma yükü Temmuz ayında meydana gelmiş, maksimum soğutma yükünün minimum değeri 08:00 da 202351 W, maksimum değeri ise 17:00 da 245351 W olarak hesaplanmıştır.

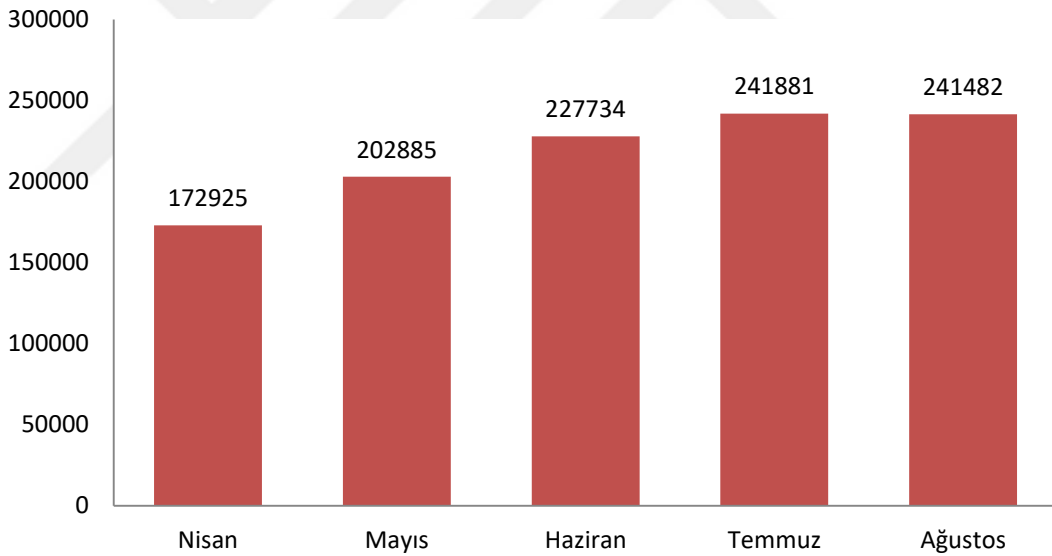
9.2.5. Maksimum soğutma yükünün minimum değerinin aylara göre değişimi



Şekil 9.20. Maksimum soğutma yükünün minimum değerinin aylara göre değişimi

Şekil 9.20 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün minimum değerinin aylara göre değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.030$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.030$ W/mK), cam olarak ise çift cam ($K=2.00$ W/m²K, dışta koyu renk panjur) kullanılmıştır. Nisan ayında maksimum soğutma yükünün minimum değeri 130072 W, Mayıs ayında 159155 W, Haziran ayında 183155, Temmuz ayında 198136 ve Ağustos ayında 198550 W olmuştur. Temmuz ayına kadar soğutma maksimum soğutma yükü hızlı bir şekilde artarken, Temmuz Ağustos ayları arasında ihmal edilebilir düzeyde artış gerçekleşmiştir.

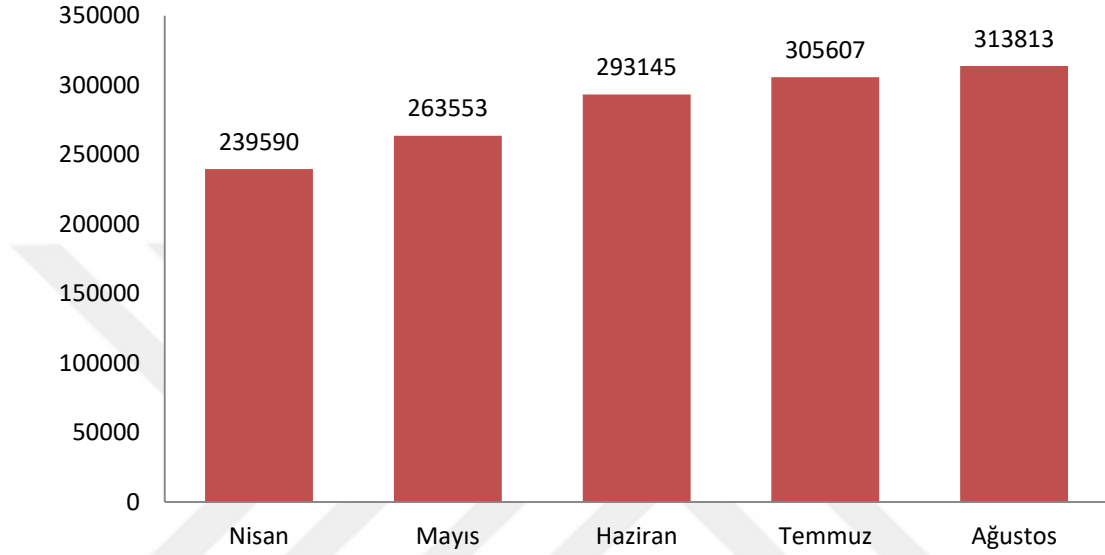
9.2.6. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi



Şekil 9.21. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi (Örnek 25)

Şekil 9.21 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.030$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.030$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0.030$ W/mK), cam olarak ise çift cam ($K=2.00$ W/m²K, dışta koyu panjur) kullanılmıştır. Nisan ayında maksimum soğutma yükünün değeri 172925 W, Mayıs ayında 202885

W, Haziran ayında 227734, Temmuz ayında 241881 ve Ağustos ayında 241482 W olmuştur. Temmuz ayına kadar soğutma yükü değeri hızlı bir şekilde artarken, Temmuz Ağustos ayları arasında bu artış ihmal edilebilir düzeyde artış gerçekleşmiştir.



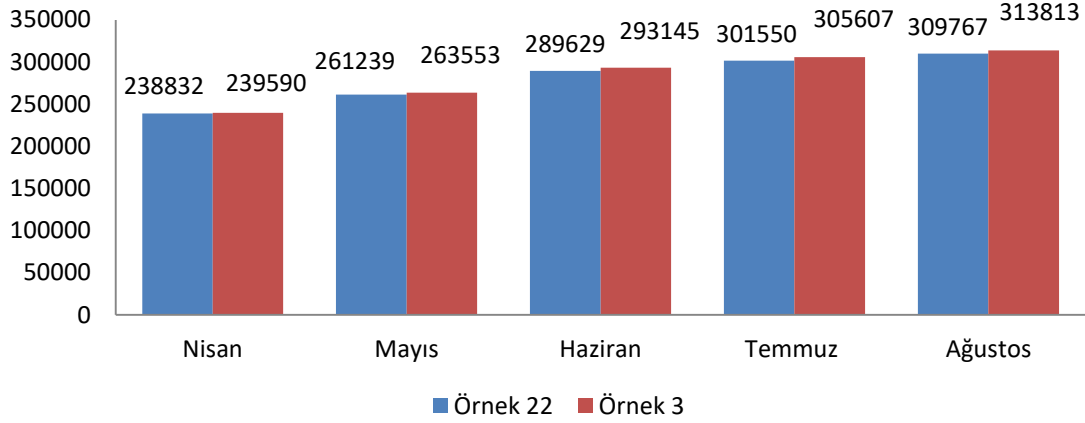
Şekil 9.22. Maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimi (Örnek 3)

Şekil 9.22 inceleme konusu binada meydana gelen maksimum soğutma yükünün aylara göre değişimini göstermektedir. Burada binanın havaya açık yan duvarlarında 8 cm taş yünü ($k=0.040$ W/mK), toprak temaslı yan duvar ve döşemelerinde 8 cm XPS ($k=0.040$ W/mK), kullanılmayan çatı arasında 10 cm cam yünü ($k=0,040$ W/mK), cam olarak normal adi cam ($K=2.59$ W/m²K) kullanılmıştır. Bu bina geleneksel yöntemle TS 825 yönetmeliğine uygun olacak şekilde yalıtılırsa soğutma yükleri yukarıdaki şekilde olmaktadır. Nisan ayında maksimum soğutma yükünün değeri 239590 W, Mayıs ayında 263553 W, Haziran ayında 293145, Temmuz ayında 305607 ve Ağustos ayında 313813 W olmuştur.

Şekil 9.22 deki değerler daha önce Örnek 3 için hesaplanan değerlerdir. Şekil 21 deki değerler ise Örnek 25 'te hesapladığımız optimum değerlerdir. Söz konusu projeye ait maksimum soğutma yükünün en düşük değeri bu örnekte hesaplanmıştır. Sonuç olarak söz konusu bina geleneksel olacak şekilde Örnek 3 teki gibi yalıtılırsa,

Nisan ayında % 38.55, Mayıs ayında % 29.90, Haziran ayında % 28.72, Temmuz ayında % 26.35 ve Ağustos ayında % 29.95 enerji sarfıyatı olur.

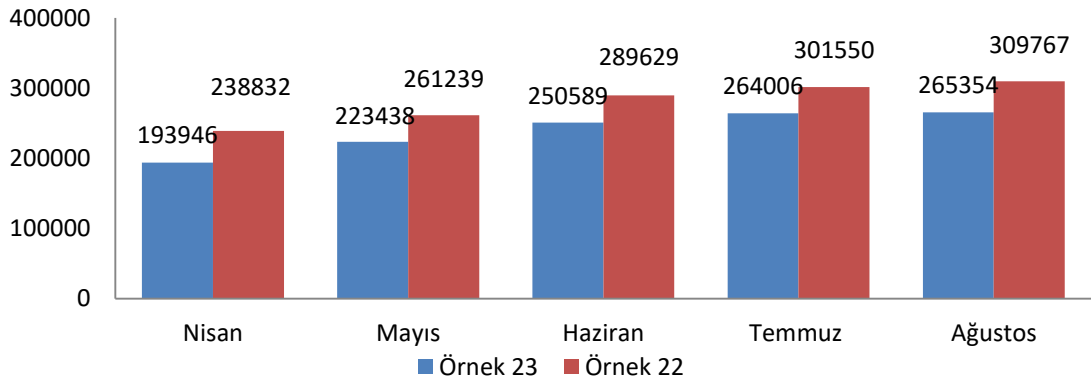
9.2.7. Cam ısı iletim katsayısı ile diğer parametrelerin değişimi



Şekil 9.23. Cam ısı iletim katsayısı ile diğer parametrelerin değişimi

Şekil 10.23 de cam ısı iletim katsayısı ile diğer parametrelerin değişimi gözlemlenmiştir. Örnek 3 te cam ısı iletkenlik değeri ($K=2.59 \text{ W/m}^2\text{K}$), Örnek 22 de ise bu değeri ($K=2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$) olup, diğer tüm parametreler her iki örnek hesaplamada aynı alınmıştır. Sonuç olarak Isıl iletim katsayısı $K=2.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ olan bir cam kullanıldığında maksimum soğutma yükünde Nisan ayında 758 W, Mayıs ayında 2314 W, Haziran ayında 3516 W, Temmuz ayında 4057 W ve Ağustos ayında 4046 W enerji tasarrufu olmaktadır.

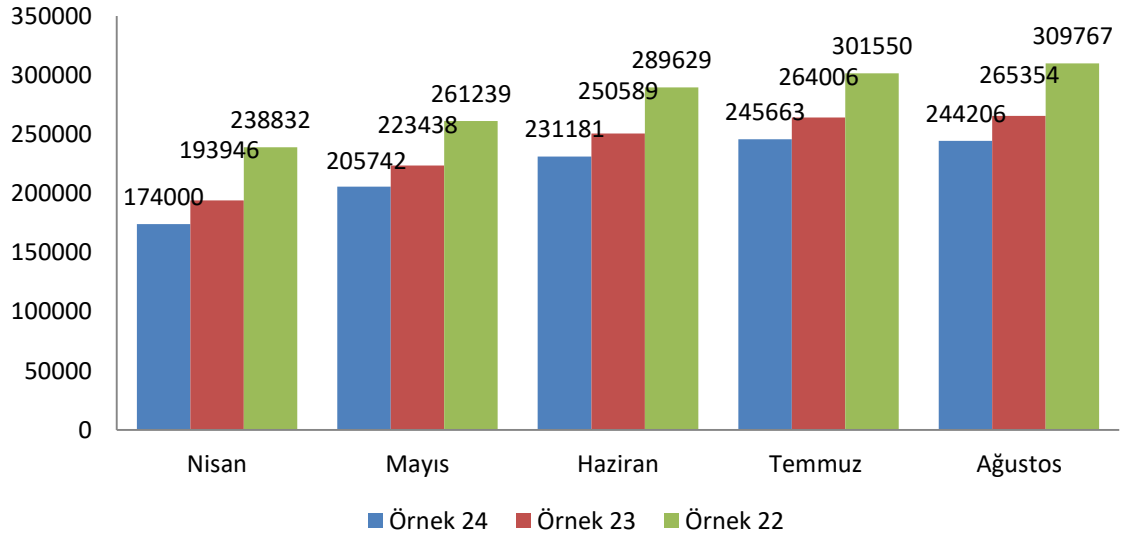
9.2.8. Cam özellikleri (açık renk perde) ile diğer parametrelerin değişimi



Şekil 9.24. Çift cam (açık renk perde) ile diğer parametrelerin değişimi

Şekil 9.24'te çift cam (açık renk perde) ile diğer parametrelerin değişimi gözlemlenmiştir. Burada Örnek 23'ten farklı olarak çift cam (açık renk perde) kullanılmış olup, diğer tüm parametreler her iki örnek hesaplamada aynı alınmıştır. Sonuç olarak Çift Cam (Açık renk perde) kullanıldığında maksimum soğutma yükünde Nisan ayında 44886 W, Mayıs ayında 37801 W, Haziran ayında 39040 W Temmuz ayında 37544 W ve Ağustos ayında 44413 W enerji tasarrufu olmaktadır. Görüldüğü üzere açık renk perde kullanılması güneş ışınlarını kırmakta ve soğutma yükünü büyük oranlarda düşürmektedir. Soğutma yükünün en çok güneş ışınlarından meydana geldiğinin açık bir kanıtıdır. Cam ısı iletim katsayısı düşürüldüğünde soğutma yükünde ciddi bir düşüş meydana gelmez iken, açık renk perde ile güneş ışınları kırıldığında ciddi bir düşüş meydana gelmiştir.

9.2.9. Cam özellikleri (koyu renk panjur kullanılması) ile diğer parametrelerin değişimi



Şekil 9.25. Çift Cam (Koyu renk panjur) ile diğer parametrelerin değişimi

Şekil 9.25 de Çift Cam (Koyu renk panjur) ile diğer parametrelerin değişimi gözlemlenmiştir. Burada Örnek 23 ten farklı olarak Çift Cam (Koyu renk panjur) kullanılmış olup, diğer tüm parametreler Örnek 23 ve Örnek 22 ile aynı alınmıştır.

Sonuç olarak Çift Cam (Koyu renk panjur) kullanıldığında maksimum soğutma yükünde; Örnek 22 'ye kıyasla Nisan ayında 64 832 W, Mayıs ayında 55 497 W, Haziran ayında 58448 W, Temmuz ayında 55887 W ve Ağustos ayında 65 561 W; Örnek 23 'e kıyasla Nisan ayında 19946 W, Mayıs ayında 17 696 W, Haziran ayında 19 408 W, Temmuz ayında 18343 W ve Ağustos ayında 21 148 W enerji tasarrufu olmaktadır. Koyu renk panjur, açık renk perdeye oranla güneş ışınlarını neredeyse tamamen engellemekte ve soğutma yükünde ciddi oranda bir azalma meydana getirmektedir.



10. SONUÇLAR

Enerji günümüzde insanoğlunun vazgeçilmez en temel unsurlarından biridir. Büyük devletler başta olmak üzere birçok uluslararası kuruluş petrol, doğalgaz, kömür vb. enerji kaynaklarını elde etmek için birbiri ile yarışmaktadır. Dikkat edilmesi gereken bir diğer ayrıntı ise güçlü devletlerin, enerji kaynağına sahip ülkeleri sömürmesi ve bu topraklarda sürekli savaşların yaşanıyor olmasıdır. Bununla birlikte yeryüzündeki enerji kaynakları hızlı bir şekilde tüketilmektedir. Dolayısıyla bu durum ülkeleri enerjiyi daha tasarruflu kullanma arayışlarına sokmuştur.

Ülkemiz gelişmekte olan bir ülkedir. Özellikle son yıllarda başta sanayi olmak üzere birçok alanda büyük gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişmeye paralel olarak enerji ihtiyacımızda büyük oranda artmıştır. Dolayısıyla enerji konusunda dışa bağımlılık her geçen gün daha da artmakta bu durum ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemekte ve enerji tasarrufunun önemini gözler önüne sermektedir.

Mevcut literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların çoğunlukla ısıtma enerjisi üzerine olduğu görülmektedir. Binalarda ısı yalıtım kalınlığının optimum şekilde seçilmesi, ısı konforun sağlanmasında en önemli etkenlerden biridir. Isı yalıtımı sadece ısı kaybı için değil aynı zamanda ısı kazancı içinde önemli bir tasarruf sağlamaktadır. Çünkü ülkemiz de dört mevsim belirgin bir şekilde yaşanmaktadır. Dolayısıyla ülkemizdeki bir yapıda yaz aylarında ısı kazancı meydana gelirken, kış aylarında ısı kaybı meydana gelmektedir.

Bu çalışmada; Çankırı İlinde yapılacak Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası incelenmiş ve değişen çevre şartları altında, bu binaya ait maksimum soğutma yükü hesaplanmıştır. Soğutma sisteminde kullanılacak soğuk su üretecek merkezi su soğutmalı chillerler bodrum katta konuşlanacak, kondenser soğutmaları için gerekli kuleler ise atmosfere açık olarak konuşlanacaktır. Su rejimi 7/12 °C olarak düşünülmüştür. Söz konusu yapıya ait maksimum soğutma yükü; bina yüzeyindeki camlar ve bu camların teknik özellikleri, binanın yönü, binanın dış duvarlarında, tabanında, çatısında vb. yerlerindeki yalıtım malzemesi özellikleri ve kalınlığı

değişken tutularak "MTH K Değeri Hesabı" ve "MTH Isı Yüğü Hesabı" programları yardımıyla ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Bu çalışmada pilot bölge olarak Çankırı İli seçilmiş ve Çankırı İline yapılacak Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası Projesine mantolama usulüyle ısı yalıtımı uygulanmıştır. Söz konusu proje ile ilgili sırasıyla aşağıdaki hesaplamalar yapılmış ve çıkan sonuçlar analiz edilmiştir.

Çankırı İlinde yapılacak Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası incelenmiş ve değişen şartlar altında, bu binaya ait soğutma yükleri hesaplanmıştır. Hükümet Konağı Binasına ait Soğutma yükünü, etkileyen en önemli etken güneş ışınlarıdır. Yapmış olduğumuz hesaplamalar yalıtım kalınlığının soğutma yüküne etkisinin camlara göre oldukça düşük olduğunu göstermiştir. İnceleme konusu yapıda cam özellikleri değiştirildiğinde maksimum soğutma yükünde büyük miktarda düşüş olduğu tespit edilmiştir. Bina üzerindeki camlarda açık renk perde kullanılması gölgeleme faktörünün düşmesine neden olmakta dolayısıyla camlardan meydana gelen ısı kazancını düşürmektedir. Bununla birlikte camların dış yüzeylerinde koyu renk panjur gölgelik kullanılması halinde, maksimum soğutma yükü minimum değeri almıştır. Örnekler üzerinde incelediğimiz gibi, yapı elamanlarında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin bina soğutma yüküne etkisinin çok fazla olmadığı fakat binanın ısı kaybına etkisinin oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde TS 825 Standardına uygun olarak yapılmış bir yapının yaz dönemi için enerji performansının yeterli olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda kış sezonu için hazırlanmış olan bu standart yaz sezonundaki gerekli enerji tasarrufunu sağlayamamaktadır. Örnek 3 de yapmış olduğumuz hesaplamalarda maksimum soğutma yükü 313813 W hesaplanmıştır. Örnek 7 'de ise dış duvar, çatı ve döşemede kullanılan ısı yalıtım malzemesi kalınlık ve özellikleri değiştirilmeden, sadece cam özellikleri değiştirilmiş ve maksimum soğutma yükü 245663 W olarak hesaplanmıştır. Örnek 7 de ısı iletim katsayısı düşük cam ve güneş ışınlarını engelleyici panjur kullanarak yaz sezonunda yaklaşık olarak % 21.17 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Özetleyecek olursak TS 825 standardı tek başına yeteli olmayıp yaz

sezonu için ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Özellikle lkemizde yalıtım kalınlığı arttıkça, soğutma yükünün azalacağı görüşü hakimdir. Dikkat edilmesi gereken önemli nokta, ısı kazancının en fazla güneş enerjisinden dolayı camlardan meydana gelmesidir. Bu bağlamda yaptığımız bu alışma, İç Anadolu bölgesi ve benzer iklime sahip bölgelerde; verimli enerji performansına sahip bina tasarımına yardımcı olabilecek ve ülke enerji politikasına katkı sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- Anonim, (2006) MTH Mekanik Tesisat Hesapları Yazılımı Antmekanik
- Arslan, O., Kose, R., 2006. Thermoeconomic optimization of insulation thickness considering condensed vapor in buildings. *Energy and Buildings*, 38(12), 1400-1408.
- Atmaca, U., 2016. TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardındaki güncellemeler. *Tesisat Mühendisliği*, 154, 21-35.
- Bolattürk, A., 2008. Optimum insulation thicknesses for building walls with respect to cooling and heating degree-hours in the warmest zone of Turkey. *Buildings and Environment*, 43, 1055-1064.
- Burch, D.M., Seem, J.E., Walton, G.N., Licitra, B.A., 1992. Dynamic Evaluation of Thermal Bridges in Typical Office Building. *ASHRAE Transaction*, 98(1),291-304.
- Buyruk, E., Temel, Ü., Tamay, A., Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Termal Kamera İle Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, [http://www.emo.org.tr/ekler/07fd505578df62f_ek.pdf\(20.06.2019\)](http://www.emo.org.tr/ekler/07fd505578df62f_ek.pdf(20.06.2019)).
- Catalina, E., Solorio, C., Rivera, M., Hugo, F., Hou, Y., 2018. Theoretical and experimental development of cooling load temperature difference factors to calculate cooling loads for buildings in warm climates. *Applied Thermal Engineering*, 150, 576-590.
- Chen, Y.M., Chen, Z.K., 2000. A Neural-Network Based Experimental Technique for Determining Z-Transfer Function Coefficients of A Building Envelope, *Building and Environmental*, 35(3), 181-189.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çankırı İl Müdürlüğü, Yapı İşleri Müdürlüğü, Tip Proje, Çankırı Yeni Hükümet Konağı Valilik Binası. (15.06.2013)
- Çomaklı, K., Yüksel, B., 2003. Optimum insulation thickness of external walls for energy saving. *Applied Thermal Engineering*, 23(4), 473-479.
- Derradji, L., Imessad, K., Amara, M., Errebai, F., 2016. A Study on residential energy requirement and the effect of the glazing on the optimum insulation thickness, *Applied Thermal Engineering*, 112, 975-985.
- El-Refaie, M.F., Kaseb, S., 2009. Speculation in the Feasibility of Evaporative Cooling. *Building and Environment*, 44, 826-838.

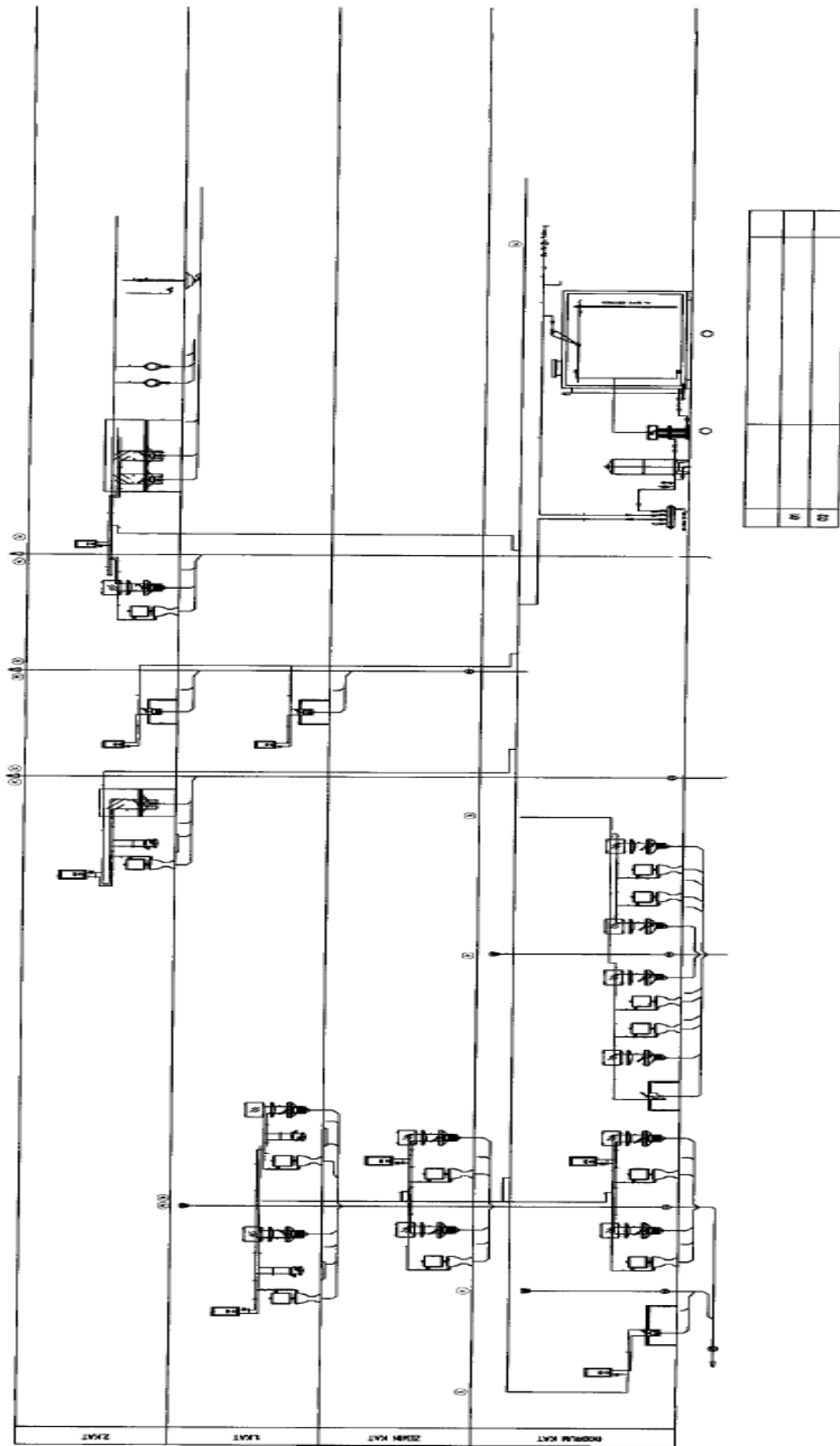
- Gölcü, M., Dombaycı, A., Abalı, S., 2006. Denizli için optimum yalıtım kalınlığının enerji tasarrufu etkisi ve sonuçları. Gazi Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Dergisi, 21(4), 639-644.
- Gürel, A.E., Çay, Y., Dasedemir, A., Kucukkulahli, E., 2012. The effect of external wall optimum insulation thickness on energy saving and air pollution for karabük. Journal of History Culture and Art Research, 1(4), 402-414.
- İsmic, B., 2015. Gelişmekte olan ülkelerde elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve nüfus ilişkisi. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Fakülte Dergisi, 5(1), 259-274.
- Kalfa, S.M., Yaşar, Y., 2015. Soğutma Yüklerinin Hesaplanmasında Kullanılan Yöntemler ve Karşılaştırılması. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 20(2), 29-41.
- Karakaya, H., 2017. Enerji Verimliliği Kapsamında Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyümesi Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Değerlendirilmesi. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16, 2.
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., Uğurlu, İ., 2018. Dünyada ve Türkiye'de enerji görünümünün genel değerlendirilmesi. Mühendis ve Makina, 56(692), 86-114.
- Kürekçi, A., Bardakçı, A.T., Çubuk, H., Emanet, Ö., 2012. Türkiye'nin tüm illeri için optimum yalıtım kalınlıklarının belirlenmesi, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/d71182310b6a550_ek.pdf?dergi=1291 (20.06.2019)
- Kürekçi, N.A., Kaplan, S., 2014. Isıtma-soğutma yüklerinin hap ve revit programlarıyla hesaplanması, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/745f420fe2d61fc_ek.pdf (20.06.2019)
- Lu, L., Cai, W., Xie, L., Li, S., Soh, Y.C., 2005. HVAC System Optimization In Building Section, Energy and Buildings, 11-22.
- Özel, M., 2008. Bina dış duvarlarının optimum yalıtım kalınlıkları için dinamik yaklaşım ve maliyet analizi. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 23(4), 879-884.
- Özel, M., Pıhtılı, K., 2007. Duvar Yönünün Yalıtım Kalınlığına Etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(1), 95-101.
- Özel, M., Koç, E., Kaya, K., 2015. Enerji kaynakları – Yenilenebilir enerji kaynakları. Mühendis ve Makine, 56, 35-47.
- Öztürk, S., Saygın, S., 2018. The economic effects of the 1973 oil crisis and stagflation case, BJSS Balkan Journal of Social Sciences, 6, 1-12.

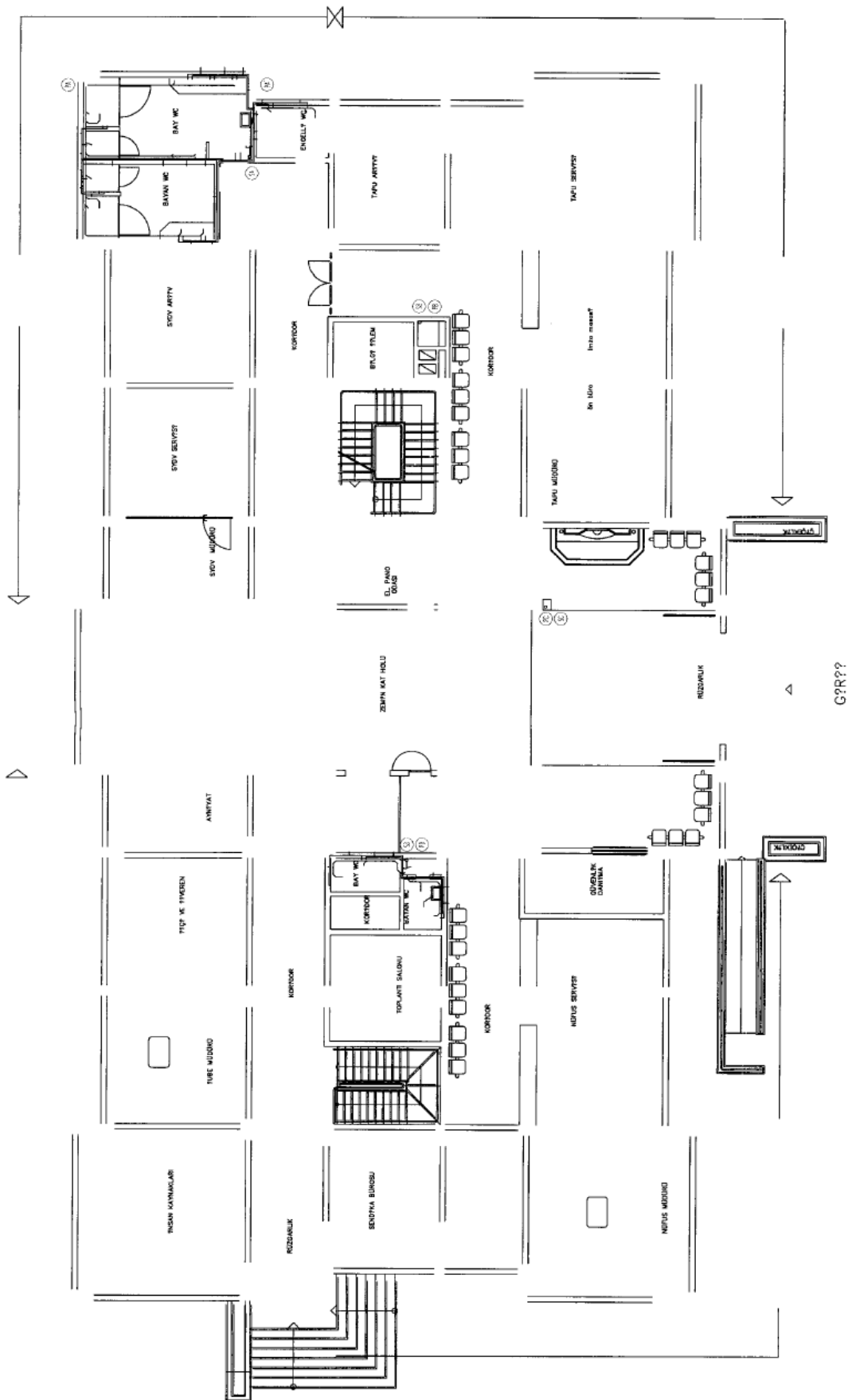
- Özutku, O., Karakuş, C., 2012. Binalarda ısı yalıtım yolu ile enerji tasarrufunun iklimlendirme açısından incelenmesi ve optimum cam kaplama alanı belirlenmesi,
http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/f26d91da3dfa79e_ek.pdf?tipi=&turu=&sube=3 (20.06.2019)
- Sabah, E., Mart, U., Çelik, M., 2002. 1970-2000 Yılları Arası Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketiminde Kömürün Yeri. Madencilik, 41(2), 31-42.
- Stephenson, D.G., Mitalas, G., 1971. Calculation of Heat Conduction Transfer Functions for Multilayer Slabs. ASHRAE Transactions, 77(2), 117-126.
- Şekercioğlu, S., Yılmaz, M., 2012. Renewable Energy Perspectives in the Frame of Turkey's and the EU's Energy Policies. Energy Conversion and Management, 63, 233-238.
- TMMOB, (2019). Günlük Yaşantımızda Enerji Tasarrufu Kılavuzu
http://www.emo.org.tr/ekler/4a2f99497af741e_ek.pdf?tipi=36&turu=X&sube=0 (20.06.2019)
- TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, 1998.
- Zhang, L., Li, Z., Hou, C., Wei, D., Hou, Y., 2019. Optimization analysis of thermal insulation layer attributes of building envelope exterior Wall based on dest and life cycle economic evaluation, College of Architecture and Urban-Rural Planning, 14, 100410

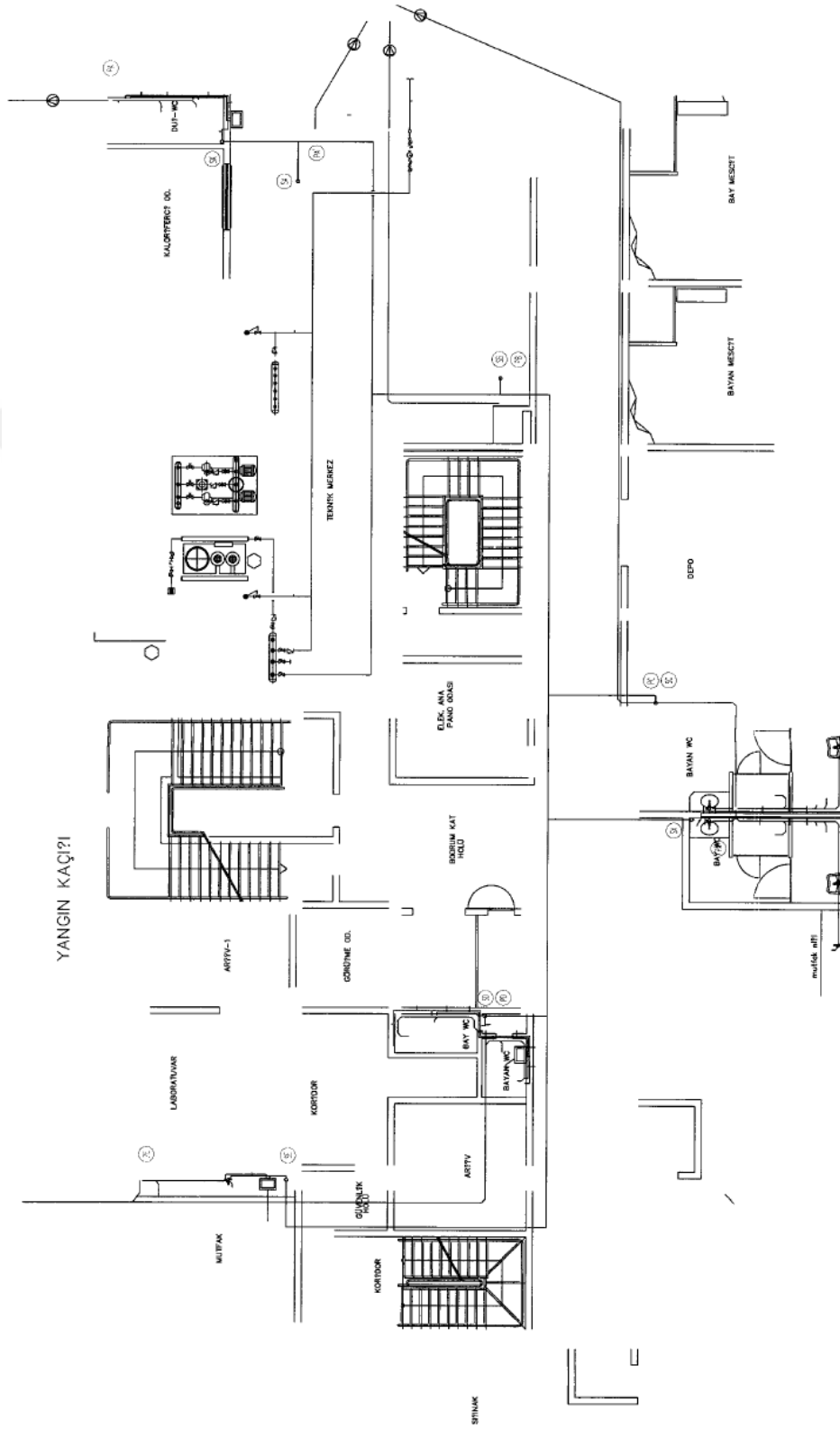
EKLER



EK - 1







ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı: KÜRKLÜ, Abdullah

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 23.02.1988 – Ankara

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 (544) 788 59 10

E-mail : info@teksav.com.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Selçuk Üni. Mim. Müh. Fak./Makine Müh. Böl.	2010

İş Deneyimi

Yıl Yer Görev

2015-	Teksav Mühendislik (Genel Müdür)
2014-2015	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Müsteşar Danışmanlığı)
2012-2015	Çankırı Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (Makine Mühendisi)
2011-2012	Mega Teknik (Makine Mühendisi)
2011-2012	Moment Mühendislik (Makine Mühendisi)
2010-2011	Taşkar Teknik (Makine Mühendisi)

Yabancı Dil

İngilizce